

II.10. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO

A) INTRODUÇÃO

A presente Análise de Riscos Ambientais (ARA) foi elaborada visando ao cumprimento do Termo de Referência (SEI/IBAMA – 2757916) emitido pela COPROD/CGMAC/DILIC/IBAMA no âmbito do Processo de Licenciamento Ambiental para a Ampliação do Sistema de Produção no Campo de Peregrino (**Figura II.10.1**).

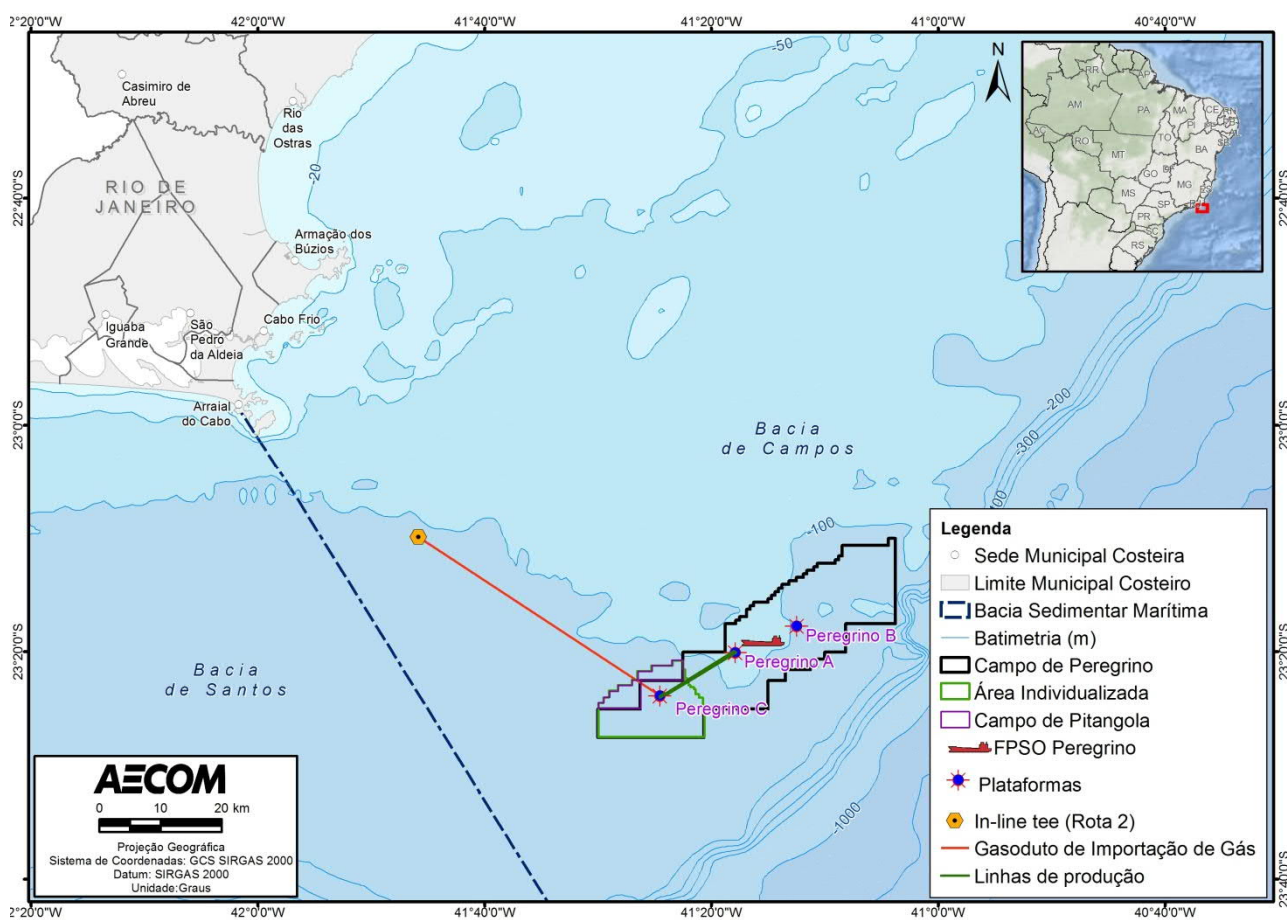


FIGURA II.10.1 – Localização do Campo de Peregrino.

A Análise de Risco Ambiental (ARA) foi elaborada a partir de uma metodologia desenvolvida pelas empresas AECOM e PROOCEANO, visando ao atendimento ao Termo de Referência citado, bem como às orientações e diretrizes da COPROD/CGMAC/DILIC/IBAMA para a determinação dos Riscos Ambientais associados às atividades de perfuração marítima. Tal metodologia será apresentada em detalhes a seguir e, sequencialmente, serão apresentados os resultados encontrados para essa atividade, assim como as conclusões estabelecidas.

B) METODOLOGIA

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

De acordo com a metodologia proposta, o Risco Ambiental é expresso em termos da probabilidade de cada Componente de Valor Ambiental (CVA) ser atingido por determinadas faixas de volume de óleo. Para tanto, são necessários o cálculo do Risco Operacional, os resultados das modelagens de Dispersão de Óleo no Mar e a identificação dos Componentes Ambientais e dos seus Tempos de Recuperação. Com a junção desses componentes é possível se calcular um valor de Risco Ambiental para cada faixa de volume e cenário sazonal (**Figura II.10.2**).



FIGURA II.10.2 – Componentes necessários para o Cálculo do Risco Ambiental.

Cada uma das etapas necessárias para a obtenção dos valores de Risco Ambiental será apresentada em detalhes a seguir. A **Figura II.10.7**, ao final deste item, resume o apresentado.

- **RISCO OPERACIONAL**

Para se estabelecer o Risco Operacional é preciso identificar os Cenários e Tipologias Acidentais através da Análise Preliminar de Riscos (APR). Com isso, é possível, quando necessário, elaborar Árvores de Falhas e classificar os cenários acidentais identificados dentro das categorias de volume de óleo vazado. A partir desta

informação são obtidas as frequências de ocorrências dos cenários analisados para cada faixa de volume, as quais, conforme a proposta metodológica, corresponderão às frequências dos eventos iniciadores das Árvores de Eventos. A elaboração das Árvores de Eventos viabiliza a determinação das frequências de ocorrência de cada uma das Tipologias Acidentais possíveis de ocorrer a partir dos eventos iniciadores analisados por faixa de volume, sendo este um dos componentes do cálculo do Risco Ambiental (**Figura II.10.3**).

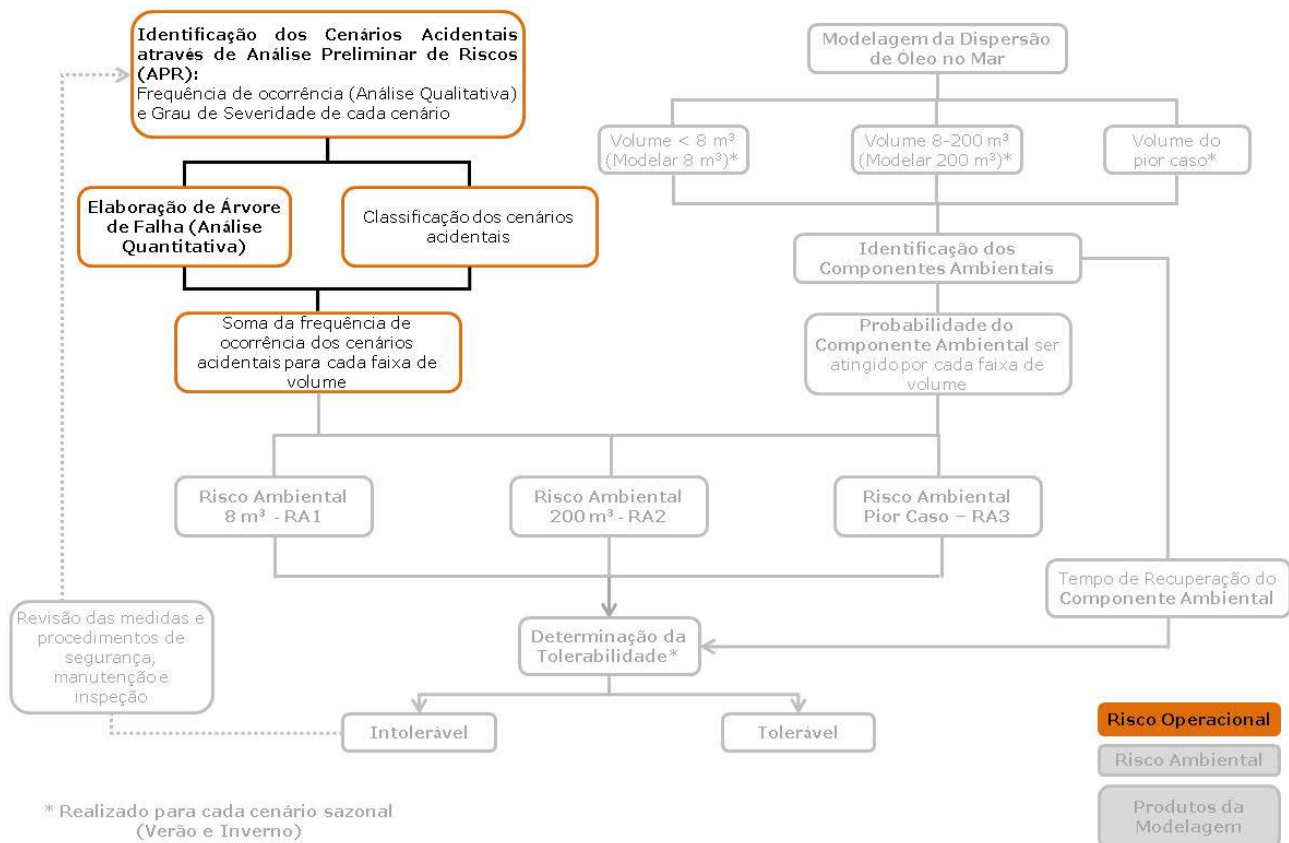


FIGURA II.10.3 – Etapas para o cálculo do Risco Operacional.

Os cenários e tipologias acidentais avaliados neste estudo foram formulados a partir da análise dos sistemas de perfuração, bem como dos sistemas auxiliares das Unidades de Perfuração a serem empregadas na atividade, Peregrino C, além das unidades de apoio envolvidas na operação, que pudessem gerar danos ao meio ambiente. Para esses sistemas e operações de apoio, foram identificados os perigos que pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos e/ou outros produtos químicos, ficando estas liberações contidas nas unidades ou não, segundo as seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

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

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

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

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

- **Pequeno Vazamento (Faixa 1):** volume vazado¹ ≤ 8 m³
- **Médio Vazamento (Faixa 2):** 8 m³ < volume vazado¹ ≤ 200 m³
- **Grande Vazamento (Faixa 3):** volume vazado¹ > 200 m³

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

Para a classificação quantitativa das frequências de ocorrência dos cenários acidentais foram analisados, através dos P&ID's (*Process and Instrument Diagrams*) das Unidades de Perfuração, os equipamentos envolvidos em cada um dos sistemas. Suas respectivas taxas de falhas foram obtidas de bancos de dados, tais como HSE² e Scandpower³, assim como a partir de uma análise histórica de acidentes. Os valores de frequência de ocorrência de alguns eventos acidentais foram calculados considerando a contribuição de todos os componentes do trecho em análise, para diferentes faixas de vazão de vazamento.

Para a análise dos sistemas, foi considerado que a falha em cada um dos equipamentos avaliados isoladamente resultaria na ocorrência de vazamento de óleo e/ou produtos químicos. Dessa forma, as frequências dos eventos iniciadores foram obtidas através da soma das taxas de falha de cada um dos equipamentos constituintes do sistema em análise. Estas frequências, obtidas para cada evento iniciador, foram consideradas como sendo a frequência de cada um dos cenários para efeitos de classificação das respectivas categorias, e consequente determinação, em conjunto com as severidades, do risco operacional associado aos cenários analisados nas planilhas de APR.

Por fim, árvores de eventos foram construídas, partindo-se dos eventos iniciadores e considerando-se o desdobramento do perigo referente a cada cenário da APR, em diferentes tipologias acidentais. Para o

¹ O volume vazado corresponde ao volume total liberado a partir todos os sistemas avaliados neste estudo envolvendo a plataforma Peregrino C, as linhas submarinas e as embarcações de apoio.

² HSE – Offshore Release Statistics, 2002.

³ Scandpower, 2006. Blowout and well releases frequencies.

presente estudo, as tipologias acidentais consideradas foram incêndio em poça, incêndio/explosão, *flash* e contaminação ambiental.

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

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

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

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

y - Faixa de volume.

f - Frequência de ocorrência de um cenário acidental.

η - Número de cenários acidentais de mesma faixa de volume.

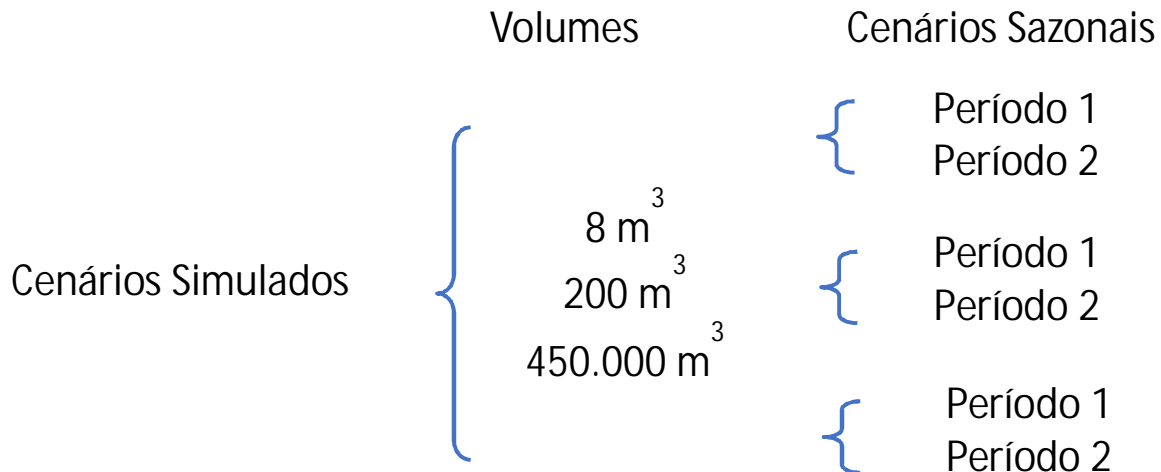
• PRODUTOS DA MODELAGEM DE ÓLEO

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

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

Os resultados da modelagem contemplam dois cenários sazonais, Período 1 (setembro a fevereiro) e Período 2 (março a inverno), e três faixas de volume. O relatório técnico de Modelagem de Transporte de Óleo é apresentado, na íntegra, em anexo à seção II.6 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais) do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Ressalta-se que o cenário de pior caso considerado de forma conservadora neste estudo foi o de descontrolado de poço (*blowout*). Cabe ressaltar que à semelhança do ocorrido durante a perfuração dos poços da Fase I do Campo de Peregrino, o potencial de *blowout* tende a diminuir gradativamente após o início da perfuração, podendo chegar à zero após a perfuração e alguns poços.

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



• **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 elaborado para essa atividade, principalmente aquelas constantes nos itens Análise de Vulnerabilidade e Diagnóstico Ambiental.

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

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

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

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

De acordo com o apresentado acima, foram selecionados como CVAs as comunidades biológicas presentes na região oceânica e regiões costeiras com probabilidade de toque de óleo.

Uma vez que os CVAs foram identificados, realizou-se o mapeamento dos mesmos em termos de área de abrangência, utilizando-se informações disponíveis na literatura, entidades e órgãos ambientais, como

também no próprio estudo ambiental desenvolvido. A bibliografia específica utilizada para o mapeamento de cada componente será fornecida nos resultados.

Os resultados desse mapeamento foram sobrepostos aos resultados das modelagens de deriva de óleo para o cálculo das probabilidades de toque de óleo nos componentes de valor ambiental, em cada um dos cenários identificados (**Figura II.10.4**).

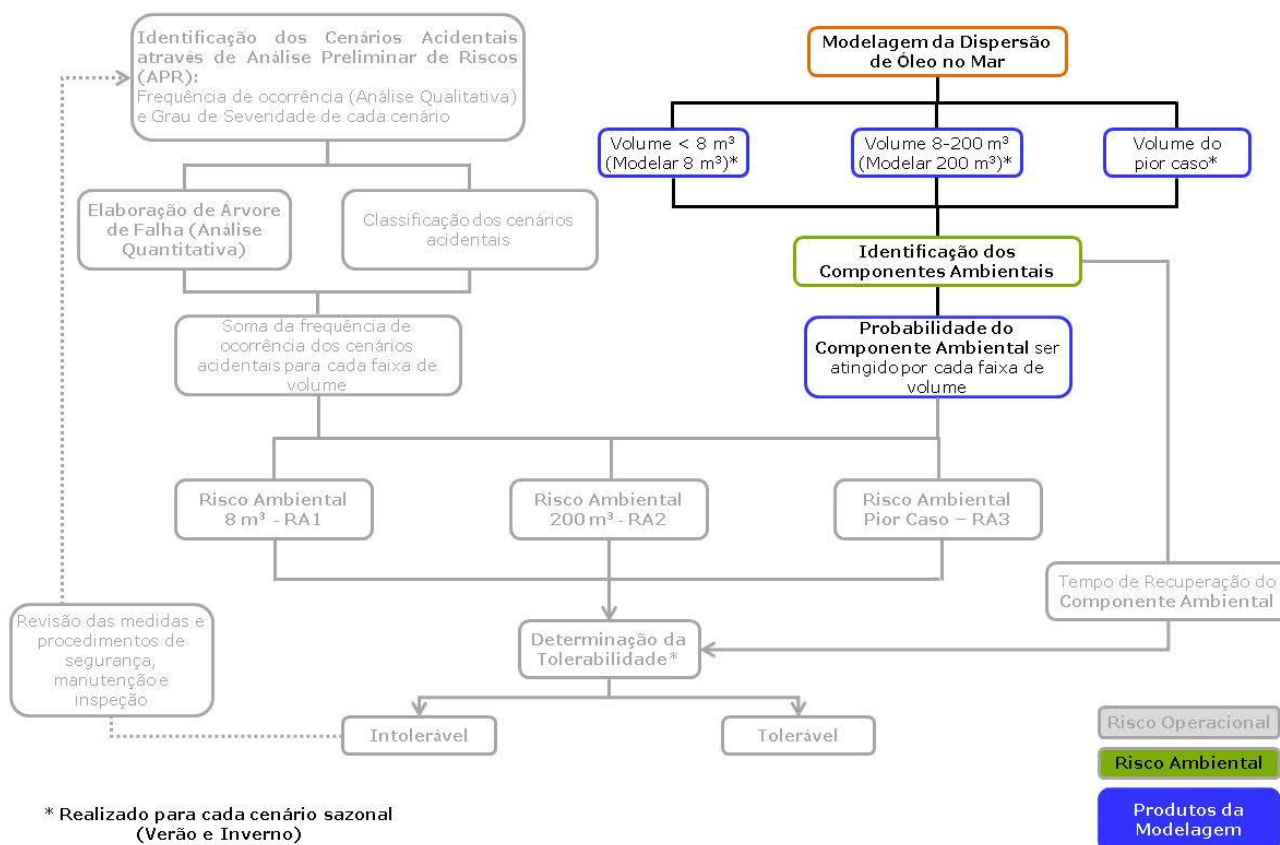


FIGURA II.10.4 – Etapas para o cálculo da probabilidade de um CVA ser atingido por óleo, em cada faixa de volume.

A probabilidade de presença de óleo foi calculada para cada CVA nas seis situações de derrame de óleo simuladas através da modelagem. Todos os Componentes identificados são de distribuição dispersa, que conforme orientado pelo oIBAMA, são aqueles para os quais não é possível se definir limites claros associados às suas áreas de concentração.

O cálculo da probabilidade de presença de óleo para cada CVA com distribuição dispersa constitui uma média ponderada da probabilidade pela área de interseção dos elementos de grade atingidos pelo óleo em cada CVA, por faixa de volume e por cenário sazonal, como se segue na Equação 2 e exemplificado na **Figura II.10.5**:

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

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

x – CVA;

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

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

A – Área do elemento de grade *n*.

Cada elemento de grade tem um valor de probabilidade de presença de óleo e uma área correspondente, como exemplificado na **Figura II.10.5**.

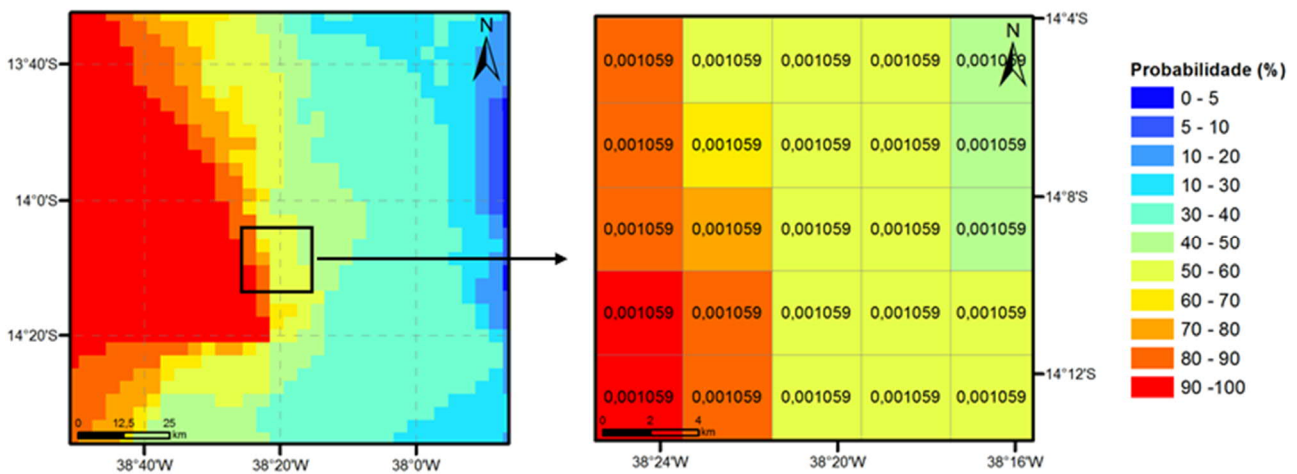


FIGURA II.10.5- Representação esquemática de um cenário probabilístico, detalhando a direita os valores de área em cada elemento de grade com suas respectivas cores representando a probabilidade.

• RISCO AMBIENTAL

Uma vez aferidas as frequências de ocorrência dos cenários acidentais e as probabilidades de cada CVA ser atingido por óleo, calcula-se o risco ambiental para cada componente, em cada faixa de volume e cenário sazonal (**Figura II.12.6**) pela fórmula abaixo:

$$RA_{(x)} = F_{total-y} \times Prob_{(x)} \tag{3}$$

RA - Risco Ambiental do 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 de o óleo atingir o CVA x.

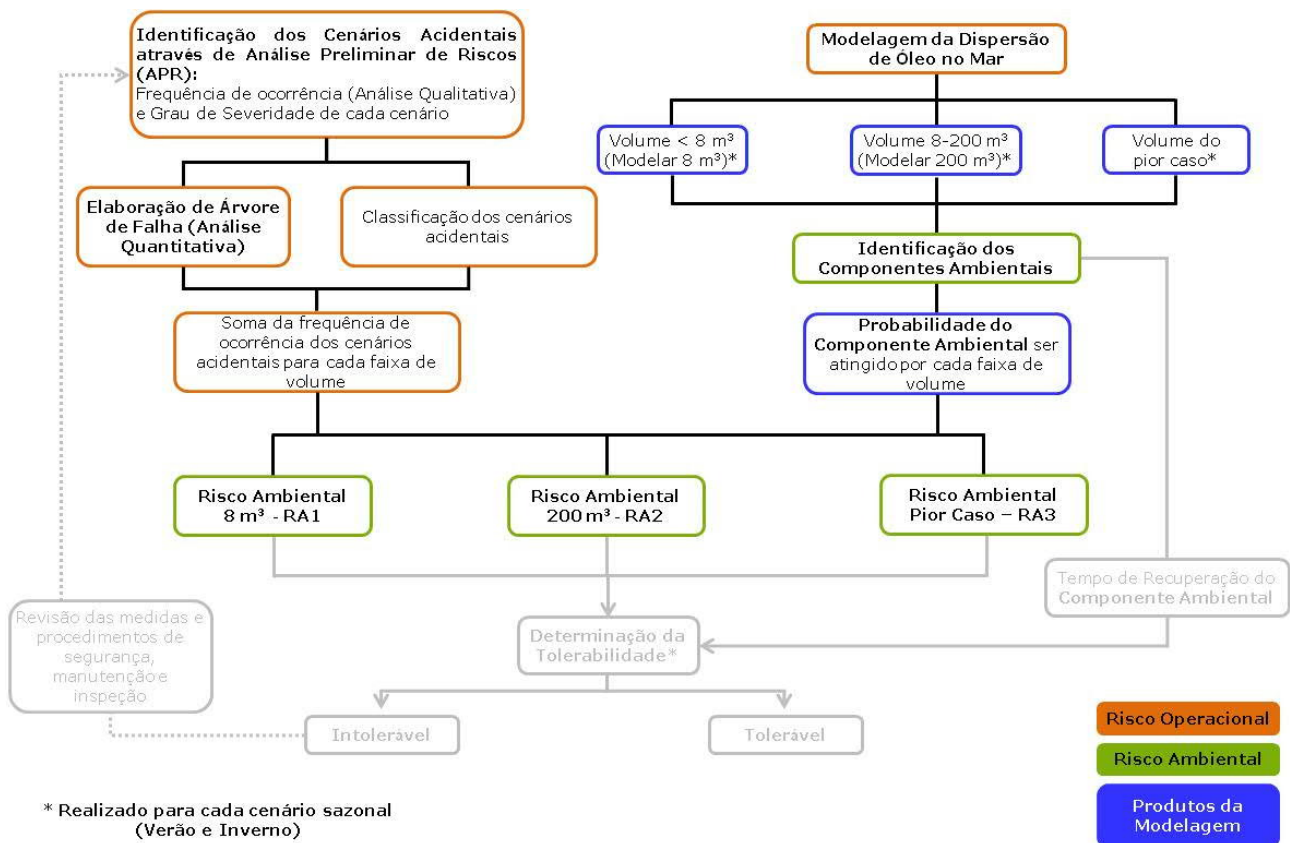


FIGURA II.10.6 – Fluxograma com as etapas para o cálculo do Risco Ambiental.

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

TABELA II.12.1 – Exemplo de resultado encontrado após o cálculo do Risco Ambiental (RA) para cada componente.

CVA/SVA	8 m ³	200 m ³	>200 m ³
X	RA _{x, 8}	RA _{x, 200}	RA _{x, >200}
Y	RA _{y, 8}	RA _{y, 200}	RA _{y, >200}
Z	RA _{z, 8}	RA _{z, 200}	RA _{z, >200}
n

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

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

• **TEMPO DE RECUPERAÇÃO**

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

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

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

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

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

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

• TEMPO DE RECORRÊNCIA

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

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

x – CVA 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 de o óleo atingir o CVA x.

RA - Risco Ambiental do CVA x.

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

- **TOLERABILIDADE**

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

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

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

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

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

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

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

A **Figura II.10.7** apresenta o fluxograma explicativo da metodologia adotada, sendo seguida pelos resultados para a ampliação do Sistema de Produção no Campo de Peregrino.

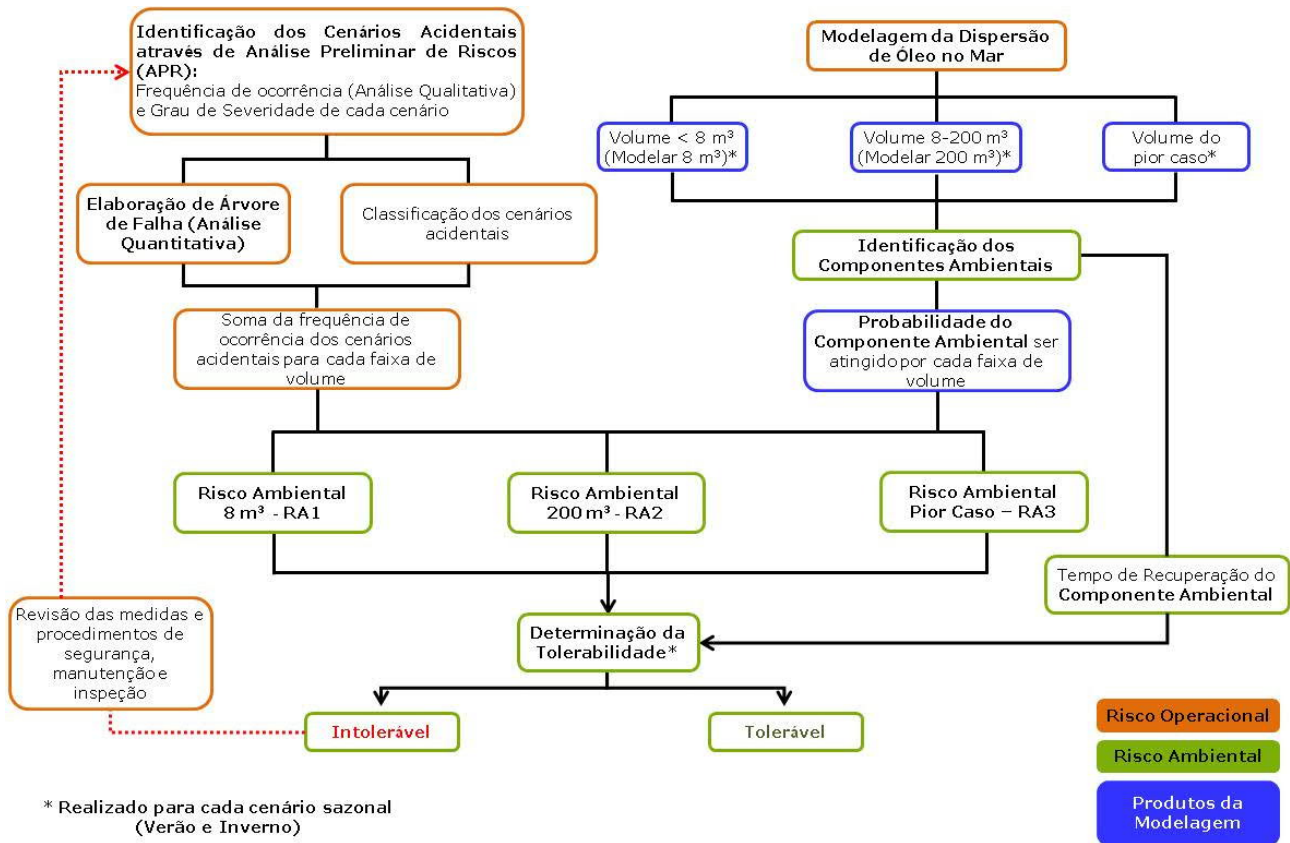


FIGURA II.10.7 – FLUXOGRAMA COM AS ETAPAS PARA O CÁLCULO DO RISCO AMBIENTAL E TOLERABILIDADE.

Ressalta-se que, de forma a atender as exigências do Termo de Referência (SEI/IBAMA – 2757916), ao final da Análise de Risco Ambiental da Fase II da atividade é feita uma comparação dos riscos ambientais calculados para a Fase II em relação aos riscos ambientais calculados para a Fase I do Campo de Peregrino, já em operação.

Embora o Termo de Referência solicitasse uma revisão dos riscos avaliados para a Fase I de modo a quantificá-los viabilizando, desta forma, o quanto a Fase II alteraria o risco ambiental já existente para a Fase I, ficou acordado em reunião estabelecida entre o Órgão Ambiental e a Equinor que a atualização da análise de risco da Fase I seria protocolada no âmbito do processo de licenciamento ambiental para a Fase I do Sistema de Produção do Campo de Peregrino (02022.001967/2006). Assim sendo, uma vez que o cenário de pior caso da Fase II, *blowout*, difere do cenário de pior caso da Fase I, afundamento do FPSO, uma nova modelagem foi conduzida para o afundamento do FPSO de modo a contemplar as devidas atualizações sofridas desde a época de protocolo do EIA original da atividade.

Vale mencionar que foi justamente a diferença no cenário de pior caso para as duas etapas da atividade que motivou a opção por atualizar os riscos envolvidos na Fase I no âmbito do processo de licenciamento original, visando obter resultados mais próximos da realidade operacional.

II.10.1. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A descrição da plataforma Peregrino C encontra-se apresentada na seção II.2 – *Caracterização da Atividade*, do presente EIA, bem como no Anexo I – *Descrição da Unidade Marítima* (DUM) da unidade, do Cadastro da Unidade Marítima de Perfuração (CADUMP), documento a ser protocolado nesta CGMAC.

Ressalta-se que nos documentos supramencionados são apresentados os principais sistemas e subsistemas da Plataforma Peregrino C, incluindo os seus equipamentos de segurança mais relevantes. Como exemplos podem ser citados os equipamentos de controle do poço (BOP), os sistemas de detecção de gases e os equipamentos de combate a incêndio.

Além da Plataforma Peregrino C, a Fase II do Sistema de Produção do Campo de Peregrino contará também com duas novas linhas de produção, uma linha de injeção de água e um gasoduto para importação de gás ligado ao *in line tee* do Rota 2, de modo que se possa utilizar o gás como fonte de geração de energia da plataforma e do FPSO. A descrição das linhas de produção/injeção e do gasoduto estão apresentadas na seção II.2 – *Caracterização da Atividade*, do presente EIA.

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

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

Existem procedimentos de segurança previstos pela indústria do petróleo durante a perfuração de um poço com o objetivo permanente de manter o controle da pressão do mesmo. Desta forma, esses procedimentos previnem eventuais desequilíbrios no sistema de fluidos, melhoram a resposta em caso de perdas de circulação e influxos de fluido (*kick*), e permitem retomar o controle do poço sem ocasionar prejuízos ao empreendimento e ao meio ambiente.

Os procedimentos preventivos a serem seguidos pela EQUINOR durante uma perfuração para manter o controle de poço são:

- Planejar adequadamente o *design* do poço com a finalidade de assegurar que as janelas dos gradientes de fratura e pressão serão suficientes para prevenir que não ocorram fraturas de nenhum tipo até a superfície no caso de um influxo indesejado;
- Verificar se todos os riscos foram avaliados, bem como uma análise de risco para uma tolerância de *kick*, conduzindo cálculos para cada fase de perfuração após a instalação do BOP, garantindo níveis de risco aceitáveis no caso de influxo ou quebra da sapata do revestimento;
- Treinar adequadamente os supervisores de perfuração de acordo com os procedimentos de controle de poço da Equinor e da empresa operadora da unidade de perfuração;
- Realizar testes de absorção (*leak off test*) e/ou integridade da formação após o fim das operações de perfuração da sapata de cada revestimento que tenha BOP instalado;
- Monitorar a pressão de fundo do através da ferramenta de LWD a fim de verificar o peso de fluido de perfuração durante a perfuração do reservatório;

- Usar BOP com pressão de trabalho apropriado para conter e controlar qualquer influxo indesejável, circulando para fora do poço e, depois, ajustando a densidade do fluido de perfuração para suportar a nova pressão de formação;
- Testar o BOP antes de sua instalação, quando da conexão com a cabeça de poço, após a cimentação de um novo revestimento e frequentemente a cada 21 dias, incluindo *manifolds* e válvulas de segurança;
- Monitorar permanentemente o nível do fluido de perfuração nos tanques através de sensores de fluxo durante a perfuração e do tanque de manobra (*trip tank*) durante as retiradas e descidas da coluna de perfuração, paradas de perfuração e conexões, observando se não há perda excessiva, nem influxo de fluido;
- Efetuar periodicamente o treinamento de detecção e controle de “kick” com o objetivo de assegurar que as equipes envolvidas na perfuração estejam capacitadas para o controle do poço e testar seus poderes de reação em situações inesperadas;
- Trabalhar com um volume adequado de fluido de perfuração, mantendo permanentemente uma reserva de segurança;
- Em caso de detecção de influxo indesejável no poço (*kick*), o procedimento imediato é parar a perfuração e fechar o BOP. Este equipamento isola o poço, prevenindo um influxo maior. As leituras das pressões na coluna (bengala) e no anular (revestimento) são utilizadas para se planejar e dar início à circulação do poço para retirada do fluido invasor (água, óleo ou gás) pelo método do Sondador, do Engenheiro ou volumétrico. Qualquer que seja o método adotado para circular o *kick*, após a expulsão controlada do fluido invasor do poço, o procedimento é aumentar a densidade do fluido de perfuração para que a coluna hidrostática + *surfacebackpressure* possam exercer uma pressão hidrostática maior do que a da formação;
- Em casos de erupção de hidrocarbonetos, será perfurado um poço de alívio a fim de aliviar a pressão do reservatório.

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

- Efetuação de testes de pasta no laboratório;
- Verificação dos equipamentos de superfície;
- Verificação dos cálculos de deslocamento e de pasta de cimentação;
- Uso de simuladores de hidráulica, a fim de determinar vazões e pressões esperadas;
- Uso de simuladores centralização;
- Instalação de centralizadores nos revestimentos;
- QA/QC na batelada de cimento a ser usada nas operações;
- QA/QC nos equipamentos do poço (*sapata / floatcollar*);
- Limpeza, circulação e resfriamento do poço, se necessário, antes do início da cimentação;
- Uso de aditivos prevenindo, por exemplo, perdas de circulação, pega primária e outros problemas;
- Reunião operacional antes da execução do trabalho;

- Monitoramento de parâmetros durante a operação (vazão, densidade).

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

- Efetuar corrida de perfis com ferramentas de *wireline*, a fim de avaliar a qualidade da cimentação;
- Efetuar cimentação corretiva “*squeeze*” nas zonas a serem isoladas;
- Descer e instalar revestimentos / *liners* de contingência;
- Instalação de plugues para o abandono definitivo do poço de acordo com os requerimentos da Resolução ANP n°46;
- Reforço da sapata bombeando produtos químicos caso FIT/LOT apresente valores abaixo do esperado na sapata.

II.10.2. ANÁLISE HISTÓRICA DE ACIDENTES AMBIENTAIS

II.10.2.1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, não estão disponíveis 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 o tipo de unidade prevista, plataforma fixa, e o sistema submarino da Fase II do Sistema de Produção de Óleo e Gás no Campo de Peregrino. Dentre as consultas realizadas, as seguintes fontes foram consideradas as mais apropriadas para esta finalidade:

1. **Para eventos acidentais com plataformas fixas:** *Accident Statistics for Fixed Offshore Units on the UK Continental Shelf (1990 – 2007)*, Health and Safety Executive (HSE), Reino Unido, 2007.
2. **Para eventos de perda de contenção em linhas flexíveis:** *Offshore Hydrocarbon Releases Statistics – HSE 2018*, *The Update of Loss Containment Data for Offshore Pipelines - PARLOC 2001 e Riser & Pipeline Release Frequencies - OGP 2010*.
3. **Para taxas de falha de equipamentos em geral:** *Offshore Hydrocarbon Releases Statistics – HSE 2018*.

Além disso, a presente Análise Histórica de Acidentes Ambientais apresenta ainda dados relativos a acidentes ocorridos na costa brasileira em atividades de petrolíferas. Tais dados foram extraídos do “Relatório de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural” publicado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em 2016.

Adicionalmente, conforme requerido pelo IBAMA, esta análise apresenta também o registro de incidentes já ocorridos no Campo de Peregrino bem como um item referente à magnitude dos danos ambientais em relação a eventuais efeitos tóxicos, espécies afetadas e a sua importância para o ecossistema em análise.

II.10.2.2. EVENTOS ACIDENTAIS COM PLATAFORMAS FIXAS

A análise histórica de acidentes ambientais envolvendo plataformas fixas do tipo cabeça de poço (WHP), foi realizada com base no relatório *Accident Statistics for Fixed Offshore Units on the UK Continental Shelf (1990 – 2007)*, elaborado pela *Det Norske Veritas (DNV)* publicado pelo *Health and Safety Executive (HSE)* em 2009. O relatório mencionado se baseou 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.

No relatório os acidentes são analisados identificando as ocorrências a eles relacionadas, de acordo com as seguintes definições:

- **Falha de ancoragem**⁴: 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;
- **Acidente de reboque**: Falha ou ruptura do cabo de reboque;
- **Problemas no poço**: Problema acidental, tal como perda da carga hidrostática ou outros no interior do poço;
- **Derramamento/vazamento**: Liberação de óleo ou gás para o entorno, a partir do próprio equipamento da unidade/embarcações ou tanques, causando potencial poluição e/ou risco de explosão e/ou incêndio;
- **Blowout**: Fluxo descontrolado de óleo, gás ou outros fluidos do reservatório, ou seja, perda da carga hidrostática ou do BOP ou da válvula de emergência do fundo do poço;

⁴ Não aplicável a plataformas fixas do tipo cabeça de poço.

- **Outros:** Outros eventos não os especificados acima.

Apresenta-se a seguir na **Tabela II.10.2.1** o número e frequência de acidentes com plataformas fixas.

TABELA II.10.2.1 - Número e Frequência de acidentes (UKCS, 1980-2005) de todas as plataformas fixas.

TIPO DE INSTALAÇÃO	1990 - 1999		2000 - 2007		1990 - 2007	
	N	F	N	F	N	F
Perfuração	27	0,148	19	0,132	46	0,141
Produção	3.333	3,762	2.538	3,091	5.871	3,439
Wellhead	208	0,357	169	0,242	377	0,295
Compressão	49	0,490	18	0,188	67	0,342
Bombeamento	-	-	-	-	-	-
Injeção	6	0,075	3	0,038	9	0,056
Acomodação	8	0,092	3	0,034	11	0,063
Total	3.631	1,875	2.750	1,416	6.381	1,645

Fonte: HSE, 2007.

Com base nas definições de acidentes listadas anteriormente, a **Tabela II.10.2.2** apresenta o número e a frequência de ocorrências relacionadas aos acidentes em plataformas do tipo cabeça do poço (WHP), por período.

TABELA II.10.2.2 – Número e frequência de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes em plataformas fixas do tipo WHP em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Tipo de evento	Período					
	1990 - 1999		2000 - 2007		1990 - 2007	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	-	-	-	-	-	-
<i>Blowout</i>	-	-	-	-	-	-
Emborcamento	-	-	-	-	-	-
Colisão externa	3	5,2x10 ⁻³	4	5,7x10 ⁻³	7	5,4x10 ⁻³
Contato	10	0,017	5	7,1x10 ⁻³	15	0,017
Acidente com guindaste	28	0,048	20	0,031	48	0,038
Explosão	-	-	-	-	-	-
Queda de carga	35	0,060	28	0,040	63	0,049
Incêndio	17	0,029	13	0,019	30	0,023
Afundamento	-	-	-	-	-	-
Encalhe	-	-	-	-	-	-
Acidente de helicóptero	-	-	-	-	-	-
Inundação	-	-	-	-	-	-

Tipo de evento	Período					
	1990 - 1999		2000 - 2007		1990 - 2007	
	N	F	N	F	N	F
Adernamento	-	-	-	-	-	-
Falha de máquinas	-	-	-	-	-	-
Perda de posição	-	-	-	-	-	-
Derramamento	141	0,242	103	0,147	244	0,191
Dano estrutural	-	-	-	-	-	-
Acidente de reboque	-	-	-	-	-	-
Problema no poço	4	6,9x10 ⁻³	18	0,026	22	0,017
Outros	4	6,9x10 ⁻³	3	4,3x10 ⁻³	7	5,5x10 ⁻³

Fonte: HSE, 2009.

Com base no quantitativo de acidentes apresentados na **Tabela II.10.2.2** são ilustrados nas **Figuras II.10.2.1** a **II.10.2.3**, a contribuição de cada um dos tipos de eventos acidentais nos períodos 1990 – 1999, 2000 – 2007 e 1990 – 2007, respectivamente:

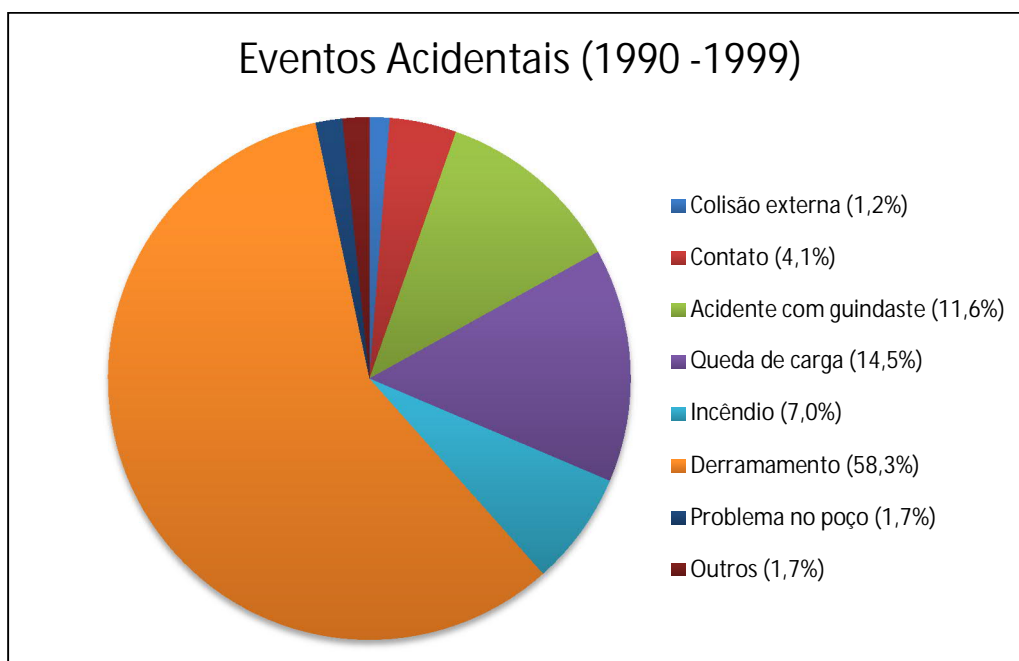


FIGURA II.10.2.1 – Tipos de Eventos Acidentais (1990 – 1999).

Com relação aos dados apresentados na **Tabela II.10.2.2** e na **Figura II.10.2.1**, nota-se que o tipo de evento acidental com o maior número de ocorrências no período compreendido entre 1990 e 1999 em plataformas fixas do tipo WHP é o derramamento (58,3%), seguido de queda de carga (14,5%) e acidente com guindaste (11,6%). Vale mencionar que para o período considerado não houve registros para eventos acidentais do tipo falha de ancoragem, *blowout*, emborcamento, explosão, afundamento, encalhe, acidente com helicóptero, inundação, adernamento, falha de máquinas, perda de posição, dano estrutural e acidente de reboque.

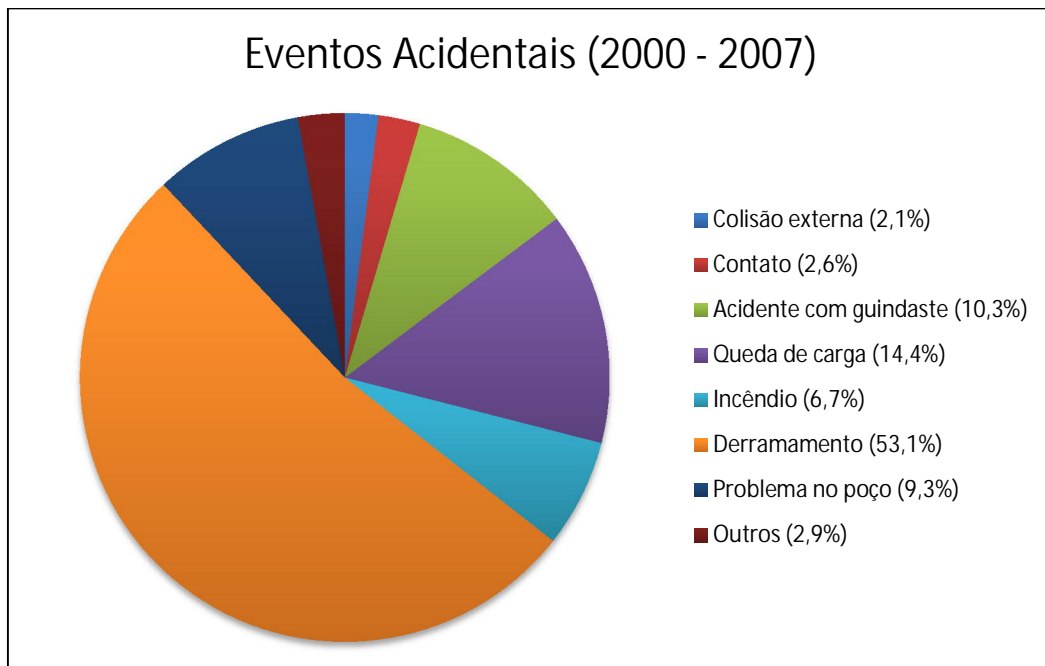


FIGURA II.10.2.2 – Tipos de Eventos Acidentais (2000 – 2007).

Para o período compreendido entre 2000 e 2007, **Figura II.10.2.2**, o tipo de evento acidental com o maior número de ocorrências para unidade fixas do tipo WHP é o derramamento (53,1%), seguido de queda de carga (14,4%) e acidente com guindaste (10,3%). Vale mencionar que para o período considerado não houve registros para eventos acidentais do tipo falha de ancoragem, *blowout*, emborcamento, explosão, afundamento, encalhe, acidente com helicóptero, inundação, adernamento, falha de máquinas, perda de posição, dano estrutural e acidente de reboque.

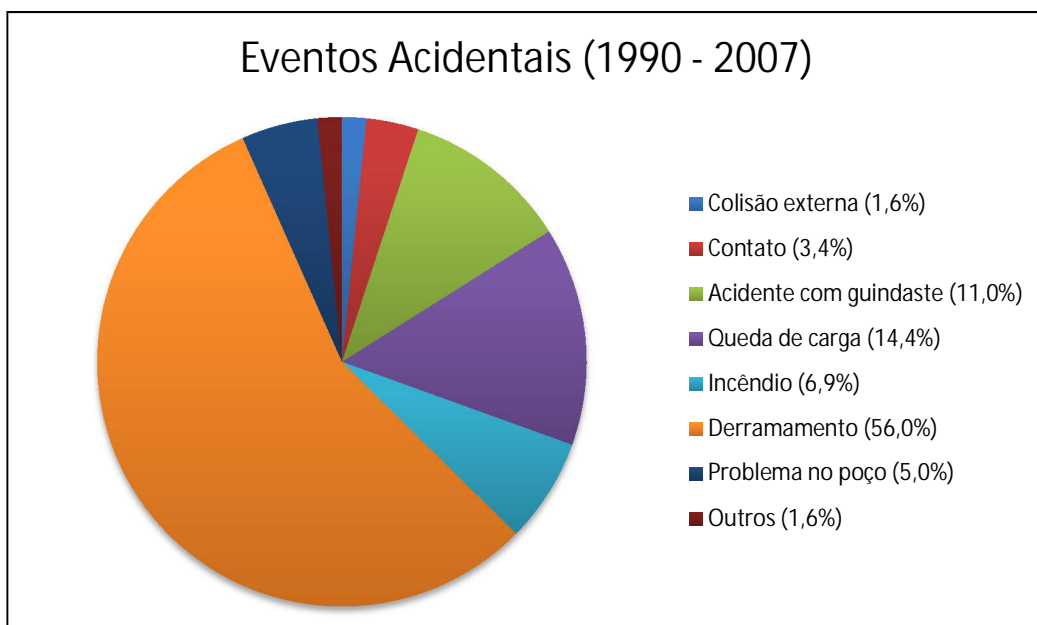


FIGURA II.10.2.3 – Tipos de Eventos Acidentais (1990 – 2007).

Para a compilação dos tipos de eventos acidentais ocorridos nos dois períodos anteriores, ou seja, de 1980 a 2005 (**Figura II.10.2.3**) o tipo de evento acidental com o maior número de ocorrências foi o derramamento (56,0%), seguido de carga (14,4%) e acidente com guindaste (11,0%). Para este período consolidado não houve registros para eventos acidentais do tipo falha de ancoragem, *blowout*, emborcamento, explosão, afundamento, encalhe, acidente com helicóptero, inundação, adernamento, falha de máquinas, perda de posição, dano estrutural e acidente de reboque.

II.10.2.3. EVENTOS DE PERDA DE CONTENÇÃO EM LINHAS FLEXÍVEIS

➤ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE)

As taxas de falha relativas a linhas flexíveis disponíveis no banco de dados HSE encontram-se apresentadas no item **II.10.2.4 – Taxas de Falha de Equipamentos em Geral**, juntamente com as taxas de falha de outros equipamentos.

➤ PARLOC 2001

O relatório PARLOC (*The Update of Loss Containment Data for Offshore Pipelines*) (2001) descreve e compila dados e estudos coletados por agências reguladoras, operadores do Reino Unido (UK), Holanda, Noruega e Dinamarca.

O estudo foi preparado pela empresa *Mott Macdonald Ltd* e foi solicitada por uma ação conjunta formada por algumas instituições como a UKOOA (*United Kingdom Offshore Operators Association*), o IP (*Institute of Petroleum*) e o HSE (*UK Health and Safety Executive*) sobre dutos *offshore*, incluindo linhas flexíveis (*flowlines e risers*) em operação no Mar do Norte.

A base de dados apresentada no relatório utiliza dados de versões passadas (PARLOC 90, 92, 94, 96) e os atualiza com informações coletadas até o final dos anos 2000.

O relatório inclui uma base de dados sobre linhas flexíveis instaladas no mar do Norte e uma base de dados sobre os incidentes com linhas flexíveis reportados. Para este relatório, um incidente é definido como uma ocorrência que resulta em uma ameaça de vazamento do conteúdo da linha flexível. O número total de incidentes está resumido na **Figura II.10.2.4**.

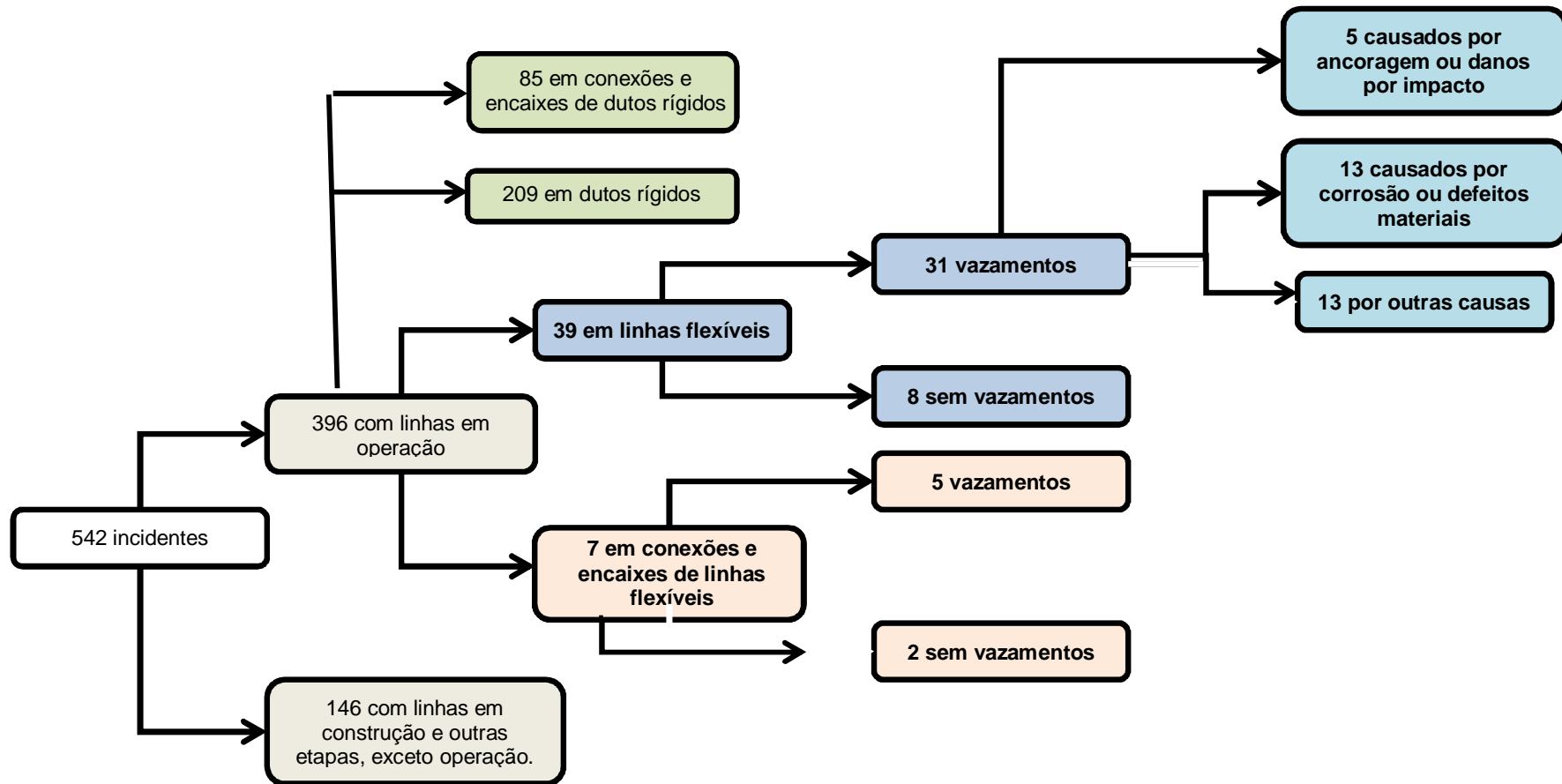


Figura II.10.2.4 - Sumário de conteúdo da base de dados PARLOC-2001.

Fonte: Parloc, 2001.

Durante o final de 2000, quando o levantamento de dados do relatório foi finalizado, o número de linhas flexíveis instaladas no Mar do Norte era de 498, totalizando 1.989 km de extensão.

De acordo com o relatório PARLOC (2001), foram constatados 542 incidentes, sendo 396 referentes a dutos (rígidos e flexíveis) em operação e 146 durante construção, parada, antes ou durante o comissionamento ou realização de hidrotestes. Dos 396 incidentes relativos a dutos em operação, 39 ocorrem em linhas flexíveis, sendo 31 com vazamento e oito sem vazamento. É importante ressaltar que na presente análise histórica de acidentes ambientais serão apresentados os 31 incidentes ocorridos diretamente nas linhas flexíveis e sete incidentes ocorridos em conexões e encaixes de linhas flexíveis. Esta abordagem é feita com o objetivo de analisar as falhas ocorridas em linhas de escoamento de hidrocarbonetos como um todo, sem discriminar o componente responsável pelo vazamento.

O resumo dos 38 acidentes ocorridos com linhas flexíveis e com registro de vazamentos está apresentado na **Tabela II.10.2.3**, considerando as causas iniciadoras dos incidentes e a zona de ocorrência. Este quadro mostra que, aproximadamente, 32% dos incidentes foram causados por falhas nos materiais componentes da linha. De acordo com PARLOC (2001), quase a metade destas falhas foram causadas por fragilização do material devido a condições inapropriadas de uso segundo as especificações das linhas. O segundo tipo mais representativo de causa iniciadora de incidentes em linhas flexíveis corresponde a causas não identificadas classificadas como “outras” (21%), sendo estas seguidas por falhas nas válvulas e encaixes (18%).

De modo a proporcionar uma melhor visualização de cada tipo de causa dos incidentes registrados em linhas flexíveis envolvendo vazamentos, apresenta-se a seguir na **Figura II.10.2.5** a distribuição percentual das causas iniciadoras consideradas no PARLOC (2001).

TABELA II.10.2.3 - Distribuição dos incidentes em linhas flexíveis por causa iniciadora.

Causas	Zona de Ocorrência					
	Plataforma / Unidade Marítima	Riser	Zona de Segurança	Mid Line	Poço	Desconhecida
Ancoragem	0	0	0	0	1	0
Impacto	0	0	0	1	3	0
Corrosão	1	0	0	0	0	0
Estrutural	0	0	0	1	1	0
Material	0	2	3	4	3	0
Naturais	0	0	0	0	0	0
Fogo/ Explosão	0	0	0	0	0	0
Construção	0	0	0	0	2	0
Manutenção	0	0	0	1	0	0
Outras	0	3	0	2	0	3
Acessórios (Válvulas e Conexões)	2	2	2	0	1	0
Total	3	7	5	9	11	3

Fonte: PARLOC, 2001.

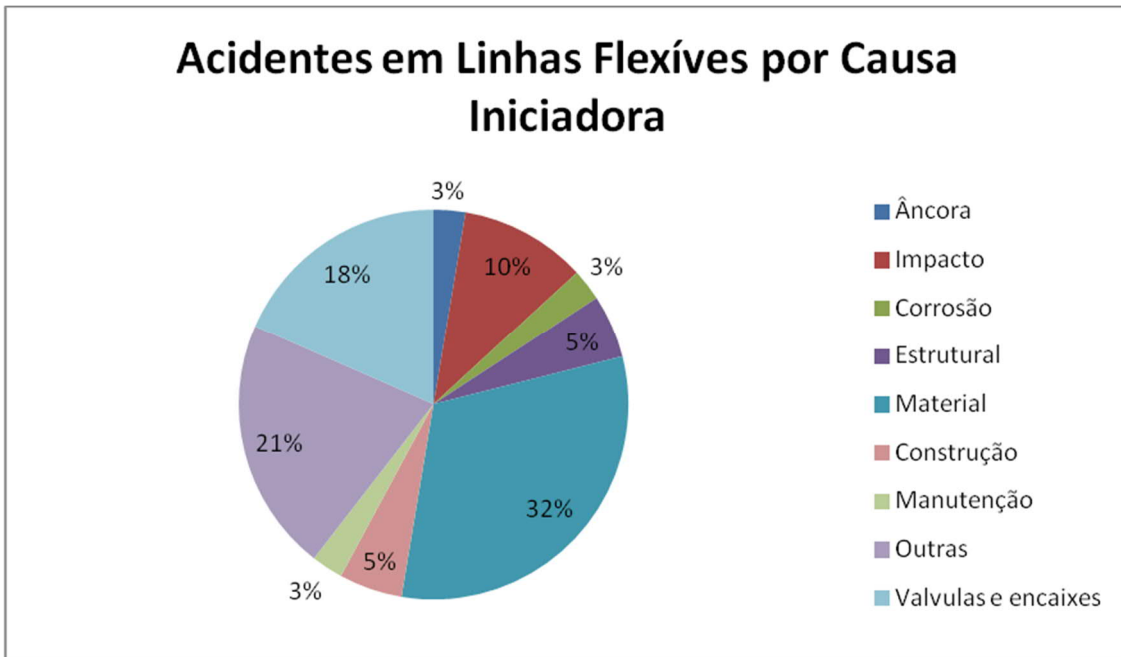


FIGURA II.10.2.5 - Incidentes em linhas flexíveis por causa iniciadora.

Fonte: PARLOC, 2001.

A **Figura II.10.2.6** apresenta a distribuição percentual de diâmetro de furos nos 31 incidentes que resultaram em perda de contenção de linhas flexíveis em operação. Cinco incidentes (16%) resultaram em dano com diâmetro maior que 80 mm, quatro (13%) resultaram em dano com diâmetro entre 20 e 80 mm e maior parcela de incidentes, 19 (61%), ocasionou dano menor que 20 mm. Três incidentes não possuem dados relacionados ao diâmetro de furo.

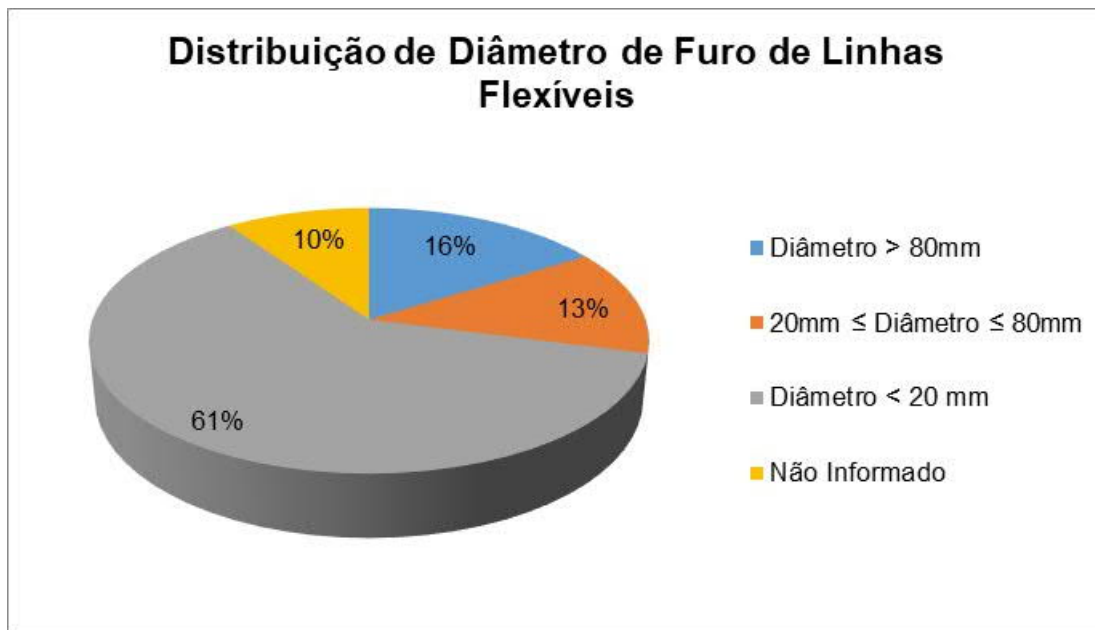


FIGURA II.10.2.6 - Distribuição de diâmetros de furos em incidentes que resultaram em perda de contenção de linhas flexíveis em operação.

Fonte: PARLOC, 2001.

O relatório PARLOC (2001) identifica ainda ao longo do estudo que existem cinco (05) fatores principais na avaliação de frequência de acidentes envolvendo dutos submarinos, tanto rígidos quanto flexíveis, são eles:

1. Causa do incidente;
2. Local do duto submarino afetado (*Riser*, Zona de segurança, ou *Mid Line*);
3. Diâmetro do duto;
4. Comprimento do duto;
5. Produto transportado.

Na **Tabela II.10.2.4** são apresentados os dados referentes a incidentes ocorridos nos *risers* flexíveis, conforme apresentados no PARLOC, considerando o número de incidentes e a frequência de ocorrência por ano.

TABELA II.10.2.4 – Incidentes com vazamentos em risers flexíveis.

<i>Riser Flexível</i>	Número de Incidentes				Frequência por Ano		
Diâmetro (polegadas)	Reportados	Limite Inferior	Melhor Limite	Limite Superior	Limite Inferior	Melhor Limite	Limite Superior
Todos os diâmetros	7	3,29	7	13,15	3,13E-03	6,65E-03	1,25E-02

Fonte: PARLOC, 2001.

No **Tabela II.10.2.5** são apresentados os dados referentes a acidentes ocorridos em dutos flexíveis submarinos com comprimento menor do que 2 km e acidentes com dutos com comprimento entre 2 e 5 km, conforme apresentados no PARLOC, considerando o número de incidentes e a frequência de ocorrência por ano.

TABELA II.10.2.5 - Incidentes com vazamento em dutos flexíveis por faixa de comprimento dos dutos.

Dutos Flexíveis	NÚMERO DE INCIDENTES				FREQUÊNCIA POR ANO		
Comprimento	Reportados	Limite Inferior	Melhor Limite	Limite Superior	Limite Inferior	Melhor Limite	Limite Superior
Menor que 2 km	5	1,97	5	10,51	2,15E-03	5,46E-03	1,15E-02
Entre 2 e 5 km	4	1,37	4	9,15	8,94E-04	2,61E-03	5,97E-03

Fonte: PARLOC, 2001.

De acordo com os dados apresentados na **Tabela II.10.2.5**, nota-se que para dutos de comprimento entre 2 e 5 km, a frequência anual de incidentes com vazamento é inferior à frequência anual para dutos de comprimento inferior a 2 km.

➤ OGP 2010

O relatório *Risk Assessment Data Directory – Riser and Pipeline Releases Frequencies*, elaborado pela *International Association of Oil & Gas Producers* (OGP, 2010), apresenta frequências de lançamentos de risers e dutos, aplicados em oleodutos e transporte de outros líquidos nas atividades *onshore* e *offshore*. No entanto, as frequências de risers e dutos *offshore* apresentadas são derivadas da reanálise da Det Norske Veritas (DNV, 2006) dos dados apresentados no relatório *The Update of Loss Containment Data for Offshore Pipelines* (PARLOC, 2001).

As frequências recomendadas e os dados associados são apresentados na **Tabela II.10.2.6** A frequência de vazamento (F) é dada pela frequência de falha (F_{km}) do duto associada ao seu comprimento total (L). Portanto, são apresentadas por km-ano, devido à dependência da extensão da tubulação.

Entretanto, as frequências de vazamento resultam de diversas causas e podem ser obtidas diferentemente da simples utilização das frequências de falha.

O relatório da OGP discute os fatores modificadores dos valores de frequências e indica dois grupos de causas que proporcionam as falhas nas tubulações *offshore*. Um grupo está relacionado ao carregamento dos dutos, que resultam em incidentes isolados, tais como eventos de naufrágio, movimentação do leito marítimo ou arraste de cargas. Enquanto que o segundo grupo está relacionado aos efeitos de desgaste gradual em um determinado período de tempo, como corrosão, fadiga ou flambagem dos dutos.

TABELA II.10.2.6 - Frequências de falha recomendadas para risers e dutos.

Tubulação	Categoria	Frequência de Falha (frequência/km-ano)
Dutos submersos: em águas abertas	Dutos contendo fluido não processado	$5,0 \times 10^{-4}$
	Óleo ou gás processado, duto com diâmetro $\leq 24"$	$5,1 \times 10^{-5}$
	Óleo ou gás processado, duto com diâmetro $> 24"$	$1,4 \times 10^{-5}$
Dutos submersos: cargas externas que causam danos na zona de segurança	Diâmetro $\leq 16"$	$7,9 \times 10^{-4}$
	Diâmetro $> 16"$	$1,9 \times 10^{-4}$
Dutos submersos flexíveis	Todos	$2,3 \times 10^{-3}$
Risers	Aço – Diâmetro $\leq 16"$	$9,1 \times 10^{-4}$
	Aço – Diâmetro $\leq 16"$	$1,2 \times 10^{-4}$
	Flexível	$6,0 \times 10^{-3}$

Fonte: OGP, 2010.

A **Tabela II.10.2.7** apresenta a distribuição de diâmetro de furos em dutos submersos e risers, em incidentes com vazamento em atividades *offshore*, enquanto as **Figuras II.10.2.7e II.10.2.8** apresentam as distribuições percentuais de diâmetro de furos em dutos submersos e risers, respectivamente. Há mais registros de incidentes para tubulações (risers e dutos submersos) com menores diâmetros de furo.

TABELA II.10.2.7 – Distribuição de diâmetros de furos em tubulações offshore.

Diâmetro de Furo	Número de Ocorrências	
	Duto submerso	Riser
Pequeno (< 20 mm)	37	9
Médio (20-80 mm)	8	2
Grande (> 80 mm)	1	4
Ruptura total	4	-
Total	50	15

Fonte: OGP, 2010.

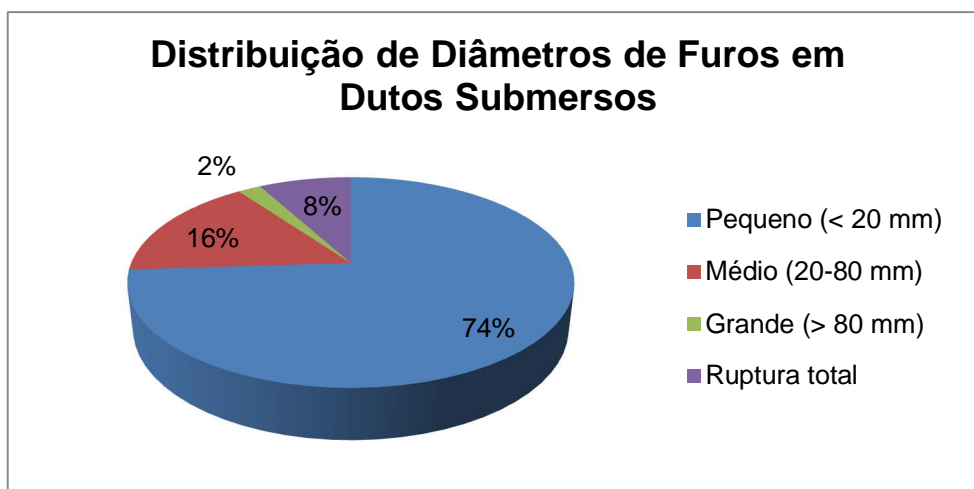


FIGURA II.10.2.7 – Distribuição de diâmetros de furos em dutos submersos.

Fonte: OGP, 2010.

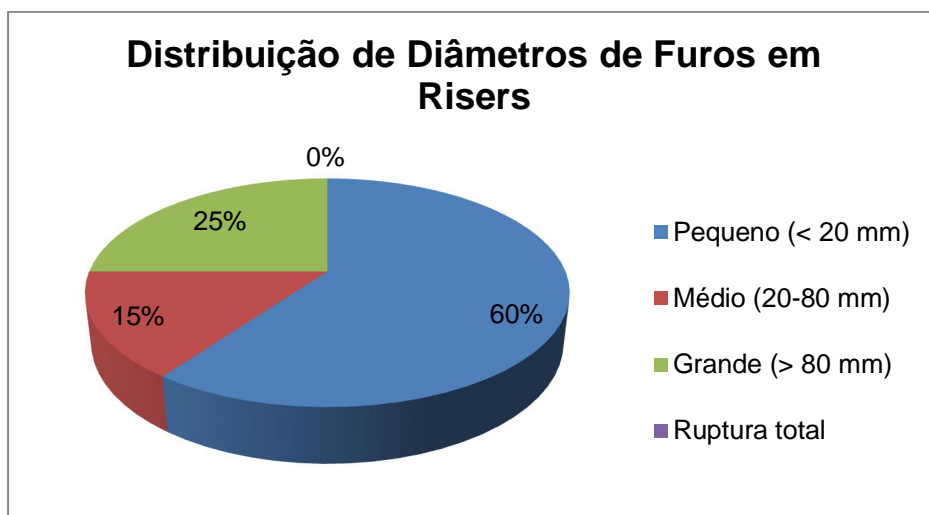


FIGURA II.10.2.8 - Distribuição de diâmetros de furos em risers.

Fonte: OGP, 2010.

A Tabela II.10.2.8 informa o número de ocorrências de vazamento e tempo de exposição de acordo com as características da tubulação e dos fluidos. O maior número de ocorrências registradas está relacionado aos dutos contendo fluidos não processados com diâmetro de furo inferior a 16”, seguido de dutos submersos flexíveis e, seguido por ocorrências em *risers* de aço e impactos mecânicos na zona de segurança em tubulações de menor porte.

TABELA II.10.2.8 - Incidentes e tempo de exposição de tubulações offshore.

Descrição da tubulação	Número de Ocorrências	Tempo de exposição
Fluido não processado, duto com diâmetro ≤ 16”	30	60.033 km-ano 10.576 dutos-ano
Fluido não processado, duto com diâmetro > 16”	3	36.925 km-ano (dutos-ano: não disponível)
Óleo ou gás processado, duto com diâmetro ≤ 24”	3	59.300 km-ano 4.320 dutos-ano
Óleo ou gás processado, duto com diâmetro > 24”	2	147.608 km-ano 2.949 dutos-ano
Cargas externas causando danos na zona de segurança- Diâmetro ≤ 16”	7	8.836 anos
Cargas externas causando danos na zona de segurança Diâmetro > 16”	1	3.734 anos
Dutos Submersos flexíveis	11	3.447 km-ano 3.898 dutos-ano
<i>Riser</i> de aço – Diâmetro ≤ 16”	10	10.979 <i>riser</i> -ano
<i>Riser</i> de aço – Diâmetro ≤ 16”	1	5.937 <i>riser</i> -ano
<i>Riser</i> Flexível	5	5 <i>riser</i> -ano

Fonte: OGP, 2010.

As causas mais frequentes de falhas, descritas na **Figura II.10.2.9** são os impactos com cargas externas e corrosão, que configuram os mecanismos de falha mais críticos para o empreendimento em estudo.

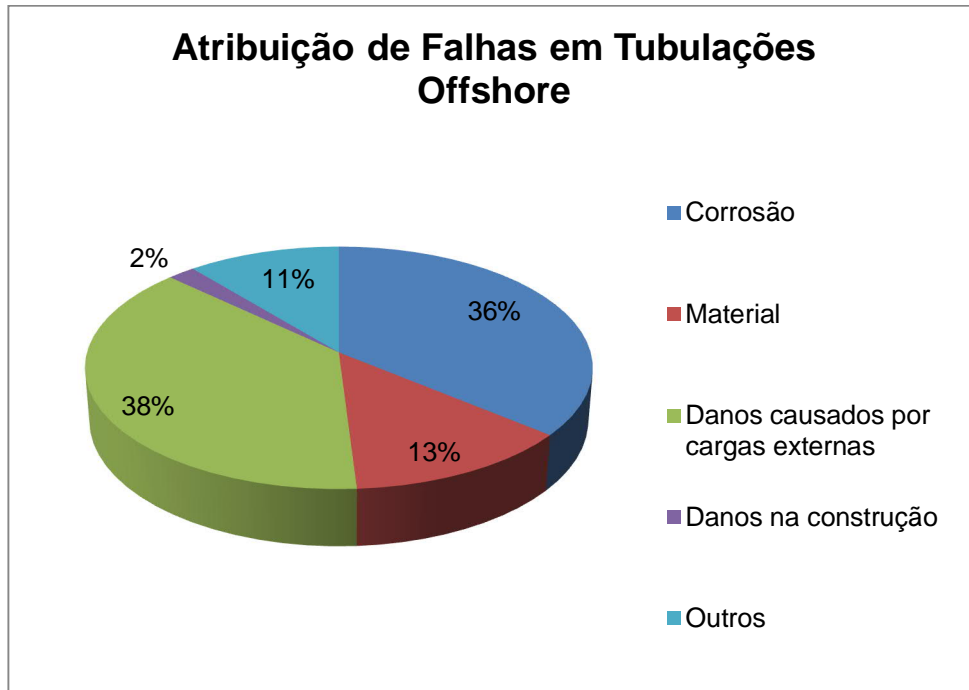


FIGURA II.10.2.9 - Atribuição de falhas em tubulações offshore.

Fonte: OGP, 2010.

II.10.2.4. TAXAS DE FALHA DE EQUIPAMENTOS EM GERAL

➤ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE)

O HSE mantém uma base de dados, de 1992 até 2018, de acidentes ambientais com vazamento de hidrocarbonetos nos domínios continentais do Reino Unido.

A plataforma *Hydrocarbon Release System*, mantida pelo HSE, fornece valores de taxas de falha associadas aos risers flexíveis de diferentes diâmetros, calculados a partir do número de acidentes e do número de equipamentos instalados. Adicionalmente, apresenta a distribuição de taxa de falha de acordo com a categoria de severidade ou o diâmetro de furo do equipamento.

Sobre as taxas de falha utilizadas, é importante mencionar que foi priorizado o uso do banco de dados HSE com consulta *on line*, sempre que possível, em função de esta referência disponibilizar dados atualizados continuamente, incluindo informações de acidentes até 2015. Com relação ao HSE *on line*, é importante esclarecer que esta base de dados apresenta, para a taxa de falha de cada componente, distribuições por severidade do dano ou por diâmetro do furo, sendo estas distribuições distintas. Para fins do presente EIA, foi adotada a distribuição por severidade, considerando uma analogia para pequenos ($V \leq 8 \text{ m}^3$), médios ($8 < V \leq 200 \text{ m}^3$) e grandes vazamentos ($V > 200 \text{ m}^3$), conforme critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 398/08. Para fins de conhecimento seguem a seguir na **Tabela II.10.2.9** os critérios considerados no HSE para definição da magnitude da severidade:

TABELA II.10.2.9 - Critérios para definição da magnitude da severidade.

Magnitude da Severidade	Massa (kg)	Taxa de Vazamento (kg/s)	Tempo do Vazamento (min)
Pequena	< 60	< 0,2	< 5
Média	≥ 60 e ≤ 9.000	≥ 0,2 e ≤ 10	≥ 5 e ≤ 15
Grande	> 9.000	> 10	> 10

Fonte: HSE, 2018.

Ainda com relação à base de dados do HSE e a distribuição das taxas de falha por magnitude da severidade, para determinar taxas de falha para cada porte de vazamento foi considerado o valor resultante da multiplicação da taxa de falha total de cada equipamento com a probabilidade associada para cada magnitude de severidade, a qual, por sua vez, é obtida dividindo-se o número de eventos registrados para cada magnitude de severidade pelo número total de eventos registrados para cada equipamento analisado. Ressalta-se que em alguns casos no HSE não é apresentado registro algumas magnitudes de severidades. Para estes casos adotou-se uma taxa de falha correspondente a 1% da taxa de falha total do equipamento, descontando-se este 1% da maior probabilidade associada a uma das demais magnitudes de severidade, de modo que o somatório das probabilidades resultasse em 100%. Adicionalmente, nos casos em que as duas magnitudes de severidade restantes apresentaram probabilidades iguais, ou seja, 50%, foi descontado de cada uma delas 0,5%, mantendo o somatório total de 100%.

A **Tabela II.10.2.10** apresenta a quantidade de registros de acidentes e as taxas de falha associados aos principais equipamentos considerados no presente EIA:

TABELA II.10.2.10 - Taxas de falha e número de acidentes associados aos equipamentos.

Equipamento	Taxa de falha	Porte do Vazamento	Número de ocorrências por porte de vazamento	Porcentagem associado a cada porte de vazamento	Taxa de falha final
	(ocorrência / ano)				(ocorrência / ano)
Válvula borboleta atuada	4,44E-04	Pequeno	14	48%	2,15E-04
		Médio	14	48%	2,15E-04
		Grande	1	3%	1,53E-05
Válvula borboleta manual	1,02E-04	Pequeno	25	38%	3,87E-05
		Médio	40	61%	6,19E-05
		Grande	1	2%	1,55E-06
Válvula bola manual	5,66E-04	Pequeno	4	44%	2,52E-04
		Médio	4	44%	2,52E-04
		Grande	1	11%	6,29E-05
Válvula bola atuada	6,03E-04	Pequeno	9	43%	2,59E-04
		Médio	9	43%	2,59E-04
		Grande	3	14%	8,62E-05

Equipamento	Taxa de falha	Porte do Vazamento	Número de ocorrências por porte de vazamento	Porcentagem associado a cada porte de vazamento	Taxa de falha final
	(ocorrência / ano)				(ocorrência / ano)
Válvula check	5,73E-05	Pequeno	2	33%	1,91E-05
		Médio	3	50%	2,86E-05
		Grande	1	17%	9,54E-06
Válvula borboleta ESDV	2,89E-04	Pequeno	13	48%	1,39E-04
		Médio	12	44%	1,28E-04
		Grande	2	7%	2,14E-05
Válvula ESDV	2,89E-04	Pequeno	13	48%	1,39E-04
		Médio	12	44%	1,28E-04
		Grande	2	7%	2,14E-05
Válvula globo manual	1,02E-04	Pequeno	25	38%	3,87E-05
		Médio	40	61%	6,19E-05
		Grande	1	2%	1,55E-06
Válvula gaveta atuada	4,44E-04	Pequeno	14	48%	2,15E-04
		Médio	14	48%	2,15E-04
		Grande	1	3%	1,53E-05
PSV	1,65E-03	Pequeno	7	21%	3,39E-04
		Médio	24	71%	1,16E-03
		Grande	3	9%	1,45E-04
Tanque atmosférico	2,09E-04	Pequeno	1	33%	6,97E-05
		Médio	2	67%	1,39E-04
		Grande	0	0%	2,09E-06
Tanque com agitação	2,09E-04	Pequeno	1	33%	6,97E-05
		Médio	2	67%	1,39E-04
		Grande	0	0%	2,09E-06
Tanque	2,09E-04	Pequeno	1	33%	6,97E-05
		Médio	2	67%	1,39E-04
		Grande	0	0%	2,09E-06
Tanque coletor	2,09E-04	Pequeno	1	33%	6,97E-05
		Médio	2	67%	1,39E-04
		Grande	0	0%	2,09E-06
Ciclone	2,09E-04	Pequeno	1	33%	6,97E-05
		Médio	2	67%	1,39E-04
		Grande	0	0%	2,09E-06

Equipamento	Taxa de falha	Porte do Vazamento	Número de ocorrências por porte de vazamento	Porcentagem associado a cada porte de vazamento	Taxa de falha final
	(ocorrência / ano)				(ocorrência / ano)
Degaseificador	1,10E-03	Pequeno	0	0%	1,10E-05
		Médio	3	100%	1,10E-03
		Grande	0	0%	1,10E-05
Peneira	9,91E-04	Pequeno	1	25%	2,48E-04
		Médio	3	75%	7,43E-04
		Grande	0	0%	9,91E-06
Bomba	7,15E-03	Pequeno	141	70%	4,99E-03
		Médio	61	30%	2,16E-03
		Grande	0	0%	7,15E-05
Bomba centrífuga	7,34E-03	Pequeno	120	71%	5,18E-03
		Médio	50	29%	2,16E-03
		Grande	0	0%	7,34E-05
Centrífuga	7,34E-03	Pequeno	120	71%	5,18E-03
		Médio	50	29%	2,16E-03
		Grande	0	0%	7,34E-05
Indicador de nível	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05
Transmissor de nível	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05
Indicador de vazão	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05
Transmissor de vazão	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05
Indicador de pressão	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05
Transmissor de pressão	4,74E-04	Pequeno	380	49%	2,33E-04
		Médio	353	46%	2,17E-04
		Grande	39	5%	2,39E-05

Equipamento	Taxa de falha	Porte do Vazamento	Número de ocorrências por porte de vazamento	Porcentagem associado a cada porte de vazamento	Taxa de falha final
	(ocorrência / ano)				(ocorrência / ano)
Tubulação 3" < D ≤ 11"	5,12E-05	Pequeno	164	53%	2,69E-05
		Médio	133	43%	2,18E-05
		Grande	15	5%	2,46E-06
Mangote	4,07E-02	Pequeno	2307	50%	2,02E-02
		Médio	2134	46%	1,87E-02
		Grande	210	5%	1,84E-03
Flowline	3,37E-04	Pequeno	79	50%	1,70E-04
		Médio	68	43%	1,46E-04
		Grande	10	6%	2,15E-05
Riser 4" < D ≤ 8"	2,30E-05	Pequeno	1	100%	2,30E-05
		Médio	0	0%	2,30E-07
		Grande	0	0%	2,30E-07

Fonte: HSE, 2018.

II.10.2.5. DADOS DE ACIDENTES NA COSTA BRASILEIRA (ANP)

Com relação a acidentes ocorridos na costa brasileira, a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) emite periodicamente relatórios de segurança operacional das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural. Nestes relatórios são apresentados dados sobre os incidentes ocorridos em unidades marítimas e terrestres reportados à ANP.

Embora o mais recente relatório de segurança operacional emitido pela ANP seja datado de 2016, os dados absolutos disponibilizados pela ANP para cada tipo de acidente referem-se ao ano de 2013, publicados em dezembro de 2014. A **Tabela II.10.2.11** apresenta as informações disponibilizadas sobre o período de 2008 a 2013. Observa-se tendência de estabilização do número total de incidentes comunicados e uma diminuição no número absoluto de descargas ou vazamentos de petróleo e derivados, de água oleosa, além da redução de ocorrências de explosão/incêndio e abalroamentos quando comparados os anos de 2012 e 2013. Em contrapartida, observa-se aumento no número de feridos em incidentes operacionais.

TABELA II.10.2.11 – Distribuição histórica dos incidentes comunicados à ANP em unidades de perfuração e produção marítimas e terrestres.

TIPO DE ACIDENTES	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Descarga ou vazamento de petróleo ou derivados	59	101	86	79	109	89
Descarga ou vazamento de água oleosa	2	7	24	95	34	21

TIPO DE ACIDENTES	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Descarga ou vazamento de fluido de perfuração	5	15	27	42	33	35
Explosão e/ou incêndio	2	5	11	50	79	65
Parada não programada	6	32	43	56	58	62
<i>Blowout</i>	0	1	2	1	0	0
Abalroamento	4	3	3	6	10	1
Adernamento	0	0	2	1	1	0
Número de óbitos em incidentes operacionais	8	3	3	6	2	2
Número de feridos em incidentes operacionais	7	8	14	26	31	58
Total de incidentes comunicados	150	260	375	664	944	939

¹ A soma dos dados desta tabela não representa o total de incidentes, pois nem todos foram relacionados e, em alguns casos, um mesmo evento pode acarretar mais de uma das consequências listadas na referida tabela.

Fonte: ANP, 2016.

O relatório de segurança operacional de 2016 apresentou a evolução da quantidade de comunicados de incidentes recebidos pela ANP relativos a instalações de exploração e produção, desde 2012 até o ano de 2015 (**Tabela II.10.2.12**). A ANP classifica quase acidente como qualquer evento inesperado com potencial de risco para a segurança operacional, não causando danos à saúde humana, ao meio ambiente ou ao patrimônio próprio da empresa ou de terceiros, enquanto que acidentes são os eventos em que há danos.

TABELA II.10.2.12 – Distribuição histórica dos comunicados de acidentes e quase acidentes à ANP em unidades de perfuração e produção marítimas e terrestres.

COMUNICADOS	2012	2013	2014	2015
Acidentes	407	350	428	441
Quase acidentes	346	588	1384	1745
Relação de Quase acidentes / acidentes	0,85	1,68	3,23	3,96

Fonte: ANP, 2016.

Na **Tabela II.10.2.12** observa-se que o número de acidentes comunicados em 2012 é maior que o número de quase acidentes. A partir de 2013 o número de quase acidentes registrados ultrapassa o número de acidentes. A proporção entre quase acidentes e acidentes aumento anualmente, saindo de 0,85 em 2012 e chegando ao máximo de 3,96 em 2015. O aumento nesta relação é indicativo que paulatinamente houve maior comunicação de quase incidentes devido a ações que englobaram:

- Revisão do Manual de Comunicação de Incidentes, de forma a melhorar a compreensão dos agentes regulados acerca dos incidentes comunicáveis;
- Intensificação da verificação nas atividades de fiscalização dos incidentes ocorridos na instalação.

O relatório de segurança operacional de 2016 também apresentou os dados por tipo de incidentes na forma de taxas que correspondem à quantidade de ocorrências dividida por uma grandeza que represente o nível de atividades da indústria, que pode ser relacionada àquele tipo de incidente. Esta forma de apresentação dos dados possibilitou desvencilhar a variação da incidência de determinado tipo de incidente da intensidade de atividades em cada ano, e desta forma, possibilitou comparações com *benchmarks* internacionais, relativos a países com níveis de atividades significativamente diferentes do cenário brasileiro.

A **Tabela II.10.2.13** abaixo apresenta os tipos de incidentes que foram analisados, bem como a grandeza representativa do nível de atividades que é utilizada para gerar a taxa de cada tipo de incidente.

TABELA II.10.2.13 – Tipos de incidentes e grandezas relativas ao nível de atividades utilizadas para normalizar os dados.

TIPO DE INCIDENTE	DADOS NORMALIZADOS POR
Fatalidades	Milhão de horas trabalhadas
Ferimentos graves	
Vazamento significativo de gás inflamável	Produção de gás em milhão de barris de óleo equivalentes
Vazamento maior de gás inflamável	
Abalroamento significativo	Quantidade de instalações
Abalroamento maior	
Incêndio significativo	
Incêndio maior	
Perda significativa de controle de poço	Quantidade de atividades relacionadas a poços
Perda maior de controle de poço	

Fonte: ANP, 2016.

Os tipos de acidentes com maior ocorrência nas plataformas de produção marítimas no período de 2012 a 2015 são:

- Descargas
- Princípios de incêndio
- Vazamentos de gás inflamável
- Paradas não programadas

As **Figuras II.10.2.10 a II.10.2.13** apresentam as taxas de ocorrência destes tipos de acidentes no período de 2012 a 2015. De forma geral, percebe-se que as descargas em plataformas de produção possuem tendência a estabilização no período analisado, tendo tido um aumento apenas no ano de 2014. Os princípios de incêndio em plataformas de produção também possuem tendência a estabilização no período analisado, porém, apresentam uma redução no ano de 2013. Já os vazamentos de gás inflamável possuíram uma tendência de aumento no período analisado, enquanto que as paradas não programadas possuíram uma tendência de aumento no período entre 2012 e 2015.

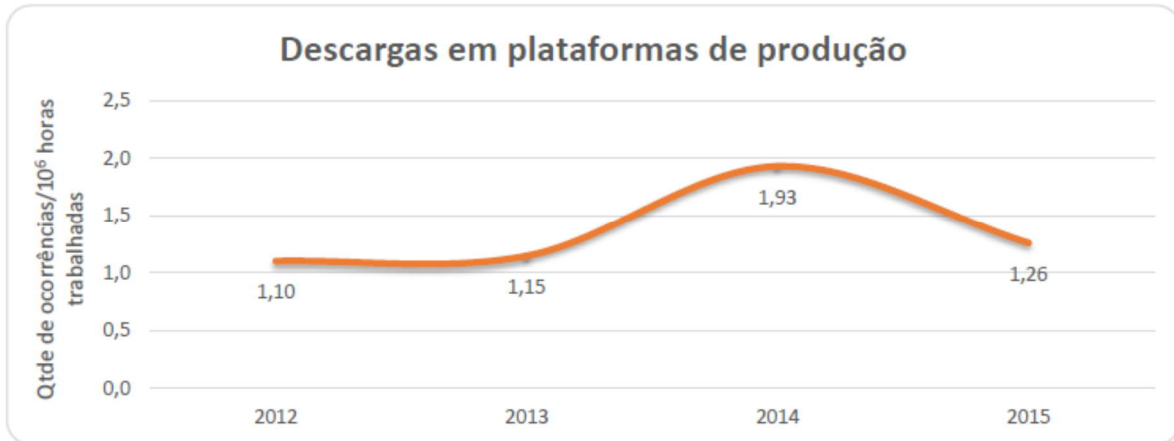


FIGURA II.10.2.10 – Taxas de descargas por milhão de horas trabalhadas em plataformas de produção marítimas, de 2012 a 2015.

Fonte: ANP, 2016.

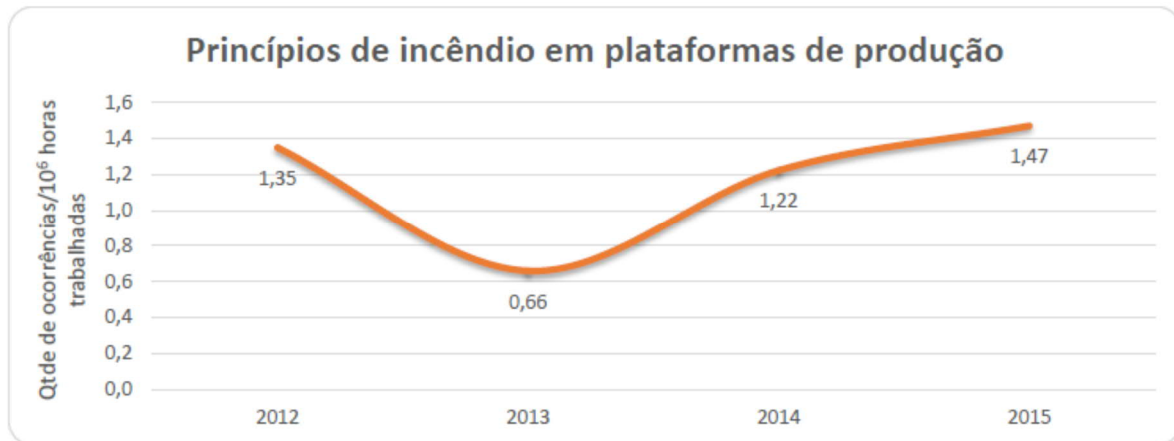


FIGURA II.10.2.11 – Taxas de princípios de incêndio por milhão de horas trabalhadas em plataformas de produção marítimas, de 2012 a 2015

Fonte: ANP, 2016.

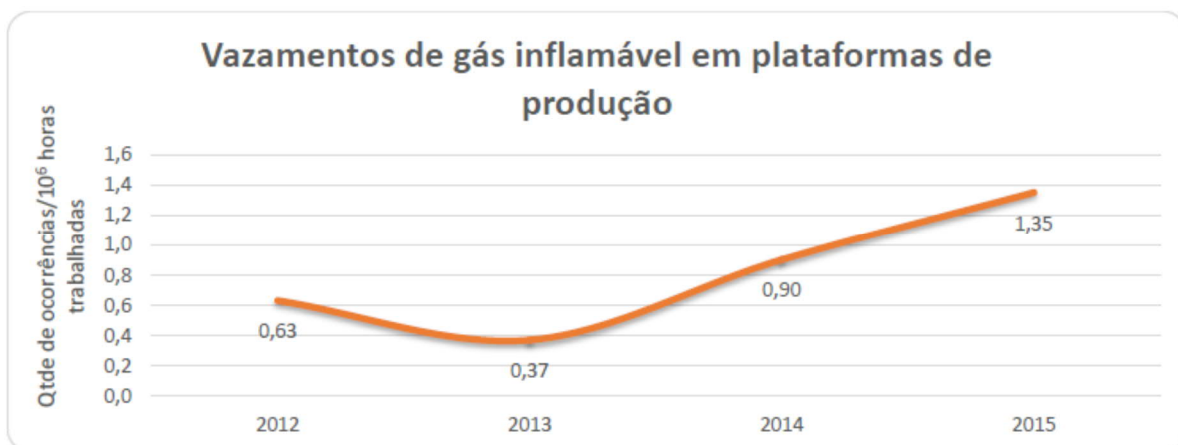


FIGURA II.10.2.12 – Taxas de vazamentos de gás inflamável por milhão de horas trabalhadas em plataformas de produção marítimas, de 2012 a 2015

Fonte: ANP, 2016.

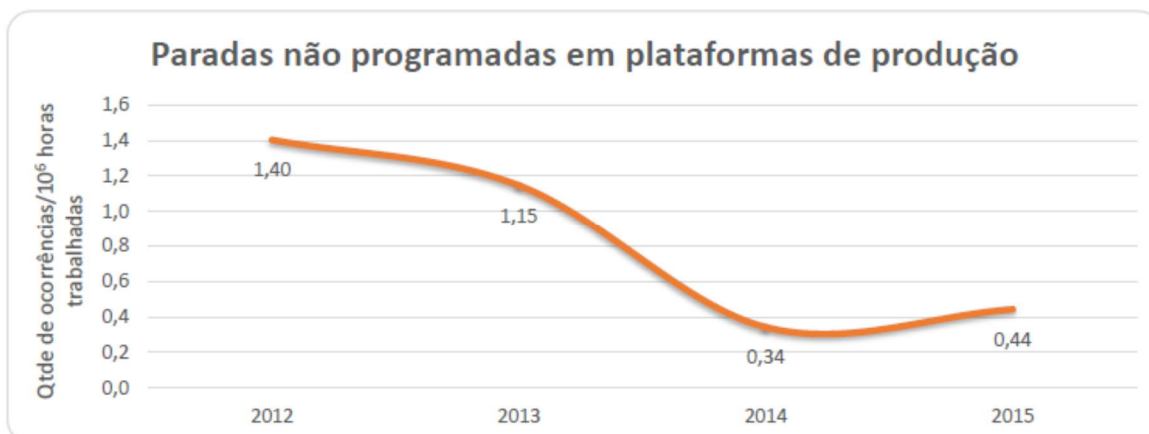


FIGURA II.10.2.13 – Taxas de paradas não programadas por milhão de horas trabalhadas em plataformas de produção marítimas, de 2012 a 2015.

Fonte: ANP, 2016.

A distribuição dos volumes descarregados dentre todos os incidentes comunicados à ANP até 2013 é apresentada na **Tabela II.10.2.14**. Observa-se que grande parte dos incidentes comunicados com perda de contenção envolveu o derrame de fluidos e petróleo, água oleosa e óleos tratados. Entretanto, ao se contabilizar os volumes registrados, cada evento que envolve a descarga de fluido de perfuração tende a apresentar uma descarga de maior volume. Segundo os dados, houve considerável decréscimo do volume de descargas de petróleo e aumento significativo nos valores de descarga de água oleosa. A ANP aponta para a incapacidade de plantas de processo de produção atender aos valores máximos estipulados para óleos e graxas ao longo de sua vida útil, o que pode relacionar-se com causas como: sobrecarga de óleo bruto em relação à capacidade de tratamento ou óleo de características diferenciadas, problema temporário ou *by-pass* em algum de seus equipamentos, entre outras causas. Além disto, de acordo com as informações apresentadas, em 2011 nota-se um elevado registro para a liberação de petróleo, se comparado às liberações deste produto nos demais anos. Tal fato deve-se ao acidente ocorrido no Campo de Frade em 2011 que resultou na liberação de cerca de 3.700 barris de petróleo (aproximadamente 590 m³).

TABELA II.10.2.14 – Distribuição dos volumes descarregados (m³) em incidentes com perda de contenção.

TIPO DE FLUIDO	2010	2011	2012	2013
Petróleo	10,92	607,9	26,8	13,78
Óleo e derivados	10,35	1,18	7,96	11,32
Fluido de perfuração	370,43	250,35	56,85	92,66
Água Oleosa	24,85	6,49	24,28	57,29

Fonte: ANP, 2016.

II.10.2.5. INCIDENTES OCORRIDOS NO CAMPO DE PEREGRINO (FASE I)

Na **Tabela II.10.2.15** é apresentado um histórico dos incidentes registrados durante a Fase I do Sistema de Produção de Óleo e Gás no Campo de Peregrino tenham estes incidentes resultado ou não em liberação de óleo ou produtos químicos. Os incidentes reportados cobrem desde 2009, ano de início das operações no Campo de Peregrino até o momento de fechamento deste EIA no ano de 2018.

TABELA II.10.2.15 – Registro de incidentes no Campo de Peregrino (Fase I).

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2009	-	Mangueira hidráulica falhou e causou vazamento de óleo hidráulico.	870	Vazamento para o mar
2009	-	Pequeno derramamento de óleo no mar durante o empilhamento do Peregrino B.	15	Vazamento para o mar
2010	Plataforma Peregrino B	Mangueira de abastecimento de diesel.	2,5	Vazamento para o mar
2010	Plataforma Peregrino B	Derrame de óleo no convés durante a operação de transferência de diesel.	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino A	Derramamento de óleo hidráulico no convés, não ao mar.	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo hidráulico.	5	Vazamento para o mar
2010	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo hidráulico do guindaste de boreste.	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino B	Liberção de fluido do BOP a partir da mangueira do BOP, no convés de perfuração.	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino B	Vazamento do plugue cego no o adaptador lateral do BOP (Tempo de inatividade de 0,5 hora).	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino B	Vazamento na linha hidráulica <i>iron roughneck</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2010	Plataforma Peregrino B	Vazamento do <i>diverter</i> .	0	Vazamento para o mar
2010	Plataforma Peregrino B	Vazamento na caixa de engrenagens TDS inferior (Tempo de inatividade 0,75 horas).	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino B	Mangueira quebrada no Lidar Brake HPU (Tempo de inatividade de 4 horas).	0	Vazamento contido na unidade

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2011	Plataforma Peregrino B	Observado vazamento de fluido <i>koomey</i> entre a <i>pipe ram</i> e a flange <i>bonnet</i> do BOP (Tempo de inatividade de 26,25 horas).	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino B	Cascalhos de perfuração do reservatório que, quando coletadas, são derramadas no convés de perfuração.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Embarcações de Apoio	Derramamento de óleo menor.	5	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Orvalho de lodo no convés - Solid Ferr baradrill-N (não contaminado).	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino A	Filtro de CPI bloqueado.	1	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Falha de conexão hidráulica na linha de retorno para energia hidráulica de ferro bruto.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo.	2	Vazamento para o mar
2011	Embarcações de Apoio	Vazamento de fluido contaminado das <i>cutting boxes</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2011	Embarcações de Apoio	Derrame durante o abastecimento de óleo.	5	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Derramamento de óleo durante GPA.	50	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Transbordamento dos <i>reserve pits</i> 1,2,3 durante a transferência de Baradril para a embarcação de apoio.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Embarcações de Apoio	Derramamento de óleo.	3	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo do barco de pesca.	1	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Falha de flange no Coalizador Mod 11A - vazamento de óleo / água.	0	Liberação para o ar

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2011	Plataforma Peregrino B	Derramamento de fluido no mar.	50	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino A	Descarga não aprovada de cascalho da seção 8 1/2 " para o mar.		Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo no mar.	30	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	O 'ring quebrado em uma flange hidráulica.	0	Vazamento contido na unidade
2011	FPSO Peregrino	Derrame de óleo da linha de retorno <i>off spec</i> no convés principal .	0	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Derrame de óleo na válvula de derivação de fluxo mínimo da bomba de transferência de petróleo bruto Mod 11B.	0	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Derrame / vazamento de óleo no módulo Mezanino 11B.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo.	0,5	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Pequeno derramamento de óleo para o mar.	0,5	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Emissões de fluido de base aquosa no mar devido à fratura na mangueira de fluido.	10	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Selo quebrado da caixa de engrenagens da <i>whipe line</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino A	Derramamento de fluido e cascalho no <i>cellar deck</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino A	Pequenas gotas de óleo para o mar.	0,1	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	Mancha de óleo notado no <i>waterl</i> .	5	Vazamento para o mar
2011	FPSO Peregrino	Derramamento / vazamento de óleo no Módulo 10B - Resfriador Nº 3.	0	Vazamento contido na unidade

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2011	FPSO Peregrino	Derramamento de óleo no M-11-A devido à falha na vedação da válvula de <i>bypass</i> 33-VOPL-3009.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino A	Separação e cortes de tubos de PVC derramados no convés.	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino A	Vazamento da <i>cutting box</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2011	Plataforma Peregrino B	Gotas de óleo no mar devido a fortes chuvas.	0	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino A	Transbordamento do <i>shaker</i> .	2	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino B	4,7 barris de <i>packer fluid</i> involuntariamente, foram bombeados para fora da unidade de cimento.	750	Vazamento para o mar
2011	Plataforma Peregrino A	Operação incorreta de válvulas resultando em refluxo e contenção de vazamento a bordo. Lama liberada encaminhada para drenos e seguida de descarga controlada para o mar através do separador CPI.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino A	Mangueira hidráulica rebentada.	4	Vazamento para o mar
2012	FPSO Peregrino	Óleo / brilho da água relatado pelo navio petroleiro durante a ESD1.	5	Vazamento para o mar
2012	Plataforma Peregrino A	Derrame de fluido de perfuração à base de água durante a transferência do barco para a plataforma.	9.500	Vazamento para o mar
2012	Plataforma Peregrino A	Fluido à base de água derramado para o mar.	5.882	Vazamento para o mar
2012	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo.	50	Vazamento para o mar
2012	Plataforma Peregrino B	Transbordo de tanque de lama ativo.	2.384	Vazamento para o mar

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2012	FPSO Peregrino	Derrame de óleo contido devido à falha da placa no Refrigerador de Óleo Bruto A2.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo.	5	Vazamento para o mar
2012	Embarcações de Apoio	Vazamento de cimento enquanto a mangueira de cimento era abaixada até a plataforma do barco de abastecimento.	0	Vazamento para o mar
2012	FPSO Peregrino	Falha na placa bruta do refrigerador 34-E-3010-A1 causando derramamento de óleo.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino B	Água oleosa do dreno fechado ao mar.	0	Vazamento para o mar
2012	FPSO Peregrino	Falha do radiador de óleo bruto 33-E-3010B2.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino A	Transbordamento do rtrnque de drenagem de máquinas.	0,05	Vazamento para o mar
2012	FPSO Peregrino	Pequeno vazamento no resfriador de petróleo bruto - 34-E-3010B1.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino B	<i>Auger</i> parou de funcionar causando derramamento de <i>fluido</i> no convés de perfuração.	0	Vazamento contido na unidade
2012	FPSO Peregrino	Radiador de óleo bruto 34-E-3010-B3 falha na placa causando derramamento de óleo.	0	Vazamento contido na unidade
2012	Plataforma Peregrino B	Dano na Bomba WI no <i>cellar deck</i> (Bomba nº 8 PB-44-P-1570) e liberação de água produzido para o mar.	7.000	Vazamento para o mar
2012	Embarcações de Apoio	Vazamento de conexão da mangueira de salmoura. O membro da tripulação do convés entrou em contato com a salmoura que vazava da mangueira.	0	Vazamento contido na unidade
2013	Plataforma Peregrino A	Derramamento de óleo para o mar.	0,2	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino B	Descarga não intencional de fluido de retorno do poço.	135.139	Vazamento para o mar

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2013	Plataforma Peregrino B	Pequeno derramamento para o mar (solenóide do <i>top drive</i>).	0,25	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino B	Derramamento de óleo na bomba de reforço # 07.	20	Vazamento contido na unidade
2013	Plataforma Peregrino B	Vazamento de água na bomba de injeção de água.	0	Vazamento contido na unidade
2013	Plataforma Peregrino B	Brilho de óleo no entorno da plataforma Peregrino B.	0,3	Vazamento para o mar
2013	Embarcações de Apoio	Brilho de óleo na CBO Anita.	3	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino A	Vazamento de fluido a partir da mangueira de transferência de granéis de fluido.	10	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino A	Ativação do dilúvio e sobrecarga do dreno.	1	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino A	<i>Cutting box</i> recebida da Peregrino A vazando óleo no convés da embarcação Manoella.	0	Vazamento contido na unidade
2013	Plataforma Peregrino A	Água oleosa superior a 15 ppm descarregada para o mar a partir do separador CPI.	0,738	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino B	Derramamentos de fluidos de perfuração contidos principalmente no espaço vazio da mesa rotativa.	0	Vazamento contido na unidade
2013	FPSO Peregrino	Contenção de vazamento de resíduo oleoso devido à má conservação do tambor de metal.	10	Vazamento contido na unidade
2013	Plataforma Peregrino B	Descarga não intencional de <i>spud mud</i> .	25.435	Vazamento para o mar
2013	Plataforma Peregrino B	Mangueira de transferência de fluido estourou ao receber o fluido.	4.928	Vazamento para o mar

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2014	Embarcações de Apoio	Derrame de petróleo identificado durante operação de abastecimento da CBO Anita com barcaça Santa Bárbara.	20	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino B	Sobrepessão e vazamento durante a transferência do KCL para a Peregrino B.	0	Vazamento contido na unidade
2014	Plataforma Peregrino B	Derramamento de fluido da sala de fluido.	4.898	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino B	Falha da bomba de reforço # 4.	2	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino A	Vazamento de óleo da linha hidráulica SSSV durante o <i>start-up</i> A03.	4	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino B	Brilho na água oleosa causado por derramamento de óleo para o mar.	5	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino A	Linha incorreta de válvulas resultando em salmoura contaminada com KCl e derramamento de lama durante a transferência de fluidos.	159	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino B	Descarga acidental de estacas do reservatório para o mar (B-04).	2,5	Vazamento para o mar
2014	FPSO Peregrino	Vazamento da torneira de ventilação na porta do circuito de medição do medidor de custódia.	0	Vazamento contido na unidade
2014	Plataforma Peregrino A	Válvula de retenção de areia com vazamento, causando vazamento de salmoura.	800	Vazamento para o mar
2014	Plataforma Peregrino A	Brilho de óleo no mar.	5	Vazamento para o mar
2014	Embarcações de Apoio	Mangote de barita do lado oeste se rompeu durante o fornecimento para a Peregrino A.	100	Liberação para o ar
2014	Plataforma Peregrino A	Fulgor de óleo no mar devido ao transbordamento de água oleosa dos drenos obstruídos pelo cimento.	15	Vazamento para o mar

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2015	FPSO Peregrino	Ruptura da mangueira hidráulica no guindaste D - BWO 2647.	0	Vazamento contido na unidade
2015	Plataforma Peregrino B	Desconexão indesejada da mangueira de lama entre a Peregrino B e a CBO Carolina.	0	Vazamento para o mar
2015	Embarcações de Apoio	<i>Má condições do todo matic</i> do mangote de KCL do lado oeste.	0	Vazamento para o mar
2015	Plataforma Peregrino B	Ruptura da <i>breakaway</i> durante o bombeamento de KCL para a Peregrino B.	0	Vazamento em terra
2015	Plataforma Peregrino A	A lama à base de água (WBM) transbordou do tanque de drenagem para o mar.	300	Vazamento para o mar
2015	Plataforma Peregrino A	Descarga de lama à base de água para o mar enquanto RIH 12 1/4 "de perfuração BHA.	4.300	Vazamento para o mar
2015	FPSO Peregrino	Hipoclorito de sódio vazando do contêiner descarregado do vaso de abastecimento - BWO 3274.	0	Vazamento contido na unidade
2016	Plataforma Peregrino B	Explosão de mangueira de abastecimento de lama.	250	Vazamento para o mar
2016	Plataforma Peregrino A	Vazamento de óleo hidráulico para o mar.	0,01	Vazamento para o mar
2016	FPSO Peregrino	Vazamento de óleo no M40 após o início da descarga - BWO 4097.	0	Vazamento contido na unidade
2016	FPSO Peregrino	Derramamento de óleo durante operação de abastecimento de MGO - caso de sinergia BWO # 4283.	800	Vazamento para o mar
2016	Plataforma Peregrino A	Transbordamento de <i>spud mud</i> durante a transferência entre tanques de lama.	0	Vazamento contido na unidade
2016	Embarcações de Apoio	Vazamento de óleo hidráulico para fora da embarcação.	0	Vazamento contido na unidade
2016	FPSO Peregrino	Pequeno vazamento na linha de retorno comum para o lado de óleo do Desgaseificador (42-V-3020) (6 "-PL-42415-AC21-HT) - BWO 5156.	0	Vazamento contido na unidade

ANO	UNIDADE	DESCRIÇÃO	VOLUME LIBERADO (m ³)	CONSEQUÊNCIAS
2017	Plataforma Peregrino B	Garrafas de vidro de ácido clorídrico quebraram.	0	Vazamento contido na unidade
2017	FPSO Peregrino	Vazamento de bomba de óleo recuperado - BWO 5175.	0	Vazamento contido na unidade
2017	Embarcações de Apoio	Perda de contenção primária no <i>power pack</i> .	0	Vazamento contido na unidade
2017	Plataforma Peregrino A	Tinta caiu no mar durante o hidrojateamento, tratamento e pintura da estrutura do heliponto.	0,3	Vazamento para o mar
2017	Plataforma Peregrino B	Pequeno derramamento de óleo do tambor.	0,5	Vazamento para o mar
2017	Plataforma Peregrino B	Pequeno vazamento de óleo hidráulico (0,1 L) em decorrência de queda da caixa de engrenagens do guindaste oeste no mar.	0,1	Vazamento para o mar
2017	FPSO Peregrino	Derramamento de água oleosa do convés principal no mar.	0,5	Vazamento para o mar
2017	FPSO Peregrino	Vazamento de diesel para o mar através do acoplamento <i>breakaway do mangote</i> durante o abastecimento com CBO Anita.	0,3	Vazamento para o mar
2017	FPSO Peregrino	Estouro hidráulico da mangueira do guindaste D.	0	Vazamento contido na unidade
2017	Plataforma Peregrino A	Vazamento de óleo hidráulico fo guindaste oeste.	0	Vazamento contido na unidade
2018	FPSO Peregrino	Vazamento de óleo lubrificante na tampa do filtro do coalescedor da turbina C.	1.400	Vazamento contido na unidade
2018	FPSO Peregrino	Mangueira de descarga acidentalmente desconectada.	1.800	Vazamento para o mar
2018	FPSO Peregrino	Estouro hidráulico da mangueira do guindaste D.	0	Vazamento contido na unidade
2018	FPSO Peregrino	Vazamento de óleo na estação de controle de enrolamento de mangote de <i>offloading</i> .	1	Vazamento para o mar
2018	Plataforma Peregrino B	Pequeno vazamento de água da linha costeira do CPI para o convés durante a operação rotineira de limpeza.	0	Vazamento contido na unidade
2018	FPSO Peregrino	Explosão da linha de produção de água.	0	Vazamento contido na unidade

II.10.2.6. MAGNITUDE DOS DANOS AMBIENTAIS EM RELAÇÃO A EVENTUAIS EFEITOS TÓXICOS, ESPÉCIES AFETADAS E À SUA IMPORTÂNCIA PARA O ECOSISTEMA EM ANÁLISE.

Para a análise histórica dos acidentes ambientais no que diz respeito aos seus efeitos tóxicos, espécies e ecossistemas afetados, foi feito um levantamento bibliográfico dos eventos ocorridos em atividades *offshore* nos quais houve vazamento de óleo no mar. Apesar da abundância de informações associadas a causas e consequências, tal como quantidade de produto derramado, ainda há poucos estudos quanto aos impactos crônicos sobre espécies ou ecossistemas (ITOPF, 2015; CEDRE, 2015). Mesmo quando esses estudos estão disponíveis, não se apresentam muitos dados quantitativos acerca desses impactos. Sendo assim, a **Tabela II.10.2.16** apresenta as informações sobre acidentes para os quais foi reportado algum tipo de impacto ambiental sobre comunidades adjacentes. Dentre os impactos levantados, destacam-se aqueles resultantes dos acidentes com o navio-tanque Exxon-Valdez (1989), que ocorreu em uma área de alta importância biológica, com seus impactos podendo ser observados até os dias de hoje, e com o navio-tanque Jessica, devido à sensibilidade da área atingida (Ilhas Galápagos).

Em novembro de 2011 ocorreu no Campo de Frade, localizado na Bacia de Campos e operado pela empresa Chevron, um acidente envolvendo vazamento de óleo (cerca de 3.700 bbls)⁵. De acordo com informações apresentadas no *site* da Chevron, o fechamento e abandono do poço, trabalho de contenção e demais respostas ao incidente contribuíram para evitar impactos sobre o meio ambiente. Ainda, segundo informações contidas no *site* da empresa, formas de vida marinha não foram afetadas, nenhum óleo atingiu a costa brasileira, não houve feridos e não existe qualquer indicação de ter havido risco à saúde humana⁶. Desta forma, com base nas informações anteriores, este acidente também não será reportado na **Tabela II.10.2.16**.

Como mencionado anteriormente, em abril de 2010 ocorreu um vazamento de gás seguido de explosão na plataforma Deepwater Horizon, a qual se encontrava trabalhando para a BP Exploration & Production Inc. no poço exploratório Macondo, no Golfo do México. O *blowout* provocado por este evento liberou 19 milhões de barris de petróleo a 64 quilômetros da costa e atingiu a área costeira dos estados do Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama e Flórida, nos Estados Unidos.

Cientistas da BP, das agências governamentais, de universidades e de outras organizações estão estudando uma variedade de espécies e *habitats* para entender como a fauna e o meio ambiente podem ter sido afetados pelo derramamento de óleo. Desde maio de 2010, mais de 240 planos de trabalho foram desenvolvidos pelas administrações estaduais e federais e pela BP para estudar recursos e *habitats*. Os dados do estudo irão permitir uma avaliação dos danos aos recursos naturais no Golfo do México e subsidiar o desenvolvimento de um plano de reabilitação. O plano abordará os danos identificados, incluindo o uso recreativo desses recursos, bem como o custo estimado de implementá-lo.

⁵ Informação disponível em:

<http://www.anp.gov.br/?pg=62011&m=chevron&t1=&t2=chevron&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebust=1418229853689>
Acesso em Novembro de 2015.

⁶ Informação disponível em: <https://www.chevron.com.br/noticias/atuacao-campo-frade.aspx>. Acesso em novembro de 2015.

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque SS Witwater	Costa do Caribe no Panamá, a aproximadamente 3,7 km a nordeste das ilhas Galeta	1968	588.000 gal (~1911 ton)	Diesel e Bunker C Oil	Ruptura por causa dos mares revoltos no Caribe	-	Atingiu praias arenosas, costões rochosos e manguezais das ilhas Galeta. Os ventos fortes causaram um spray de óleo misturado com água do mar que atingiu árvores e arbustos acima da zona de supralitoral (até cerca de 2m acima da média do nível da maré alta). Árvores de mangue-vermelho e mangue-preto foram severamente atingidas e houve a perda de muitas sementes de mangue-vermelho, de espécimes 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, não tiveram contato direto com o óleo, já que maré anormalmente alta causada pelos ventos fortes durante o acidente ajudou a evitar a contaminação.	[7] e [11]

⁷ As referências bibliográficas utilizadas estão apresentadas ao final deste item.

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Poço Santa Barbara	Califórnia- EUA	1969	10.500 toneladas	Óleo cru	Problemas mecânicos	Santa Bárbara Channel, praias de Santa Barbara, a região de Goleta a Ventura e Channel Islands	Efeitos negativos em curto prazo na abundância dos recursos pesqueiros. Sem efeitos em longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.	[2] e [13]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque Arrow	Canadá	1970	Cerca de 11.000 toneladas	Petróleo	Desconhecidas	Baía Chedabucto	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.	[2] 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 foi difícil de avaliar. Além disso, houve mortandade de ovos de peixes e redução da densidade de larvas, porém, sem grandes impactos pois o vazamento não ocorreu durante o pico da época de desova. Ocasionalmente foram observados exemplares de peixes e mariscos contaminados. 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]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque Tsesis	Mar Báltico, Suécia	1977	1.000 toneladas	óleo combustível médio	-	Arquipélago do Mar Báltico	Contaminação de recursos pesqueiros. Alguns efeitos na desova de arenques foram reportados na primavera seguinte, mas esses podem ter outras causas que não o derrame. Após o desastre, foi observado um aumento na mortalidade de ovos e larvas de peixes. Apesar de não ter sido observado significativa mortalidade de peixes comerciais, a frequência de desovas diminuiu. Os mariscos apresentaram níveis notáveis de contaminação.	[2] e [14]
Plataforma Ekofish Bravo	Mar do Norte	1977	9.000 a 13.000 toneladas	Óleo cru	Erro humano-Blowout	Mar do Norte	Houve evidências de contaminação em peixes duas semanas após a explosão, mas somente em quantidades reduzidas.	[2] e [14]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
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.	<p>Vários ecossistemas costeiros de importância ecológica foram atingidos, principalmente marismas e estuários. Cerca de 10.000 toneladas de solo contaminado foram biorremediados.</p> <p>Muitas toneladas de peixes foram mortos. Cardumes de um ano de peixes 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>	[1], [2] e [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, foi reportada pouca quantidade de óleo contaminando a costa de ilhas próximas.	[1], [2] e [3]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
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 alguns espécimes de tartarugas sujas com óleo e alguns indivíduos mortos.	[7]
Navio-tanque Betelgeuse	Bantry Bay, Irlanda	1979	114.000 toneladas	Óleo leve cru árabe	Explosão pós-vazamento de 18 meses	Whiddy Island	Não houve efeitos adversos sérios nos ovos e larvas das espécies comerciais detectadas. Nenhuma redução aparente no processo de reprodução das vieiras em 1979.	[2], [13] e [14]
Navio-tanque Bahrain	Golfo Árábico	1980	3.300 toneladas	-	-	-	Inicialmente, alguns indivíduos mortos de garoupas, xereletes e sardinhas, não houve mortalidade massiva.	[2], [13] e [14]
Poço Nowruz	Golfo Pérsico, Irã	1983	42 milhões de galões de óleo (~136.500 ton)	Óleo cru	Guerra Irã-Iraque	-	Foram impactadas as 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-verdes 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 redução significativa das populações locais de tartaruga-de-pente e de tartaruga-verde. Os impactos diretos e indiretos do óleo sobre as tartarugas marinhas, seus ninhos e seu habitat ainda permanecem desconhecidos, mas conclui-se que os impactos foram severos.	[7]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque Castillo de Bellver	70 milhas ao norte de Cape Town, Baía de Saldanha, África do Sul	1983	160.000 a 190.000 toneladas	Óleo cru	Explosão	Saldanha Bay	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 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. O impacto mais significativo foi observado 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 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 por três meses.	[1], [2] e [3]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque Exxon-Valdez	Prince William Sound, Alaska, EUA	1989	38.800 (ton)	Óleo cru	Encalhe	30.000 km ² de costa. Foi o maior vazamento em águas norte-americanas, sendo, consequentemente, e, 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]
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]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
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 zooplâncton 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 que centenas de indivíduos foram atingidos, mas isso não é bem documentado. Muitos recursos ambientais levaram mais tempo que o esperado para se recuperar.	[1], [2], [3] e [14]
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. Populações de várias espécies de importância comercial como mexilhões foram afetadas, e houve restrição à pesca o que acabou impactando a indústria pesqueira.	[1], [2] e [3]
Barcaça Bouchard B155	Tampa Bay, Florida	1993	336.000 gal (~1092 ton)	Óleo combustível pesado	Colisão com outras embarcações	O óleo cobriu aproximadamente 23km de costa.	Foram atingidas praias arenosas, diversos manguezais, ilhas e diques. Também foram impactadas áreas de desova e forrageamento de tartarugas marinhas.	[7] e [9]

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
Navio-tanque Jessica	Ilhas Galápagos, Equador	2001	600 ton de óleo combustível leve + 200 ton de óleo combustível intermediário. ⁸	Óleo combustível leve e intermediário	Encalhe (condições meteorológicas e falha humana)	12 ilhas (450km)	Cerca de 370 animais foram atingidos pelo combustível como aves, mamíferos e répteis. 79 leões marinhos foram afetados pelo vazamento e 15.000 iguanas marinhas da ilha de Santa Fé foram mortas. Dezenas de milhares de peixes e invertebrados também foram afetados. Devido ao comportamento de muitos animais e a alta toxicidade do óleo, muitos animais podem ter morrido e afundado, não sendo reportados nas estatísticas. A pesca foi afetada em uma pequena escala.	[1], [2] e [10]
Navio-tanque monocasco Prestige	Espanha	2002	64.000 ton	Óleo combustível pesado	Danos do casco devido aos fortes mares no norte da Espanha	1.900 km de costa	O óleo se espalhou por longas distâncias com os ventos e correntes, atingindo, principalmente as costas da Espanha e França. No total, 6 países foram atingidos. Os ecossistemas mais impactados foram os costões rochosos. A pesca foi proibida em 90% da costa. Na França e Espanha também houve impacto no turismo no ano de 2003.	[1], [2]

⁸ Mistura de gasóleo e óleo combustível pesado.

TABELA II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
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 subsequentes.</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 II.10.2.16 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados (1968 – 2006).

Unidade	Local	Ano	Óleo derramado	Tipo de óleo	Causas	Área atingida	Impactos observados	Referências Bibliográficas ⁷
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 biguá (<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 indivíduos da população residente de boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>) foi vista saindo da baía em direção à linha de costa, evitando assim o contato com o óleo. Após a limpeza da área, a população foi observada de volta na Baía demonstrando comportamento normal de alimentação e reprodução.	[1] e [4]
Navio tanque: Solar 1	Filipinas	2006	2000 ton	Óleo combustível intermediário	Naufrágio	125km de costa	O acidente causou impacto em diferentes nas ilhotas da região, causando impactos severos a 500 hectares de manguezais e à a atividade pesqueira da região.	[2] e [12]

- **Referências Bibliográficas**

- [1] SILVA, F. Q. M. 2004. **Produção de biossurfactante por bactérias isoladas de sedimento de mangue (Apa de Guapimirim, RJ)**. Monografia. Bacharelado em Ciências Biológicas – Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense.
- [2] www.itopf.com. Acessado em setembro de 2015.
- [3] www.cedre.fr. Acessado em setembro de 2015.
- [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 setembro de 2015.
- [7] YENDER, R.A. & MEARNS, A. J. 2003. Case Studies of spills that threaten sea turtles. *In: Oil and Sea Turtles*. NOAA. 116pp.
- [8] EDWARDS, R. & WHITE, I. 2009. The sea empress oil spill: Environmental Impact and Recovery. Disponível em: <http://www.martrans.org/eu-mop/library/CASE%20STUDIES/ITOPF/3.pdf>. Acessado em setembro de 2015.
- [9] <http://rpitt.eng.ua.edu>. Acessado em setembro de 2015.
- [10] <http://www.galapagos.to/TEXTS/Jessica.HTM>. Acessado em setembro de 2015.
- [11] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2001. **Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations**. 80pp.
- [12] YENDER, R.; LLOYD, A. (2008). **Impacts and response challenges of the tanker SOLAR 1 oil spill, Guimaras, Philippines: Observations of international advisors**. Paper presented at: 20th Triennial International Oil Spill Conference, Savannah, Georgia, May 4-8, 2008.
- [13] IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 2000. **Biological Impacts of Oil Pollution: Fisheries**. Ipieca Report Series, V.8. 28 p.
- [14] TEAL, J. M.; HOWARTH, R. W. 1984. **Oil spill studies: a review of ecological effects**. *Environmental Management*, 8 (1): 27-44.

II.10.3. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

II.10.3.1. INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

Observa-se, portanto que:

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

II.10.3.2. METODOLOGIA EMPREGADA

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos perigosos ao meio ambiente relacionados às atividades de perfuração e produção escopo deste processo de licenciamento ambiental foi a Análise Preliminar de Riscos (APR). A APR é uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis, que tenham como consequência danos à integridade física de pessoas, propriedades ou meio ambiente.

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

acidentais (a partir da Análise Histórica de Acidentes, item II.10.2 deste estudo), da gravidade das suas consequências e do risco associado.

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

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

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

Um modelo da planilha utilizada na realização da APR é apresentado, a seguir, na **Figura II.10.3.1**.


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

FIGURA II.10.3.1 – Modelo de APR

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

1ª coluna: Perigo

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

2ª coluna: Causas

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

3ª coluna: Modo de detecção

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

4ª coluna: Efeitos

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

5ª coluna: Categoria de frequência

Corresponde à indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário acidental identificado. As categorias de frequência utilizadas neste trabalho estão apresentadas na **Tabela II.10.3.1**.

TABELA II.10.3.1 – Categorias de frequência dos cenários acidentais.

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

6ª coluna: Categoria de severidade

É a indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário acidental identificado. De maneira geral, a categoria de severidade foi estimada com base na quantidade e na toxicidade das substâncias liberadas para o ambiente. As categorias de severidade utilizadas neste trabalho estão apresentadas na **Tabela II.10.3.2.**

TABELA II.10.3.2 – Categorias de severidade para danos ao meio ambiente.

Categoria	Denominação	Característica	Volume Liberado (m³)
I	MENOR	Sem danos ou com danos de baixa significância ao meio ambiente.	$0 < V \leq 8 \text{ m}^3$
II	MÉDIA	Pequenos danos ao meio ambiente (rápido restabelecimento do ecossistema e baixo custo de reparo).	$8 < V \leq 200 \text{ m}^3$
III	CRÍTICA	Severos danos ao meio ambiente (médio restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$200 < V \leq 11.200 \text{ m}^3$
IV	CATASTRÓFICA	Grandes danos ao meio ambiente (lento restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$V > 11.200 \text{ m}^3$

7ª coluna: Classificação de risco

É a indicação qualitativa do nível de risco residual de cada cenário acidental identificado, a partir das indicações anteriores das categorias de frequência e severidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais está apresentada na **Tabela II.10.3.3.**

TABELA II.10.3.3 – Matriz para classificação de risco dos cenários acidentais.

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

8ª coluna: Recomendações

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

9ª coluna: Cenário

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

II.10.3.3. SISTEMAS E SUBSISTEMAS ANALISADOS

A identificação dos eventos perigosos referentes à Fase II do Sistema de Produção de Óleo e Gás do Campo de Peregrino foi obtida a partir da investigação e análise dos processos, equipamentos, sistemas e subsistemas que compõem a plataforma Peregrino C, as novas linhas instaladas, bem como o gaoduto de importação de gás as embarcações de apoio e instalação previstas para a atividade. A análise buscou diagnosticar as falhas capazes de provocar vazamentos de óleo, derivados e produtos químicos para o ambiente, considerando, desta forma, todas as fases da atividade.

Ressalta-se que, nesta análise de riscos não está sendo considerada a transferência do óleo do FPSO Peregrino para navios aliviadores, bem como o processamento de óleo no FPSO, por estes sistemas fazerem parte da Fase I de Peregrino, já licenciada e em operação.

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

Na análise foram considerados os sistemas envolvidos nas operações de perfuração de desenvolvimento, produção e de apoio / instalação com possibilidade de ocorrência de eventos acidentais capazes de afetar o meio ambiente ou instalações de terceiros. Para esses sistemas e operação de unidades de apoio, foram identificados os perigos que pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos ou outros produtos segundo as seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

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

Desta forma, os seguintes sistemas e respectivos subsistemas foram analisados:

TABELA II.10.3.4 – Identificação dos sistemas e subsistemas analisados para as atividades de perfuração e produção da plataforma Peregrino C.

UNIDADE	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	PRODUTO POTENCIALMENTE LIBERADO
Plataforma Peregrino C	1. Perfuração / Completação / Intervenção	1.1 Preparação e circulação de fluido de perfuração / completação / intervenção	- Fluido de perfuração / completação / intervenção
		1.2 Controle do poço	- Óleo cru / gás
		1.3 Cabeça de poço	- Óleo cru / gás
	2. Óleo Diesel Marítimo	2.1 Transferência de óleo diesel da embarcação de apoio para a plataforma Peregrino C	- Óleo diesel
		2.2 Armazenamento e movimentação de óleo diesel	- Óleo diesel
	3. Óleo Lubrificante	3.1 Armazenamento e movimentação de óleo lubrificante	- Óleo lubrificante
	4. Óleo Sujo	4.1 Armazenamento de óleo sujo	- Óleo sujo (óleo diesel / óleo lubrificante)
	5. Produtos Químicos	5.1 Armazenamento e movimentação de barita/bentonita	- Barita/bentonita
		5.2 Armazenamento e movimentação de cimento	- Cimento
	6. Drenagem e Tratamento de Efluentes	6.1 Drenagem controlada de efluentes oleosos	- Efluente oleoso
	7. Sistema de gás combustível	-	- Gás
	8. Operações de carga e descarga / Transferência	-	- Resíduo oleoso, óleo e/ou produtos químicos
Linhas submarinas	9.1 Linhas de produção	-	- Óleo cru/gás
	9.2 Linhas de injeção	-	- Água de produção
	9.3 Gasoduto de importação de gás	-	- Gás
Embarcações de Apoio / Instalação	10. Atividades de Apoio e Logística	10.1 Armazenamento de óleo nas embarcações de apoio / instalação	- Óleo combustível
		10.2 Estabilidade das embarcações de apoio / instalação	- Óleo combustível

Ressalta-se que os sistemas e subsistemas apresentados na **Tabela II.10.3.4** referentes à plataforma Peregrino C correspondem aos mesmos sistemas e subsistemas considerados no CADUMP da unidade, a ser protocolado nesta CGMAC.

Destes sistemas e subsistemas analisados resultaram os cenários apresentados na **Tabela II.10.3.5**. Cabe mencionar que os vazamentos ocorridos foram divididos em até três categorias de vazamento de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 398/08, conforme abaixo:

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

Assim como os sistemas e subsistemas referentes à plataforma, os perigos apresentados na **Tabela II.10.3.5** correspondem àqueles apresentados no CADUMP da plataforma Peregrino C, documento a ser protocolado nesta CGMAC.

TABELA II.10.3.5 – Cenários acidentais analisados.

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
01	Perfuração / Completação / Intervenção	Preparação e Circulação de Fluido de Perfuração / Completação / Intervenção	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completação / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.
02			Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completação / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.
03		Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.
04			Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.
05			Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.
06		Cabeça do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.
07			Médio vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.
08	Óleo Diesel Marítimo	Transferência de Óleo Diesel da Embarcação de Apoio para a Plataforma Peregrino C	Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.

TABELA II.10.3.5 – Cenários acidentais analisados.

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
09	Óleo Diesel Marítimo	Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel	Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.
10			Médio vazamento de óleo diesel devido furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.
11			Grande vazamento de óleo diesel devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para áreas adjacentes e para o mar.
12	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Movimentação de Óleo Lubrificante	Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.
13	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo	Pequeno vazamento de óleo sujo devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.
14			Médio vazamento de óleo sujo devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.
15	Produtos Químicos	Armazenamento e Movimentação de Barita / Bentonita	Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.
16			Médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.
17		Armazenamento e Movimentação de Cimento	Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.
18			Médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.

TABELA II.10.3.5 – Cenários acidentais analisados.

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	
19	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.	
20			Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa.	
21	Sistema de Gás Combustível	-	Pequeno vazamento de gás combustível devido à corrosão, trincas e furos ou falha na vedação de juntas e conexões em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível da plataforma Peregrino C.	
22	Operações de Carga e Descarga / Transferência	-	Pequeno vazamento de resíduo oleoso, óleo e/ou produtos químicos devido à queda de carga no mar.	
23	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Pequeno vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	
24	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Médio vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	
25			Grande vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	
26		Linhas de Injeção	Pequeno vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	
27			Médio vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	
28			Grande vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	
29		Gasoduto de Importação de Gás	Pequeno vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	
30			Médio vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	
31			Grande vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	
32		Atividades de Logística e de Apoio	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Pequeno vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.
33				Médio vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.

TABELA II.10.3.5 – Cenários acidentais analisados.

CENÁRIO DA APR	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
34	Atividades de Logística e de Apoio	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à ruptura do tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e possibilidade de derrame de óleo para o mar.
35		Estabilidade das Embarcações de Apoio / Instalação	Grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio / instalação resultando em seu afundamento.

A Tabela II.10.3.6, a seguir, correlaciona as faixas de vazamentos da Resolução CONAMA nº 398/08 com as Categorias de Severidade (Tabela II.10.3.2).

TABELA II.10.3.6 – Categorias de severidade versus faixas de volume (CONAMA nº 398/08).

Categoria	Denominação	Característica	Volume Liberado (m ³)	Correlação CONAMA 398/08
I	MENOR	Sem danos ou com danos de baixa significância ao meio ambiente.	$0 < V \leq 8 \text{ m}^3$	Pequeno Vazamento
II	MÉDIA	Pequenos danos ao meio ambiente (rápido restabelecimento do ecossistema e baixo custo de reparo).	$8 < V \leq 200 \text{ m}^3$	Médio Vazamento
III	CRÍTICA	Severos danos ao meio ambiente (médio restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$200 < V \leq 11.200 \text{ m}^3$	Grande Vazamento
IV	CATASTRÓFICA	Grandes danos ao meio ambiente (lento restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$V > 11.200 \text{ m}^3$	

II.10.3.4. VOLUMES LIBERADOS

Na Tabela II.10.3.7 são apresentados os volumes liberados de óleo (óleo cru, óleo diesel/óleo combustível, óleo lubrificante, óleo sujo, água de produção e água oleosa/efluente oleoso), para cada um dos cenários analisados envolvendo vazamentos de óleo. É importante mencionar que para fins de cálculo do Risco Ambiental associado à atividade foram selecionados apenas os cenários capazes de resultar em contaminação ambiental, ou seja, os cenários envolvendo vazamentos de hidrocarbonetos para o mar (cenários listados na Tabela II.10.3.7).

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

- Para a determinação da severidade dos sistemas envolvendo armazenamento de óleo e produtos químicos foi considerado o inventário total do maior tanque de cada um dos produtos dos sistemas analisados;

- A vazão de transferência de óleo diesel/combustível para a plataforma Peregrino C, dependente do barco de apoio, foi estimada como sendo de 100 m³/h para efeitos de cálculos (limite operacional pelas condições de transferência em alto mar);
- O tempo máximo de detecção e interrupção do bombeio foi estimado como sendo de no máximo 03 (três) minutos;
- Ainda com relação aos barcos de apoio e instalação, o volume máximo de óleo liberado a partir dos tanques destas unidades foi considerado como 615,7 m³, correspondente ao volume do maior tanque de estocagem de óleo combustível (gasóleo marinho) da embarcação de instalação *Deep Energy* (embarcação que apresenta o maior tanque de armazenamento de óleo dentre todas as embarcações previstas para a Fase II de Peregrino);
- No que diz respeito ao afundamento das embarcações de apoio e instalação, para a determinação da severidade deste sistema considerou-se como volume máximo de óleo combustível capaz de ser liberado o volume de 6.264,8 m³, volume correspondente à maior capacidade de armazenamento de óleo dentre as embarcações de apoio / instalação previstas para a Fase II do Sistema de Produção de Óleo e Gás no Campo de Peregrino (embarcação de instalação *Deep Energy*);
- Para o cenário acidental relacionado à queda de carga durante as operações de carga e descarga, considerou-se como volume máximo de resíduo oleoso e/ou produtos químicos possível de ser liberado 5 m³, correspondendo ao volume padrão de tanques portáteis;
- Para o sistema de gás combustível, considerou-se apenas a possibilidade de ocorrência de vazamentos de pequena magnitude, com liberações de até 8 m³;
- Para a determinação do volume máximo de óleo cru possível de ser liberado a partir das linhas de produção, considerou-se o volume contido no conjunto linha + riser com o maior volume (conjunto linha de produção 8 com 10,75" de diâmetro e 13.355 m de extensão + riser 8 com 9,5" de diâmetro e 470 m de extensão), resultando em um volume máximo de 803,5 m³;
- Para a determinação do volume máximo de água de produção possível de ser liberado a partir da linha de injeção, considerou-se o volume contido no conjunto linha + riser (linha de injeção 9 com 12,75" de diâmetro e 13.259 m de extensão + riser 9 com 11,5" de diâmetro e 425 m de extensão), resultando em um volume máximo de 1.120,0 m³;
- Ainda com relação às linhas de injeção, para os cenários envolvendo vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção, considerou-se, conservativamente para fins de determinação da severidade, que o inventário liberado seria composto 100% de óleo, embora o teor de óleo na água de produção seja bem pequeno (da ordem de ppm);
- Para a determinação do volume máximo de gás a partir do gasoduto de importação de gás contido no gasoduto (8" de diâmetro e 44.329 m de extensão), resultando em um volume máximo de 1.437,6 m³;

- Para a determinação do volume máximo de óleo cru possível de ser liberado a partir do sistema de cabeça do poço, considerou-se o volume contido no *riser* integrante do sistema de linhas submarinas (*riser + flowline*) com o maior volume de óleo (*riser* 8 com 9,5” de diâmetro e 470 m de extensão, resultando em uma liberação de 21,5 m³ de óleo cru), adicionado ao volume decorrente de uma vazamento durante 10 (dez) minutos (tempo necessário para detectar e interromper o vazamento), com a vazão máxima de produção de óleo do poço, 15.000 m³/dia, resultando, neste segundo caso, em uma liberação de 104,2 m³;
- Nas liberações de água oleosa/efluente oleoso, conservativamente considerou-se que o inventário do tanque de drenagem oleosa (utilizado para determinar o volume máximo deste sistema) seria composto 100% por óleo.

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

TABELA II.10.3.7 – Cenários envolvendo vazamento de óleo para o mar.

Cenário da APR	Sistema	Subsistema
03, 04 e 05	Perfuração / Completação / Intervenção	Controle do poço.
06 e 07		Cabeça do poço.
08	Óleo Diesel Marítimo	Transferência de óleo diesel da embarcação de apoio para a plataforma Peregrino C.
10 e 11		Armazenamento e movimentação de óleo diesel.
14	Óleo Sujo	Armazenamento de óleo sujo.
19 e 20	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem controlada de efluentes oleosos.
22	Operações de Carga e Descarga / Transferência	Linhas de produção.
23, 24 e 25	Linhas Submarinas	Unidade de perfuração
26, 27 e 28		Linha de injeção.
32, 33 e 34	Atividades de Apoio e de Logística	Armazenamento de óleo nas embarcações de apoio / instalação.
35		Estabilidade das embarcações de apoio / instalação.

É importante observar que, conforme mencionado anteriormente, alguns cenários envolvendo vazamentos de óleo identificados na APR não foram considerados para efeitos do cálculo do Risco Ambiental em função de estes vazamentos ficarem contidos no sistema de drenagem da unidade de perfuração não resultando, portanto, em contaminação ambiental. Ressalta-se, no entanto, que estes cenários tiveram seus riscos devidamente levantados e registrados, conforme estabelecido na metodologia da APR.

Na **Tabela II.10.3.8**, a seguir, são apresentados os cenários envolvendo vazamento de óleo que ficam contidos na unidade de perfuração, além de seus respectivos inventários de óleo liberado e capacidades de contenção existentes.

TABELA II.10.3.8 – Cenários envolvendo vazamentos de óleo não contabilizados para o cálculo do Risco Ambiental.

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Volume liberado de óleo [m³]	Contenção existente [m³]
09	Óleo Diesel Marítimo	Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel.	8,0	14,0
12	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Movimentação de Óleo Lubrificante	5,0	14,0
13	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo.	8,0	14,0

A **Tabela II.10.3.9** apresenta os cálculos dos volumes de óleo dos Cenários envolvendo vazamento para o mar.

TABELA II.10.3.9 – Volumes liberados de óleo.

Cenário da APR	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m ³]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo de interrupção	Volume liberado na transferência [m ³]	Ocorrência de contaminação Ambiental	Volume de óleo liberado [m ³]
03	Óleo Cru	-	1.500 m ² /dia	30 dias	450.000	Sim	8,0
04	Óleo Cru	-				Sim	200,0
05	Óleo Cru	-				Sim	450.000,0
06	Óleo Cru	125,7	-	-	-	Sim	8,0
07	Óleo Cru	125,7	-	-	-	Sim	125,7
08	Óleo Diesel	-	100 m ³ /h	3 min	5,0	Sim	5,0
09	Óleo Diesel	280,0	-	-	-	Não	-
10	Óleo Diesel	280,0	-	-	-	Sim	200,0
11	Óleo Diesel	280,0	-	-	-	Sim	280,0
12	Óleo Lubrificante	5,0	-	-	-	Não	-
13	Óleo Sujo	31,0	-	-	-	Não	-
14	Óleo Sujo	31,0	-	-	-	Sim	31,0
19	Efluentes Oleosos	42,0	-	-	-	Sim	8,0
20	Efluentes Oleosos	42,0	-	-	-	Sim	42,0
22	Resíduo Oleoso e/ou Óleo	5,0	-	-	-	Sim	5,0
23	Óleo Cru	803,5	-	-	-	Sim	8,0
24	Óleo Cru	803,5	-	-	-	Sim	200,0
25	Óleo Cru	803,5	-	-	-	Sim	803,5
26	Água de Produção	1.120,0	-	-	-	Sim	8,0
27	Água de Produção	1.120,0	-	-	-	Sim	200,0
28	Água de Produção	1.120,0	-	-	-	Sim	1.120,0
32	Óleo Diesel / Combustível	615,7	-	-	-	Sim	8,0
33	Óleo Diesel / Combustível	615,7	-	-	-	Sim	200,0
34	Óleo Diesel / Combustível	615,7	-	-	-	Sim	615,7
35	Óleo Diesel / Combustível	6.364,8	-	-	-	Sim	6.264,8

II.10.3.5. AVALIAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

Apresenta-se neste item a Análise Quantitativa de Riscos realizada para a determinação das frequências de ocorrência dos cenários ambientais analisados que envolvem derramamento de óleo para o mar, causando contaminação ambiental. Esta análise foi subsidiada pelos P&IDs (*Piping and Instrumentation Diagrams*) dos principais sistemas da plataforma Peregrino C, os quais estão apresentados no **Anexo A**, e pelo banco de dados HSE (2018) dos quais foram extraídas as taxas de falha dos equipamentos envolvidos em cada um dos sistemas analisados.

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

A premissa de que os grandes volumes de vazamentos (volumes superiores a 200 m³) estão associados a elementos / equipamentos de maior importância (tanques, bombas, tubulação, etc.) foi adotada neste estudo, sendo considerado para os outros elementos de menor porte (válvulas, indicadores, transmissores, etc.) apenas os cenários de vazamento de pequenos e médios vazamentos (volumes de até 200 m³).

É importante mencionar que as frequências apresentadas neste estudo referentes à plataforma Peregrino C correspondem às frequências apresentadas no *Anexo – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da plataforma Peregrino C, documento a ser encaminhado a esta CGMAC/IBAMA.

- **Cenários 01 e 02**

Para o cálculo do volume de fluido de perfuração / completação / intervenção liberado durante preparo e circulação, considerou-se o inventário do maior tanque do sistema ativo de fluidos existente na plataforma Peregrino C, o qual possui o volume de 40 m³.

Ressalta-se que para a atividade estão previstos apenas o uso de fluido de perfuração / completação / intervenção de base aquosa, os quais, por não possuírem óleo em sua composição, causam menos danos ao meio ambiente. Desta forma, para a determinar a severidade dos cenários associados à liberação de fluido de perfuração, foram adotadas classificações de severidade um nível abaixo à severidade correspondente ao volume liberado de acordo com a **Tabela II.10.3.2**. Como resultante obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades

- **Cenário 01** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 02** – Médio vazamento (até 40 m³): severidade menor (I).

Para a determinação da frequência destes cenários acidentais, foram analisadas as taxas de falhas dos componentes apresentados na **Tabela II.10.3.10**. Estes correspondem aos componentes envolvidos no preparo e circulação de perfuração, de acordo com os fluxogramas da Unidade (**Anexo A** deste documento).

A tabela a seguir apresenta também as taxas de falhas mencionadas, de acordo com a magnitude dos cenários, onde aplicável.

TABELA II.10.3.10 – Frequências dos cenários 01 e 02.

SISTEMA	Perfuração / Completação / Intervenção.					
SUBSISTEMA	Preparação e Circulação de Fluido de Perfuração / Completação / Intervenção.					
CENÁRIOS	01 e 02	Vazamento de fluido de perfuração devido a furos/ruptura, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante o seu preparo e circulação, resultando em espalhamento por áreas adjacentes e para o mar.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 01 e 02	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula borboleta atuada	18	2,15E-04	-	3,86E-03	-	HSE, 2018
Válvula borboleta manual	7	3,87E-05	-	2,71E-04	-	HSE, 2018
Válvula bola manual	3	2,52E-04	-	7,55E-04	-	HSE, 2018
Válvula check	2	1,91E-05	-	3,82E-05	-	HSE, 2018
Válvula borboleta ESDV	1	1,39E-04	-	1,39E-04	-	HSE, 2018
Válvula gaveta atuada	4	2,15E-04	-	8,58E-04	-	HSE, 2018
Tanque atmosférico	3	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-04	4,18E-04	HSE, 2018
Degaseificador	2	1,10E-05	1,10E-03	2,21E-05	2,21E-03	HSE, 2018
Peneira	4	2,48E-04	7,43E-04	9,91E-04	2,97E-03	HSE, 2018
Bomba	4	4,99E-03	2,16E-03	2,00E-02	8,64E-03	HSE, 2018
Centrífuga	1	5,18E-03	2,16E-03	5,18E-03	2,16E-03	HSE, 2018
Tanque com agitação	6	6,97E-05	1,39E-04	4,18E-04	8,36E-04	HSE, 2018
Indicador de nível	3	2,33E-04	-	6,99E-04	-	HSE, 2018
Transmissor de nível	3	2,33E-04	-	6,99E-04	-	HSE, 2018
Indicador de vazão	1	2,33E-04	-	2,33E-04	-	HSE, 2018
Transmissor de vazão	1	2,33E-04	-	2,33E-04	-	HSE, 2018
Indicador de pressão	10	2,33E-04	-	2,33E-03	-	HSE, 2018
Transmissor de pressão	7	2,33E-04	-	1,63E-03	-	HSE, 2018
Tubulação (6")	1	2,69E-05	2,18E-05	2,69E-05	2,18E-05	HSE, 2018
TOTAL				3,86E-02	1,73E-02	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA				Provável (D)	Provável (D)	

- **Cenários 03, 04 e 05**

Para o cálculo do volume de óleo cru e gás liberado em função da perda de controle do poço (*blowout*) considerou-se uma liberação máxima durante 30 dias a uma taxa de produção de óleo de 15.000 m³/dia, resultando, portanto, em um volume total de 450.000 m³ de óleo cru. Desta forma, têm-se os seguintes cenários de liberação possíveis:

- **Cenário 03** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 04** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 05** – Grande vazamento (até 450.000 m³): severidade catastrófica (IV).

Com relação à frequência de ocorrência de *blowout*, não foi possível determinar distinção entre diferentes magnitudes, com base nos dados disponíveis em bancos de dados. Para esta análise realizada, o banco de dados adotado para a obtenção da taxa de frequência para ocorrência de *blowout* foi o SINTEF, 2011, o qual fornece o valor de 6,0E-05 para perfuração poços de desenvolvimento.

- **Cenários 06 e 07**

Para a determinação do volume máximo de óleo cru possível de ser liberado a partir do sistema de cabeça do poço, considerou-se o volume contido no *riser* integrante do sistema de linhas submarinas (*riser + flowline*) com o maior volume de óleo (*riser* 8 com 9,5" de diâmetro e 470 m de extensão, resultando em uma liberação de 21,5 m³ de óleo cru), adicionado ao volume decorrente de um vazamento durante 10 (dez) minutos (tempo necessário para detectar e interromper o vazamento), com a vazão de produção de óleo do poço, 15.000 m³/dia, resultando, neste segundo caso, em uma liberação de 104,2 m³. Desta forma, o volume máximo de óleo cru possível de ser liberado a partir do sistema de cabeça do poço é de 125,7 m³, resultando nos seguintes cenários acidentais:

- **Cenário 06** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 07** – Médio vazamento (até 125,7 m³): severidade média (II).

Com relação às frequências de ocorrência destes cenários, estas são determinadas com base na taxa de falha de *risers* e encontram-se apresentados na **Tabela II.10.3.11**.

TABELA II.10.3.11 – Frequências dos cenários 06 e 07.

SISTEMA	Perfuração / Completação / Intervenção					
SUBSISTEMA	Cabeça do Poço					
CENÁRIOS	06 e 07	Vazamento de óleo cru a partir do sistema de cabeça do poço.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 06 e 07	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Riser (9,5")	1	2,30E-05	2,30E-07	2,30E-05	2,30E-07	HSE, 2018
TOTAL				2,30E-05	2,30E-07	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA				Extremamente Remota (A)	Extremamente Remota (A)	

- **Cenário 08**

Para o cálculo do máximo volume liberado de óleo durante a transferência do barco de apoio para a plataforma Peregrino C considerou-se um vazamento durante 03 (três) minutos, tempo considerado suficiente para a detecção e interrupção do vazamento uma vez que a operação é assistida, ou seja, durante a operação de abastecimento da plataforma Peregrino C há um técnico de prontidão em cada uma das unidades. Com relação à taxa de liberação de óleo, considerou-se a vazão de 100 m³/h, a qual corresponde à maior vazão de transferência de óleo dentre todas as embarcações de apoio a serem utilizadas na atividade (conforme reportado pela empresa operadora). Desta forma o volume total liberado é de 5,0 m³, determinando o seguinte possível cenário acidental:

- **Cenário 08** – Pequeno vazamento (até 5,0 m³): severidade menor (I)

Para a determinação da frequência destes cenários acidentais, foram analisadas as taxas de falhas dos componentes apresentados na **Tabela II.10.3.12**. Estes correspondem aos componentes envolvidos no preparo e no tratamento do fluido de perfuração, de acordo com os fluxogramas da Unidade (**Anexo A** deste documento).

A tabela a seguir apresenta também as taxas de falhas mencionadas, de acordo com a magnitude dos cenários, onde aplicável.

TABELA II.12.3.12 – Frequências do cenário 05.

SISTEMA		Óleo Diesel Marítimo.		
SUBSISTEMA		Transferência de Óleo Diesel da Embarcação de Apoio para a Plataforma Peregrino C.		
CENÁRIO		08	Vazamento de óleo diesel devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.	
Descrição dos componentes referentes ao cenário 08	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento		
Mangote	1	2,02E-02	2,02E-02	HSE, 2018
Válvula globo manual	3	3,87E-05	1,16E-04	HSE, 2018
Válvula bola manual	4	2,52E-04	1,01E-03	HSE, 2018
Válvula check	1	1,91E-05	1,91E-05	HSE, 2018
Indicador de pressão	1	2,33E-04	2,33E-04	HSE, 2018
TOTAL			2,16E-02	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA			Provável (D)	

- **Cenários 09, 10 e 11**

O volume máximo de óleo diesel possível de ser liberado decorrente da ruptura da linha desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo é de 280 m³, correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo diesel da plataforma Peregrino C, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 09** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 10** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 11** – Grande vazamento (até 280 m³): severidade crítica (III).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência de acordo com os fluxogramas da unidade (apresentados no **Anexo A** deste documento) foram aqueles indicados na **Tabela II.10.3.13**.

TABELA II.10.3.13 – Frequências dos cenários 09, 10 e 11.

SISTEMA	Óleo Diesel Marítimo.							
SUBSISTEMA	Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel.							
CENÁRIOS	09, 10 e 11	Vazamento de óleo diesel/combustível devido a furos/ruptura, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para o mar.						
Descrição dos componentes referentes aos cenários 09, 10 e 11	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	
Tanque de armazenamento	2	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-06	1,39E-04	2,79E-04	4,18E-06	HSE, 2018
Válvula bola atuada	1	2,59E-04	-	-	2,59E-04	-	-	HSE, 2018
Válvula ESDV	1	1,39E-04	-	-	1,39E-04	-	-	HSE, 2018
Válvula check	1	1,91E-05	-	-	1,91E-05	-	-	HSE, 2018
Bomba centrífuga	1	5,18E-03	2,16E-03	7,34E-05	5,18E-03	2,16E-03	7,34E-05	HSE, 2018
Indicador de pressão	1	2,33E-04	-	-	2,33E-04	-	-	HSE, 2018
Indicador de nível	2	2,33E-04	-	-	4,66E-04	-	-	HSE, 2018
Transmissor de nível	1	2,33E-04	-	-	2,33E-04	-	-	HSE, 2018
Tubulação (10")	1	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-06	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-06	HSE, 2018
TOTAL					6,74E-03	2,58E-03	7,97E-05	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA					Ocasional (C)	Ocasional (C)	Extremamente Remota (A)	

- **Cenário 12**

Para a determinação da severidade do sistema envolvendo o armazenamento e a movimentação de óleo lubrificante, considerou-se o volume do tambor de armazenamento deste tipo de óleo presente na plataforma Peregrino C (5 m³), como sendo o máximo volume de óleo lubrificante possível de ser liberado, resultando no seguinte cenário e respectiva severidade:

- **Cenário 12** – Pequeno vazamento (até 5 m³): severidade menor (I).

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, por ele envolver apenas a o armazenamento de óleo lubrificante em tanques, foi considerada a taxa de falha associada a furos/ruptura de tanques, a qual foi extraída do HSE (2018) e apresenta o valor de 6,97E-05 para pequenos vazamentos, resultando, portanto, em uma classificação de severidade como extremamente remota (categoria A).

- **Cenários 13 e 14**

Para a determinação da severidade do sistema envolvendo o armazenamento de óleo sujo, considerou-se o volume do tanque de armazenamento deste tipo de óleo presente na plataforma Peregrino C (31 m³), como sendo o máximo volume de óleo sujo possível de ser liberado, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 13** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 14** – Médio vazamento (até 31 m³): severidade média (II).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, por este envolver apenas a o armazenamento de óleo sujo em tanques, foi considerada a taxa de falha associada a furos/ruptura de tanques, a qual foi extraída do HSE (2018) e apresenta o valor de 6,97E-05 e 1,39E-04, respectivamente para pequenos e médios vazamentos, resultando, portanto, em uma classificação de severidade como extremamente remota (categoria A) para o pequeno vazamento e remota (categoria B) para o médio vazamento (respectivamente cenários 10 e 11).

- **Cenários 15 e 16**

O máximo volume de barita/bentonita que pode ser liberado durante o seu armazenamento e movimentação é de 57 m³, correspondendo ao volume de um dos silos de armazenamento de barita/bentonita presente na plataforma Peregrino C. É importante mencionar que, por serem a barita e a bentonita compostos químicos não perigosos e menos impactantes ao meio ambiente que o óleo, foram adotadas classificações de severidade um nível abaixo à severidade correspondente ao volume liberado de acordo com a **Tabela II.10.3.2**. Como resultante obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 15** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 16** – Médio vazamento (até 57 m³): severidade menor (I).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.10.3.14**. Estes componentes, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado.

TABELA II.10.3.14 – Frequências dos cenários 12 e 13.

SISTEMA	Produtos Químicos.					
SUBSISTEMA	Armazenamento e Movimentação de Barita/Bentonita.					
CENÁRIOS	15 e 16	Vazamento de baritina/bentonita devido a furos/ruptura, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de armazenamento até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 15 e 16	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Tanque	6	6,97E-05	1,39E-04	4,18E-04	8,36E-04	HSE, 2018
Válvula check	2	1,91E-05	-	3,82E-05	-	HSE, 2018
Válvula borboleta atuada	11	2,15E-04	-	2,36E-03	-	HSE, 2018
PSV	3	3,39E-04	-	1,02E-03	-	HSE, 2018
Indicador de pressão	3	2,33E-04	-	6,99E-04	-	HSE, 2018
Transmissor de pressão	2	2,33E-04	-	4,66E-04	-	HSE, 2018
Ciclone	2	6,97E-05	1,39E-04	1,39E-04	2,79E-04	HSE, 2018
Tanque coletor	2	6,97E-05	1,39E-04	1,39E-04	2,79E-04	HSE, 2018
Tubulação (5")	1	2,69E-05	2,18E-05	2,69E-05	2,18E-05	HSE, 2018
TOTAL				5,30E-03	1,42E-03	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA				Ocasional (C)	Ocasional (C)	

- *Cenários 17 e 18*

O máximo volume de cimento que pode ser liberado durante o seu armazenamento e movimentação é de 57 m³, correspondendo ao volume de um dos silos de armazenamento deste produto existentes nas unidades (todos os silos de cimento possuem o mesmo volume). A exemplo do que ocorrera para o sistema envolvendo a barita/bentonita, também para o cimento foi adotada uma classificação de severidade um nível abaixo à correspondente ao volume liberado, de acordo com a **Tabela II.10.3.2**. Desta forma, como resultante do sistema envolvendo a liberação de cimento durante o seu armazenamento e movimentação obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- **Cenário 17** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 18** – Médio vazamento (até 57 m³): severidade menor (I).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência foram aqueles indicados na **Tabela II.10.3.15**, os quais, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado.

TABELA II.10.3.15 – Frequências dos cenários 17 e 18.

SISTEMA	Produtos Químicos.					
SUBSISTEMA	Armazenamento e Movimentação de Cimento.					
CENÁRIOS	17 e 18	Vazamento de cimento devido furos/ruptura, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de armazenamento até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 17 e 18	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula borboleta atuada	6	2,15E-04	-	1,29E-03	-	HSE, 2018
Válvula bola atuada	2	2,59E-04	-	5,17E-04	-	HSE, 2018
Válvula check	1	1,91E-05	-	1,91E-05	-	HSE, 2018
PSV	1	3,39E-04	-	3,39E-04	-	HSE, 2018
Indicador de pressão	1	2,33E-04	-	2,33E-04	-	HSE, 2018
Transmissor de pressão	1	2,33E-04	-	2,33E-04	-	HSE, 2018
Tanque de armazenamento	3	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-04	4,18E-04	HSE, 2018
Tubulação (5")	1	2,69E-05	2,18E-05	2,69E-05	2,18E-05	HSE, 2018
TOTAL				2,86E-03	4,40E-04	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA				Ocasional (C)	Remota (B)	

- *Cenários 19 e 20*

O volume de óleo liberado durante a drenagem e tratamento de efluentes oleosos / água oleosa, o qual foi considerado para determinar a severidade do cenário, foi de 42 m³, correspondente à capacidade do separador de água e óleo (tanque do sistema de drenagem e tratamento de efluentes com a maior capacidade de armazenamento), considerando-se que 100% do volume contido neste tanque corresponde a óleo.

Toda a água oriunda da drenagem oleosa após ser tratada no separador de água e óleo passa por um sistema de monitoramento de óleo, para posteriormente ser descartada ao mar, caso o teor de óleo seja inferior a 15 ppm. Desta forma, adotando-se 15 ppm como sendo a concentração máxima de óleo presente na água oriunda da drenagem oleosa, tem-se que o volume máximo efetivo de óleo presente em um desses tanques de armazenamento de drenagem é de aproximadamente 0,015 m³.

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

- **Cenário 19** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I)
- **Cenário 20** – Médio vazamento (até 42 m³): severidade média (II)

Com relação às frequências de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo destas frequências de acordo com os fluxogramas da unidade (apresentados no **Anexo A** deste documento) foram aqueles indicados na **Tabela II.10.3.16**.

TABELA II.10.3.16 – Frequência e categoria dos cenários 19 e 20.

SISTEMA	Drenagem e Tratamento de Efluentes.					
SUBSISTEMA	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos.					
CENÁRIOS	19 e 20	Vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furo/ruptura ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.				
Descrição dos componentes referentes aos cenários 19 e 20	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		Frequência (ano ⁻¹)		Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	
Válvula gaveta atuada	2	2,15E-04	-	4,29E-04	-	HSE, 2018
Válvula bola manual	14	2,52E-04	-	3,52E-03	-	HSE, 2018
Válvula bola atuada	1	2,59E-04	-	2,59E-04	-	HSE, 2018
Válvula check	2	1,91E-05	-	3,82E-05	-	HSE, 2018
Bomba centrífuga	2	5,18E-03	2,16E-03	1,04E-02	4,32E-03	HSE, 2018
Tanque	3	6,97E-05	1,39E-04	2,09E-04	4,18E-04	HSE, 2018
Indicador de pressão	3	2,33E-04	-	6,99E-04	-	HSE, 2018
Indicador de nível	2	2,33E-04	-	4,66E-04	-	HSE, 2018
Transmissor de nível	2	2,33E-04	-	4,66E-04	-	HSE, 2018
TOTAL				1,64E-02	4,73E-03	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA				Provável (D)	Ocasional (C)	

- **Cenário 21**

Para os cenários referentes à liberação de gás combustível na plataforma Peregrino C, assumiu-se a possibilidade de ocorrência de liberação de pequenos volumes de gás, com magnitude até 8 m³ resultando, portanto, no seguinte cenário acidental:

- **Cenário 21** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, os componentes envolvidos e utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.10.3.17**. Estes componentes, de acordo com os fluxogramas da unidade apresentados no **Anexo A** deste documento são os componentes envolvidos no sistema analisado.

TABELA II.10.3.17 – Frequência do cenário 21.

SISTEMA	Plataforma Peregrino C			
SUBSISTEMA	Sistema de Gás Combustível			
CENÁRIO	21	Vazamento de gás combustível devido a furos/ruptura, trincas ou falhas de vedação em vasos, linhas e/ou acessórios do sistema de gás combustível.		
Descrição dos componentes referentes ao cenário 21	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)	Frequência (ano ⁻¹)	Referências Bibliográficas
		Pequeno Vazamento	Pequeno Vazamento	
Vaso	6	6,97E-05	4,18E-04	HSE, 2018
Válvula bola	2	2,52E-04	5,04E-04	HSE, 2018
Válvula ESV	11	1,39E-04	1,53E-03	HSE, 2018
PSV	1	3,39E-04	3,39E-04	HSE, 2018
Indicador de pressão	1	2,33E-04	2,33E-04	HSE, 2018
Indicador de temperatura	2	2,33E-04	4,66E-04	HSE, 2018
Transmissor de temperatura	2	2,33E-04	4,66E-04	HSE, 2018
Tubulação (5")	1	2,69E-05	2,69E-05	HSE, 2018
TOTAL			5,30E-03	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA			Ocasional (C)	

- **Cenário 22**

Para o cenário acidental relacionado à queda de carga durante as operações de carga e descarga / transferência, a frequência de ocorrência foi obtida diretamente de banco de dados HSE (2007) possuindo o valor de 4,89E-02, considerando-se plataformas fixas. Desta forma, este cenário é classificado como sendo de ocorrência provável (categoria D). Com relação à sua severidade, o volume máximo de resíduo oleoso e/ou produtos químicos possível de ser liberado é de até 5 m³, correspondendo ao volume padrão de tanques portáteis, e resultando no seguinte cenário:

- **Cenário 22** – Pequeno vazamento (até 5 m³): severidade menor (I).

- **Cenários 23, 24 e 25**

Para a determinação do volume máximo de óleo cru possível de ser liberado a partir das linhas de produção, considerou-se o volume contido no conjunto linha + riser com o maior volume (conjunto linha de produção 8 com 10,75” de diâmetro e 13.355 m de extensão + riser 8 com 9,5” de diâmetro e 470 m de extensão), resultando em um volume máximo de 803,5 m³ e nos seguintes cenários:

- **Cenário 23** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 24** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 25** – Pequeno vazamento (até 803,5 m³): severidade crítica (III).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos nas taxas de falha de *flowlines* e *riser* utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.10.3.18**.

TABELA II.10.3.18 – Frequências dos cenários 23, 24 e 25.

SISTEMA	Subsea							Referências Bibliográficas
SUBSISTEMA	Linhas de Produção							
CENÁRIOS	23, 24 e 25	Vazamento de óleo cru a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.						
Descrição dos componentes referentes aos cenários 23, 24 e 25	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)			Frequência (ano ⁻¹)			
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Flowline (10,75")	1	1,70E-04	1,46E-04	2,15E-05	1,70E-04	1,46E-04	2,15E-05	HSE, 2018
Riser (9,5")	1	2,30E-05	2,30E-07	2,30E-07	2,30E-05	2,30E-07	2,30E-07	HSE, 2018
TOTAL					1,93E-04	1,46E-04	2,17E-05	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA					Remota (B)	Remota (B)	Extremamente Remota (A)	

- **Cenários 26, 27 e 28**

Para a determinação do volume máximo de água de produção possível de ser liberado a partir da linha de injeção, considerou-se o volume contido no conjunto linha + riser (linha de injeção 9 com 12,75" de diâmetro e 13.259 m de extensão + riser 9 com 11,5" de diâmetro e 425 m de extensão), resultando em um volume máximo de 1.120,0 m³ e nos seguintes cenários:

- **Cenário 26** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 27** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 28** – Pequeno vazamento (até 1.120,0 m³): severidade crítica (III).

É importante observar que as classificações de severidade destes cenários são bastante conservativas, já que a quantidade de óleo na água de produção é muito pequena.

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e as taxas de falha de *flowlines* e *riser* utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.10.3.19**.

TABELA II.10.3.19 – Frequências dos cenários 26, 27 e 28.

SISTEMA	Subsea							Referências Bibliográficas
SUBSISTEMA	Linha de Injeção							
CENÁRIOS	26, 27 e 28	Vazamento de água de produção a partir da linha de injeção da plataforma Peregrino C.						
Descrição dos componentes referentes aos cenários 26, 27 e 28	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)			Frequência (ano ⁻¹)			
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Flowline (12,75")	1	1,70E-04	1,46E-04	2,15E-05	1,70E-04	1,46E-04	2,15E-05	HSE, 2018
Riser (11,5")	1	2,30E-05	2,30E-07	2,30E-07	2,30E-05	2,30E-07	2,30E-07	HSE, 2018
TOTAL					1,93E-04	1,46E-04	2,17E-05	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA					Remota (B)	Remota (B)	Extremamente Remota (A)	

- **Cenários 29, 30 e 31**

Para a determinação do volume máximo de gás a partir do gasoduto de importação de gás contido no gasoduto (8" de diâmetro e 44.329 m de extensão), resultando em um volume máximo de 1.437,6 m³ e nos seguintes cenários:

- **Cenário 29** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 30** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 31** – Pequeno vazamento (até 1.437,6 m³): severidade crítica (III).

Com relação à frequência de ocorrência destes cenários, os componentes envolvidos e as taxas de falha de *flowline* de gás utilizados no cálculo desta frequência são apresentados na **Tabela II.10.3.20**.

TABELA II.10.3.20 – Frequências dos cenários 29, 30 e 31.

SISTEMA	Subsea							Referências Bibliográficas
SUBSISTEMA	Gasoduto de Importação de Gás							
CENÁRIOS	29, 30 e 31	Vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.						
Descrição dos componentes referentes aos cenários 29, 30 e 31	Nº de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)			Frequência (ano ⁻¹)			
		Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	Pequeno Vazamento	Médio Vazamento	Grande Vazamento	
Gasoduto de Importação de gás (8")	1	1,16E-04	3,47E-06	3,47E-06	1,16E-04	3,47E-06	3,47E-06	HSE, 2018
TOTAL					1,16E-04	3,47E-06	3,47E-06	
CATEGORIA DE FREQUÊNCIA					Remota (B)	Extremamente Remota (A)	Extremamente Remota (A)	

• **Cenários 32, 33 e 34**

Os cenários correspondentes ao vazamento de óleo devido à ruptura do tanque de estocagem da embarcação de apoio / instalação têm como volume máximo possível de ser liberado 615,7 m³, correspondente ao volume do maior tanque de estocagem de óleo combustível (diesel) da embarcação de instalação *Deep Energy* (embarcação que apresenta o maior tanque de armazenamento de óleo dentre todas as embarcações previstas para a Fase II de Peregrino).

Com base no exposto anteriormente, tem-se os seguintes possíveis cenários acidentais decorrentes do vazamento de óleo diesel marítimo a partir dos tanques de estocagem da embarcação de apoio:

- **Cenário 32** – Pequeno vazamento (até 8 m³): severidade menor (I).
- **Cenário 33** – Médio vazamento (até 200 m³): severidade média (II).
- **Cenário 34** – Grande vazamento (até 615,7 m³): severidade crítica (III).

Já com relação à frequência de ocorrência destes cenários acidentais, a análise do evento iniciador resultou em frequências de ocorrência de 6,97E-05, 1,39E-04 e 2,09E-06 para os cenários 32, 33 e 34, respectivamente. Estas frequências correspondem às taxas de pequenos, médios e grandes vazamentos a partir de tanques de armazenamento, de acordo com o HSE (2018). As classificações das frequências dos cenários em questão estão apresentadas na **Tabela II.10.3.21**.

TABELA II.10.3.21 – Frequência e categoria dos cenários 32, 33 e 34.

Cenário	Frequência (ano ⁻¹)	Categoria de Frequência
32	6,97E-05	Extremamente Remota (A)
33	1,39E-04	Remota (B)
34	2,09E-06	Extremamente Remota (A)

• **Cenário 35**

Para a determinação da severidade do cenário acidental relacionado ao vazamento de óleo devido à perda de estabilidade e consequente afundamento das embarcações de apoio / instalação considerou-se a maior capacidade de estocagem deste produto, 6.264,8 m³ (embarcação de instalação *Deep Energy*), dentre as embarcações de apoio / instalação previstas para a Fase II do Sistema de Produção de Óleo e Gás no Campo de Peregrino, escopo deste processo de licenciamento ambiental. Desta forma tem-se o seguinte possível cenário acidental:

- **Cenário 35** – Grande vazamento (até 6.264,8 m³): severidade crítica (III)

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, foi utilizado como referência o “Reference Manual Bevi Risk Assesment”, versão 3.2, do National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) de 2009. Esta referência é uma atualização do Purple Book, de 1999 (*Guidelines for Quantitative Risk Assessment “Purple Book” – Comitee for the Prevention of Disasters – CPR 18E, 1st Edition*). O item

3.14.3.3 do referido manual menciona que não há cenários de falha intrínseca para navios. Desse modo entende-se que as operações de carga/descarga assumam essa posição. Os únicos cenários relevantes, além das operações de carga/descarga, são os de colisões, que também podem ocorrer durante operações de carga/descarga devido à proximidade que se faz necessária entre as unidades marítimas nessas situações.

A frequência para esse cenário pode ser obtida pela equação:

$$F = 6,7E-11 \times T \times t \times N$$

Onde:

F = frequência;

T = número total de navios por ano na rota ou no porto;

t = tempo médio para as operações de carga/descarga (em horas);

N = número de operações de carga/descarga por ano.

De forma conservativa, foram consideradas 4 operações de carga/descarga por semana e contingência de 20%, totalizando 250 operações por ano. Como o cenário de colisão está associado à aproximação entre a unidade de perfuração e a embarcação de apoio durante as operações de carga e descarga, a variável T é considerada igual ao número de aproximações para operação de carga/descarga (ou seja, T = N).

Considerando um tempo médio para cada operação de 10 a 20 horas de duração, considerou-se conservativamente o t como 20 horas. Com isto as frequências de ocorrência destes cenários acidentais são de 8,35E-05, a qual é classificada, de acordo com a **Tabela II.10.3.1**, como sendo de ocorrência extremamente remota (categoria A).

A **Tabela II.10.3.22** apresentada a seguir contém o sumário dos resultados obtidos na determinação das frequências e das severidades dos cenários acidentais.

TABELA II.10.3.22 – Sumário dos resultados obtidos.

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
01	Perfuração / Completação / Intervenção	Preparação e Circulação de Fluido de Perfuração / Completação / Intervenção	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completção / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.	3,86E-02	Provável	D	8,0	Menor	I	Médio
02			Médio vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completção / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.	1,73E-02	Provável	D	40,0	Menor	I	Médio

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
03	Perfuração / Completação / Intervenção	Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	6,00E-05	Extremamente Remota	A	8,0	Menor	I	Baixo
04			Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	6,00E-05	Extremamente Remota	A	200,0	Média	II	Baixo
05			Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	6,00E-05	Extremamente Remota	A	450.000,00	Catastrófica	IV	Médio
06		Cabeça do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.	2,30E-05	Extremamente Remota	A	8,0	Menor	I	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
07	Perfuração / Completação / Intervenção	Cabeça do Poço	Médio vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.	2,30E-07	Extremamente Remota	A	125,7	Média	II	Baixo
08	Óleo Diesel Marítimo	Transferência de Óleo Diesel da Embarcação de Apoio para a Plataforma Peregrino C	Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.	2,16E-02	Provável	D	5,0	Menor	I	Médio
09		Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel	Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.	6,74E-03	Ocasional	C	8,0	Menor	I	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
10	Óleo Diesel Marítimo	Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel	Médio vazamento de óleo diesel devido furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	2,58E-03	Ocasional	C	200,0	Média	II	Médio
11			Grande vazamento de óleo diesel devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	7,97E-05	Extremamente Remota	A	280,0	Crítica	III	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
12	Óleo Lubrificante	Armazenamento e Movimentação de Óleo Lubrificante	Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.	6,97E-05	Extremamente Remota	A	5,0	Menor	I	Baixo
13	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo	Pequeno vazamento de óleo sujo devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.	6,97E-05	Extremamente Remota	A	8,0	Menor	I	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
14	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo	Médio vazamento de óleo sujo devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	1,39E-04	Remota	B	31,0	Média	II	Baixo
15	Produtos Químicos	Armazenamento e Movimentação de Barita / Bentonita	Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	5,30E-03	Ocasional	C	8,0	Menor	I	Baixo
16			Médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	1,42E-03	Ocasional	C	57,0 m ³	Menor	I	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
17	Produtos Químicos	Armazenamento e Movimentação de Cimento	Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.	2,86E-03	Ocasional	C	8,0	Menor	I	Baixo
18			Médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.	4,40E-04	Remota	B	57,0	Menor	I	Baixo
19	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.	1,64E-02	Provável	D	8,0	Menor	I	Médio

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
20	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa.	4,73E-03	Ocasional	C	42,0	Média	II	Médio
21	Sistema de Gás Combustível	-	Pequeno vazamento de gás combustível devido à corrosão, trincas e furos ou falha na vedação de juntas e conexões em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível da plataforma Peregrino C.	5,30E-03	Ocasional	C	8,0	Menor	I	Baixo
22	Operações de Carga e Descarga / Transferência	-	Pequeno vazamento de resíduo oleoso, óleo e/ou produtos químicos devido à queda de carga no mar.	4,89E-02	Provável	D	5,0	Menor	I	Médio
23	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Pequeno vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	1,93E-04	Remota	B	8,0	Menor	I	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
24	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Médio vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	1,46E-04	Remota	B	200,0	Média	II	Baixo
25			Grande vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	2,17E-05	Extremamente Remota	A	803,5	Crítica	III	Baixo
26		Linha de Injeção	Pequeno vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	1,93E-04	Remota	B	8,0	Menor	I	Baixo
27			Médio vazamento de água de produção a partir da linha de injeção da plataforma Peregrino C.	1,46E-04	Remota	B	200,0	Média	II	Baixo
28			Grande vazamento de água de produção a partir da linha de injeção da plataforma Peregrino C.	2,17E-05	Extremamente Remota	A	1.120,0	Crítica	III	Baixo
29		Gasoduto de Importação de Gás	Pequeno vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	1,16E-04	Remota	B	8,0	Menor	I	Baixo
30			Médio vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	3,47E-06	Extremamente Remota	A	200,0	Média	II	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
31	Linhas Submarinas	Gasoduto de Importação de Gás	Grande vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	3,47E-06	Extremamente Remota	A	1.437,6	Crítica	III	Baixo
32	Atividades de Logística e de Apoio	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Pequeno vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.	6,97E-05	Extremamente Remota	A	8,0	Menor	I	Baixo
33			Médio vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.	1,39E-04	Remota	B	200,0	Média	II	Baixo

CENÁRIO ACIDENTAL	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	FREQUÊNCIA			SEVERIDADE			RISCO
				Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
34	Atividades de Apoio e Logística	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Grande vazamento de óleo combustível devido à ruptura do tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e possibilidade de derrame de óleo para o mar.	2,09E-06	Extremamente Remota	A	615,7	Crítica	III	Baixo
35		Estabilidade das Embarcações de Apoio / Instalação	Grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio / instalação resultando em seu afundamento.	8,38E-05	Extremamente Remota	A	6.264,8	Crítica	III	Baixo

➤ **Resultados**

Uma vez determinadas as frequências de ocorrência e as severidades dos cenários acidentais levantados na avaliação da atividade de perfuração e produção escopo deste processo de licenciamento ambiental, são apresentadas a seguir as planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR) para cada um dos cenários acidentais.

A **Figura II.10.3.2** apresentada a distribuição dos cenários levantados na APR realizada na matriz de classificação de risco.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor			FOLHA: 01/02		
DEPARTAMENTO: HSE			REVISÃO: 00		
SISTEMA: Perfuração / Completação / Intervenção		SUBSISTEMA: Preparo e Circulação do Fluido de Perfuração / Completação / Intervenção		DATA: Setembro de 2018	



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completção / intervenção por áreas adjacentes e para o mar. (0 < PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • falha na vedação de juntas e conexões; • trincas e furos; • falha operacional. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental.	D	I	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	01

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Perfuração / Completação / Intervenção			SUBSISTEMA: Preparo e Circulação do Fluido de Perfuração / Completação / Intervenção		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
<p>Médio vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completção / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.</p> <p>(8 < MV ≤ 40 m³)⁹</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional; • colisão de aeronave. 	<p>- Instrumentação - Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental</p>	D	I	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>	02		

⁹ Volume correspondente ao inventário de um dos tanques do sistema ativo de fluidos existente na plataforma Peregrino C.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/03

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Perfuração / Completação /
Intervenção

SUBSISTEMA: Controle do Poço

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.	- Instrumentação de controle do poço.	- <i>Blowout</i> ; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	A	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço. R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	03

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 02/03

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Perfuração / Completação /
Intervenção


SUBSISTEMA: Controle do Poço

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar. (8 < MV ≤ 200 m ³)	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.	- Instrumentação de controle do poço.	- <i>Blowout</i> ; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio e explosão.	A	II	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço. R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	04

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 03/03					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Perfuração / Completação / Intervenção			SUBSISTEMA: Controle do Poço		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar. (200 < GV ≤ 450.000 m ³) ¹⁰	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>) e falha nos dispositivos e procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.	- Instrumentação de controle do poço.	- <i>Blowout</i> ; - Contaminação ambiental; - Possibilidade de incêndio e explosão.	A	IV	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço. R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	05		

¹⁰ Volume calculado considerando a vazão de produção de óleo do poço de aproximadamente 15.000 m³/d e a ocorrência de um vazamento durante 30 dias.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00			
SISTEMA: Perfuração / Completação / Intervenção			SUBSISTEMA: Cabeça do Poço			DATA: Setembro de 2018		
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	- Vazamento em risers, bombas, tubulações ou válvulas ou acessórios devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha na vedação de juntas e conexões • falha operacional; • colisão de aeronave. • ruptura de riser. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental	A	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	06

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 02/02

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Perfuração / Completação /
Intervenção


SUBSISTEMA: Cabeça do Poço

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço. (8 < MV ≤ 125,7 m ³) ¹¹	- Vazamento em risers, bombas, tubulações ou válvulas ou acessórios devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha na vedação de juntas e conexões • falha operacional; • colisão de aeronave. • ruptura de riser. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental	A	II	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	07

¹¹ Volume correspondente ao inventário do riser 8 (21,5 m³) + um vazamento durante 10 minutos (tempo necessário para detectar e interromper o vazamento) considerando a vazão de produção de óleo de 15.000 m³/dia (104,2 m³).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Óleo Diesel Marítimo			SUBSISTEMA: Transferência de Óleo Diesel da Embarcação de Apoio para a plataforma Peregrino C		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar. (0 < PV ≤ 5,0 m ³) ¹²	- Furo ou desconexão de mangote de transferência. - Falha em bomba ou válvula. - Falha operacional.	- Visual	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	D	I	Médio	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R4) Priorizar a realização de operações de transferência no período diurno. R5) Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos. R6) Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência. R7) Manter operadores na plataforma Peregrino C e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação. R8) Monitorar a vazão de transferência de óleo durante a operação de abastecimento da plataforma Peregrino C e suspender a operação caso alguma anormalidade seja observada. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.	08		

¹² Volume calculado considerando uma vazão de transferência de 100 m³/h e um tempo de 03 (três) minutos para detectar e interromper o vazamento.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/03

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Óleo Diesel Marítimo


SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos; • falha na vedação de juntas e conexões; • falha operacional. 	- Instrumentação - Visual	- Vazamento contido na plataforma Peregrino C.	C	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	09

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/03					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Óleo Diesel Marítimo			SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
<p>Médio vazamento de óleo diesel devido furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.</p> <p>(8 < MV ≤ 200 m³)</p>	<p>- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos; • falha na vedação de juntas e conexões; • falha operacional. 	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	C	II	Médio	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>	10		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor				FOLHA: 03/03		
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00		
SISTEMA: Óleo Diesel Marítimo		SUBSISTEMA: Armazenamento e movimentação de Óleo Diesel		DATA: Setembro de 2018		



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Grande vazamento de óleo diesel devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para áreas adjacentes e para o mar. (200 < GV ≤ 280 m ³) ¹³	- Vazamento em tanques, bombas, centrífugas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional; • colisão de aeronave. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	A	III	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	11

¹³ Volume referente ao maior tanque de óleo diesel existente na plataforma Peregrino C.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/01

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Óleo Lubrificante

SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Óleo Lubrificante

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes. ($0 < PV \leq 5 \text{ m}^3$)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos; • falha na vedação de juntas e conexões; • falha operacional; • impacto mecânico. 	- Instrumentação - Visual	- Vazamento contido na plataforma Peregrino C.	A	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	12

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/02

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00


SISTEMA: Óleo Sujo

SUBSISTEMA: Armazenamento de Óleo Sujo


DATA: Setembro de 2018




Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo sujo devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	- Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos; • falha na vedação de juntas e conexões; • falha operacional. 	- Instrumentação - Visual	- Vazamento contido na plataforma Peregrino C.	A	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	13

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Óleo Sujo			SUBSISTEMA: Armazenamento de Óleo Sujo		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Médio vazamento de óleo sujo devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar. (8 < MV ≤ 31 m ³) ¹⁴	- Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	B	II	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	14		


¹⁴ Volume correspondente ao tanque de óleo sujo existente na plataforma Peregrino C.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Produtos Químicos			SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Barita / Bentonita		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar. (0 < PV ≤ 8 m ³)	- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • falha na vedação de juntas e conexões; • trincas e furos; • falha operacional. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental	C	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	15		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Produtos Químicos			SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Barita / Bentonita		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar. (8 < MV ≤ 57 m ³) ¹⁵	- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional; • colisão de aeronave. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental	C	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	16		

¹⁵ Volume correspondente ao maior silo de barita/bentonita existente na plataforma Peregrino C.


ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Produtos Químicos			SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Cimento		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
<p>Pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.</p> <p>($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)</p>	<p>- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • falha na vedação de juntas e conexões; • trincas e furos; • falha operacional. 	<p>- Instrumentação</p> <p>- Visual</p>	<p>- Contaminação ambiental</p>	C	I	Baixo	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p>	17		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Produtos Químicos			SUBSISTEMA: Armazenamento e Movimentação de Cimento		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
Médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar. $(8 < MV \leq 57 \text{ m}^3)^{16}$	- Vazamento em silos, tubulações ou válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional; • colisão de aeronave. 	- Instrumentação - Visual	- Contaminação ambiental	B	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	18		

¹⁶ Volume correspondente ao maior silo de cimento existente na plataforma.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: Equinor						FOLHA: 01/02		
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Drenagem e Tratamento de Efluentes			SUBSISTEMA: Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos			DATA: Setembro de 2018		
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	- Vazamento em tubulações, tanques, no separador água/óleo e válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos; • falha na vedação de juntas e conexões; • falha operacional. 	- Visual	- Contaminação ambiental	D	I	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	19

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR												
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/02							
DEPARTAMENTO: HSE												
SISTEMA: Drenagem e Tratamento de Efluentes			SUBSISTEMA: Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos		DATA: Setembro de 2018							
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário				
Médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa. (8 < MV ≤ 42 m ³) ¹⁷	- Vazamento em tubulações, tanques, no separador água/óleo e válvulas devido a: <ul style="list-style-type: none"> • impacto mecânico; • corrosão; • falha operacional; • colisão de aeronave. 	- Visual	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	C	II	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	20				

¹⁷ Volume do tanque do separador de água e óleo da plataforma Peregrino C.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/01

DEPARTAMENTO: HSE


SISTEMA: Sistema de Gás Combustível

SUBSISTEMA: -

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de gás combustível devido à corrosão, trincas e furos ou falha na vedação de juntas e conexões em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível da plataforma Peregrino C. ($0 \leq PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; • - falha operacional.	- 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 os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	21

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Operações de Carga e Descarga / Transferência			SUBSISTEMA: -		DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	
Pequeno vazamento de resíduo oleoso, óleo e/ou produtos químicos devido à queda de carga no mar. (0 < PV ≤ 5 m ³) ¹⁸	- Queda de carga no mar devido à falha no cabo do guindaste.	- Visual.	- Contaminação ambiental.	D	I	Médio	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R9) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.	22

¹⁸ Volume correspondente ao inventário padrão de tanques portáteis.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/03

DEPARTAMENTO: HSE

SISTEMA: Linhas Submarinas

SUBSISTEMA: Linhas de Produção

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C. ($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)	Vazamento em riser e linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	B	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	23

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 02/03

DEPARTAMENTO: HSE


SISTEMA: Linhas Submarinas

SUBSISTEMA: Linhas de Produção


DATA: Setembro de 2018





Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C. (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamento em riser e linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	B	II	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	24

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Linhas Submarinas		SUBSISTEMA: Linhas de Produção			DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	
<p>Grande vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.</p> <p>(200 < GV ≤ 803,5 m³)¹⁹</p>	<p>Vazamento em <i>riser</i> e linhas devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - rupturas de <i>risers</i> e linhas; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visual. - Instrumentação de controle. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental. 	A	III	Baixo	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>	25

¹⁹ Volume correspondente ao volume de óleo contido no conjunto linha de produção 8 (10,75” e 13.355 m) + *riser* 8 (9,5” e 470 m).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/03			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Linhas Submarinas			SUBSISTEMA: Linha de Injeção		DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	
Pequeno vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C. (0 < PV ≤ 8 m³)	Vazamento em riser e linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	B	I	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	26

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Linhas Submarinas		SUBSISTEMA: Linha de Injeção			DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C. (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamento em riser e linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	B	II	Baixo	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	27

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Linhas Submarinas			SUBSISTEMA: Linhas de Injeção		DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
<p>Grande vazamento de água de produção a partir da linha de injeção da plataforma Peregrino C.</p> <p>(200 < GV ≤ 1.120,0 m³)²⁰</p>	<p>Vazamento em <i>riser</i> e linha devido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - rupturas de <i>risers</i> e linhas; - falha operacional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visual. - Instrumentação de controle. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental. 	A	III	Baixo	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p>	28

²⁰ Volume correspondente ao volume de água de produção contida no conjunto linha de injeção 9 (12,75” e 13.259 m) + *riser* 9 (11,5” e 415 m).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 01/03

DEPARTAMENTO: HSE

SISTEMA: Linhas Submarinas

SUBSISTEMA: Gasoduto de Importação de Gás

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Pequeno vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás. (0 < PV ≤ 8 m³)	Vazamento em linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	B	I	Baixo	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	29

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 02/03

DEPARTAMENTO: HSE


SISTEMA: Linhas Submarinas

SUBSISTEMA: Gasoto de Importação de Gás


DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás. (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamento em linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - trincas e furos; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	A	II	Baixo	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	30

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: HSE								
SISTEMA: Linhas Submarinas		SUBSISTEMA: Gasoduto de Importação de Gás			DATA: Setembro de 2018			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	
Grande vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás. (200 < GV ≤ 1.437,6 m³) ²¹	Vazamento em linhas devido a: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - rupturas de risers e linhas; - falha operacional.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	A	III	Baixo	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	31

²¹ Volume correspondente ao volume de gás contido no gasoduto de importação de gás (8" e 44.329 m).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR								Cenário
EMPRESA: Equinor				FOLHA: 01/03				
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00				
SISTEMA: Atividades de Apoio e Logística		SUBSISTEMA: Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação		DATA: Setembro de 2018				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
<p>Pequeno vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.</p> <p>($0 < PV \leq 8 \text{ m}^3$)</p>	<p>Vazamentos em tanques devido à:</p> <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos. 	- Visual	<p>- Contaminação ambiental.</p> <p>- Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i>.</p>	A	I	Baixo	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>	32

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor				FOLHA: 02/03		
DEPARTAMENTO: HSE				REVISÃO: 00		
SISTEMA: Atividades de Apoio e Logística		SUBSISTEMA: Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação		DATA: Setembro de 2018		



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Médio vazamento de óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar. (8 < MV ≤ 200 m ³)	Vazamentos em tanques devido à: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • trincas e furos. 	- Visual	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	B	II	Baixo	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno. R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.	33

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

EMPRESA: Equinor

FOLHA: 02/02

DEPARTAMENTO: HSE

REVISÃO: 00

SISTEMA: Atividades de Apoio e Logística


SUBSISTEMA: Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação

DATA: Setembro de 2018



Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário
Grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à ruptura do tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e possibilidade de derrame de óleo para o mar. (200 < GV ≤ 615,7 m ³) ²²	Vazamentos em tanques devido à: <ul style="list-style-type: none"> • corrosão; • ruptura do tanque; • colisão com outras embarcações. 	- Visual	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça e <i>flash</i> .	A	III	Baixo	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno. R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.	34

²² Volume correspondente à capacidade do maior tanque de óleo (gasóleo marinho) da embarcação de instalação *Deep Energy* (embarcação que apresenta o maior tanque de armazenamento de óleo dentre todas as embarcações previstas para a Fase II de Peregrino).

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR										
EMPRESA: Equinor					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: HSE					REVISÃO: 00					
SISTEMA: Atividades de Apoio e Logística			SUBSISTEMA: Estabilidade das Embarcações de Apoio / Instalação		DATA: Setembro de 2018					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações / Observações	Cenário		
<p>Grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio / instalação resultando em seu afundamento.</p> <p>(GV ≤ 6.264,8 m³)²³</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inundação; - Danos Estruturais; - Colisão com embarcações; - Condições meteoceanográficas adversas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visual - Odor 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio e explosão. 	A	III	Baixo	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>	35		

²³ Volume correspondente à capacidade de armazenamento de óleo da embarcação de instalação *Deep Energy* (embarcação que apresenta a maior capacidade de armazenamento de óleo dentre todas as embarcações previstas para a Fase II de Peregrino).

A **Figura II.10.3.2**, a seguir, apresenta o resultado da APR. No total foram identificados 35 (trinta e cinco) cenários acidentais. Destes, com relação à severidade dos danos ambientais para o meio ambiente, dezoito foram classificados como sendo de severidade menor (54,3%), nove como sendo de severidade média (25,7%), seis como severidade crítica (17,1%) e um como severidade catastrófica (2,9%). Já com relação à frequência de ocorrência, quinze cenários acidentais foram classificados como sendo de ocorrência extremamente remota (42,9%), oito foram classificados com frequência remota (22,8%), sete como sendo ocasionais (20,0%), cinco como sendo provável (14,3%) e nenhum cenário acidental foi classificado como frequente. Por fim, em relação à categoria de risco, vinte e sete cenários acidentais resultaram na estimativa de risco baixo (77,1%), oito com risco médio (22,9%) e nenhum cenário foi considerado com alto risco, conforme pode ser observado na matriz de risco apresentada abaixo.

MATRIZ DE RISCO				
Frequência	Severidade			
	I - Menor	II - Média	III - Crítica	IV - Catastrófica
A – Extremamente Remota	C03, C06, C12, C13, C32	C04, C07, C30	C11, C25, C28, C31, C34, C35	C05
B - Remota	C18, C23, C26, C29	C14, C24, C27, C33	-	-
C – Ocasional	C09, C15, C16, C17, C21	C10, C20	-	-
D – Provável	C01, C02, C08, C19, C22	-	-	-
E – Frequente	-	-	-	-

SEVERIDADE				
MENOR	MÉDIA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA	
19	09	06	01	
54,3%	25,7%	17,1%	2,9%	
FREQUÊNCIA				
EXTREMAMENTE REMOTA	REMOTA	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
15	08	07	05	-
42,9%	22,8%	20,0%	14,3%	0%

RISCO		
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
27	08	0
77,1%	22,9%	-

FIGURA II.10.3.2 – Distribuição dos cenários acidentais na matriz de risco.

Ainda com relação às planilhas de Análise Preliminar de Riscos, a **Tabela II.10.3.23**, apresentada a seguir, contém a distribuição das medidas preventivas/mitigadoras resultantes da APR realizada e a distribuição destas medidas ao longo dos cenários levantados e analisados.

TABELA II.10.3.23 – Distribuição das recomendações / observações resultantes da APR nos cenários analisados.

Nº	Recomendações / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
		R1	Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
R2	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
R3	Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
R4	Priorizar a realização de operações de transferência no período diurno.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Nº	Recomendações / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
		R5	Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos.																																			
R6	Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência.																																					
R7	Manter operadores na plataforma Peregrino C e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação.																																					

Nº	Recomendações / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
		R8	Monitorar a vazão de transferência de óleo durante a operação de abastecimento da plataforma Peregrino C e suspender a operação caso alguma anormalidade seja observada.																																				
R9	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.																																						
R10	Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.																																						

Nº	Recomendações / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
		R11	Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.																																			
R12	Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.																																					

Nº	Recomendações / Observações	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
		R13	Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .																																			
O1	A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.																																					

II.10.3.6. ÁRVORES DE EVENTOS

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

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

Vale ressaltar que aqueles cenários em que não foi identificada a possibilidade de contaminação ambiental por óleo não são aqui contemplados (subsistemas que envolvem Fluido de Perfuração (base aquosa) Baritina/Bentonita, Cimento e gás), de forma a manter coerência com as orientações do IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA).

Ainda de forma a manter as orientações do IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA), também não foram contemplados neste item os cenários identificados na APR envolvendo vazamentos de óleo em áreas cobertas pelo sistema de drenagem da Plataforma Peregrino C, uma vez que o volume de óleo liberado quando da ocorrência de um vazamento nestas áreas ficaria contido no sistema de drenagem da plataforma, não resultando, portanto, em contaminação ambiental (vazamentos de óleo diesel, óleo lubrificante e óleo sujo na Plataforma Peregrino C).

As árvores de eventos foram construídas a partir dos eventos iniciadores, cujas frequências correspondem às frequências obtidas a partir da Análise Quantitativa de Riscos. Por sua vez, as probabilidades associadas aos desdobramentos acidentais foram extraídas da *International Association of Oil & Gas Procedures, Risk Assessment Data Directory* (OGP, 2010). Como exemplo, apresentam-se na **Tabela II.10.3.24**, valores para a probabilidade de ignição de óleos.

TABELA II.10.3.24 – Probabilidades de Ignição.

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

Fonte: OGP, 2010

De acordo com as premissas adotadas pela OGP, as probabilidades de ignição apresentadas na **Tabela II.10.3.24** contemplam o somatório das probabilidades de ignição imediata e retardada, sendo que a probabilidade de ignição imediata definida no estudo é sempre de 0,0010. Desta forma, para a obtenção da probabilidade de ignição retardada deve-se subtrair 0,0010 do valor da probabilidade de ignição associada a cada taxa de vazamento apresentada anteriormente na **Tabela II.10.3.24**.

Nas **Tabelas II.10.3.25 e II.10.3.26** são apresentadas as informações utilizadas para calcular as frequências dos cenários/tipologias acidentais. Para o cálculo das probabilidades dos desdobramentos acidentais e suas respectivas frequências algumas considerações foram feitas:

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

0,0010, sendo a probabilidade de ignição retardada obtida pela subtração do valor da probabilidade de ignição imediata (0,0010) da probabilidade de ignição total (imediate + retardada) associada a cada taxa de vazamento;

- Para determinar a vazão mássica das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados relativo ao armazenamento e circulação de óleo foi considerado o tempo de vazamento de 10 minutos, o qual corresponde ao tempo mínimo de detecção e intervenção adotado por referências bibliográficas de Análise de Riscos, como, por exemplo, o “Manual de Elaboração de Estudos de Análise de Riscos” da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo);
- Por sua vez, para determinar a vazão mássica associada ao volume de óleo liberado durante o abastecimento da unidade de perfuração foi considerado o tempo de 03 minutos, o qual corresponde ao tempo máximo para a detecção e interrupção do bombeio de óleo, uma vez que esta é uma operação assistida;
- Para os cenários envolvendo a perda de controle do poço (*blowout*), a OGP (*International Association of Oil and Gas Producers*) fornece uma probabilidade de ignição imediata de 9% e uma probabilidade de ignição retardada de 16%, tendo sido estes valores empregados no presente estudo;
- Nas árvores de evento elaboradas os quatro eventos de decisão considerados foram: poça confinada; possibilidade de ignição imediata e possibilidade de ignição retardada resultando em *flash* ou incêndio, tendo estes sido considerados na ordem citada;
- O evento de decisão referente à poça confinada está sendo apresentado nas árvores de evento apenas de forma ilustrativa, já que para os cenários acidentais considerados no cálculo do risco ambiental está sendo adotada a premissa que 100% do inventário de óleo atinge o mar;
- As tipologias/cenários acidentais consideradas no estudo foram incêndio em poça, *flash*, explosão e contaminação ambiental, sendo a primeira, incêndio, decorrente da ignição imediata e as tipologias acidentais *flash* e explosão, decorrentes da ignição retardada. Com relação à contaminação ambiental, tipologia acidental com a maior frequência associada, esta foi considerada quando não há probabilidade de ignição;
- Para os cenários/tipologias acidentais de incêndio em poça, *flash* e explosão, considerou-se que a frequência obtida para estas tipologias acidentais corresponde unicamente aos eventos de incêndio em poça, *flash* e explosão causadores apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que o objetivo de se elaborar as árvores de eventos foi obter a frequência associada a cada um dos cenários acidentais possíveis de modo que a frequência unicamente referente à “contaminação ambiental” pudesse ser utilizada no cálculo do Risco Ambiental, não sendo, no entanto, excluída a possibilidade de ocorrerem mais de um cenário acidental simultaneamente.
- Para cenário que envolve pequeno vazamento de resíduo oleoso, óleo, e/ou produtos químicos devido à queda de carga no mar (Cenário 22), considerou-se que todo o volume de óleo liberado resultaria apenas em contaminação ambiental, não havendo, portanto, possibilidade de ignição. Desta forma, a frequência associada ao evento iniciador corresponde à frequência de ocorrência de

- contaminação ambiental, $4,90E-02$ por ano e não será apresentada árvore de eventos para este cenário;
- Para os cenários de vazamento de óleo a partir das linhas submarinas (linhas de produção e de injeção), considerou-se, de forma conservativa, que todo o inventário liberado resultaria apenas em contaminação ambiental. Desta forma, para esses sistemas não serão apresentadas árvores de eventos (Cenários 23 a 28). Ainda com relação a estes cenários, considerou-se, conservativamente para fins de determinação da severidade, que o inventário liberado seria composto 100% de óleo, embora o teor de óleo na água de produção seja bem pequeno (da ordem de ppm);
 - Nas liberações de água oleosa/efluente oleoso considerou-se, conservativamente, que o inventário do tanque de drenagem oleosa (utilizado para determinar o volume máximo deste sistema) seria composto 100% por óleo.

TABELA II.10.3.25 – Probabilidades de ignição e de explosão dos cenários acidentais.

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Densidade (Kg/m³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade Total de Ignição (Ignição Imediata + Ignição Retardada)	Probabilidade de Ignição Imediata	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em <i>Flash</i>	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão
3	Perfuração / Completção / Intervenção	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	800	-	-	-	0,0900	0,0900	-	-
4				200,00		-		-	0,2500	0,0900	-	0,1600
5				450.000,00		-		-	0,2500	0,0900	-	0,1600
6		Cabeça do Poço	Óleo Cru	8,00	940	7.520	10	752,00	0,0175	0,0010	0,0165	-
7				125,70		118.158		11.815,80	0,0175	0,0010	0,0165	-
8	Óleo Diesel	Transferência da Embarcação de Apoio para a Plataforma Peregrino C	Óleo Diesel	5,00	850	4.250	180	23,61	0,0114	0,0010	0,0104	-
10		Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel		200,00		170.000	600	283,33	0,0024	0,0010	0,0014	-
11				280,00		238.000		396,67	0,0024	0,0010	-	0,0014
14	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	31,00	930	28.830	600	48,05	0,0128	0,0010	0,0118	-
19	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	8,00		7.440		12,40	0,0015	0,0010	0,0005	-
20				42,00		39.060		65,10	0,0024	0,0010	0,0014	-
22	Operações de Carga e Descarga / Transferência	-	Resíduo Oleoso / Óleo	5,00	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Óleo Cru	8,00	-	-	-	-	-	-	-	-
24				200,00	-	-	-	-	-	-	-	-
25				803,50	-	-	-	-	-	-	-	-
26		Linhas de Injeção	Água de Produção	8,00	-	-	-	-	-	-	-	-
27				200,00	-	-	-	-	-	-	-	
28				1.120,00	-	-	-	-	-	-	-	

32	Atividades de Apoio e Logística	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Gasóleo Marinho	8,00	850	6.800	600	11,33	0,0015	0,0010	0,0005	-
33				200,00		170.000		283,33	0,0024	0,0010	0,0014	-
34				615,70		523.345		872,24	0,0024	0,0010	-	0,0014
35		Estabilidade das Embarcações de Apoio / Instalação		6.264,80		5.325.080		8.875,13	0,0024	0,0010	-	0,0014

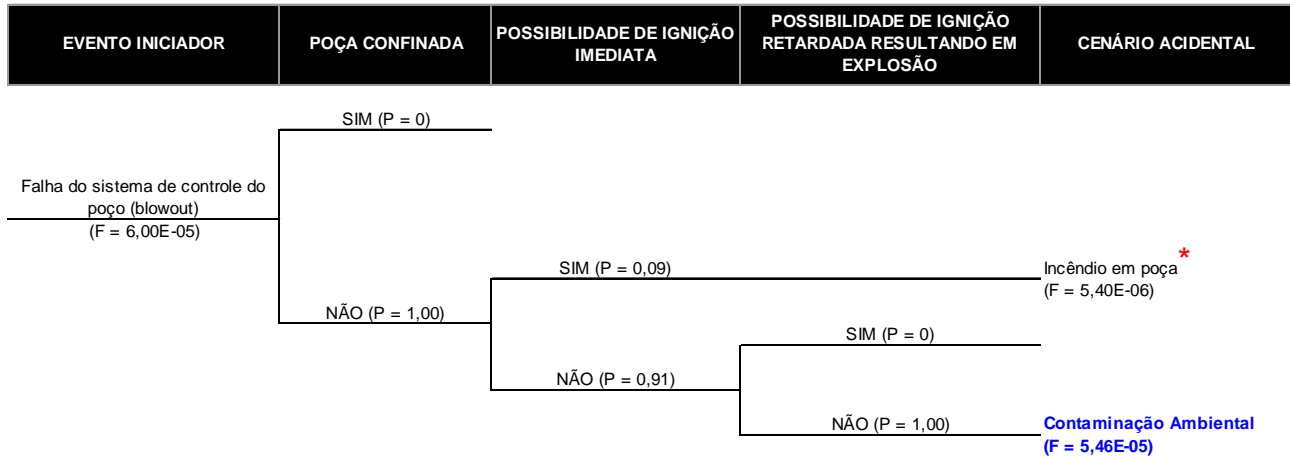
TABELA II.10.3.26 – Frequências dos cenários acidentais.

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano ⁻¹)	Poça Confinada		Probabilidade de Ignição Imediata		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Flash (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano ⁻¹)	
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO					
3	Perfuração / Completação / Intervenção	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	6,00E-05	-	1,00	0,0900	0,9100	-	1,0000	-	1,0000	5,40E-06	-	-	5,46E-05	
4				200,00	6,00E-05	-	1,00	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	5,40E-06	-	8,74E-06	4,59E-05	
5				450000,00	6,00E-05	-	1,00	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	5,40E-06	-	8,74E-06	4,59E-05	
6		Cabeça do Poço	Óleo Cru	8,00	2,30E-05	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0165	0,9835	-	1,0000	2,30E-08	3,79E-07	-	2,26E-05	
7				125,70	2,30E-07	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0165	0,9835	-	1,0000	2,30E-10	3,79E-09	-	2,26E-07	
8	Óleo Diesel	Transferência da Embarcação de Apoio para a Plataforma Peregrino C	Óleo Diesel	5,00	2,16E-02	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0104	0,9896	-	1,0000	2,16E-05	2,25E-04	-	2,14E-02	
10		Armazenamento e Movimentação de Óleo Diesel		200,00	2,58E-03	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	1,0000	2,58E-06	3,61E-06	-	2,57E-03	
11				280,00	7,97E-05	-	1,00	0,0010	0,9990	-	1,0000	0,0014	0,9986	7,97E-08	-	1,11E-07	7,95E-05	
14	Óleo Sujo	Armazenamento de Óleo Sujo	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	31,00	1,39E-04	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0118	0,9882	-	1,0000	1,39E-07	1,64E-06	-	1,37E-04	
19	Drenagem e Tratamento de Efluentes	Drenagem Controlada de Efluentes Oleosos	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante	8,00	1,64E-02	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995	-	1,0000	1,64E-05	8,19E-06	-	1,64E-02	
20				42,00	4,73E-03	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	1,0000	4,73E-06	6,62E-06	-	4,72E-03	
22	Operações de Carga e Descarga / Transferência	-	Resíduo Oleoso / Óleo	5,00	4,90E-02	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	4,90E-02	
23	Linhas Submarinas	Linhas de Produção	Óleo Cru	8,00	1,93E-04	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	1,93E-04	
24				200,00	1,46E-04	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	1,46E-04
25				803,50	2,17E-05	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	2,17E-05
26		Linhas de Injeção	Água de Produção	8,00	1,93E-04	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	1,93E-04	
27				200,00	1,46E-04	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	1,46E-04
28				1120,00	2,17E-05	-	1,00	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	2,17E-05

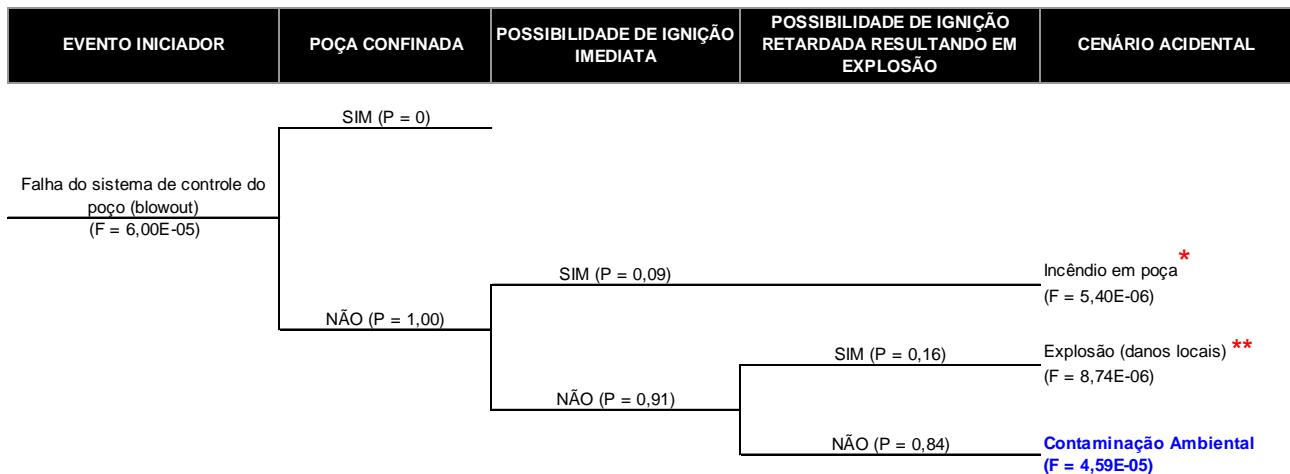
Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano ⁻¹)	Poça Confinada		Probabilidade de Ignição Imediata		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Flash (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano ⁻¹)	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano ⁻¹)
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO				
32	Atividades de Apoio e Logística	Armazenamento de Óleo nas Embarcações de Apoio / Instalação	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Gasóleo Marinho	8,00	6,97E-05	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995	-	1,0000	6,97E-08	3,43E-08	-	6,96E-05
33				200,00	1,39E-04	-	1,00	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	1,0000	1,39E-07	1,94E-07	-	1,39E-04
34				615,70	2,09E-06	-	1,00	0,0010	0,9990	-	1,0000	0,0014	0,9986	2,09E-09	-	2,92E-09	2,08E-06
35		Estabilidade das Embarcações de Apoio / Instalação	6264,80	8,38E-05	-	1,00	0,0010	0,9990	-	1,0000	0,0014	0,9986	8,38E-08	-	1,17E-07	8,36E-05	

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

- **Cenário 03:** Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.²⁴



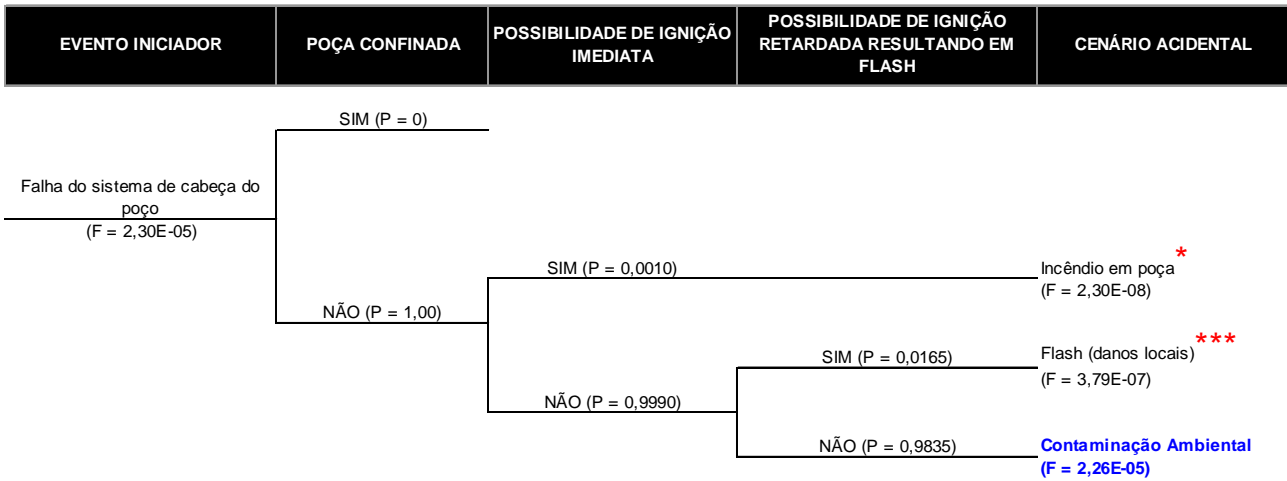
- **Cenários 04 e 05:** Médio e grande vazamentos de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.²⁵



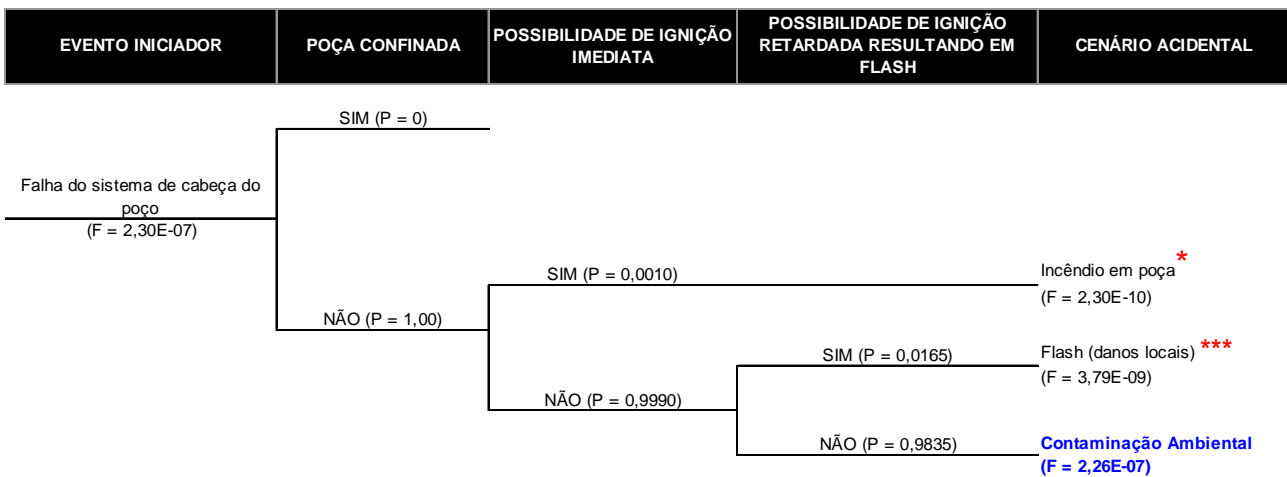
²⁴ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais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

²⁵ ** Para o cenário acidental de explosão, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de explosão, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

- **Cenário 06:** Pequeno vazamento de óleo cru/gás devido à falha do sistema de cabeça do poço..^{26, 27}



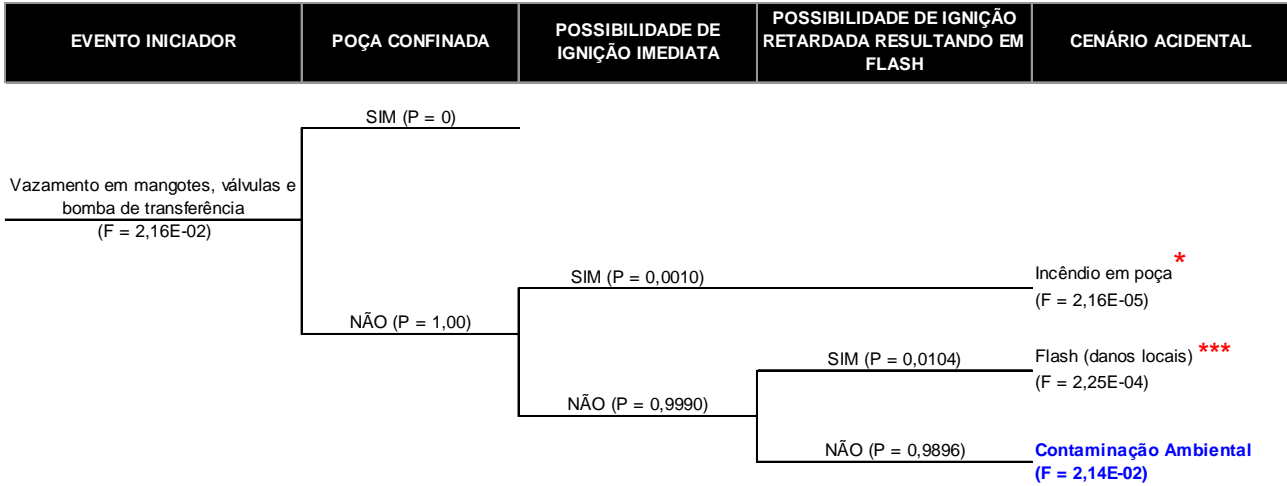
- **Cenário 07:** Médio vazamento de óleo cru/gás devido à falha do sistema de cabeça do poço.



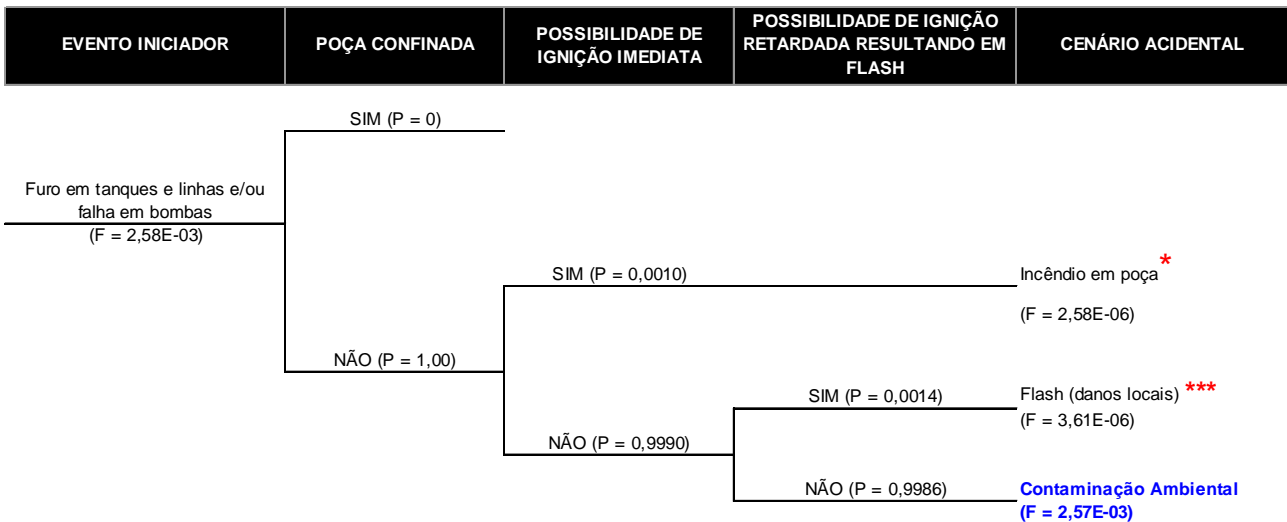
²⁶ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

²⁷ *** Para o cenário acidental de flash, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de flash, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

- **Cenário 08:** Pequeno vazamento de óleo diesel devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.²⁸



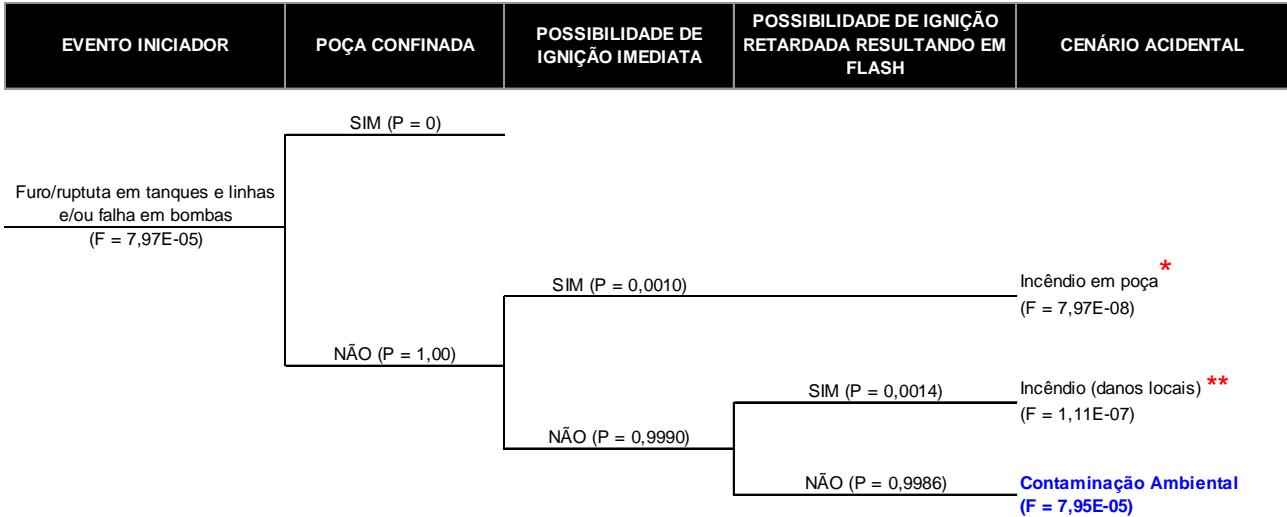
- **Cenário 10:** Médio vazamento de óleo diesel devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.



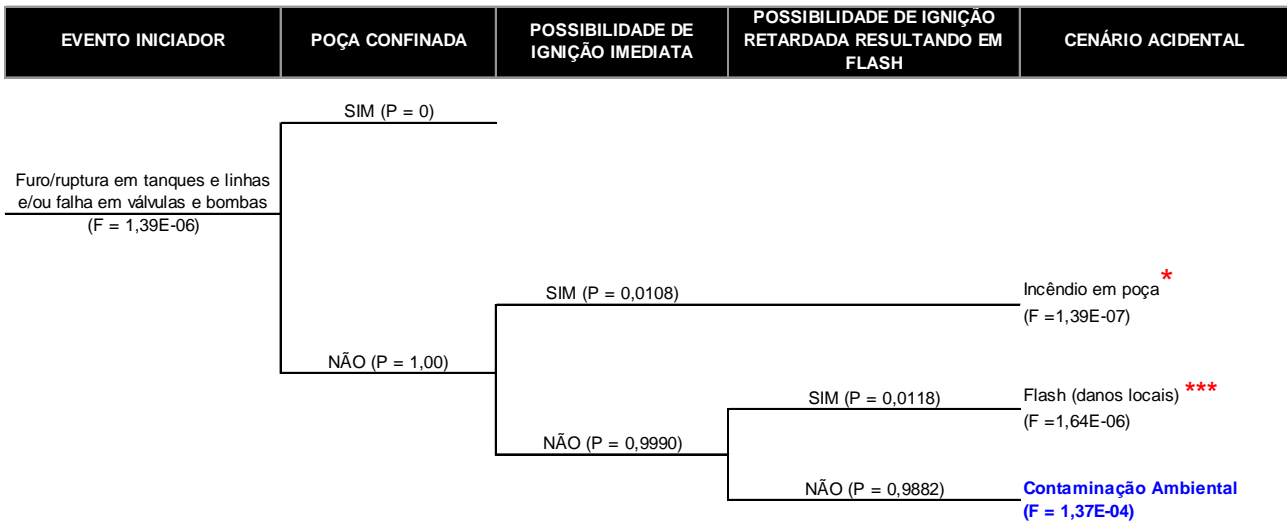
²⁸ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

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

- **Cenário 11:** Grande vazamento de óleo diesel devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.²⁹



- **Cenário 14:** Médio vazamento de óleo sujo devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.

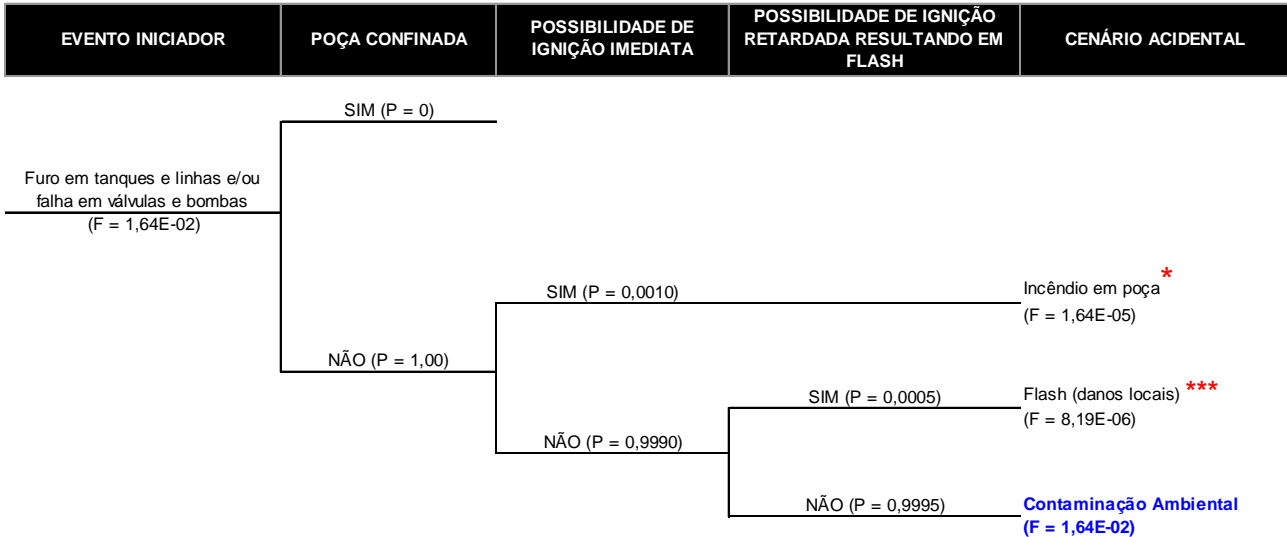


²⁹ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

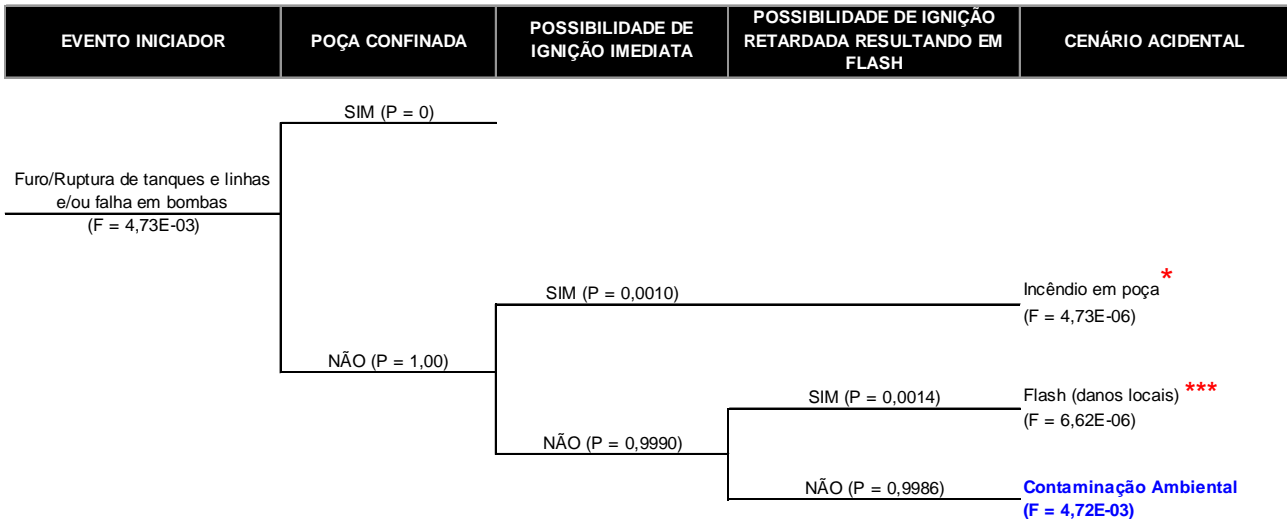
*** Para o cenário acidental de explosão, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de explosão, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

²⁹ *** Para o cenário acidental de flash, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de flash, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

- **Cenário 19:** Pequeno vazamento de efluentes oleosos/água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.³⁰



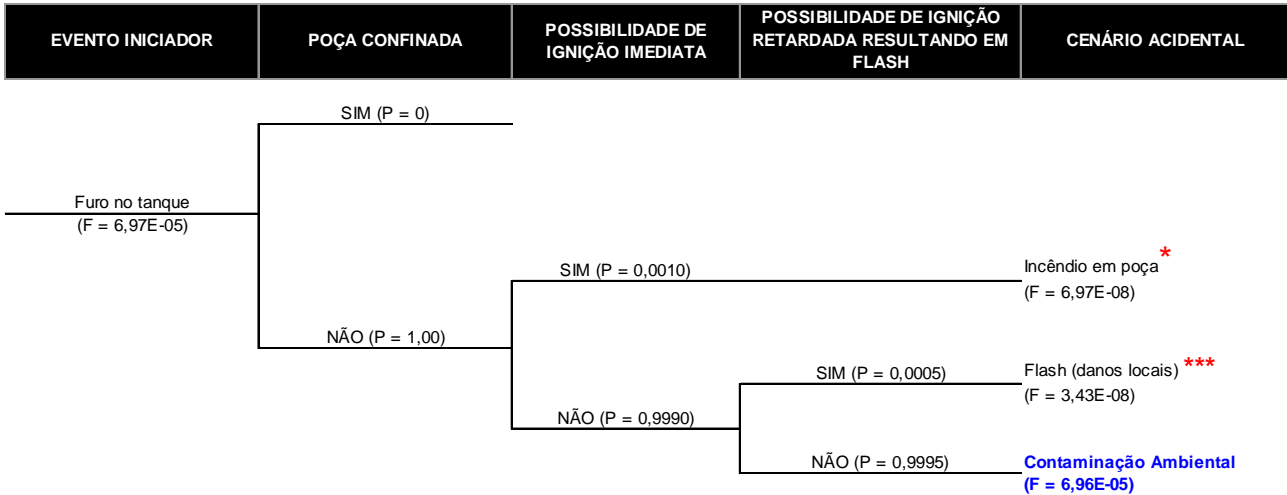
- **Cenário 20:** Médio vazamento de efluentes oleosos/água oleosa devido à ruptura total de tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.



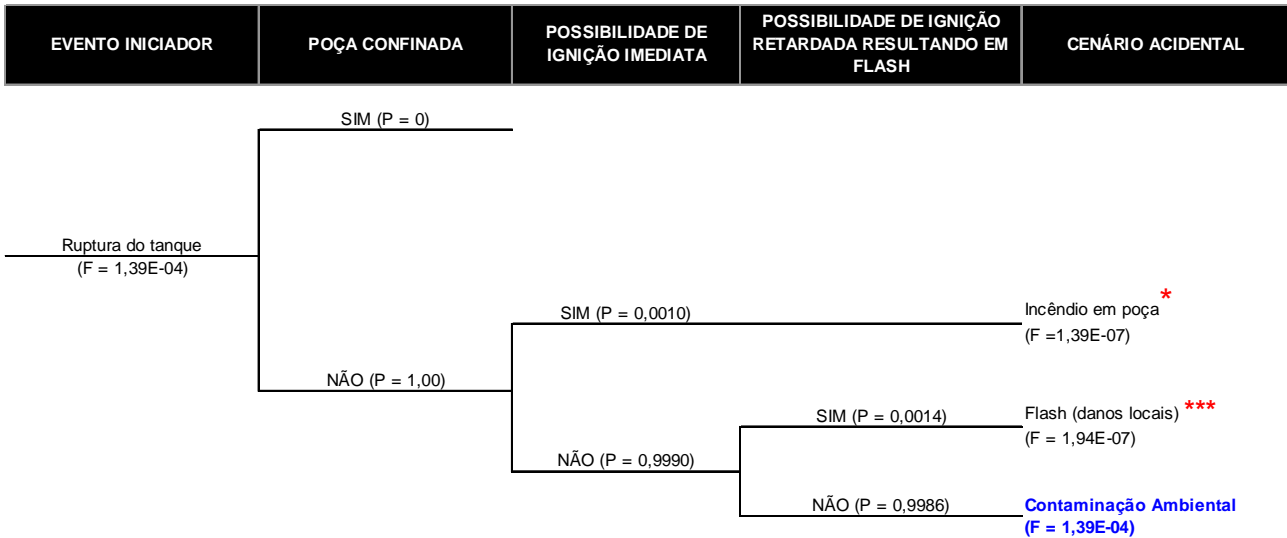
³⁰ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

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

- **Cenário 32:** Pequeno vazamento de óleo diesel/combustível devido a trincas e furos no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e com possibilidade de derrame de óleo para o mar.³¹



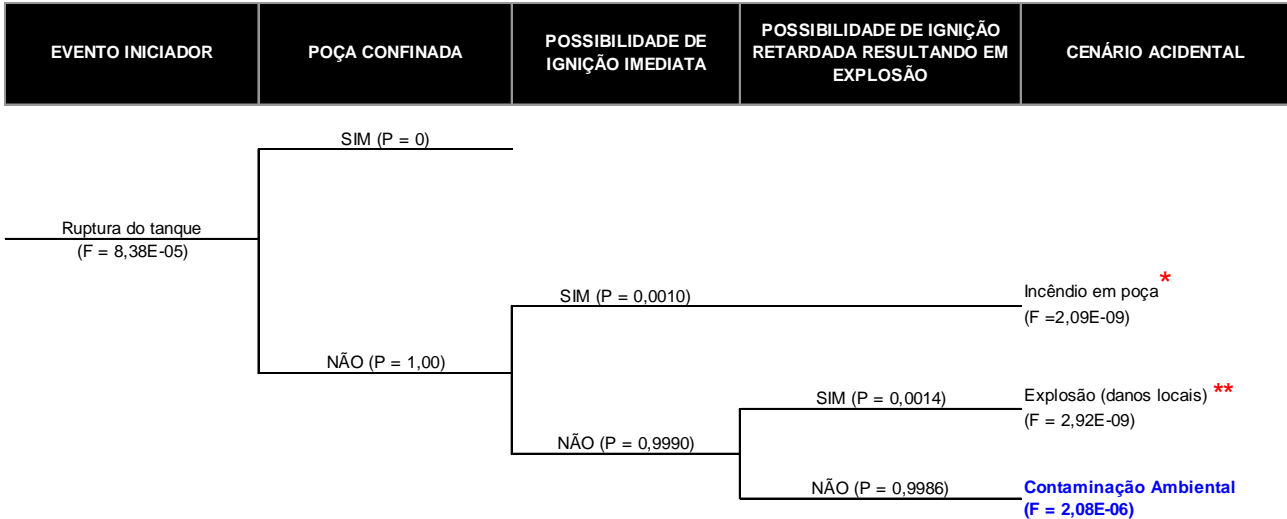
- **Cenário 33:** Médio vazamento de óleo diesel/combustível devido a trincas e furos/ruptura no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e com possibilidade de derrame de óleo para o mar.



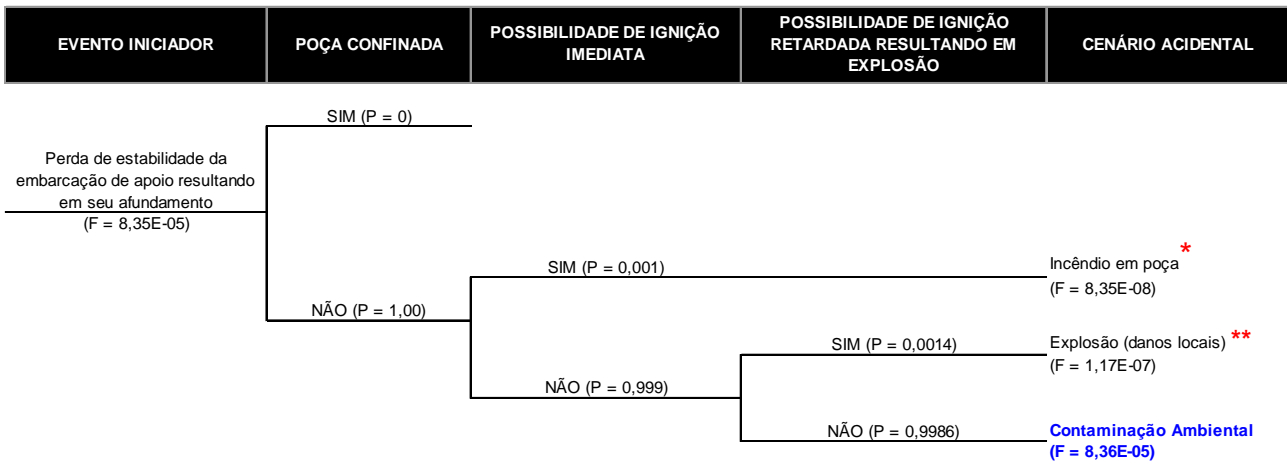
³¹ * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

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

- **Cenário 34:** Grande vazamento de óleo diesel/combustível devido a trincas e furos/ruptura no tanque de estocagem da embarcação de apoio com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e com possibilidade de derrame de óleo para o mar.³²



- **Cenário 35:** Grande vazamento de óleo devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio resultando em seu afundamento.



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

³² * Para o cenário acidental de incêndio em poça, considerou-se que a frequência obtida para este cenário corresponde unicamente ao evento de incêndio em poça, causador apenas de danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental. Ressalta-se que esta consideração é válida para todas as demais árvores de eventos.

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

II.10.4. AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

II.10.4.1. MODELAGEM DA DISPERSÃO DE ÓLEO

A seguir serão apresentados os resultados da Modelagem do Transporte do Óleo no Mar, os quais contemplam dois cenários sazonais, Período 1 (setembro a fevereiro) e Período 2 (março a agosto), e três faixas de volume de vazamento de óleo, estabelecidas pela Resolução CONAMA N°398/08, conforme **Tabela II.10.4.1.1** a seguir. Para esta avaliação, foi utilizado o cenário mais crítico decorrente das operações com a nova plataforma Peregrino C, ou seja um cenário de descontrole de poço por 30 dias (blowout).

TABELA II.10.4.1.1 - Cenários realizados para os pontos de risco na Bacia de Santos.

Cenário	Período	Volume Vazado (m ³)
1	Período 1	8
2	Período 2	8
3	Período 1	200
4	Período 2	200
5	Período 1	450.000
6	Período 2	450.000

As características do ponto de vazamento utilizado para a modelagem são apresentadas na **Tabela II.10.4.1.2**. Ressalta-se que para a Análise de Risco Ambiental foi utilizada a integração dos resultados em superfície e coluna d'água.

TABELA II.10.4.1.2 - Coordenadas dos pontos de vazamento na Bacia de Campos (Datum SIRGAS 2000).

Ponto	Latitude	Longitude
Peregrino C	23° 23' 53,445" S	41° 24' 31,5926"W

As características do óleo utilizado nas simulações são apresentadas a seguir, na **Tabela II.10.4.1.3**.

TABELA II.10.4.1.3 - Características do óleo utilizado na simulação.

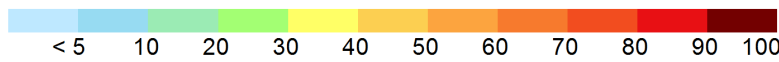
Densidade	0,977 g/cm ³
Viscosidade dinâmica	44.500 cP (a 25°C)
Ponto de fluidez (<i>Pour point</i>)	15 °C
Ponto de fulgor (<i>Flash point</i>)	76 °C

A seguir, são apresentados os mapas de probabilidade de presença de óleo para os vazamentos de volume pequeno (8 m³) (Figuras II.10.4.1.1 e II.10.4.1.2), volume médio (200 m³) (Figuras II.10.4.1.3 e II.10.4.1.4) e volume de pior caso (450.000 m³) (Figura II.10.4.1.5 e II.10.4.1.6).

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 8 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície (%)



UCs Marinhas

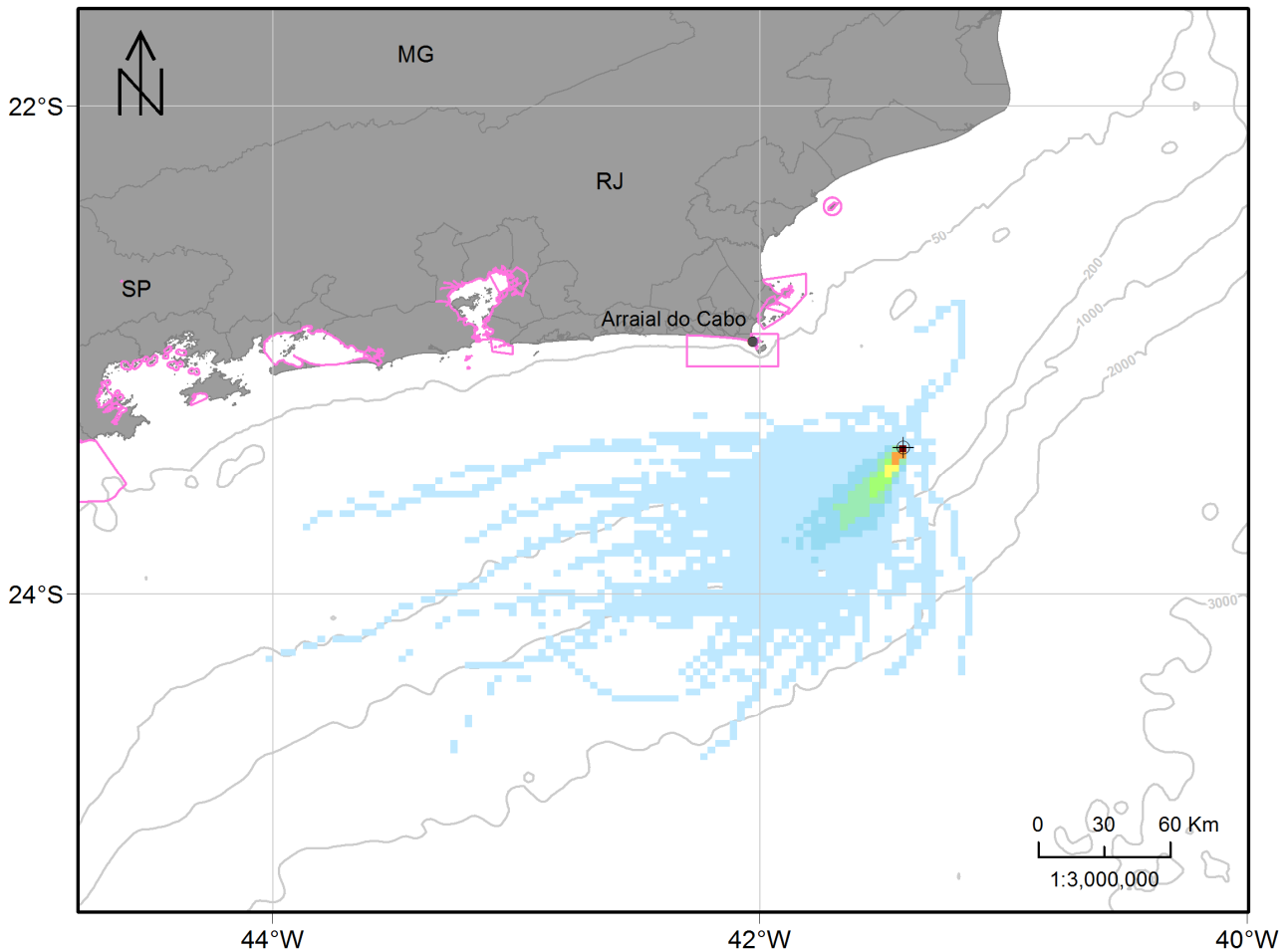
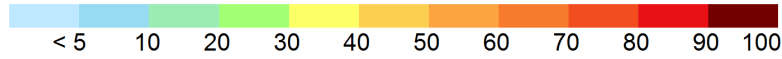


FIGURA II.10.4.1.1 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d’água para o CENÁRIO 1 (Período 1; volume: 8 m³; 30 dias de simulação)

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 8 m³ | Período 2

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície (%)



UCs Marinhas

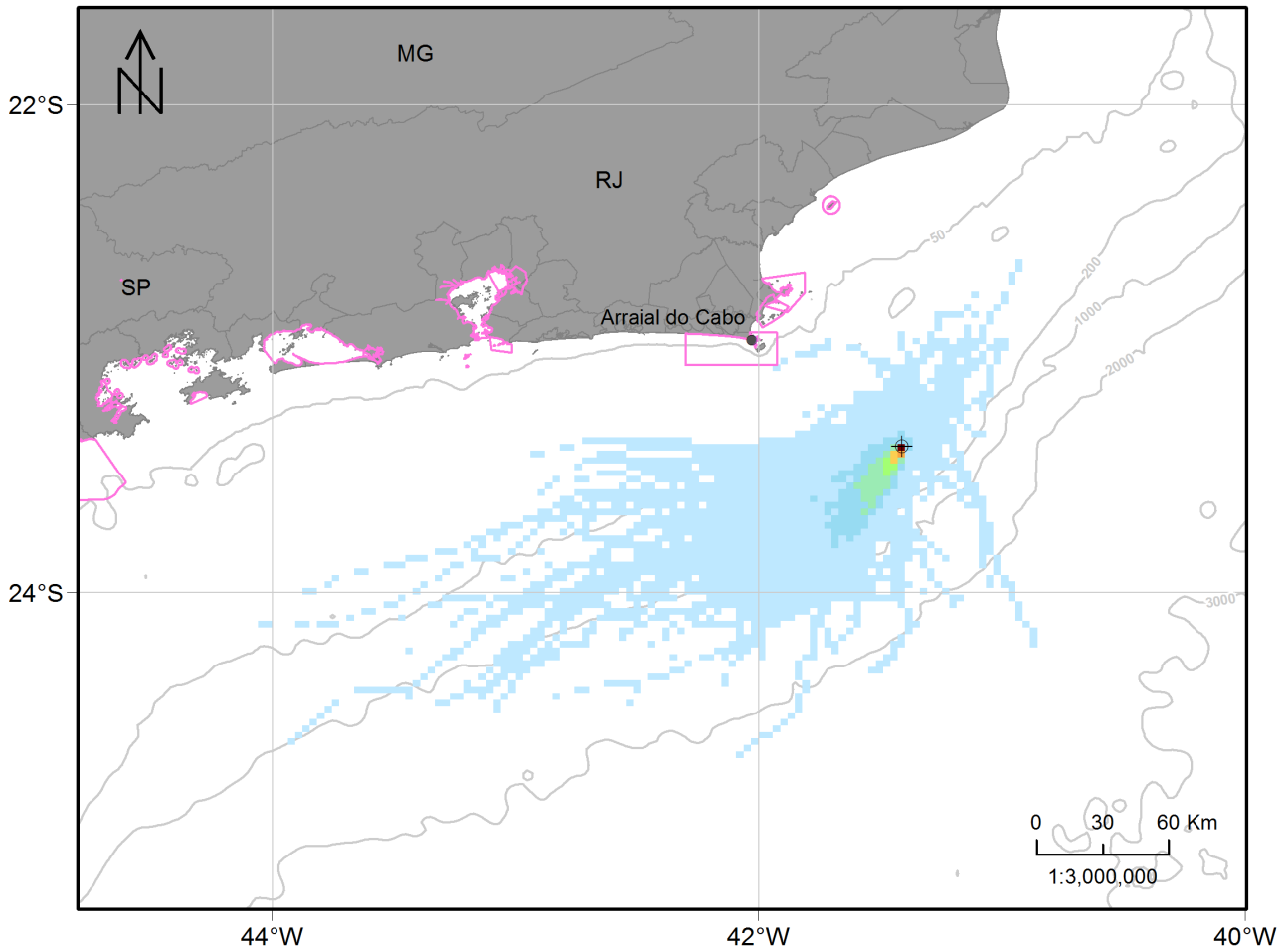


FIGURA II.10.4.1.2 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d’água para o CENÁRIO 2 (Período 2; volume: 8 m³; 30 dias de simulação).

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 200 m³ | Período 1

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

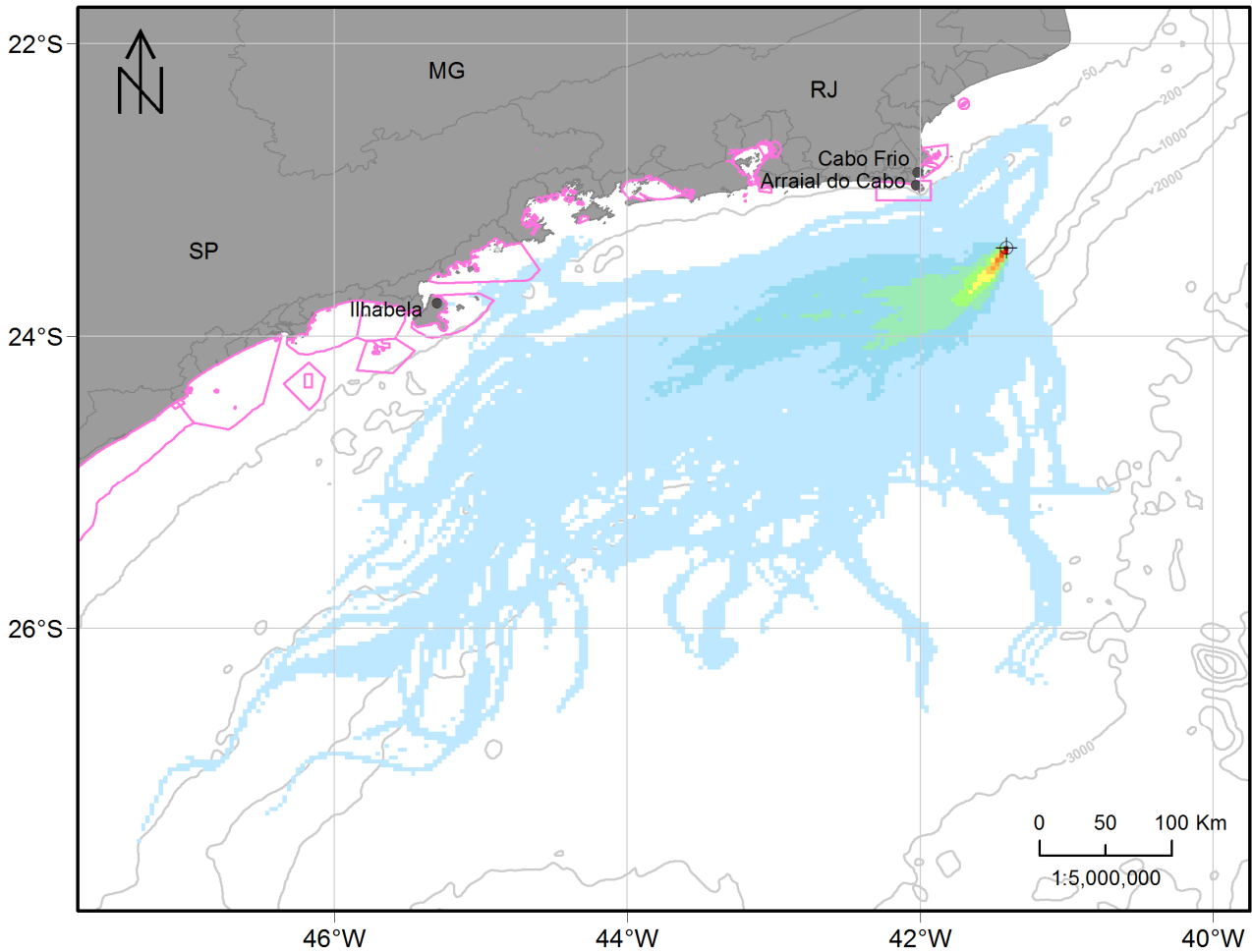
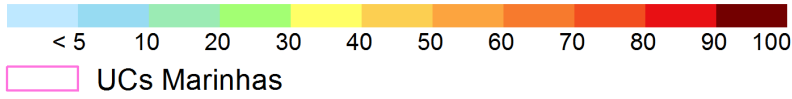
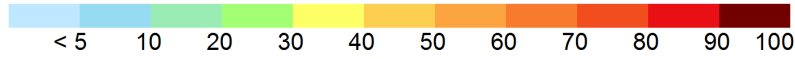


FIGURA II.10.4.1.3 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água para o CENÁRIO 3 (Período 1; volume: 200 m³; 30 dias de simulação).

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 200 m³ | Período 2

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



UCs Marinhas

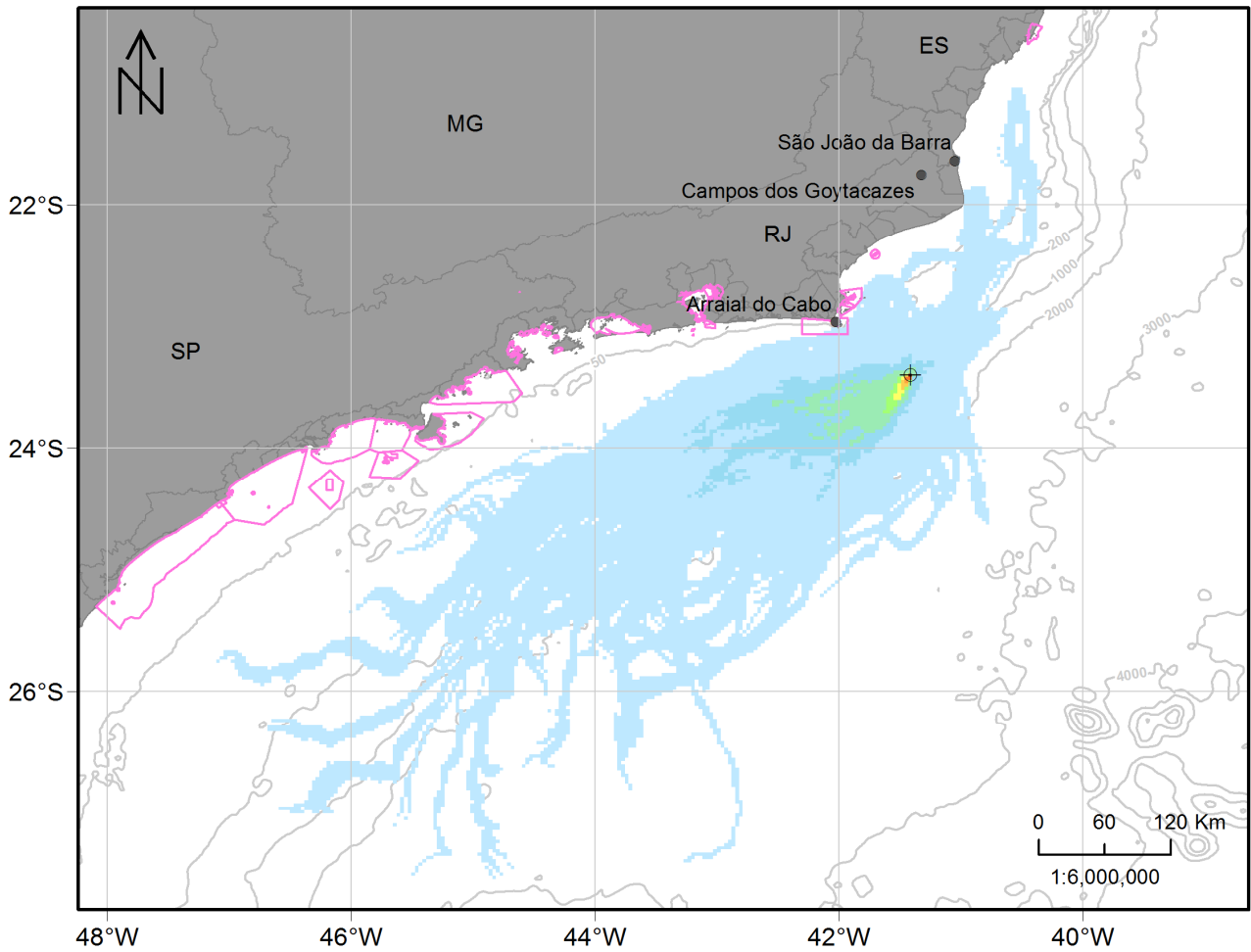


FIGURA II.10.4.1.4 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água para o CENÁRIO 4 (Período 2; volume: 200 m³; 30 dias de simulação).

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 450.000 m³ | Período 1

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

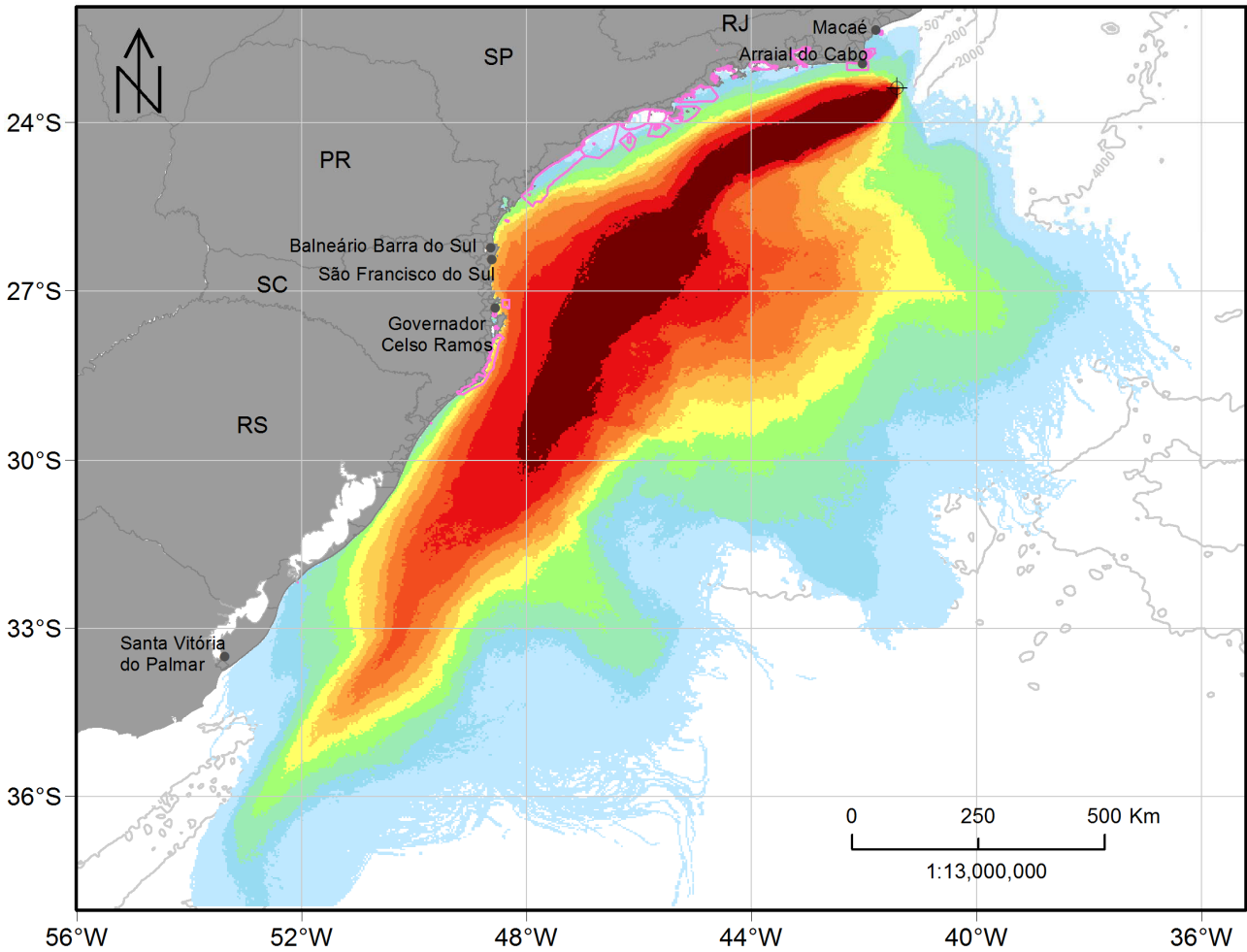
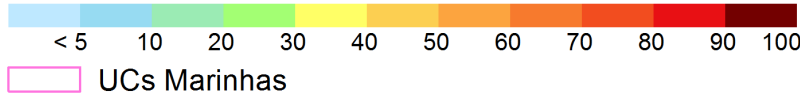
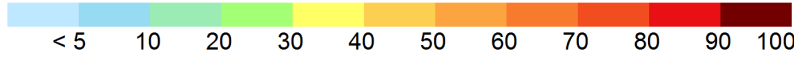


FIGURA II.10.4.1.5 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água para o CENÁRIO 5 (Período 1; volume: 450.000 m³; 60 dias de simulação).

MODO PROBABILÍSTICO

Volume: 450.000 m³ | Período 2

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



UCs Marinhas

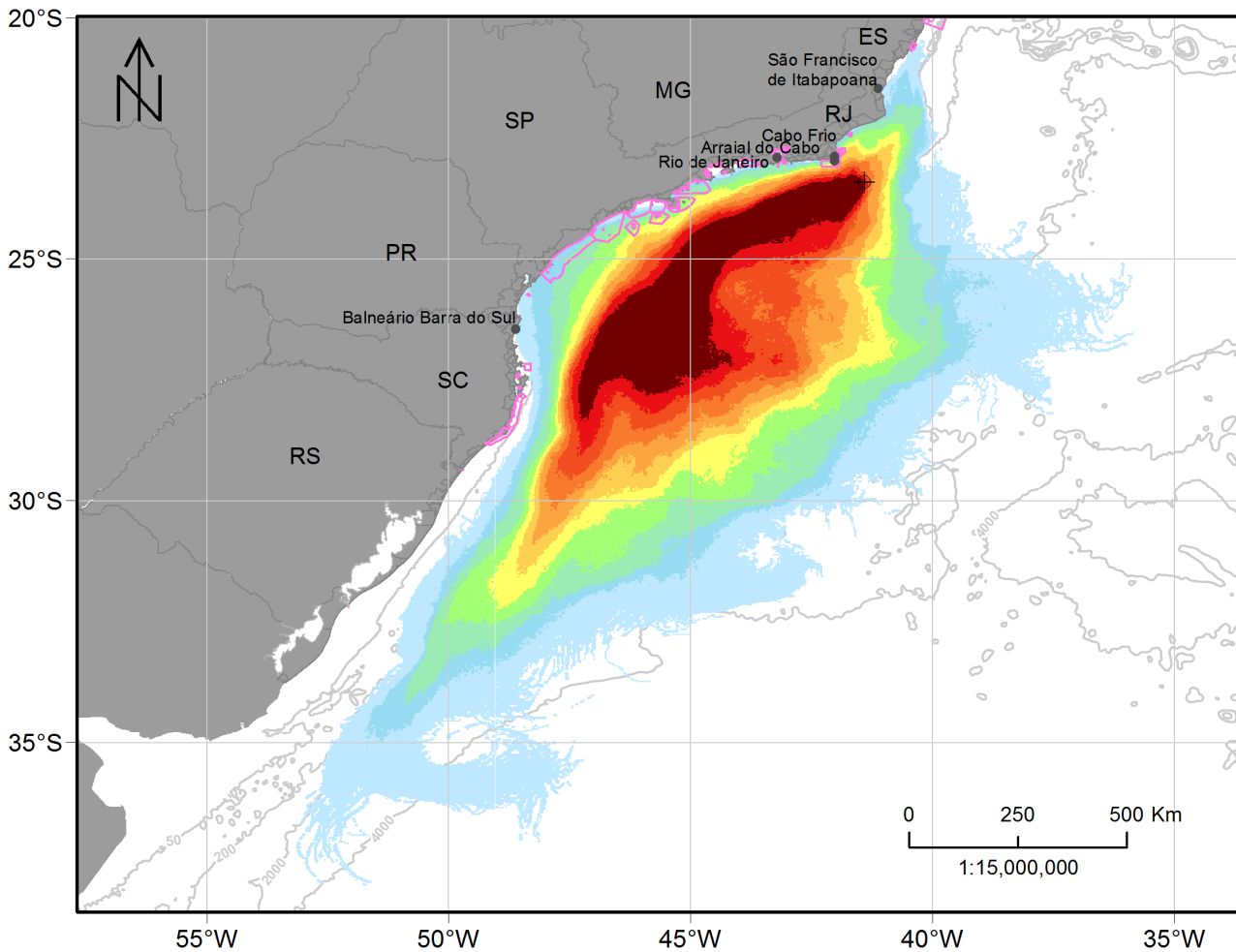


FIGURA II.10.4.1.6 – Probabilidade de presença de óleo em superfície e coluna d'água para o CENÁRIO 6 (Período 2; volume: 450.000 m³; 60 dias de simulação)

II.10.4.2. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES COM VALOR AMBIENTAL

Os Componentes e Subcomponentes de Valor Ambiental (CVA e SVA, respectivamente) passíveis de serem atingidos, considerando os resultados da modelagem de óleo para o cenário de pior caso considerado para o Sistema de Produção do Campo do Peregrino - Fase II na Bacia de Campos, foram identificados a partir de informações presentes na literatura.

Foram identificados, ao todo, 12 componentes (sete comunidades biológicas e cinco ecossistemas). Além disso, foram identificados quatro Subcomponentes de Valor Ambiental, que representam áreas de grande importância biológica por serem locais de concentração, reprodução e/ou alimentação de espécies (**Figura II.10.4.2.1**).

	Componentes	Subcomponentes
Ecossistemas	Manguezais	
	Estuários	
	Praias (expostas e abrigadas)	
	Recifes rochosos	
	Marismas	
Comunidades	Recursos pesqueiros costeiros	
	Recursos pesqueiros oceânicos	
	Cetáceos	<ul style="list-style-type: none"> → Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>) → Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>) → Baleia-franca-austral (<i>Eubalena australis</i>)
	Pinípedes	
	Tartarugas marinhas	→ Tartaruga-cabeçuda (<i>Caretta caretta</i>)
	Aves marinhas costeiras	
	Aves marinhas oceânicas	

FIGURA II.10.4.2.1 – Componentes e Subcomponente de Valor Ambiental identificados.

É importante observar que o CVA Estuário foi selecionado visando uma complementação ao CVA Manguezais, uma vez que sua localização é mais ampla que a definida para manguezais e suas áreas são complementares.

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

Após a definição dos componentes e subcomponentes relevantes para a presente análise, suas respectivas áreas de ocorrência foram delimitadas espacialmente utilizando-se, prioritariamente, informações acerca de áreas de concentração, reprodução, alimentação e rotas migratórias de espécies. Quando essas informações

não estiveram disponíveis, utilizou-se registros de ocorrência, sendo a abordagem, nesses casos, sempre o mais conservadora possível.

O mapeamento em questão foi feito a partir das informações constantes na literatura, além do documento “Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo” (MMA/SMCQ, 2007), e por informações obtidas a partir do Projeto de Proteção e Limpeza da Costa (IBP/OBRIENS, 2013). Além disso, o mapeamento dos ecossistemas foi complementado pelo mosaico de imagens GeoEye e DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™.

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

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

Além disso, em muitos dos vazamentos de óleo relatados na literatura foram adotadas medidas mitigadoras que eventualmente vieram a acelerar ou em alguns casos retardar, o processo de recuperação observado. Dessa maneira, dificulta-se ainda mais o estabelecimento do tempo de recuperação para áreas atingidas que, de acordo com a metodologia proposta, não deve considerar tais interferências.

- **Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVA) de Valor Ambiental**

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

Para os CVAs que possuem subcomponentes associados, os SVAs serão caracterizados juntamente ao seu componente.

- **CVA Manguezais**

A. Introdução

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). É dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade. Além disso, atuam na estabilização da costa, evitando a erosão e, também, constituem barreiras físicas e geoquímicas para os contaminantes (LEWIS et al., 2011).

No estado do Rio de Janeiro, as áreas mais extensas de manguezal estão na foz do Rio Paraíba do Sul, Itabapoana e Macaé, e nas baías de Guanabara, Sepetiba e Angra dos Reis, ocupando uma área de aproximadamente 16.000 km² (FEEMA, 1980; MENEZES et al., 2000 apud BERNINI & REZENDE, 2004). As principais espécies de mangue que compõe esse ecossistema são: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans* (BERNINI & REZENDE, 2004).

Já em São Paulo, devido à morfologia do trecho norte do litoral paulista, são encontradas poucas áreas de manguezal, que se restringem às desembocaduras de alguns rios (HYDRO/KERRMCGEE/ENSR/AECOM, 2006). Porém, merecem destaque alguns manguezais com maior representatividade na região como aqueles presentes na enseada de Ubatuba, às margens do rio Rio Juqueriquerê (Caraguatatuba) e no canal de Bertioga e de São Vicente (BG/ENSR/AECOM, 2006; HYDRO/KERRMCGEE/ENSR/AECOM, 2006). Destaca-se ainda o Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape (SP), Cananéia (SP) e Paranaguá (PR), que formam a chamada região de manguezais de Cananéia (SP) (BG/ENSR/AECOM, 2006). Apesar da importância ecológica desse ecossistema, muitos já se encontram degradados e/ou contaminados com metais pesados (PANITZ et al., 1994; BG/ENSR/AECOM, 2006).

No estado do Paraná ocorrem manguezais principalmente nos municípios de Guaraqueçaba e Paranaguá, que formam junto com os manguezais do estado de SP a região chamada manguezais de Cananéia, que apesar da importância ecológica, muitos já se encontram degradados e/ou contaminados com metais pesados (PANITZ et al., 1994; BG/ENSR/AECOM, 2006).

No estado de Santa Catarina os manguezais ocorrem principalmente na Baía de Babitonga e na ilha de Florianópolis, sendo formados por *A. schaueriana*, *L. racemosa* e *R. mangle* (CUNHA et al., 2006). Em Florianópolis os manguezais ocorrem na porção ocidental protegida do rio Ratoles, Saco Grande e rio Itacorubi, na Baía Norte, e o do rio Tavares na Baía Sul (SOUZA et al., 1993). Entretanto, devido à ocupação costeira e expansão da malha viária, registra-se uma perda de 41,2% das áreas originais de manguezal (ABRAHÃO, 1998 apud LUGLI, 2004).

De acordo com MMA/ICMBio (2018), apenas o estado do Rio Grande do Sul não registra presença atual de cobertura vegetal típica de manguezal.

Dessa maneira, a zona costeira da região passível de ser atingida caso ocorra um vazamento de óleo de pior caso é rica em manguezais, sendo alguns deles protegidos por Unidades de Conservação. Entretanto, observa-se que muitos desses ecossistemas encontram-se degradados devido à ação antrópica (FRUEHAUF, 2005; SANTOS, 2009). Segundo BAHIATURSA (2000) pode-se destacar os seguintes impactos nesses ambientes: aterros e consequente assoreamento; pesca predatória e mariscagem por pessoas que não fazem parte das comunidades locais; o não respeito à época do defeso dos crustáceos; lixo e o esgoto sanitário.

Apesar do quadro de degradação em que os manguezais brasileiros se encontram, no tocante ao aspecto legal, são ecossistemas protegidos pelo Código Florestal Brasileiro no artigo 2, de número 4.771 do ano de 1965, o qual prevê que toda área de manguezal é de preservação permanente protegendo, assim, a flora e a fauna destes ambientes tropicais. Além disso, o ecossistema faz parte das zonas úmidas de importância internacional da Convenção de Ramsar de 1971.

B. Mapeamento

As Figuras II.10.4.2.2 e II.10.4.2.3 apresentam a localização dos manguezais nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no Período 1 como no Período 2. As áreas ocupadas por manguezais foram delimitadas através de mapeamento digital utilizando Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (MMA, 2007b) e informações provenientes de trabalhos científicos.

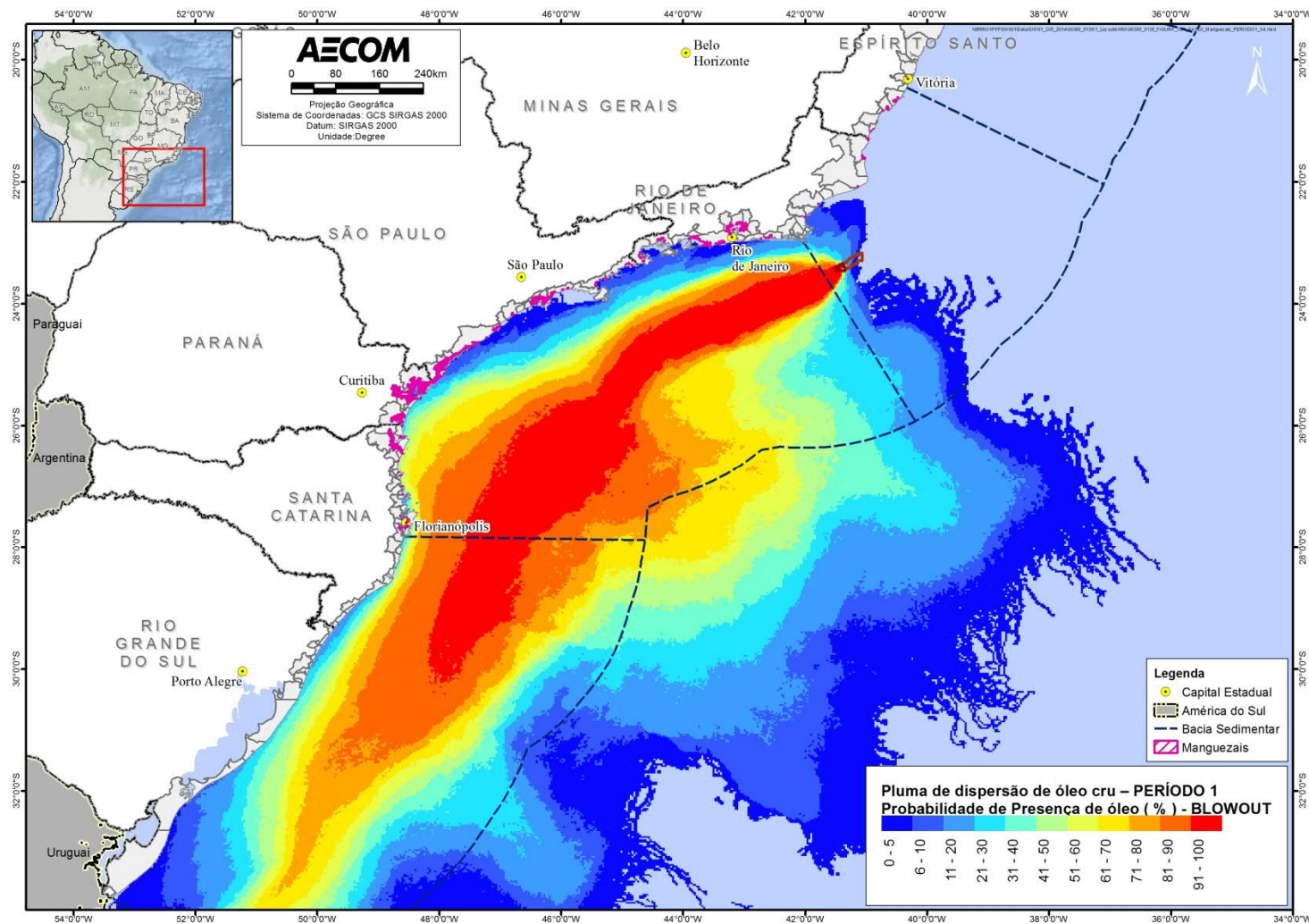


FIGURA II.10.4.2.2 – Localização dos manguezais na área com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Outubro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

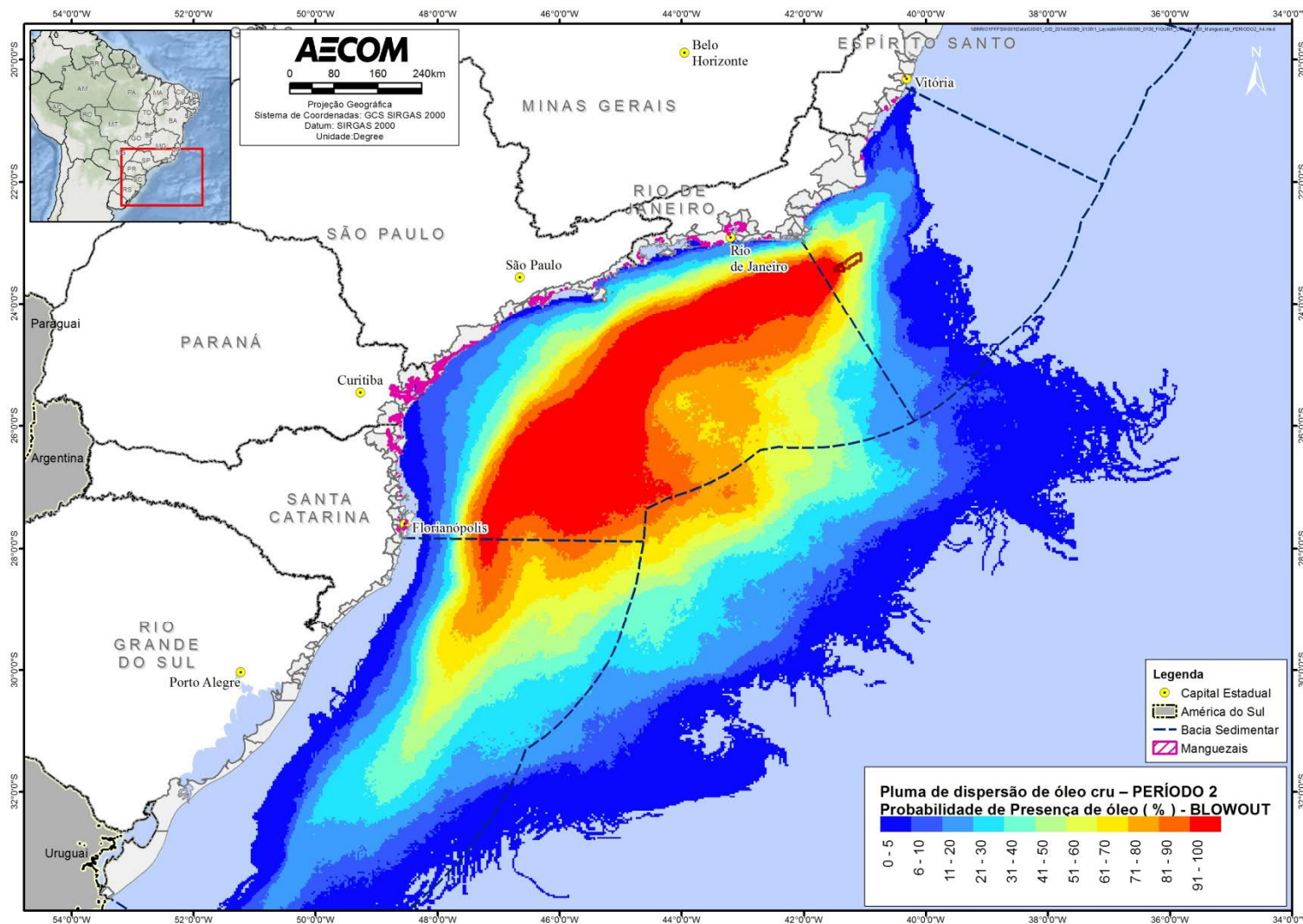


FIGURA II.10.4.2.3 – Localização dos manguezais na área com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de recuperação

Os manguezais são considerados um dos ecossistemas mais sensíveis ao óleo (JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002) e áreas prioritárias de proteção em caso de vazamentos. 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, bem como 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 atividades microbianas. Os manguezais são áreas de baixa energia de ondas e de difícil atuação de limpeza (BAKER, 1982; NOAA, 2002). Muitas vezes, a limpeza pode causar mais danos que o próprio óleo e, nestes casos, a recuperação natural pode ser a melhor opção, sendo a escolha adequada no caso de óleos leves, como a gasolina e o querosene de aviação (GETTER & LEWIS, 2003). No caso de óleos pesados, a recuperação natural deve ser considerada apenas se o pisoteio puder causar penetração do óleo no sedimento (NOAA, 2002; GETTER & LEWIS, 2003).

De acordo com GETTER et al. (1984), os efeitos do óleo sobre o ecossistema de 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 o efeito da 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.

O óleo penetra nos manguezais durante a maré alta e, então, é depositado 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 resultado direto do contato com o 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 no mangue podem levar ao amarelecimento das folhas, desfolhamento e morte das árvores (JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002; RODRIGUES *et al.*, 1989). É importante ressaltar que, quando um manguezal é atingido, nem todas as árvores recobertas por óleo são mortas, o que, em geral, ocorre apenas em parte da área afetada (GETTER et al., 1984; BURNS et al., 1993; KELLER & JACKSON, 1993; GARRITY et al., 1994; DUKE et al., 1997; DUKE et al., 1999; YENDER *et al.*, 2008), possivelmente naquelas de maior retenção de óleo (KELLER & JACKSON, 1993).

Outros impactos na vegetação dos manguezais incluem a ramificação de pneumatóforos, falha na germinação, redução da cobertura vegetal, aumento da taxa de mutação e uma maior sensibilidade a outras perturbações (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.

A fauna de invertebrados e as macroalgas associadas à vegetação, em geral, apresentam elevada mortalidade, mas com rápida recuperação (CHAN, 1977; NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN *et al.*, 1981; LEVINGS *et al.*, 1994; OTITOLOJU *et al.*, 2007; MELVILLE *et al.*, 2009). Os impactos de mais longo prazo estão associados ao óleo retido nos sedimentos, que pode persistir por muitos anos (CORREDOR *et al.*, 1990; BURNS *et al.*, 1994; WARD *et al.*, 2003) e vir a ser uma fonte crônica de contaminação, sendo liberado continuamente para o ambiente e causando potencialmente efeitos subletais (BURNS *et al.*, 1993; GARRITY *et al.*, 1993; SNEDAKER *et al.*, 1996).

A recuperação de todo o ecossistema de manguezal dependerá dos processos naturais subsequentes. No caso de manguezais reflorestados estudados por SOARES (2003), a regeneração imediata não foi possível devido à persistência de óleo no sedimento, o que provocou a inibição do recrutamento de propágulos e a morte de plantas adultas. Sendo assim, um banco de plantas jovens saudável se faz 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) 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 da original. É válido salientar que em seus trabalhos, WHITE & BAKER (1998) e KINGSTON (2002) definem o conceito de “recuperação” como sendo o momento em que a saúde da comunidade biológica é reestabelecida e não necessariamente quando as características estruturais do ecossistema estão totalmente iguais ao momento prévio ao impacto.

É raro encontrar estudos sobre a recuperação de manguezais a longo prazo, a maior parte se resume a avaliações realizadas 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 II.10.4.2.1 mostra o tempo de recuperação de manguezais no mundo, porém baseados somente em dados da vegetação. 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 II.10.4.2.1 – Impactos e tempo de recuperação de árvores de manguezais 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> ,

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de Recuperação	Bibliografia
				1981
*Witwater Panamá, 1968	Óleo cru	49 ha desmatados	23 anos (franja – área exposta) >23 anos (área abrigada)	DUKE <i>et al.</i> , 1997
Peck Slip, Porto Rico: 1978	Nº 6 (combustível)	26 km de costa impactados. Cobrimento e desfolhação das raízes dos manguezais.	< 1,5 ano	NOAA, 2014
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	
Barcaça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas:1991	Nº 6 (combustível)	Dois tipos de mangues foram atingidos pelo óleo, o mangue branco e o mangue vermelho. Apenas uma parcela das raízes foi coberta por óleo e houve desfolhação do mangue branco. No mangue vermelho o impacto do óleo foi muito pequeno.	>1 ano (Nenhuma árvore do mangue branco morta era observada, mas sinais de estresse podiam ser identificados). No caso dos mangues vermelhos , depois de um ano não havia sinais visíveis de impacto do óleo.	DAHLIN <i>et al.</i> , 1994
Baía Tampa, Florida Agosto de 1993	Combustível Nº 6, gasolina Jet- A e diesel	<i>Avicennia germinans</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> 5,5 acres impactados	>2 anos	LEVINGS & GARRITY, 1995
Refinaria de Duque de Caxias, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro: 2000	Óleo combustível MF380	Mortalidade massiva de mangues jovens (26- 98%)	>5 anos	SOARES <i>et al.</i> , 2006

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

Nos ambientes tropicais, onde o clima é mais quente e há mais luminosidade, a degradação do óleo é mais rápida (NOAA, 1994), assim como nas áreas do manguezal onde a inundação é maior, onde os teores de hidrocarbonetos irão diminuir mais rapidamente (GARRITY *et al.*, 1994). A recuperação da vegetação pode ser avaliada pela restauração das clareiras, já que esse processo acontece através do recrutamento periódico e sobrevivência de plântulas e propágulos nas áreas afetadas, gerando a recomposição do bosque. Durante todo

esse processo, os efeitos tóxicos da contaminação crônica pela disponibilização do óleo enterrado no sedimento e o impacto físico da queda e arraste de árvores e raízes mortas costumam causar atrasos na recuperação (GETTER & LEWIS, 2003). Após cinco a sete anos do evento, a estrutura do bosque se torna mais estável e a contaminação se torna menor.

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 e consequente recuperação de toda fauna e flora associadas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003).

Em um estudo realizado no Panamá, 10 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 persistência do óleo no ambiente e a diminuição do repovoamento dos manguezais, bem como a erosão do substrato (SCHULER & BACA, 2007).

BURNS *et al.* (1993) estimaram um período de 20 anos de recuperação para um derramamento de óleo em manguezal no Panamá. DUKE & BURNS (1999) verificaram que um manguezal impactado por óleo na Austrália só se recuperou 25 anos 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 à fortes correntes, uma alta taxa de inundação e uma rede de estreitos canais, o que facilitou a limpeza natural do ecossistema.

WASSERMAN *et al.* (2002) propõem o estabelecimento de uma 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, conforme Tabela II.10.4.2.2.

TABELA II.10.4.2.2 – Ordem de grandeza temporal de cada um dos processos de degradação do ambiente manguezal quando de significativa contaminação por 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 3 m), danos irreparáveis aparecem nos tecidos das raízes.

Tempo de exposição	Impactos observados
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.

Fonte: WASSERMAN *et al.*, 2002.

C.1. 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 II.10.4.2.3 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados nos manguezais.

TABELA II.10.4.2.3 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os manguezais.

Vazamento	Efeitos reportados
1973: <i>Zoe Colocotronis</i> , La Parguera, Porto Rico. Volume do óleo derramado: 1,58 milhões de galões de óleo cru.	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. Entretanto, onze anos após o vazamento foi encontrada uma concentração de 10.000 a 100.000 ppm em uma camada de 6 cm abaixo do sedimento aparentemente limpo.
1978: <i>Peck Slip</i> , Porto Rico. Volume do óleo derramado: entre 440.000 e 450.000 galões de óleo.	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.
1986 e 1999: <i>Jet Fuel</i> , Porto Rico. Volume do óleo derramado: 1986 – 59.000 galões de combustível. 1999 – 112.000 galões de combustível.	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. 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 após dois anos.
1991: Barcaça <i>Vesta Bella</i> , Ilhas Virgens americanas. Volume do óleo derramado: desconhecido.	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.

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1992: Navio-tanque <i>Era</i>, 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 50 m no manguezal, cobrindo folhas, caules, troncos e sedimento. Três meses após o vazamento foi observada uma extensiva desfolhação em uma determinada área e, após os quatro anos de estudo, a área afetada ainda 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 árvores 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 foram 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 <i>Bouchard B-155</i>, Baía de Tampa, 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 subletais 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 litros de óleo combustível.</p>	<p>O 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).

É importante salientar que muitos autores estimam tempos de recuperação para manguezais impactados por óleo, porém, deve-se atentar para o fato de que nem todos representam a realidade encontrada neste estudo, pois contam com agentes que agravam o impacto gerado.

Como exemplo, podem-se citar alguns casos:

- SANTOS *et al.* (2012) analisaram o impacto de um vazamento de óleo cru ocasionado pelo rompimento de um oleoduto em terra, sobre manguezais às margens do canal de Bertioga, na Baixada Santista (SP), Sudeste do Brasil. Comparando com dados anteriores ao vazamento, foi possível identificar uma recuperação progressiva, com uma diminuição no número de lacunas entre as árvores, aumento de área das zonas interna e de franja e diminuição da área da zona de transição. Os resultados mostram que 22 anos após o vazamento, o manguezal estava coberto por árvores mais baixas e com menor diâmetro do que as árvores que ocupavam o mesmo ambiente antes do incidente. Mesmo assim, esse caso não reflete à realidade já que, segundo estudo feito por KINGSTON (2002) deve-se considerar que vazamentos costeiros apresentam maior gravidade do que vazamentos ocorridos em áreas oceânicas. O mesmo autor afirma ocorrer evaporação e dispersão de partículas de óleo durante a sua viagem até a costa. Dessa forma, o óleo perde grande parte de seus componentes tóxicos e não se mostra tão impactante quanto um óleo em seu primeiro estágio de vazamento (NOAA, 2002).

- Ao analisarem as estimativas de tempos de recuperação para manguezais atingidos por vazamentos de óleo na Austrália e no Panamá, DUKE *et al.* (1999) obtiveram um valor médio de 36 anos. Uma vez que entre os casos analisados estão incidentes ocorridos na costa e em locais posteriormente atingidos por catástrofes climáticas como furacões (o que aumenta o tempo de recuperação), o tempo médio de recuperação sofre automaticamente um aumento. Desta forma, esse valor não deve ser tomado como base para recuperação de manguezais atingidos por evento único de vazamento em alto mar. Além disso, DUKE *et al.* (1999) afirmam em seu estudo que todos os manguezais australianos estudados pertencem a ambientes temperados e que, por esse motivo, possuem tempo de recuperação maior quando comparados aos manguezais de regiões tropicais. Esse argumento é corroborado pela IPIECA (1993), em estudo que defende que a degradação do óleo é significativamente mais rápida em regiões tropicais.

- No trabalho realizado por GETTER & LEWIS (2003), observações feitas através do levantamento de estudos sobre manguezais que sofreram impactos com vazamento de óleo, demonstraram que após 21-30 anos, a maioria dos manguezais estava praticamente recuperado em sua totalidade, com copas fechadas, porém, com árvores de tamanhos menores. Deve-se considerar que entre os manguezais avaliados estavam também aqueles afetados por múltiplos vazamentos ou catástrofes ambientais, o que, como já visto, contribui para o aumento do tempo de recuperação.

D. Conclusão

Considerando o já exposto, associado ao fato da atividade estar localizada a mais de 70 km da costa, o impacto passível de acontecer sobre os manguezais da região configura-se um cenário de menor gravidade quando comparado àqueles resultantes de vazamentos originados em regiões costeiras. Além disso, a região está localizada em área de clima tropical e, por isso, espera-se que a degradação do óleo seja substancialmente mais rápida do que aquelas descritas aqui com base em estudos dirigidos a áreas de clima temperado.

Ainda assim, reconhece-se a importância dos manguezais como filtro biológico e habitat para espécies produtoras e exportadoras de detritos, controladoras da hidrodinâmica e da erosão, além de estabilizadoras da linha costeira (KILCA *et al.*, 2010). Por esse motivo, o tempo de recuperação desse componente será definido como sendo maior de 10 anos, podendo chegar até 30 anos.

- **CVA Estuários**

A. Introdução

Os ecossistemas estuarinos são caracterizados por serem corpos costeiros semi-fechados, onde há uma variação mensurável da salinidade devido à mistura de água salina proveniente do oceano e água doce proveniente de drenagens continentais (PERILLO, 1995). As comunidades que habitualmente colonizam os estuários são constituídas tipicamente por um conjunto de espécies endêmicas e espécies que neles penetram vindas do mar, além de um pequeno número de espécies com a capacidade osmorreguladora, que lhes permite entrar ou sair do meio da água doce (ODUM, 1997).

Do ponto de vista ecológico, a importância dos estuários se traduz pela alta diversidade, constituindo-se em berçários e habitats para inúmeros organismos bentônicos (REMANE & SCHLIEPER, 1971; WOLFF, 1983), nectônicos (MELLO & MOCHEL, 2013) e planctônicos (SERPE *et al.*, 2010) além de componentes da avifauna (ARAUJO *et al.*, 2006). Por ser uma interface entre o rio e o oceano, todas as espécies presentes nos estuários apresentam grande tolerabilidade a variações de componentes físicos como salinidade e temperatura.

Os estuários exercem um papel importante no equilíbrio do meio ambiente por proporcionarem condições para manutenção das teias tróficas (MELLO & MOCHEL, 2013). Esses ambientes sofrem influência constante das correntes havendo intensas trocas de água e energia (HICKENBICK *et al.*, 2004). Sua alta produtividade primária torna-se ainda mais elevada porque associados aos estuários existem áreas de manguezal. Os manguezais, por sua vez, funcionam como verdadeiros exportadores de nutrientes para os ambientes estuarinos, visto que por serem províncias lânticas acumulam muita matéria orgânica (HICKENBICK *et al.*, 2004).

Dentre os principais estuários brasileiros presentes na área potencialmente atingida, destacam-se os estuários de Santos-Cubatão (SP), Iguape-Paranaguá (SP e PR), complexo lagunar de Santo Antônio dos Anjos (SC).

B. Mapeamento

As Figuras II.10.4.2.4 e II.10.4.2.5 apresentam a localização dos estuários nas áreas com probabilidades de presença de óleo, no cenário de pior caso (integração dos pontos de vazamento), tanto no Período 1 (Setembro a Fevereiro) como no Período 2 (Março a Agosto). As áreas ocupadas por estuários foram delimitadas através de mapeamento digital, GeoEye resolução 0,5 m, Google Earth Pro™ serviço de mapa (10/08/2015).

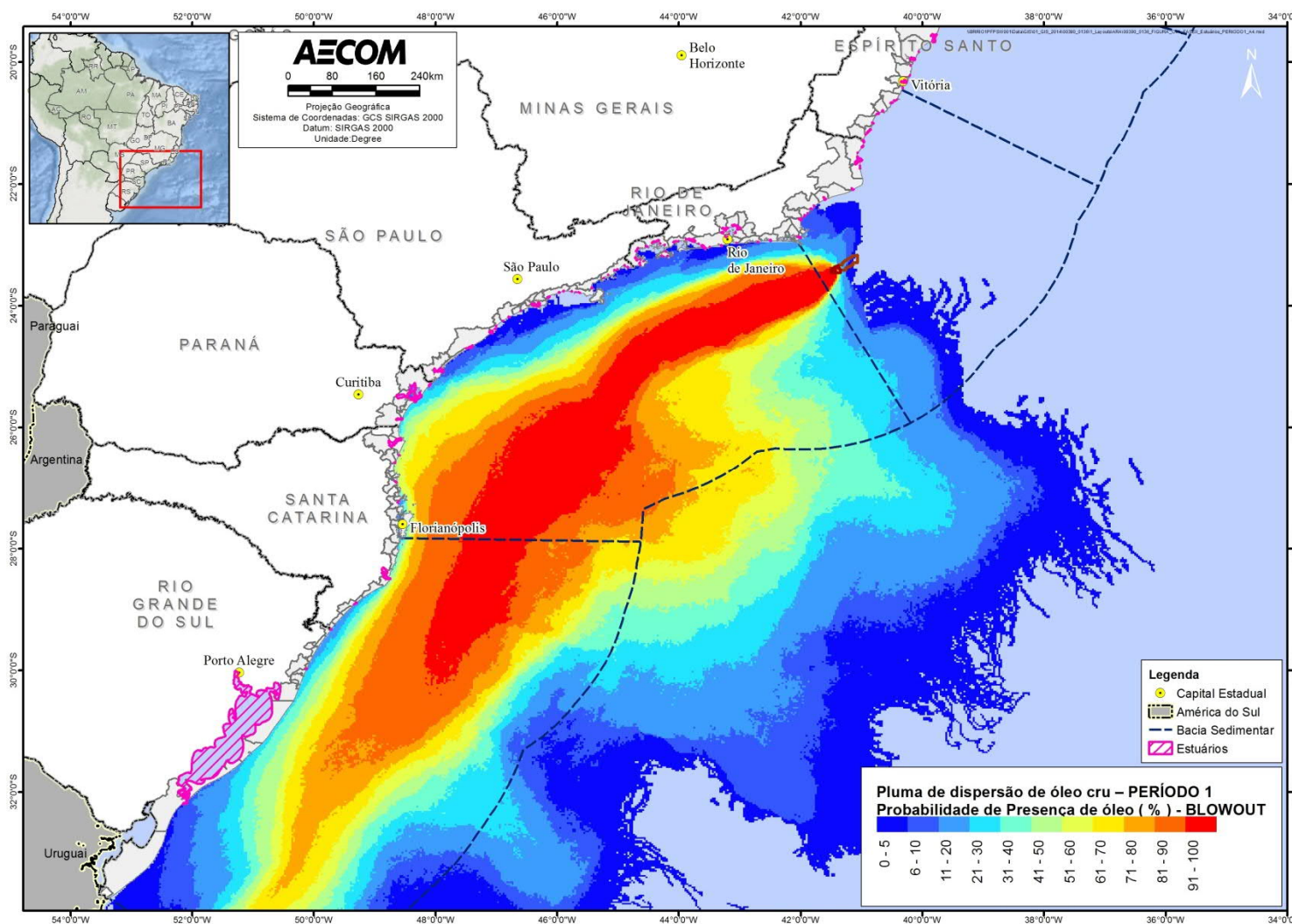


FIGURA II.10.4.2.4 – Localização dos estuários nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

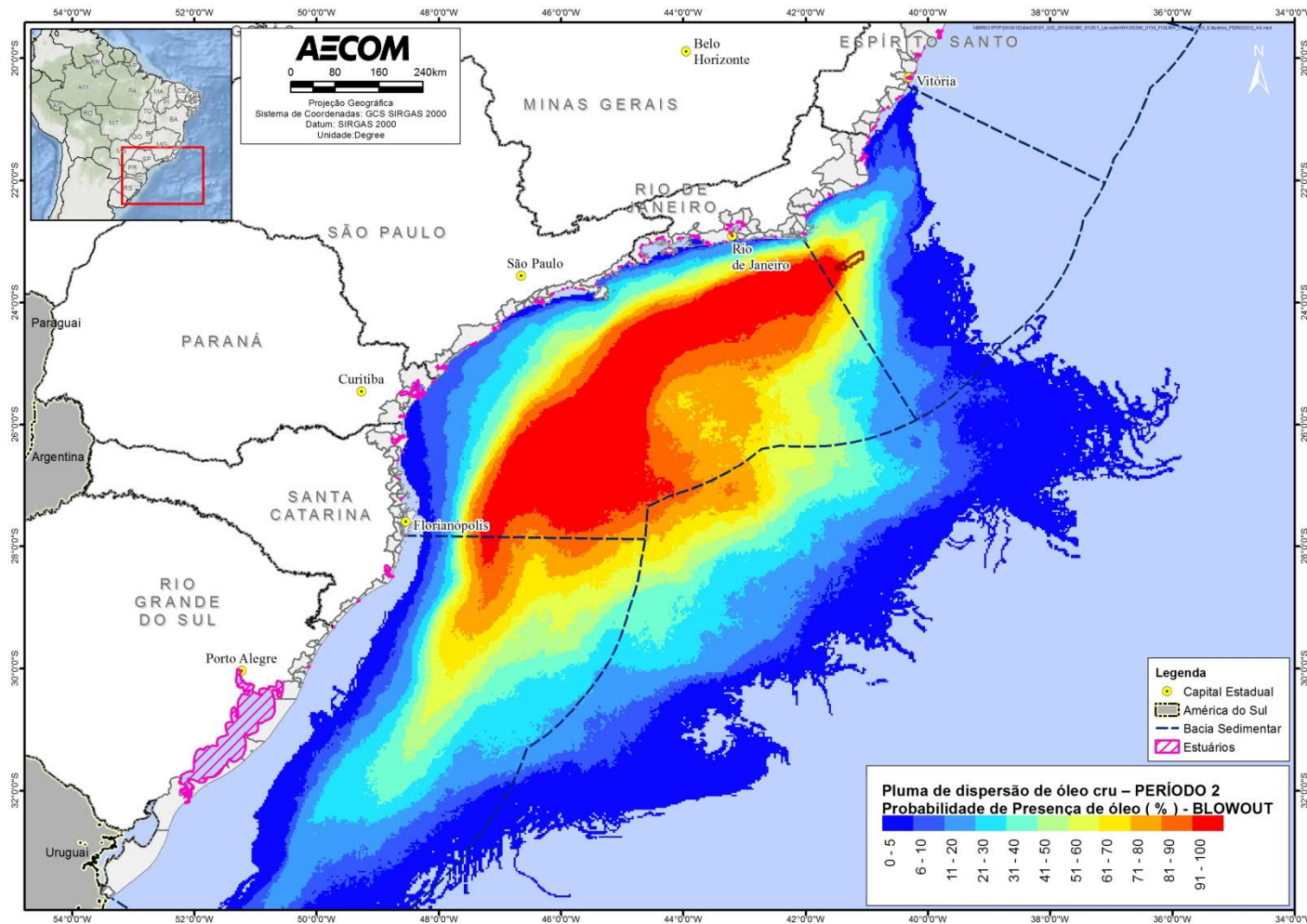


FIGURA II.10.4.2.5 – Localização dos estuários nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de Recuperação

Estudos a respeito do impacto do óleo em ambientes estuarinos ainda são escassos na literatura científica. Apesar de existir um volume considerável de informações quanto aos impactos do óleo em marismas e manguezais, muito pouco é abordado a respeito propriamente dos estuários.

Os ambientes estuarinos são altamente sensíveis ao vazamento de óleo por serem áreas muito complexas que abrigam um mosaico de ecossistemas sensíveis e uma alta biodiversidade, além de fonte de extração de recursos por muitas comunidades (CANTAGALLO *et al.*, 2008). Ao atingir um estuário, o óleo impacta animais e plantas marinhas, pois impede que o oxigênio penetre na água e conseqüentemente acarreta a asfixia em diversas espécies mais sensíveis. No caso das aves marinhas, o impacto também é significativo, levando em consideração que quando atingidas pelo óleo podem sofrer asfixia ou ainda perderem a impermeabilização das penas, gerando posterior quadro de hipotermia, que pode levar à morte.

Analisando o conjunto de fatores de sensibilidade em um estuário, pode-se concluir que o impacto de um vazamento de óleo nesse ambiente pode ser definido como direto, quando são considerados os efeitos em organismos presentes naquele próprio ecossistema ou ainda indiretos quando são considerados os efeitos em outros organismos, através da cadeia trófica e/ou da ciclagem de nutrientes. Apesar do tempo de recuperação de ambientes estuarinos atingidos por óleo ser desconhecido, sabe-se que esse ecossistema pode se tornar mais frágil a cada impacto sofrido, uma vez que a recuperação é lenta e pode ocorrer acúmulo espaço-temporal de efeitos antrópicos de origens diferenciadas (MEAGHER, 2010).

O impacto de óleo nos estuários varia em função de vários fatores incluindo a quantidade de óleo derramado, o tipo de óleo, distância da fonte de vazamento, latitude, estação do ano e ainda a estrutura física e biológica dos próprios estuários como fluxo de correntes marinhas (GETTER *et al.*, 1984).

C1. Estudos de caso

GUNDLACH & HAYES (1978) descreveram dois incidentes onde houve impacto em ambientes estuarinos. O primeiro deles foi o vazamento de Metula, no Chile, em Agosto de 1974, onde nenhuma medida de controle foi tomada devido ao acesso remoto à área. Cerca de 53 mil toneladas de óleo vazaram, atingindo 150 km de costa e afetando praias e estuários. O segundo incidente descrito foi o de Urquiola, na Espanha, em Maio de 1976, quando houve o vazamento de 110 mil toneladas de óleo que atingiram cerca de 215 km de costa e afetaram diversos ecossistemas entre praias, estuários e pântanos. Vale ressaltar que em ambos os casos não houve um detalhamento profundo dos incidentes, e nem do acompanhamento da recuperação dos estuários impactados.

Em outro estudo, HAWKINS *et al.* (2002) descreveram o impacto de um vazamento no estuário de Mersey, na Inglaterra, e previam um tempo de recuperação de 40 anos para o mesmo. Porém, esse valor não poderá ser tomado como base para a estimativa do tempo médio de recuperação de estuários atingidos por óleo, tendo em vista que considera um ambiente previamente impactado por efluentes industriais. Segundo os autores, as conseqüências do impacto pelo óleo foram relativamente pequenas quando comparadas àquelas causadas pelo impacto de décadas de despejo de efluentes industriais.

D. Conclusão

Entende-se que o conhecimento sobre o tempo de recuperação específico para estuários atingidos por óleo ainda é incipiente devido à escassez de trabalhos publicados na área. Ainda assim, deve-se destacar que GETTER & LEWIS (2003) descrevem um tempo de recuperação muito maior para locais abrigados como os manguezais e marismas do que para locais expostos como os estuários. Por sofrerem forte interferência da ação das correntes de marés, os estuários apresentam constante renovação das águas e esse dinamismo, por sua vez, acelera o processo de recuperação. Sendo assim, o tempo de recuperação do CVA Estuário deve ser considerado menor do que o tempo estimado para manguezais e dessa forma será definido como 20 anos.

- **CVA Praias arenosas (expostas e abrigadas)**

A. Introdução

As praias constituem sistemas dinâmicos, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Podem ser divididas em uma porção subaérea (supra e mediolitoral) e outra subaquática (infralitoral) que inclui a zona de arrebentação e se estende até a base das ondas (WRIGHT & SHORT, 1983).

Quanto ao grau de exposição, as praias podem ser identificadas desde muito expostas a muito protegidas, sendo a variabilidade física resultante da combinação de parâmetros como nível energético das ondas e granulometria do sedimento. Destes dependem a morfologia do fundo, o padrão de circulação e a dinâmica de correntes (VILLWOCK, 1987 *apud* AMARAL et al., 2002).

No que diz respeito à composição biológica dos ecossistemas de praia, a configuração é extremamente variável, o que depende principalmente das características geomorfológicas e hidrodinâmicas dos locais. Dessa maneira, quanto maior o diâmetro do grão e, conseqüentemente, a declividade da praia, menor a biodiversidade e abundância de espécies (AMARAL et al., 2002). Em contrapartida, as praias de areia média, fina e/ou mista são biologicamente mais ricas, sendo superadas apenas pelas praias lamosas que apresentam uma enorme diversidade e abundância de espécies (LOPES, 2007). Assumindo-se que a comunidade biológica tem suas características definidas pelas condições ambientais, nas praias de areia grossa, pobres em matéria orgânica e fisicamente instáveis, há predominância de animais filtradores, enquanto nas praias lodosas há o predomínio de espécies depositívoras, estimuladas pela maior quantidade de matéria orgânica (LOPES, 2007).

A fauna de praias é composta, principalmente, por animais permanentes, normalmente com distribuição agregada, e pode ser classificada de acordo com o modo de vida (epifauna e infauna) e tamanho dos indivíduos (macrofauna, meiofauna e microfauna). Além disso, devem ser incluídos à fauna de praias arenosas organismos que visitam temporariamente a praia e/ou dela dependem como fonte essencial de alimento.

De uma maneira geral, a fauna de praias é representada por diversos grupos taxonômicos, tais como Cnidaria, Turbellaria, Nemertea, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echiura, Sipuncula, Crustacea, Pycnogonida, Brachiopoda, Echinodermata e Hemichordata. Entre esses, os numericamente mais

importantes são Polychaeta, Mollusca e Crustacea. Muitas espécies têm importância econômica direta, como é o caso dos crustáceos e moluscos utilizados na alimentação humana ou como isca para pesca (BROWN & MCLACHLAN, 1990 apud AMARAL et al., 2002).

Outro aspecto importante das praias arenosas é que, devido a disposição junto a um corpo de água, as praias constituem forte atração para o lazer, com significativas implicações econômicas por meio das atividades associadas ao turismo e esportes náuticos. Formam, ainda, importante elemento paisagístico, cuja estética e balneabilidade precisam ser preservadas (MATUELLA, 2007).

No Rio de Janeiro as praias estão distribuídas descontinuamente, apresentando-se em compartimentos: foz do rio Itabapoana à foz do rio Paraíba do Sul, foz do rio Paraíba do Sul e a foz do rio Macaé, Macaé a Búzios, Arraial do Cabo à Niterói, entorno da baía de Guanabara, Ipanema à Pedra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba à ilha da Marambaia e orla da baía de Sepetiba e a região entre ilha da Marambaia e a ponta da Trindade (MUEHE et al., 2006).

Já o litoral norte do estado de São Paulo, é bastante recortado, com numerosas ilhas. As praias dessa região estão recuadas em baías e enseadas, e apresentando características morfodinâmicas e sedimentológicas distintas (HYDRO/KERRMCGEE/ENSR/ AECOM, 2006).

No que diz respeito ao estado do Paraná e seu pequeno litoral, destaca-se a presença de praias na Baía de Paranaguá (LANA et al., 2003).

No litoral de Santa Catarina, apresenta longas praias com dunas e restingas, atravessadas por pequenos arroios das lagoas interdunares (ICMBio/MMA, 2015b). Segundo HORN FILHO et al. (2000), a ilha de Santa Catarina (Florianópolis) possui um total de 117 praias, que apresentam comprimento médio de 752 m e largura média de 14,93 m.

Já no litoral do Rio Grande do Sul podem ser encontradas mais de 640 km de praias com grande variedade de formações, incluindo presença de praias oceânicas com areia fina branca, praias estuarinas com areias finas e grosseiras, praias lagunares e lacustrinas (DELANEY, 1962).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.6 e II.10.4.2.7** apresentam a localização das praias arenosas (componente fixo) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no Período 1 como no Período 2. As áreas ocupadas por praias arenosas foram delimitadas através de mapeamento digital, utilizando o Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (MMA, 2007b) e a ferramenta GeoEye resolução 0,5 m, Google Earth Pro™ serviço de mapa (28/07/2001, 04/11/2002, 29/11/2006, 20/07/2009, 27/10/2010). É válido destacar que as praias localizadas em ilhas também foram consideradas no mapeamento.

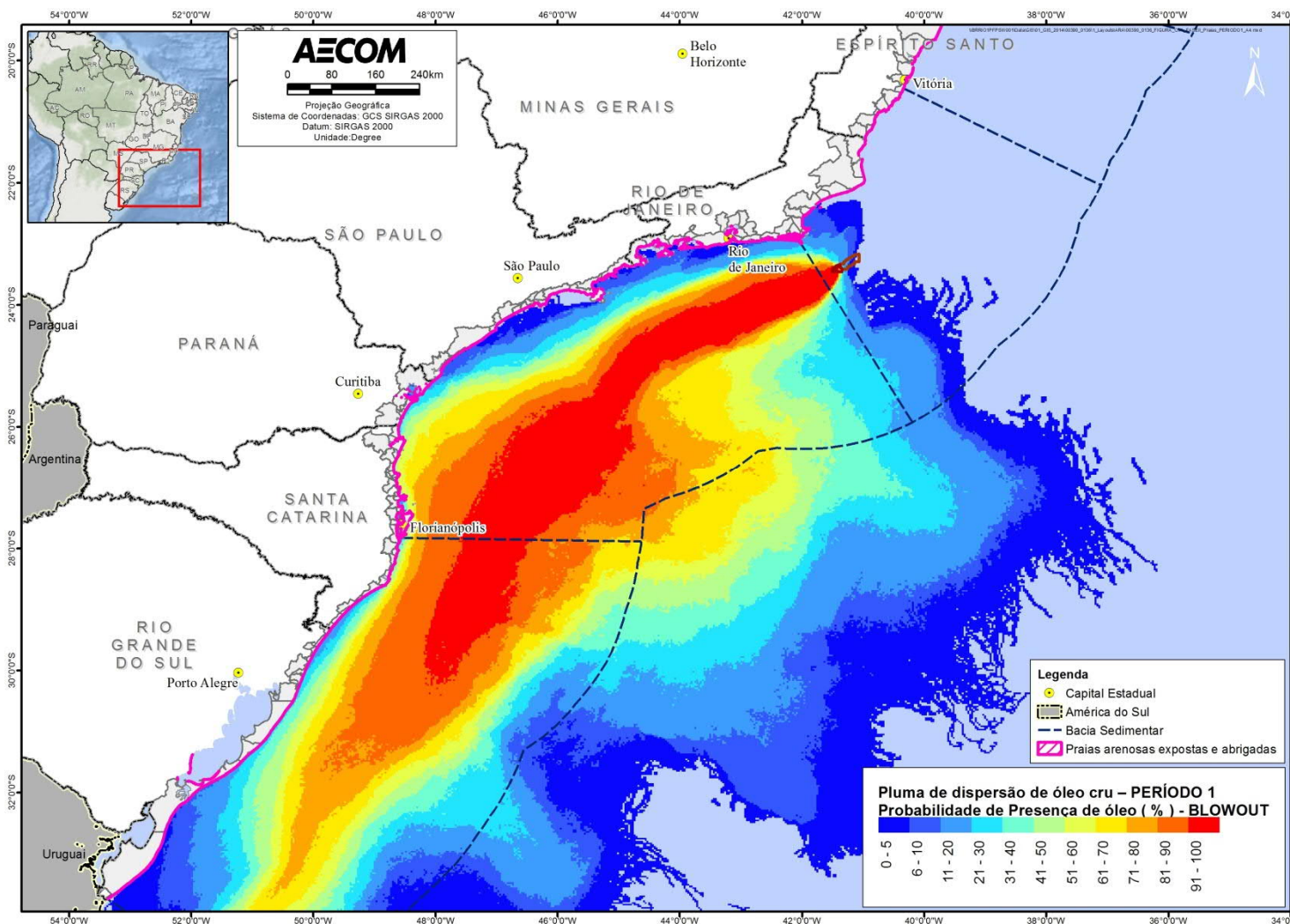


FIGURA II.10.4.2.6 – Localização das praias arenosas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

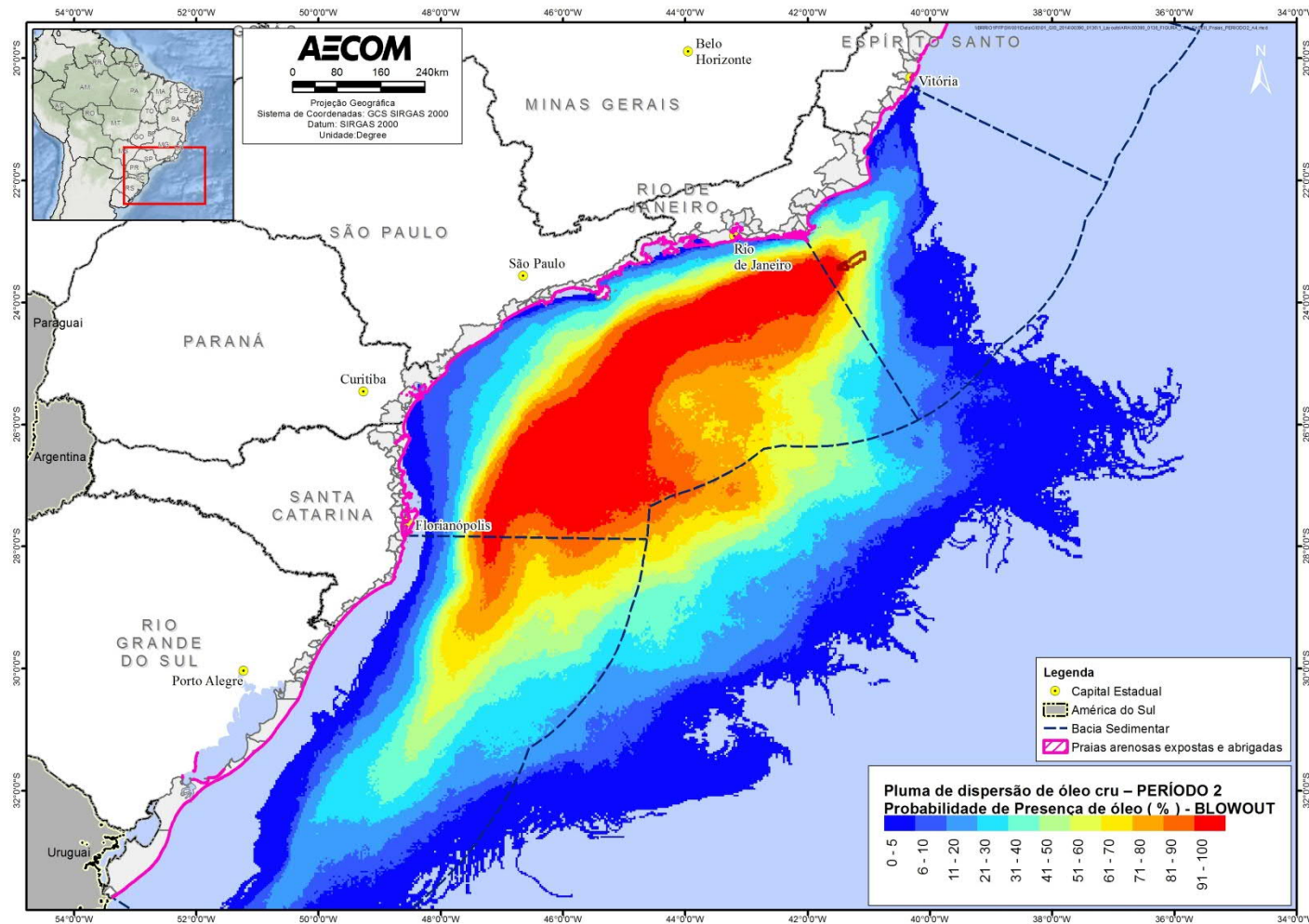


FIGURA II.10.4.2.7 – Localização das praias arenosas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de Recuperação

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 contato ocorrer previamente à 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 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 filtração 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).

C1. 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 entre-marés. 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. Apesar disso, a composição das espécies era similar aos locais de controle sem óleo. Na maioria dos casos a energia física das ondas é 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 II.10.4.2.4** são apresentados outros casos de vazamento com impacto em praias arenosas:

TABELA II.10.4.2.4 - 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 de a 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)

C2. Conclusão

Por serem as praias arenosas ambientes dinâmicos, onde na maioria dos casos, a energia física das ondas é suficiente para remover os resquícios de óleo entre dois e quatro anos após um vazamento de óleo, além da grande concentração de oxigênio na maioria dos sedimentos arenosos levar a uma degradação significativa do óleo, podendo haver recolonização da fauna em torno de cinco anos, o tempo de recuperação das praias foi considerado entre 3 e 10 anos.

- **CVA Recifes Rochosos**

A. Introdução

Quanto à composição faunística, os recifes rochosos apresentam uma rica e complexa comunidade. O substrato duro favorece a fixação de larvas de diversas espécies de invertebrados, sendo comum a ocupação do espaço por faixas densas de cracas, mexilhões e ostras, além de diversas espécies de macroalgas, muitas das quais formando também densas coberturas na rocha (LOPES, 2007). Os organismos sésseis fornecem abrigo e proteção para uma grande variedade de animais, servindo também como substrato para a fixação de outros organismos (LOPES, 2007). Os grupos animais mais comuns nesse ambiente são crustáceos, moluscos, poliquetas, esponjas, tunicados, equinodermos, cnidários e briozoários. Entre as algas, as vermelhas (Rhodophyta) são as mais abundantes quanto ao número de espécies, seguidas pelas verdes (Chlorophyta) e pardas (Phaeophyta) (COUTINHO, 2004; LOPES, 2007).

Devido à presença de fatores ambientais de estresse, a comunidade apresenta estrutura espacial peculiar, denominada de zonação, que ocorre de acordo com o grau de sensibilidade de cada espécie aos gradientes ambientais verticais, em associação com as interações biológicas intra e interespecíficas como predação e competição (COUTINHO, 1995). Dois fatores ambientais de grande importância tomam parte na complexidade das comunidades de costão rochoso: o grau de hidrodinamismo, determinado principalmente pelo impacto das ondas, e a complexidade do substrato (CARVALHAL & BERCHEZ, 2005). Em relação ao hidrodinamismo, reconhece-se basicamente dois tipos de recife rochoso: exposto ou batido e protegido. No primeiro tipo, o elevado grau de hidrodinamismo é um dos principais responsáveis pela mortalidade de organismos mais frágeis nos recifes rochosos, o que resulta em um ambiente com menor diversidade de espécies. Os recifes rochosos abrigados, por sua vez, apresentam alto nível de complexidade, resultando numa grande riqueza de espécies (CARVALHAL & BERCHEZ, 2005).

Como dito anteriormente, os recifes rochosos são formados pelos costões rochosos e pela área marinha adjacente a eles (LOPES, 2007). Os costões rochosos verdadeiros estão presentes, quase que exclusivamente, nas regiões Sudeste e Sul da costa brasileira. O principal trecho da costa, onde os costões rochosos estão entre os ecossistemas mais importantes, compreende Cabo Frio (RJ) até o Cabo de Santa Marta (SP). Nesta região, a composição específica é de característica sub-tropical, com uma alta diversidade de espécies (COUTINHO, 2004).

Na região Sudeste e Sul do Brasil, a área marinha adjacente aos costões rochosos pode apresentar espécies de corais construtores, porém, essas construções não caracterizam um recife de coral verdadeiro (ou seja, de estrutura biológica) (PROJETO CORAL VIVO, 2014). Em seu lugar, são encontradas concentrações de organismos recifais. Como podem se fixar em pedras ou rochas, os corais começam a se desenvolver sobre essas superfícies, criando ambientes similares aos recifes, entretanto, sem que a estrutura seja formada exclusivamente por seus esqueletos.

A área de estudo, como um todo, possui uma grande extensão de recifes 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 recifes 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).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.8 e II.10.4.2.9** apresentam a localização dos recifes rochosos (componente fixo) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, juntamente com as áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, nos cenários sazonais Período 1 (Setembro a Fevereiro) e Período 2 (Março a Agosto). As áreas ocupadas por recifes rochosos foram delimitadas através de mapeamento digital, utilizando o Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos (MMA, 2007b) e a ferramenta GeoEye resolução 0,5 m, Google Earth Pro™ serviço de mapa (28/07/2001, 04/11/2002, 29/11/2006, 20/07/2009, 27/10/2010).

Ressalta-se que para esse mapeamento foi delimitado, de maneira conservadora, 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. Dessa forma, as áreas ocupadas pelos recifes rochosos, contemplam não somente a extensão dos costões rochosos, mas também sua faixa marinha adjacente.

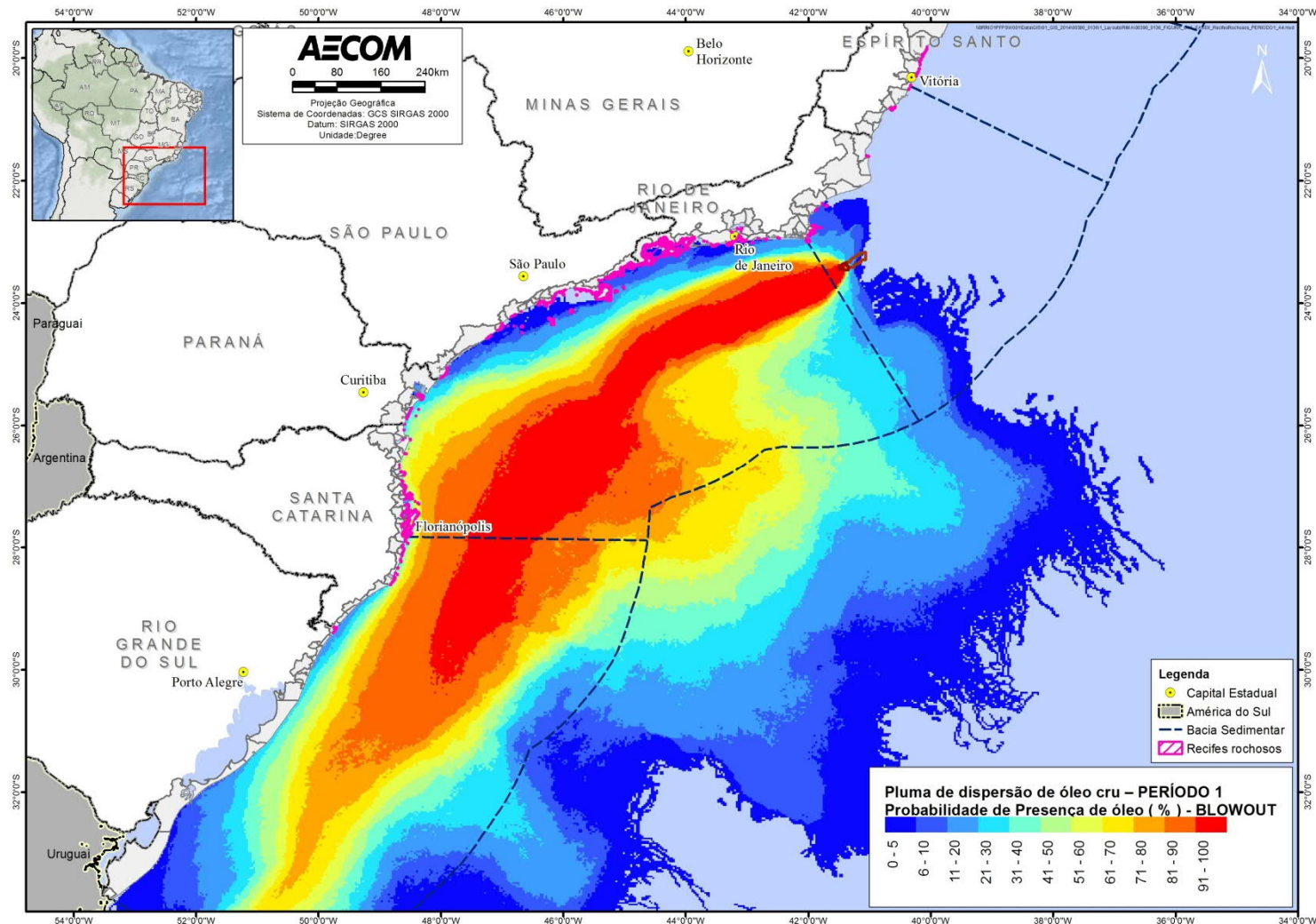


FIGURA II.10.4.2.8 – Localização dos recifes rochosos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

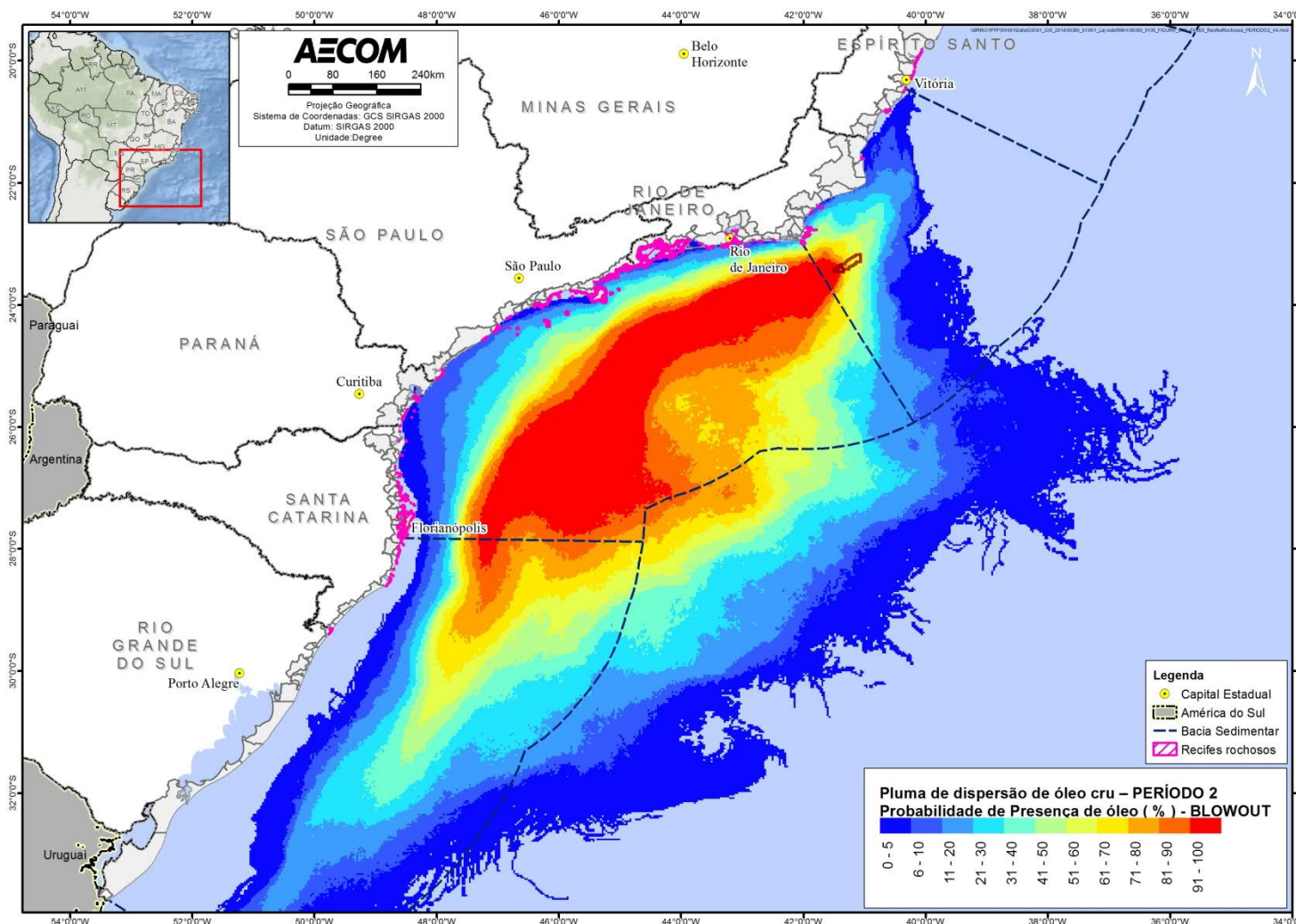


FIGURA II.10.4.2.9 – Localização dos recifes rochosos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de Recuperação

Considerando que os recifes rochosos são compostos pelos costões rochosos e sua porção marinha adjacente, analisa-se, inicialmente, a sensibilidade dos costões rochosos e, a seguir, refere-se às comunidades coralíneas como um todo.

Dentre os fatores que podem ser destacados por influenciar mais diretamente no tempo de recuperação dos recifes rochosos, os principais são: o grau de exposição às ondas; a presença de áreas menos impactadas próximas (que atuem como fontes de larvas) e o tipo de óleo vazado no acidente (MILANELLI, 1994; KINGSTON, 2002). Alguns tipos de óleos são mais resistentes à degradação e agravam os possíveis impactos causados por danos físicos; enquanto outros, mais leves, porém mais tóxicos, têm um maior potencial para gerar impactos químicos no ambiente. Outros fatores que também são passíveis de influenciar na recuperação são a inclinação e a porosidade do costão, além da época de ocorrência do acidente (BAKER, 1999; IPIECA, 1996).

De maneira geral, a persistência do óleo em recifes rochosos expostos é baixa, uma vez que o mesmo não penetra no substrato, sendo rapidamente removido pela ação das ondas. No entanto, os recifes rochosos podem ter micro-ecossistemas, como fendas abrigadas, fissuras e poças, onde espécies sensíveis 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 recifes rochosos expostos: o óleo depositado é rapidamente removido das partes expostas; o óleo mais resistente pode permanecer como uma faixa acima ou na linha da maré alta e os impactos nas comunidades entremarés são esperados como sendo de curta duração (uma exceção poderia ser onde altas concentrações de produto leve refinado chega à costa rapidamente).

Os recifes rochosos abrigados são muito mais sensíveis ao efeito do óleo do que os recifes rochosos 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 (LOPES, 2007). Além disso, os organismos que vivem nos recifes rochosos abrigados são mais sensíveis ao óleo, pois, muitas vezes, não possuem conchas ou carapaças para sua proteção (LOPES, 2007).

Os efeitos do óleo nos recifes rochosos podem ser tanto físicos quanto químicos, com potenciais impactos agudos e efeitos subletais. O aumento da biomassa das espécies menos sensíveis e o declínio daquelas mais sensíveis aos efeitos tóxicos do óleo, são consequências bem conhecidas dos derrames de óleo nos recifes rochosos (KOTTA *et al.*, 2008). Em geral, os impactos agudos costumam ser a mortalidade dos herbívoros, que são mais sensíveis, especialmente os gastrópodes, podendo levar à proliferação posterior de algas verdes oportunistas (SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978; HOUGHTON *et al.*, 1996; MORRELL, 1998). Os depositívoros costumam se beneficiar do aumento da matéria orgânica, enquanto os efeitos negativos podem ser os impactos físicos do recobrimento por óleos pesados nos organismos, o que pode causar asfixia ou o entupimento do aparato alimentar dos filtradores (ELMGREN *et al.*, 1983; BERGE, 1990). Dentre os efeitos subletais pode-se destacar a narcotização, especialmente com relação aos óleos leves como o diesel, que desprende o animal da rocha e o deixa vulnerável ao impacto das ondas (STIRLING, 1977).

O processo de recuperação consiste, primeiramente, num aumento das espécies oportunistas e, depois, na sua gradual substituição pelas mais sensíveis. Ao longo do tempo, a riqueza de espécies se recompõe e, posteriormente, a abundância retorna a valores semelhantes aos de antes do evento, dentro da faixa de variabilidade esperada para esses ambientes. Devido à forte interação biológica entre todos os componentes das comunidades bentônicas dos recifes rochosos, e que determinam muito da dinâmica do sistema, qualquer alteração na abundância de alguma espécie chave é capaz de produzir fortes efeitos diretos e indiretos nos outros componentes (PAINE, 1966; MENGE *et al.*, 1994; PETERSON *et al.*, 2003).

IPIECA (1996) afirma que mesmo que os danos sejam consideráveis, as comunidades presentes em recifes rochosos se recuperam em três ou quatro anos, pois muitas das espécies presentes têm grande potencial de se restabelecer. Entretanto, efeitos em 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.

LOPES *et al.*, (1997) realizou um estudo em 17 recifes rochosos localizados ao longo do Canal de São Sebastião, litoral de São Paulo, entre novembro de 1992 e maio de 1995, após um derramamento de óleo, com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos nesses ambientes. Os resultados mostraram que, apesar do petróleo ser um produto pesado e, portanto, com efeito potencial de recobrimento, e exibir elevada toxicidade, não foi constatado, pelos métodos empregados, qualquer efeito adverso (mortalidade) sobre as populações de craca (*Chthamalus* sp.) atingidas. Isso ocorreu, possivelmente, porque o óleo não chegou a recobrir essas populações e porque as 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 recifes 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, as populações de *Fucus* ainda não tinham se recuperado totalmente na zona superior dos recifes rochosos voltados diretamente para o sol, mas em muitos locais, a recuperação da comunidade entremarés tem sido substancial (EVOSTC, 2010).

Como já abordado anteriormente, a porção marinha adjacente aos costões rochosos do sudeste e sul do Brasil pode ser composta por comunidades de corais. Por esse motivo, essas comunidades também serão tratadas a seguir. Entretanto, como a maioria dos trabalhos que faz referência ao impacto do óleo nos corais trata dos recifes de corais verdadeiros, ou seja, de estrutura biológica (e.g. IPIECA, 1996; NOAA, 2010a), essa mesma abordagem é feita no presente estudo.

A severidade dos impactos da exposição dos corais ao óleo e o tempo de recuperação pode variar de acordo com uma série de fatores como o tipo e quantidade de óleo, a composição e estrutura das espécies e a natureza da exposição ao óleo (IPIECA, 1992; NOAA, 2010a). O óleo pode matar o coral dependendo da espécie e exposição. Corais com colônias arborescentes são mais sensíveis aos impactos por óleo do que

corais de colônias massivas. Estudos apontam que a exposição prolongada a baixos níveis de óleo pode matar os corais assim como exposições com menor duração e maior concentração (LOYA & RINKEVICH, 1980; NOAA, 2010a). A toxicidade crônica do óleo impede a reprodução dos corais, seu crescimento e desenvolvimento. A época do ano em que ocorre um vazamento também pode ser crítica, uma vez que a reprodução e os corais nos primeiros estágios de vida são particularmente sensíveis. No entanto, o cálculo do risco nos corais é complexo e depende de diversos fatores como o tipo de óleo e as condições do mar (NOAA, 2010a).

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

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

Segundo MARCHIORO & NUNES (2003), os riscos mais elevados de efeitos letais são atribuídos aos recifes da zona entremarés e aos recifes rasos, devido ao contato direto destes com o óleo. Os corais se recuperam lentamente de distúrbios, sejam naturais ou causados pelo homem. O tempo de recuperação de um recife de coral depende de vários fatores como o grau e tipo de dano, a localização, as espécies afetadas e muitos outros fatores. Segundo NOAA (2010a), a recuperação pode ser medida usando-se o percentual da cobertura de coral afetada, a diversidade de espécies, a altura média da colônia e, em geral, a cor e saúde do

coral. Se os corais foram danificados, mas não foram mortos, os sobreviventes podem se regenerar. No entanto, se a maioria dos corais for morta, a recuperação dependerá quase que exclusivamente do recrutamento e crescimento das larvas provenientes de outras áreas, sendo esse um processo muito mais lento.

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

C.1. Estudos de Caso

A **Tabela II.10.4.2.5** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados nos costões rochosos e nos recifes de corais, mostrando a complexidade e variabilidade desse tipo de acidente. Através das descrições, pode-se constatar que pouca ou nenhuma atenção é dada aos ambientes recifais após os vazamentos, havendo assim, dados escassos dos impactos sobre esses ecossistemas.

TABELA II.10.4.2.5 - Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os recifes rochosos e recifes de corais.

Vazamento	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 recifes 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 recuperados.
1989: Navio Exxon Valdez, Alasca. Volume do óleo derramado: 41 milhões de litros de petróleo.	Durante o acidente com o navio Exxon Valdez, no Alasca, muitos quilômetros de recifes rochosos 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).
1999: Navio Erika, Brittany (França). Volume do óleo derramado: 41 milhões de litros de petróleo.	Um ano após o acidente com o petroleiro Erika, foi realizado um estudo na Ilha Groix, França. A macrofauna de diferentes recifes 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).

Vazamento	Efeitos reportados
<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 recifes rochosos ainda mostravam evidências de impacto 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>
<p>1967: Navio-tanque RC Stoner, Wake Island, Oceano Pacífico Norte.</p> <p>Volume do óleo derramado: 600.000 galões de mistura de combustível.</p>	<p>O impacto aos corais foi pouco mencionado. Um óleo de cor preta foi observado impregnando corais após a passagem de um furacão no local.</p>
<p>1968: Navio-tanque SS Witwate, Panamá.</p> <p>Volume do óleo derramado: 20.000 barris de óleo diesel.</p>	<p>Um estudo conduzido após dois meses do vazamento mostrou que não houve grandes impactos aos corais. Isso ocorreu, provavelmente, porque os corais da região não são expostos, não havendo contato direto com o óleo.</p>
<p>1973: Navio-tanque Zoe Colocotronis, Bahia Súcia, Porto Rico.</p> <p>Volume do óleo derramado: 37.000 barris de óleo cru.</p>	<p>Nesse derramamento não foi dada a devida atenção aos impactos potenciais do petróleo nos recifes de coral.</p>
<p>1986: Rompimento de refinaria, Bahia Lãs Minas, Panamá.</p> <p>Volume do óleo derramado: 60.000 a 100.00 barris de óleo cru.</p>	<p>O incidente mostrou ter efeitos letais e subletais em todos os ambientes, incluindo os recifes de coral. A cobertura, tamanho e diversidade dos recifes de coral diminuíram substancialmente após o vazamento. Logo após o vazamento, estudos relataram uma mortalidade extensiva de várias formas e espécies de coral.</p>
<p>1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.</p> <p>Volume do óleo derramado: 6,3 milhões de barris de óleo.</p>	<p>Apesar da grande quantidade de óleo derramada, pode-se dizer que o impacto foi bem menor que o esperado. Alguns recifes de coral foram impactados nesse derramamento, com a morte de várias colônias de coral. No entanto, foi observado um novo crescimento dos corais na parte impactada.</p>

Vazamento	Efeitos reportados
1993: Navio Pesqueiro Jin Shiang Fa, Refúgio Nacional da Vida Selvagem Rose Atol, Samoa. Volume do óleo derramado: 100.000 galões de óleo diesel, 500 galões de óleo lubrificante e 1,1 toneladas de amônia.	Devido ao naufrágio do navio, houve diversos impactos físicos ao atol. No entanto, os pesquisadores afirmam que os impactos mais graves e generalizados foram devido ao óleo diesel.
2010: Plataforma Deepwater Horizon Golfo do México. 4.9 milhões de barris de óleo cru	Algumas colônias de corais exibiram sinais de estresse sete meses após o vazamento. Os sintomas incluem produção excessiva de muco e retração dos pólipos.

Fonte: NOAA (2010a); WHITE *et al.* (2012); FISHER *et al.* (2014).

C.2. Conclusão

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

Em geral, os recifes rochosos se recuperam entre três e 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. Considerando que os recifes rochosos possuem uma alta biodiversidade e incluem espécies de corais que vivem na região marinha adjacente aos costões rochosos, conclui-se que o tempo de recuperação dos recifes rochosos será superior a dez anos, podendo chegar a até 20 anos em casos extremos.

- **CVA Marismas**

A. Introdução

As marismas são ecossistemas costeiros presentes ao redor de todo o mundo nas médias e altas latitudes, com relevo pouco expressivo estando, em geral, em planícies ou depressões alagadas (UFBA, 2013). São ambientes frequentemente inundados que apresentam grandes variações de temperatura e salinidade. Por isso, a vegetação dominante é composta por angiospermas herbáceas (geralmente uma ou poucas espécies) adaptadas a essas variações, que podem ser perenes ou anuais (CETESB, 2013; COSTA & DAVY, 1992).

Em regiões temperadas e frias os manguezais são substituídos pelas marismas que desempenham o mesmo papel ecológico de exportadoras de matéria orgânica (ITOPF, 2010). Em latitudes de transição, as marismas

e os manguezais podem ainda coexistir configurando um ambiente estuarino com abundância de nutrientes e elevada riqueza biológica.

São encontrados no continente americano entre as latitudes 32°N (Estados Unidos) e 52°S (Argentina), com presença mais significativa a partir dos 25°S (São Paulo/Brasil) em direção às mais altas latitudes (BDT, 1999 apud ZANIN, 2003). No Brasil, as marismas estão presentes em estuários, lagoas e baías ao longo da costa dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Entre os principais papéis desempenhados pelas marismas estão (CETESB, 2013; ZANIN, 2003; RODINI & NETTO, 2009; GUNDLACH & HAYES, 1978):

- Produção de detritos, funcionando como um eficiente exportador de matéria orgânica e nutrientes para os ecossistemas adjacentes;
- Manutenção das margens, impedindo a erosão;
- Fornecimento de superfície para fixação de algas epífitas e organismos epibióticos;
- Depósito de nutrientes, principalmente nitrogênio;
- Fornecimento de habitat para larvas de peixes e invertebrados (grande parte de interesse comercial) e aves migratórias que utilizam esse ecossistema como ponto de escala durante a sua migração.

As maiores marismas do Brasil ficam localizadas nas margens da Lagoa dos Patos/RS e na margem sul da lagoa de Santo Antônio, em Laguna/SC (ZANIN, 2003). No Estuário da Lagoa dos Patos, as marismas representam 95% daquelas encontrados em toda costa gaúcha e apresentam-se em 24 subáreas espacialmente distintas conforme descontinuidade física e cobertura vegetal (MARANGONI & COSTA, 2009).

Grande parte das marismas brasileiras já vem sofrendo com o processo de degradação devido às atividades antrópicas como pastejo por animais, incêndios, cortes da vegetação, deposição de lixo, construção de aterros e canais de drenagem (BOLICO et al., 2012; MARANGONI & COSTA, 2009). Por esses motivos, processos biológicos e ecológicos como produção de biomassa, reprodução das plantas, diversidade e abundância de espécies e disponibilidade de nutrientes ficam comprometidos (MARANGONI & COSTA, 2009).

A curto prazo, os principais impactos de um vazamento de óleo sobre as marismas são provenientes da deposição de um filme de óleo sobre as folhas das espécies vegetais, o que dificulta as trocas gasosas e diminui a absorção da luz pela planta. Cita-se, ainda, que o recobrimento físico leva à morte das folhas, redução de sementes e estimulação do crescimento (IPIECA, 2000; BAKER, 1970 apud WOLINSK, 2009).

A longo prazo, os efeitos são associados a penetração do óleo no sedimento, porém, poucos estudos abordam esse tema na literatura científica.

Acredita-se que a falta de legislação que reconheça as funções ecológicas das marismas como sendo indispensáveis ao equilíbrio ecológico da zona costeira de maneira geral, seja um dos principais fatores que levam a sua degradação por múltiplos fatores.

Na área potencialmente atingida pelo óleo em caso de vazamento, apenas os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul possuem esse ecossistema. Em Santa Catarina, são observados 970 hectares de marismas ao longo da costa. Destaca-se na Ilha de Florianópolis significativas áreas de marismas, em especial na Enseada

de Ratonés (ZANIN, 2003) e Lagoa da Conceição (SORIANO-SIERRA, 1999). O município de Palhoça também apresenta áreas de marismas ao longo da costa (MMA, 2007b).

Na região costeira do Rio Grande do Sul, destaca-se o complexo Lagunar Tramandaí-Armazém, onde é possível identificar dois macrohabitats de marismas em áreas mais baixas, frequentemente alagadas (COIMBRA & COSTA, 2006).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.10 e II.10.4.2.11** apresentam a localização das marismas na área de estudo, isso é toda a área com alguma probabilidade de chegada de óleo no vazamento de pior caso, em ambos os cenários sazonais. As áreas ocupadas por marisma foram delimitadas através de mapeamento digital usando o Atlas de Sensibilidade Ambiental (MMA, 2007b) e o mosaico de imagens GeoEye e DigitalGlobe acessado com Google Earth Pro™ em Novembro/2015, subsidiadas por referências científicas (SORIANO-SIERRA, 1999; ZANIN, 2003; COIMBRA & COSTA, 2006).

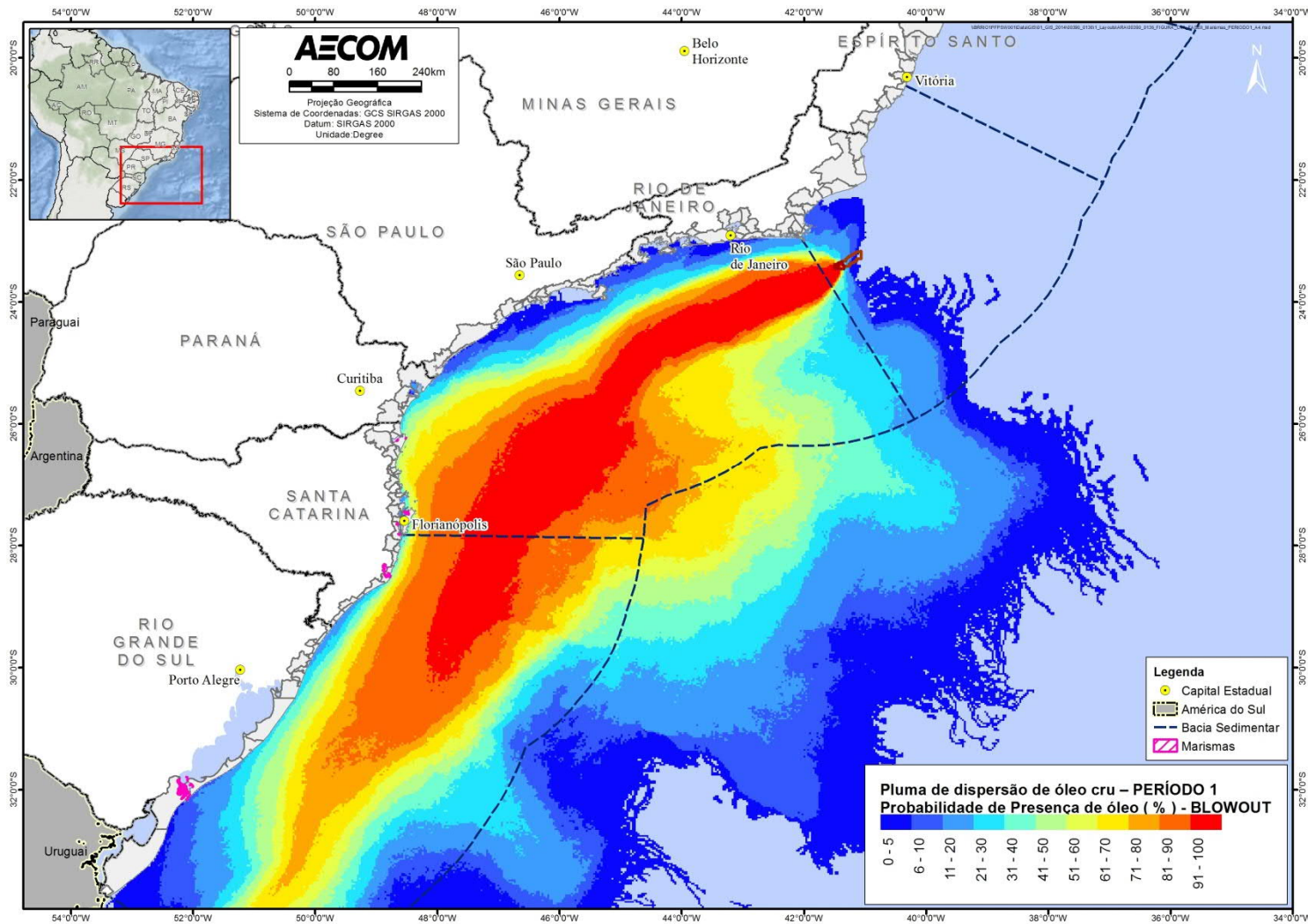


FIGURA II.10.4.2.10 – Localização das marismas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

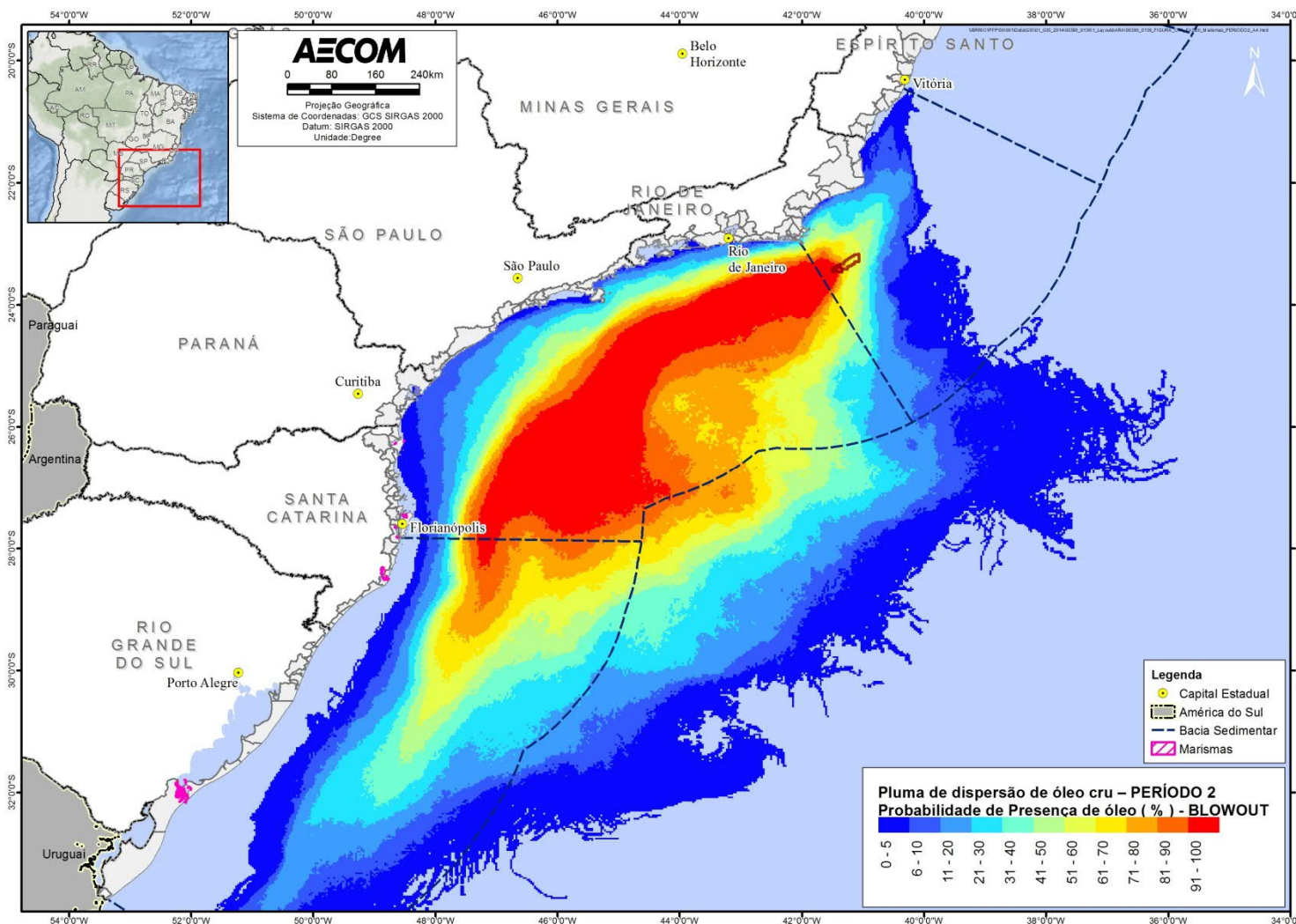


FIGURA II.10.4.2.11 – Localização das marismas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de Recuperação

Assim como os manguezais, as marismas encontram-se nos níveis mais altos da escala de vulnerabilidade a derrames de óleo. São consideradas altamente suscetíveis a este tipo de impacto e requerem proteção, cuidados em caso de limpeza e em algumas situações, restauração (CETESB, 2013). Em seu estudo, GUNDLACH & HAYES (1978) corroboram com essas afirmativas e, em uma escala de 1 a 10 classificam a vulnerabilidade das marismas como 10, assim como a dos manguezais, por serem os ecossistemas mais produtivos do ambiente aquático. Por isso, devem receber prioridade de proteção em caso de vazamento de óleo (CETESB, 2013).

Segundo a IPIECA (1994), o tempo de recuperação das marismas é altamente variável, pois fatores como estação do ano, espécies de vegetais presentes, espessura do depósito de óleo e o grau de penetração no sedimento interferem diretamente neste processo. Principalmente em regiões de clima temperado a vegetação das marismas permanece dormente nas estações de inverno e outono e, por isso, se atingidas por óleo, não demonstram sinais de recuperação. Estima-se um tempo de recuperação de um a dois anos em caso de vazamento de óleo leve ou moderado, sem penetração profunda no sedimento. Quando há contaminação por óleo pesado a situação é distinta e o tempo de recuperação torna-se maior (IPIECA, 1994).

USEPA (2004) ratificou a diferença da recuperação em função da gravidade do derramamento, mencionando que, em geral, a recuperação de marismas é de alguns anos, apesar de em poucos casos extremos este prazo ser superior a décadas. BAKER (1999) também menciona a exceção para casos extremos, e cita como prazo geral um período de 1 a 5 anos para a recuperação natural de marismas.

Acrescenta-se ainda outros fatores de influência na persistência do dano nas marismas, como grau de intemperismo e grau de remoção ou retenção do óleo, disponibilidade de sementes, processo sucessional, erosão/deposição e atividade de restauração pelo homem (IPIECA 1994; CETESB, 2002 apud CANTAGALLO et al., 2007). Além disso, o tempo de recuperação varia consideravelmente quando são comparadas marismas atingidas por um vazamento único de óleo e marismas atingidas por múltiplos vazamentos. No primeiro caso, o tempo de recuperação tende a ser menor do que o segundo, pois não ocorrem efeitos cumulativos (GUNDLACH & HAYES, 1978).

Uma característica agravante ao impacto nesse sistema é a alta sensibilidade das marismas ao pisoteio. O pisoteio pode causar redução da quantidade de tecido das plantas, com isso, expondo o interior das mesmas às frações tóxicas do óleo (CANTAGALLO et al., 2007). Espécies típicas de marismas, os vegetais *Batis* sp. e *Salicornia* sp. são especialmente vulneráveis ao pisoteio (GETTER et al., 1984 apud CANTAGALLO et al., 2007).

A afinidade do óleo às marismas vai variar de acordo com a composição das espécies vegetais e da fenologia (quantidade de detrito vegetal acumulado) das mesmas. Hidrocarbonetos com pequenas cadeias e compostos aromáticos são mais tóxicos para as plantas de marismas do que hidrocarbonetos com moléculas grandes e alcanos (COSTA & MARANGONI, 2000).

Apesar do óleo enalhado sofrer remoção natural pelas marés, além de evaporação e dispersão para ecossistemas adjacentes, em ambientes costeiros de baixa energia, o seu principal meio de degradação ocorre

através da atividade microbiana (LEE & LEVY, 1991). Nas marismas, esse processo é limitado pela disponibilidade de oxigênio, o que acarreta uma lenta biodegradação das moléculas de hidrocarbonetos que podem permanecer nesse ecossistema pelo menos por 10 anos (GUNDLACH & HAYES, 1978; LEE & LEVY, 1991). Experimentos realizados após o vazamento Terra Nova (Canadá) corroboram com essa afirmativa, tendo em vista que amostras de óleo com concentrações mais elevadas que penetraram no sedimento foram extremamente resistentes à biodegradação (LEE & LEVY, 1991)

É válido destacar que a limpeza promovida pelo homem em marismas impactadas por óleo muitas vezes se torna mais prejudicial a esse ecossistema do que os próprios efeitos causados pelo agente impactante. Técnicas como a queima ou o corte estão entre as ações de limpeza desenvolvidas e ocasionam a morte de toda comunidade bentônica (GUNDLACH & HAYES, 1978). Destaca-se que para contaminações leves por óleo é recomendada a recuperação natural das marismas (NOAA, 2000). Segundo IPIECA (2000), a migração de organismos de áreas não impactadas, o recrutamento natural, a recolonização e o crescimento da flora representam os vetores de recomposição natural desses ambientes.

C1. Estudos de Caso

Assim como ocorre nos manguezais, são muito escassos os estudos sobre os efeitos do óleo e a recuperação de marismas em longo prazo (HESTER & MENDELSSOHN, 2000). A maior parte se resume a avaliações realizadas poucos anos após o vazamento. Também é possível encontrar alguns experimentos, que acompanham recuperações em simulações de derrame, porém com acompanhamento restrito há poucos anos.

GUNDLACH & HAYES (1978) descreveram em seu estudo os efeitos do vazamento do navio Metula em 1974, no Chile, nas marismas presentes na região, e avaliaram que dois anos após o incidente nenhuma mudança significativa em termos de recuperação havia ocorrido. Já WANG et al. (2001), que fizeram estudos na mesma região, em marismas impactadas pelo mesmo vazamento, detectaram que 24 anos após o incidente o óleo já havia sofrido alterações significativas na sua composição química, apesar de ainda estar presente no ecossistema. IPIECA (1994) e BAKER (1999) corroboram com esse estudo e afirmam que 19 anos após o vazamento de Metula, as marismas ainda apresentavam óleo visível. Ainda assim, relataram que 17 anos após esse incidente era possível observar sinais de recuperação, havendo recolonização de plantas nas áreas de deposição do óleo mais espesso.

Em outro estudo sobre os impactos do óleo em marismas, MILLE et al. (1998) descreveram os efeitos do vazamento do navio Almoco Cadiz que atingiu a costa da Inglaterra e França em 1978. A análise dos sedimentos das marismas impactadas na costa inglesa permitiu constatar que 13 anos após o incidente houve um decaimento considerável do nível de hidrocarbonetos no solo apesar de ainda se fazer presente. Sobre o mesmo incidente, em uma análise do impacto nas marismas francesas, BAKER (1999) destacou diferenças no tempo de recuperação para uma área submetida à limpeza e outra deixada sob processo natural. Segundo o autor, em 1990, três marismas submetidas a tratamento estavam 26, 35 e 39% recuperados, enquanto as áreas deixadas para limpeza natural estavam totalmente recuperadas, ocorrendo inclusive aumento da área vegetada original.

O vazamento do navio Florida, ocorrido em Massachussetts, também atingiu as marismas presentes na região em 1969 e gerou uma série de impactos para os organismos presentes nesse ecossistema. Foram analisadas

amostras tanto de sedimentos superficiais quando de sedimentos profundos além dos organismos, que se mostraram contaminados inicialmente, em sua totalidade. Peixes do gênero *Fundulus* se mostraram praticamente livres de contaminantes um ano após o incidente enquanto caranguejos do gênero *Uca* permaneceram fortemente contaminados quatro anos após o vazamento (BURNS & TEAL, 1979). Esses caranguejos apresentaram uma queda populacional devido aos efeitos do óleo e sua recuperação foi diretamente proporcional ao desaparecimento de hidrocarbonetos aromáticos do solo (KREBS & BURNS, 1978; TEAL et al., 1992 apud IPIECA, 1994). Após 20 anos da data do vazamento, a superfície das marismas encontrava-se visualmente recuperada, porém ainda era possível detectar traços de resíduos de óleo nesse ecossistema (KREBS & BURNS, 1978; TEAL et al., 1992 apud IPIECA, 1994).

As marismas presentes no estado da Louisiana (EUA) também foram alvo dos impactos de um vazamento de óleo, em 1985. Estudos mostraram que quatro anos após o incidente já era possível observar uma recuperação substancial (quase total) da cobertura vegetal, embora determinadas áreas do solo ainda apresentassem elevados níveis de hidrocarbonetos. Análises fotossintéticas realizadas cinco anos após o impacto disseram não haver diferença significativa entre uma planta recolonizante impactada e uma planta jamais impactada. Após oito anos pode-se verificar ainda que as taxas de perda de solo das marismas impactadas estavam dentro das taxas esperadas (série histórica) e eram semelhantes às taxas das marismas adjacentes que não haviam sofrido impacto (HESTER & MENDELSSOHN, 2000).

Além das avaliações pós impacto, alguns autores realizam simulações de derramamento de óleo buscando avaliar o comportamento das marismas diante acidentes. A partir desses estudos, foram considerados diversos pontos, influenciando na intensidade do impacto e na recuperação.

Em um estudo de ALEXANDER & WEBB (1985) apud USEPA (2004) foram observados impactos distintos na comparação de diferentes tipos de óleo (óleos cru da Arábia e da Líbia e 2 tipos de óleos combustíveis). A espécie *Spartina alterniflora*, gramínea dominante em marismas da costa do Atlântico e Golfo do México, apresentou alta mortalidade e danos sob impacto de um dos óleos combustíveis, enquanto sob dos demais óleos o impacto não foi significativo. Os autores ainda salientaram que esta gramínea não sofreu danos quando exposta de baixas a moderadas concentrações de óleo. Após cinco meses da exposição, as áreas atingidas pelos diferentes tipos de óleo já apresentavam biomassa comparável às áreas controle. Após dois anos, mesmo a área sob efeito do óleo combustível mais prejudicial, já estava completamente recuperada.

CLARKE & WARD (1999) em um experimento na costa sudeste australiana com hidrocarbonetos de petróleo destacaram quanto à flora das marismas, rápida senescência e pequena inércia para as espécies *Sarcocornia quinqueflora* e *Spolvbohts virginicus*, com reprodução prejudicada nos 17 meses subsequentes a exposição. Ainda neste experimento, notou-se alta mortalidade de gastrópodes após a exposição, porém em poucos meses a população mostrou recuperação através de migrações de áreas adjacentes.

WOLINSK (2009) realizou um experimento de recuperação de marismas no Brasil, na Baía de Paranaguá, também com a espécie *Spartina alterniflora*, analisando uma área de sedimento lodoso e baixa energia hidrodinâmica e outra de sedimento arenoso e alta energia hidrodinâmica. Ambas as áreas foram submetidas a derrame de óleo BUNKER, nas marismas de substrato lodoso após três meses já não se observava evidências visuais de óleo, enquanto nas áreas de substrato arenoso os sinais de óleo não foram mais vistos

após quatro meses. O autor mencionou 6 meses como prazo de recuperação das marismas. O trabalho destacou, ainda, que áreas deixadas sob recuperação natural mostraram recuperação mais rápida comparada a áreas submetidas a cortes.

C2. Conclusão

A partir das considerações supracitadas, é evidente a variação dos períodos de recuperação de marismas diante de diversos fatores de influência. NOERNBERG & LANA (2002) mencionam a dificuldade em estimar o tempo de persistência do óleo em ambientes de manguezais e marismas. Segundo os autores há ambiguidades nas evidências utilizadas pelos diferentes estudos e, por vezes, são esquecidos fatores importantes, como, por exemplo, o conhecimento do lençol freático de cada ambiente.

É conhecida a alta vulnerabilidade das marismas, o que demanda preocupação com acidentes que atinjam essas áreas. Para derrames de menor gravidade, a recuperação natural pode ocorrer em menos de uma década, no entanto, este prazo pode se estender proporcionalmente a magnitude do incidente, assim como pelas características específicas de cada área (como tipo de sedimento e energia hidrodinâmica).

A recuperação da flora, da fauna e até do aspecto visual tende a ocorrer nos primeiros anos, porém traços de hidrocarbonetos podem persistir no sedimento por mais de vinte anos (como citado por BAKER, 1999; CLARKE & WARD, 1999; HESTER & MENDELSSOHN, 2000; IPIECA, 1994; WOLINSK, 2009; entre outros).

Destaca-se a distância mínima de aproximadamente 70 km da costa das atividades compreendidas por este estudo, como um cenário com menor propensão a acidentes graves, o que sugere um período menor para recuperação das marismas que possam ser atingidas. Porém, considerando a alta vulnerabilidade desses ambientes e a possibilidade de persistência de hidrocarbonetos no sedimento, o tempo de recuperação desse componente será definido como maior que 10 anos, podendo chegar até 30 anos.

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

A. Introdução

A separação dos componentes Recursos Pesqueiros Costeiros e Recursos Pesqueiros Oceânicos será feita apenas através do mapeamento, uma vez que o valor de tempo de recuperação considerado para os dois componentes é o mesmo, ainda que se considere que este seja bastante conservador quando atribuído aos recursos pesqueiros oceânicos.

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

As espécies que habitam a região oceânica normalmente são capazes de evitar a contaminação física, já que nadam para longe da área contaminada, evitando, assim, efeitos em longo prazo nas populações locais (MOSBECH *et al.*, 2000). Segundo alguns autores (IPIECA, 2000; ITOPF, 2004) não existem evidências ou informações de um vazamento de óleo que tenha causado a morte de um número suficiente de peixes adultos ou de estágios jovens em mar aberto a ponto de afetar, significativamente, as populações adultas. Isso ocorre, principalmente, porque em mar aberto as concentrações tóxicas são raramente alcançadas (MOSBECH *et al.*, 2000). No entanto, MASCARELLI (2010) afirma que os organismos oceânicos que foram expostos ao óleo quando larva ou embriões podem sofrer sérios danos. Na verdade, podem-se levar muitos anos para entender como a exposição ao óleo no início da vida irá afetar a população de peixes. Aqueles peixes que vivem por décadas, como as garoupas, tem bastante tempo para se recuperar, no entanto, animais que vivem apenas de um a três anos, como os camarões, poderiam ser altamente afetados se expostos a um evento deste tipo, podendo sofrer uma drástica redução em suas populações por um tempo, afetando, também, a comunidade de pessoas que depende desse recurso (MASCARELLI, 2010).

B. Mapeamento

Para realizar o mapeamento, foram consideradas informações oriundas do REVIZEE, segundo o qual, os recursos tradicionalmente explorados na zona costeira se estendem até cerca de 100 m de profundidade (MAGRO *et al.*, 2000). Desta forma, considerou-se como limiar entre os recursos costeiros e oceânicos a isóbata de 100 m de profundidade. As **Figuras II.10.4.2.12 a II.10.4.15** apresentam a localização dos recursos pesqueiros oceânicos e costeiros nas áreas com probabilidades de chegada de óleo no cenário de pior caso, tanto cenário sazonal Período 1 (Setembro a Fevereiro), como no cenário sazonal Período 2 (Março a Agosto).

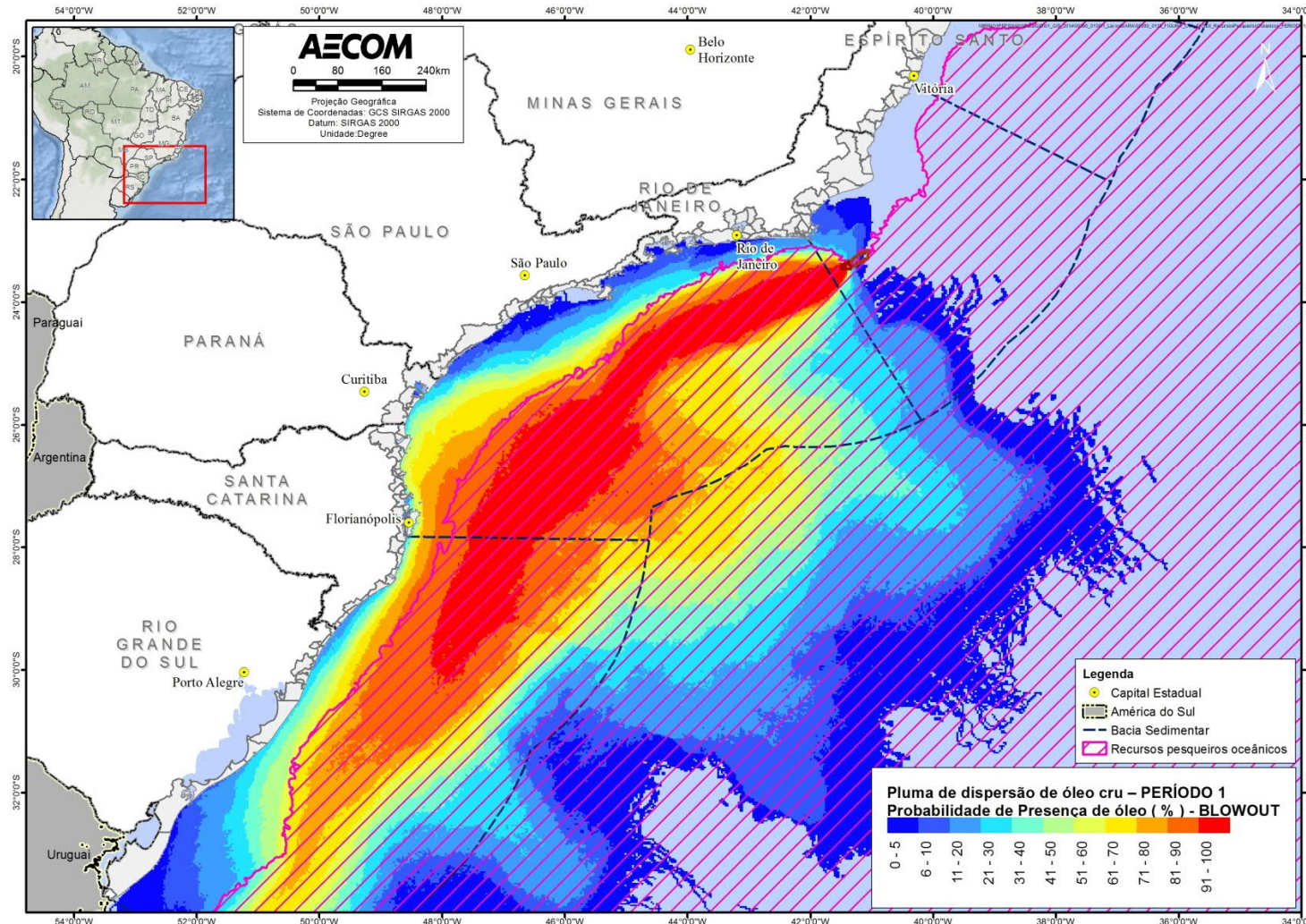


FIGURA II.10.4.2.12 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

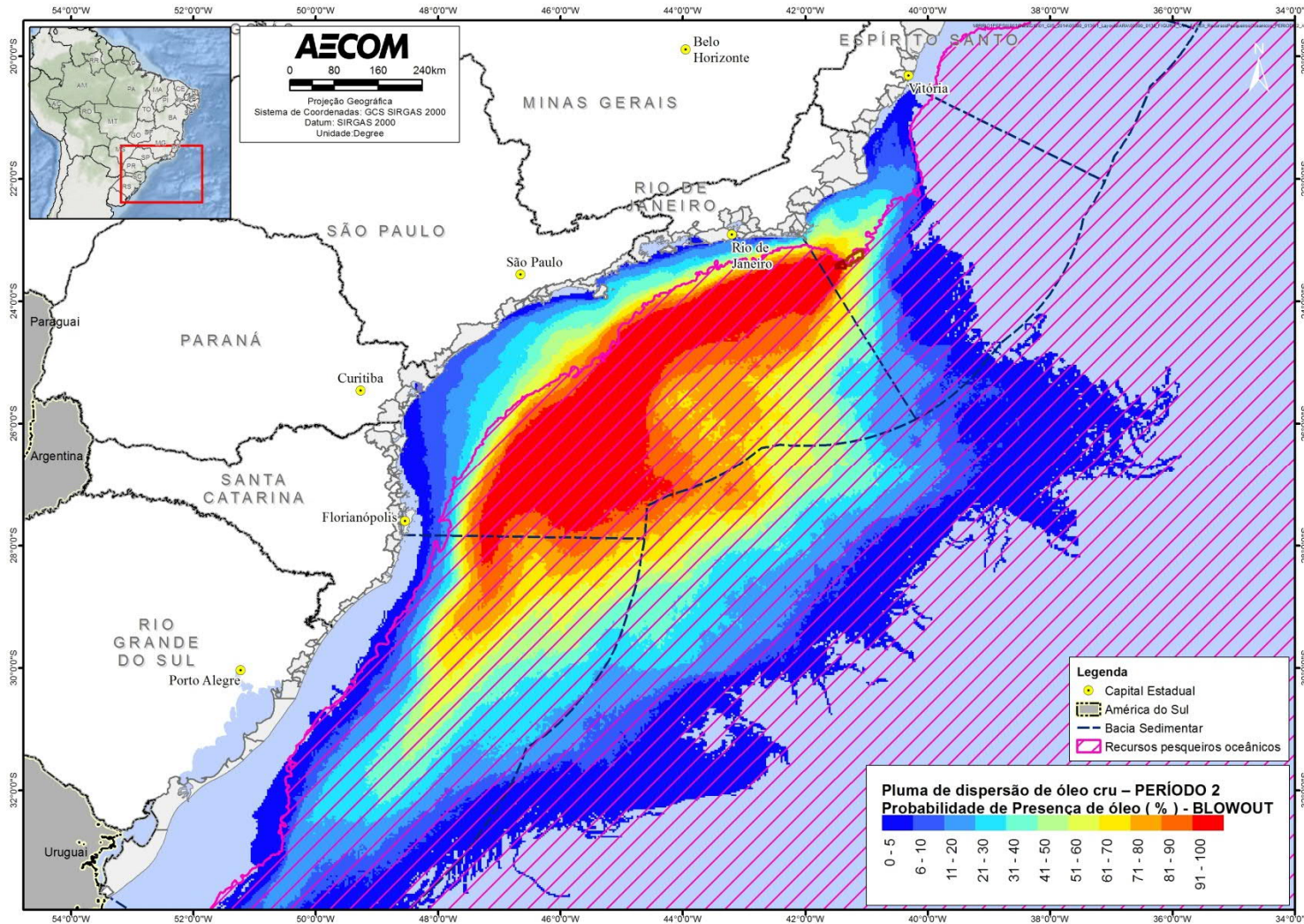


FIGURA II.10.4.2.13 - Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

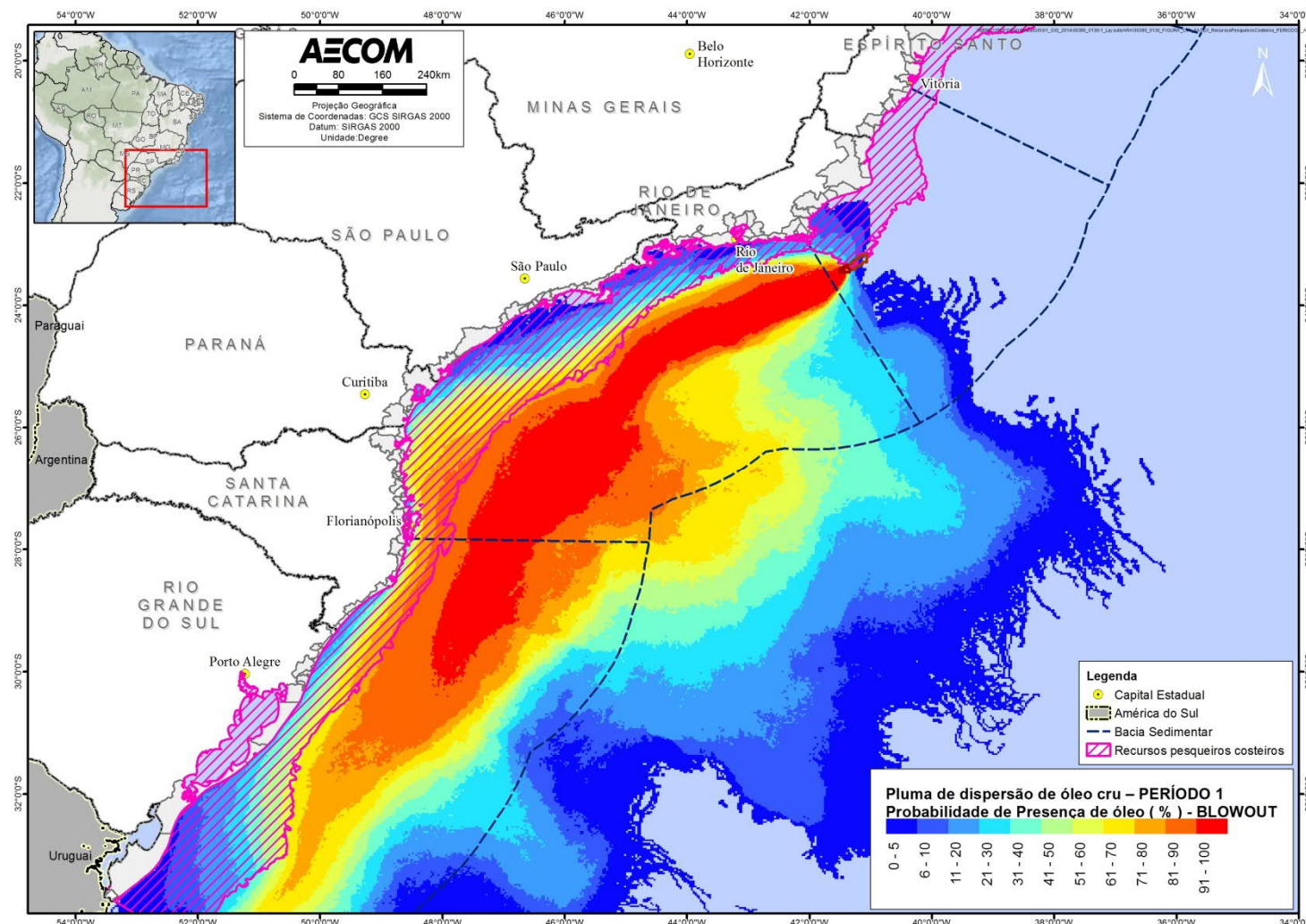


FIGURA II.10.4.2.14 - Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

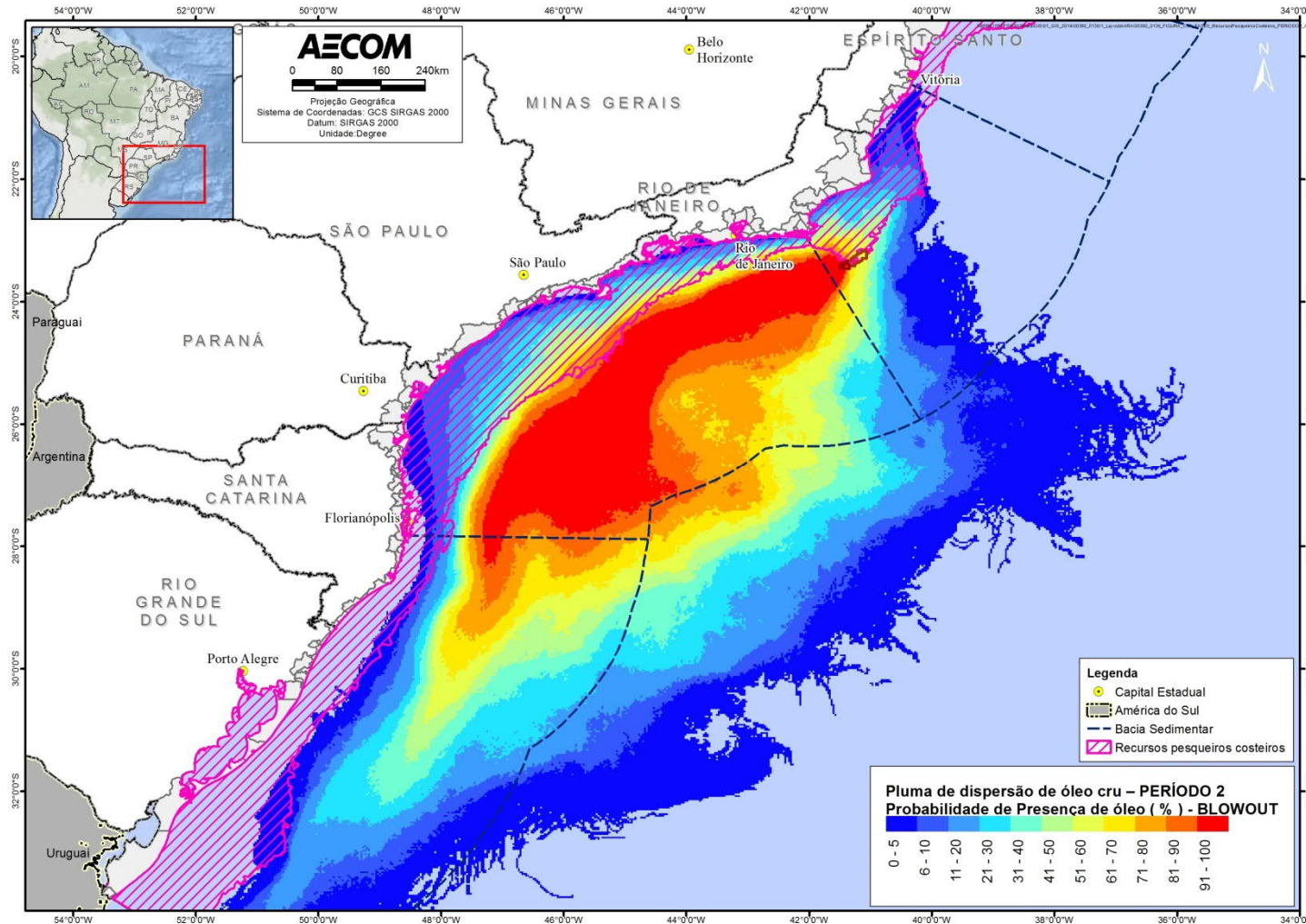


FIGURA II.10.4.2.15 - Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

Para esse estudo, são entendidos como recursos pesqueiros os peixes, crustáceos e moluscos capturados pelos pescadores e marisqueiros inseridos na área de estudo, que os utilizam seja para a própria subsistência seja 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, 2000).

C. Tempos de Recuperação

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

Como nenhum fator isolado é um parâmetro confiável para predizer ou mensurar o dano, é 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 ocorrência de um impacto sobre esses componentes, assume-se que um vazamento pode impactar a pesca e o pescado das seguintes maneiras:

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

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

- **Efeitos diretos sobre os organismos**

- **Contaminação Física**

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

Em áreas costeiras, onde o óleo pode ficar preso em baías e enseadas, existe uma chance maior de concentrações tóxicas serem alcançadas, podendo causar efeitos letais nos peixes (MOSBECH et al., 2000). Nesses locais, o dano potencial para os organismos é grande, particularmente nas espécies que possuem estoque restrito ou com limitadas áreas de desova (IPIECA, 2000).

É improvável, também, que os componentes do óleo bioacumulem em altas concentrações nos tecidos dos peixes, dada a sua capacidade de metabolizar e excretar esses contaminantes (MOSBECH et al., 2000). Entretanto, os efeitos diretos do óleo em bancos costeiros de moluscos é uma preocupação particular, já que os moluscos sésseis são incapazes de nadar para fora de águas poluídas. Nos acidentes Arrow e Amoco Cadiz, por exemplo, um número significativo de mexilhões foi morto (IPIECA, 2000). Ressalta-se, novamente, que para a atividade em questão, não há probabilidade de toque em área de ocorrência de bancos de moluscos na região.

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

○ Alterações de comportamento

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

As lagostas e caranguejos, por sua vez, dependem largamente do sentido olfativo para realizar suas atividades, e a exposição ao óleo ou a seus derivados perturba essa percepção de odor. Alguns trabalhos demonstram que isso afeta o comportamento de caça dessas espécies, principalmente no que diz respeito à alimentação e à busca por parceiros em lagostas, e no comportamento de acasalamento em caranguejos. Entretanto, é difícil reproduzir um ambiente tão complexo em laboratório, e alguns estudos de exposição em curto prazo têm sido inconsistentes em termos de condições reais em que os organismos estão expostos durante um vazamento de óleo (IPIECA, 2000).

○ Efeitos no plâncton

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

o óleo derivar para locais que apresentem espécies com desova restrita a poucas áreas ou a áreas fisicamente restritas (p. ex. baías) (IPIECA, 2000).

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

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

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

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

o **Efeitos na pesca**

Acidentes com vazamentos de óleo podem resultar em perdas na atividade pesqueira, uma vez que os pescadores não podem ou não querem pescar devido ao risco de incrustação do óleo nos barcos ou nos artefatos de pesca. Essa contaminação pode, também, acabar sendo transferida para o pescado. No caso de toque de óleo na região litorânea e nerítica, o que não é o caso em questão para o presente empreendimento, a mariscagem também é prejudicada, pois a prática corrente de coleta manual não dá conta de localizar e remover espécies com óleo (ITOPF, 2004).

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

Alguns artefatos de pesca são mais sensíveis que outros à contaminação por óleo. A **Tabela II.10.4.2.1** apresenta alguns dos principais artefatos de pesca utilizados na região de estudo e sua sensibilidade ao encalhe e/ou ao óleo.

TABELA II.10.4.2.1 – Sensibilidade dos artefatos de pesca a danos causados por encalhe ou contaminação por óleo.

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

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

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

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

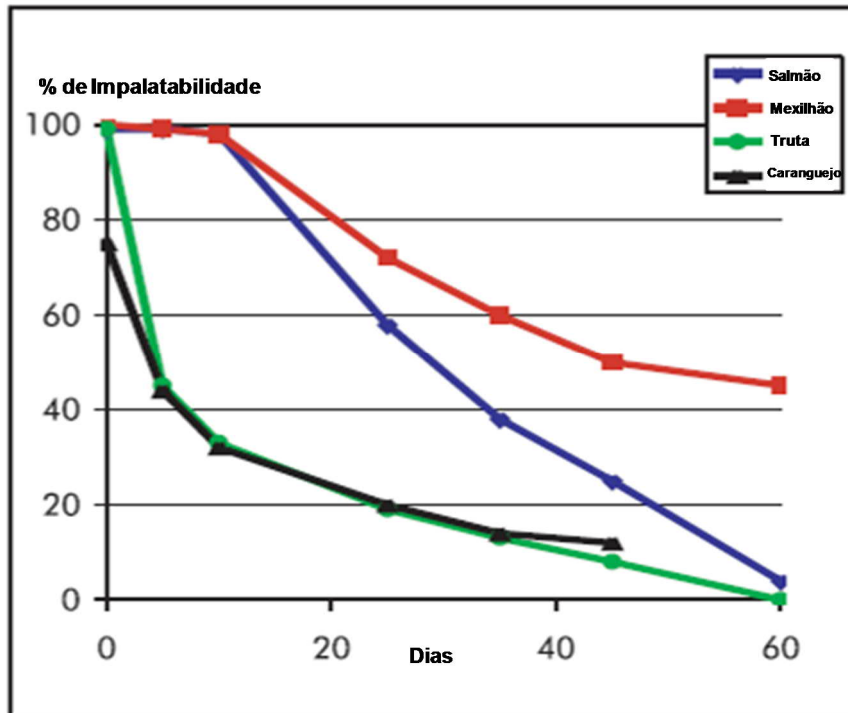
o **Impalatabilidade (*taint*)**

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

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

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

A escala temporal para a perda da impalatabilidade (uma vez que a fonte de contaminação tenha sido removida) é relativamente curta e vai de dias a meses, dependendo do tempo de exposição, da espécie, da temperatura e de padrões de alimentação, entre outros fatores (IPIECA, 2000). A **Figura II.10.4.2.16** apresenta a taxa de depuração (perda da impalatabilidade) para salmão, mexilhão, truta e caranguejo após uma exposição experimental a óleo cru.



Fonte: ITOPF (2004)

FIGURA II.10.4.2.16 – Taxa de depuração de recursos pesqueiros após contaminação por óleo.

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

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

Após o acidente com o petroleiro Braer, em 1993, na região próxima ao litoral da Nova Escócia (Canadá), os níveis de contaminação nos peixes coletados na zona de exclusão decaíram rapidamente e, três meses após o vazamento, a proibição da pesca foi retirada. Entretanto, um ano após o acidente ainda existiam áreas com níveis elevados de óleo no sedimento. Algumas espécies de moluscos, que estão mais expostas ao óleo no sedimento do que os peixes, ainda apresentavam níveis baixos de contaminação, fazendo com que a captura dessas espécies permanecesse proibida (MOSBECH et al., 2000).

C1. Estudos de Caso

A Tabela II.10.4.2.2 apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para a pesca e nos recursos pesqueiros.

TABELA II.10.4.2.2 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e nos recursos pesqueiros.

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1969: <i>Blowout</i> do poço Santa Barbara, Califórnia- EUA.</p> <p>Volume do óleo derramado: 4.500 a 10.500 toneladas de óleo cru.</p>	<p>Efeitos negativos em curto prazo na abundância do bonito e da cavala. Sem efeitos em longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.</p>
<p>1976: Argo Merchant, Estados Unidos.</p> <p>Volume do óleo derramado: 28.000 toneladas de petróleo venezuelano.</p>	<p>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.</p>
<p>1977: Tsesis, Mar Báltico, Suécia.</p> <p>Volume do óleo derramado: 1.000 toneladas de óleo combustível médio.</p>	<p>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.</p>
<p>1977: Ekofish 'Bravo <i>blowout</i>, Mar do Norte.</p> <p>Volume do óleo derramado: 9.000 a 13.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>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.</p>
<p>1978: Amoco Cadiz. N. Brittany (Bretanha).</p> <p>Volume do 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 mortos. Cardumes de um ano de solha, linguado e tainha desapareceram das zonas mais afetadas e demonstraram redução de crescimento, fecundidade e recrutamento. A reprodução e o crescimento de peixes de fundo em baías impactadas e anormalidades histopatológicas ficaram evidentes na região anos depois.</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>

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1979: Betelgeuse, Bantry Bay, Irlanda.</p> <p>Volume do 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 do óleo derramado: Estima-se que 3.300 toneladas chegaram a costa.</p>	<p>Inicialmente, alguns indivíduos mortos de garoupas, xereletes e sardinhas, sem ocorrência de mortalidade massiva.</p>
<p>1983: Castillo de Bellver, África do Sul.</p> <p>Volume do óleo derramado: 160.000 a 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 do óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>Entre 1991-92, os estoques de camarão mostraram um declínio de 25% na biomassa em relação aos níveis pré-guerra. As causas exatas não foram estudadas.</p>
<p>1989: Exxon Valdez, Alasca, EUA.</p> <p>Volume do óleo derramado: 37.000 toneladas de petróleo.</p>	<p>Após o vazamento do “Exxon Valdez”, em uma comparação entre peixes de áreas contaminadas e não contaminadas, foi demonstrada que as taxas de prevalência e de intensidade do parasitismo foram significativamente mais altas em grupos expostos ao óleo. Houve esforços especiais para proteger a pesca. Alguns cientistas contestam a evidência de dano em longo prazo para a fauna e as populações de peixes locais.</p>
<p>1993: Braer, Nova Escócia, Canadá.</p> <p>Volume do 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 foram localizados e foram encontrados somente impactos temporários sobre os animais. Considerando o tamanho do derramamento, os impactos ambientais foram surpreendentemente limitados.</p>

Vazamento	Efeitos reportados
1970: Arrow, Baía Chedabucto, Canadá. Cerca de 11.000 toneladas de petróleo.	Registros mostraram contaminação em tecidos de moluscos e crustáceos, além da diminuição de seu crescimento e estoque. Estudos concluíram que as lagostas atingidas não afetariam o consumo humano, porém, o mesmo foi proibido. Além disso, análises indicaram a presença de óleo no aparelho digestivo e nos órgãos das vieiras.
1997: Navio Russo Nakhodka Cerca de 6.500 toneladas de petróleo.	Moluscos impactados pelo óleo foram monitorados após três anos do vazamento, de modo a avaliar a presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Resultados mostraram que os compostos foram eliminados rapidamente e após 3 anos os moluscos foram classificados como recuperados.
2010: Deep Water Horizon, Golfo do México, Estados Unidos. Cerca de 4,9 milhões de barris de petróleo	O vazamento durou 87 dias e causou a morte e contaminação de milhares organismos e efeitos crônicos que poderão ser identificados a longo prazo. Mais de 20 milhões de hectares no Golfo do México estavam com a pesca proibida.

Modificado de: IPIECA (2000b); ITOPI (2010a); MOSBECH et al. (2000); TEAL & HOWARTH (1984); KOYAMA et al., 2004; BARRON, 2012.

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

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

É importante citar, ainda, o vazamento de óleo da sonda Deepwater Horizon, no Golfo do México, em 2010, que ocasionou o vazamento de 4,9 milhões de barris de petróleo, e causou a morte de diversos organismos e efeitos crônicos que poderão ser identificados a longo prazo. WHITEHEAD et al. (2012) avaliaram, durante quatro meses após o incidente, os efeitos do óleo sobre peixes residentes que vivem em pântanos atingidos e

detectaram exposições subletais biologicamente relevantes, que causaram alterações no genoma e na morfologia. Dois meses após o vazamento atingir a costa, o óleo permancia no local, porém, após quatro meses, o óleo não era mais detectado nas estações amostradas. No entanto, os autores ressaltam que os efeitos do impacto pelo óleo podem permanecer por muito tempo no ambiente.

Apesar de poucos estudos que abordem tempos de recuperação dos recursos pesqueiros relacionados ao vazamento de Deepwater Horizon, principalmente pela escassez de dados pré-vazamento, SOTO et al. (1981) *apud* TUNNELL (2011) documentaram que dois anos após o vazamento de Ixtoc, na mesma região do Golfo do México, os camarões já haviam retomado às características anteriores ao vazamento, indicando sua recuperação. Os autores sugerem que este grupo pode se recuperar em um ano ou no máximo dois, devido ao seu ciclo de vida anual. ROOKER et al. (2013), por sua vez, avaliaram as larvas de quatro espécies de peixes mais abundantes no Golfo do México e puderam perceber uma redução larval numérica no ano no acidente, o que pode ter sido gerado pela mudança na distribuição dos adultos.

KUBACH et al. (2011) avaliaram grupos de peixes ribeirinhos após um rompimento de um oleoduto *onshore*, no sul da Califórnia, Estados Unidos. O monitoramento ocorreu durante nove anos após o vazamento de óleo diesel. Inicialmente as diferenças entre as áreas contaminadas e as áreas de controle eram muito grandes, porém, com o tempo foram diminuindo, até chegar à similaridade máxima, que indicava uma recuperação das comunidades de peixes quatro anos após o vazamento. Os autores perceberam, ainda, que os peixes presentes em sítios mais contaminados se recuperaram ainda mais rápido do que aqueles em locais menos atingidos, pois estavam próximos a locais não impactados, o que acelerou sua recuperação. Apesar das condições avaliadas neste estudo (*onshore*, peixes de rios, correntes, capacidade de resiliência) serem bem distintas daquelas encontradas nas atividades da Equinor, as informações servem para enriquecer o estudo e auxiliar a definição do tempo de recuperação para os recursos pesqueiros.

Apesar dos dados encontrados, poucas referências abordam os efeitos crônicos do óleo sobre os organismos e ecossistemas de maneira geral (TUNNELL, 2011). Porém, se sabe que alguns organismos se tornam tolerantes à exposição crônica ao óleo, como é o caso do caranguejo-azul no Golfo do México (TUNNELL, 2011).

C.2. Conclusão

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

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

• CVA Cetáceos

A. Introdução

Na região ocorrem 35 espécies de cetáceos. Algumas destas espécies são consideradas ameaçadas de extinção no Brasil (MMA, 2014) e/ou no mundo (IUCN, 2014) conforme Tabela II.10.4.2.5 a seguir.

TABELA II.10.4.2.5 – Cetáceos ameaçados de extinção no Brasil e/ou no mundo presentes na área com probabilidade de presença de óleo e status de conservação nacional e global (MMA, 2014; IUCN, 2018).

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Status de Conservação	
				IUCN (2018)	MMA (2014)
Odontoceti	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Toninha	Águas costeiras entre Itaúnas, ES (19° S) e Rio Grande do Sul	VU	CR
	<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	Águas costeiras entre Honduras (Amer. Central) e Florianópolis (SC)	DD	VU
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Águas oceânicas	VU	VU
Mysticeti	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-franca-austral	Águas costeiras durante o período reprodutivo	LC	EN
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleia-azul	Águas oceânicas	EN	CR
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	Águas oceânicas	EN	EN
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	Águas oceânicas	EN	EN

Fonte: SICILIANO *et al.* (2006); ENGEL *et al.* (2006); ZERBINI *et al.* (1999); LODI & BOROBIA (2013); SIMMAM (2015), IUCN (2016); MMA (2014); CITES (2014).

Status de Conservação:

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

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

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

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

NA – Não ameaçada.

Ocorrência:

C – Ocorrência Confirmada

P – Ocorrência Provável

A distribuição dessas espécies varia desde águas mais rasas e costeiras (p.e., boto-cinza) até lâminas d’água superiores a 500 m (misticetos, zifídeos e a maior parte dos delfinídeos). Algumas espécies podem, ainda, se aproximar mais da costa durante o período reprodutivo, como é o caso da baleia-jubarte e da baleia-franca nas regiões sudeste e sul do Brasil respectivamente (SICILIANO *et al.*, 2006).

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

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 (SICILIANO *et al.*, 2006). Segundo FERNANDES (2001) e ZERBINI *et al.* (2006; 2014), indivíduos de baleia-jubarte se aproximam bastante da costa no litoral norte no estado do Rio de Janeiro.

A baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), outro mysticeto com hábitos migratórios, também pode ser encontrada ocasionalmente em toda região com probabilidade de presença de óleo e sazonalmente no estado de Santa Catarina. Esses cetáceos migratórios estão presentes na região preferencialmente nos meses de inverno e primavera (SICILIANO *et al.*, 2006).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.17** e **II.10.4.2.18** apresentam as áreas de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no Período 1 como no Período 2. Considerando que os cetáceos podem ocorrer em todo ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, foi considerada toda área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários sazonais. Portanto, não representa uma área específica de agregação e sim uma área abrangente de ocorrência, e, por isso, este CVA foi classificado como um CVA difuso.

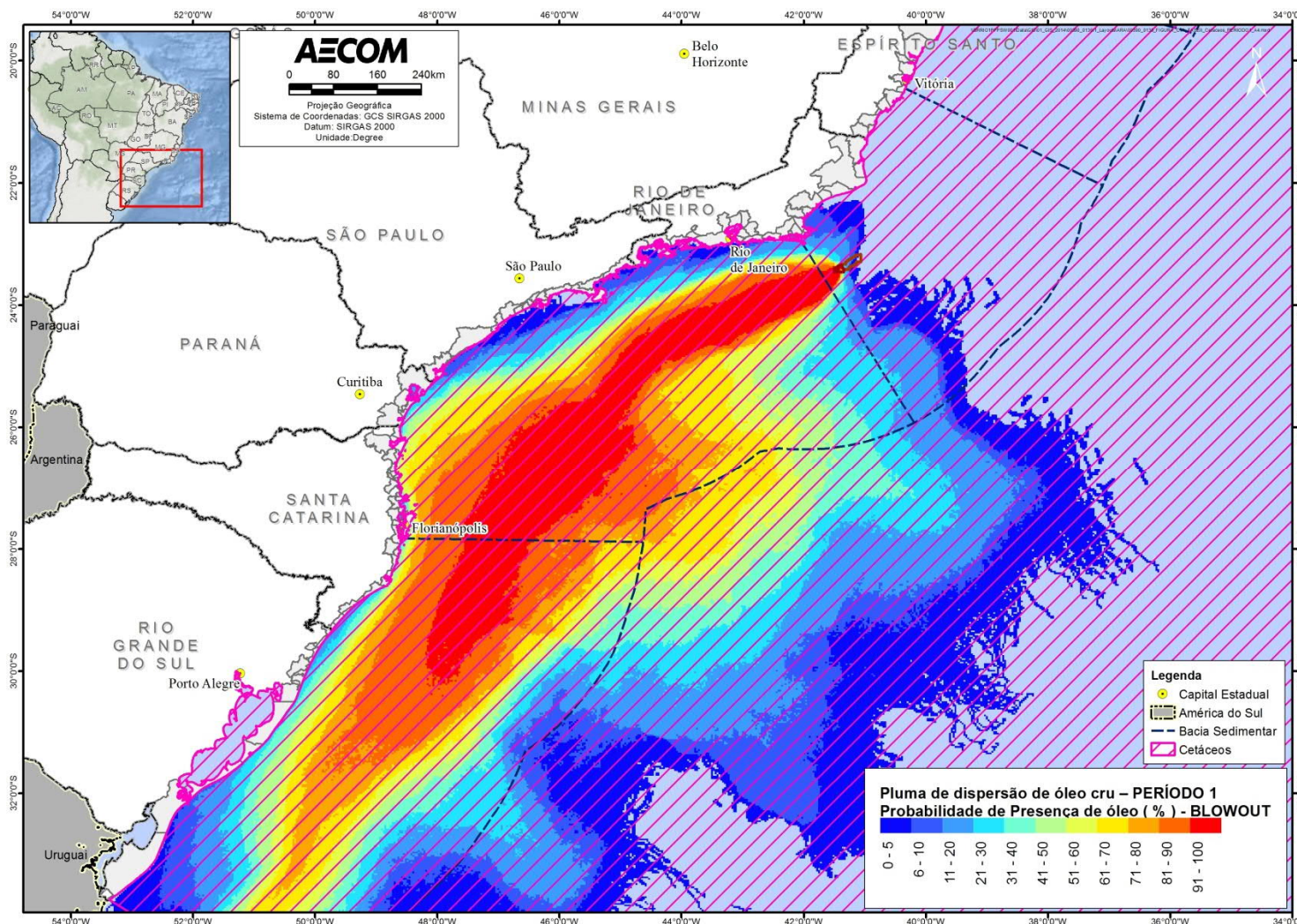


FIGURA II.10.4.2.17 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

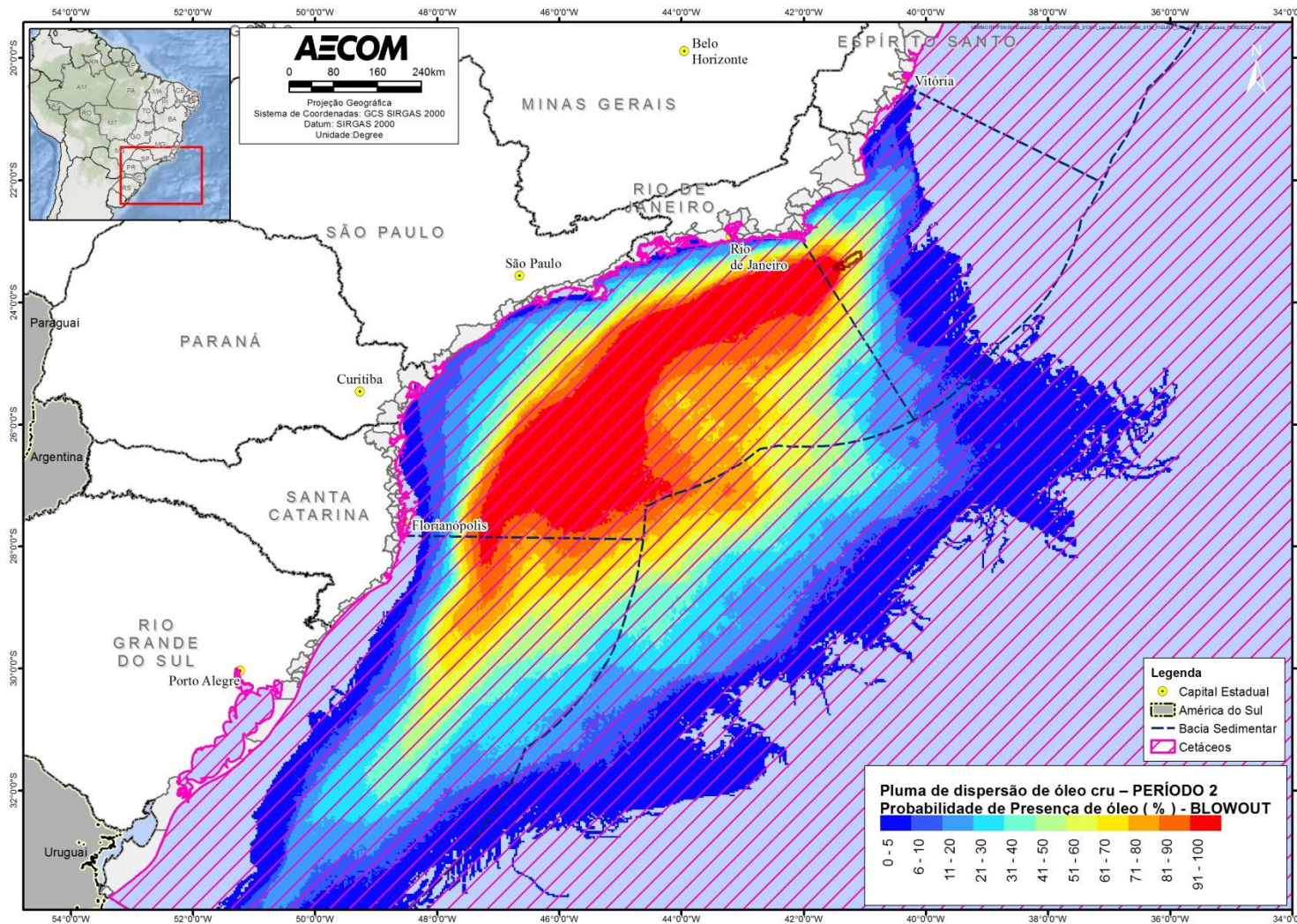


FIGURA II.10.4.2.18 – Área de ocorrência de cetáceos nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelo de pior caso.

C. Tempo de Recuperação

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

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

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

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

SMITH et al. (1983) em seu estudo, levantaram a possibilidade dos cetáceos terem a capacidade de detectar o óleo na superfície da água, e com isso evitá-lo. Experimentos realizados pelos autores com golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em cativeiro, mostraram que esses animais conseguem detectar, visualmente, uma lâmina de óleo cru de 1 mm de espessura na superfície da água do mar, evitando ir à superfície em locais onde a água do mar contém uma camada de 1 cm de óleo mineral. No entanto, é importante ressaltar que as condições encontradas durante os experimentos em cativeiro são bem distintas daquelas encontradas em uma situação real de vazamento, não sendo possível garantir que o mesmo comportamento de evitação ocorrerá no oceano.

Estratégias similares têm sido observadas durante outros eventos de vazamento, como o ocorrido com a população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) residente na Baía de Guanabara, que foi vista deixando o local após o incidente de vazamento de óleo ocorrido no ano 2000. A população foi para mar aberto, retornando para suas áreas de alimentação antes mesmo das operações de limpeza terem sido finalizadas, sem aparente alterações de comportamento (BARCELLOS & SILVA, 2003; SHORT, 2003). O fato das áreas de alimentação não terem sido atingidas por óleo, no entanto, pode ter contribuído para isso (SHORT, 2003).

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, 2010). Durante o vazamento Mega Borg, no Novo

México em 1990, por exemplo, foi reportado que indivíduos de um grupo de *Tursiops* sp. não evitaram o contato com a mancha, nadando através das áreas com óleo (WURSIG & SMULTEA, 1991). MATKIN et al. (2008) também observaram que orcas não tentaram evitar as áreas contaminadas por óleo após o vazamento Exxon Valdez no Alaska.

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

Mesmo considerando-se que espécies de cetáceos possam ser atingidas por óleo, vale destacar que este grupo biológico é considerado menos vulnerável a vazamentos de óleo, do que outros mamíferos com pêlos como pinípedes e mustelídeos, já que não dependem da pele para regular sua temperatura corporal (ITOPF, 2010b; EPA, 1999; MOSBECH, 2002). Além disso, a pele dos cetáceos é diferente da de qualquer outro mamífero, sendo predominantemente lisa e sem calosidades, como nos golfinhos, e com limitadas áreas recobertas com pêlos ou superfícies rugosas devido à presença de cracas, como em misticetos (St AUBIN, 1992; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

Em misticetos, apesar do óleo tender a aderir nessas partes rugosas (pêlos e calosidades dos animais), como estas são limitadas a uma pequena área da pele dos animais, não afeta consideravelmente a saúde do animal (St AUBIN, 1992). Já nos golfinhos e outros cetáceos de pele lisa, por não apresentarem 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. Apesar dos resultados terem demonstrado alguns efeitos histopatológicos, após uma semana nenhum efeito no crescimento ou nas outras funções celulares pôde ser detectado a partir das técnicas utilizadas. Vale ressaltar que as condições desse experimento excedem a que cetáceos estariam normalmente expostos na natureza, exceto para animais em locais abrigados, 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.

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

Segundo RAYMAKERS (1994), a inalação de porções de óleo, vapores e fumaça é bem provável se a subida dos cetáceos à superfície para respirar se der numa área oleada, principalmente em se tratando de indivíduos jovens. Exposições ao óleo desta maneira podem danificar as membranas mucosas, as vias aéreas,

congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Orcas, por exemplo, são capazes de permanecer submersas por 3 a 10 minutos contínuos, e quando vão à superfície para respirar podem ter nadado por centenas de metros (MATKIN et al., 2008)

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

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

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

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

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

C.1. Estudos de caso

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

A seguir são apresentados alguns estudos de caso em que houve a morte e/ou contaminação de cetáceos por causa de vazamento de óleo. Especial atenção será dada ao caso das populações de orcas em Prince William Sound após o vazamento do Exxon Valdez, no Alaska, uma vez que se trata de um caso extremo em que populações pequenas e residentes foram afetadas, sendo esse também o único estudo em que o tema de recuperação é tratado.

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

MATKIN et al. (2008) apresenta em seu trabalho um estudo realizado com orcas após o vazamento do Exxon Valdez, em 1989, contendo dados oriundos de 16 anos de monitoramento após o acidente. Dois grupos foram estudados em detalhe, um grupo residente, chamado de AB, e uma população itinerante, AT1. Ambos os grupos sofreram perdas significativas (33 e 41%, respectivamente) no primeiro ano após o vazamento. O grupo AB (residente) perdeu 13 animais, entre machos e fêmeas, tanto juvenis quanto adultos em idade reprodutiva. Essa taxa de mortalidade no ano do vazamento e no ano subsequente foi 18 vezes maior do que o número esperado para o mesmo período de tempo, levando-se em conta a estrutura sexual e etária do grupo. O grupo AT1 (transeunte) perdeu 9 (nove) de um total de 22 animais, sendo importante observar que, nesse grupo, 4 (quatro) animais foram vistos nadando no óleo (**Figura II.10.4.2.19**) logo após o vazamento, e que nenhum recrutamento foi observado nessa população desde 1984.

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



Fonte: MATKIN et al., 2008

FIGURA II.10.4.2.19 – Quatro membros do grupo AT1 (itinerante) próximo ao Exxon Valdez menos de 24 horas após o vazamento.

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

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

Além do vazamento de Exxon Valdez no Alasca, que marcou a história dos grandes vazamentos de óleo em áreas ecologicamente relevantes, é importante citar o último grande episódio de vazamento de óleo, que ocorreu no Golfo do México com a plataforma Deepwater Horizon, controlada pela British Petroleum. Neste acidente, cerca de 26.000 espécimes de mamíferos marinhos foram impactados por óleo (BERWIG, 2015).

Após este vazamento, alguns estudos com populações de golfinho-de-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) foram realizados a fim de avaliar possíveis impactos sobre essa espécie. SCHWACKE et al. (2013) avaliaram o estado de saúde de 32 indivíduos dessa espécie na Baía Barataria, Louisiana (EUA) através de captura, exame veterinário e posterior soltura. Dentre os impactos causados pelo contato com o óleo estão doenças nos pulmões e anormalidades bioquímicas, como a diminuição de hormônios adrenais (cortisol e aldosterona) (SCHWACKE et al., 2013). Mais tarde, LANE et al. (2015) estudaram os potenciais efeitos do óleo na reprodução dos indivíduos dessa mesma região, através do monitoramento de 10 espécimes grávidas dos 32 anteriormente amostrados (SCHWACKE et al., 2013). Após um ano e 11 meses de monitoramento, os autores confirmaram uma diminuição significativa no sucesso reprodutivo e alta mortalidade de indivíduos quando comparados com populações não impactadas pelo óleo. Os autores concluíram que a reprodução e a sobrevivência dos espécimes estão sendo impactadas por doenças crônicas, indicando que os efeitos do vazamento de óleo têm sido de longa duração. Contudo, os autores ressaltam a necessidade de estudos contínuos sobre essas populações (LANE et al., 2015).

C.2. Conclusão

Os mamíferos marinhos possuem uma ampla gama de sensibilidade ao óleo, demonstrada pela sua diversidade em termos de morfologia, comportamento e ecologia. Desta forma, para se estabelecer apropriadamente os efeitos do petróleo em uma dada espécie, são necessárias maiores informações sobre a sua história natural e fisiologia, além de mais estudos sobre as características toxicológicas do óleo nesses animais.

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

Os únicos estudos que abordam os efeitos de vazamento de óleo em populações de cetáceos são aqueles referentes ao acidente do Exxon Valdez, no Alasca. Este vazamento ocorreu em condições muito distintas daquelas encontradas na área de estudo da atividade da Equinor na Bacia de Campos, já que o vazamento ocorreu próximo à costa, em uma região de clima polar e só apresenta estudos dos efeitos do óleo sobre uma única espécie, a orca (*Orcinus orca*).

Como ressaltado anteriormente, as populações de orcas foram monitoradas duas décadas após o vazamento de óleo, e os resultados encontrados sugerem que os efeitos ainda persistem.

É importante destacar, entretanto, que segundo KINGSTON (2002), vazamentos que ocorrem em locais afastados da costa apresentam menor gravidade aos grupos biológicos que habitam ambientes costeiros, uma vez que fenômenos de evaporação e dispersão de partículas de óleo ocorrem durante a sua viagem até a costa. Dessa forma, o óleo perde grande parte de seus componentes tóxicos e não se configura tão impactante quanto um óleo em seu primeiro estágio de vazamento (NOAA, 2002). Além disso, IPIECA (1993) defende que a degradação do óleo é significativamente mais rápida em regiões tropicais.

Levando-se em consideração as informações apresentadas acima, além do fato de o tempo de recuperação ser definido para a comunidade como um todo e a região apresentar grande relevância para os cetáceos, funcionando como rota migratória e abrigando grupos residentes em alguns locais específicos, estima-se que o tempo para que a comunidade de cetáceos se recupere aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo seja de 20 anos.

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

A seguir, serão descritos os Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) selecionados para esse CVA. Ressalta-se que o tempo de recuperação estabelecido para esses SVAs é o mesmo estabelecido para o CVA Cetáceos.

A escolha desses subcomponentes foi motivada pelo fato de existirem populações limitadas ou concentradas a determinadas áreas e que, caso os indivíduos sejam perdidos, o reestabelecimento dessa população dificilmente será feito por indivíduos de populações adjacentes. Além disso, tais espécies estão ameaçadas de extinção.

É importante considerar que mesmo que esses subcomponentes sejam avaliados separadamente, eles ainda estão incluídos dentro do CVA Cetáceos.

- **SVA Boto-cinza (*Sotalia guianensis*)**

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é a espécie de odontoceto com maior número de registros ao longo do litoral brasileiro. Contudo, as informações a respeito da espécie ainda são poucas, pois os dados biológicos são coletados de forma oportuna e a maioria dos estudos é desenvolvida em áreas restritas. Devido a esses fatores, a IUCN classifica a espécie como “Deficiente em Dados” (IUCN, 2018). No Brasil, diversos grupos de trabalho estudam o boto-cinza, que é classificado como “Vulnerável” na lista de espécies ameaçadas (MMA, 2014). Além disso, é ainda considerado como uma das espécies prioritárias no Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos do Brasil (MMA/ICMBio, 2011a).

O boto-cinza apresenta hábitos costeiros e encontra-se distribuído amplamente pelo litoral das Américas do Sul e Central, tendo como limites de sua distribuição, ao norte, a Nicarágua, na América Central, e ao sul, o estado de Santa Catarina, na América do Sul (SIMÕES-LOPES, 1987; CARR & BONDE, 2000). No entanto, DA SILVA (1994) e DA SILVA & BEST (1996) apontam para a possível ocorrência da espécie até Honduras. O boto-cinza pode ser avistado se deslocando tanto em águas superficiais ao longo da costa quanto em áreas protegidas de bocas de grandes rios, baías e estuários (DA SILVA & BEST, 1996).

Para o boto-cinza, as áreas de concentração consideradas no presente estudo foram definidas a partir das informações presentes na bibliografia especializada, tais como: ZANELLATO (2001); (LODI, 2003a) DAURA-JORGÉ et al. (2004); FLACH (2004); PIVARI, (2004); CREMER & SIMÕES-LOPES (2005); HARDT (2005); SICILIANO et al. (2006), GONÇALVES (2006); SANTOS & ROSSO (2007); CARVALHO et al. (2009); PROJETO BOTO-CINZA (2015) e AIUKÁ/ WITT|O'BRIEN'S BRASIL (2016), sendo considerados os locais onde existem populações residentes.

As **Figuras II.10.4.2.20 e II.10.4.2.21** apresentam as áreas de ocorrência de populações de boto-cinza juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no pior vazamento previsto, em ambos os cenários sazonais. Ressalta-se que, uma vez que as populações são entendidas como residentes, o SVA Boto-cinza foi considerado como subcomponente fixo, para o qual foi utilizado o maior valor de probabilidade de toque de óleo na inferência do risco ambiental.

O tempo de recuperação adotado no cálculo da tolerabilidade deste SVA é o mesmo adotado para o CVA Cetáceos, que é de 20 anos.

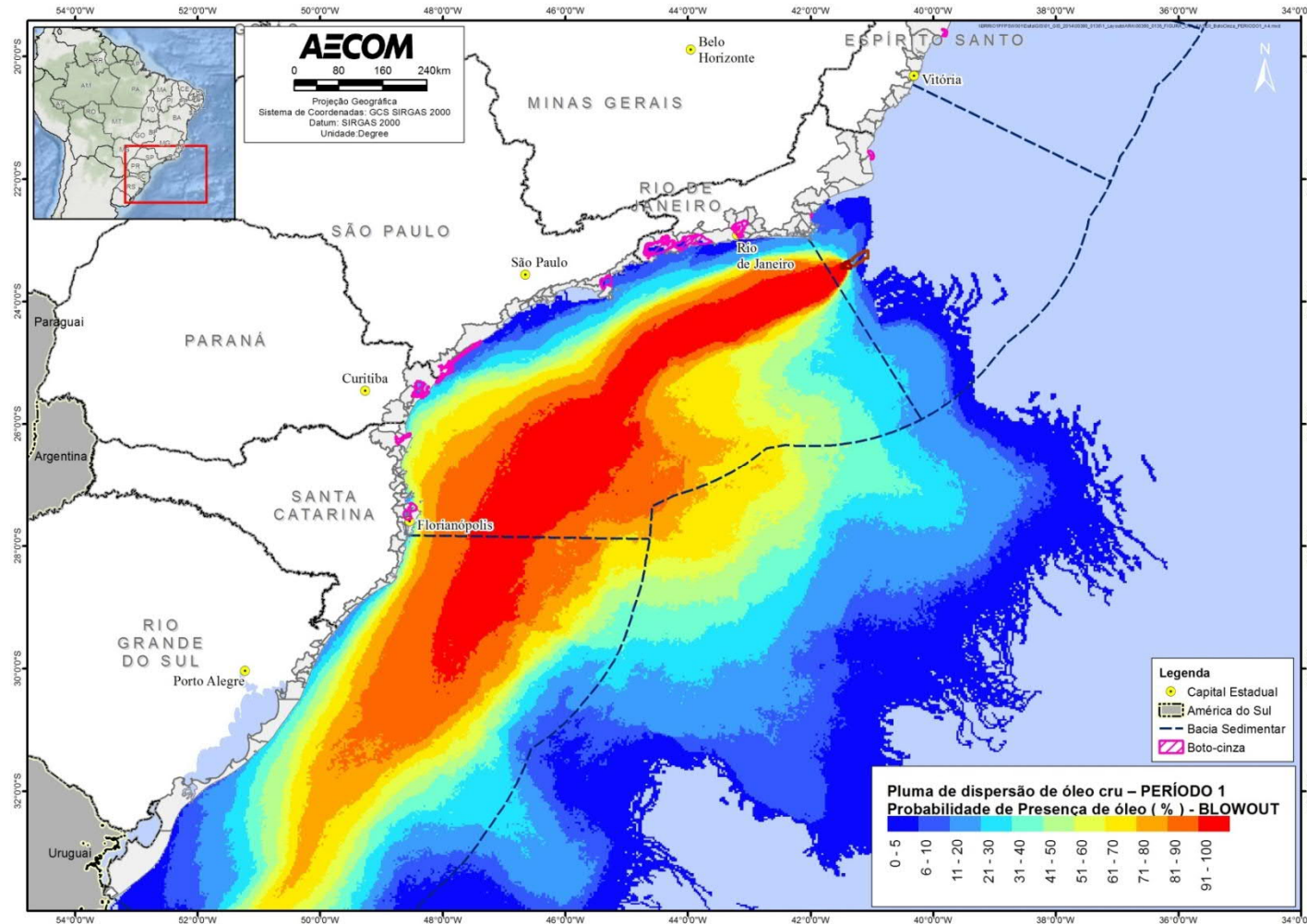


FIGURA II.10.4.2.20 - Área de ocorrência de populações residentes de *Sotalia guianensis* (boto-cinza) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

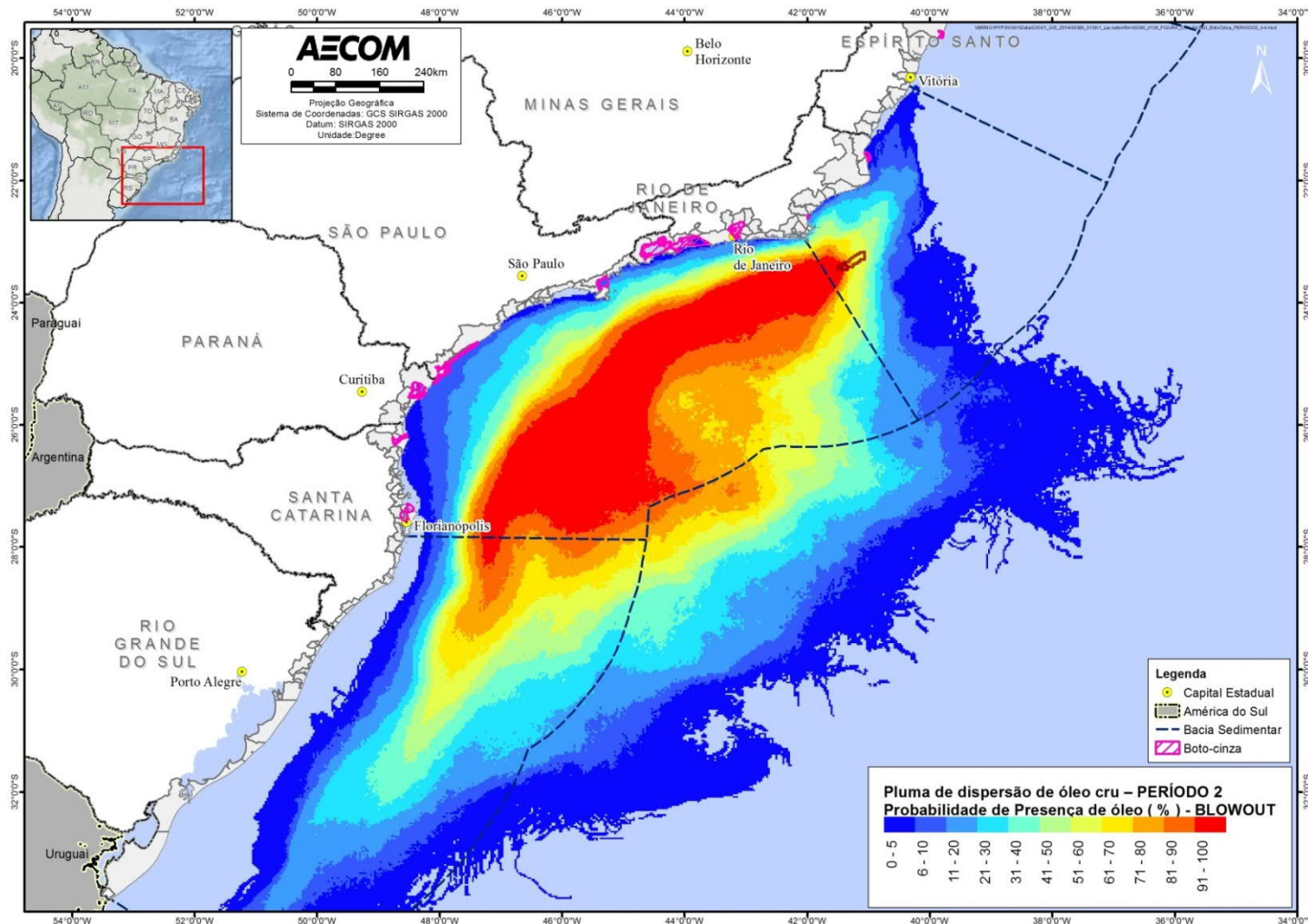


FIGURA II.10.4.2.21 - Área de ocorrência de populações residentes de *Sotalia guianensis* (boto-cinza) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

- **SVA Toninha (*Pontoporia blainvillei*)**

A toninha (*Pontoporia blainvillei*) apresenta distribuição restrita às águas costeiras entre o Espírito Santo e a Região do Prata, na Argentina. Evidências indicam que sua distribuição não é contínua ao longo da costa do Oceano Atlântico Sul Ocidental, havendo um hiato situado entre as localidades de Macaé (RJ) e Ubatuba (SP) e outro ao norte de Atafona (RJ) até o Rio Doce (ES). Normalmente não chegam além da isóbata de 30 m, com alguns registros em águas de até 50 m e a 55 km da costa, mas com uma densidade de animais muito pequena nesses casos (JEFFERSON et al., 2008). É um dos menores cetáceos, sendo que indivíduos adultos podem chegar a no máximo 1,75 m de comprimento. Geralmente habita águas mais escuras. Não há evidências de realização de migrações e pouco se conhece sobre a extensão de seus movimentos diários (SICILIANO et al., 2006).

A toninha é, ainda, o pequeno cetáceo mais ameaçado no Atlântico Sul Ocidental, devido aos altos níveis de mortalidade acidental em redes de emalhe. Encontra-se em diversas listas de espécies ameaçadas de extinção, na IUCN (2018) está na categoria “Vulnerável” e no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014) é considerada “Criticamente em Perigo”, categoria que antecede a extinção.

A área estabelecida para a toninha (*P. blainvillei*) foi determinada a partir do Plano de Ação Nacional para a Conservação do Pequeno Cetáceo – Toninha *Pontoporia blainvillei* (MMA/ICMBio, 2010). Foram delimitadas três áreas de concentração:

- 1) Norte do Espírito Santo;
- 2) Norte do Rio de Janeiro;
- 3) Ubatuba (São Paulo) até o extremo sul do Brasil.

No mapeamento realizado para o presente estudo, a delimitação de profundidade foi até a isóbata de 30 m, uma vez que há fortes indícios de ocorrência restrita dessa espécie até essa profundidade (PINEDO et al., 1989; DI BENEDITTO & RAMOS, 2001). As **Figuras II.10.4.2.22 e II.10.4.2.23** apresentam as áreas de ocorrência de *Pontoporia blainvillei* nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no pior cenário previsto, nos dois cenários sazonais avaliados.

É importante ressaltar que, uma vez que apresentam uma distribuição restrita, considerou-se esse componente como fixo para o cálculo das probabilidades de chegada de óleo. O tempo de recuperação adotado no cálculo da tolerabilidade deste SVA é o mesmo adotado para o CVA Cetáceos, que é de 20 anos.

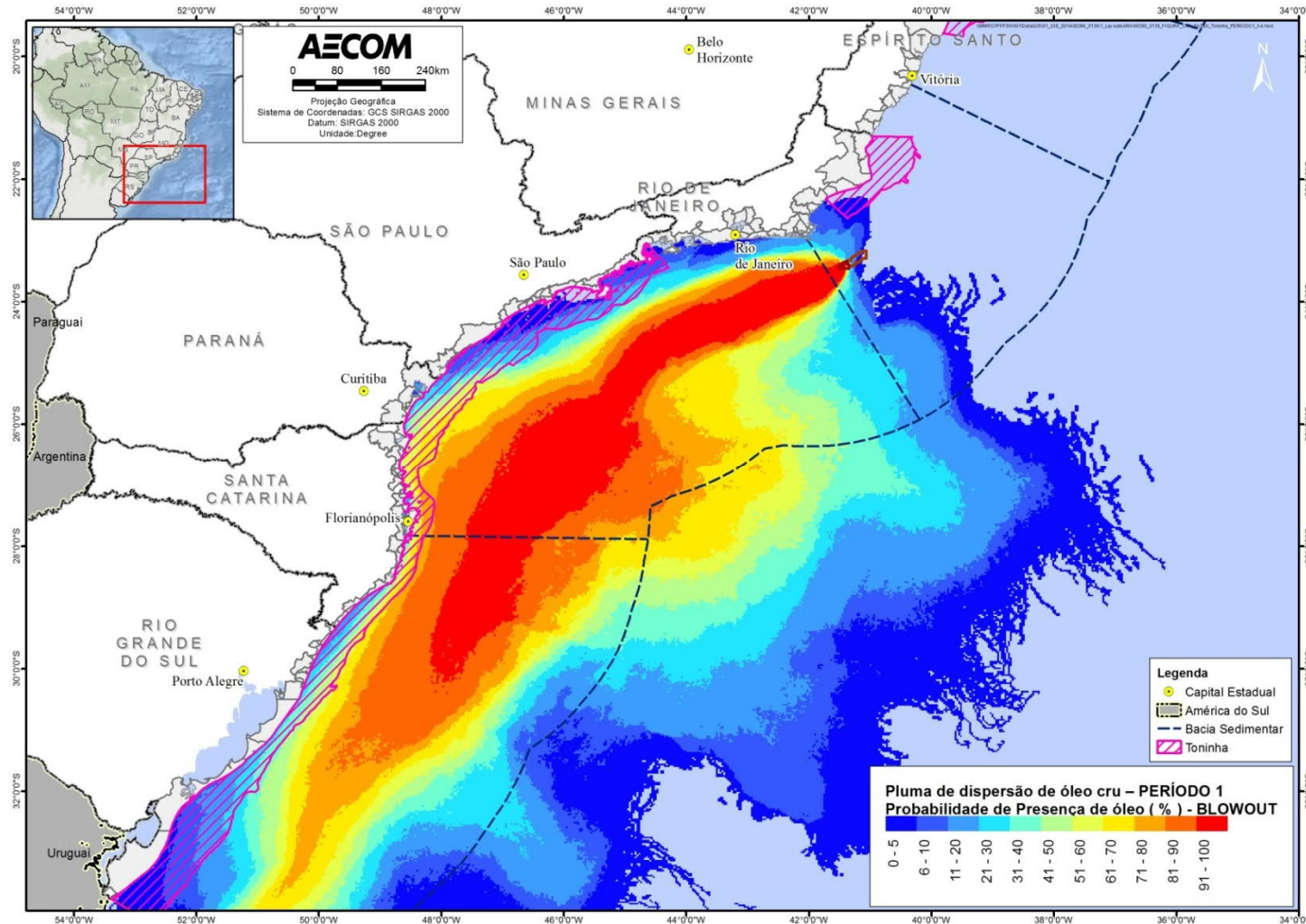


FIGURA II.10.4.2.22 – Área de ocorrência de populações de *Pontoporia blainvillei* (toninha) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

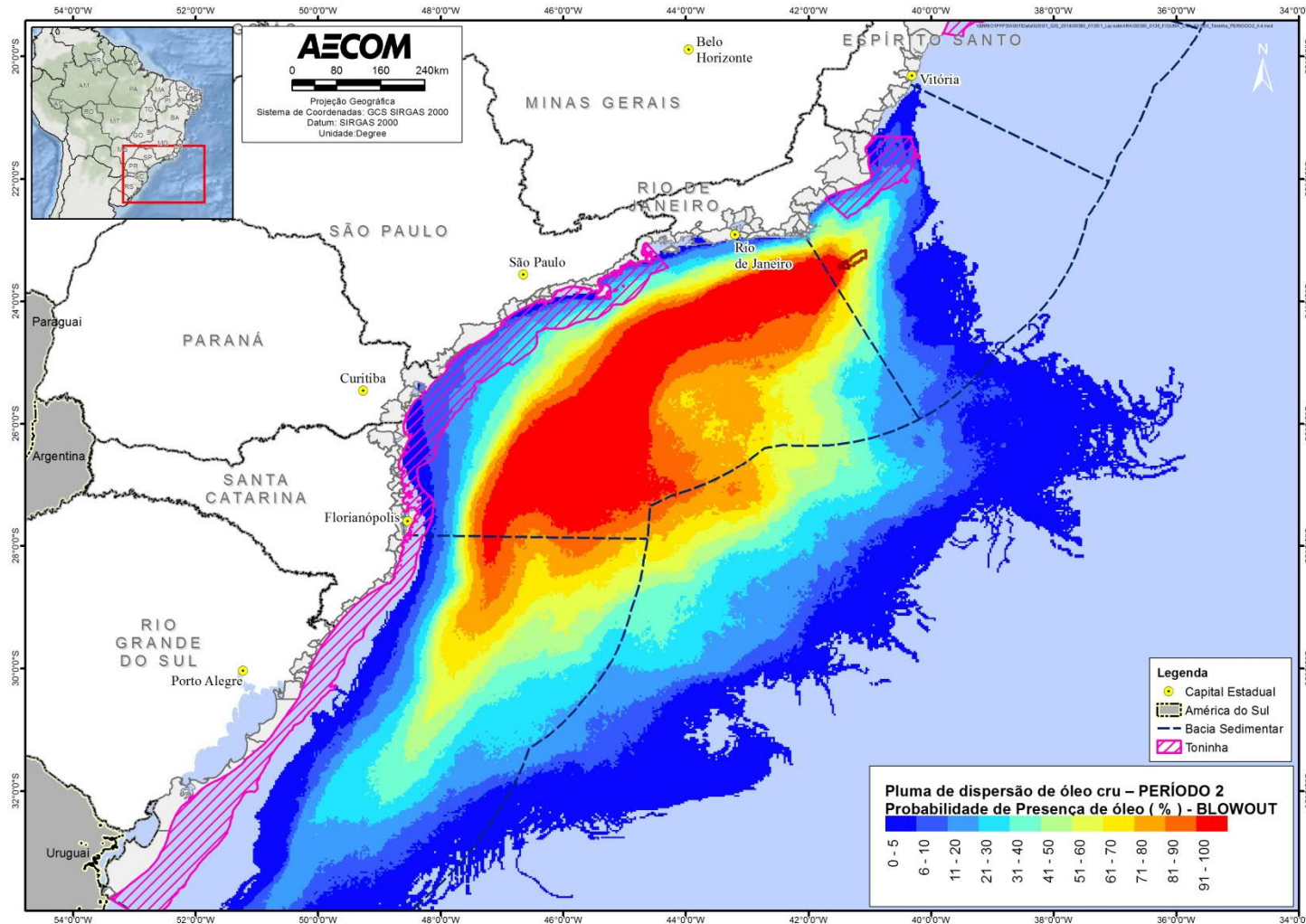


FIGURA II.10.4.2.23 – Área de ocorrência de populações de *Pontoporia blainvillei* (toninha) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

- **SVA Baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*)**

A baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) é a única espécie da família Balaenidae presente no Hemisfério Sul (SICILIANO et al., 2006). Habitam águas oceânicas e costeiras, ocorrendo geralmente entre 20° S e 63° S. Essa espécie apresenta um padrão de migração sazonal característico entre as áreas de reprodução, durante o inverno, e as áreas de alimentação, durante o verão (PROJETO BALEIA FRANCA, 2015).

Os principais sítios reprodutivos localizam-se em áreas costeiras ao sul da Austrália, Mar da Tasmânia e Nova Zelândia, Argentina, Uruguai, Brasil e África do Sul (SICILIANO et al., 2006).

No Brasil, as maiores concentrações da espécie são observadas em águas costeiras do litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MMA/ICMBio, 2011b). As principais avistagens são registradas ao longo da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APA da Baleia Franca), localizada no litoral sul de Santa Catarina, entre os municípios de Florianópolis e Içara (MMA/ICMBio, 2011b).

A APA da Baleia Franca possui 156.100 hectares, representando a maior área de concentração reprodutiva da espécie no Brasil (IWC/BRASIL, 1999 apud QUITO et al., 2008; PROJETO BALEIA FRANCA, 2015). As baleias migram das áreas de alimentação para essa região principalmente nos meses de inverno e primavera (SICILIANO et al., 2006). A Enseada da Ribanceira/Ibiraquera, localizada dentro dessa APA, vem representando, nos últimos anos, a área de maior concentração de baleia-franca-austral no Brasil, sendo frequentada principalmente por pares de fêmea e filhote (QUITO et al., 2008).

Como já abordado anteriormente, baleia-franca-austral é considerada na categoria “Em Perigo” segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014). Essa espécie foi intensamente caçada no Hemisfério Sul entre os séculos XVII e XX, especialmente por apresentar um hábito costeiro nas áreas de reprodução, ser relativamente lenta e apresentar uma espessa camada de gordura (IWC, 1996; 2001 apud MMA/ICMBio, 2011b). Atualmente, as principais ameaças enfrentadas pela espécie são colisões com embarcações e emalhamento em artefatos de pesca (IWC, 2001 apud MMA/ICMBio, 2011b).

As **Figuras II.10.4.2.24 e II.10.4.2.25** apresentam as áreas de concentração reprodutiva da baleia-franca-austral, juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no pior vazamento previsto, em ambos os cenários sazonais. Vale ressaltar que há toque de óleo apenas no Período 1 (Setembro a Fevereiro). Para o SVA baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) foi considerada, portanto, a área marinha da APA da Baleia Franca e seu entorno, que é uma área restrita. Por isso, este SVA foi considerado um subcomponente fixo, para o qual foi utilizado a maior probabilidade de toque de óleo na inferência do risco ambiental.

O tempo de recuperação adotado no cálculo da tolerabilidade deste SVA é o mesmo adotado para o CVA Cetáceos, que é de 20 anos.

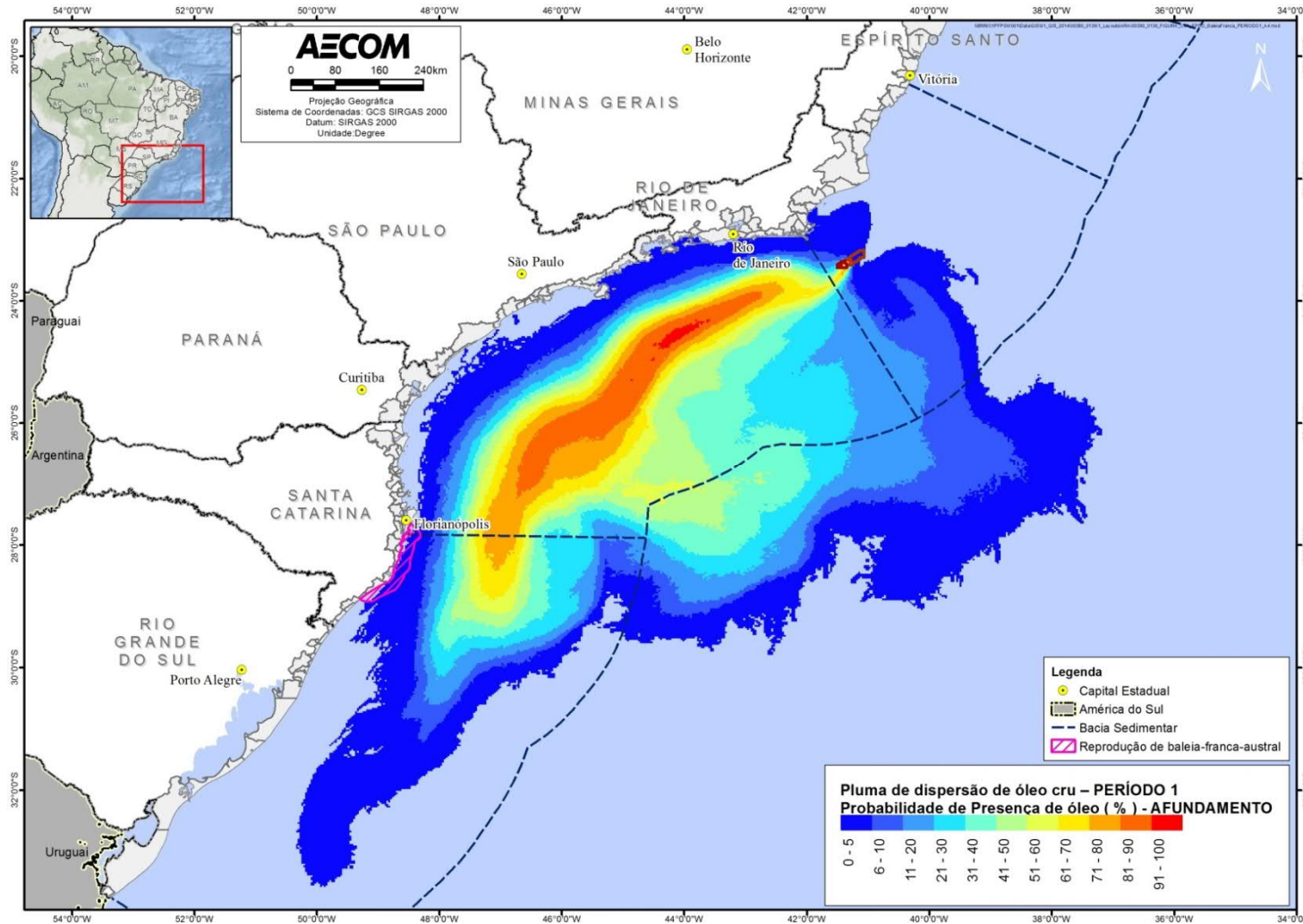


FIGURA II.10.4.2.24 – Área de concentração reprodutiva de baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

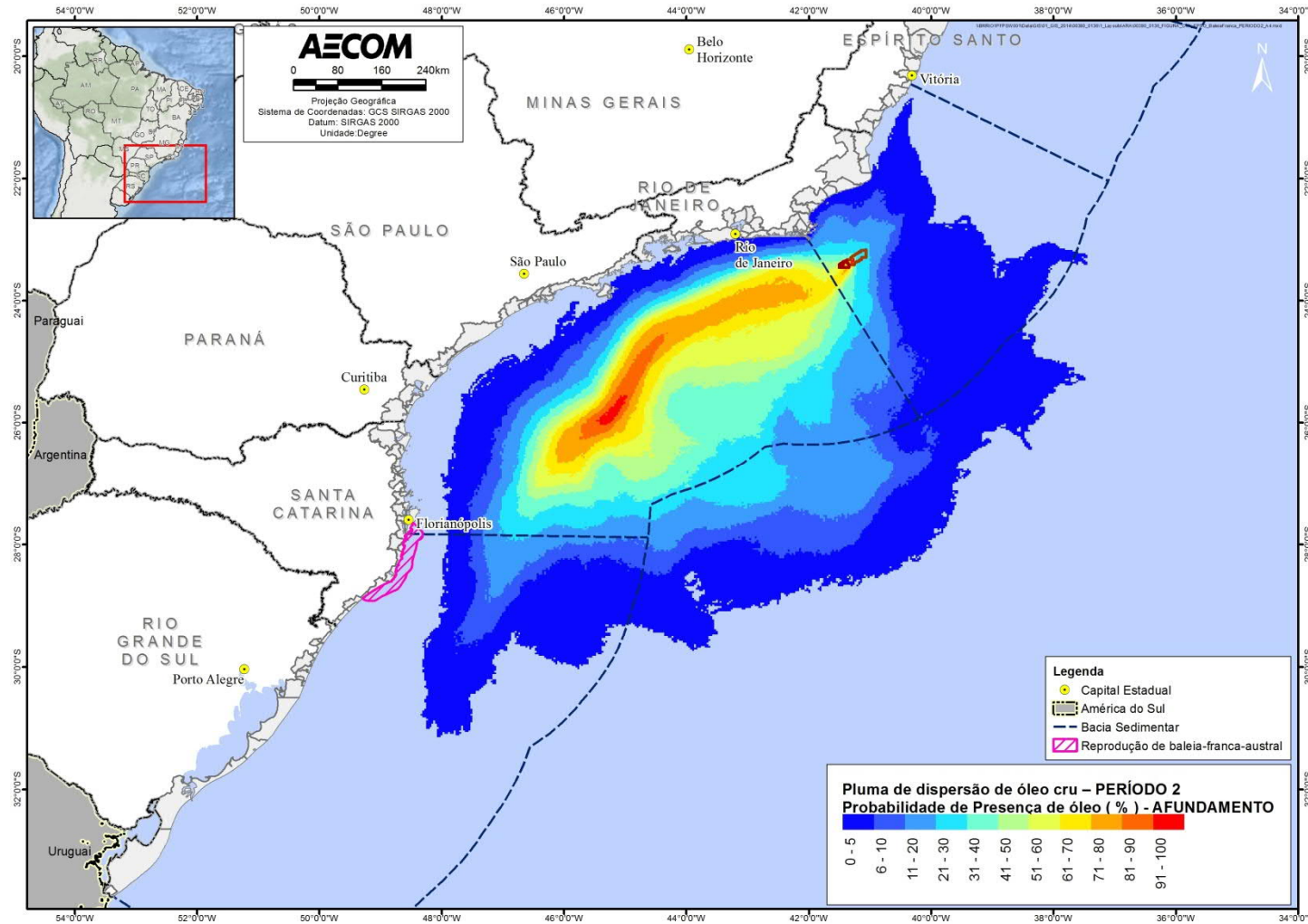


FIGURA II.10.4.2.25 – Área de concentração reprodutiva de baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso

- CVA Pinípedes

A. Introdução

No Brasil, ocorrem sete espécies de pinípedes (**Tabela II.10.4.2.6**). Todas as espécies ocorrem, também, na área com probabilidade de presença de óleo, destacando-se como ocorrências mais comuns: leão-marinho-do-sul (*Otaria flavescens*), lobo-marinho-do-sul (*Arctocephalus australis*) e lobo-marinho-subantártico (*Arctocephalus tropicalis*), principalmente nos meses de inverno e primavera (SILVA, 2004).

Tabela II.10.4.2.6– Pinípedes que podem ocorrer na área e seu grau de ameaça global (IUCN, 2018) e nacional (MMA, 2014).

Espécie	Nome Comum	IUCN (2018)	MMA (2014)
Família Otariidae			
<i>Otaria flavescens</i>	Leão-marinho-do-sul	LC	NA
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo-marinho-do-sul	LC	NA
<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo-marinho-subantártico	LC	NA
<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo-marinho-antártico	LC	NA
Família Phocidae			
<i>Mirounga leonina</i>	Elefante-marinho-do-sul	LC	NA
<i>Lobodon carcinophagus</i>	Foca-caranguejeira	LC	NA
<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca-leopardo	LC	NA

Fonte: SILVA (2004).

Categoria de ameaça:

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

NA – Não ameaçado.

As espécies de pinípedes que ocorrem no Brasil são originárias de colônias reprodutivas localizadas no litoral do Uruguai e da Argentina, utilizando o litoral brasileiro, mais precisamente a costa do estado do Rio Grande do Sul, para descanso bem como ponto de partida para seus deslocamentos alimentares (CECLIMAR, 2015; NEMA, 2015). Alguns trabalhos indicam a Ilha dos Lobos (Torres/RS) como local de concentração e descanso das espécies *Otaria flavescens* (leão-marinho-do-sul) e *Arctocephalus australis* (lobo-marinho-do-sul) (MMA, 2002; NEMA, 2015). Já em São José do Norte (RS), a região do Molhe Leste é uma área de reprodução de *O. flavescens* (ESTIMA, 2002; MMA, 2002; NEMA, 2015).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.26 e II.10.4.2.27** apresentam as áreas de concentração de pinípedes nas regiões com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, no Período 1 (Setembro a Fevereiro) e Período 2 (Março a Agosto). Vale ressaltar que só há probabilidade de toque de óleo no Período 1. Para a definição dessas áreas, foram utilizadas informações presentes nas referências NEMA (2015) e ESTIMA (2002).

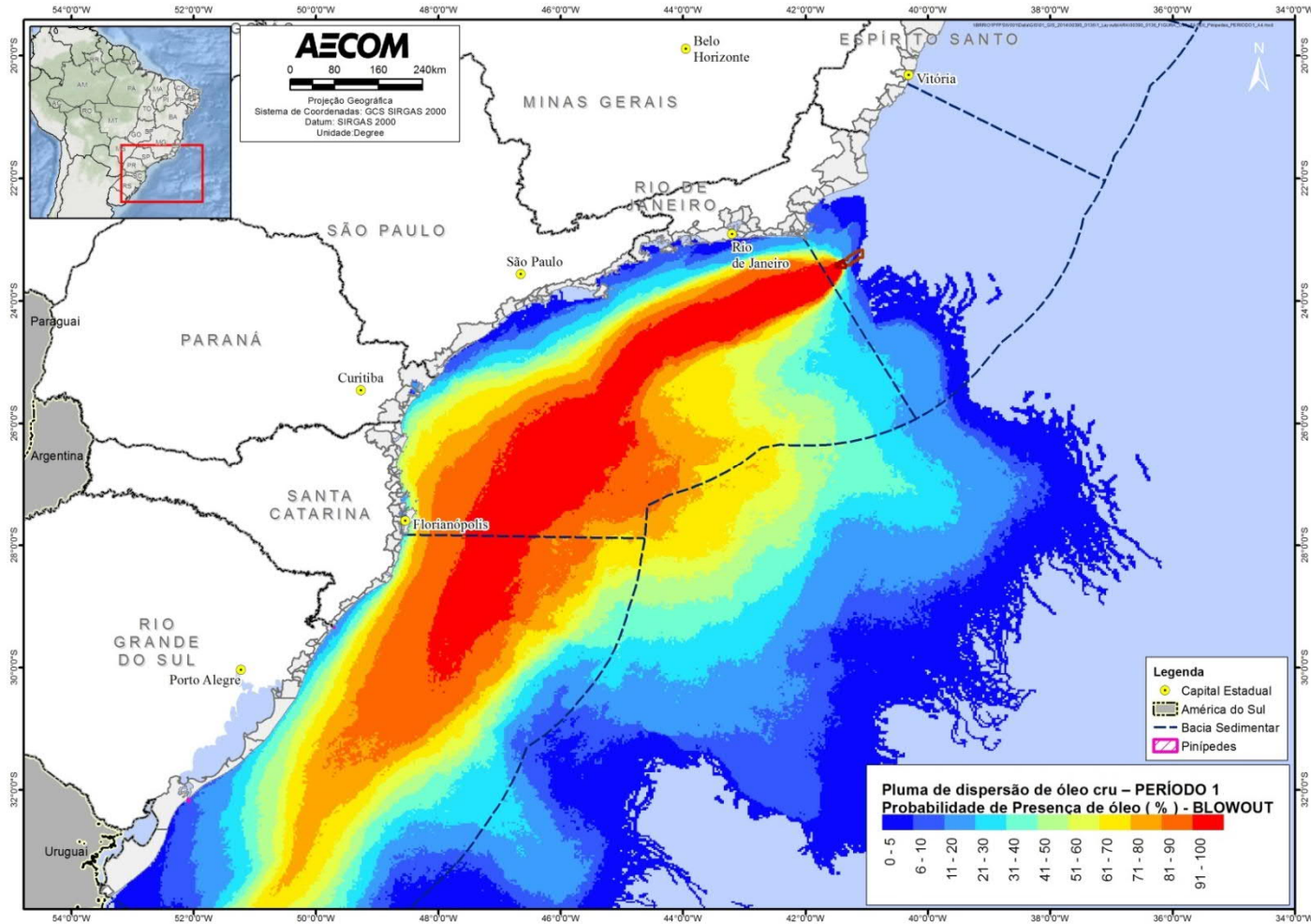


Figura II.10.4.2.26 – Áreas de concentração de pinípedes nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

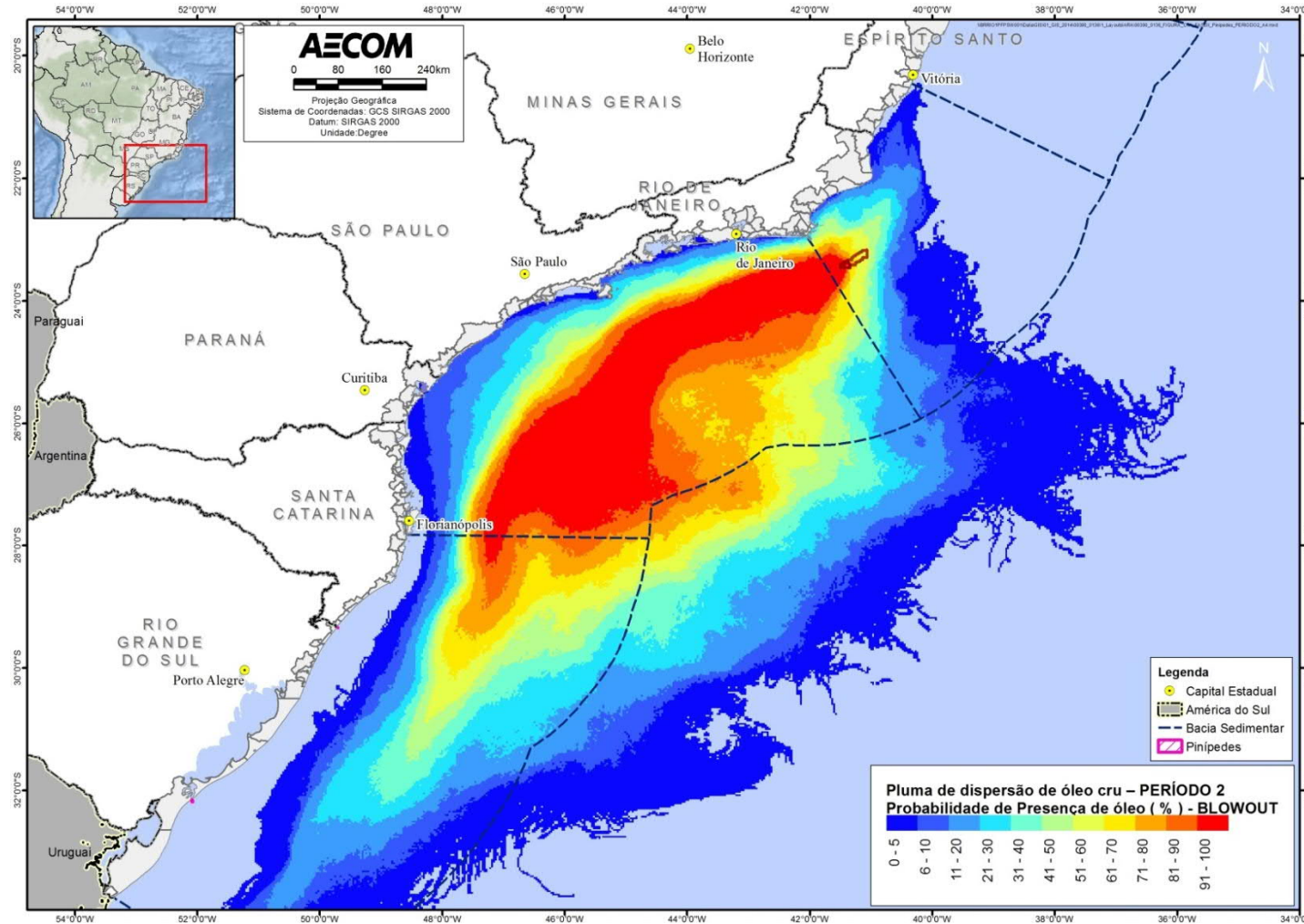


Figura II.10.4.2.27 – Áreas de concentração de pinípedes nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso

C. Tempo de Recuperação

Os pinípedes são muito vulneráveis a vazamentos de óleo, pois passam grande parte de suas vidas na água ou próximos à sua superfície. Eles precisam emergir de tempos em tempos para respirar e regularmente sobem à terra firme para descansar, formando grandes aglomerações (colônias) nas praias e nos costões rochosos. Dessa forma, diante de um cenário de vazamento de óleo, os pinípedes poderiam ser afetados tanto dentro d'água quanto fora dela (AUSTRALIAN GOVERNAMENT, 2015).

Os pinípedes são fisiologicamente e anatomicamente bem adaptados a detectar a presença de óleo. Possuem uma visão razoavelmente boa, particularmente debaixo d'água, além de um ótimo olfato, reconhecendo seus filhotes através desse sentido (NACHTIGALL, 1986). Por esse fato, alguns autores afirmam que os pinípedes são capazes de evitar o contato com o óleo (AUSTRALIAN GOVERNAMENT, 2015). Contudo, registros de focas, leões-marinhos e lobos-marinhos nadando deliberadamente em manchas de óleo já foram feitos, deixando dúvidas quanto essa afirmação (SPOONER, 1967; REITER, 1981).

Vazamentos de óleo podem ter efeitos sobre os indivíduos ou sobre suas populações, interferindo principalmente nos padrões de comportamento, em especial na relação entre mãe e filhote. Pinípedes particularmente dependem do olfato para o estabelecimento do vínculo materno (SANDEGREN, 1970; FOGDEN, 1970). Filhotes contaminados por óleo podem não ser reconhecidos, como observado por MCMILLAN (1969) na Ilha de São Miguel (Estados Unidos), onde foram observadas fêmeas de leões-marinhos mordendo e perturbando seus filhotes, ou ainda, ignorando suas tentativas de amamentação.

Pinípedes são bem adaptados a viver imersos em águas geladas, utilizando, para isso, características anatômicas e mecanismos fisiológicos para manter a temperatura corporal (GERACI & St. AUBIN, 1988). Dependem de uma espessa camada de gordura subcutânea e, em alguns casos, de grande quantidade de pêlo para manter a temperatura corporal estável. A pele é um ótimo isolante térmico, pois aprisiona o ar e repele a água. O contato da pele com o óleo reduz o isolamento térmico, removendo o óleo natural que impermeabiliza os pêlos. Esse tipo de contaminação é especialmente preocupante nos filhotes, que ainda não possuem a camada de gordura completamente formada, dependendo muito mais da pelagem para se manterem estáveis (GERACI & St. AUBIN, 1988).

O revestimento por óleo pode, ainda, reduzir ou mesmo impossibilitar os deslocamentos dos pinípedes, como observado por DAVIS & ANDERSON (1976), que relataram o afogamento de filhotes de focas no Golfo de St. Lawrence, leste do Canadá, após um vazamento de óleo. Revestimentos por óleo pesado podem aderir as nadadeiras de filhotes de focas junto a seus corpos, podendo levar ao afogamento ou mesmo o aumento da predação. Além disso, areia e outros detritos podem se aderir aos resíduos de óleo, aumentando o peso corporal e a densidade, acarretando em problemas de empuxo (AUSTRALIAN GOVERNAMENT, 2015). Para indivíduos adultos, o óleo pode impedir movimentos de estruturas mais delicadas, como pálpebras e vibrissas (GERACI & St. AUBIN, 1988).

Os pinípedes apresentam olhos relativamente grandes e salientes, particularmente sensíveis aos efeitos do óleo (GERACI & St. AUBIN, 1988). SMITH & GERACI (1975) realizaram experimentos pra entender os efeitos do óleo em focas. Após colocarem alguns indivíduos na água com óleo cru, depois de alguns minutos de exposição, seus olhos começaram a lacrimejar e alguns indivíduos apresentaram dificuldade em manter os

olhos abertos. Após 24 horas, desenvolveram conjuntivite e apresentaram as membranas inchadas, além de abrasões e úlceras na córnea. A inflamação, contudo, desapareceu quando as focas foram colocadas em água limpa. Entretanto, os autores concluíram que uma exposição contínua a esse tipo de contaminante poderia causar danos permanentes (SMITH & GERACI, 1975).

A pele dos pinípedes, apesar de ser menos sensível que as mucosas, também é afetada pelo óleo. Esse componente remove a camada lipídica protetora da pele, penetrando entre as células da epiderme, rompendo as membranas celulares e ocasionando reações inflamatórias (LUPULESCU et al., 1973). Apesar dessas mesmas reações serem observadas na natureza em condições normais, ou seja, sem a presença de óleo, GERACI & St. AUBIN (1988) ressaltam que tais reações podem ocorrer particularmente em espécies que possuem uma pelagem esparsa, como leões-marinhos e morsas.

SALAZAR (2003) relatou a presença de queimaduras na pele de leões-marinhos após o acidente com o Jessica, nas Ilhas Galápagos, em 2001. As queimaduras possivelmente foram ocasionadas pelo contato da pele com o óleo, somada à incidência solar. Queimaduras ocasionadas pela exposição ao óleo foram registradas, também, por LOWRY et al. (1994), em Prince William Sound, no Alasca, após o acidente com o Exxon Valdez, em 1989. Os autores associaram esse tipo de ferimento ao um estado mais letárgico dos indivíduos, tornando-os mais suscetíveis a predação por orcas (LOWRY et al., 1994; MATKIN et al., 2008).

A maioria dos pinípedes não tem por hábito lambe-se ou limpar-se, dessa forma, são menos propensos a ingerir o óleo da superfície da pele. No entanto, uma mãe tentando limpar um filhote oleado pode vir a ingerir certa quantidade de óleo (AUSTRALIAN GOVERNAMENT, 2015). O consumo de presas contaminadas com óleo pode conduzir à acumulação de hidrocarbonetos em tecidos e órgãos (AUSTRALIAN GOVERNAMENT, 2015). Todavia, existem poucos estudos abordando os efeitos da ingestão de óleo em pinípedes. Trabalhos realizados até o momento indicam que esse grupo pode tolerar pequenas quantidades de óleo ingeridas. Em alguns experimentos realizados, foram observadas mudanças no comportamento a nas funções fisiológicas de algumas espécies (GERACI & St. AUBIN, 1988).

Estudos envolvendo os efeitos da inalação de compostos de hidrocarbonetos são ainda mais escassos, sendo os efeitos nocivos relacionados, principalmente, ao sistema respiratório dos indivíduos (GERACI & St. AUBIN, 1988).

Estudos abordando os efeitos de vazamentos de óleo em populações de pinípedes são escassos. A maioria dos estudos existentes aborda de maneira superficial os seus efeitos, e em um curto espaço de tempo. A **Tabela II.10.4.2.7**, a seguir, apresenta alguns estudos de caso em que houve morte e/ou contaminação de pinípedes devido a vazamentos de óleo. Alguns casos mais específicos, em que foram relatados declínios nas populações de pinípedes, são destacados mais adiante.

Tabela II.10.4.2.7 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os pinípedes.

Vazamento	Efeitos reportados
1940: Antarctic Ship. Volume do óleo vazado desconhecido.	Inflamações oculares; pele recoberta por óleo.
1949: Ramsay Island Baleeiro desconhecido.	Dois filhotes recobertos por óleo foram encontrados afogados.

Vazamento	Efeitos reportados
Volume do óleo vazado desconhecido.	
1997: English Channel Torrey Canyon. Volume de óleo derramado: mais de 100.000 toneladas de óleo cru.	Foram observadas focas nadando nas manchas de óleo. Três focas foram encontradas mortas ou agonizando. Mais de 12 mortes foram confirmadas.
1969: Golfo de St. Lawrence Storage tank. Volume de óleo derramado: 4.000 litros de óleo Bunker C.	10.000 a 15.000 focas recobertas por óleo; o número de mortes não foi estabelecido.
1969: Santa Bárbara, CA. Union Oil. Volume de óleo derramado: mais de 100.000 toneladas de óleo cru.	Diversas focas foram observadas recobertas por óleo, porém, informações sobre mortes devido à contaminação por óleo não foram conclusivas.
1969: N. Dyfed Baleeiro desconhecido. Volume do óleo derramado desconhecido	Quatorze animais oleados; filhotes encontrados mortos.
1970: Chedabucto Bay Sable Is., N.S. Arrow. Volume de óleo derramado: 16 x 10 ⁶ de óleo Bunker C.	Mais de 450 focas oleadas. Vinte e quatro focas foram encontradas mortas, algumas delas com óleo na boca e no estômago.
1970: Alasca Volume de óleo diesel derramado desconhecido.	400 focas exibiram comportamento incomum. Não foram registradas mortes.
1970: Fame Island Volume de óleo diesel derramado desconhecido	Focas encontradas manchadas de óleo; presença de óleo ao redor da boca.
1973: Dutch coast Volume de óleo diesel derramado desconhecido	Cinco focas encontradas oleadas.
1974: Costa da França. Volume de óleo cru derramado: desconhecido.	Foi encontrado óleo no intestino de focas; 3 focas oleadas.
1974: Pembrokeshire Baleeiro desconhecido. Volume de óleo derramado: desconhecido.	Dois filhotes recobertos por óleo foram encontrados afogados. Total de 25 filhotes e 23 adultos oleados.
1977: Greenland USNS Potomac Volume de óleo derramado: 380 toneladas de óleo Bunker C	Dezesseis focas oleadas foram encontradas um mês após o vazamento.
1978: França Amoco Cadiz Volume de óleo derramado: 200.000 toneladas de óleo cru.	Dois de quatro focas mortas cobertas por óleo.
1978: Great Yarmouth, UK Eleni V. Volume de óleo derramado: 24.000 barris.	Vinte focas oleadas.
1978: South Wales Christos Bitas. Volume de óleo cru derramado: 20.000 barris.	Morte de 16 de 23 animais oleados.
1978: Shetland Is., Scotland Esso Bernicia Volume de óleo derramado: 8.800 barris de óleo	Foram observadas focas oleadas.

Vazamento	Efeitos reportados
Bunker C.	
1979: Latvia Antonio Gramsci. Volume de óleo derramado: 36.500 litros de óleo cru.	Morte de uma foca ocasionada por óleo.
1979: Cabot Str., N.S. Kurdistan. Volume de óleo derramado: 7.500 litros de óleo cru	Foram observadas focas oleadas e encontradas 10 focas mortas cobertas por óleo.
1979: Pribiloff Is., AK F/V Rynyo Maru. Volume de óleo combustível derramado: 2.900 litros.	Foram encontrados alguns animais oleados e alguns filhotes mortos.
1984: Sable Is., N.S. Blowout. Gás condensado.	Foram observadas quatro focas oleadas.

Fonte: GERACI & St. AUBIN, 1988

SALAZAR (2003) estudou as populações de leões-marinhos (*Zalophus wolfebaeki*) após o vazamento do Jessica, nas Ilhas Galápagos, em 2001. Após seis meses do vazamento, o autor relatou um declínio na população, em duas das três colônias onde foram observados animais oleados. O autor ressaltou que esse declínio não é comum nas Ilhas Galápagos, visto que o mais comum, atualmente, é um aumento da população em resposta a grande mortalidade que ocorreu entre 1997/98, durante um evento de El Niño. Em outras localidades, onde não foram observados animais oleados, após três meses de monitoramento, foi constatado um aumento na população. SALAZAR (2003) ressalta, ainda, que a despeito do declínio inicial, não foram detectadas maiores mudanças um ano após o desastre, mostrando certa estabilidade populacional.

Outro declínio populacional, mas dessa vez de lobos-marinhos (*Arctocephalus pusillus doriferus*), foi observado em Tanth Island, na Austrália, após o vazamento do Iron Baron, em 1995. Verificou-se que o número de nascimentos reduziu no ano seguinte ao acidente, principalmente nas colônias localizadas mais próximas ao local do vazamento (PEMBERTON, 1998 apud SALAZAR, 2003).

Declínios em populações de focas (*Phoca vitulina richardsi*) também foram observados após o acidente com o Exxon Valdez, em Prince William Sound, no Alaska, em 1989 (FROST et al., 1999). Os autores fizeram análises após um e oito anos do vazamento (anos de 1990 e 1997) e constataram que ainda havia uma diminuição no número de focas (FROST et al., 1999). Contudo, relataram a existência de um declínio populacional anterior ao vazamento, desde 1984, o que dificulta a análise dos efeitos desse vazamento na estrutura das populações de focas da região.

HOOVER-MILLER et al. (2001) também analisaram as populações de focas de Prince William Sound, após o vazamento do Exxon Valdez, em relação aos resultados encontrados para a mesma região por FROST et al. (1994) e FROST et al. (1999). Os autores também constataram um declínio populacional anterior ao vazamento de óleo. Além disso, destacaram que na região são encontradas populações de focas residentes e outras que não apresentam fidelidade ao hábitat, assumindo certo dinamismo entre as populações, o que poderia explicar a oscilação do número de focas encontrado. Concluem que, de fato, o vazamento de óleo

teve impactos sobre as populações de focas da região, mas que estes foram limitados e transitórios (HOOVER-MILLER et al., 2001).

LOWRY et al. (1994) corroboram com os resultados encontrados por FROST et al. (1999) e ressaltaram que 81% das focas encontradas a oeste de Prince William Sound após o vazamento, estavam oleadas. Quatro meses após o vazamento, estimativas sugeriram que 83 a 100% das focas foram drasticamente afetadas pelo óleo em seus locais de descanso em Knight Island, oeste de Prince William Sound (LOWRY et al. 1994).

O Instituto Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council também resalta o declínio de populações de focas na região. Estudos de satélite revelaram, ainda, que as focas de Prince William Sound são, em grande parte, residentes durante o ano todo, o que pode ter agravado o impacto sobre suas populações (EVOSTC, 2015). Baseado em contagens anuais de colônias de focas concentradas na região centro-sul de Prince William Sound, o número de focas se estabilizou de 1996 a 2001 e provavelmente aumentou de 2001 a 2005 (EVOSTC, 2015). Considerando a definição de recuperação fornecida pelo Instituto, que está vinculada à estabilização ou crescimento das populações, é possível afirmar que 7 anos após o vazamento as focas estavam recuperadas do impacto do óleo (EVOSTC, 2015).

D. Conclusão

Estudos abordando o tempo de recuperação de pinípedes diante de um cenário de vazamento são escassos, não havendo, na maioria dos casos, um monitoramento em longo prazo. Os estudos sobre os impactos do óleo sobre este grupo faunístico alertam para um declínio populacional nas colônias afetadas, como ressaltado nos parágrafos anteriores. Diferentemente dos cetáceos, que podem ter contato com o óleo apenas no ambiente aquático e, ainda, serem capazes de evitá-lo em alguns casos, os pinípedes podem se contaminar com o óleo tanto no ambiente aquático como no continente, em costões rochosos e praias, onde costumam se concentrar (EPA, 1999). Muitas vezes, apresentam fidelidade ao hábitat (ex.: locais de reprodução) e inevitavelmente sofrem com a contaminação por hidrocarbonetos.

Levando-se em consideração as informações apresentadas acima, verifica-se que após sete anos do vazamento (1989 a 1996), as populações de focas de Prince William Sound começaram a se estabilizar (EVOSTC, 2015). Porém, de acordo com FROST et al. (1999), essas mesmas populações não haviam se recuperado oito anos após o vazamento, pois ainda era possível detectar um declínio do número de indivíduos (1989 a 1997). De acordo com EVOSTC (2015), as populações de focas analisadas em Prince William Sound eram, em sua maioria, residentes, o que teria agravado os efeitos do vazamento de óleo sobre elas.

Levando-se em consideração as populações de pinípedes presentes no litoral do Brasil, que utilizam a costa brasileira em grande parte do ano (primavera e inverno), inclusive para reprodução, estima-se que o tempo para que a comunidade de pinípedes se recupere de um acidente com vazamento de óleo seja de 10 anos.

- **CVA Tartarugas marinhas**

A. Introdução

A região de estudo (áreas com probabilidades de presença de óleo no cenário de pior caso) pode ser considerada de grande importância biológica para as tartarugas marinhas. As cinco espécies existentes no Brasil são encontradas na região, onde há áreas de concentração para alimentação, crescimento, pontos de desova e corredor migratório (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, 2018), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (MMA, 2014). A **Tabela II.10.4.2.8** apresenta as espécies encontradas no litoral da área de estudo e seu status de conservação.

Tabela II.10.4.2.8 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo.

Espécie	Nome Comum	IUCN (2018)	MMA (2014)
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	VU	EN
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	EN	EN
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	VU	VU
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	VU	VU

Categorias segundo MMA (2014) e IUCN (2018):

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

VU - Vulnerável - Risco alto de extinção na natureza.

CR – Criticamente em perigo - 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 reprodutiva, quando migram para as praias na qual nasceram. Estima-se que, de cada mil filhotes, apenas um ou dois atingem a idade adulta, sendo que a maioria acaba por servir de alimento para crustáceos, aves e peixes. O acasalamento ocorre no oceano, em águas profundas ou costeiras, muitas vezes próximas às áreas de desova (PROJETO TAMAR, 2014).

Com relação aos locais de alimentação, a área de estudo apresenta locais de alimentação conhecidos e monitorados pelo Projeto TAMAR, como é o caso do Parque Estadual Marinho (PEM) da Laje de Santos (STAMPAR et al., 2007). O Projeto TAMAR protege, ainda, áreas de alimentação no litoral de São Paulo, em Ubatuba, e em Santa Catarina, nos municípios de Florianópolis e Itajaí (PROJETO TAMAR ICMBio, 2015).

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.27** e **II.10.4.2.28** apresentam as áreas de ocorrências não reprodutivas de tartarugas marinhas nas áreas com probabilidade de chegada de óleo, considerando o cenário de pior caso, tanto no Período 1 (Setembro a Fevereiro) quanto no Período 2 (Março a Agosto).

Considerando que as tartarugas podem ocorrer em todo ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, foi considerada toda área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários. Portanto, não representa uma área específica de agregação e sim uma área abrangente de ocorrência, e, por isso, este CVA foi classificado como um CVA difuso.

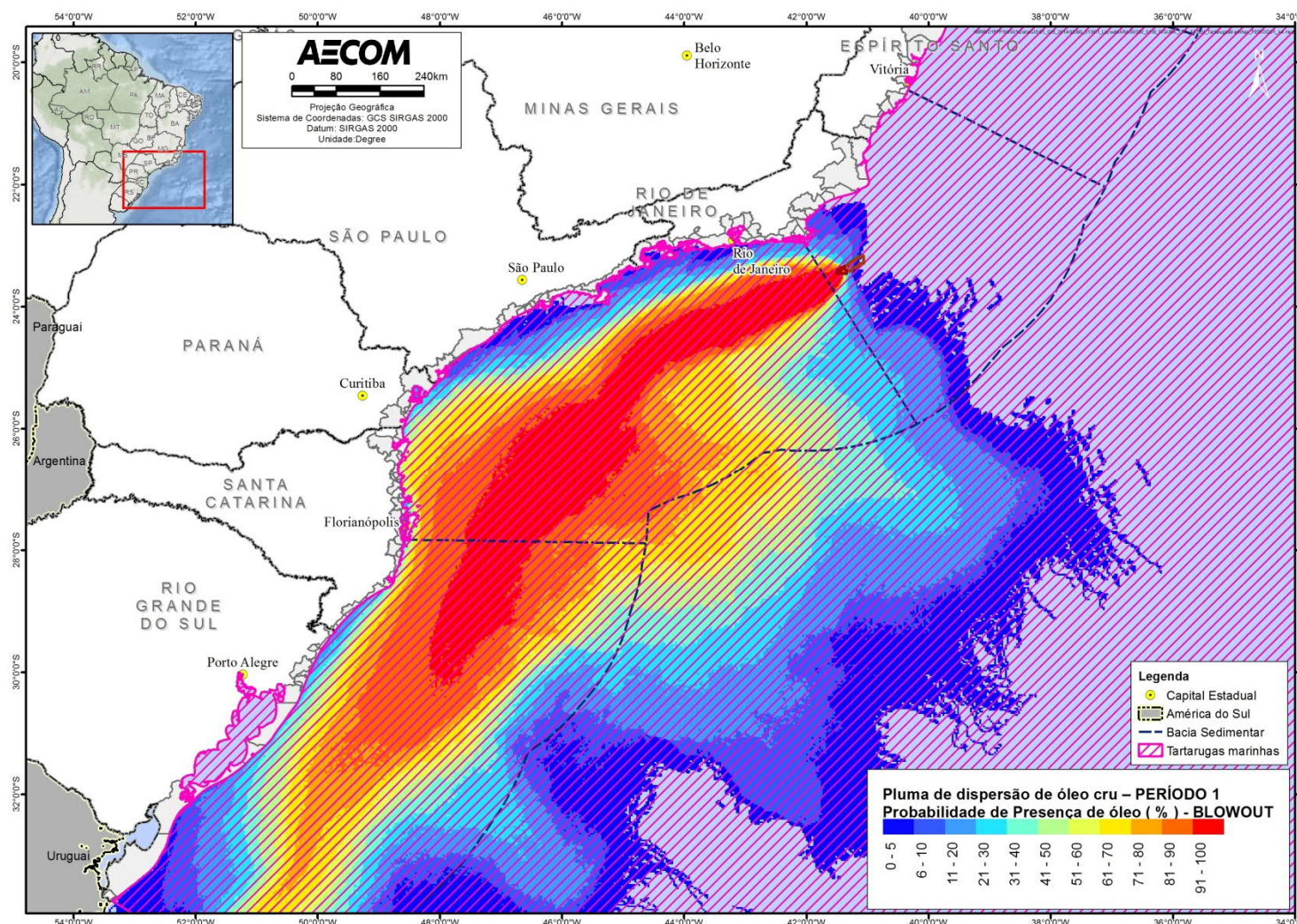


FIGURA II.10.4.2.27 – Área de ocorrências não reprodutivas de tartarugas marinhas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

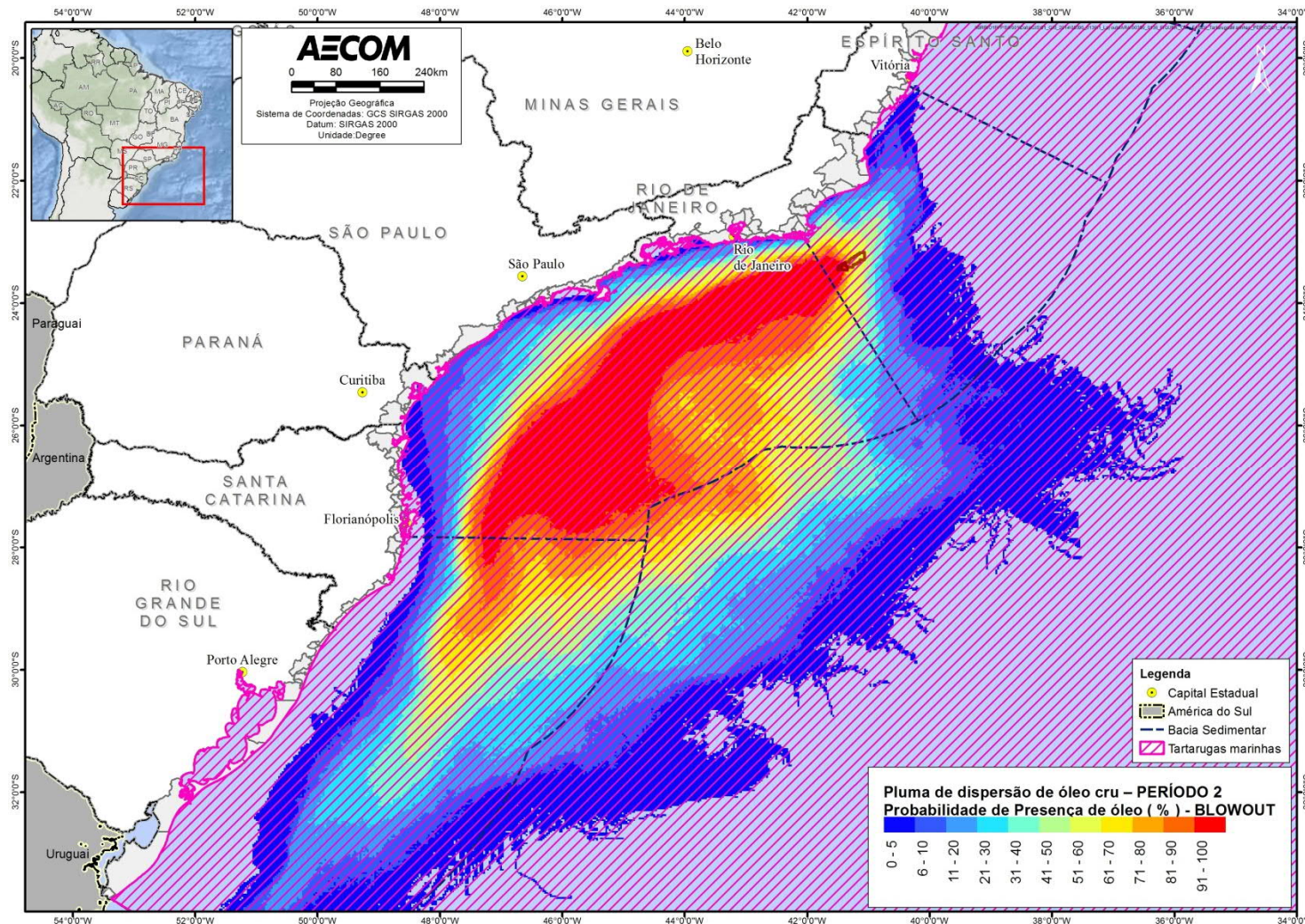


FIGURA II.10.4.2.28 – Área de ocorrência não reprodutiva de tartarugas marinhas nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso

B. Tempos de Recuperação

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

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

Adicionalmente, as tartarugas marinhas podem ser impactadas em suas praias de desova e os ovos podem ser expostos ao óleo durante a incubação, resultando em um aumento potencial da mortalidade dos ovos e/ou a possibilidade de desenvolver defeitos nos recém-nascidos. Os filhotes que emergem dos seus ninhos podem encontrar o óleo na praia ou na água logo que eles começam sua vida no mar (SHIGENAKA, 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 (SHIGENAKA, 2003).

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

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (comendo ou engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (nadando no óleo) (SHIGENAKA, 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 e que, portanto, não é evitado (GRAMMETZ, 1988). Estudos comportamentais em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) não mostraram evidências de que essas espécies detectam e evitam áreas contaminadas ou distinguem o óleo intemperizado (*tarball*³³) de um item alimentar (LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que esses animais sobem com frequência à superfície para respirar, no evento de um grande vazamento, esses animais podem ser expostos a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988).

³³ *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, 2010).

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

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

o **Efeitos externos**

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

Em estudo de MIGNUCCI-GIANNONI (1998) apud SABA & SPOTILA (2003), os autores concluíram 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 tivessem óleo residual presente nos seus tecidos após a reabilitação.

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

C1. Estudos de caso

A **Tabela II.10.4.2.9** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para as tartarugas marinhas.

TABELA II.10.4.2.9 – 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 das espécies pente (<i>Eretmochelys imbricata</i>) e verde (<i>Chelonia mydas</i>), embora se estime um número bem maior de óbitos, já que apenas uma parte da costa foi monitorada. BURCHARD (citado em NOAA, 2010) 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 esteja na faixa de dezenas a centenas, mas esta ocorrência não foi bem documentada. Uma tartaruga-verde encalhada morta foi necropsiada e continha mais de 4.000 ppm de óleo em seu fígado e 310 ppm no estômago, mas não havia indicação de óleo na parte externa.
1991: Barge Vistabella, mar do Caribe Volume de óleo derramado: 2.000 toneladas de óleo combustível pesado	Restos de óleo e <i>tarballs</i> atingiram as praias da região, mas apenas uma tartaruga-de-pente foi encontrada com óleo (atribuído ao acidente) em uma praia de Porto Rico.
1993 Barge Bouchard B155 Volume de óleo derramado: 336.000 galões de óleo combustível pesado nº 6.	Áreas de desova e de forrageamento foram atingidas. Tartarugas cabeçudas, as mais comuns, foram impactadas mais severamente: 4 recém-nascidos foram encontrados mortos e 12 vivos, sendo que entre eles 3 indivíduos encontravam-se oleados e os demais estavam perturbados por causa do método utilizado na limpeza. Vários ninhos foram atingidos e muitos filhotes ainda não tinham nascido. 115 ninhos foram marcados como em risco, 96 estavam em praias com óleo e 2 estavam inundados por óleo e tiveram uma taxa de sucesso de nascimento menor do 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.
2010: Deep Water Horizon, Golfo do México, Estados Unidos. Cerca de 4,9 milhões de barris de petróleo	Maior vazamento de óleo da história dos Estados Unidos, os efeitos do vazamento de grandes proporções ainda vem sendo estudado para avaliar os impactos que tiveram sobre as tartarugas-marinhas. Registros indicam um declínio populacional de indivíduos adultos.

Fonte: CEDRE (2011); SHIGENAKA (2003); LEUNG (212) *et al.*, 2012; BARROM, 2012.

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

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

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

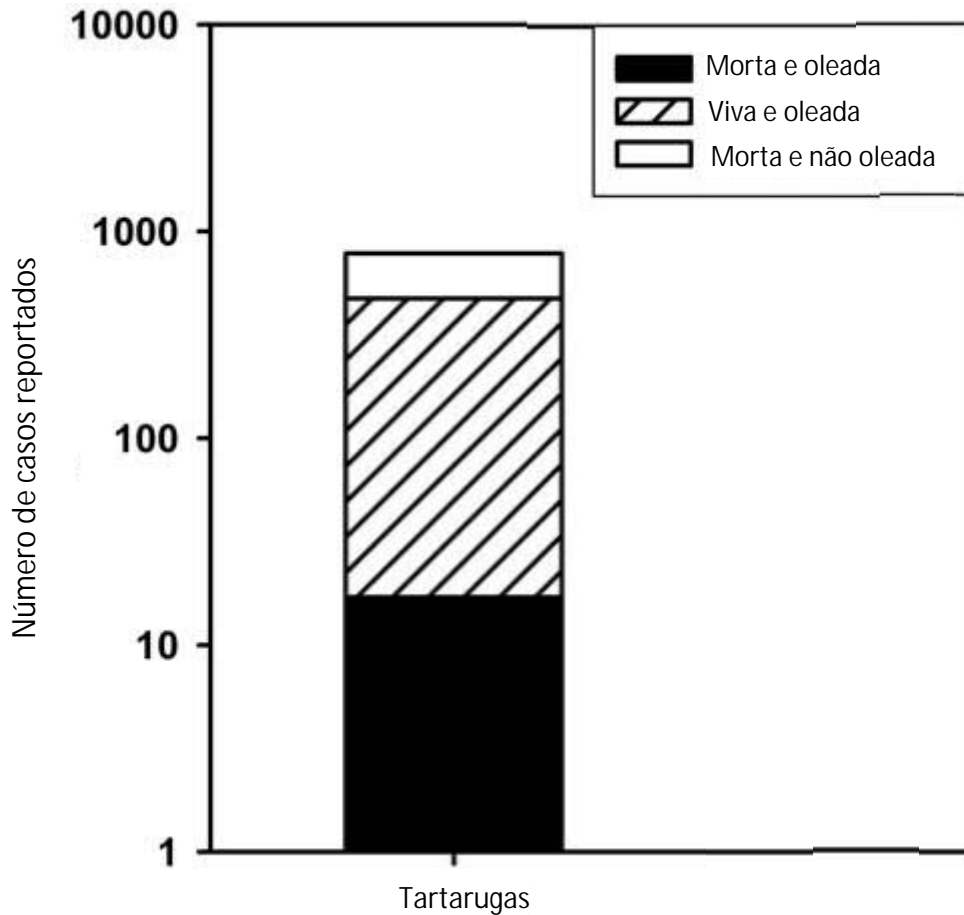
Três tartarugas (duas tartarugas-verde e uma jovem tartaruga-de-Ridley) foram encontradas mortas em Laguna Madre e foram congeladas para determinação da causa da morte. Todas as três tartarugas apresentaram óleo na região externa, sendo que uma apresentava em grandes quantidades. Entretanto, pelas conclusões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

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

A exposição prolongada ao óleo pode ter causado as condições precárias encontradas no corpo das tartarugas, talvez comprometendo 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.

Além deste estudo, é de suma importância detalhar os efeitos adversos do vazamento de Deepwater Horizon sobre as tartarugas, no Golfo do México. Nessa região ocorrem desovas regulares de *Caretta caretta*, que ao nascerem se deslocam até o mar de Sargaços (LEUNG et al., 2012). Estes mesmos autores criaram, então, um modelo para avaliar os impactos do vazamento sobre elas, simulando a chegada do óleo em três locais de reprodução, um no Golfo (severamente impactado por vazamentos), um na Flórida, e outro na costa da Carolina. Para avaliar os efeitos crônicos do vazamento, os autores simularam 20 anos de monitoramento e puderam perceber que após a inserção do vazamento de óleo, há um declínio mais acelerado das populações. No entanto, os resultados sugerem que o declínio da população da tartaruga marinha *Caretta caretta* não é acelerado por um único evento de derramamento de óleo, e sim, por eventos cumulativos (LEUNG et al., 2012).

É válido destacar que diversas tartarugas-marinhas foram encontradas mortas após o vazamento da Deepwater Horizon e que centenas foram encontradas vivas, porém, oleadas, de acordo com o trabalho de BARRON (2012), encontrado na **Figura II.10.4.2.29**, a seguir.



Retirado de BARRON (2012).

FIGURA II.10.4.2.29 - Número de tartarugas reportadas durante o Vazamento de Deepwater Horizon.

Segundo CROWDER & HEPPELL (2011), a recuperação das tartarugas é particularmente difícil porque o potencial de crescimento da população é limitado pela idade tardia para alcançar a maturidade sexual e, ainda, pela baixa fertilidade. Por muito tempo os esforços de conservação das tartarugas se limitaram a proteção de ninhos e fêmeas no momento da nidificação. No entanto, modelos populacionais recentes elaborados para tartaruga-cabeçuda indicaram que a estratégia de proteção dos ninhos apenas prolongaria o momento da extinção (CROWDER & HEPPELL, 2011). Sendo assim, para diminuir o tempo de recuperação das tartarugas deve-se ter como foco principal a proteção de indivíduos juvenis e organismos mais velhos em alto mar.

Após o vazamento de Deepwater Horizon, tartarugas-de-kemp foram atingidas pelo óleo, porém, acredita-se que sua recuperação será mais rápida do aquela das tartarugas-cabeçuda uma vez que alcançam a maturidade sexual muito mais cedo (cerca de 12 anos) do que as demais tartarugas (CROWDER & HEPPELL, 2011). No entanto, por apresentarem uma distribuição geográfica limitada e um conhecimento recente de sua biologia, as tartarugas-de-kemp são consideradas as mais vulneráveis a um vazamento de óleo (CROWDER & HEPPELL, 2011). No entanto, é válido destacar que não há registro desta espécie na costa brasileira ou na área oceânica de atuação da Equinor.

O modelo matemático criado para avaliar a recuperação das tartarugas-de-kemp mostrou que após 20 anos do vazamento no Golfo do México, a taxa de recuperação está relacionada à forma como o impacto decai ao longo dos anos (CROWDER & HEPPELL, 2011). Porém, apenas o tempo irá dizer como o vazamento de Deepwater Horizon afetou, de fato, as populações de tartarugas no Golfo do México.

C2. Conclusão

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

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

A ausência de estudos de efeitos populacionais e de tempo de recuperação de populações de tartarugas marinhas faz com que esse item seja difícil de ser avaliado. No entanto, com base na literatura disponível, é possível estimar que o tempo de recuperação deste grupo biológico é de 15 anos, considerando o impacto sobre áreas de ocorrência.

- **SVA Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*)**

A tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) apresenta distribuição circunglobal. É a espécie responsável pela maior ocorrência de desovas nas praias continentais brasileiras (RUEDA-ALMONACID et al., 2007). Essas áreas prioritárias para desova estão localizadas no norte da Bahia, Espírito Santo, norte do Rio de Janeiro e Sergipe, e áreas secundárias ocorrem em alguns pontos dos litorais do Espírito Santo e sul da Bahia (PROJETO TARTARUGAS DO DELTA/PETROBRAS, 2013). A temporada reprodutiva ocorre entre setembro e março, com picos entre outubro e fevereiro (SANCHES, 1999).

A espécie apresenta ciclo de vida longo com maturação sexual entre 25 e 35 anos. O tempo geracional utilizado nesta avaliação é de 100 anos. A tartaruga-cabeçuda é uma espécie altamente migratória. As fêmeas migram das áreas de alimentação e descanso para as áreas de reprodução, em deslocamentos que podem chegar a mais de 1500 km (SANTOS et al., 2011).

Como já abordado anteriormente, a tartaruga-cabeçuda é considerada na categoria “Em Perigo” segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014) e “Vulnerável” segundo a Lista Internacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (IUCN, 2018). A intensa exploração de tartarugas marinhas pelo homem, a interação com artefatos de pesca e a degradação dos ambientes costeiros fizeram com que as populações de tartarugas marinhas sofressem um grande declínio (SPOTILA, 2004). Além disso,

as próprias características fisiológicas dos animais, que apresentam uma maturação sexual tardia e baixa taxa de sobrevivência dos filhotes (estimado em 1:1.000), serviram como fator acelerador desse processo (SPOTILA, 2004).

As **Figuras II.10.4.2.30 e II.10.4.2.31** apresentam as áreas de concentração reprodutiva de tartaruga-cabeçuda, juntamente com as probabilidades de chegada de óleo, no pior vazamento previsto, em ambos os cenários sazonais. Para o SVA Tartaruga-cabeçuda foi considerada, portanto, a faixa costeira dos estados brasileiros onde essa espécie desova, que é uma área restrita. Por isso, este SVA foi considerado um subcomponente fixo, para o qual foi utilizado a maior probabilidade de toque de óleo na inferência do risco ambiental.

O tempo de recuperação adotado no cálculo da tolerabilidade deste SVA é o mesmo adotado para o CVA Tartarugas Marinhas, que é de 15 anos.

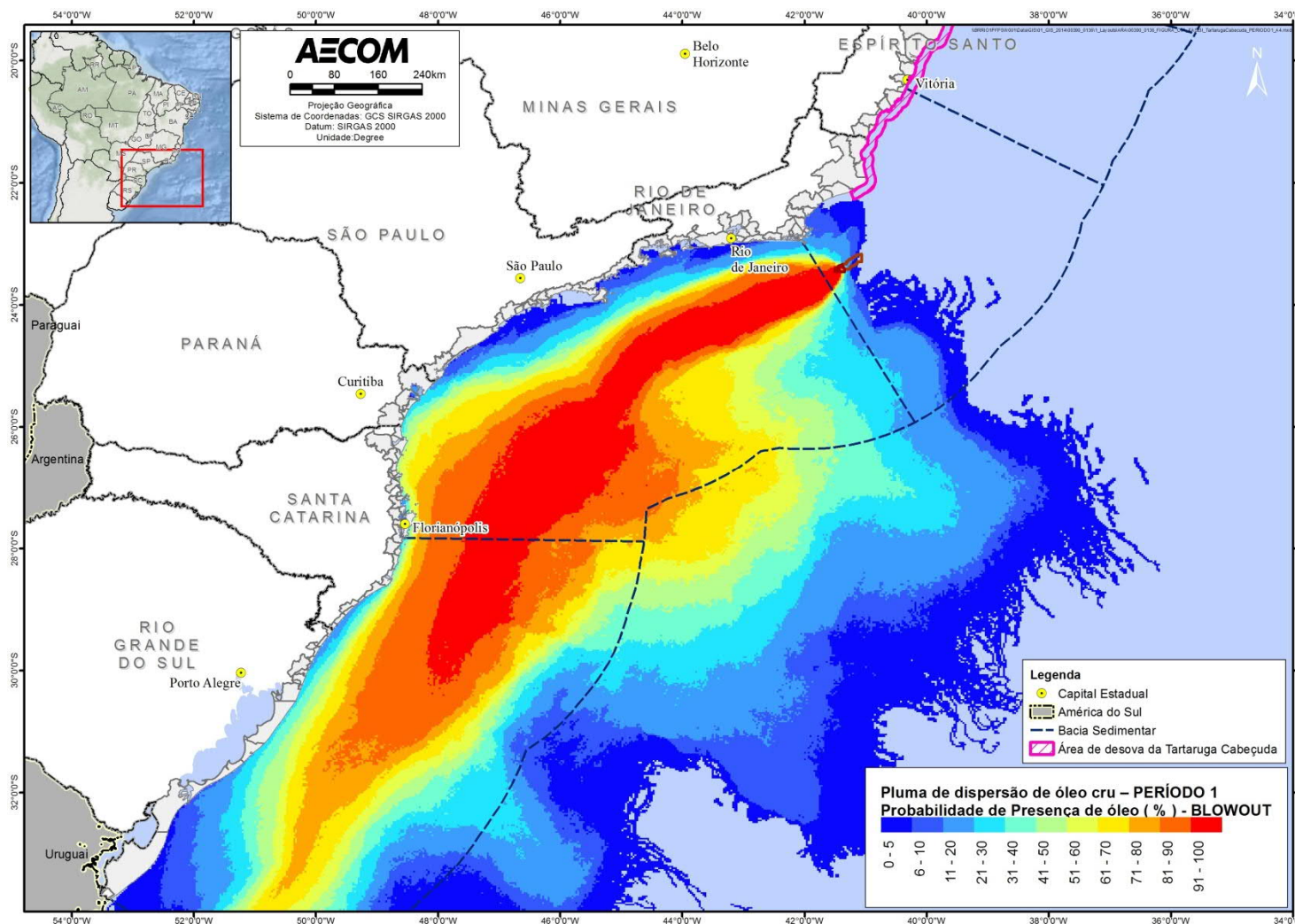


FIGURA II.10.4.2.30 – Área de ocorrência reprodutiva de tartaruga-cabeçuda nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

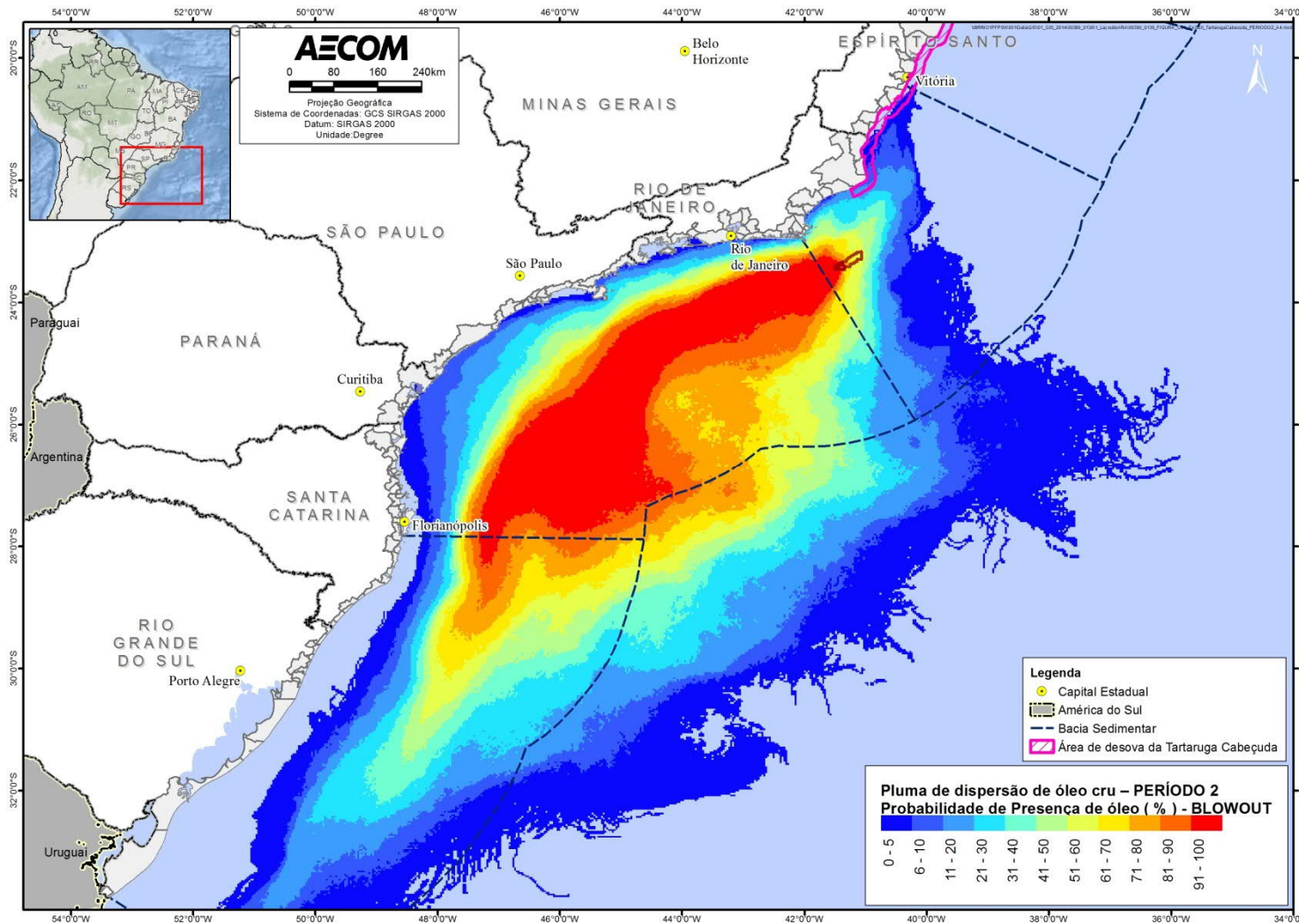


FIGURA II.10.4.2.31 – Área de ocorrência reprodutiva de tartaruga-cabeçuda nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso

• **CVA Avifauna marinha costeira e CVA Avifauna marinha oceânica**

A. Introdução

Buscando atender aos requerimentos da CGPEG manifestados em pareceres técnicos relativos a Análises de Riscos Ambientais desenvolvidas para outras atividades semelhantes, buscou-se mapear separadamente as aves marinhas costeiras e aves marinhas oceânicas, e considerá-los na análise desta ARA, como dois CVAs distintos. É importante esclarecer que a separação desses componentes será feita apenas através do mapeamento, sendo o valor de tempo de recuperação o mesmo para ambos.

Isso se justifica uma vez que, as referências encontradas sobre tempo de recuperação e impacto de óleo sobre a avifauna marinha não fazem diferenciação entre espécies costeiras e oceânicas (e.g. GERTLER, 1992; EPA, 1999; MOSBECH, 2002; HEUBECK *et al.*, 2003; CARTER, 2003; BURGER, 2003; KINGSTON, 2002; WIENS, 2004; IRONS *et al.*, 2000; EDWARDS & WHITE, 2010; BARROS *et al.*, 2014; MORENO *et al.*, 2013).

Podem ser encontradas diversas espécies de aves marinhas na região de estudo, totalizando 126 espécies com ocorrência factual e provável, distribuídas em 12 ordens e 26 famílias. Dentre as ordens presentes na região, destaca-se a ordem Charadriiformes que é a mais representativa em riqueza de espécies (47 espécies). Este grupo que engloba aves limícolas e costeiras foi destacado nos diversos estudos consultados (SCHULZ-NETO *et al.*, 1996; NASCIMENTO, 1998; RODRIGUES, 2013; SOUZA *et al.*, 2008) por possuir elevada abundância na região.

É importante destacar que algumas espécies são consideradas ameaçadas de extinção no Brasil e no mundo (MMA, 2014 e IUCN, 2018) (**Tabela 9.4.2.10**).

TABELA II.10.4.2.10 – Aves ameaçadas de extinção com registros na área de estudo e status de conservação no Brasil (MMA, 2014) e no mundo (IUCN, 2018).

Espécie	Nome popular	IUCN (2018)	MMA (2014)
<i>Diomedea exulans</i>	Albatroz-gigante	VU	CR
<i>Diomedea dabbenena</i>	Albatroz-de-tristão	CR	CR
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatroz-real	VU	VU
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatroz-real-do-norte	EN	EN
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Albatroz-de-nariz-amarelo	EN	EN
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatroz-de-cabeça-cinza	EN	NE
<i>Pterodroma incerta</i>	Grazina-de-barriga-branca	EN	EN
<i>Pterodroma arminjoniana</i>	Grazina-de-trindade	VU	CR
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Pardela-preta	VU	VU
<i>Procellaria conspicillata</i>	Pardela-de-óculos	VU	VU
<i>Charadrius wilsonia</i>	Batuíra-bicuda	LC	VU
<i>Sterna hirundinacea</i>	Trinta-réis-de-bico-vermelho	LC	VU

Espécie	Nome popular	IUCN (2018)	MMA (2014)
<i>Thalasseus maximus</i>	Trinta-réis-real	LC	EN
<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteirinho	NT	EN
<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	NT	CR
<i>Calidris subruficollis</i>	Maçarico-acanelado	NT	VU
<i>Formicivora littoralis</i>	Formigueiro-do-litoral	EN	EN
<i>Formicivora erythronotos</i>	Formigueiro-de-cabeça-negra	EN	CR
<i>Phoebetria fusca</i>	Piau-preto	EN	NA
<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	painho-de-cauda-furcada	VU	NA
<i>Sterna dougallii</i>	Trinta-réis-róseo	LC	VU
<i>Limnodromus griseus</i>	Narceja-de-costas-brancas	LC	CR

Fontes: VOOREN & BRUSQUE (1999), MMA, 2014; IUCN, 2018 ALVES et al. (2004); DIAS et al. (2012); NACINOVIC (2005); SICK (1997); SIGRIST (2009); AIUKÁ/ WITT|O'BRIENS'S BRASIL (2016).

Legenda:

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

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.

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

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

NA – Não ameaçado

Vale ressaltar, que para a avaliação deste CVA considerou-se, principalmente, as aves marinhas oceânicas e costeiras que habitam a região litorânea, por serem as mais passíveis de serem impactadas por óleo proveniente de um vazamento com origem no mar.

B. Mapeamento

As **Figuras II.10.4.2.32 e II.10.4.2.33** apresentam as áreas de concentração de avifauna marinha costeira nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no cenário de pior caso, tanto no Período 1 (Setembro a Fevereiro) como no Período 2 (Março a Agosto), respectivamente. Essas áreas representam as áreas de agregação reprodutiva que ocorrem em ilhas costeiras. Por esse motivo, será considerado um CVA fixo.

Já as **Figuras II.10.4.2.34 e II.10.4.2.35** apresentam as áreas de ocorrência de aves marinhas oceânicas. Considerando que as aves oceânicas podem ocorrer em todo ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, foi considerada toda área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários. Portanto, não representa uma área específica de agregação e sim uma área abrangente de ocorrência e, por isso, este CVA foi classificado como um CVA difuso.

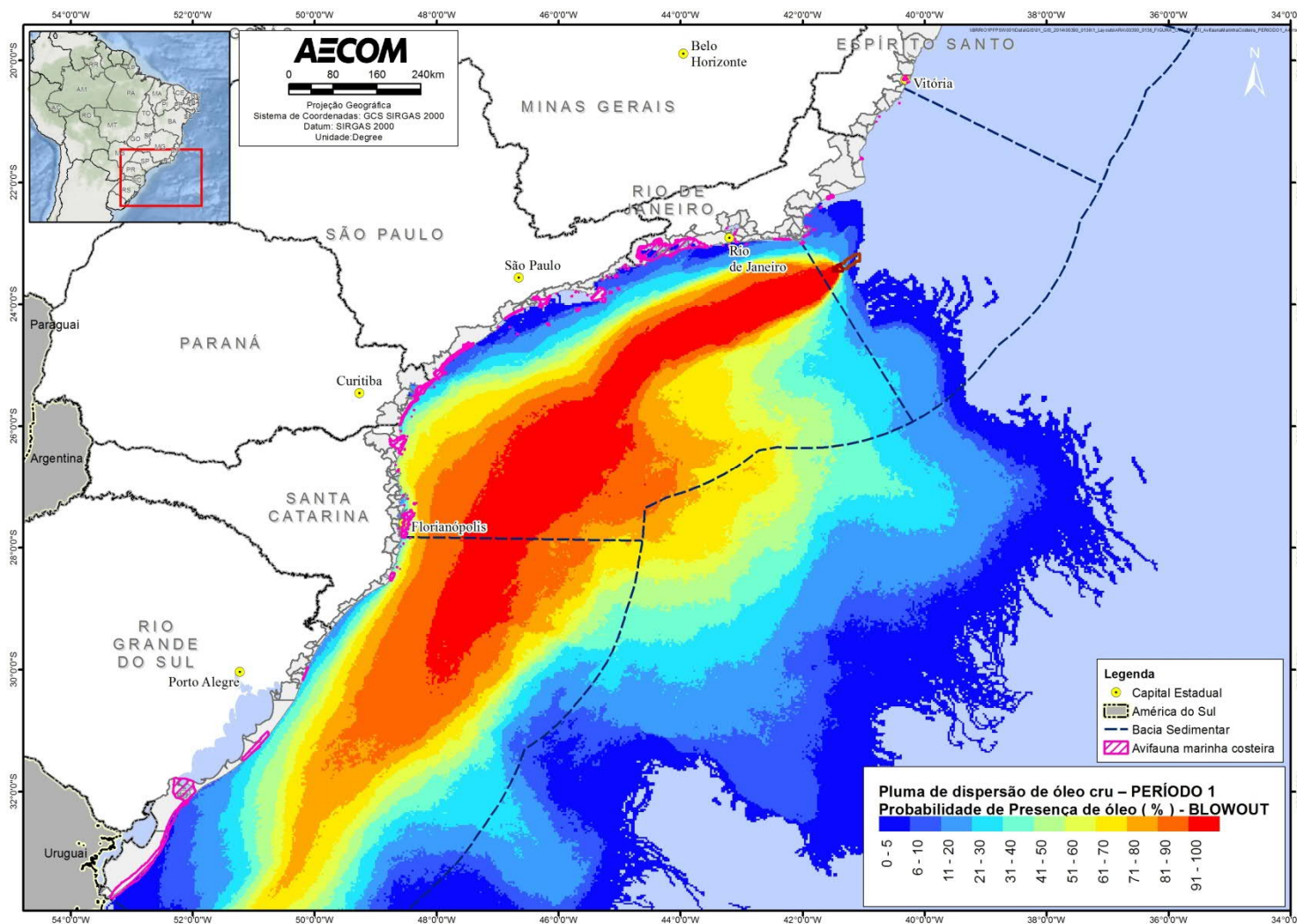


FIGURA II.10.4.2.32 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha costeira nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

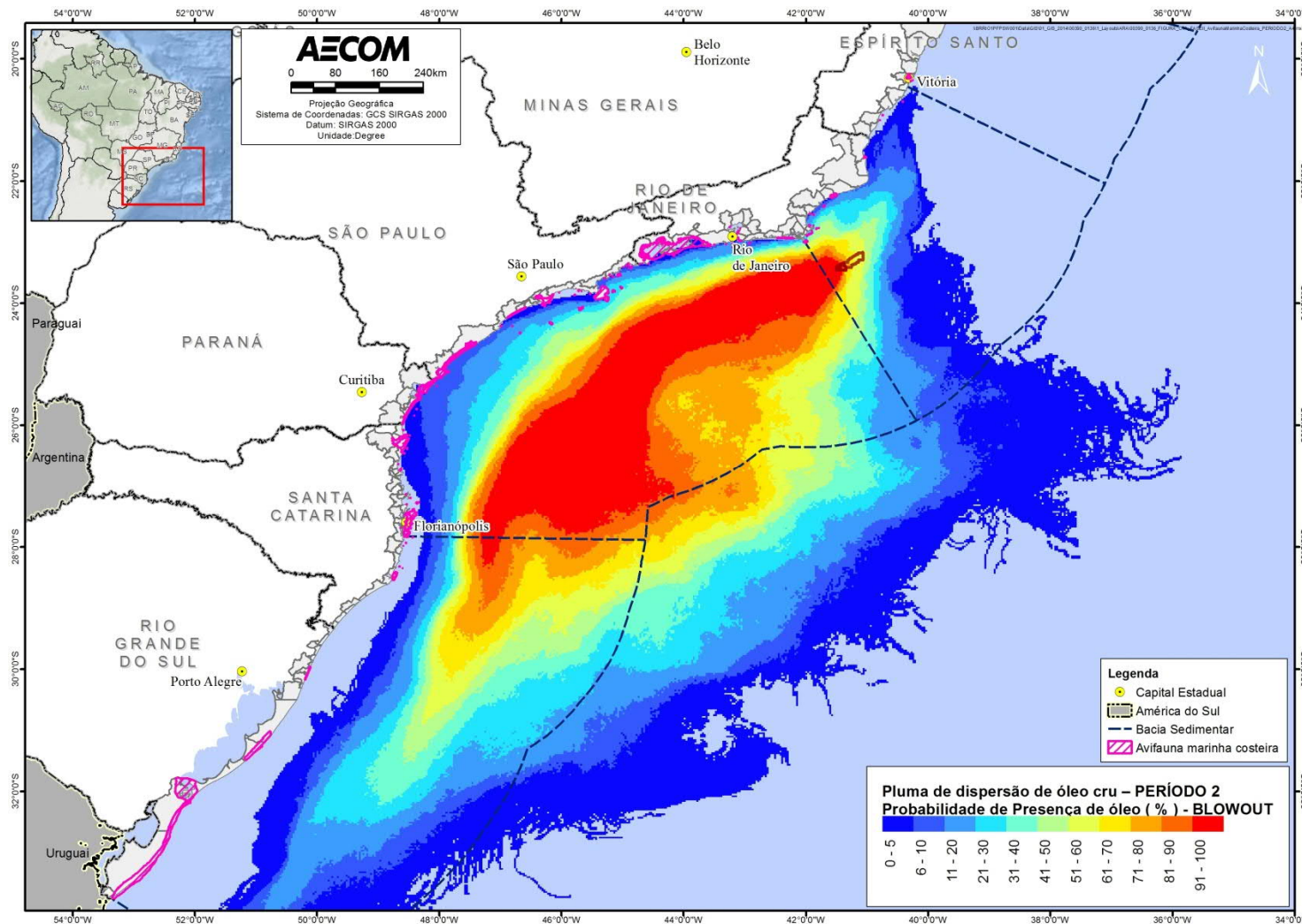


FIGURA II.10.4.2.33 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha costeira nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

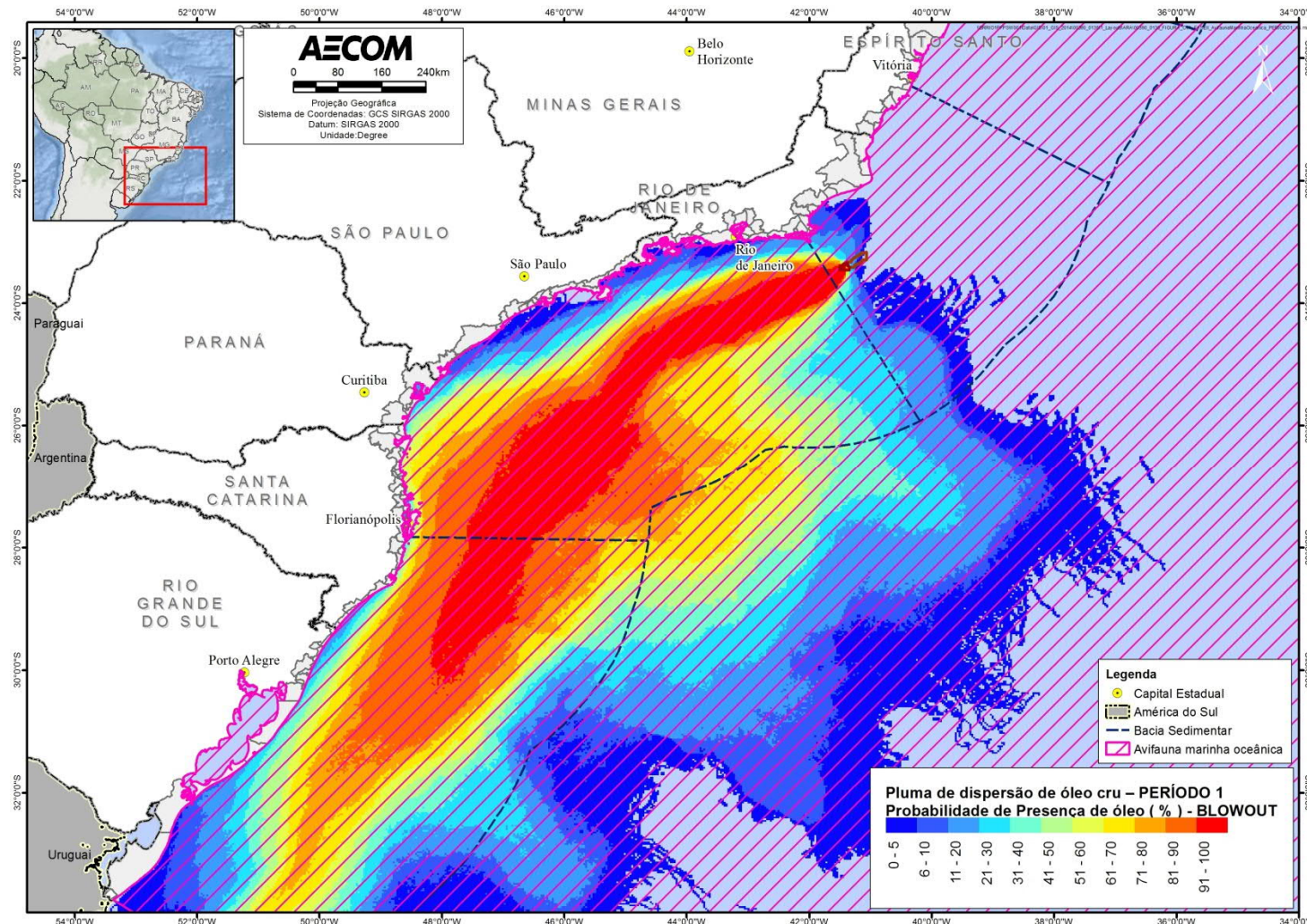


FIGURA II.10.4.2.34 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 1 (Setembro a Fevereiro), modelagem de pior caso.

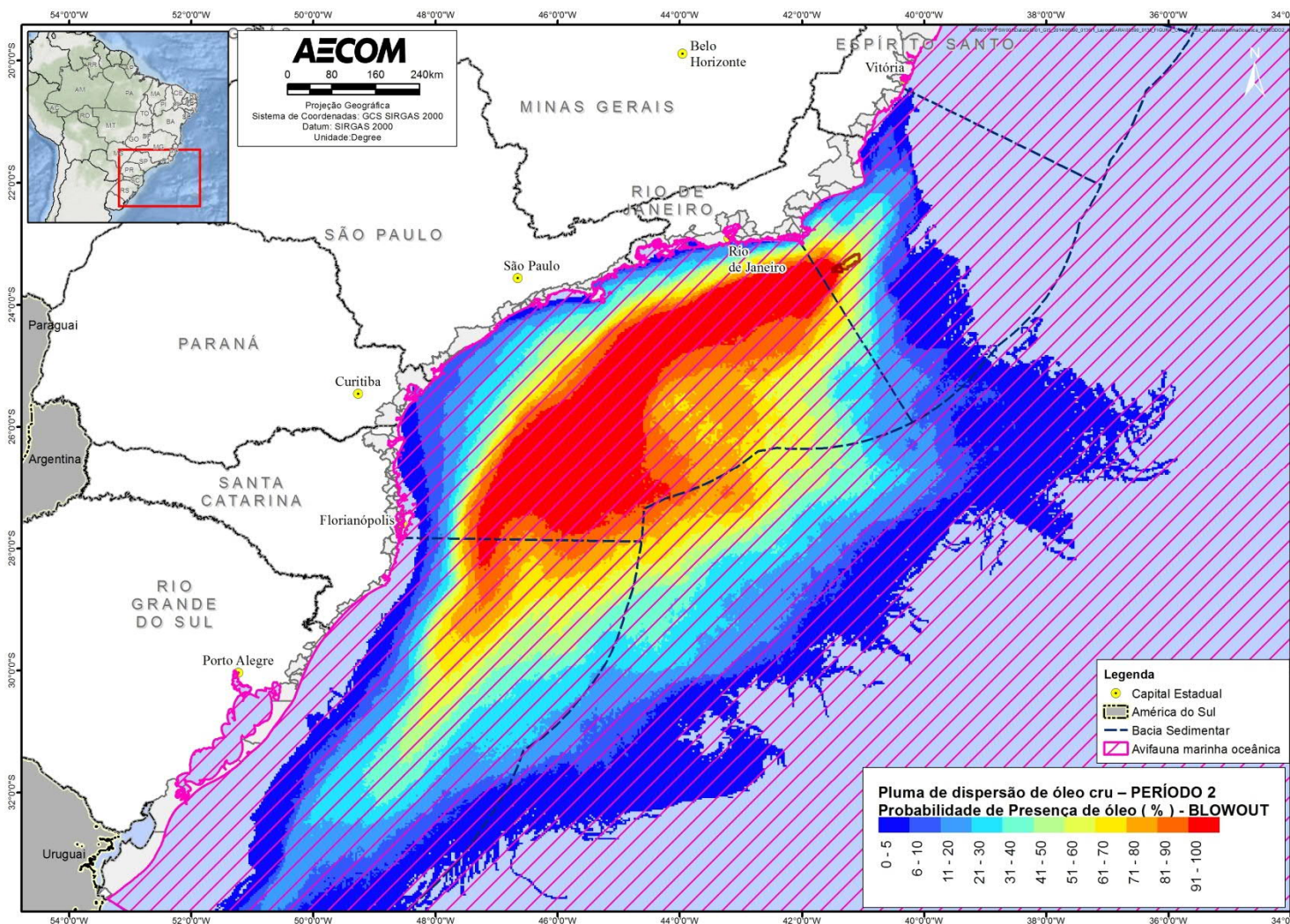


FIGURA II.10.4.2.35 – Áreas de ocorrência de avifauna marinha oceânica nas áreas com probabilidades de chegada de óleo, no Período 2 (Março a Agosto), modelagem de pior caso.

C. Tempos de Recuperação

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

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

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

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

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

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) (BURGER, 2003; MOSBECH, 2002). É importante observar que como o comportamento das aves marinhas é variável, quanto mais tempo a ave gastar no mar, seja mergulhando para encontrar comida, nadando ou pousada na superfície, mais susceptível ela está à contaminação por óleo no caso de um vazamento. As aves sujas de óleo podem sofrer hipotermia, desidratação, afogamento e fome, e se tornam presas fáceis (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

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

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

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

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

o **Contaminação interna dos indivíduos**

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

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

O acompanhamento de indivíduos de pato-real (*Anas platyrhynchos*) alimentados com óleo intemperizado proveniente do acidente Exxon Valdez mostrou que não houve interferência significativa sobre a sobrevivência, o crescimento e a reprodução dos mesmos. Os resultados indicaram, porém, que em concentrações extremamente altas (20g de óleo/kg de alimento) existiram reduções significativas na espessura média e na resistência da casca dos ovos. Baseando-se nesses resultados e na literatura toxicológica disponível, foi possível concluir que os efeitos tóxicos subletais do óleo intemperizado na vida selvagem em vazamentos como o Exxon Valdez parecem ser bastante improváveis (MOSBECH, 2002). Destaca-se que essa espécie não ocorre na área de estudo.

É importante destacar que não se sabe, ao certo, se aves marinhas são capazes de intencionalmente evitar áreas com manchas de óleo. Contudo, evidências encontradas em um experimento realizado na Noruega

sugerem fortemente que a espécie fulmar-glacial (*Fulmarus glacialis*) evita se estabelecer na superfície marinha poluída com óleo pesado (LORENTSEN & ANKER-NILSSEN, 1993 apud MOSBECH, 2002). Isso pode ser verdade, também, para outras espécies de aves, entretanto, ainda são necessários muitos estudos para que isso seja comprovado. Essa espécie também não ocorre na área de estudo, porém, foi considerada para colaborar com o embasamento teórico do relatório.

o **Efeitos a longo prazo nos indivíduos**

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

Entre os efeitos a longo prazo pode-se citar o atraso na maturação dos ovários em fêmeas, a alteração nos níveis hormonais, a redução na sobrevivência e crescimento de embriões e filhotes cujos pais tenham sido externamente contaminados por óleo, a supressão da imunidade e da resistência a doenças, efeitos mutagênicos, interrupção da monogamia (caso um dos pares esteja contaminado e deixe de reproduzir temporariamente) e redução da sobrevivência no inverno após o acidente (BURGER, 2003). Corroborando com essas informações, estudos envolvendo pinguins africanos (*Spheniscus demersus*) impactados por óleo proveniente de dois grandes vazamentos, revelaram uma redução da capacidade reprodutiva da espécie, após exposição prolongada ao óleo (WOLFAARDT *et al.*, 2001; SHERLEY, 2010).

Na costa Atlântica, local de ocorrência da rota dos pinguins-de-Magalhães, também ocorre rota de navios petrolíferos. Sendo assim, não é incomum que a lavagem dos tanques gerem pequenos vazamentos de petróleo causando a poluição crônica nesses mares, gerando um impacto de longo prazo nos pinguins (MÄDER, 2011). Esses animais ingerem o petróleo ao limpar suas penas, tem dificuldade de flutuação e principalmente podem ficar com a manutenção da temperatura corporal comprometida (MÄDER, 2011).

Além da queda da capacidade reprodutiva HENKEL *et al.* (2012) descrevem a ocorrência da anemia hemolítica, que reduz a capacidade de transportar oxigênio no sangue. Isso afeta diretamente as aves que realizam atividades aeróbicas e, por isso, possuem alta demanda de oxigênio, como as aves migratórias que realizam longos deslocamentos. Como resposta à destruição de células vermelhas a partir da ingestão de óleo, existe um aumento compensatório na produção de eritrócitos, o que resulta em imunossupressão e numa diminuição da produção de glóbulos brancos (HENKEL *et al.*, 2012).

MORENO *et al.* (2013) destacam que o monitoramento a longo prazo da ecologia alimentar de aves marinhas tem o potencial de fornecer informações valiosas acerca da dinâmica da cadeia alimentar devido à contaminação por hidrocarbonetos, refletindo o estado dos ecossistemas adjacentes afetados.

o **Efeitos na População**

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

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

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

Um exemplo a ser citado é o caso das populações marginais de papagaios-do-mar na região da Bretanha, onde uma colônia destes animais sofreu grandes perdas, devido à combinação de causas naturais e poluição por óleo, após o naufrágio do Amoco Cadiz, tendo que ser repovoada com indivíduos de outras colônias (HOPE JONES *et al.* 1978 apud MOSBECH, 2002). Além disso, no sul da Califórnia uma colônia de pombos Guillemot foi dizimada em 1980 principalmente devido ao grande número de vazamentos de óleo que ocorreram na região (PARKER *et al.*, 1997 apud MOSBECH, 2002).

Adicionalmente, é importante observar que o volume de óleo vazado não está necessariamente correlacionado com o número de aves mortas, uma vez que outros fatores podem possuir efeitos mais fortes, como, por exemplo, a densidade de aves na água no momento do acidente, o comportamento das aves afetadas, a proximidade das colônias e de outras agregações, a direção do vento, a ação das ondas, a temperatura e o tipo do óleo. Contudo, pequenos vazamentos de poucas toneladas podem matar milhares de aves se este ocorrer em uma área com grande concentração de indivíduos (BURGER, 1993).

o **Recuperação de populações**

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

É difícil determinar o tempo de recuperação de uma população de aves, uma vez que a reposição ou recuperação de uma população não é somente o retorno ao número de indivíduos anterior, mas também de

toda a estrutura da população. A dinâmica populacional e a ecologia alimentar de aves marinhas são complexas e informações importantes para modelagens matemáticas ainda são escassas (MOSBECH, 2002).

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

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

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

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

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

espécies (geralmente menor que dois anos) também foi documentada para outras comunidades afetadas pelo óleo (invertebrados da região entremarés, peixes e aves) que foram estudados no Alaska e em outros locais.

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

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

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

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

C1. Estudos de caso

Assim como feito anteriormente para outros grupos biológicos, a maior parte dos estudos de caso encontrados na bibliografia científica aborda os efeitos do impacto do óleo e o tempo de recuperação de animais contaminados em ambientes costeiros. Sabe-se, portanto, que aves costeiras que costumam se alimentar em ambientes rasos apresentam um quadro de contaminação crônica já que a comunidade bentônica que constitui a base de sua dieta alimentar pode armazenar as substâncias tóxicas por muitos anos (PETERSON *et al.*, 2003).

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

Após o acidente com o navio-tanque Exxon Valdez, em 1989, vários estudos sobre tempo de recuperação e impactos sobre aves foram realizados, uma vez que um dos mais conspícuos efeitos desse acidente foi a morte de um grande número de aves. Dentre esses, pode-se citar o realizado por GERTLER (1992), no qual ele indica que aproximadamente 36.000 aves mortas foram coletadas da área atingida. Segundo o autor, porém, esse valor representaria somente uma pequena porção da mortalidade total de aves, cujas estimativas indicariam, na realidade, entre 260.000 a 580.000 ou, mais precisamente, entre 350.000 e 390.000 indivíduos mortos durante e imediatamente após o vazamento. Monitoramentos de colônias de aves marinhas foram iniciados em 1989 e continuaram até 1991 buscando determinar se houve diminuição do número de indivíduos em comparação com os valores encontrados antes do vazamento ou com o número de animais em colônias que não foram atingidas. O airo (*Uria aalge*) foi a espécie mais severamente impactada, com 60 a 70% de mortalidade de aves adultas em fase reprodutiva nas colônias impactadas e completa falha na reprodução nos anos de 1989 e 1990. Essa mortalidade já era esperada uma vez que airos adultos se agruparam em antecipação ao período reprodutivo no mesmo momento em que as áreas foram atingidas pelo óleo. A diminuição da densidade de aves em fase reprodutiva, o atraso no início da reprodução e o rompimento da sincronia da reprodução nas colônias afetadas causaram essa completa falha reprodutiva. As colônias de airo não atingidas pelo óleo não apresentaram impacto e tiveram reprodução normal.

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

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

De forma similar, IRONS et al. (2000) avaliaram os efeitos do óleo em populações de aves nove anos após o vazamento de Exxon Valdez. Para cinco indivíduos ainda era possível detectar alterações de densidade associadas à persistência do óleo no ambiente e redução da abundância de alimento.

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

Outro vazamento de grande proporção, que causou graves consequências para as aves foi o vazamento de 60.000 toneladas de óleo do navio Prestige, na costa da Espanha, em 2002. O óleo atingiu o Parque Nacional das Ilhas Atlânticas de Galícia e foi considerado a maior catástrofe desse tipo ocorrida na Europa. Sendo assim, avaliando a inexistência de dados robustos sobre um monitoramento a longo prazo, MORENO et al. (2013) avaliaram as concentrações de componentes químicos oriundos do vazamento de óleo em três colônias distintas de aves. Os resultados mostraram, de maneira geral, que em 2007 (cinco anos após o vazamento), havia um retorno gradual da concentração dos componentes para níveis pré-vazamento. Os autores detectaram, ainda, que após o incidente, as aves mudaram sua dieta alimentar (MORENO et al., 2013).

Outro estudo que avaliou os impactos a longo prazo do vazamento de Prestige foi elaborado por BARROS et al. (2014). Os autores tiveram como objetivo avaliar o sucesso reprodutivo da espécie *Phalacrocorax aristotelis*, após 10 anos do vazamento, uma vez que óleo residual ainda vinha sendo encontrado nove anos depois do incidente. De acordo com os autores, essa espécie foi fortemente afetada pelo derrame inicial e cinco anos após o vazamento as colônias eram 70% menores. A deficiência reprodutiva permaneceu, pelo menos, pelos 10 anos que se sucederam ao vazamento (BARROS et al., 2014).

ALONSO-ALVAREZ et al. (2007) também avaliaram os impactos do vazamento de Prestige sobre a espécie de gaivota *Larus michahellis*, e constataram a presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em filhotes, 17 meses após o vazamento. No entanto, é importante destacar que esses filhotes nunca tiveram contato com o óleo e seus pais também não apresentavam sinais aparentes de contaminação, indicando que os hidrocarbonetos foram incorporados através da cadeia alimentar (ALONSO-ALVAREZ et al., 2007). Essa hipótese foi corroborada por ZUBEROGOITIA et al. (2006), que verificaram a presença de hidrocarbonetos em ovos de falcão peregrino, em áreas adjacentes ao vazamento do Prestige, indicando a ingestão de presas contaminadas e consequente transmissão da contaminação para os ovos.

Outro local que merece destaque pelos impactos gerados por vazamentos de óleo é o Golfo do México, que já foi alvo de alguns vazamentos de óleo, afetando diversos ecossistemas e organismos. O vazamento de Ixtoc, em 1979, ocasionou o vazamento de aproximadamente 476.190 toneladas de óleo, causando a morte de um grande número de aves (TUNNELL, 2011). Infelizmente, como na maioria dos grandes vazamentos, não houve estudos a longo prazo para monitorar os impactos crônicos do vazamento sobre as espécies e ecossistemas (TUNNELL, 2011). Avaliações de curto prazo revelaram a recuperação das aves um ano após o vazamento (CHAPMAN 1979, 1981 apud TUNNELL, 2011).

Mais recentemente, no acidente com a plataforma Deepwater Horizon, foram contabilizadas inúmeros casos de aves marinhas afetadas. BARRON (2011) descreveram mais de 3.000 indivíduos mortos recolhidos nas praias e mais de 10.000 afetados de alguma forma. Já HANEY et al. (2014), através de modelo matemático, apresentou números ainda mais alarmantes, com uma média de 200.000 indivíduos mortos.

A região do Golfo do México representa o primeiro ponto de parada de aves migratórias neárticas que se deslocam anualmente em direção a América do Sul (HENKEL et al., 2012). De todas as espécies afetadas pelo vazamento, 28 delas eram aves migratórias (HENKEL et al., 2012). Durante o ano seguinte ao vazamento, 85 aves migratórias vivas e mortas foram coletadas, dentre as quais 23 estavam visivelmente sujas de óleo (USFWS 2011 apud HENKEL et al., 2012). No entanto, considerando o pequeno tamanho desses animais e a dificuldade de localização, os autores acreditam que esse número possa estar subestimado.

HENKEL et al. (2012) avaliaram os efeitos agudos do óleo sobre as populações de aves, assim como os efeitos a longo prazo, já que muitas aves migratórias possuem grande fidelidade a seus pontos de parada para descanso, o que as fazem suscetíveis repetidamente ao óleo, toda vez que retornam de sua migração anual. As aves migratórias, devido a sua ecologia alimentar e padrões de uso do habitat, possuem especial suscetibilidade aos impactos do óleo, através de um conjunto diversificado de vias de contaminação (HENKEL et al., 2012). Além disso, a incapacidade de obter recursos suficientes para sua engorda antes dos deslocamentos migratórios pode atrasar a partida para seus locais de reprodução, diminuindo o sucesso reprodutivo (HENKEL et al., 2012).

MONTEVECCHI et al. (2011) avaliaram os impactos do óleo sobre uma espécie de atobá migrante na região do Golfo do México. Ainda que a maioria dos adultos tenham retornado logo em seguida ao vazamento para suas colônias de origem no Canadá, muitos indivíduos imaturos morreram pelo contato com o óleo, o que provavelmente irá gerar um decaimento do tamanho populacional ou um processo histórico de vida relacionado à idade dos indivíduos que sobreviveram (MONTEVECCHI et al., 2011). Um ano após o vazamento ainda foi possível encontrar espécimes com manchas escuras que muito se assemelhavam a óleo, porém, testes químicos não foram realizados para confirmar a hipótese (MONTEVECCHI *et al.*, 2011).

É válido ressaltar que a quantificação da intensidade e duração dos impactos sobre as populações e ecossistemas devido a desastres ambientais, exige o reconhecimento de que níveis anteriores ao vazamento foram alcançados. No entanto, para isso, se faz necessário ter conhecimento da região antes mesmo da ocorrência do incidente. Infelizmente, no caso do vazamento de Deepwater Horizon, no Golfo do México, muito pouco era conhecido sobre a densidade das populações, uso de habitats ou idade (HENKEL *et al.*, 2012).

HENKEL et al. (2012) destacam que em regiões de clima quente, o incremento da atividade microbiana sugere uma persistência menor de hidrocarbonetos e, conseqüentemente, efeitos menos severos sobre as aves.

C2. Conclusão

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

Grandes vazamentos de óleo têm o potencial de esgotar populações de aves. 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, estuários e recifes) já possuem tempo de recuperação acima de 10 anos.

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

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

- **Considerações Finais**

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

Além disso, a gravidade do impacto está diretamente relacionada à atividade desenvolvida pelos organismos. Por exemplo, quando agregações reprodutivas ou alimentares são atingidas, o impacto é considerado muito mais grave.

A **Tabela II.10.4.2.9** apresenta um resumo das informações apresentadas no item 4.2, mostrando em que classes de tempo de recuperação os CVAs e SVA identificados foram dispostos e qual valor foi utilizado para o cálculo da tolerabilidade.

TABELA II.10.4.2.9 – Tempo de recuperação e classificação dos componentes ambientais ao óleo.

Componentes e Subcomponentes	Classificação	Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo da Tolerabilidade
CVA Manguezais	Fixo	> 10 anos	30 anos
CVA Estuários	Fixo	> 10 anos	20 anos
CVA Praias (Expostas e Abrigadas)	Fixo	3-10 anos	10 anos*
CVA Recifes rochosos	Fixo	> 10 anos	20 anos
CVA Marismas	Fixo	> 10 anos	30 anos
CVA Recursos pesqueiros e pesca costeiros	Difuso	1-3 anos	3 anos*
CVA Recursos pesqueiros e pesca oceânicos	Difuso	1-3 anos	3 anos*
CVA Cetáceos	Difuso	> 10 anos	20 anos
SVA Boto-cinza	Fixo		
SVA Toninha	Fixo		
SVA Baleia-franca-austral	Fixo		
CVA Pinípedes	Fixo	3-10 anos	10 anos*
CVA Tartarugas-marinhas	Difuso	> 10 anos	15 anos
SVA Tartaruga-cabeçuda	Fixo	> 10 anos	15 anos
CVA Avifauna marinha costeira	Fixo	3-10 anos	10 anos*
CVA Avifauna marinha oceânica	Difuso	3-10 anos	10 anos*

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

As características diferenciadas de cada incidente descrito nas bibliografias consultadas, associadas a enorme dificuldade de se estabelecer apropriadamente tempos de recuperação para ambientes onde não existem estudos que corroborem tais números, faz com que seja preciso criar categorias onde ocorre a maior parte dos valores para cada componente. É válido ressaltar que, mesmo que categorias sejam estabelecidas, são usados valores específicos para o cálculo do risco ambiental e, conforme citado acima, que tais valores foram selecionados como o valor máximo da classe na qual o componente se encontra, seguindo a orientação da CGPEG em pareceres técnicos para estudos de Análise de Riscos Ambientais desenvolvidos para outras atividades.

Além disso, é importante considerar que, na maioria dos casos, a recuperação ambiental em ambientes marinhos é relativamente veloz esperando-se que seja concluída entre dois e 10 anos (KINGSTON, 2002). Além disso, se uma área tem sua fauna e flora suprimidas, a fauna pode se recuperar através do recrutamento de populações próximas (KINGSTON, 2002). No caso do estudo em questão, essa situação é bem provável para a maioria das espécies, pois os animais presentes na região de possível alcance do óleo, mesmo nos caso mais extremo de vazamento, não estão restritos apenas à esta área, com suas populações podendo ser estabelecidas através da migração de indivíduos de populações adjacentes e que estão em ambientes não impactados.

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

II.10.4.3. CÁLCULO DA PROBABILIDADE DOS COMPONENTES À PRESENÇA DE ÓLEO

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

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

Conforme apresentado no item Metodologia, o cálculo da probabilidade de um dado CVA/SVA de distribuição difusa - Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos, Tartarugas Marinhas e Recursos Pesqueiros Costeiros e Oceânicos - ser atingido considera a média ponderada das probabilidades de toque em relação à área de ocorrência potencial atingida. No caso dos CVAs/SVAs considerados sem mobilidade/costeiros - Avifauna Marinha Costeira, Boto-cinza (*Sotalia guianensis*), Toninha (*Pontoporia blainvillei*), Reprodução de Baleia-franca (*Eubalaena australis*), Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), Pinípedes, Marismas, Recifes Rochosos, Praias, Manguezais e Estuários - utilizou-se a maior probabilidade de toque encontrada, conforme orientação do IBAMA.

Nos itens a seguir, serão apresentadas as probabilidades de presença de óleo para cada CVA e SVA, em determinada faixa de volume (8 m³ – volume pequeno, 200 m³ – volume médio, e pior caso – 450.000 m³). Os cenários sazonais foram representados da seguinte forma: Período 1 (Setembro a Fevereiro) e Período 2 (Março a Agosto). Foi utilizada uma integração dos resultados tanto em superfície quanto na coluna d'água.

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

- **CVA – Avifauna Marinha Costeira**

Os resultados referentes ao CVA – Avifauna Marinha Costeira, para os cenários em que houve probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.1** e **Figura II.10.4.3.2** e na **Tabela II.10.4.3.1**.

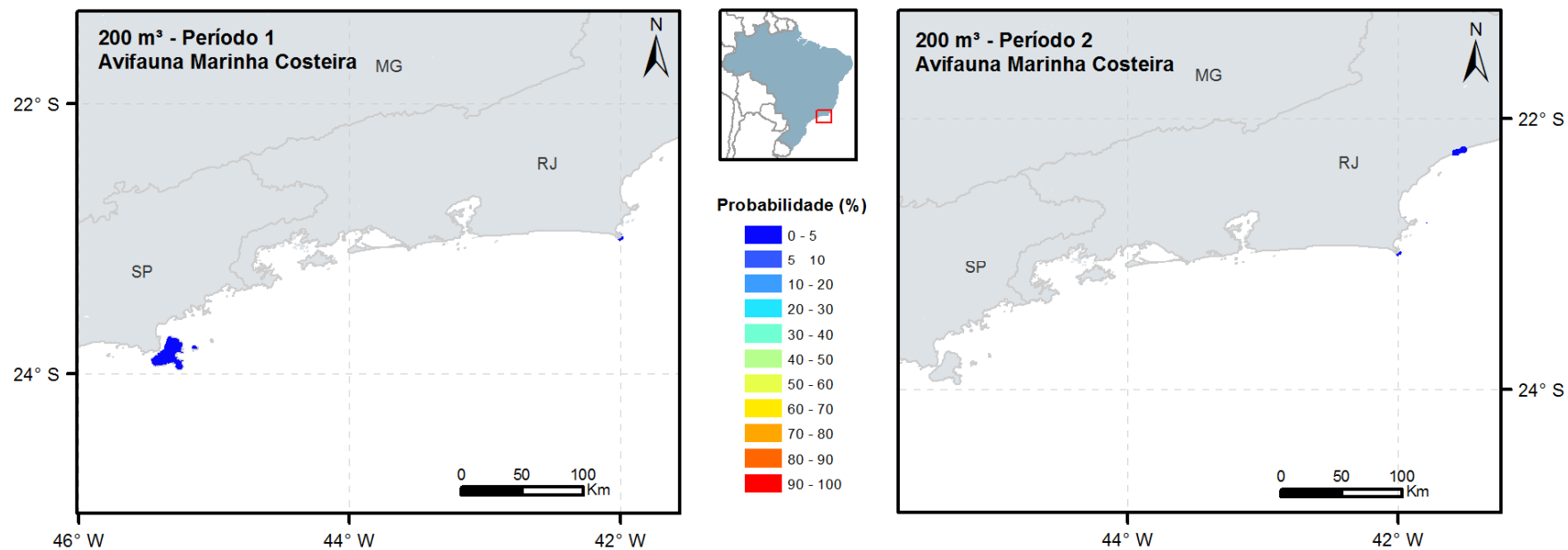


FIGURA II.10.4.3.1 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Avifauna Marinha Costeira nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

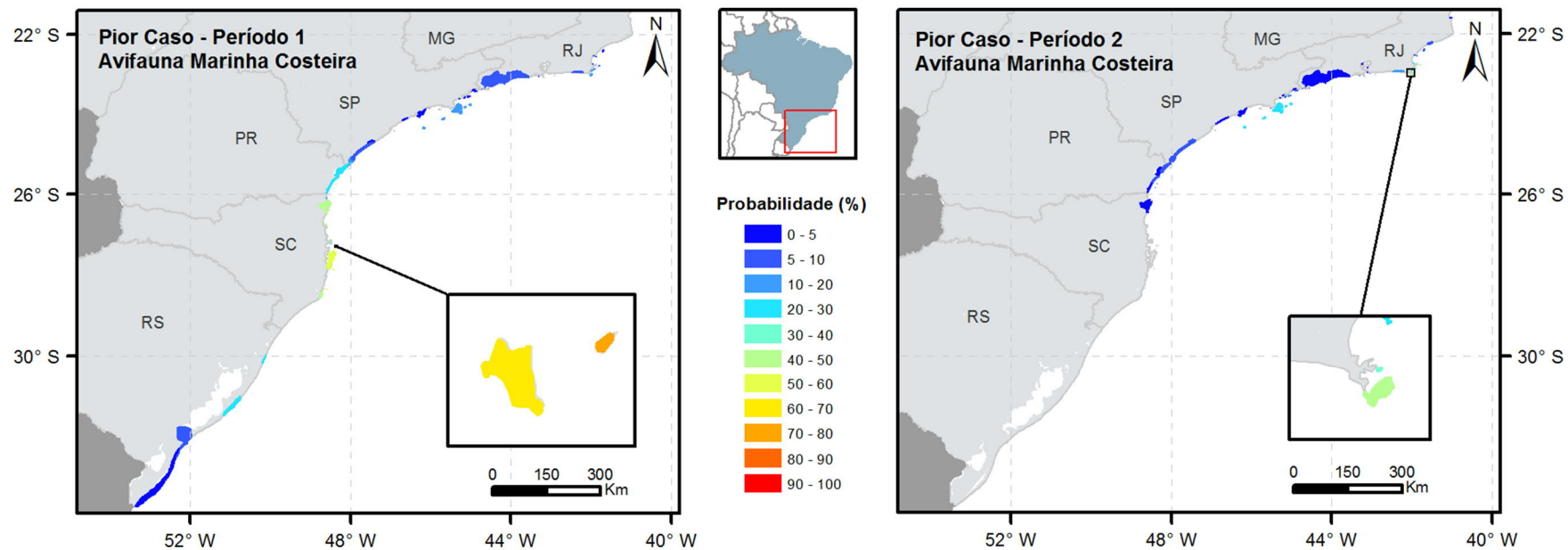


FIGURA II.10.4.3.2 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Avifauna Marinha Costeira nos cenários 5 (Pior caso – Período 1) e 6 (Pior caso – Período 2). O zoom destaca as regiões de maior probabilidade de presença de óleo de cada cenário.

TABELA II.10.4.3.1 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Avifauna Marinha Costeira.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	0,7	176,0
4	Período 2	200	0,3	184,0
5	Período 1	450.000	70,4	106,0
6	Período 2	450.000	42,7	67,0

Não houve probabilidade de presença de óleo nos vazamentos de volume pequeno (8 m³). Nos vazamentos de volume médio (200 m³), os valores de probabilidade são inferiores a 1% e se restringem a poucos trechos do CVA na costa do Rio de Janeiro e, no caso do Período 2, na região de Ilhabela (SP). Nos cenários de pior caso, a extensão do CVA com probabilidade de toque é consideravelmente maior, com máximo de 70,4% no cenário 5 (Pior Caso – Período 1), no Arquipélago do Arvoredo, em Santa Catarina. Já o cenário 6 (Pior caso – Período 2) apresentou uma probabilidade máxima de 43% na Ilha de Cabo Frio, em Arraial do Cabo (RJ).

O tempo mínimo de chegada de óleo ao CVA é de 67 horas (2,79 dias) no cenário 6 (Pior caso - Período 2).

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

Os resultados referentes aos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas para os seis cenários, são apresentados juntos, devido à área de ocorrência igual, da **Figura II.10.4.3.3** à **Figura II.10.4.3.5**, e na **Tabela II.10.4.3.2**.

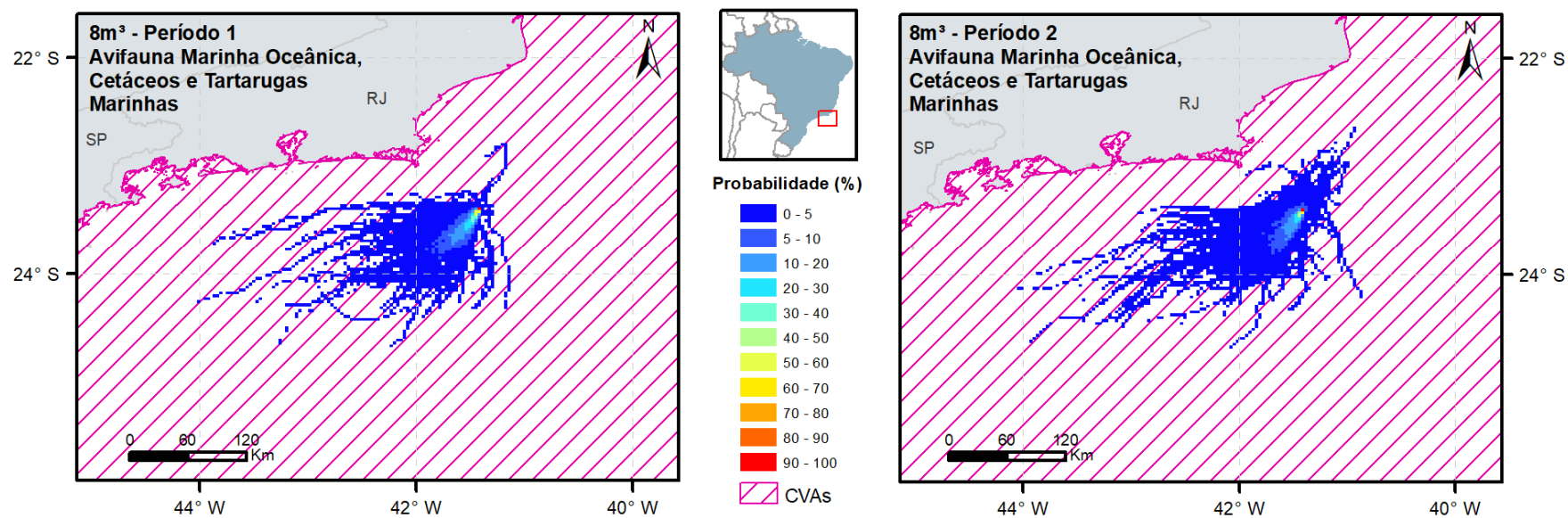


FIGURA II.10.4.3.3 - Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas nos cenários 1 (8 m³ – Período 1) e 2 (8 m³ – Período 2).

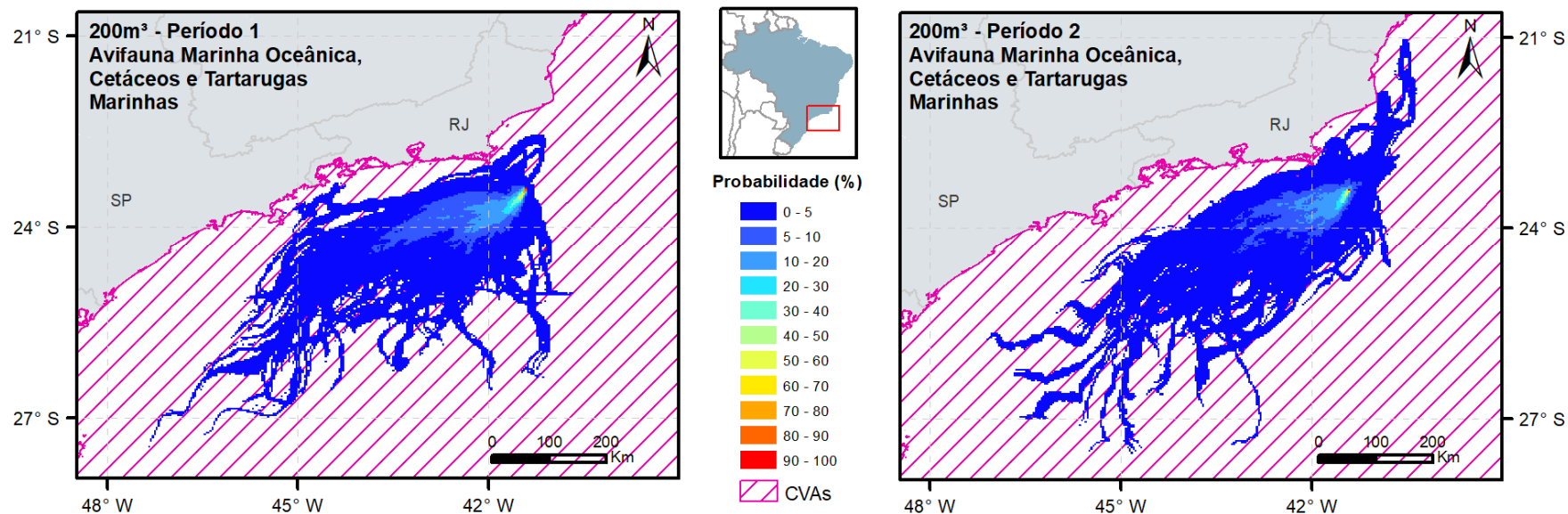


FIGURA II.10.4.3.4 - Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

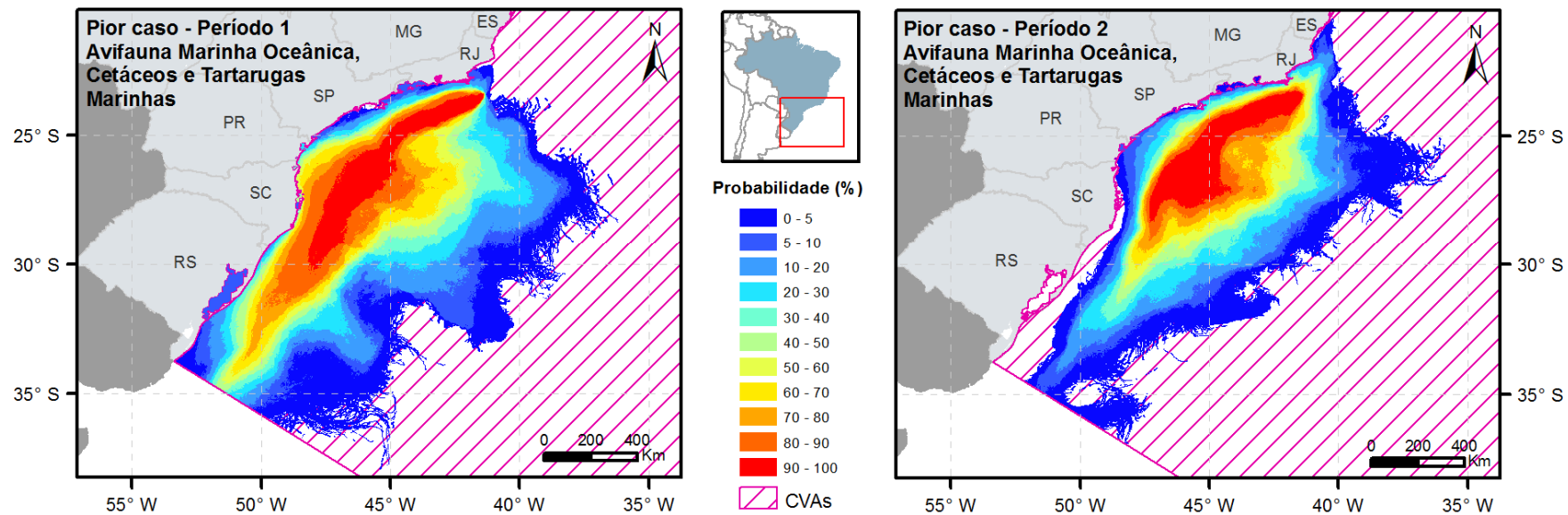


FIGURA II.10.4.3.5 - Probabilidade de presença de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2).

TABELA II.10.4.3.2 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nos CVAs Avifauna Marinha Oceânica, Cetáceos e Tartarugas Marinhas em cada cenário.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	1,8	1,0
2	Período 2	8	1,6	1,0
3	Período 1	200	2,2	1,0
4	Período 2	200	2,0	1,0
5	Período 1	450.000	34,5	1,0
6	Período 2	450.000	31,6	1,0

Ambos os cenários de volume pequeno (8 m³) e médio (200 m³) apresentam probabilidade ponderada de presença de óleo inferior a 3%. Nos cenários de vazamento de óleo de pior caso (450.000 m³), a área total com probabilidade de presença de óleo é consideravelmente maior quando comparada aos cenários anteriores, apresentando probabilidades acima de 80% da região frente ao estado do Rio de Janeiro até o estado do Rio Grande do Sul no Período 1 e até Santa Catarina no Período 2. A maior probabilidade ponderada, de 34,5%, foi observada no cenário 5 (Pior caso – Período 1)

Os tempos mínimos de chegada de óleo aos CVAs foram iguais em todos os cenários, de 1 hora, pelo fato do ponto de vazamento estar localizado dentro da área de ocorrência dos CVAs.

- **SVA – Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*)**

Os resultados referentes ao SVA – Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), para o cenário em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.9.4.3.6** e na **Tabela II.9.4.3.3**.

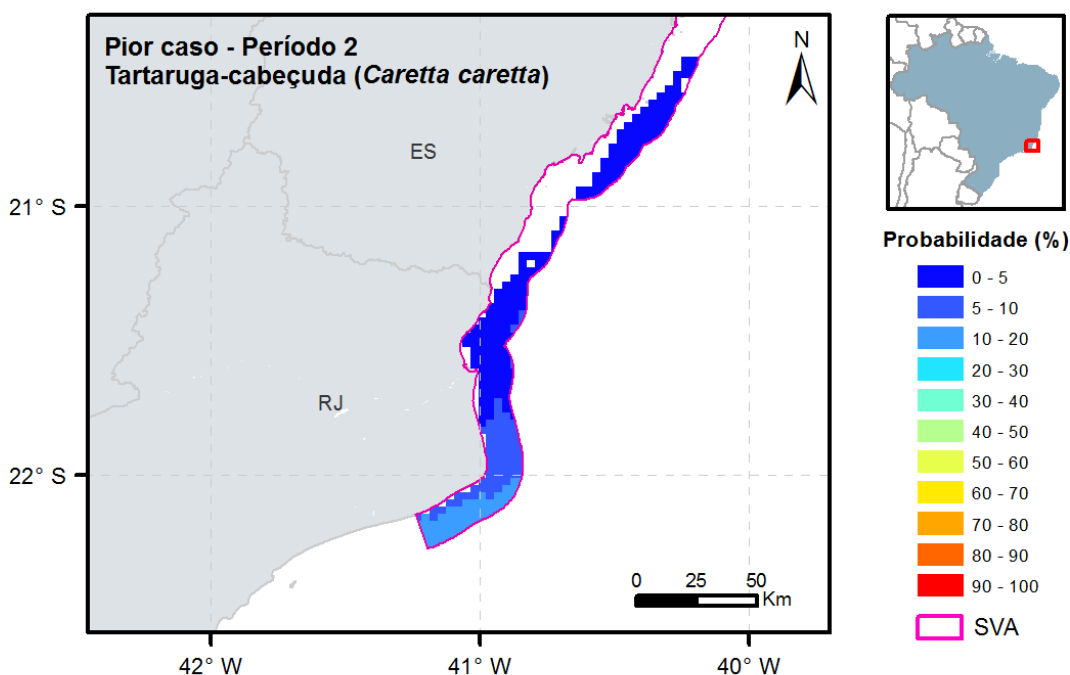


FIGURA II.10.4.3.6 - Probabilidade de presença de óleo no SVA – Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) no cenário 6 (450.000 m³ – Período 2).

TABELA II.10.4.3.3 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no SVA – Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*).

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	-	-
6	Período 2	450.000	19,3	161,0

Só há probabilidade de chegada de óleo neste SVA no cenário 6 (Pior caso – Período 2), com máximo de 19,3% e tempo mínimo de chegada de 161 horas (6,7 dias).

- **SVA – Boto-cinza (*Sotalia guianensis*)**

Os resultados referentes ao SVA Boto-cinza (*Sotalia guianensis*), para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.7** e na **Tabela II.10.4.3.4**.

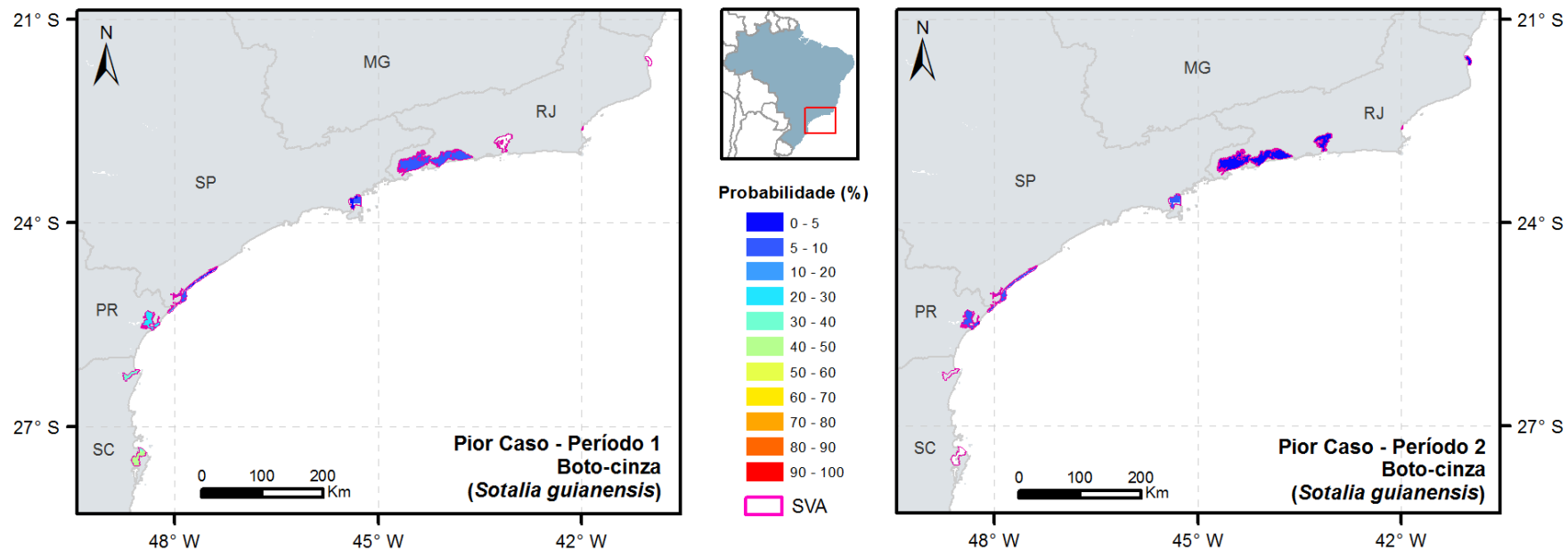


FIGURA II.10.4.3.7 - Probabilidade de presença de óleo no SVA – Cetáceos – Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) nos cenários 5 (Pior caso – Período 1) e 6 (Pior caso – Período 2).

TABELA II.10.4.3.4 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no SVA Boto-cinza (*Sotalia guianensis*).

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	55,1	252,0
6	Período 2	450.000	18,0	413,0

O SVA somente apresenta probabilidade de chegada de óleo nos cenários de pior caso. As probabilidades de chegada de óleo atingem baías e regiões costeiras de Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, porém, no cenário 5 a probabilidade abarca também o litoral de Santa Catarina. No Período 1, a probabilidade chega a 55% na Baía Norte, entre a ilha de Florianópolis - SC e o continente, enquanto no Período 2 o máximo é de 18% próximo à Ilhabela – SP.

O menor tempo de chegada de óleo no SVA é de 252 horas (10,5 dias) no Período 1.

- **SVA – Toninha (*Pontoporia blainvillei*)**

Os resultados referentes ao SVA –Toninha (*Pontoporia blainvillei*), para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.8** e **Figura II.10.4.3.9** e na **Tabela II.10.4.3.5**.

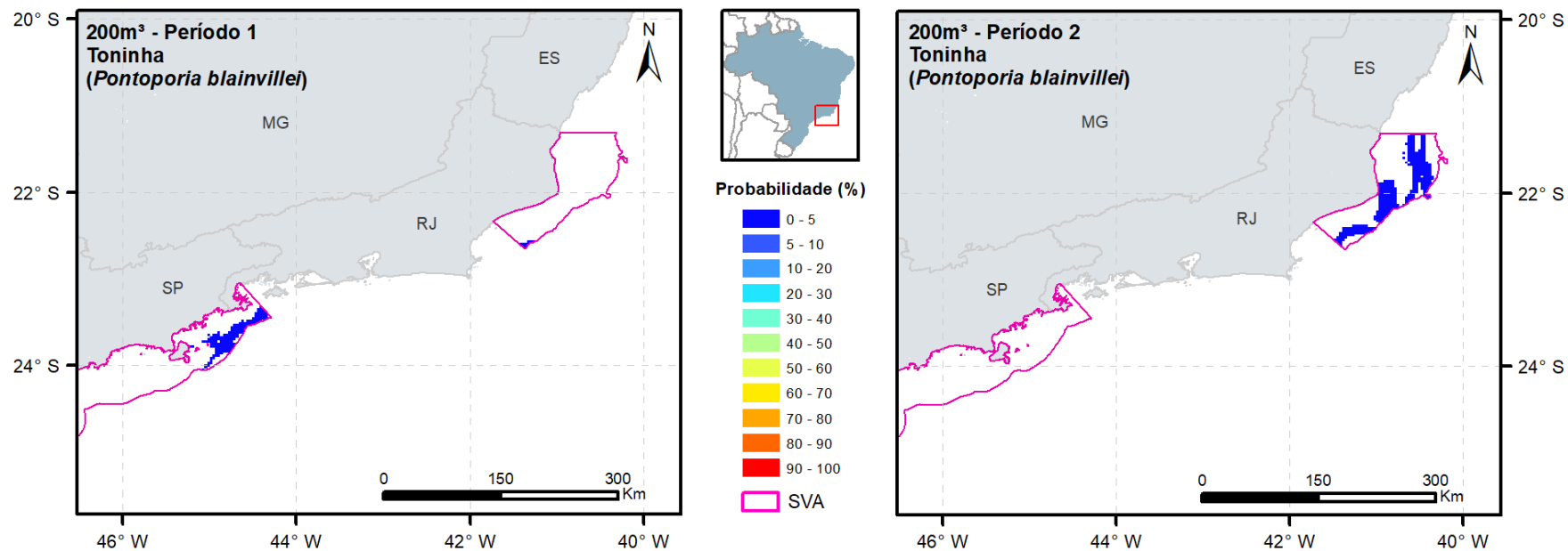


FIGURA II.10.4.3.8 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Toninha (*Pontoporia blainvillei*) nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

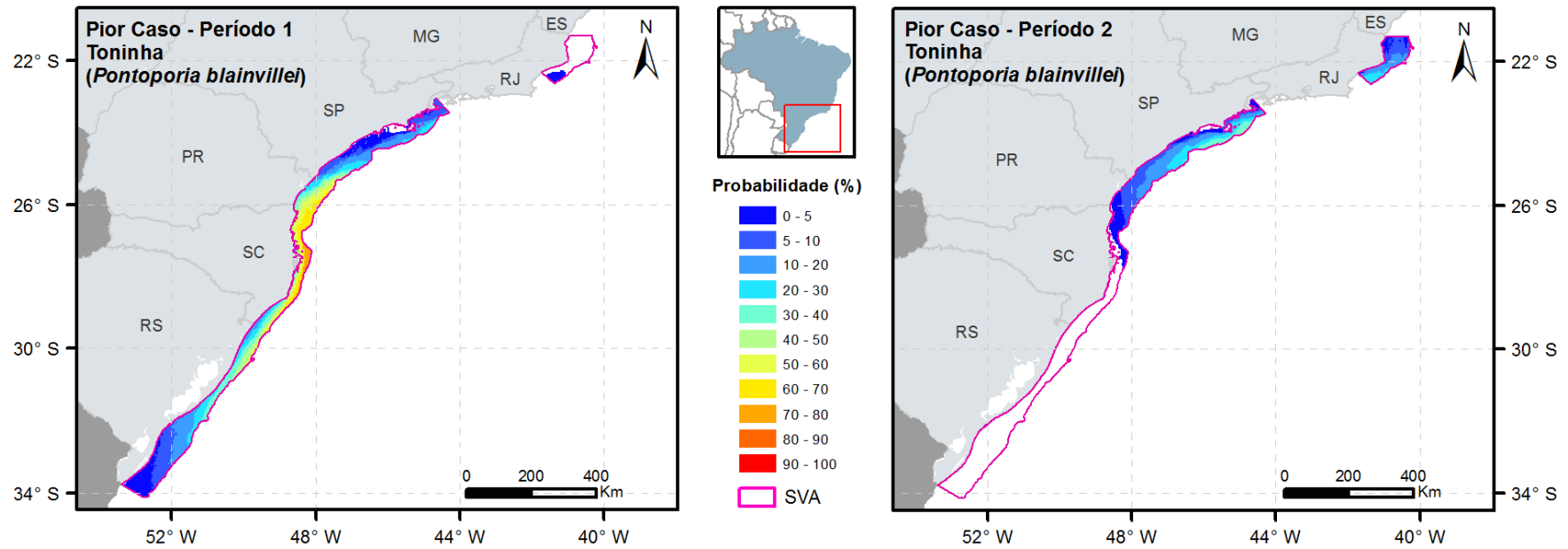


FIGURA II.10.4.3.9 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Toninha (*Pontoporia blainvillei*) nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2).

TABELA II.10.4.3.5 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no SVA – Toninha.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	0,3	70,0
4	Período 2	200	0,7	115,0
5	Período 1	450.000	79,4	77,0
6	Período 2	450.000	44,7	110,0

Não houve probabilidade de presença de óleo nos cenários de volume pequeno (8 m³). Nos cenários de vazamento de 200 m³, as probabilidades são inferiores a 1% e a área do SVA que pode ser atingida se concentra ao norte dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo no Período 1 e apenas do Rio de Janeiro no Período 2. No cenário 5 (Pior Caso – Período 1), há probabilidade de presença de óleo no SVA na região entre o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul e os maiores valores (entre 70-80%) são observados à frente do estado de Santa Catarina. Já no cenário 6 (Pior Caso – Período 2), a região do SVA com probabilidade se estende do sul do Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina, com valores máximos entre 40-50% frente ao estado de São Paulo.

O tempo mínimo de chegada de óleo no SVA é de 70 horas (2,92 dias) no cenário 3 (200 m³ - Período 1).

- **SVA – Reprodução de Baleia-Franca (*Eubalaena australis*)**

Os resultados referentes ao SVA – Reprodução de Baleia-Franca (*Eubalaena australis*), para o cenário em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.9.4.3.10** e na **Tabela II.9.4.3.6**.

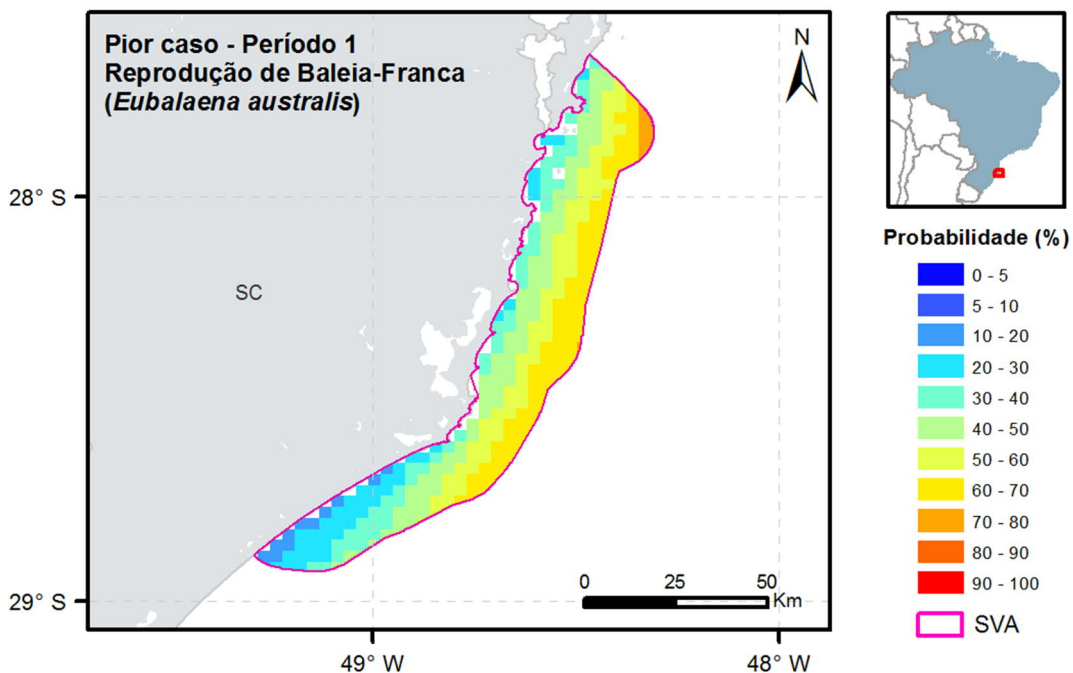


FIGURA II.10.4.3.10 - Probabilidade de presença de óleo no SVA – Reprodução de Baleia-Franca (*Eubalaena australis*) no cenário 5 (450.000 m³ – Período 1).

TABELA II.10.4.3.6 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no SVA – Reprodução de Baleia-Franca (*Eubalaena australis*).

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	74,1	615,0
6	Período 2	450.000	-	-

Só há probabilidade de chegada de óleo no SVA no cenário 5 (Pior caso – Período 1). Neste cenário, a probabilidade abarca toda a área do SVA e o valor máximo é de 74%. O tempo mínimo de chegada de óleo no SVA é de 615 horas (25,63 dias).

- **CVA - Recursos Pesqueiros Costeiros**

Os resultados referentes ao CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros, para os cenários em que houve probabilidade de presença de óleo, são apresentados da **Figura II.10.4.3.11** à **Figura II.10.4.3.13** e na **Tabela II.10.4.3.7**.

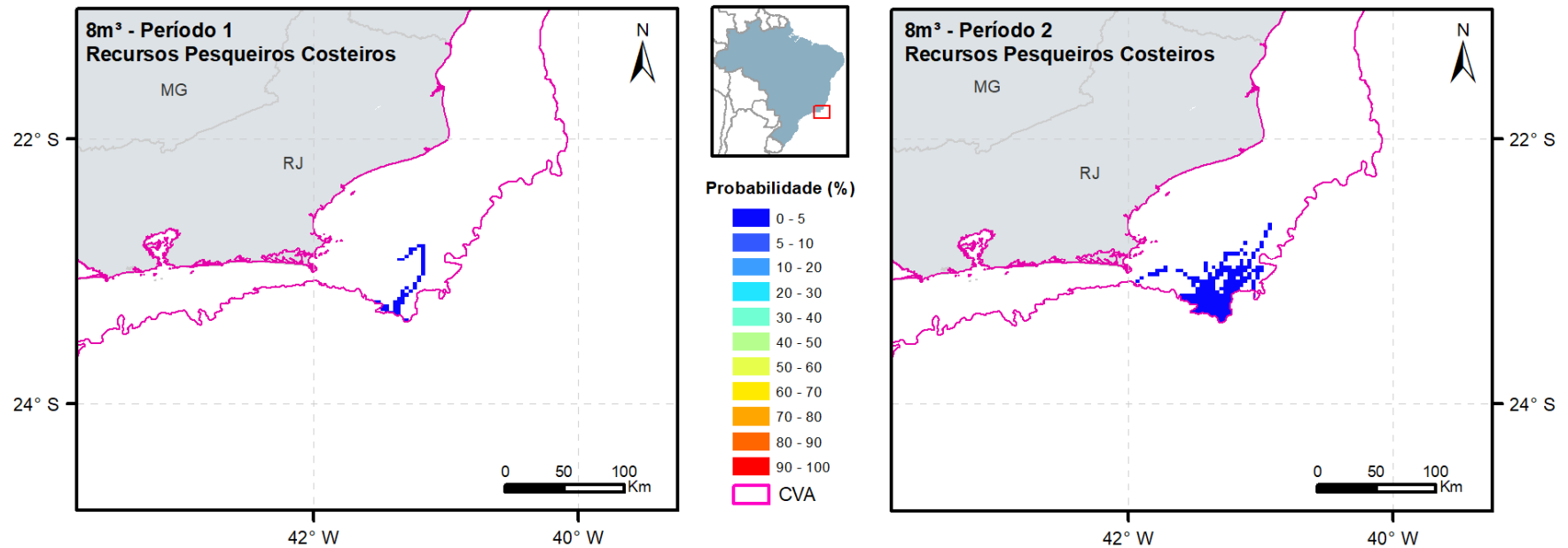


FIGURA II.10.4.3.11 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros nos cenários 1 (8 m³ – Período 1) e 2 (8 m³ – Período 2).

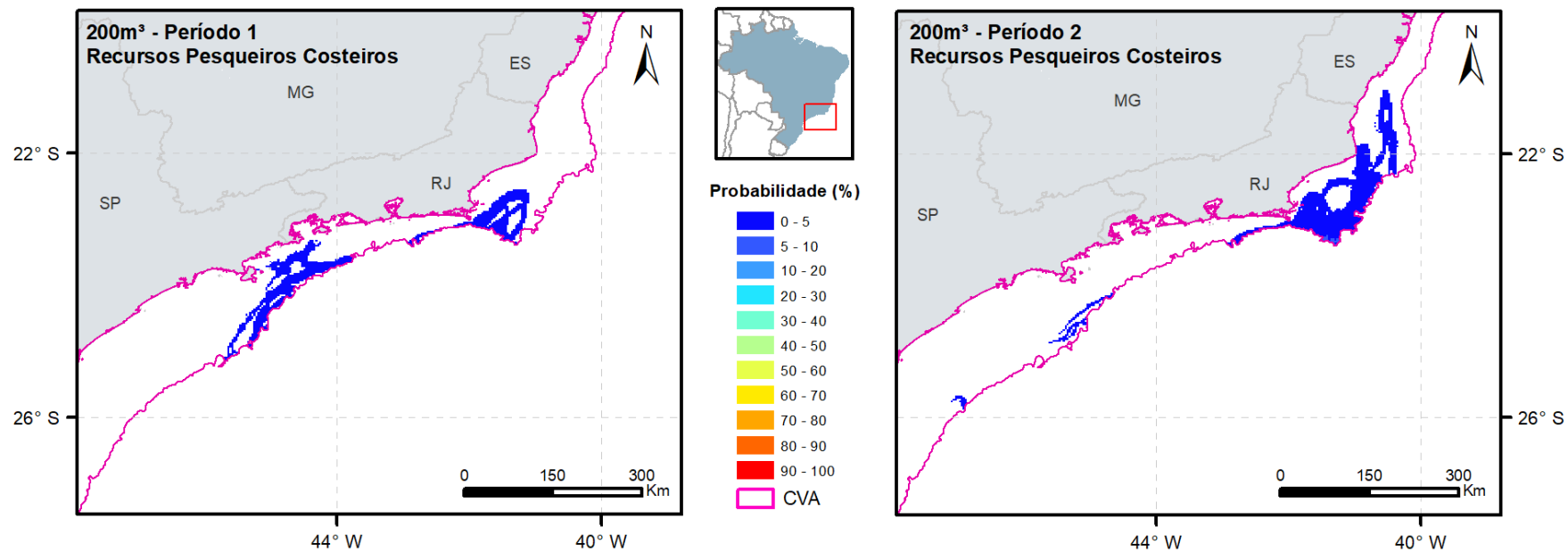


FIGURA II.10.4.3.12 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

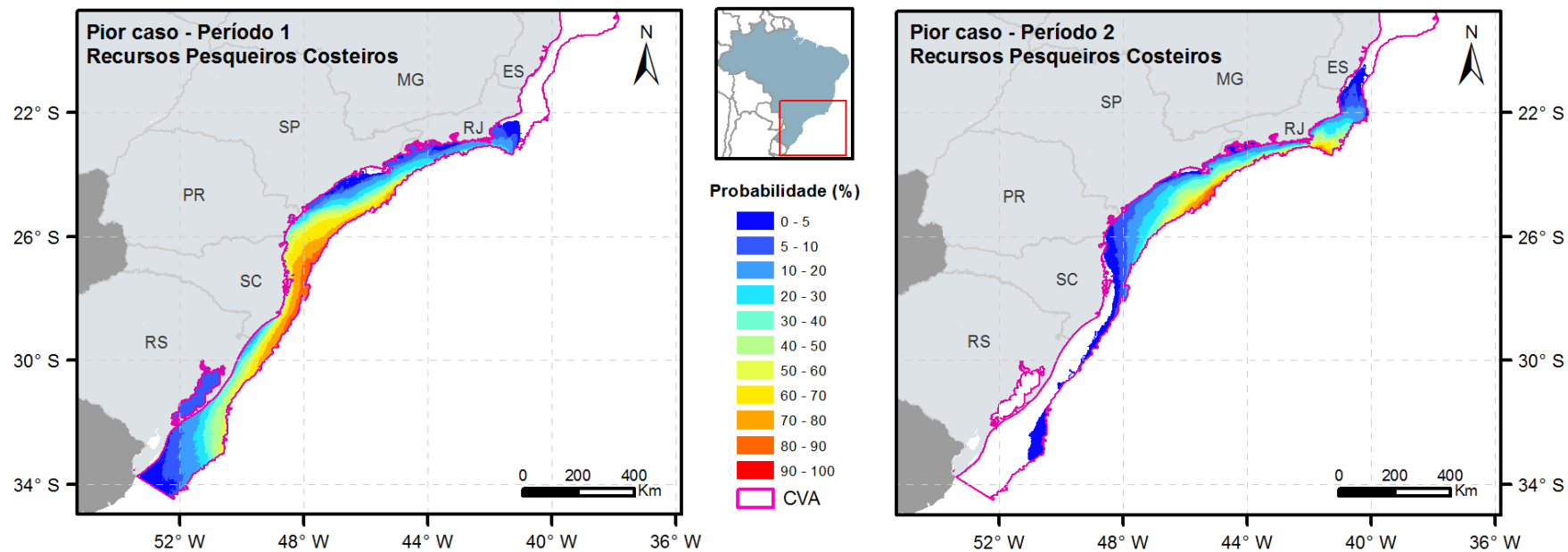


FIGURA II.10.4.3.13 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2).

TABELA II.10.4.3.7 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Costeiros.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	0,3	5,0
2	Período 2	8	0,8	3,0
3	Período 1	200	0,4	4,0
4	Período 2	200	0,9	3,0
5	Período 1	450.000	33,6	3,0
6	Período 2	450.000	21,8	3,0

Ambos os cenários de volume pequeno (8 m³) e médio (200 m³) apresentam probabilidade ponderada de presença de óleo inferior a 1%. Nos cenários de vazamento de óleo de pior caso (450.000 m³), a área total com probabilidade de presença de óleo é consideravelmente maior quando comparada aos cenários anteriores, sendo a área e os valores maiores no Período 1 (cenário com a maior probabilidade ponderada, de 33,6%).

O tempo mínimo de chegada de óleo no CVA foi similar entre os cenários, entre 3 e 5 horas, devido à proximidade do ponto de vazamento.

- **CVA - Recursos Pesqueiros Oceânicos**

Os resultados referentes ao CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos, para os seis cenários, são apresentados da **Figura II.10.4.3.14 à Figura II.10.4.3.16**, e na **Tabela II.10.4.3.8**.

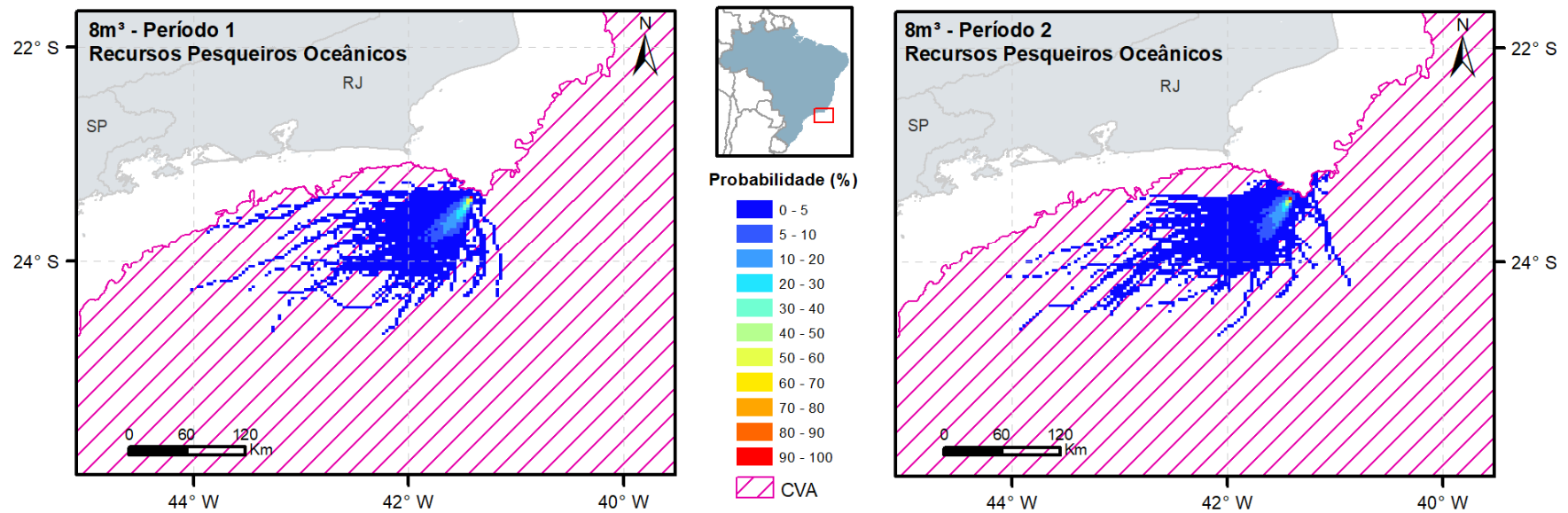


FIGURA II.10.4.3.14 - Probabilidade de presença de óleo no CVA –Recursos Pesqueiros Oceânicos nos cenários 1 (8 m³ – Período 1) e 2 (8 m³ – Período 2).

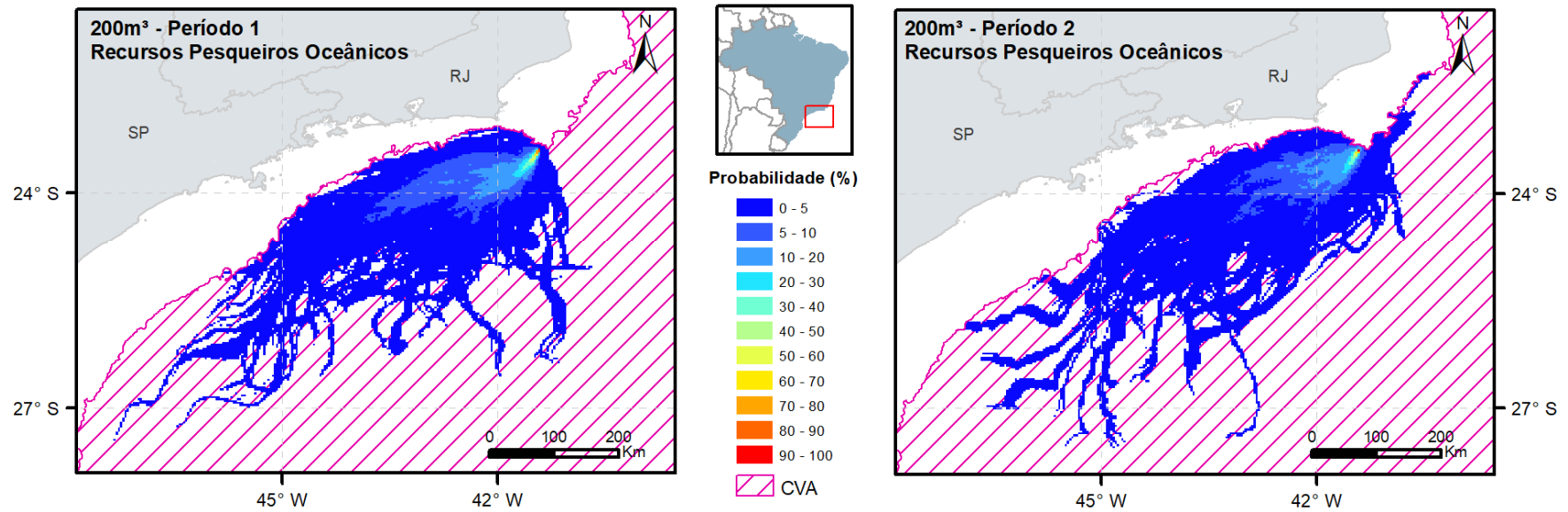


FIGURA II.10.4.3.15 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

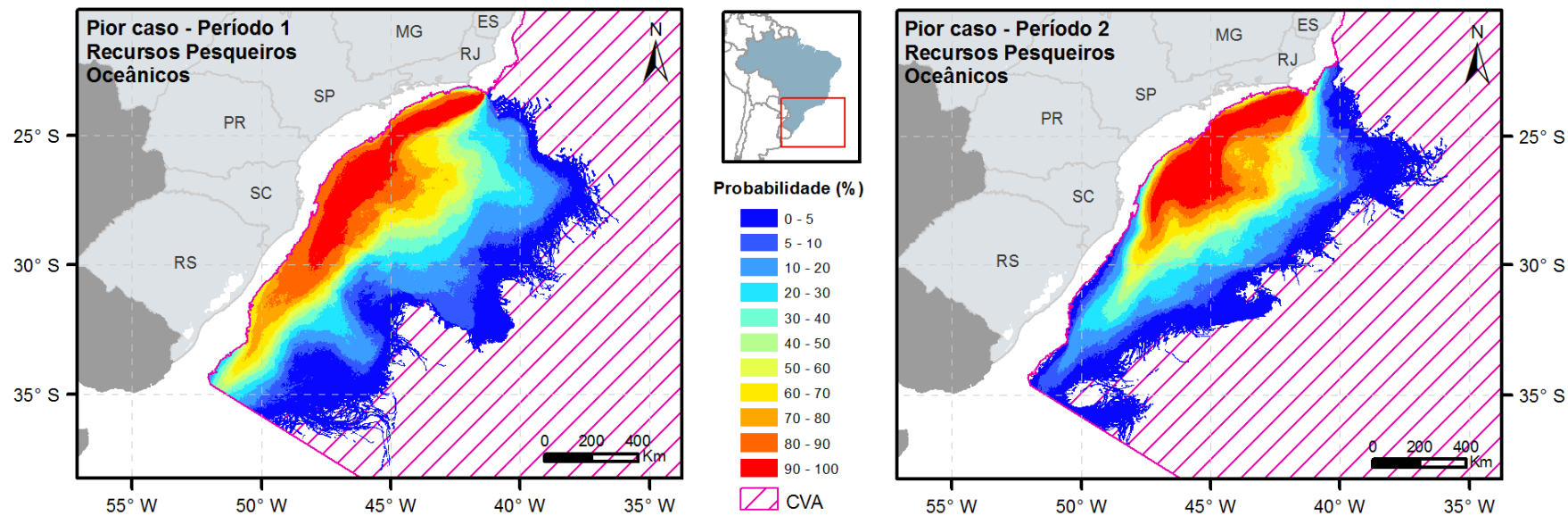


FIGURA II.10.4.3.16 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2).

TABELA II.10.4.3.8 - Probabilidade ponderada de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recursos Pesqueiros Oceânicos.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Ponderada de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	1,9	1,0
2	Período 2	8	1,7	1,0
3	Período 1	200	2,4	1,0
4	Período 2	200	2,1	1,0
5	Período 1	450.000	34,7	1,0
6	Período 2	450.000	32,9	1,0

Ambos os cenários de volume pequeno (8 m³) e médio (200 m³) apresentam probabilidade ponderada de presença de óleo inferior a 3%. Nos cenários de vazamento de óleo de pior caso (450.000 m³), a área total com probabilidade de presença de óleo é consideravelmente maior quando comparada aos cenários anteriores, apresentando probabilidades acima de 80% da região frente ao estado do Rio de Janeiro até o estado do Rio Grande do Sul no Período 1 e até Santa Catarina no Período 2. A maior probabilidade ponderada, de 34,7%, foi observada no cenário 5 (Pior caso – Período 1)

Os tempos mínimos de chegada de óleo aos CVAs foram iguais em todos os cenários, de 1 hora, pelo fato do ponto de vazamento estar localizado dentro da área de ocorrência do CVA.

- **CVA - Pinípedes**

Os resultados referentes ao CVA – Pinípedes, para o cenário em que há probabilidade de chegada de óleo são apresentados na **Figura II.10.4.3.17** e na **Tabela II.10.4.3.9**.

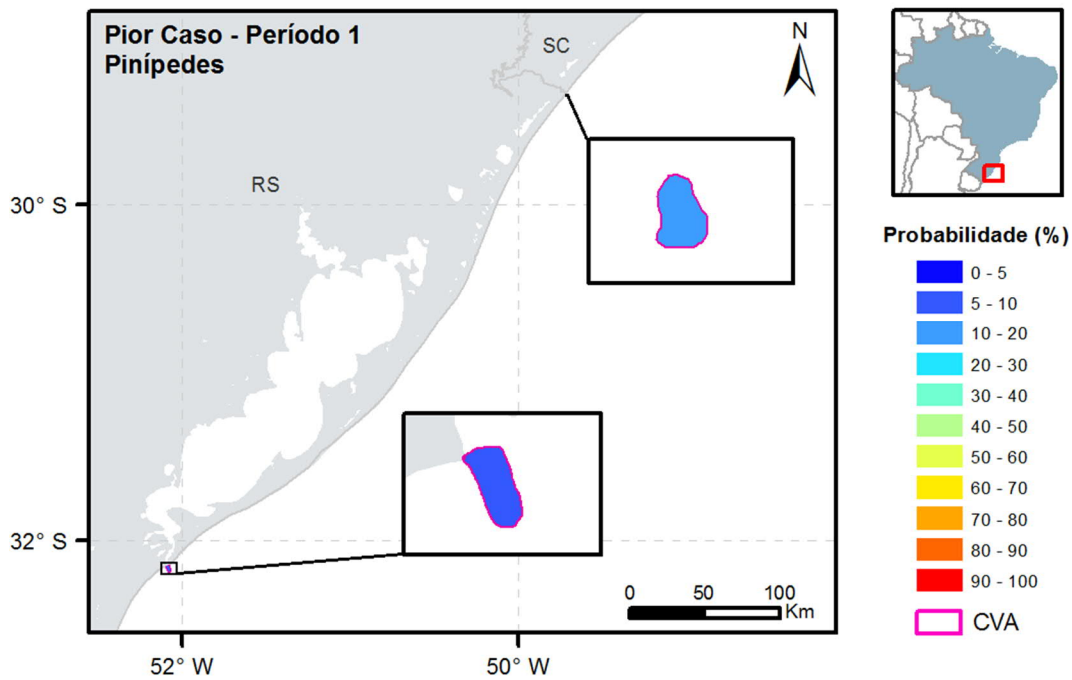


FIGURA II.10.4.3.17 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Pinípedes no cenário 5 (450.000 m³ – Período 1). Em zoom estão destacadas as regiões do CVA em que há probabilidade de presença de óleo.

TABELA II.10.4.3.9 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Pinípedes.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	16,6	824,0
6	Período 2	450.000	-	-

O CVA apresenta probabilidade de chegada de óleo apenas no cenário 5 (pior caso – Período 1), com probabilidade máxima de 16,6% e tempo de chegada de óleo de 824 horas (superior a 34 dias).

- **CVA – Marismas**

Os resultados referentes ao CVA – Marismas, para o cenário em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.18** e na **Tabela II.10.4.3.10**.

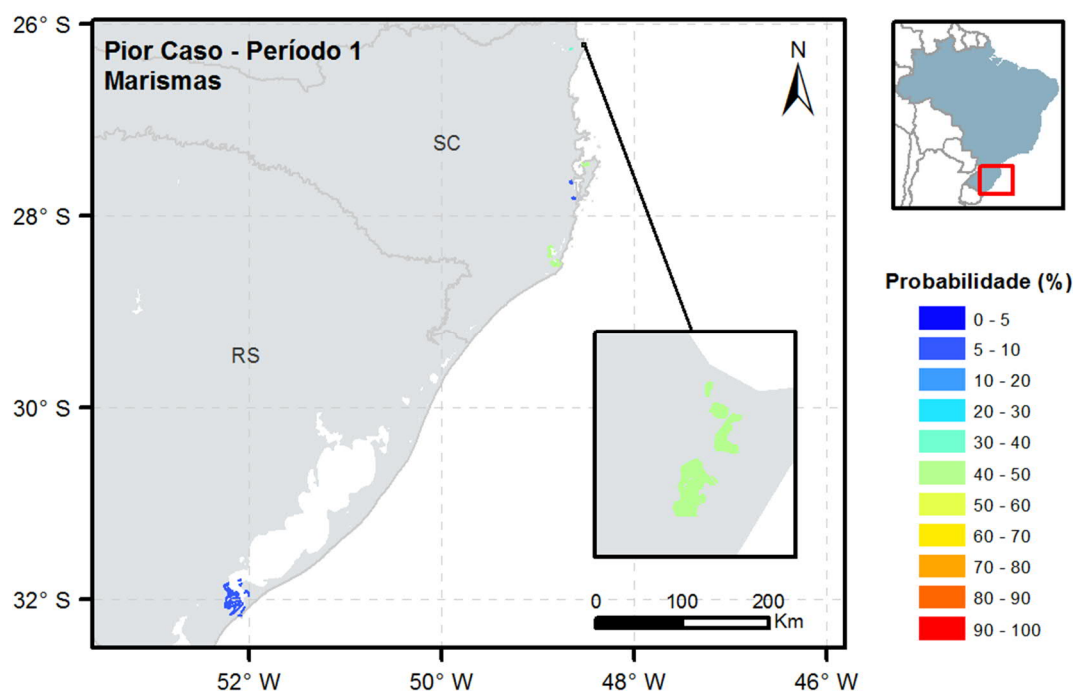


FIGURA II.10.4.3.18 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Marismas no cenário 5 (450.000 m³ – Período 1). Em zoom está destacada a região de maior probabilidade de presença de óleo.

TABELA II.10.4.3.10 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Marismas.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	45,9	668,0
6	Período 2	450.000	-	-

O CVA apresenta probabilidade de chegada de óleo apenas no cenário 5 (pior caso – Período 1), com probabilidade máxima de 45,9% (em marismas ao norte de Santa Catarina) e tempo de chegada de óleo de 668 horas (superior a 27 dias).

- CVA – Recifes Rochosos**

Os resultados referentes ao CVA – Recifes Rochosos, para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.19**, **Figura II.10.4.3.20** e na **Tabela II.10.4.3.11**.

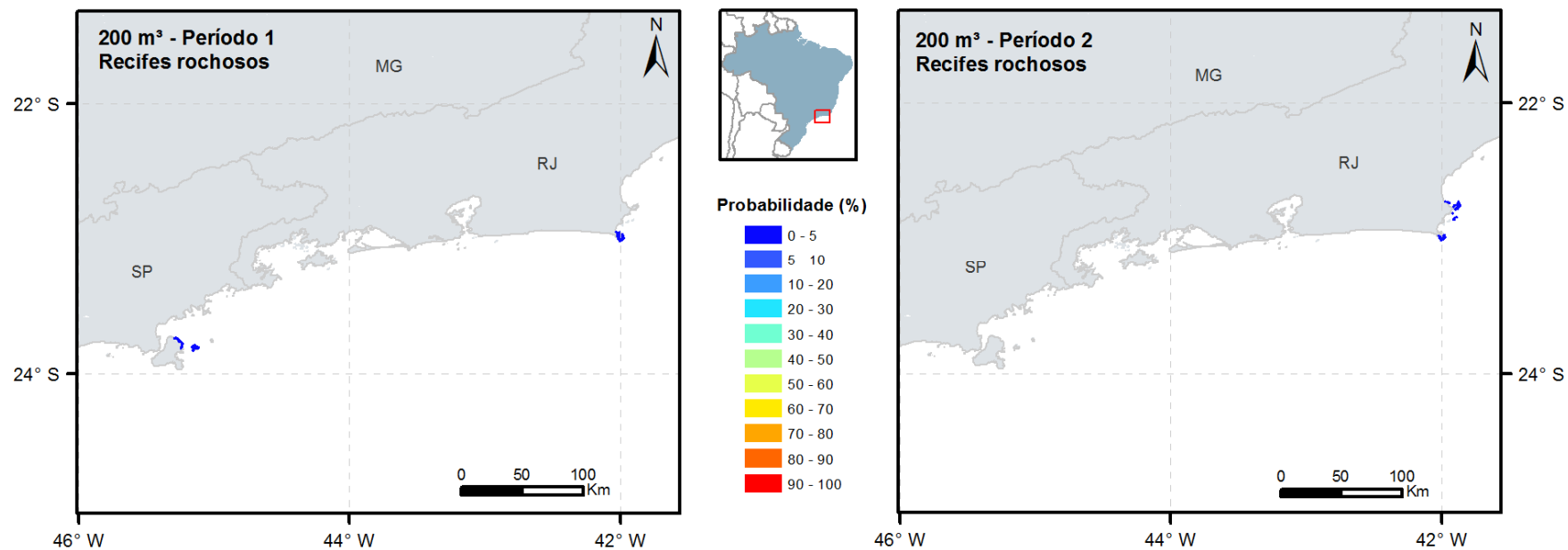


FIGURA II.10.4.3.19 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recifes Rochosos nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

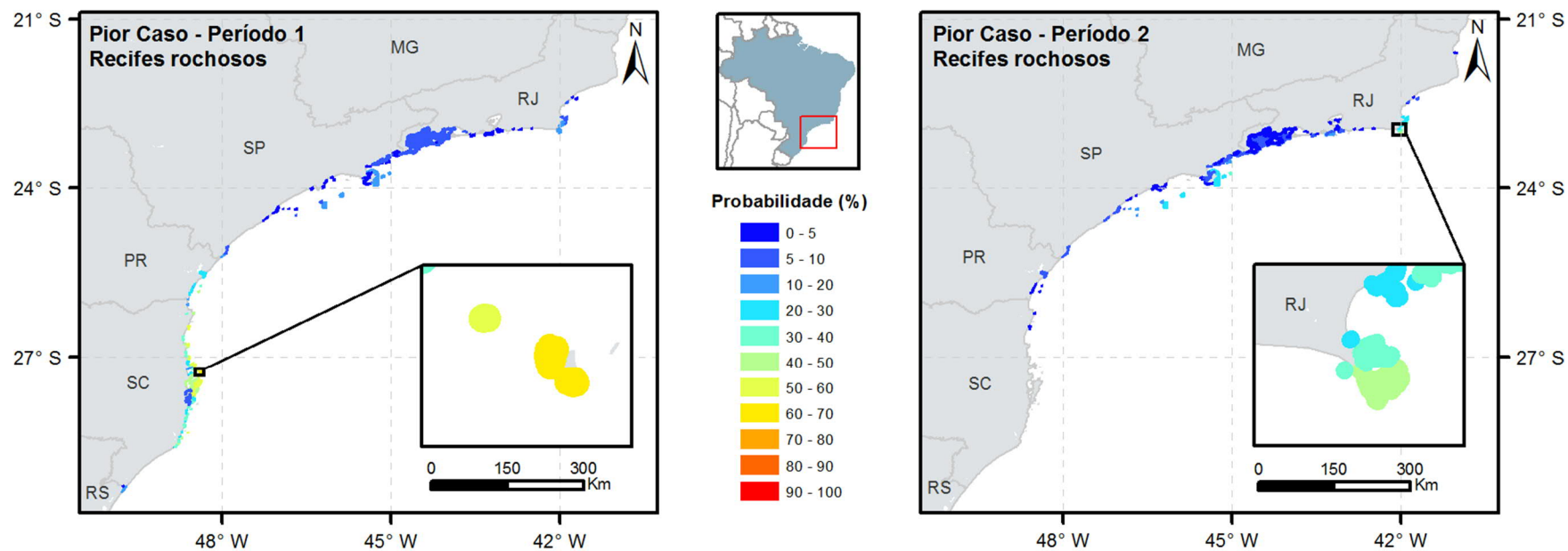


FIGURA II.10.4.3.20 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Recifes Rochosos nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2). Em zoom estão destacadas as regiões de maior probabilidade de presença de óleo em cada cenário.

TABELA II.10.4.3.11 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Recifes Rochosos.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	0,7	176,0
4	Período 2	200	0,3	184,0
5	Período 1	450.000	64,1	106,0
6	Período 2	450.000	42,7	67,0

Não houve probabilidade de presença de óleo nos vazamentos de volume pequeno (8 m³). Nos vazamentos de volume médio (200 m³), os valores de probabilidade são inferiores a 1% e se restringem a poucos recifes rochosos na costa do Rio de Janeiro e, no caso do Período 2, nas proximidades de Ilhabela (SP). Nos cenários de pior caso, a extensão do CVA com probabilidade de toque é consideravelmente maior, com máximo de 64% no cenário 5 (Pior Caso – Período 1), no Arquipélago do Arvoredo, em Santa Catarina. Já o cenário 6 (Pior caso – Período 2) apresentou uma probabilidade máxima de 43% na Ilha de Cabo Frio, em Arraial do Cabo (RJ).

O tempo mínimo de chegada de óleo ao CVA é de 67 horas (2,79 dias) no cenário 6 (Pior caso - Período 2).

- **CVA – Praias**

Os resultados referentes ao CVA – Praias, para os cenários em que há probabilidade de presença de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.21**, **Figura II.10.4.3.22** e na **Tabela II.10.4.3.12**.

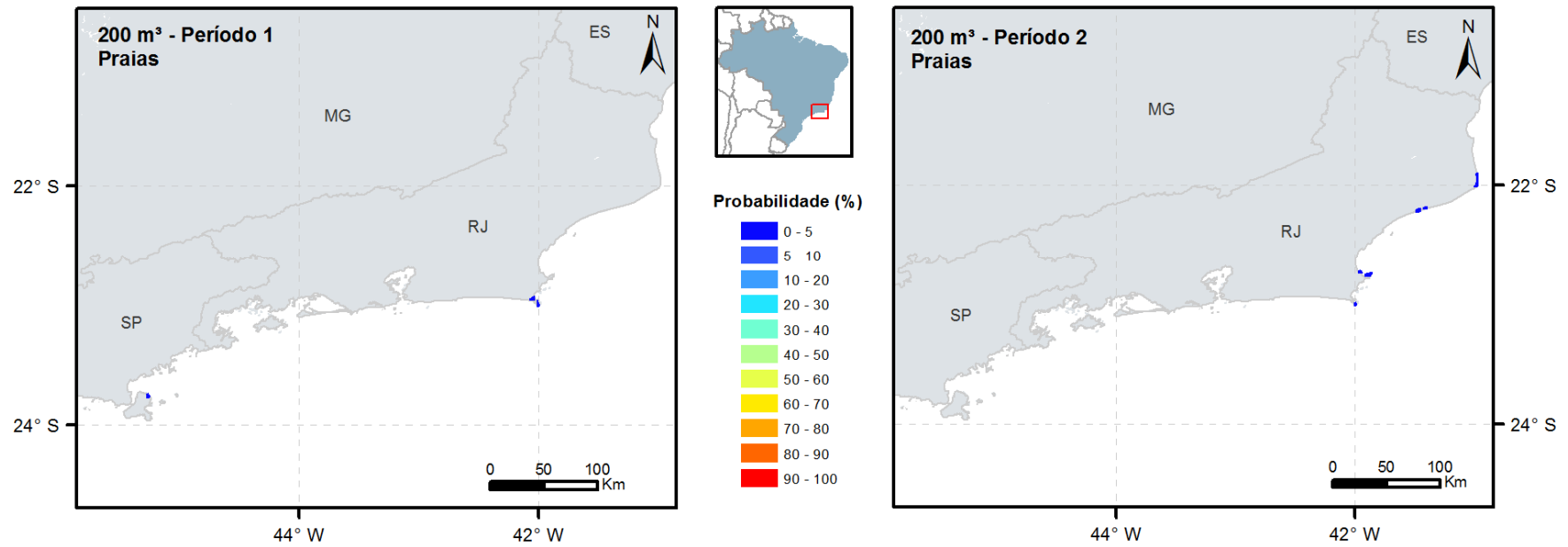


FIGURA II.10.4.3.21 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Praias nos cenários 3 (200 m³ – Período 1) e 4 (200 m³ – Período 2).

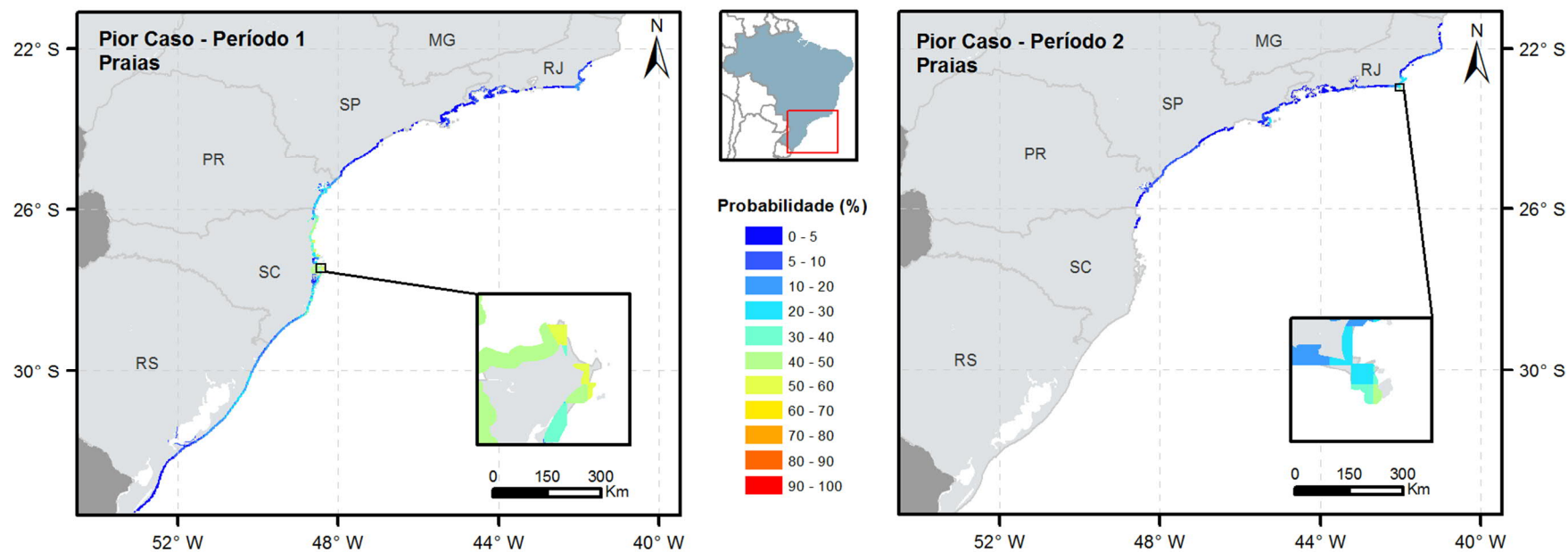


FIGURA II.10.4.3.22 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Praias nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2). Em zoom estão destacadas as regiões de maior probabilidade de presença de óleo em cada cenário.

TABELA II.10.4.3.12 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Praias.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	0,7	176,0
4	Período 2	200	0,3	184,0
5	Período 1	450.000	59,8	106,0
6	Período 2	450.000	42,7	68,0

Não houve probabilidade de presença de óleo nos vazamentos de volume pequeno (8 m³). Nos vazamentos de volume médio (200 m³), os valores de probabilidade são inferiores a 1% e se restringem a praias na costa do Rio de Janeiro e, no caso do Período 2, nas proximidades de Ilhabela (SP). No cenário 5 (Pior caso – Período 1) são observadas probabilidades de presença de óleo em praias do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, com máximo de 59,8% em Florianópolis (SC). No cenário 6 (Pior caso – Período 2) as probabilidades no CVA vão do norte do Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina, com máximo de 42,7% em Arraial do Cabo (RJ).

O tempo mínimo de chegada de óleo ao CVA é de 68 horas (2,82 dias) no cenário 6 (Pior caso - Período 2).

- **CVA - Manguezais**

Os resultados referentes ao CVA – Manguezais, para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.23** e na **Tabela II.10.4.3.13**.

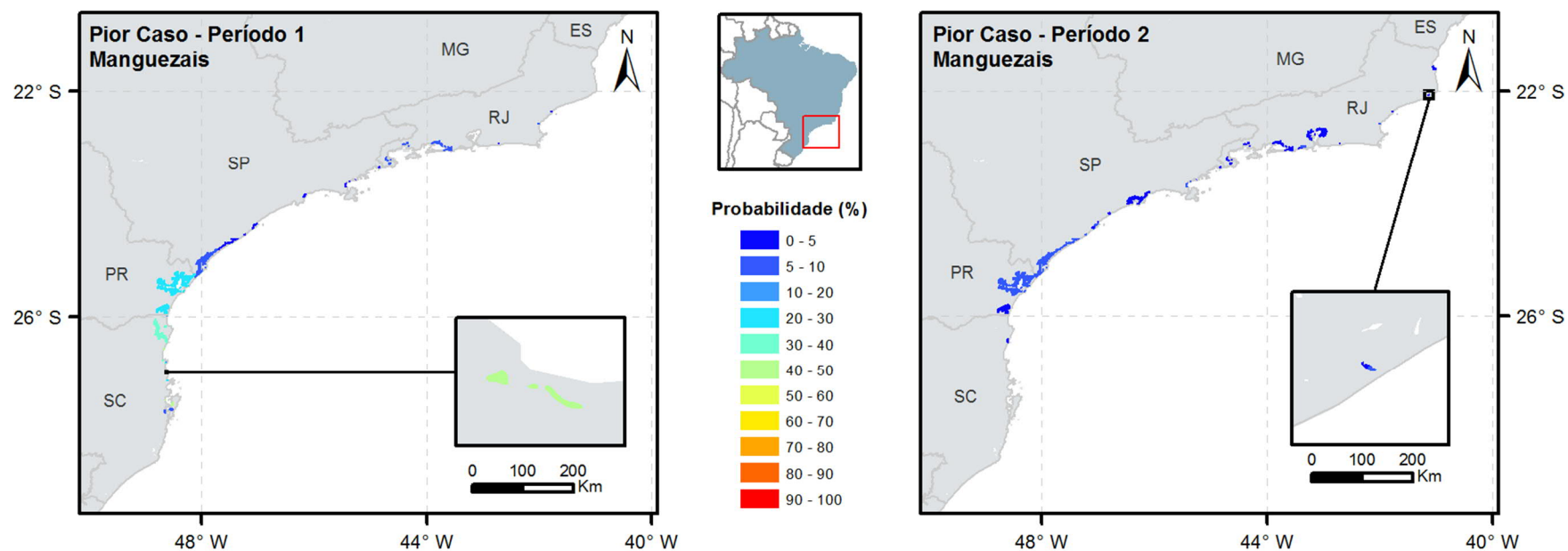


FIGURA II.10.4.3.23 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Manguezais nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2). Em zoom estão destacadas as regiões de maior probabilidade de presença de óleo em cada cenário.

TABELA II.10.4.3.13 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Manguezais.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	47,5	256,0
6	Período 2	450.000	9,7	203,0

Para esse CVA costeiro, houve probabilidade de chegada de óleo apenas nos cenários de pior caso. Enquanto no cenário 6 (Pior Caso – Período 2), as probabilidades são inferiores a 10%, com máximo no norte do Rio de Janeiro, no cenário 5 (Pior Caso – Período 1) a probabilidade chega a 47,5% na costa de Santa Catarina.

O tempo mínimo de chegada de óleo ao CVA é de 203 horas (8,44 dias) no cenário 6 (Pior caso - Período 2).

- **CVA - Estuários**

Os resultados referentes ao CVA – Estuários, para os cenários em que há probabilidade de chegada de óleo, são apresentados na **Figura II.10.4.3.24** e na **Tabela II.10.4.3.14**.

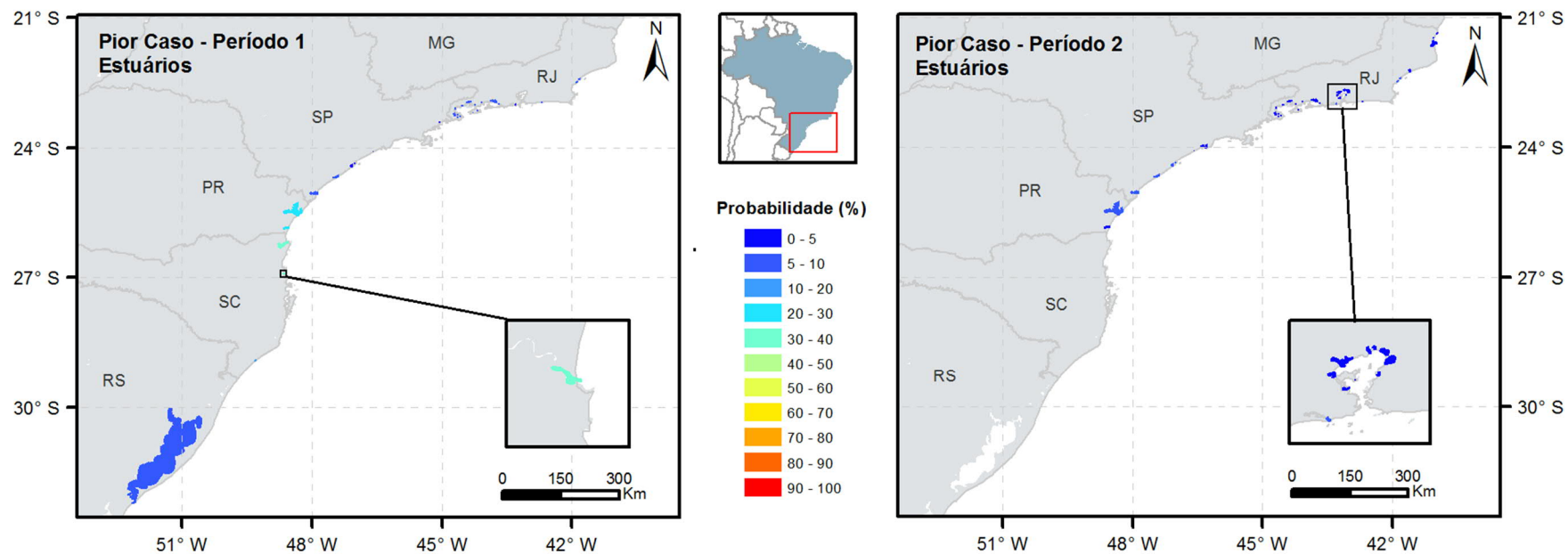


FIGURA II.10.4.3.24 - Probabilidade de presença de óleo no CVA – Estuários nos cenários 5 (450.000 m³ – Período 1) e 6 (450.000 m³ – Período 2). Em zoom estão destacadas as regiões de maior probabilidade de presença de óleo em cada cenário.

TABELA II.10.4.3.14 - Probabilidade máxima de presença e tempo mínimo de chegada de óleo no CVA – Estuários.

Cenário	Cenário Sazonal	Volume Vazado (m³)	Probabilidade Máxima de Presença de Óleo (%)	Tempo Mínimo de Chegada de Óleo (h)
1	Período 1	8	-	-
2	Período 2	8	-	-
3	Período 1	200	-	-
4	Período 2	200	-	-
5	Período 1	450.000	37,2	241,0
6	Período 2	450.000	9,0	374,0

Não há probabilidade de toque nos vazamentos de volume pequeno (8 m³) e médio (200 m³). Nos cenários de pior caso, a maior probabilidade foi no cenário de Período 1, com 37,2% no estuário do Rio Itapocu, em Santa Catarina. O cenário 6 (Pior Caso – Período 2) apresentou uma probabilidade máxima de 9% em estuário próximo à Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro.

O tempo mínimo de chegada de óleo no CVA é de 241 horas (cerca de 10 dias) no cenário 5 (Pior caso - Período 1).

II.10.5. CÁLCULO DOS RISCOS AMBIENTAIS

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

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

O resultado do somatório das frequências encontradas, considerando o volume de óleo vazado, é apresentado na **Tabela II.10.5.1**. Destaca-se que, tais valores tiveram origem na **Tabela II.10.3.35** (Frequência dos cenários acidentais), mais especificamente na coluna “Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano⁻¹)”.

TABELA II.10.5.1 - Somatório das frequências de ocorrência dos cenários acidentais para cada faixa de volume.

Faixa de Volume Vazado (m ³)	≤ 8	> 8 e ≤ 200	> 200 e ≤ 450.000
Somatório da Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais (ano ⁻¹)	8,73E-02	7,91E-03	2,54E-04

As probabilidades de presença de óleo encontradas por CVA/SVA em cada faixa de volume e cenário sazonal e os valores de **Risco Ambiental** associados são apresentados na **Tabela II.10.5.2** e na **Tabela II.10.5.3**. Para uma melhor visualização dos resultados, na **Figura II.10.5.1** é apresentado um gráfico do Risco Ambiental por cenário de vazamento para todos os CVAs/SVAs.

TABELA II.10.5.2 – Probabilidade de presença de óleo por Componente e Subcomponente de Valor Ambiental (CVA/SVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado.

Cenário	1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Volume Vazado (m3)	8	8	200	200	450.000	450.000
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	8,73E-02	8,73E-02	7,91E-03	7,91E-03	2,54E-04	2,54E-04

Probabilidade (%)	Avifauna marinha costeira	-	-	0,7	0,3	70,4	42,7
	Avifauna marinha oceânica	1,8	1,6	2,2	2,0	34,5	31,6
	Tartarugas marinhas	1,8	1,6	2,2	2,0	34,5	31,6
	Tartaruga-cabeçuda (<i>Caretta caretta</i>)	-	-	-	-	-	19,3
	Cetáceos	1,8	1,6	2,2	2,0	34,5	31,6
	Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	-	-	-	-	55,1	18,0
	Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	-	-	0,3	0,7	79,4	44,7
	Reprodução de Baleia-franca (<i>Eubalaena australis</i>)	-	-	-	-	74,1	-
	Recursos pesqueiros costeiros	0,3	0,8	0,4	0,9	33,6	21,8
	Recursos pesqueiros oceânicos	1,9	1,7	2,4	2,1	34,7	32,9
	Pinípedes	-	-	-	-	16,6	-
	Marismas	-	-	-	-	45,9	-
	Recifes rochosos	-	-	0,7	0,3	64,1	42,7
	Praias arenosas	-	-	0,7	0,3	59,8	42,7
Manguezais	-	-	-	-	47,5	9,7	
Estuários	-	-	-	-	37,2	9,0	

TABELA II.10.5.3 –Risco Ambiental por Componente e Subcomponente de Valor Ambiental (CVA/SVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado.

Cenário	1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Volume Vazado (m3)	8	8	200	200	450.000	450.000
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	8,73E-02	8,73E-02	7,91E-03	7,91E-03	2,54E-04	2,54E-04

Risco Ambiental	Avifauna marinha costeira	NA	NA	5,25E-05	2,64E-05	1,79E-04	1,09E-04
	Avifauna marinha oceânica	1,60E-03	1,42E-03	1,74E-04	1,57E-04	8,79E-05	8,05E-05
	Tartarugas marinhas	1,60E-03	1,42E-03	1,74E-04	1,57E-04	8,79E-05	8,05E-05
	Tartaruga-cabeçuda (<i>Caretta caretta</i>)	NA	NA	NA	NA	NA	4,92E-05
	Cetáceos	1,60E-03	1,42E-03	1,74E-04	1,57E-04	8,79E-05	8,05E-05
	Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	NA	NA	NA	NA	1,40E-04	4,58E-05
	Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	NA	NA	2,63E-05	5,27E-05	2,02E-04	1,14E-04
	Reprodução de Baleia-franca (<i>Eubalaena australis</i>)	NA	NA	NA	NA	1,89E-04	NA
	Recursos pesqueiros costeiros	NA	NA	3,49E-05	7,01E-05	8,54E-05	5,56E-05
	Recursos pesqueiros oceânicos	1,64E-03	1,50E-03	1,89E-04	1,69E-04	8,83E-05	8,37E-05
	Pinípedes	NA	NA	NA	NA	4,23E-05	NA
	Marismas	NA	NA	NA	NA	1,17E-04	NA
	Recifes rochosos	NA	NA	5,25E-05	2,64E-05	1,63E-04	1,09E-04
	Praias arenosas	NA	NA	5,25E-05	2,64E-05	1,52E-04	1,09E-04
	Manguezais	NA	NA	NA	NA	1,21E-04	2,46E-05
Estuários	NA	NA	NA	NA	9,47E-05	2,29E-05	

*NA – Não aplicável devido à ausência de probabilidades.

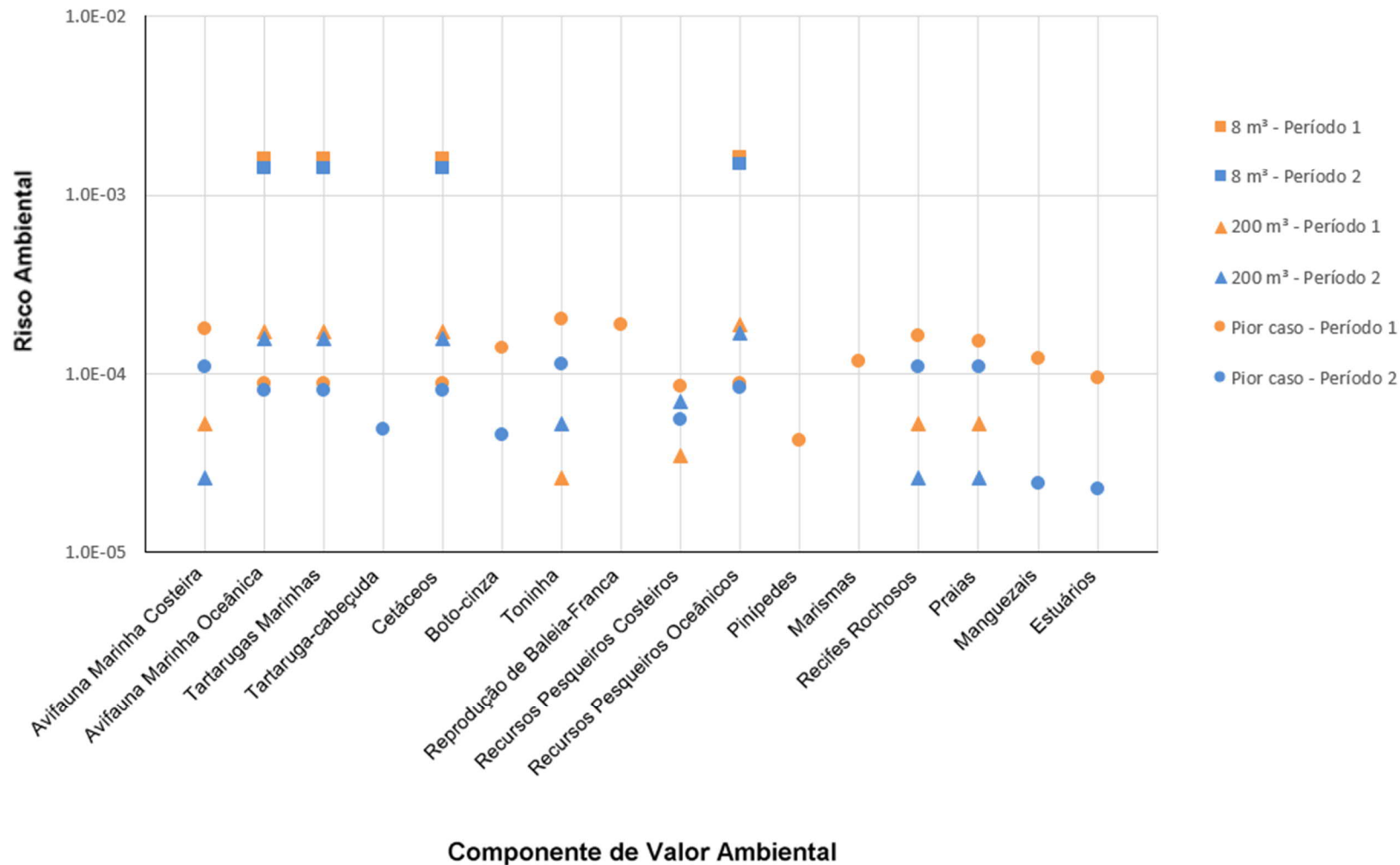


FIGURA II.10.5.1 – Risco Ambiental de todos os Componentes e Subcomponentes de Valor Ambiental para cada cenário de vazamento.

Em todos os CVAs as maiores probabilidades são observadas no vazamento de pior caso (450.000 m³) no Período 1. A frequência de Risco Operacional é maior para os vazamentos de até 8 m³, seguida pela frequência dos vazamentos entre 8 m³ e 200 m³ e, por último, pela dos vazamentos acima de 200 m³.

Apesar das maiores probabilidades estarem associadas aos cenários de pior caso, os maiores **Riscos Ambientais** estão associados aos cenários de vazamento de 8 m³ devido à maior frequência de risco operacional. Para estes vazamentos, são observados Riscos Ambientais da ordem de 10⁻³, enquanto nos vazamentos de 200 m³ e pior caso (450.000 m³) os riscos são da ordem de 10⁻⁴ e 10⁻⁵. No entanto, poucos CVAs apresentam probabilidade de chegada de óleo nos vazamentos de menor volume (8 m³). O maior Risco Ambiental, de 1,60 x 10⁻³, foi observado no CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos no cenário 1 (8 m³ - Período 1). Em seguida aparece o Risco Ambiental para os CVAs Cetáceos, Tartarugas Marinhas e Avifauna Marinha Oceânica no mesmo cenário, com 1,60 x 10⁻³.

II.9.6. TOLERABILIDADE DOS RISCOS

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

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

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

Cabe ressaltar que, apesar do **Tempo de Recuperação** ser classificado em categorias estabelecidas, para o cálculo da Tolerabilidade são necessárias referências numéricas. Sendo assim, foram estabelecidos valores para cada categoria, onde para aquelas que possuem definição de extremos, como as de consequência Moderada (1-3 anos) e Considerável (3-10 anos), de forma conservativa e atendendo à determinação do IBAMA, foi utilizado o valor máximo das faixas estabelecidas conforme justificado no item II.10.4.2 deste documento – Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes com Valor Ambiental. O resumo com as classes de Tempo de Recuperação determinadas para cada CVA, assim como os valores utilizados nos cálculos de Tolerabilidade foram apresentados na **Tabela II.10.4.2.10**. Ressalta-se que, para os dois CVAs relativos a Recursos Pesqueiros (Costeiros e Oceânicos), assim como para os dois CVAs relativos à Avifauna Marinha (Costeira e Oceânica), foram utilizados os mesmos tempos de recuperação. No caso dos SVAs Boto-cinza (*Sotalia guianensis*), Toninha (*Pontoporia blainvillei*) e Reprodução de Baleia-Franca (*Eubalaena australis*), por tratarem-se de subcomponentes do CVA – Cetáceos, foi utilizado o mesmo tempo de recuperação deste. Para o SVA Tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) foi usado o mesmo tempo de recuperação de Tartarugas Marinhas.

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

A **Tabela II.10.6.1** apresenta **Tolerabilidade** percentual aos riscos e a **Tabela II.10.6.2** os **Tempos de Recorrência** de cada evento, por CVA/SVA, considerando os cenários de vazamento. A **Figura II.10.6.1** apresenta um gráfico da Tolerabilidade de cada Componente e Subcomponente, por cenário de vazamento.

TABELA II.10.6.1 – Tolerabilidade percentual por Componente e Subcomponente de Valor Ambiental (CVA/SVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado.

Cenário	1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Volume Vazado (m3)	8	8	200	200	450.000	450.000
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	8,73E-02	8,73E-02	7,91E-03	7,91E-03	2,54E-04	2,54E-04

Tolerabilidade (%)	Avifauna marinha costeira	NA	NA	0,05	0,03	0,18	0,11
	Avifauna marinha oceânica	1,60	1,42	0,17	0,16	0,09	0,08
	Tartarugas marinhas	2,41	2,13	0,26	0,24	0,13	0,12
	Tartaruga-cabeçuda (<i>Caretta caretta</i>)	NA	NA	NA	NA	NA	0,07
	Cetáceos	3,21	2,84	0,35	0,31	0,18	0,16
	Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	NA	NA	NA	NA	0,28	0,09
	Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	NA	NA	0,05	0,11	0,40	0,23
	Reprodução de Baleia-franca (<i>Eubalaena australis</i>)	NA	NA	NA	NA	0,38	NA
	Recursos pesqueiros costeiros	NA	NA	0,01	0,02	0,03	0,02
	Recursos pesqueiros oceânicos	0,49	0,45	0,06	0,05	0,03	0,03
	Pinípedes	NA	NA	NA	NA	0,04	NA
	Marismas	NA	NA	NA	NA	0,35	NA
	Recifes rochosos	NA	NA	0,11	0,05	0,33	0,22
	Praias arenosas	NA	NA	0,05	0,03	0,15	0,11
	Manguezais	NA	NA	NA	NA	0,36	0,07
Estuários	NA	NA	NA	NA	0,19	0,05	

*NA – Não aplicável devido à ausência de probabilidades

TABELA II.10.6.2 –Tempo de Recorrência de um evento por Componente e Subcomponente de Valor Ambiental (CVA/SVA), Cenário Sazonal, Volume Vazado.

Cenário	1	2	3	4	5	6
Cenário Sazonal	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Volume Vazado (m3)	8	8	200	200	450.000	450.000
Frequência de Ocorrência dos Cenários Acidentais	8,73E-02	8,73E-02	7,91E-03	7,91E-03	2,54E-04	2,54E-04

Tempo de Recorrência (anos)	Avifauna marinha costeira	NA	NA	19033,7	37947,5	5579,9	9210,9
	Avifauna marinha oceânica	623,2	704,3	5746,6	6352,2	11375,9	12422,5
	Tartarugas marinhas	623,2	704,3	5746,6	6352,2	11375,9	12422,5
	Tartaruga-cabeçuda (<i>Caretta caretta</i>)	NA	NA	NA	NA	NA	20327,3
	Cetáceos	623,2	704,3	5746,6	6352,2	11375,9	12422,5
	Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	NA	NA	NA	NA	7126,0	21833,0
	Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	NA	NA	38070,2	18970,9	4949,4	8798,4
	Reprodução de Baleia-franca (<i>Eubalaena australis</i>)	NA	NA	NA	NA	5304,5	NA
	Recursos pesqueiros costeiros	NA	NA	28633,4	14263,6	11713,5	18000,1
	Recursos pesqueiros oceânicos	608,9	666,5	5295,9	5916,1	11321,0	11950,0
	Pinípedes	NA	NA	NA	NA	23658,2	NA
	Marismas	NA	NA	NA	NA	8571,3	NA
	Recifes rochosos	NA	NA	19033,7	37947,5	6129,1	9210,7
	Praias arenosas	NA	NA	19033,7	37947,5	6571,8	9210,9
Manguezais	NA	NA	NA	NA	8272,2	40653,1	
Estuários	NA	NA	NA	NA	10564,4	43666,0	

*NA – Não aplicável devido à ausência de probabilidades

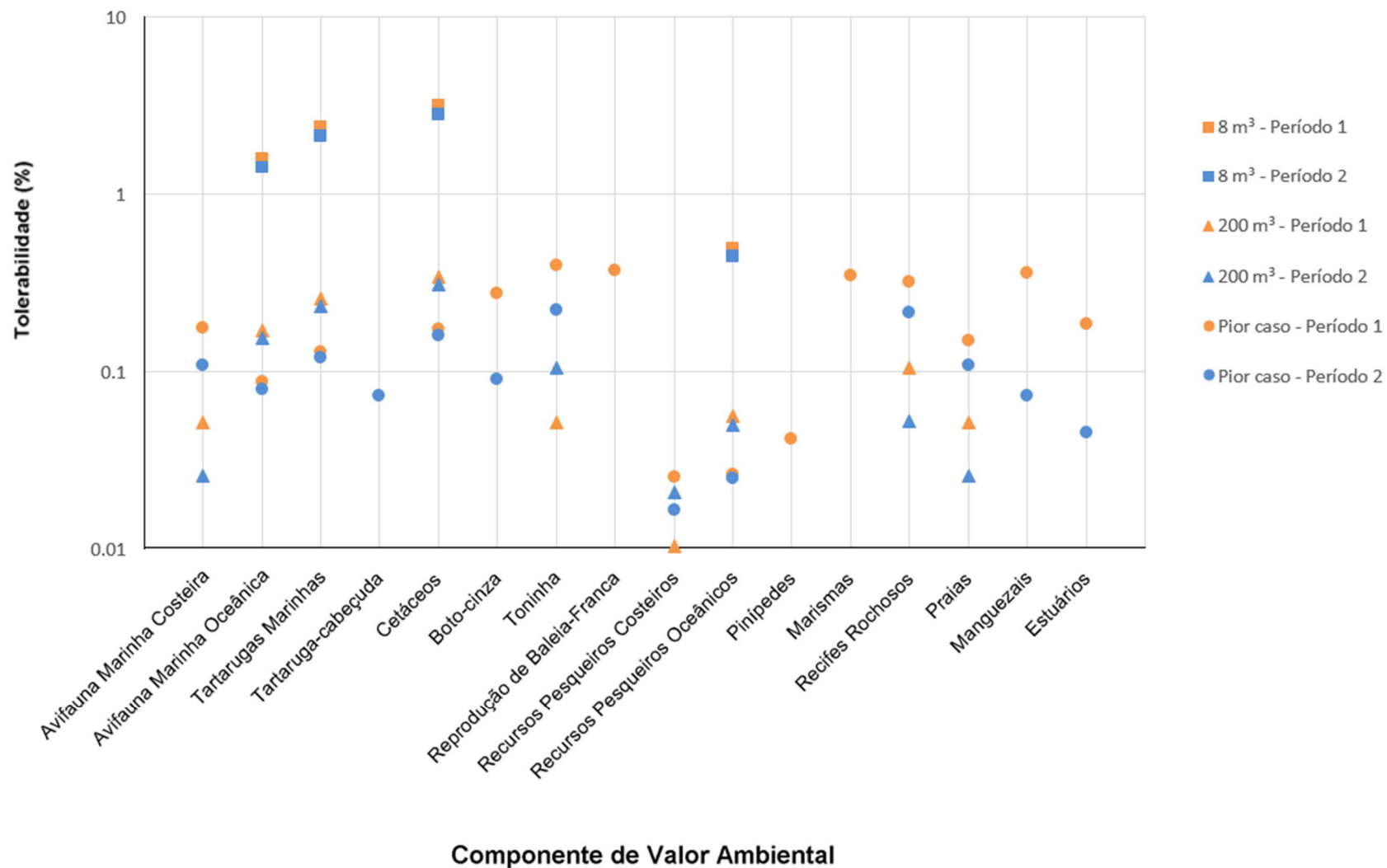


FIGURA II.10.6.1 – Tolerabilidade de cada Componente e Subcomponente de Valor Ambiental, para cada cenário de vazamento de óleo.

Apesar de todos os CVAs que apresentam probabilidade de toque nos vazamentos de 8 m³ apresentarem Riscos Ambientais parecidos, a maior **Tolerabilidade** (3,21%) é observada para o CVA Cetáceos no cenário 1 (8 m³ - Período 1) devido ao maior Tempo de Recuperação deste CVA. Para os vazamentos de 200 m³ e pior caso (450.000 m³), os valores de Tolerabilidade ficaram abaixo de 1% em todos os CVAs/SVAs.

O cenário de maior tolerabilidade está associado a um **Tempo de Recorrência** de 623 anos. Este tempo é 31,2 vezes superior ao **Tempo de Recuperação** do CVA Cetáceos considerado para o fim desta análise (20 anos). Isto significa que, caso seja atingido, o CVA é capaz de se recuperar mais de trinta vezes antes que haja chance de um evento dessa magnitude voltar a atingi-lo. O menor Tempo de Recorrência foi de cerca de 609 anos para o CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos também no cenário 1 (8 m³ - Período 1), sendo este mais de duzentas vezes superior ao Tempo de Recuperação considerado para este CVA (3 anos). Ressalta-se que os valores de Tempo de Recuperação adotados foram bastantes conservadores.

II.10.7. REVISÃO DO ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO

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

II.10.8. PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

II.10.8.1. INTRODUÇÃO

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

II.10.8.2. 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 II.10.8.1** relaciona cada um dos cenários acidentais com seus respectivos riscos avaliados e medidas preventivas/mitigadoras associadas.

TABELA II.10.8.1 – Riscos avaliados e recomendações preventivas associadas

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
01	Risco médio de ocorrência de pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completação / intervenção por áreas adjacentes e para o mar	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
02	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção devido a furos, trincas ou falha de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios durante a sua preparação e circulação, resultando em espalhamento de fluido de perfuração / completação / intervenção por áreas adjacentes e para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
03	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.</p> <p>R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i>.</p>
04	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.</p> <p>R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i>.</p>
05	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à falha do sistema de controle de poço com espalhamento de óleo no mar.	<p>R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.</p> <p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R12) Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.</p> <p>R13) Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i>.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
06	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
07	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo cru e gás devido à falha no sistema de cabeça do poço.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
08	Risco médio de ocorrência de pequeno vazamento de óleo combustível devido a furo/ruptura, falhas e/ou desconexão de componentes do sistema de transferência (mangotes, válvulas e bomba de transferência) com liberação de óleo para o mar.	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R4) Priorizar a realização de operações de transferência no período diurno. R5) Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos. R6) Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência. R7) Manter operadores na plataforma Peregrino C e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação. R8) Monitorar a vazão de transferência de óleo durante a operação de abastecimento da plataforma Peregrino C e suspender a operação caso alguma anormalidade seja observada. O1) A atividade será apoiada por embarcações
09	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo diesel devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
10	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de óleo diesel devido furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
11	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel devido à ruptura total em tanques, linhas e acessórios cobrindo desde o tanque de estocagem até o ponto de consumo e resultando em derrame de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
12	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo lubrificante devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo desde o tanque de armazenamento até o ponto de consumo e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
13	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo sujo devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios cobrindo até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
14	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento óleo sujo devido à ruptura total de tanques, linhas e acessórios até o tanque de armazenamento e resultando em liberação de óleo para áreas adjacentes e para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
15	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de barita/bentonita devido a furos, trincas ou falhas de vedação, em silos, linhas e /ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
16	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de barita/bentonita devido à ruptura em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de barita/bentonita para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
17	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de cimento devido a furos, trincas ou falhas de vedação em silos, linhas e/ou acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo resultando em liberação de cimento para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
18	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de cimento devido à ruptura em silos, linhas e acessórios a partir do silo de estocagem até os pontos de consumo, resultando em liberação de cimento para o mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
19	Risco médio de ocorrência de pequeno vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido a furos, trincas ou falhas de vedação em tanques, linhas e/ou acessórios do sistema de separação de água oleosa.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
20	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de efluentes oleosos / água oleosa devido à ruptura total da linha, tanques e acessórios do sistema de separação de água oleosa.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
21	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de gás combustível devido à corrosão, trincas e furos ou falha na vedação de juntas e conexões em vasos, tubulações, flanges, conexões ou válvulas do sistema de gás combustível da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
22	Risco médio de ocorrência de pequeno vazamento de resíduo oleoso, óleo e/ou produtos químicos devido à queda de carga no mar.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R9) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.
23	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
24	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
25	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de óleo cru/gás a partir das linhas de produção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
26	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
27	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
28	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de água de produção a partir das linhas de injeção da plataforma Peregrino C.	R1) Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C. R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.
29	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
30	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
31	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de gás a partir do gasoduto de importação de gás.	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
32	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.	R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI. R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno. R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO

Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
33	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento óleo diesel / combustível devido a trincas e furos no tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes possibilidade de derrame de óleo para o mar.	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>
34	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à ruptura do tanque de armazenamento da embarcação de apoio / instalação com espalhamento de óleo para áreas adjacentes e possibilidade de derrame de óleo para o mar.	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>
34	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio / instalação resultando em seu afundamento.	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>

RISCOS NO SISTEMA DE PERFURAÇÃO		
Cenário	Risco Avaliado	Recomendações Preventivas e Mitigadoras
35	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel / combustível devido à perda de estabilidade da embarcação de apoio / instalação resultando em seu afundamento.	<p>R2) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R3) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.</p> <p>R10) Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.</p> <p>R11) Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>O1) A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.</p>

II.10.8.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

A Tabela II.10.8.2 apresenta as Medidas de Gerenciamento de Riscos para a atividade. Estas medidas são baseadas nas recomendações indicadas na APR para cada cenário acidental e os respectivos planos/procedimentos existentes e adotados no Plano de Gerenciamento de Riscos.

TABELA II.10.8.2 – Medidas de gerenciamento de riscos.

Recomendações (Medidas Preventivas e/ou Mitigadoras)		Item Relacionado
Nº	Descrição	
R1	Seguir os procedimentos de inspeção e manutenção previstos no sistema de gerenciamento da plataforma Peregrino C.	Inspeção Periódica/Manutenção
R2	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	Capacitação Técnica
R3	Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI.	Inspeção Periódica/Capacitação Técnica
R4	Priorizar a realização de operações de transferência no período diurno.	Capacitação Técnica
R5	Somente utilizar mangotes submetidos a testes hidrostáticos periódicos.	Inspeção Periódica/Manutenção
R6	Manter bornais de drenagem fechados durante a transferência.	Inspeção Periódica/Capacitação Técnica
R7	Manter operadores na plataforma Peregrino C e na embarcação de apoio munidos de rádio para supervisão da operação.	Capacitação Técnica
R8	Monitorar a vazão de transferência de óleo durante a operação de abastecimento da plataforma Peregrino C e suspender a operação caso alguma anormalidade seja observada.	Inspeção Periódica/Capacitação Técnica
R9	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.	Capacitação Técnica
R10	Assegurar que a plataforma Peregrino C possua sinalização diurna e noturna para orientação da navegação no entorno.	Inspeção Periódica/Manutenção

Recomendações (Medidas Preventivas e/ou Mitigadoras)		Item Relacionado
Nº	Descrição	
R11	Antes da aproximação à plataforma Peregrino C, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.	Capacitação Técnica
R12	Garantir a existência de equipamentos, materiais, procedimentos e qualificação técnica do pessoal envolvido nas operações de controle do poço.	Inspeção Periódica/Capacitação Técnica
R13	Realizar treinamento para a tripulação em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	Capacitação Técnica
O1	A atividade será apoiada por embarcações certificadas para essas operações.	-

II.10.8.4. PROCEDIMENTOS E AÇÕES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO

A seguir são apresentados os procedimentos e ações do sistema de gerenciamento a serem empregados durante a Fase II do Sistema de Produção de Óleo e Gás do Campo de Peregrino. Vale destacar que todos os procedimentos e ações listados a seguir correspondem àqueles atualmente já praticados na operação da Fase I do Campo de Peregrino.

➤ Definição de Atribuições

As atribuições dos responsáveis por cada elemento do HSE constituem uma série de expectativas que serão definidas antes do início das operações, de acordo com a estrutura descrita a seguir. Além disso será elaborado um plano de HSE específico, apresentado adiante.

➤ Estrutura de HSE

A estrutura para práticas seguras de trabalho e de meio ambiente estabelece uma metodologia para conduzir as operações e administrar as atividades de HSE. A estrutura é composta de áreas centrais específicas, assim como elementos que asseguram a proteção de funcionários, contratados, comunidades e do meio ambiente.

Áreas centrais específicas:

- Compromisso da Liderança e da Gerência;
- Gerenciamento do Planejamento e da Avaliação;
- Implementação;
- Avaliação;
- Revisão;

Elementos:

- Compromisso da Liderança;
- Organização e Governança;
- Metas, Alvos, Objetivos;
- Planos e Programas;
- Detalhamento do Projeto;
- Avaliação e Gerenciamento de Risco;
- Controles Operacionais;
- Gerenciamento de Mudanças;
- Garantia de Conformidade;
- Gerenciamento de Contratados;
- Treinamento;
- Investigação de Incidentes;
- Gerenciamento de Crise e Resposta a Emergência;
- Controle de Documentos;
- Monitoramento e Registros;
- Envolvimento das Partes Interessadas;
- Auditorias;
- Revisão Gerencial.

Esta estrutura está alinhada com os requisitos propostos para sistemas de gerenciamento no Brasil e com as diretrizes e padrões internacionais de HSE.

➤ **Elementos Ambientais**

Elementos ambientais específicos do HSE serão abordados pelo projeto. Estes elementos podem ser auditados pela Diretoria Internacional de HSE do Operador, por seus parceiros e por instituições externas. Os principais elementos de HSE abordados são:

- Compromisso da Liderança: Uma visão de “Dano Zero a pessoas, à comunidade e ao meio ambiente”;
- Planos e Programas: Responsabilidade e interação com o governo brasileiro, auxiliando na formulação e revisão de planos e programas de HSE;
- Avaliação de Risco: Adoção de procedimentos para identificar riscos e avaliar consequências, probabilidades e medidas preventivas e mitigadoras;
- Procedimentos Operacionais: Adoção das melhores práticas gerenciais;

- Garantia de Conformidade;
- Monitoramento e Registros: Monitoramento e registro do desempenho de HSE por meio de indicadores apropriados.

➤ Plano de HSE

Fazem parte do Plano de HSE do Sistema de Produção de Óleo e Gás do Campo de Peregrino, cujo Fase I já se encontra em operação:

○ *Avaliação e Gerenciamento de Risco*

- Adoção de procedimentos para identificação de risco e avaliação de consequências e probabilidades, incluindo Análise de Segurança no Trabalho e para o Meio Ambiente e outras ferramentas de avaliação de risco.
- Avaliação de medidas de prevenção e mitigação de risco, incluindo análise, relatório e registro de não-conformidades, incidentes e acidentes.
- Adoção de procedimentos para avaliação, priorização e gerenciamento dos riscos identificados, e documentação e informação sobre as decisões tomadas.
- Adoção de procedimentos para acompanhamento e verificação se as decisões foram implementadas.

○ *Controles Operacionais*

Para cada tarefa serão estabelecidas medidas preventivas para evitar não-conformidades, incidentes/quase-acidentes e acidentes, incluindo um sistema de permissão para trabalhos não rotineiros. O sistema de permissão para trabalho estabelecerá os procedimentos a serem seguidos para execução de atividades tais como:

- Trabalho em espaço confinado;
- Trabalho a quente;
- Trabalho em áreas classificadas;
- Trabalho em altura;
- Teste de pressão hidrostática ou pneumática;
- Trabalho com fontes radioativas;
- Trabalho em equipamento elétrico ou mecânico;
- Trabalho realizado abaixo do nível do mar;
- Trabalho que possa afetar ou desabilitar sistemas de segurança.

O sistema deverá estabelecer:

- Os trabalhos que requerem a emissão de permissão para trabalho (PT);
- Os procedimentos e os responsáveis pela solicitação, emissão, manutenção, baixa e arquivamento de PT;
- O tempo de validade e os critérios para suspensão da PT.

Entre os requisitos para emissão da PT deverão estar:

- A identificação dos perigos associados à realização do trabalho;
- A identificação das medidas de segurança necessárias para realização do trabalho;
- A inspeção do local do trabalho antes do seu início, quando for suspenso ou reiniciado, e após a sua conclusão.

Outra medida relativa a este elemento de HSE é a implantação de um sistema de manutenção centrada em confiabilidade, que será adotado para assegurar a operabilidade e a integridade mecânica das instalações. Os princípios básicos do sistema de manutenção são:

- Preservação da operabilidade e funcionalidade dos equipamentos em relação ao sistema geral, empregando redundâncias custo-efetivas;
- Priorização das funções dos sistemas em relação aos componentes, com prioridade, entretanto, para os componentes críticos;
- Tratamento estatístico das falhas utilizando conceitos de confiabilidade e probabilidade condicional;
- Manutenção da confiabilidade inerente de projeto;
- Obtenção da melhor relação custo-efetividade nos investimentos em manutenção;
- Emprego de manutenção baseada no tempo, manutenção baseada na condição e manutenção baseada na tendência;
- Utilização dos resultados para revisões de projeto e dos planos de manutenção.

Um sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção será utilizado para armazenar, controlar, analisar e relatar dados de manutenção.

Uma análise de criticidade dos equipamentos e sistemas deverá ser feita, relacionada ao elemento de HSE Detalhamento do Projeto. Esta análise deverá determinar a criticidade quanto à segurança de funcionários, contratados e do meio ambiente, à regularidade operacional e ao custo das falhas.

O programa de manutenção, incluindo a classificação de criticidade, deverá fazer parte do sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção e deverá ser revisado sistematicamente.

Sistemas especializados devem ser empregados para monitorar, identificar e diagnosticar desvios de limites operacionais aceitáveis, principalmente para equipamentos críticos.

○ **Gerenciamento de Mudanças**

Serão estabelecidos procedimentos para gerenciar tanto alterações temporárias quanto permanentes, incluindo:

- Autoridade para aprovar alterações;
- Análise de implicações de HSE;
- Cumprimento de regulamentos e padrões aprovados;
- Obtenção de licenças e documentação necessárias, incluindo o motivo da mudança;
- Avaliação das possíveis consequências das medidas compensatórias necessárias;
- Necessidade de informar e treinar funcionários.

o **Gerenciamento de Contratados**

Deverão ser estabelecidos procedimentos para contratação e qualificação apropriadas de terceiros, especialmente com relação aos seus procedimentos e registros de segurança, incluindo no mínimo:

- A obtenção de informações relativas à capacitação técnica e ao histórico do contratado;
- A definição dos requisitos de saúde, segurança e meio ambiente a serem obedecidos pelo contratado;
- O acompanhamento da atividade e avaliação periódica do desempenho do contratado;
- A necessidade de fornecimento de informação e treinamento às equipes do contratado.

Um *Bridging Document* deverá estabelecer os requisitos a serem observados pelos contratados para atender o HSE do Operador.

o **Treinamento**

As necessidades de treinamento serão avaliadas e um programa de treinamento será estabelecido de forma a manter as pessoas adequadamente qualificadas. Este programa deverá conter:

- As competências básicas requeridas para cada função;
- Os treinamentos adicionais requeridos para início do exercício da função;
- A repetição de treinamentos e atualizações requeridas durante o exercício da função;
- O conteúdo e a carga horária de cada treinamento;
- Os critérios para avaliação dos treinamentos realizados e para identificação da necessidade de novos treinamentos;
- Os procedimentos para registro e controle dos treinamentos realizados.

II.10.9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foram considerados os vazamentos a partir de um ponto de vazamento no Campo de Peregrino, na Bacia de Campos, em três faixas de volume (8 m³, 200 m³ e pior caso, de 450.000 m³) e dois cenários sazonais (Período 1 - setembro a fevereiro; e Período 2 - março a agosto) para avaliação dos Riscos Ambientais e Tolerabilidades nos Componentes e Subcomponentes de Valor Ambiental (CVAs/SVAs).

Os valores máximos de probabilidade para todos os CVAs/SVAs foram observados para o vazamento de pior caso no Período 1. Já a frequência de Risco Operacional foi maior para a classe de pequenos vazamentos (< 8 m³), seguida pela classe de vazamentos entre 8 m³ e 200 m³ e, por último, pela dos vazamentos de volume acima de 200 m³.

Os maiores Riscos Ambientais e Tolerabilidades foram observados nos cenários dos vazamentos de 8 m³, principalmente no Período 1. No entanto, poucos CVAs apresentam probabilidade de toque de óleo nestes cenários. A maior Tolerabilidade, em torno de 3%, foi observada no CVA Cetáceos e é mais de trinta vezes maior que o Tempo de Recuperação deste componente (20 anos).

A seguir são apresentados dados de comparação entre os resultados obtidos para a ampliação do sistema de produção no Campo de Peregrino (Fase II – alvo deste licenciamento) com os dados obtidos para a Análise de Riscos Ambientais elaborada para a Fase I do empreendimento, a qual foi revisada e será apresentada separadamente no âmbito do licenciamento em questão.

Comparando-se os resultados obtidos para a Fase II com os resultados da Fase I, observa-se que, em ambos os casos os maiores Riscos Ambientais e Tolerabilidades foram observados nos cenários dos vazamentos de 8 m³, principalmente no Período 1, sendo o CVA Cetáceos o que apresentou o maior valor de Tolerabilidade. Enquanto que para a Fase I a maior Tolerabilidade observada foi de 9%, para a Fase II a maior Tolerabilidade observada foi de 3%. Uma vez que as maiores Tolerabilidades para ambas as Fases do Sistema de Produção do Campo de Peregrino foram observadas para as mesmas condições (CVA Cetáceos para vazamentos de até 8 m³ no Período 1), tem-se que para o pior cenário em termos de Tolerabilidade a Fase II representa cerca de 33%, ou um terço, da Fase I.

Vale mencionar que a Fase I e a Fase II apresentam cenários de pior caso distintos. Para a Fase I o cenário de pior caso é o afundamento do FPSO com liberação de um volume total de 351.192 m³ de óleo cru (349.772,06 m³ dos tanques de carga + 1.419,67 m³ das linhas), enquanto que para a Fase II o cenário de pior caso é o *blowout*, com liberação de 450.000 m³ de óleo cru. Mesmo sendo o volume de *blowout* cerca de 28% superior que o volume oriundo do afundamento do FPSO, os CVAs possíveis de serem atingidos quando da ocorrência de um vazamento de óleo nas duas fases do Campo de Peregrino foram praticamente os mesmos, à exceção do CVA pinípedes que só tem possibilidade de ser atingido na Fase II (os demais CVAs identificados são comuns para as Fases I e II).

Com relação ao risco operacional, os somatórios dos riscos para os pequenos, médios e grandes vazamentos de óleo na Fase II corresponderam, respectivamente, a 40,0%, 36,3% e 11,0%, dos riscos operacionais obtidos para as três faixas de vazamento na Fase I. A maior expressividade dos pequenos e médios vazamentos de óleo na Fase II em relação à Fase I deve-se ao fato de que o FPSO, uma das três unidades integrantes da Fase I, ter uma grande capacidade de contenção secundária. Desta forma, o somatório das frequências dos pequenos e médios vazamentos da Fase I é composto, em sua maioria, pelos vazamentos oriundos das plataformas Peregrino A e B, das linhas submarinas e das embarcações de apoio, enquanto que para a somatório das frequências associadas aos grandes vazamentos da Fase I recebem uma maior contribuição dos vazamentos de óleo originados do FPSO.

Ressalta-se que o presente estudo apresenta uma abordagem bastante conservadora. Entre os aspectos conservadores adotados, destacam-se os valores de Tempo de Recuperação considerados para os CVAs/SVAs e as simulações de vazamentos de óleo de pior caso que integraram os resultados de dois pontos de forma simultânea. Além disso, o fato do cálculo de Tolerabilidade levar em consideração apenas a probabilidade de chegada de óleo no CVA e não considerar fatores como volume/massa e o tempo de residência do óleo no ambiente pode representar uma extrapolação dos potenciais impactos, bem como o fato de não serem consideradas medidas de resposta ao vazamento, como ações de contenção/recolhimento, dispersão, etc.

II.10.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICHE (AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS), 2000. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2ª ed, New York, USA.
- 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.; LOPEZ, M. 2011b. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 37-44.
- ALONSO-ALVAREZ C, MUNILLA I, LÓPEZ-ALONSO M, VELANDO A. 2007. Sublethal toxicity of the Prestige oil spill on yellow-legged gulls. *Environment International* 33: 773–781.
- ANP (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS), 2012. STJ acolhe recurso da ANP e derruba liminar contra Transocean e Chevron. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=62011&m=chevron&t1=&t2=chevron&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebu st=1418229853689>>. Acesso em dezembro de 2014.
- ARCOVERDE, D.L.; SOUSA, M.E.M.; EMIN-LIMA, R.; SANTOS, G.M.A.; MARTINS, B.M.L.; RODRIGUES, A.L.F.; SILVA-JÚNIOR, J.S. & SICILIANO, S. 2010. Atualização dos registros de ocorrência de grandes cetáceos na costa norte, Pará, Brasil, 2006 - 2010. Resumos do XIV Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT). 8º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos (SOLAMAC), Florianópolis (SC).
- AUSTRALIAN GOVERNAMENT. 2015. The effects of Maritime oil spills on Wildlife including non-avian Marine life. Disponível em: <http://www.amsa.gov.au/environment/maritime-environmental-emergencies/national-plan/general-information/oiled-wildlife/marine-life/index.asp>. Acessado em abril de 2015.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT. 2010. Marine Environment Protection. Disponível em: www.amsa.gov.au. Acessado em setembro de 2014.
- BARCELLOS, L. & SILVA F. O, R. P. 2003. Petrobras wildlife rehabilitation response at Guanabara bay oil spill. In: International Oil Spill Conference. 4p. BARCELLOS, L.; SILVA, F. O. R. P. 2003. Petrobras wildlife rehabilitation response at Guanabara bay oil spill. In: International Oil Spill Conference. 4 p.
- BARRON, M. G. 2012. Ecological Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill: Implications for Immunotoxicity. *Toxicologic Pathology*, 40: 315-320.
- BARROS, A., ÁLVAREZ, D. & VELANDO, A. 2014. Long-term reproductive impairment in a seabird after the Prestige oil spill. *Biology Letters*, 10, 20131041.

- BERWIG, J.A. 2015. Os serviços ecossistêmicos na gestão dos desastres ambientais ocorridos no setor energético. *Revista Eletrônica Direito e Política*, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.10, n.1, edição especial de 2015. Disponível em: www.univali.br/direitoepolitica - ISSN 1980-7791.
- BP, 2013. BP Annual Report and Form. Disponível em: <http://www.bp.com/en/global/corporate/investors/annual-reporting.html>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- BP, 2013. Deepwater Horizon accident and response. Disponível em: <http://www.bp.com/en/global/corporate/gulf-of-mexico-restoration/deepwater-horizon-accident-and-response.html>. Acesso em dezembro de 2014.
- BROWNWELL, R. L. 1971. Whales, dolphins and oil pollution. *In: Biological and Oceanographic Survey of the Santa Barbara Channel Oil spill 1969-1970. Vol 1. Biology and Bacteriology. In: Straughan, D. (ed.) Sea Grant Publ. nº 2. Vol.1 Allan Hancock Found. Univ. Southern California. p. 255-276.*
- BRYDEN, M.M., DAWBIN, W.H., HEINSOHN, G.E., & BROWN, D.H. 1977. Melon-headed whale, *Peponocephala electra*, on the east coast of Australia. *Journal of Mammalogy*, 58 (2): 180-187.
- BURGER, A. E. 1993. Estimating the mortality of seabirds following oil spills: effects of spill volume. *Marine Pollut. Bull.*, 26: 140-143.
- BURGER, A. E., 2003. Summary of Presentation to the Royal Society Expert Panel on Oil and Gas Activities Offshore Bc. 10 p.
- CASTILHOS, J.C.; COELHO, C. A.; ARGOLO, J. F.; SANTOS, E. A. P.; MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S.; LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 28-36.
- CBRO (COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS). 2014. Lista das Aves do Brasil. CBRO, 11ª Edição.
- CECLIMAR, 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ceclimar>. Acessado em janeiro de 2015.
- CEDRE – Centre de Documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux. Disponível em: www.cedre.fr. Acesso em: Dezembro de 2014.
- CEDRE, 2011. Spills. Disponível em <http://www.cedre.fr/en/spill/alphabetical-classification.php>. Acessado em setembro de 2014.
- CHEVRON, 2014. Resposta da Chevron no Campo Frade. Disponível em: <https://www.chevron.com.br/noticias/atuacao-campo-frade.aspx>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução nº 398, de 11 de junho de 2008. Revoga a Resolução CONAMA nº293/01 e dispõe sobre o conteúdo mínimo do plano de Emergência individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos

organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração.

CPR (COMMITTEE FOR THE PREVENTION OF DISASTERS), 1997. Methods for Determining and Processing Probabilities “Red Book”. 2ª edição, Sdu Uitgevers, Netherlands.

CPR (COMMITTEE FOR THE PREVENTION OF DISASTERS), 1999. Guidelines for Quantitative Risk Assessment “Purple Book”. 1ª edição, Sdu Uitgevers, Netherlands.

CROWDER, L. & HEPPELL, S. 2011. The decline and rise of a sea turtle: How Kemp’s Ridleys are recovering in the Gulf of Mexico. The Solutions Journal. Volume 2, Capítulo 1 – Pgs 67-73. Disponível em: <http://thesolutionsjournal.org/node/859?page=1>

DAVIS, J. E. & ANDERSON, S. S. 1976. Effects of oil pollution on breeding gray seals. Mar. Pollution Bull., 7: 115-118.

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.

DNV (DET NORSKE VERITAS), 1999. WOAD – World Offshore Accident Database, Statistical Report 1998.

DNV (DET NORSKE VERITAS), 2009. Accident Statistics for Floating Offshore Units on the UK Continental Shelf (1980-2007), preparado para HSE. Noruega.

DNV (DET NORSKE VERITAS), 2013. WOAD – World Offshore Accident Databank 1970 - 2013.

E&P Forum - The Oil Industry International Exploration & Production Forum, 1996. Quantitative risk assessment datasheet directory, E&P Forum Report N° 11.8/250, October.

EDWARDS, R.; WHITE, I., 2009. The sea empress oil spill: Environmental Impact and Recovery. Disponível em: <<http://www.martrans.org/eu-mop/library/CASE%20STUDIES/ITOPF/3.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2014.

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. 6 p.

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.

ESTIMA, S. C., 2002. O leão-marinho, *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) (Pinnipedia, Otariidae) no estuário da Lagoa dos Patos. Universidade Católica de Pelotas/Curso de Bacharelado em Ecologia/Núcleo de

Educação e Monitoramento Ambiental.

- EVOSTC (Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council), 2010. 2010 Update Injured Resources and Services. Exxon Valdez Oil Spill Restoration Plan. 45 p. Disponível em: <<http://www.evostc.state.ak.us/static/PDFs/2010IRSUpdate.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- EVOSTC (INSTITUTO EXXON VALDEZ OIL SPILL TRUSTEE COUNCIL). 2015. Disponível em: <http://www.evostc.state.ak.us/index.cfm?FA=status.harborseal>. Acessado em abril de 2015.
- 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.
- FOGDEN, F. L. C. 1970. Mother-young behavior at gray seal breeding beaches. J. Zool., 164: 61-92.
- 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 n° 14-12-0001-29096. 41 p.
- FROST, K. J.; LOWRY, L. F.; SINCLAIR, E. H.; VER HOEF, J. & D. c. McALLISTER, D. C. 1994. Impacts on distribution, abundance, and productivity of harbor seals. Pp. 97- 118. In: T. R. Loughlin, ed. Marine mammals and the Exxon Valak. Academic Press, San Diego, CA.
- FROST. K. J.; LOWRY, L. F. & VER HOEF, J. M. 1999. Monitoring the trend of harbor seals in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valaz oil spill. Marine Mammal Science, 15: 494-506.
- FRUEHAUF, S. P. 2005. Rhizophora mangle (Mangue vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista. 2005. 223 f. Tese (Doutorado) - Inter-unidades em Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GALAPAGOS, 2013. Disponível em: <<http://www.galapagos.to/TEXTS/Jessica.HTM>>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- GERACI, J. R & St. AUBIN, D. J. 1988. Synthesis of effects of oil on marine mammals. 292 p.
- 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 agosto de 2014.
- 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. 15 p.

- 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. 79 p.
- HALL, R. J., BELISLE, A. A. & SILEO, L., 1983. Residues of petroleum hydrocarbons in tissues of sea turtles exposed to the Ixtoc I oil spill. *Journal of Wildlife Diseases*, 19(2): 106-109.
- HANEY, J.C.; GEIGER, H.J.; SHORT, J.W. Bird mortality from the Deepwater Horizon oil spill. I. Exposure probability in the offshore Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 513: 225–237, 2014.
- HENKEL, R.H.; SIGEL, B.J.; TAYLOR, C.M. 2012. Large-Scale Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill: Can Local Disturbance Affect Distant Ecosystems through Migratory Shorebirds? *BioScience*, Vol. 62 Nº 7.
- 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.
- HOOVER-MILLER, A.; PARKER, K. F.; BURNS, J. J. 2001. A reassessment of the impact of the Exxon Valdez oil spill on harbor seals (*Phoca vitulina richardsi*) in Prince William Sound, Alaska. *Marine Mammal Science*, 17(1): 111-135
- HSE (HEALTH & SAFETY EXECUTIVE), 2002. Offshore Hydrocarbon Releases Statistics and Analysis (2001), Reino Unido.
- IPIECA (INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION). 2000. Biological Impacts of Oil Pollution: Fisheries. Ipieca Report Series, V.8. 28 p.
- IRONS, D. B., KENDALL, S. J., ERICKSON, W. P., MCDONALD, L. L. & LANCE, B. K. 2000. Nine years after the Exxon Valdez oil spill: effects on marine bird populations in Prince William Sound, Alaska. *The Condor*, 102: 723-737.
- 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 setembro de 2014.
- ITOPF. 2010b. Handbook 2014/2015. 52 p. Disponível em: www.itopf.com. Acessado em setembro de 2014.

- IUCN. 2014. The World Conservation Union Red List of Threatened Species. The World Conservation Union. Versão 2010.4. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em agosto de 2014.
- 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. 573 p.
- 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*, 7(1-2): 53-61.
- KOYAMA, J.; UNO, S.; KOHNO, K. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbon contamination and recovery characteristics in some organisms after the Nakhodka oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 49, Capítulos 11–12, Pgs. 1054–1061.
- KUBACH, K.M.; SCOTT, M.C.; BULAK, J.S. 2011. Recovery of a temperate riverine fish assemblage from a major diesel oil spill. *Freshwater Biology*, Volume 56, Pgs. 503-518.
- LANE, S.M., C.R. SMITH, J. MITCHELL, B.C. BALMER, K.P. BARRY, T. MCDONALD, C.S. MORI, P.E. ROSEL, T.K. ROWLES, T.R. SPEAKMAN, F.I. TOWNSEND, M.C. TUMLIN, R.S. WELLS, E.S. ZOLMAN, & L.H. SCHWACKE. 2015. Reproductive outcome and survival of common bottlenose dolphins sampled in Barataria Bay, Louisiana, USA, following the Deepwater Horizon oil spill. *Proc. R. Soc. B*, 282 20151944.
- LEUNG, M.; MARCHAND, M.; STYKEL, S.; HUYNH, M.; FLORES, J.D. 2012. Effect of localized oil spills on Atlantic loggerhead population dynamics. *Open Journal of Ecology*. Vol.2, No.3, 109-114.
- LOPES, C. F. *Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação* - São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007,120 p.
- LOUGHLIN, T. R. 1994. Tissue hydrocarbon levels and the number of cetaceans found dead after the spill. Ch. 20. p. 359-376. In: LOUGHLIN, T. R. (ed.) *Marine Mammals and the Exxon Valdez*. Academic Press, London.
- LOWRY, L. F.; FROST, K. J. & PITCHER, K. W. 1994. Observations of oiling of harbor seals in Prince William Sound. Pp. 209-225. In: T. R. Loughlin, ed. *Marine Mammals and the Exxon Valdez*. Academic Press, San Diego, CA.
- LUCENA, A. 2006. Estrutura populacional da *Balaenoptera bonaerensis* (Burmeister) (Cetacea, Balaenopteridae) nas áreas de reprodução do Oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 176-185.
- LUGLI, D. O., 2004. Caracterização ecológica do apicium do manguezal do rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina. dissertação de mestrado, Universidade do Vale do Itajaí. 143p.

- LUPULESCU, A. P.; BIRMINGHAM, D. J.; PINKUS, H. 1973. Na electron microscopic study of human epidermis after acetone and kerosene administration. *J. Invest. Derm.*, 60: 33-45.
- LUTCAVAGE, M. E.; LUTZ, P. L.; BOSSART, G. D.; HUDSON, D. M. 1995. Physiologic and clinicopathologic effects of crude oil on loggerhead sea turtles. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 28: 417-422.
- LUTZ, P. L.; LUTCAVAGE, M. E. 2010. The effects of petroleum on sea turtles: applicability to Kemp's ridley. Disponível em <http://mdl.csa.com>. Acessado em agosto de 2014.
- MÄDER, A. 2011. Por que morrem tantos Pinguins-de-Magalhães no Brasil? Projeto Nacional de Monitoramento do Pinguim-de-Magalhaes (*Spheniscus magellanicus*) 2010-2015. Boletim Pinguins no Brasil n°1, abril de 2011.
- MAGRO M.; CERGOLE M.C.; ROSSI-WONGTSHOWSKI, C. L. B. 2000. Síntese de conhecimento dos principais recursos pesqueiros costeiros potencialmente exploráveis na Costa Sudeste-Sul do Brasil: Peixes. Graflina Editora. Rio de Janeiro. pp.143.
- MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. G.; SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C.; SANTOS, A. S.; LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I (1): 20-27.
- MARINEBIO, 2015. Disponível em: <http://marinebio.org/>. Acessado em janeiro de 2015.
- 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.
- MASCARELLI, A. 2010. Deepwater Horizon: After the oil. *Nature* 467, 22-24.
- 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.; SAULITIS, E., 1997. Killer Whales Restoration Notebook. Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. Disponível em: < http://www.evostc.state.ak.us/static/PDFs/RN_orca.pdf>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- MCMILLAN, L. L. 1969. Another look at the big slick. *Defenders of Wild. News*, 44: 149-153.
- 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. 404 p.
- 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. 404 p. 2002.

- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2007. 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. 301 p.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2007a. Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira atualização: Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília. 301 p.
- 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.
- MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). 2014. Lista de espécies ameaçadas de extinção. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html?limitstart=0>. Acessado em dezembro de 2014.
- MONTEVECCHI, W.; FIFIELD, D.; BURKE, C.; GARTHE, S.; HEDD, A.; RAIL, J.; ROBERTSON, G. 2011. Tracking long-distance migration to assess marine pollution impact. *Biology Letters* (2012) 8, 218–221.
- MORENO, R., JOVER, L., DIEZ, C., SARDÀ, F. & SANPERA, C. 2013. Ten years after the Prestige oil spill: seabird trophic ecology as indicator of long-term effects on the coastal marine ecosystem. *PLoS ONE* 8(10): e77360.
- MORENO, R.; JOVER, L.; DIEZ, C.; SARDÀ, F.; SANPERA, C. PLOS ONE. October 2013, Volume 8, Issue 10.
- MOSBECH, A. 2002. Potential Environmental impacts of oil spills in Greenland. An assessment of informations status and research needs. National Environmental Research Institute, Denmark. 118 pp. – NERI *Technical Report No.* 415 p.
- 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.; 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.
- NACHTIGALL, P. E. 1986. Vision, audition, and chemoreception in dolphins and other marine mammals. Pp. 79 – 113. In: *Dolphin cognition and behavior: a comparative approach*. R. J. Schusterman; J. A. Thomas & F. G. Wood (eds.). Lawrence Erlbaum Assoc.. Publ., Hillsdale, N. J. 393 p.
- NEMA (NÚCLEO DE EDUCAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL), 2015. Mamíferos. Disponível em: <http://www.nema-rs.org.br/files/projetos/3-mamiferos.pdf>. Acessado em março de 2015.
- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION) 2001. Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations. 80pp.

- NOAA (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION). 2010. 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 2014.
- PITT, R. Civil, Construction and Environmental Engineering, University of Alabama. Disponível em: <http://rpitt.eng.ua.edu>. Acesso em: Dezembro de 2014.
- PRETTO, D.J.; ANDRADE, M.C.M.; OLIVEIRA, J.M.; & OLIVEIRA, M.G.A. 2009. First record of a Humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), stranding in Pará State, Northern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 69(4):1207-1208.
- PROJETO TAMAR, 2014. Comportamento. Disponível em: <http://www.tamar.org.br/interna.php?cod=89>. Acessado em setembro de 2014.
- PROJETO TAMAR/ICMBIO. 2015. Disponível em: <http://www.tamar.org.br/>. Acessado em março de 2015.
- 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*.
- REITER, G. A. 1981. Cold weather response F/V Ryuyo Maru nº 2, St. Paul, Pribiloff Island, Alaska. Pp. 227-231. Proc. Oil Spill Conf., Amer. Petrol. Inst. Publ. nº 4334. Washington, DC. 742 p.
- RODRIGUES, A.L.F.; SANTOS, G.M.A.; SOUSA, M.E.M.; ARCOVERDE, D.L.; MARTINS, B.M.L.; EMIN-LIMA, R.; COSTA, A.F. & SICILIANO, S. 2010. XIV Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul (RT). 8º Congresso da Sociedade Latinoamericana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos - SOLAMAC, Florianópolis (SC).
- ROOKER, J.R.; KITCHENS, L.L.; DANCE, M.A.; WELLS, R.J.D.; FALTERMAN, B.; CORNIC, M.I. 2013. Spatial, Temporal, and Habitat-Related Variation in Abundance of Pelagic Fishes in the Gulf of Mexico: Potential Implications of the Deepwater Horizon Oil Spill.
- RSC (ROYAL SOCIETY OF CANADA), 2004. Report of the Expert Panel on Science Issues Related to Oil and Gas Activities, Offshore British Columbia.
- SABA, V. S.; SPOTILA, J. R. 2003. Survival and behaviour of freshwater turtles after rehabilitation from an oil spill. *Environmental Pollution*, 126: 213-223.
- SALAZAR, S. 2003. Impacts of the Jessica oil spill on sea lion (*Zalophus wollebaeki*) populations. *Marine Pollution Bulletin*, 47: 313-318.
- SANDEGREN, F. E. 1970. Breeding and maternal behavior of the Steller sea lion (*Eumetopias jubata*) in Alaska. M. Sc. Thesis, Uni. Alaska, Anchorage, AK.

- SANTOS, A. L. G. 2009. Manguezais da Baixada Santista-SP: alterações e permanências (1962-2009). 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental - PROCAM, Universidade de São Paulo, 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.
- SCHWACKE, L. H.; SMITH, C.R.; TOWNSEND, F.I.; WELLS, R.S.; HART, L.B.; BALMER, B.C.; COLLIER, T.K.; GUISE, S.D.; FRY, M.M.; GUILLETTE JR, L.J.; LAMB, S.V.; LANE, S.M.; MCFEE, W.E.; PLACE, N.J.; TUMLIN, M.C.; YLITALO, G.M.; ZOLMAN, E.S. & ROWLES, T.K. 2013. Health of Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Barataria Bay, Louisiana, Following the Deepwater Horizon Oil Spill. *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, 93–103.
- SHERLEY, R.B. 2010 Factors influencing the demography of endangered seabirds at Robben Island, South Africa. PhD thesis, University of Bristol, Bristol, UK. Disponível em: http://adu.org.za/pdf/Sherley_RB_2010_PhD_Thesis.pdf
- SHIGENAKA, G. 2003. Oil and Sea Turtles – Biology, Planning and Response. NOAA National Ocean Service. 116 p.
- SHORT, M. K. J. 2003. Guanabara Bay Oil Spill 2000, Brazil – Cetacean Response. In *International Oil Spill Conference*. 3 p.
- SICILIANO, S.; EMIN-LIMA, N.R.; COSTA, A.F.; RODRIGUES, A.L.; MAGALHÃES, F.A.D.; TOSI, C.H.; GARRI R.G.; SILVA, C.R.; SOUSA, J. & SILVA-JR., J.D.S. 2008. Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa norte do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* 66(2):381-401.
- SICILIANO, S.; MORENO, I. B.; SILVA, E. D.; ALVES, V. C. 2006. *Baleias, botos e golfinhos na Bacia de Campos. Série Guia de Campos – Fauna Marinha da Bacia de Campos*. p. 45-49.
- 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.
- SILVA, P. R. 2004. Transporte Marítimo de Petróleo e Derivados na Costa Brasileira: Estrutura e Implicações Ambientais [Rio de Janeiro]. Dissertação de Mestrado. Planejamento Energético. COPPE/UFRJ. 148 p.
- SMITH, T. G. e GERACI, J. R. 1975. The effect of contact and ingestion of crude oil on ringed seals of the Beaufort Sea. Beaufort Sea Project. Inst. Of Ocean Sci.. Sidney, British Columbia. Technical Report nº 5.
- 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.

- SPECTRUM/EVEREST, 2012. Relatório Ambiental Sísmica 2D- Programa Norte Amazônico – LPS nº077/12. Distribuição de cetáceos e quelônios observados durante o monitoramento da bioma marinha realizado no programa Norte Amazônico entre abril e novembro 2012. Fase I e II.
- SPECTRUM/EVEREST, 2014. Relatório Ambiental de Atividade de Pesquisa Sísmica Marítima 3D na Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas – Programa 3D Norte Amazônico – LPS096/2013.
- SPOONER, M. F. 1967. Biological effects of the Torrey Canyon disaster. J. Devon Trust Nat. Conserv. p. 12-19.
- SPOTILA, J.R. & TOMILLO, P.S. 2015. The leatherback turtle – Biology and Conservation. John Kopkins University Press. ISBN 978-1-4214-1708-0.
- 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 2014.
- STAMPAR, S. N., SILVA, P. F., LUIZ JR, O. J. & BONDIOLI, A. N. V., 2007. Predação de tartaruga de pente em zoantídeos no sudeste do Brasil. Disponível em: http://www.lajevisa.org.br/arquivos/publicacoes/ASO_Stampar_2007.pdf. Acessado em maio de 2015.
- 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.
- TUNNELL JR., J.W. 2011. An expert opinion of when the Gulf of Mexico will return to pre-spill harvest status following the BP Deepwater Horizon MC 252 oil spill. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies at Texas A&M University-Corpus Christi. Disponível em: <file:///C:/Users/saissen/Downloads/221870.pdf>
- WHITEHEAD, A.; DUBANSKY, B.; BODINIER, C.; GARCIA, T.I.; MILES, S.; PILLEY, C.; RAGHUNATHAN, V.; ROACH, J.L.; WALKER, N.; WALTER, R.B.; RICE, C.D.; GALVEZ, F. 2011. Genomic and physiological footprint of the Deepwater Horizon oil spill on resident marsh fishes. PNAS, Volume 109, Nº. 50. Disponível em: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1118844109
- WOLFAARDT, A.C.; UNDERHILL, L.G.; CRAWFORD, R.J.M.; KLAGES, N.T.W. 2001 Results of the 2001 census of African penguins *Spheniscus demersus* in South Africa: first measures of the impact of the Treasure oil spill on the breeding population. Trans. R. Soc. South Afr. 56, 45–49.
- WURSIG, B.; SMULTEA, M. A. 1991. Bottlenose dolphin reactions to the Mega Borg oil spill. Marine Mammal Research Program. Texas A&M University, Galveston.
- YENDER, R.; STANZEL, K.; LLOYD, A. 2008. Impacts and response challenges of the tanker Solar 1 oil

spill, Guimaras, Philippines: Observations of international advisors. Paper presented at: 20th Triennial International Oil Spill Conference, Savannah, Georgia, May 4-8, 2008.

YENDER, R.A., MEARNNS, A. J. 2003. Case Studies of spills that threaten sea turtles. In: Oil and Sea Turtles. NOAA. 116pp.

ZAFONTE, M.; HAMPTON, S. 2005. Lost bird-years: quantifying bird injuries in natural resource damage assessments for oil spill. IOSC 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.

ZERBINI, A. N.; SICILIANO, S.; PIZZORNO, J. L. A., 1999. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Diagnóstico para os mamíferos marinhos. *Relatório técnico do Workshop*.

ZUBEROGOITIA I, MARTÍNEZ JA, IRAETA A, AZKONA A, ZABALA J, JIMÉNEZ B, MERINO R, GÓMEZ G. 2006. Short-term effects of the prestige oil spill on the peregrine falcon (*Falco peregrinus*). *Marine Pollution Bulletin* 52: 1176–1181.