

ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP)
RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO - EAP

ANEXO II.6-1 - MODELAGEM NUMÉRICA



Modelagem de Dispersão de Óleo

Campo de Wahoo, Bacia de Campos

RELATÓRIO TÉCNICO [REV.00]

02 DE SETEMBRO DE 2022

Preparado para:

PETRORIO

Preparado por:

Flávia Pozzi Pimentel

Gabriel Medeiros Zielinsky

Henery Ferreira Garção

Júlio Augusto de Castro Pellegrini

Marcelo Montenegro Cabral

Prooceano

Av. Rio Branco, 311/1205 - Centro
CEP 20.040-009 - Rio de Janeiro - RJ
Tel./Fax + 55 21 2532.5666
www.prooceano.com.br

© PROOCEANO 2022

The copyright in this document is vested in Prooceano. This document may only be reproduced in whole or in part, or stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means electronic, mechanical, photocopying or otherwise, with the prior permission of PROOCEANO.

Os direitos autorais deste documento são propriedade da PROOCEANO. Este documento somente poderá ser reproduzido inteiro ou em partes, ou armazenado, ou transmitido em qualquer forma, ou por quaisquer meios: eletrônico, mecânico, fotocópia ou qualquer outro modo, com a permissão prévia da PROOCEANO.

Controle de revisão

Revisão nº 01

Data: / /

Descrição:

Responsável:

Empresa: Prooceano

Revisão nº 02

Data: / /

Descrição:

Responsável:

Empresa: Prooceano

Revisão nº 03

Data: / /

Descrição:

Responsável:

Empresa: Prooceano

Revisão nº 04

Data: / /

Descrição:

Responsável:

Empresa: Prooceano

Revisão nº 05

Data: / /

Descrição:

Responsável:

Empresa: Prooceano

Equipe técnica

Flávia Pozzi Pimentel

Registro no Conselho de Classe: Não aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 2473071

Responsável pela(s) Seção(ões): Modelagem de Dispersão de Óleo

Assinatura:

Gabriel Medeiros Zielinsky

Registro no Conselho de Classe: Não aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 8119469

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura:

Henery Ferreira Garção

Registro no Conselho de Classe: Não aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 3790998

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura:

Júlio Augusto de Castro Pellegrini

Registro no Conselho de Classe: Não aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 210325

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura:

Marcelo Montenegro Cabral

Registro no Conselho de Classe: 2010110225 - CREA/RJ

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 5621594

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura:

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Sobre a Modelagem Computacional.....	6
3. Cenários de Modelagem de Dispersão de Óleo.....	7
4. Metodologia.....	8
4.1. Modelo de transporte.....	8
4.2. Óleo nas Unidades de Conservação.....	8
4.3. Descrição das Grades.....	8
4.4. Forçantes.....	11
4.5. Variabilidade Ambiental.....	19
4.6. Estratégias de Modelagem.....	21
5. Resultados.....	26
5.1. Resultados Probabilísticos.....	27
5.2. Resultados Determinísticos.....	68
6. Considerações Finais.....	106
7. Bibliografia.....	108
8. Anexos.....	110

Sumário Executivo

O presente relatório descreve os resultados obtidos na modelagem numérica de transporte de óleo no mar para os cenários acidentais de vazamento a partir de um ponto de risco localizado no Campo de Wahoo, na Bacia de Campos.

O principal objetivo do estudo de modelagem foi dar subsídio para o processo licenciamento do Campo de Wahoo. Para isso foram avaliados o comportamento da deriva e o intemperismo do óleo cru, e suas variações ao longo do tempo e de forma tridimensional no ambiente marinho, avaliando os resultados de vazamentos de óleo a partir da superfície para os cenários de menor volume (8 e 200 m³) e cenários de pior caso (85.853 m³).

Para cumprir esse objetivo, o estudo foi dividido em duas etapas. A primeira consiste na análise das características meteorológicas e simulações hidrodinâmicas da região, mais especificamente dos parâmetros capazes de afetar o comportamento do óleo derramado. Na segunda etapa foram realizadas simulações de dispersão de óleo cru para dois períodos ao longo do ano, definidos a partir das condições meteoceanográficas características da região.

O ponto de vazamento se encontra em região profunda, próximo à região principal do fluxo das correntes de contorno, sendo dominada pela circulação associada ao sistema da Corrente do Brasil (CB). Nas camadas mais superficiais e subsuperficiais, predominam correntes para sul/sudoeste ao longo do talude continental. O padrão característico das condições meteorológicas é dominado pelo Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), com predominância de ventos do primeiro quadrante, e pela passagem de sistemas frontais (frentes frias), quando há ocorrência de ventos do terceiro quadrante.

A divisão sazonal adotada neste estudo baseia-se nas variações destes sistemas meteoceanográficos ao longo do ano: o Período 1 compreende os meses de setembro a fevereiro e o Período 2 os meses de março a agosto. No Período 1 há predominância de ventos de ventos de NNE e NE, enquanto no Período 2, apesar da predominância de ventos de NNE, ocorre um aumento da frequência de ventos de outras direções, em especial do segundo e terceiro quadrantes (SE e S). Em relação às correntes na região do ponto de vazamento, há predominância de escoamentos para S e SSE no Período 1 e para S, SSW e SSE no Período 2, associados ao escoamento médio da CB e seus meandros.

Para as simulações de dispersão de óleo para o pior caso foi considerado vazamento contínuo por 30 dias, sem intervenção/contingência, e outros 30 dias adicionais após o término do vazamento, sem ações de resposta. Portanto, as simulações não consideram atividades de mitigação para controle do vazamento através do fechamento do poço ou outras ações para interromper, combater ou restringir o vazamento.

Todos os resultados aqui apresentados não consideraram o processo intempérico da biodegradação.

Nos vazamentos de 8 m³ não houve probabilidade de toque de óleo na costa. Já nos de 200 m³, ocorreu nos dois períodos, com probabilidade máxima de 1,4% (Período 2). Nos cenários de pior

caso, a chegada de óleo na costa teve probabilidade máxima de 56,7% e tempo mínimo de 5 dias, ambos no Período 1.

A área de presença de óleo em superfície com probabilidades acima de 30% encontra-se a uma distância de 1.820 km da costa no Período 1 e 1.300 km no Período 2 (Figura 1). De forma geral, o Período 1 alcançou maiores distâncias do ponto de vazamento quando comparado ao Período 2.

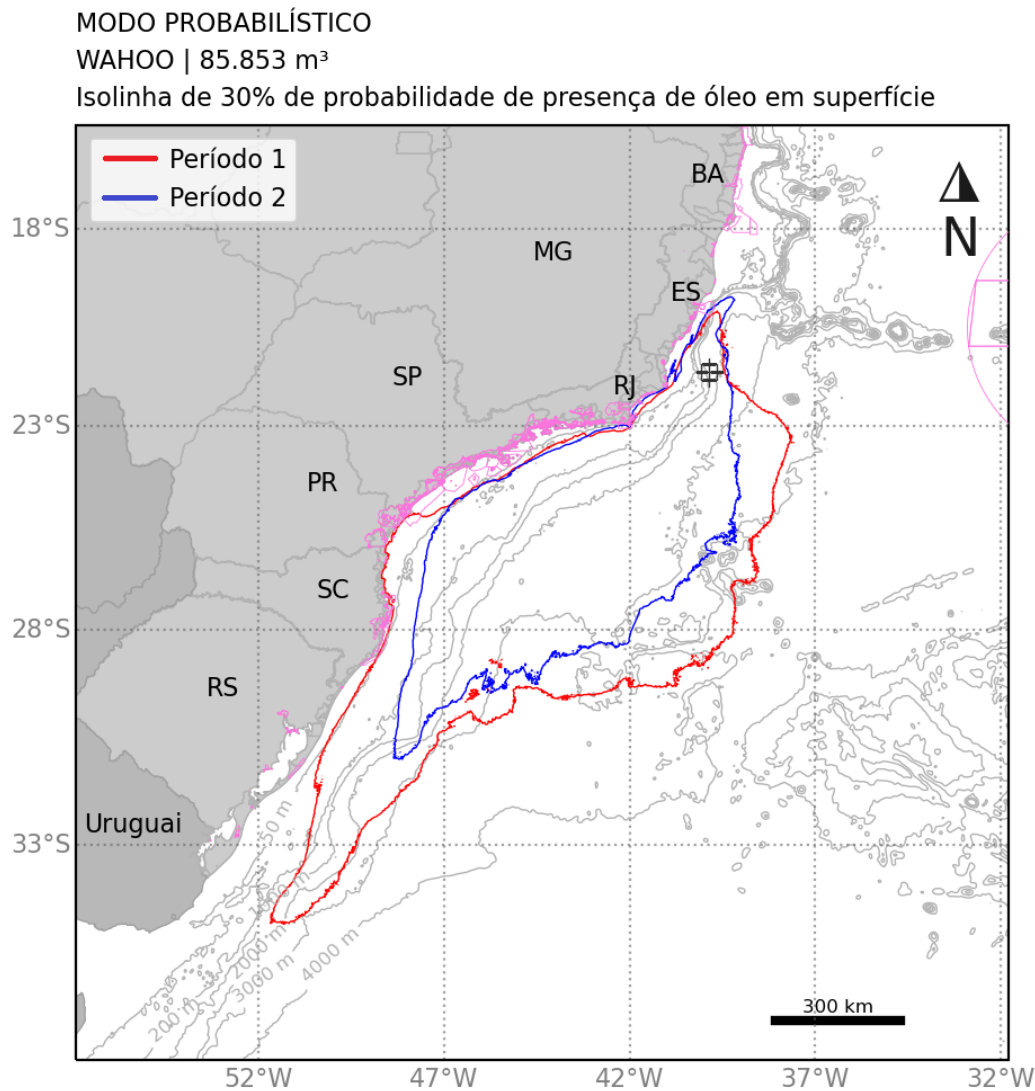


Figura 1: Isolinha de 30% de probabilidade dos resultados de pior caso (85.853 m³) para o Período 1 (em vermelho) e Período 2 (em azul).

Em relação às unidades de conservação (UCs), a maior probabilidade (70,7% - Período 2) e o menor tempo (4,3 dias - Período 1) foram alcançados na RESEX Marinha Arraial do Cabo-RJ e APA de Três Ilhas -ES, respectivamente.

O principal processo de intemperismo foi a dispersão na coluna d'água, com mediana entre 37 e 42%, seguida pela evaporação (mediana de ~40%). O óleo remanescente em superfície ao final das simulações apresentou mediana entre 16 e 20% e valor máximo entre 25 e 28%. No fundo marinho as simulações apresentaram mediana de 0,2% e o máximo na costa foi de 14,8%.

Na coluna d'água, nos cenários de pior caso, concentrações acima de 50 ppb podem ser observados desde o fundo até a superfície, apresentando maiores concentrações (> 200 ppb) abaixo de 1.000 m de profundidade e em subsuperfície. O maior espalhamento horizontal ocorre na camada próxima à superfície, na qual a área com probabilidade de presença de óleo é similar à observada em superfície.

No fundo marinho, somente são observadas probabilidades no cenário de pior caso, com probabilidades mais altas restritas a regiões profundas próximas de 1.000 m, à noroeste do ponto de vazamento. Em profundidades menores que 50 m, próximas a costa norte do RJ e ES, são observadas probabilidades mais esparsas, com valores predominantes inferiores a 5%, com exceção de algumas regiões pontuais com valores entre 20 e 40%, principalmente no Período 2.

1. Introdução

O presente relatório descreve os resultados obtidos na modelagem numérica de transporte de óleo no mar para os cenários acidentais de vazamento a partir de um ponto de risco localizado no Campo de Wahoo – Bacia de Campos. A localização do ponto de vazamento é apresentada na Figura 2 e na Tabela 1.

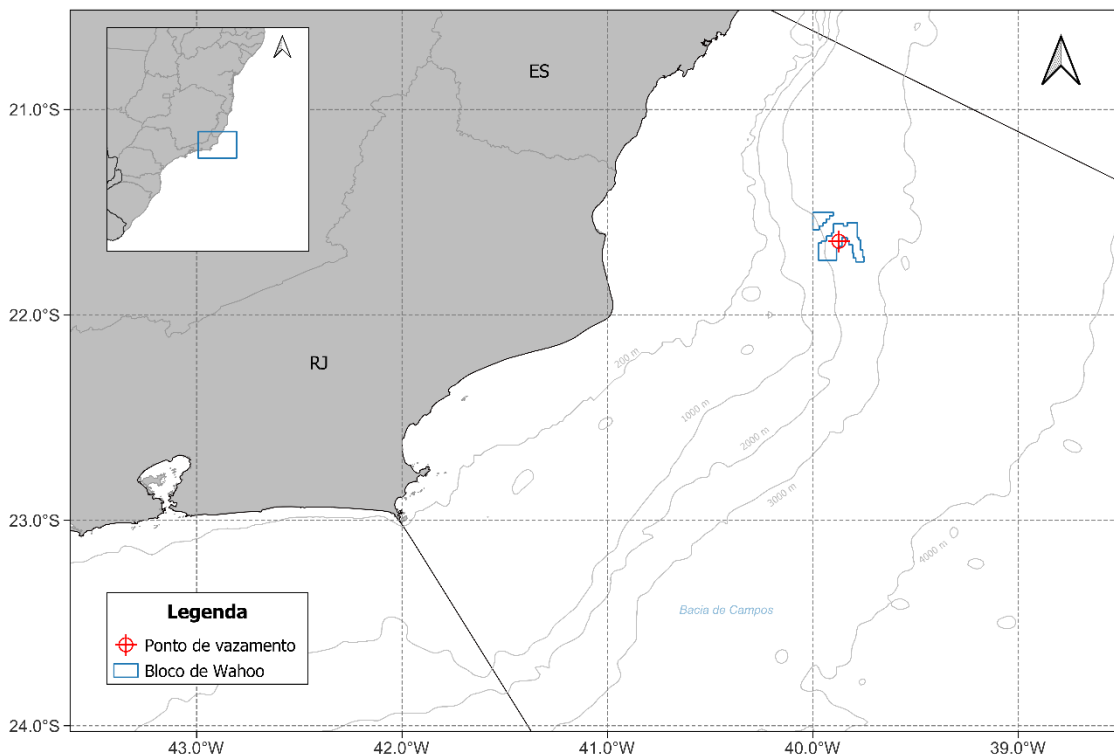


Figura 2: Localização do ponto de vazamento considerado na modelagem.

Tabela 1: Coordenadas do ponto de vazamento considerado na modelagem como ponto de risco.

Datum	Latitude	Longitude	Profundidade (m)
SIRGAS2000	21°38'32"S	39°52'27"W	1.462

Como forçante oceanográficas foram utilizados os campos de correntes, temperatura e salinidade do mar da base hidrodinâmica desenvolvida com o modelo **ROMS** (*Regional Ocean Modeling System*) (HAIDVOGEL *et al.*, 2008). Maiores detalhes sobre os dados hidrodinâmicos podem ser obtidos no relatório de modelagem hidrodinâmica elaborado para este mesmo processo de licenciamento.

Em seguida foi realizada a simulação da dispersão do óleo para as condições meteoceanográficas características da região, estimando o comportamento do óleo vazado em cada uma delas. Este estudo foi elaborado considerando os requisitos apresentados em termos de referência do IBAMA

para as modelagens de dispersão de óleo que compõem os Estudos Ambientais para sistemas de produção de petróleo. Os sistemas de modelagem, metodologias e análises empregados neste documento estão alinhados com os requisitos da norma internacional ASTM¹ F2067-13 para desenvolvimento e uso de modelos de trajetórias de derramamentos de óleo (ASTM, 2013).

¹ *American Society for Testing and Materials*

2. Sobre a Modelagem Computacional

Modelos numéricos são ferramentas que tem como objetivo a representação da dinâmica e dos processos envolvidos no objeto de estudo através de equações matemáticas e parametrizações. Modelos geram resultados que são aproximações do estado real e possuem limitações e erros inerentes ao método (e.g., erro de truncamento, erro de aproximação e parametrização de processos físicos não resolvíveis). Todas essas fontes contribuem para divergências entre o estado real e o simulado do oceano. Apesar de todas as incertezas, os resultados gerados podem descrever de forma satisfatória a hidrodinâmica e processos de dispersão de constituintes quando é avaliado por diferentes fontes de dados coletados no domínio

Em estudos de modelagem hidrodinâmica e de dispersão de óleo é necessário que o estudo atenda premissas específicas:

- que apresente domínio suficiente para que o óleo não saia de seus limites (ou que caso saia, que seja com valores de probabilidades muito baixos);
- ter resolução espacial e resolução temporal capazes de resolver feições e fenômenos de diferentes escalas;
- ter representação tridimensional do óleo no ambiente marinho, resolver o transporte e dispersão das parcelas do óleo em superfície, em gotículas e dissolvidas na água, e resolver todos os processos de intemperismo do óleo;
- que o número de simulações da modelagem de dispersão de óleo represente a variabilidade ambiental da região de estudo.

Assim se faz necessário delimitações nas modelagens para que seja avaliado o esforço computacional na representação de fenômenos em diferentes escalas nos resultados de cada estudo para que possa atender a todos esses requisitos. A interpretação dos resultados deve ser feita à luz dessas delimitações adotadas e incertezas do modelo.

3. Cenários de Modelagem de Dispersão de Óleo

Foram considerados três possíveis casos de vazamentos acidentais. O montante de óleo relacionado a cada caso é:

- Pequeno porte - 8 m³;
- Médio Porte - 200 m³;
- Pior caso (maior volume) – 85.853 m³ (540.000 bbl).

Esses volumes simulados estão em concordância com a resolução CONAMA nº 398/2008, que dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual, para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional.

No estudo de dispersão de óleo, dois tipos de simulações foram conduzidos: probabilísticas e determinísticas. Em todos os cenários simulados, a biodegradação do óleo foi desligada. Na Tabela 2 é apresentado o resumo dos cenários simulados.

Tabela 2: Resumo dos cenários de vazamento simulados.

Modelo	Tipo de óleo	Volume Total (m ³)	Vazamento	Tempo (dias)	Profundidade do vazamento (m)
Probabilístico					
Pequeno Porte	Cru	8	instantâneo	30 dias	superfície
Médio Porte	Cru	200	instantâneo	30 dias	superfície
Pior caso	Cru	85.853	contínuo (30 dias)	60 dias	Fundo (1.462 m)
Determinístico					
Tempo mínimo de toque de óleo na costa	Cru	85.853	contínuo (30 dias)	60 dias	Fundo (1.462 m)
Maior massa de óleo acumulada na costa	Cru	85.853	contínuo (30 dias)	60 dias	Fundo (1.462 m)

4. Metodologia

4.1. Modelo de transporte

As simulações numéricas apresentadas nesse estudo foram feitas com o OSCAR (*Oil Spill Contingency and Response*), modelo desenvolvido pela SINTEF para o cálculo da dispersão de manchas de óleo. A descrição do modelo de dispersão de óleo é apresentada no Anexo I.

4.2. Óleo nas Unidades de Conservação

Foram separadas todas as Unidades de Conservação (UCs) - federais, estaduais e municipais - disponibilizadas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (MMA, 2019a), nos instrumentos legais de criação e em ICMBIO (2018) e WWF (2016), da região em que se verifica probabilidade de óleo na costa ou na região costeiro-oceânica.

Para identificação da probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo em cada UC, foram considerados os resultados do modelo de dispersão de óleo:

- em superfície,
- na coluna d'água; e
- na costa.

Foram selecionados os valores de probabilidade e tempo mais críticos para cada unidade de conservação. As UCs levantadas para a região e consideradas no presente estudo são apresentadas no Anexo II.

4.3. Descrição das Grades

Neste estudo utilizou-se duas grades regulares, uma para os volumes de 8 e 200 m³, com resolução espacial de 2 km nas direções zonal e meridional, limitadas ao sul, 34°25'S, ao norte, 16°27'S, a oeste, 54°3'W e a leste, 34°9'W (Figura 3 - acima), e uma grade para o cenário de pior caso (85.853 m³), com resolução espacial de 2,5 km nas direções zonal e meridional, limitadas ao sul, 37°45'S, ao norte, 15°18'S, a oeste, 56°54'W e a leste, 31°48'W (Figura 3 – abaixo). Com isso, obteve-se uma matriz com 1.000 por 1.000 pontos em ambas as grades.

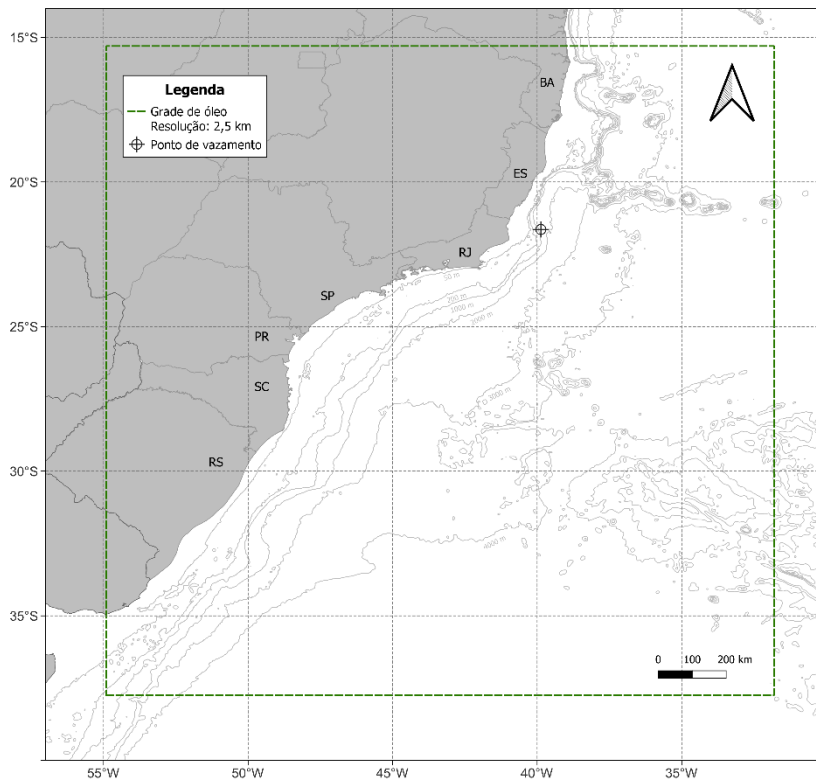
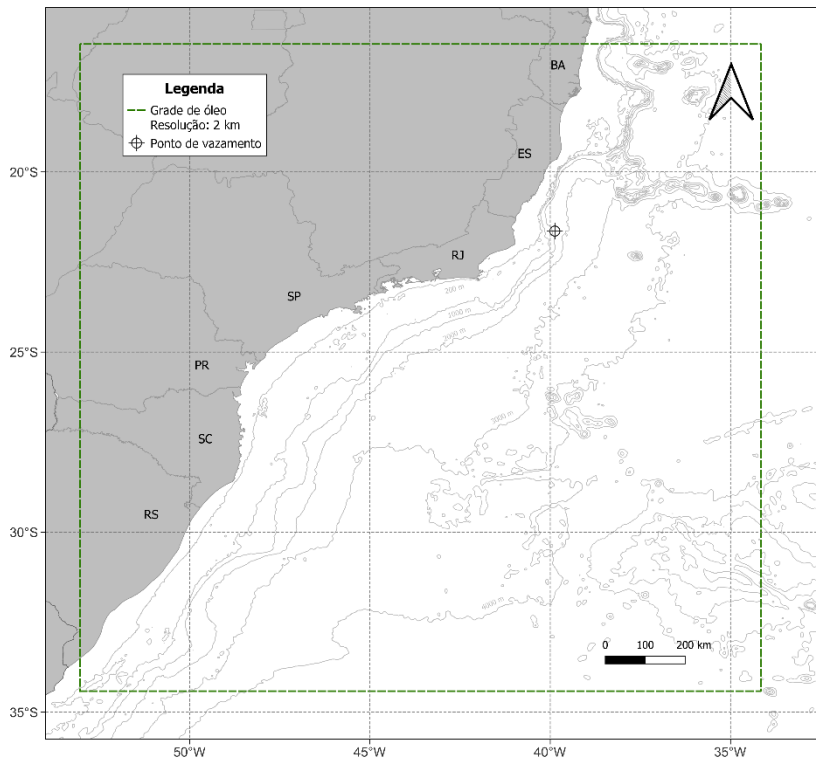


Figura 3: Representação do limite das grades de óleo para os volumes de 8 e 200 m³ (acima) e para o volume de pior caso – 85.853 m³ (abaixo).

Para os volumes de 8 e 200 m³, o número de camadas utilizadas na vertical foi 21, indo de 0 a 202 m de profundidade (primeira camada de 0 a 2 m e as demais camadas espaçadas em 10 m), totalizando 21.000.000 elementos de grade. Para o volume de pior caso (85.853 m³), o número de camadas utilizadas na vertical foi 41, indo de 0 a 1.462 m de profundidade (primeira camada de 0 a 2 m e as demais camadas espaçadas em 36,5 m), totalizando 41.000.000 elementos de grade

A resolução espacial e o número de camadas na vertical utilizadas são definidos levando em consideração a área total do domínio a ser considerada e as limitações do modelo com relação ao número máximo de elementos de grade permitido em cada dimensão, buscando sempre a maior resolução possível que seja capaz de representar os resultados de interesse.

A grade do modelo de óleo com a batimetria é apresentada na Figura 4. Para manter a concordância com a modelagem hidrodinâmica, os dados de batimetria utilizados são provenientes de cartas náuticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e da base global ETOPO1 (AMANTE; EAKINS, 2009).

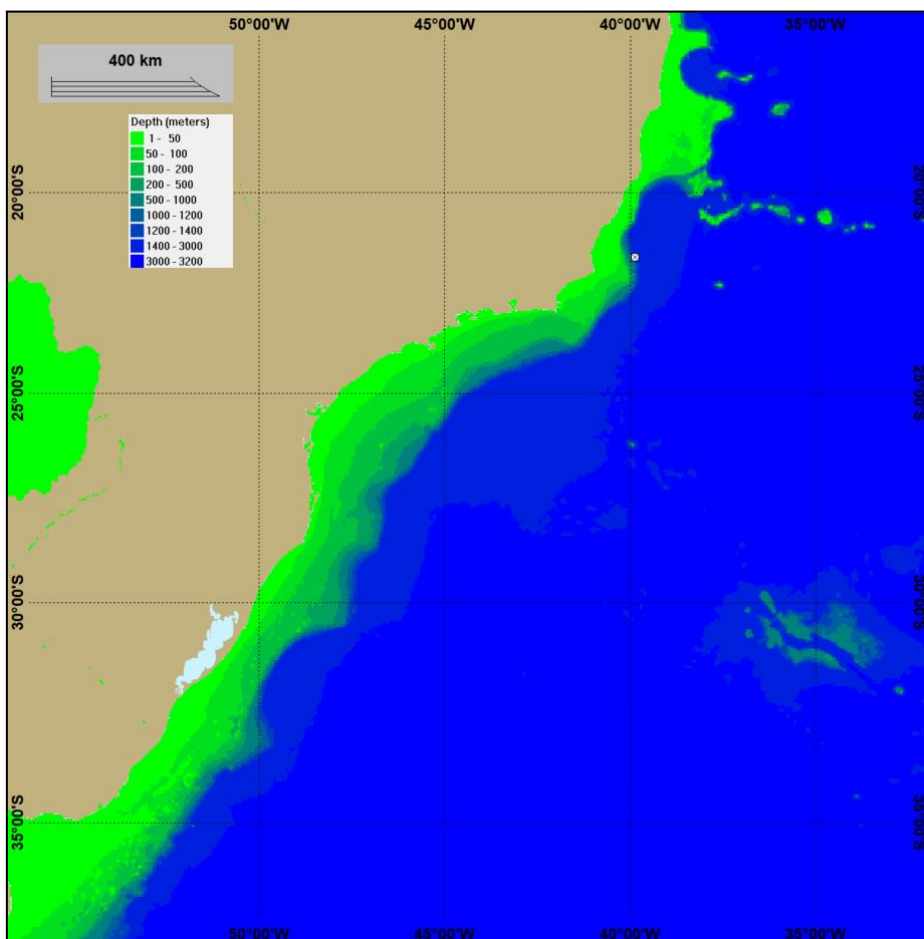


Figura 4: Grade de batimetria utilizada na simulação.

Como discutido no Anexo I – Óleo na Costa, as interações óleo-linha de costa no modelo OSCAR são dependentes tanto do tipo de óleo considerado na modelagem quanto do tipo de linha de costa. O tipo da linha de costa considerado definirá a máxima capacidade de retenção do óleo nos pontos da grade do modelo que representam a costa.

Para este estudo foram utilizadas as informações de linha de costa de Cartas de Sensibilidade ao Óleo (Cartas SAO) (MMA, 2021) e, para a região de estudo que não é contemplada nestas Cartas, informações do projeto MAREM – Mapeamento Ambiental para Resposta a Emergência no Mar (MAREM, 2021). As Cartas SAO constituem uma ferramenta e fonte de informações para o planejamento de contingência e para a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo. O MAREM faz parte de um Acordo de Cooperação Técnica entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), cujo objetivo é criar um banco de dados georreferenciados de todo o litoral brasileiro, para servir de suporte para o planejamento e gestão de uma operação de resposta a acidentes envolvendo derramamento de óleo no mar.

Para adequar a segmentação da costa com a resolução do modelo de óleo, adotou-se o critério de que se certo tipo de costa tivesse extensão inferior à resolução da grade (< 2,5 km), seria considerado para aquele segmento o tipo de costa predominante no entorno.

Para o domínio do estudo foram definidos cinco tipos de costa predominantes:

- Costão rochoso
- Praia arenosa
- Estrutura artificial abrigada
- Planície de maré
- Manguezal / Marisma / Barra de rio vegetada

O detalhamento da linha de costa utilizado na grade da modelagem de óleo é apresentado no Anexo III.

4.4. Forçantes

4.4.1 Ventos

Os dados de vento utilizados como forçante no modelo são provenientes do ERA5, a última geração da Reanálise do ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) e a primeira produzida como serviço operacional, com resolução temporal horária e espacial de 31 km em 137 níveis atmosféricos, desde a superfície até 0,01 hPa (HENNERMANN, 2017).

As Reanálises climáticas do ECMWF começaram com o FGGE, produzida na década de 1980, seguida pelo ERA-15, ERA-40 e mais recentemente pelo ERA-Interim. O ERA5 é uma reanálise que cobre

dados de 1950 até o presente e atualmente apresenta dados disponibilizados para uso público para o período de 2010 a 2016.

Em relação ao seu antecessor ERA-Interim, as principais melhorias apresentadas no ERA-5 são (HENNERMANN, 2017):

- Resolução espacial e temporal muito maior
- Informações sobre a variação de qualidade em relação ao espaço e ao tempo
- Troposfera otimizada
- Melhor representação de ciclones tropicais
- Melhor equilíbrio global de precipitação e evaporação
- Maior precipitação sobre a terra nos trópicos profundos
- Melhor umidade do solo
- Temperatura mais consistente da superfície do mar e gelo marinho

O ERA5 combina grandes quantidades de observações históricas em estimativas globais utilizando sistemas avançados de modelagem e assimilação de dados. O ERA5 foi produzido usando a assimilação de dados 4DVar em CY41R2 do IFS (*Integrated Forecast System*) do ECMWF. As observações utilizadas na assimilação de dados do ERA-5 incluem dados de satélite e dados *in situ*. Entre os dados de satélite, estão dados de diferentes sensores de uma gama de satélites que inclui AQUA, ERS-2, ENVISAT, JASON-1, JASON-2, entre muitos outros. As observações *in situ* são provenientes do WMO *Information System* (WIS) e incluem dados de estação de terra, boias de deriva, dados de navios, radiossondas, radares, entre outros.

Para este estudo foram utilizados e tratados 3 anos de dados do ERA5 (2012 a 2014) com uma frequência temporal de 1 hora. A seguir, são apresentadas as rosas dos ventos mensais (Figura 6), elaboradas para o período analisado, além das tabelas de ocorrência de direção e intensidade (Tabela 3 e

Direção	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
N	8,7	4,4	12,8	8,6	10,3	14,7	16,2	10,1	6,7	8,0	8,1	13,9
NNE	35,4	31,4	27,1	10,1	14,3	22,9	18,2	20,9	31,1	31,2	22,6	40,3
NE	27,7	35,8	18,1	11,2	9,1	13,0	12,8	9,2	21,6	19,4	17,6	20,8
ENE	12,4	15,7	8,6	9,6	5,2	7,1	6,2	15,6	8,9	10,3	6,2	5,2
E	2,2	3,9	5,3	7,9	7,2	7,7	4,3	13,5	4,0	4,8	8,2	3,6
ESE	1,4	2,2	6,1	8,1	8,7	6,8	5,7	6,9	3,2	4,2	8,8	2,6
SE	3,3	2,0	5,3	12,6	10,8	8,6	9,5	4,2	5,0	2,3	5,6	1,8
SSE	3,1	1,3	4,6	5,8	10,8	4,0	7,8	3,5	5,0	4,8	4,4	2,9
S	1,2	0,9	3,0	7,6	7,6	4,4	2,7	5,2	3,0	5,8	6,4	1,8

SSW	0,9	0,6	2,1	8,8	5,1	3,1	5,7	5,8	3,8	3,7	4,7	2,5
SW	0,8	0,3	1,7	3,1	4,1	2,2	5,7	1,7	4,3	1,7	2,1	1,1
WSW	0,2	0,3	0,9	0,9	1,1	0,6	0,9	0,6	0,4	0,4	1,8	0,5
W	0,1	0,3	0,5	0,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	1,0	0,4
WNW	0,5	0,2	0,8	1,3	1,2	0,8	0,7	0,4	0,2	0,6	0,9	0,5
NW	0,9	0,3	1,2	1,4	1,8	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9
NNW	1,3	0,6	2,0	2,3	2,1	2,6	2,3	1,3	1,7	2,0	0,9	1,3

Tabela 4) para o ponto mais próximo ao local de vazamento.

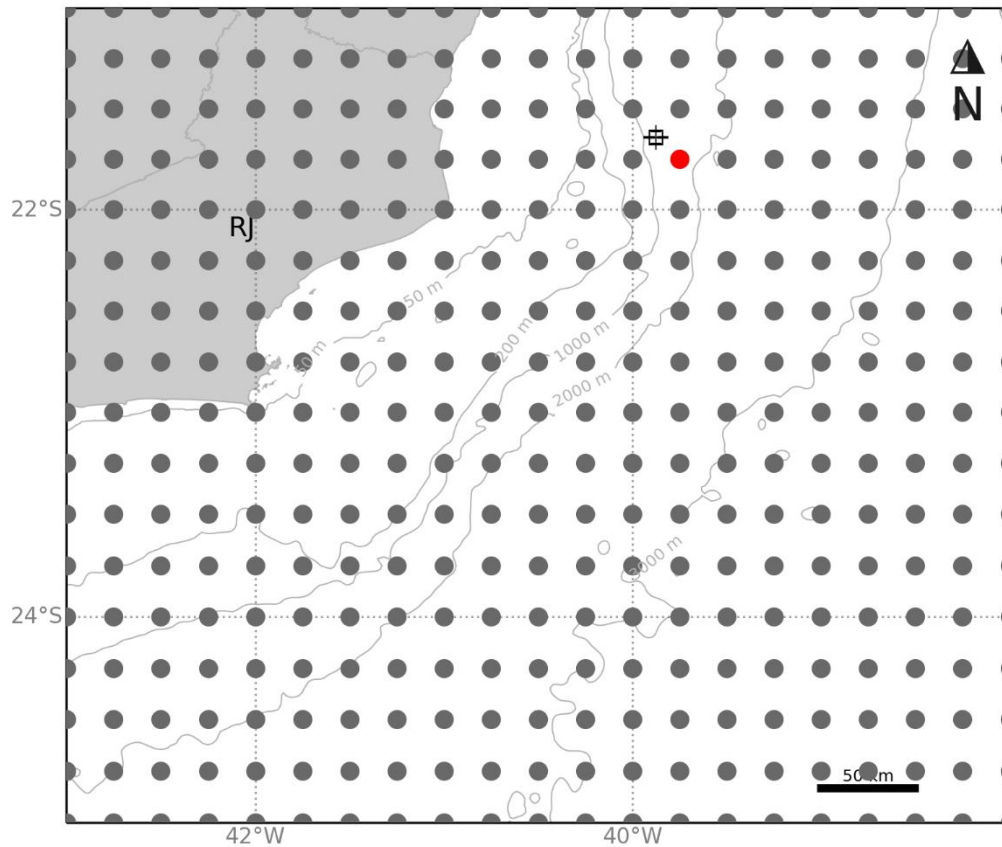


Figura 5: Localização dos pontos de grade do ERA5 (em cinza) em relação ao ponto de vazamento. O ponto em vermelho é o mais próximo do ponto de vazamento.

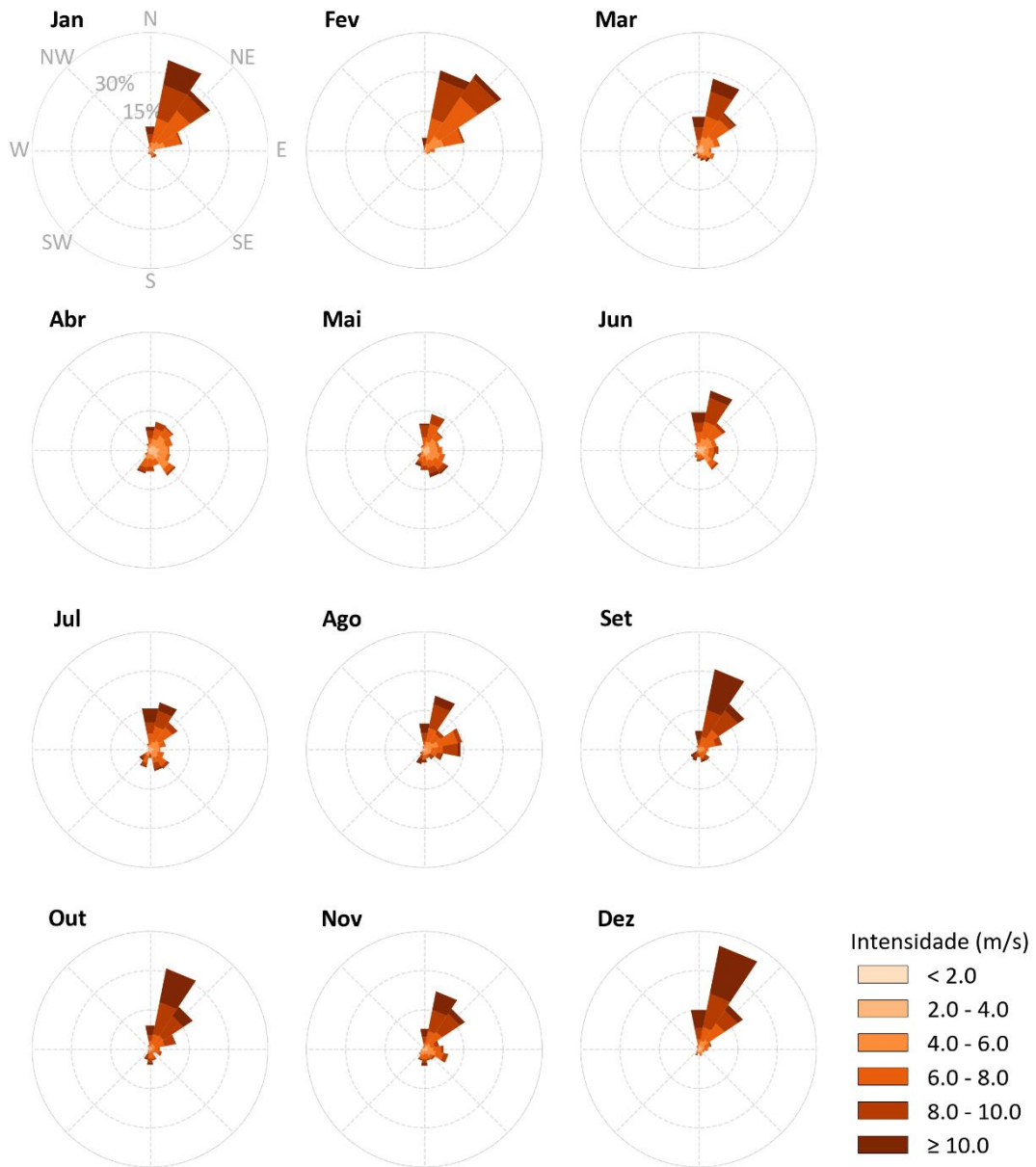


Figura 6: Rosa dos ventos média mensal para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

Tabela 3: Ocorrência mensal de direção dos ventos para o ponto analisado.

Direção	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
N	8,7	4,4	12,8	8,6	10,3	14,7	16,2	10,1	6,7	8,0	8,1	13,9
NNE	35,4	31,4	27,1	10,1	14,3	22,9	18,2	20,9	31,1	31,2	22,6	40,3
NE	27,7	35,8	18,1	11,2	9,1	13,0	12,8	9,2	21,6	19,4	17,6	20,8
ENE	12,4	15,7	8,6	9,6	5,2	7,1	6,2	15,6	8,9	10,3	6,2	5,2
E	2,2	3,9	5,3	7,9	7,2	7,7	4,3	13,5	4,0	4,8	8,2	3,6
ESE	1,4	2,2	6,1	8,1	8,7	6,8	5,7	6,9	3,2	4,2	8,8	2,6
SE	3,3	2,0	5,3	12,6	10,8	8,6	9,5	4,2	5,0	2,3	5,6	1,8
SSE	3,1	1,3	4,6	5,8	10,8	4,0	7,8	3,5	5,0	4,8	4,4	2,9
S	1,2	0,9	3,0	7,6	7,6	4,4	2,7	5,2	3,0	5,8	6,4	1,8
SSW	0,9	0,6	2,1	8,8	5,1	3,1	5,7	5,8	3,8	3,7	4,7	2,5
SW	0,8	0,3	1,7	3,1	4,1	2,2	5,7	1,7	4,3	1,7	2,1	1,1
WSW	0,2	0,3	0,9	0,9	1,1	0,6	0,9	0,6	0,4	0,4	1,8	0,5
W	0,1	0,3	0,5	0,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	1,0	0,4
WNW	0,5	0,2	0,8	1,3	1,2	0,8	0,7	0,4	0,2	0,6	0,9	0,5
NW	0,9	0,3	1,2	1,4	1,8	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9
NNW	1,3	0,6	2,0	2,3	2,1	2,6	2,3	1,3	1,7	2,0	0,9	1,3

Tabela 4: Ocorrência mensal de intensidade dos ventos para o ponto analisado.

Meses	Intensidade (m/s)					
	< 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 6,0	6,0 - 8,0	8,0 - 10,0	≥ 10,0
Jan	0,6	5,2	15,7	37,2	26,0	15,2
Fev	1,1	6,0	18,1	38,7	25,9	10,1
Mar	3,1	13,4	22,0	28,6	20,3	12,6
Abr	6,0	20,5	32,1	26,4	12,3	2,7
Mai	4,6	15,3	24,5	32,3	19,3	3,9
Jun	5,7	15,4	21,3	29,4	19,5	8,7
Jul	4,2	7,8	22,2	31,8	20,4	13,6
Ago	0,7	7,2	20,0	28,5	29,1	14,5
Set	0,3	2,8	11,8	25,5	30,9	28,8
Out	1,4	4,8	10,5	25,2	33,1	24,9
Nov	2,7	10,2	17,6	26,9	26,6	16,0
Dez	2,2	8,2	12,1	22,2	26,0	29,3

4.4.2 Correntes

Como forçante hidrodinâmica foram utilizados os resultados do modelo hidrodinâmico descritos no item 3 - Modelagem Hidrodinâmica. Assim, são apresentadas as rosas de correntes mensais (Figura 7) para o ponto mais próximo do local de vazamento, além das tabelas de ocorrência de direção e intensidade (Tabela 5 e Tabela 6).

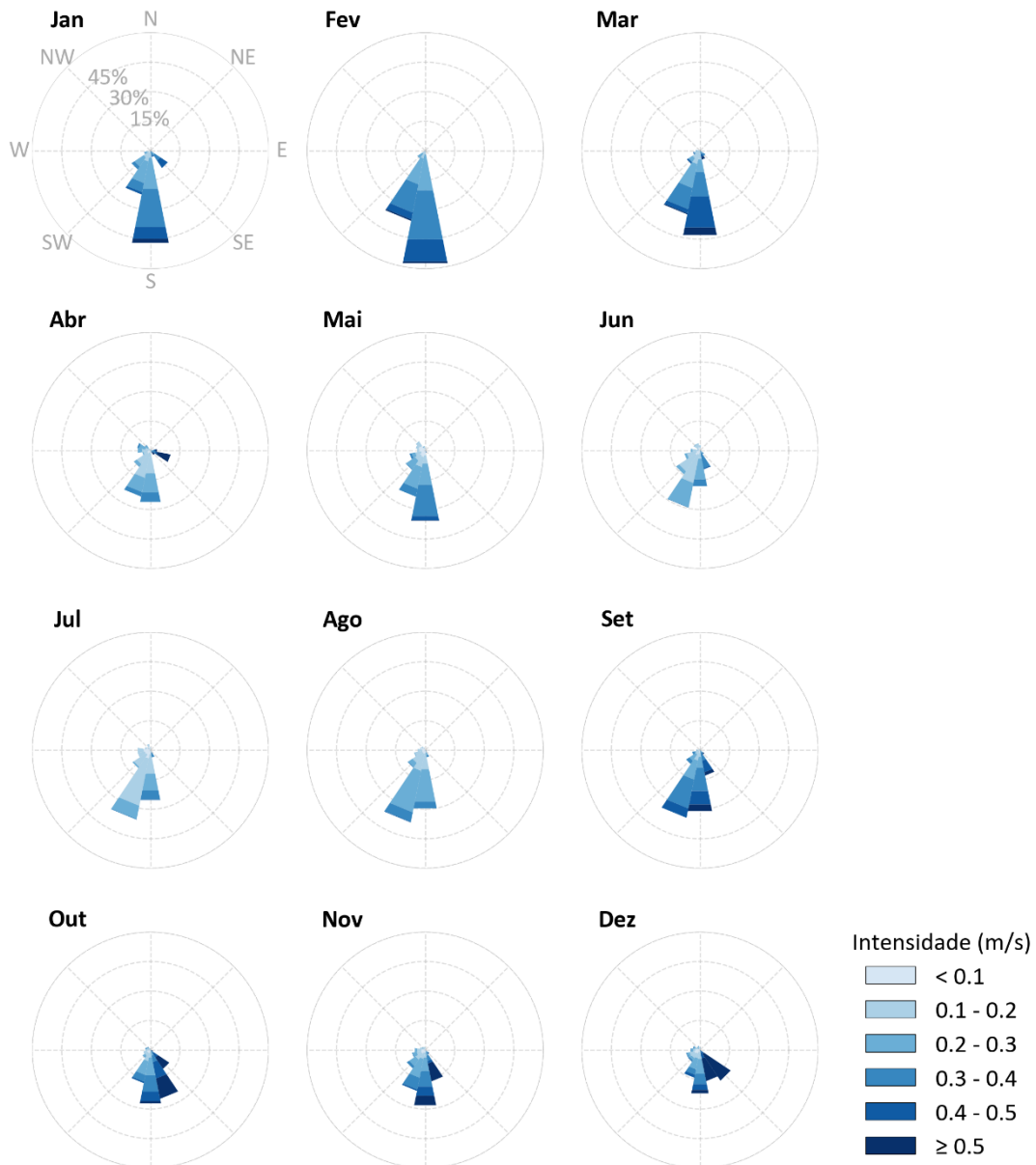


Figura 7: Rosa de correntes mensais para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

Tabela 5: Ocorrência mensal de direção das correntes para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

Direção	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
N	0,3	-	0,2	0,3	1,4	2,6	1,5	0,5	0,8	0,5	1,3	1,3
NNE	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
NE	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
ENE	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-
E	-	-	-	3,4	-	-	-	0,5	-	-	-	-
ESE	-	-	0,6	10,5	-	0,7	0,2	0,3	0,7	1,3	0,2	0,2
SE	10,6	-	3,2	2,7	-	2,3	0,7	0,6	2,6	11,5	2,6	18,7
SSE	3,2	-	4,6	-	1,2	9,8	3,8	3,7	13,2	25,3	16,2	16,1
S	47,8	58,3	43,7	26,7	36,4	18,5	25,9	30,1	31,5	27,7	28,6	22,4
SSW	22,7	36,4	33,0	23,9	24,0	29,7	36,0	37,5	35,0	17,2	21,2	14,4
SW	11,5	4,8	8,0	10,1	11,9	14,6	11,0	10,7	8,5	4,9	11,3	7,2
WSW	3,2	0,5	3,6	4,2	8,1	8,1	6,6	5,7	4,0	3,5	6,8	7,2
W	-	-	2,0	6,4	4,2	4,7	6,6	3,8	1,8	2,5	5,4	4,8
WNW	0,3	-	0,5	6,8	4,8	1,6	3,0	2,8	0,5	2,6	2,8	3,7
NW	0,3	-	0,3	3,4	5,7	3,8	1,8	2,4	0,8	2,0	1,9	1,7
NNW	-	-	0,3	0,7	2,3	3,7	3,3	1,4	0,7	0,9	1,7	2,2

Tabela 6: Ocorrência mensal de intensidade das correntes para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

Meses	Intensidade (m/s)					
	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	≥ 0,5
Jan	3,8	12,1	37,2	32,5	12,4	2,1
Fev	0,7	7,5	35,0	40,1	15,0	1,7
Mar	2,0	19,4	24,7	27,5	20,7	5,7
Abr	7,9	40,4	28,9	11,5	2,3	9,0
Mai	22,8	21,4	30,4	23,0	2,3	0,2
Jun	13,4	42,8	31,1	12,2	0,6	-
Jul	20,1	55,3	16,5	7,7	0,3	-
Ago	14,0	32,4	43,2	10,2	0,3	-
Set	5,1	12,8	23,1	35,6	18,0	5,6
Out	7,9	16,1	21,9	18,0	17,0	19,1
Nov	12,2	19,6	27,3	19,6	7,0	14,4
Dez	12,9	15,9	20,5	10,7	10,2	29,9

4.4.3 Separação Sazonal

A partir da observação das informações de ventos e correntes são identificadas duas condições sazonais a serem utilizadas no estudo. A primeira, denominada **Período 1**, compreende os meses de **setembro a fevereiro** e a segunda, denominada **Período 2**, compreende os meses de **março a agosto**.

A partir da observação das rosas dos ventos do ponto do ERA5 próximo ao ponto de vazamento, que trazem informações sobre as frequências de ocorrência conjunta de direção e intensidade dos ventos na região, foi observado em ambos os períodos uma maior frequência de ventos do primeiro quadrante, com predominância de ventos de NNE e NE. No Período 2, porém, ocorre um aumento da frequência de ventos de outras direções, em especial do segundo e terceiro quadrantes (SE e S). Além disso, as maiores intensidades (> 8 m/s) foram observadas no Período 1 (Figura 8).

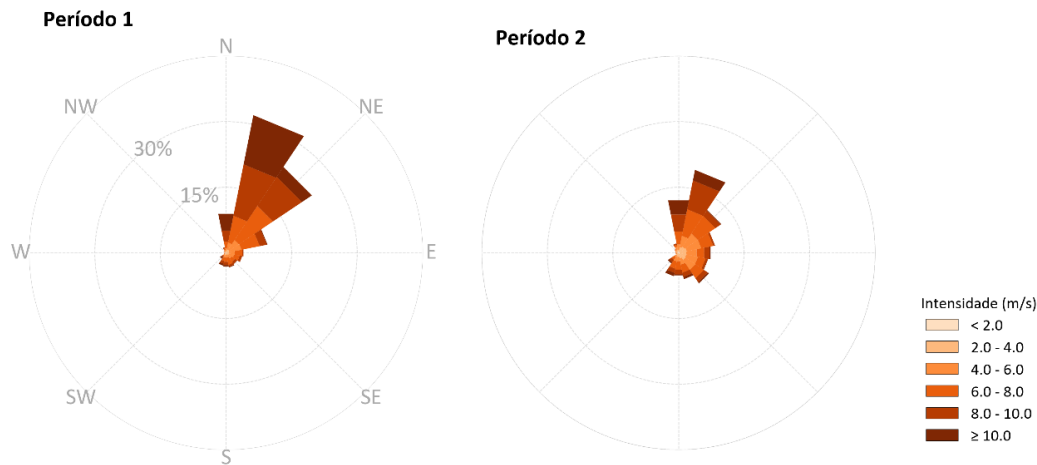


Figura 8: Rosa dos ventos por período sazonal para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

Em relação às correntes, há predominância de direção para S em ambos os períodos, porém com predominância de maiores intensidades (> 0,4 m/s) e maior frequência de correntes para SSE no Período 1 (Figura 9).

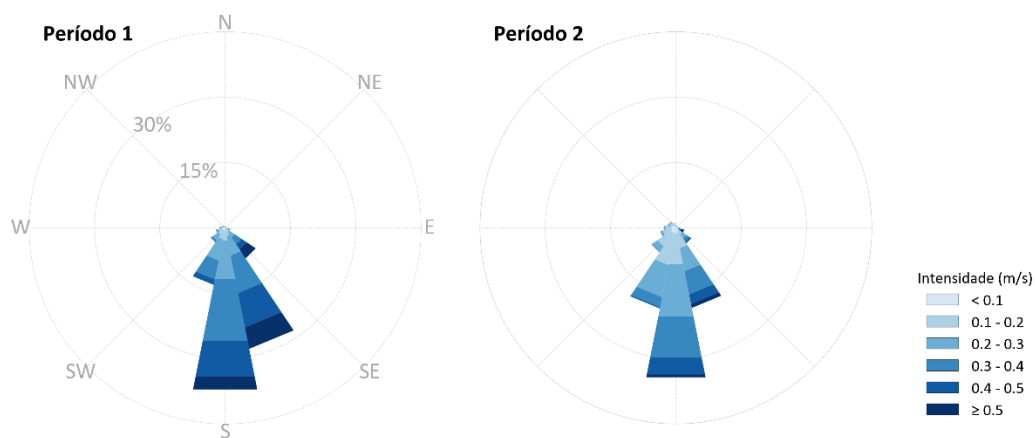


Figura 9: Rosa de correntes por período sazonal para o ponto mais próximo ao ponto de vazamento.

4.4.4 Salinidade e Temperatura

Para definir os perfis de salinidade e temperatura a serem incorporados na modelagem de dispersão de óleo foram utilizados os dados dos resultados da Modelagem Hidrodinâmica (item 3).

O perfil apresentado (Figura 10) representa a média dos dados para o ponto de grade mais próximo do ponto de vazamento e dentro dos períodos sazonais escolhidos (item 4.4.3).

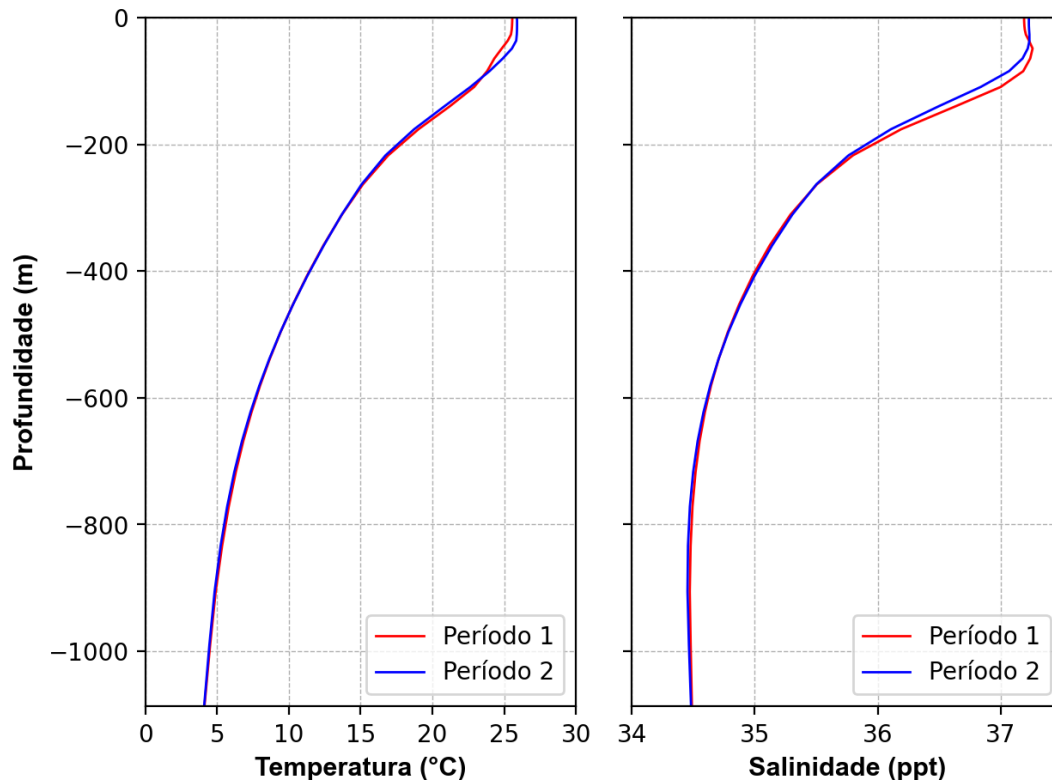


Figura 10: Perfis de salinidade e temperatura para o ponto de grade mais próximo ao ponto de vazamento.

4.5. Variabilidade Ambiental

Na implementação de um modelo probabilístico de vazamento de óleo é necessária a definição de um universo amostral que represente a variabilidade ambiental da região. No modelo OSCAR, o universo amostral é criado por n repetições com condições de vento e corrente correlacionadas (*i.e.* condição de vento e de corrente são para o mesmo dia), o que cria a necessidade de se definir o número de simulações que serão conduzidas na realização da modelagem. Este número deve ser suficiente para representar de forma adequada a variabilidade ambiental presente na região, obtendo um mapa de probabilidade estatisticamente coerente.

A metodologia proposta por Elliot (2004) sugere o número adequado de simulações baseado na análise do número de zeros-ascendentes (*zero-up-crossing*) do vento, que consiste na identificação do número de vezes em que as componentes zonal (u) e meridional (v) do vento trocam de sinal. De

forma prática, a alteração de sentido nas componentes está ligada a mudanças no padrão sinótico do vento, como por exemplo, no período de passagem de um sistema frontal pela região.

Dessa forma, com objetivo de avaliar a variabilidade das escalas temporais transientes presentes nos dados de ventos analisados e utilizados nesse relatório, foi realizada uma análise de zeros ascendentes (*zero-up-crossing*) do ponto do ERA5 mais próximo ao ponto de vazamento (Figura 5). Os resultados podem ser observados na Figura 11.

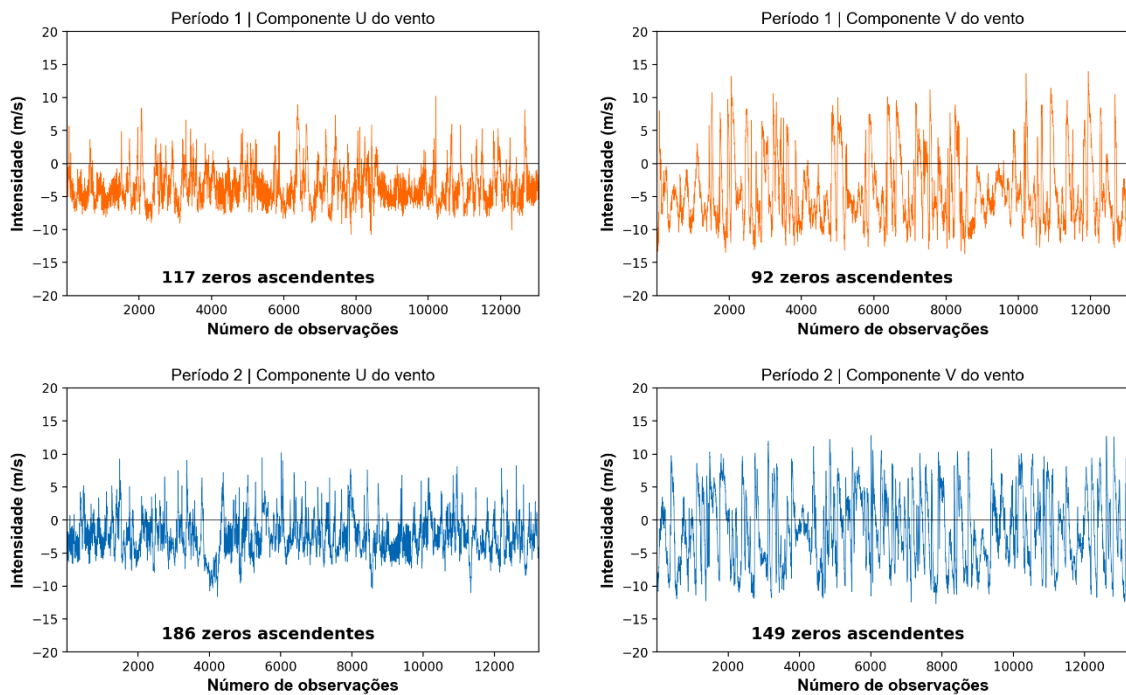


Figura 11: Séries temporais das componentes “u” e “v” do vento para o ponto de vazamento e o número de zeros ascendentes presentes nas séries.

Observa-se que o número de zeros ascendentes para a componente zonal (u) do vento foi de 117 para o Período 1 e 186 para o Período 2. Já a componente meridional (v) apresentou 92 zeros ascendentes no Período 1 e 149 no Período 2.

Assim, tendo como base a metodologia proposta por Elliot (2004), para uma correta representação dessa variabilidade na modelagem probabilística de óleo, os números mínimos de simulações aconselháveis seriam de 186 e 149 para os períodos 1 e 2, respectivamente. No estudo, no entanto, foram utilizadas 500 simulações para cada condição sazonal de acordo com termo de referência recente emitido pelo IBAMA. Essas simulações são escolhidas com espaçamento de tempo regular, permitindo assim considerar todo o período de dados e toda a variabilidade ambiental da região no período.

4.6. Estratégias de Modelagem

4.6.1 Cenários de vazamento

Para os volumes de 8 m³ e 200 m³ foram realizadas simulações de vazamentos instantâneos de óleo cru em superfície, enquanto para as simulações de eventos de pior caso, foram considerados **vazamentos contínuos de fundo (1.462 m)** de 30 dias em dois períodos sazonais (4.4.3 - Separação Sazonal). Após o término do vazamento foram ainda simulados mais 30 dias para observação do comportamento da deriva do óleo em todos os cenários, totalizando 30 dias (720 horas) de simulação nos cenários de 8 m³ e 200 m³ e 60 dias (1.440 horas) de simulação nos cenários de pior caso.

Em todas as simulações foi realizada uma modelagem tridimensional. Este tipo de modelagem permite o mapeamento das frações do óleo que ficam dissolvidas e dispersas na coluna d'água, além da parcela do óleo que fica na superfície.

4.6.2 Limiares ambientais

Em todas as simulações considerou-se como critério de existência de óleo na superfície espessuras maiores ou iguais ao limiar de 3×10^{-7} metros. Esse valor de espessura está em conformidade com o limite visual indicado na Informação Técnica n° 023/02 (ELPN/IBAMA), que "*corresponde ao filme de óleo denominado por arco-íris*" e com os recentes Termos de Referência.

Para mapeamento das concentrações de óleo disperso/dissolvido na coluna d'água foi utilizada a concentração de 20 ppb como limite para apresentação dos resultados. A especificação de um valor limiar deve ser baseada em critérios que levem em conta a toxicidade dos compostos presentes no óleo.

Para fins práticos é comum a adoção de um valor restritivo que possa ser utilizado de maneira mais geral. Um bom exemplo disso é o critério de presença de óleo baseado na espessura de óleo na superfície. O valor de 20 ppb foi adotado considerando que este valor é aproximadamente 0,1 % da concentração de óleo e graxas permitida para descarte de água produzida de acordo com a resolução CONAMA 393/2007. Esta resolução estabelece que "o descarte de água produzida deverá obedecer a concentração média aritmética simples mensal de óleos e graxas de até 29 mg/L, com valor máximo diário de 42 mg/L".

Dessa forma, se baseando em 0,1% de 29 mg/L temos aproximadamente 29 ppb. O valor de 0,1% foi arbitrado levando em consideração que este valor tem a mesma ordem de grandeza das diluições necessárias para que não sejam observados efeitos tóxicos adversos em descartes de água de produção, conforme observado em Gabardo (2007).

Apesar da concentração de óleo de 20 ppb ser um valor arbitrado em função do estudo de Gabardo (2007), ao compararmos os limiares ambientais a pares internacionais, é observado que o valor selecionado está na mesma ordem de grandeza. Por exemplo, no documento de Ospar Commission (2014) é recomendado o valor de PNEC (do inglês, *Predicted No Effect Concentration* ou Concentração Sem Efeito Previsível) de 70,5 ppb, que cita como referência o estudo de Smit *et al.*

(2009). Esse valor equivale ao descritor HC5 (concentração de risco com efeito adverso para 5% das espécies) que protege 95% das espécies em uma curva de Distribuição de Sensibilidade das Espécies, baseada em 30 valores de CENO (Concentração de Efeito Não Observado) crônicos para 17 espécies marinhas.

Ainda citando exemplo, no documento de Rye *et al.* (2004) onde se discute a criação de um Fator de Impacto Ambiental (em inglês, *Environment Impact Factor – EIF*) em concordância entre operadores de óleo e gás na Noruega, o valor de PNEC adotado para o cálculo do EIF é de 40,4 ppb. Dessa forma, observa-se aderência do valor adotado para o presente estudo com publicações internacionais.

Vale ressaltar que o valor de 20 ppb utilizado como limiar para apresentação dos resultados não está diretamente relacionado com o risco de efeitos tóxicos adversos. Apenas foi utilizado um valor que, em ordem de grandeza, permitisse o mapeamento da pluma de óleo disperso/dissolvido na coluna d'água.

Para avaliação da presença de óleo no fundo marinho, foi utilizado o seguinte procedimento: a partir do cruzamento dos mapas de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água em diversas profundidades com o mapa de batimetria utilizado no estudo, foram obtidos mapas de probabilidade de presença de óleo no fundo oceânico. É importante observar que existe uma diferença entre este procedimento e a especificação de um limiar de concentração de óleo no fundo marinho. Enquanto a concentração de óleo no fundo marinho leva em consideração um efeito cumulativo de adsorção de óleo nos sedimentos, o critério utilizado no mapa de probabilidade leva em consideração apenas o fato do óleo tocar no fundo oceânico com concentrações superiores a 20 ppb.

4.6.3 Características do óleo

Segundo a contratante, a expectativa para o óleo presente no novo prospecto seja próximo do óleo produzido na região, que tem gravidade de 29,3° API. A partir desta informação foi escolhido um óleo do banco de dados do modelo com característica similar. Informações detalhadas do óleo utilizado nas simulações são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 7: Características do óleo utilizado nas simulações.

Classificação do óleo de acordo com termos de referência do IBAMA	Descrição
(X) pesados	maior conteúdo de componentes pesados, evaporação inferior a 50% volume após 1 semana no mar, possibilidade de formação de emulsão. (*)
() condensados	não contém componentes como asfalto e parafinas pesadas, evaporação tipicamente superior a 70% volume, baixa possibilidade de formação de emulsão
() leves	maior conteúdo de componentes leves, evaporação entre 50 a 70% volume, formação de emulsões instáveis.

* Os valores medianos de evaporação variaram entre 39 a 55%.

Propriedades Físicas		
Parâmetro	Valor	Unidade
API	29,3	°
Densidade	0,880	g/cm ³
Viscosidade dinâmica	42 (a 13°C)	cP
Ponto de fluidez (<i>pour point</i>)	- 6	°C
Caracterização Química		
Componentes do Óleo	Fração no Óleo (%)	
C1-C4 gases (dissolvido no óleo)	0,686969	
C5-saturados (n-/iso-/ciclo)	1,096163	
C6-saturados (n-/iso-/ciclo)	1,235332	
Benzeno	0,205889	
C7-saturados (n-/iso-/ciclo)	1,992112	
C1-Benzeno (Tolueno) et, B	0,514354	
C8-saturados (n-/iso-/ciclo)	2,027363	
C2-Benzeno (xilenos; usando O-xileno)	0,553854	
C9-saturados (n-/iso-/ciclo)	2,257062	
C3-Benzeno	1,980399	
C10-saturados (n-/iso-/ciclo)	5,165555	
C4 e C4 Benzenos	0,178123	
C11-C12 (total sat + aro)	3,807028	
Fenóis (C0-C4 alquilado)	0,006058	
Naftalenos 1 (C0-C1-alquilado)	0,205337	
C13-C14 (total sat + aro)	4,111845	

Naftalenos 2 (C2-C3-alkilado)	0,568057
C15-C16 (total sat + aro)	7,909799
HPA 1 (Hidrocarbonetos poliaromático médio solúvel (3 anéis-não-alkilado; < 4 anéis))	0,342658
C17-C18 (total sat + aro)	5,060315
C19-C20 (total sat + aro)	3,886051
Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR: C10 a C36)	4,412718
C21-C25 (total sat + aro)	3,842058
HPA 2 (Hidrocarbonetos poliaromático baixo solúvel (3 anéis-alkilado; 4-5+ anéis))	0,166525
C25+ (total)	47,788378

Curva de Destilação

Temperatura (°C)	Volume (%)
65	2,4
100	6,6
150	12,6
200	20,6
250	29,3
300	38,5
350	48
370	51,8
475	69,6
525	76,8
565	81,3

4.6.4 Parâmetros das Simulações

Os parâmetros utilizados no presente estudo são apresentados na Tabela 4.

Tabela 8: Parâmetros numéricos utilizados no modelo de dispersão de óleo.

Parâmetros do modelo			
Número de partículas	Gotículas (não dissolvidas)	20.000	
	Dissolvidas	20.000	
Dimensão da grade	Zonal	~2.000 (8 e 200 m ³) ~2.500 (85.853m ³)	km
	Meridional	~2.000 (8 e 200 m ³) ~2.500 (85.853m ³)	km
Resolução da grade	Direção X (longitude)	~2.000 (8 e 200 m ³) ~2.500 (85.853m ³)	m
	Direção Y (latitude)	~2.000 (8 e 200 m ³) ~2.500 (85.853m ³)	m
	Direção Z (profundidade) (primeira camada/demais)	2/10 (8 e 200 m ³) 2/36,5 (85.853 m ³)	m
Profundidade para grade de concentração	Min:	0	m
	Max:	202/1.462	m
Limiar de concentração na coluna d'água		20	ppb
Passos de tempo	Passo de tempo de cálculo	15	min
	Passo de tempo de saída	60	min
Duração da simulação	8 m ³ e 200 m ³ / pior caso	30/60	dias
Número de simulações no modo probabilístico		500	Período 1
		500	Período 2

No modelo OSCAR pode-se utilizar até 30 mil partículas para representar a fração não dissolvida do óleo e 30 mil para representar a fração dissolvida. No estudo atual, optou-se por utilizar 20 mil para cada tipo, totalizando 40 mil partículas. Esse valor foi escolhido com base em testes de sensibilidade com aumentos sucessivos do número de partículas, onde foi verificado que a partir de 10 mil partículas (5 mil não dissolvidas e 5 mil dissolvidas) não se observam diferenças entre os resultados. Com relação à distribuição dos diâmetros e massas das partículas, isto é feito internamente pelo modelo de óleo.

5. Resultados

A seguir serão apresentados os resultados das simulações de deriva do óleo para vazamentos de 8 m³, 200 m³ e pior caso, nos modos probabilístico e determinístico, a partir do ponto de risco considerado.

Na abordagem probabilística são realizadas diversas simulações determinísticas, considerando todos os processos citados nos itens anteriores, em diferentes cenários meteo-oceanográficos (correntes e ventos). Os resultados do modo probabilístico são de grande importância porque ilustram tanto a abrangência da área passível de ser afetada pelo vazamento quanto o tempo mínimo de chegada do poluente em cada local com probabilidade de ser atingido, além de identificar as regiões com maiores probabilidades de serem alcançadas nos diferentes cenários simulados (Figura 12).

Para a obtenção destes resultados foram realizadas 500 diferentes simulações para cada cenário, nos diferentes volumes de vazamento, totalizando 3.000 possíveis trajetórias de óleo. Este número de simulações foi definido para representar a variabilidade ambiental da região.

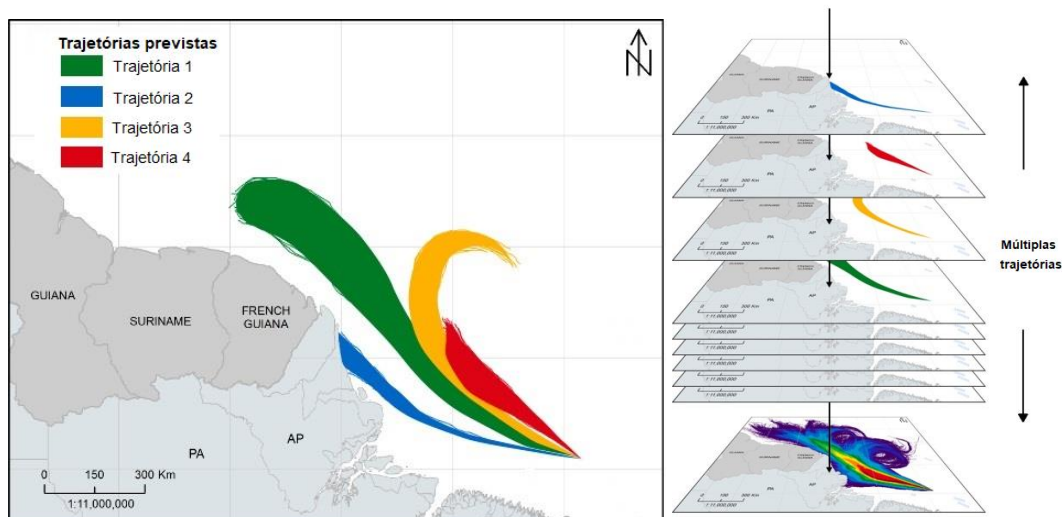


Figura 12: Exemplos de quatro trajetórias de derramamentos individuais para um cenário de vazamento genérico (à esquerda). Centenas de trajetórias individuais são sobrepostas umas sobre as outras, como mostrado à direita para calcular os resultados estocásticos (probabilidade, tempos mínimos de chegada, massa máxima de óleo encalhado na costa, etc.).

Os mapas/gráficos das simulações probabilísticas apresentados a seguir são resultados de:

- **Probabilidade de chegada de óleo** – Este mapa define os locais (superfície, costa, coluna d’água e/ou fundo marinho) e a probabilidade associada em que se espera que a massa de óleo exceda o limiar que define a presença de uma mancha de óleo.
- **Tempo mínimo de chegada de óleo** – Este mapa corresponde ao tempo mínimo de chegada de óleo ao mapa de probabilidade de presença de óleo. A ideia deste mapa é mostrar o menor

tempo necessário para que o óleo exceda os limiares ambientais (espessura, concentração e/ou massa) definidos em cada ponto de grade se ocorrer um vazamento de óleo.

- **Massa ou concentração máxima de óleo** - Este mapa corresponde a massa ou concentração máxima ao mapa de probabilidade de presença de óleo. A ideia deste mapa é mostrar o máximo de massa ou concentração para os locais onde o óleo excede os limiares ambientais (espessura, concentração e/ou massa) definidos em cada ponto de grade se ocorrer um vazamento de óleo.
- **Perfis verticais** - Os resultados de perfil na coluna d'água representam a integração dos valores de probabilidade e concentração de óleo ao longo da longitude, isto é, é apresentado o maior valor de probabilidade ou concentração em cada ponto de grade relativo à longitude e a profundidade.
- **Balanco de massa do óleo** - Gráficos do tipo box-plot para o balanço de massa do óleo considerando todos os processos de intemperismo, onde é possível observar valores mínimo, máximo, mediana, primeiro e terceiro quartis.

Nos resultados são destacadas algumas regiões sensíveis identificadas na área de estudo. A localização das UCs que apresentaram probabilidade de presença de óleo é apresentada no Anexo II.

No modo determinístico, os cenários críticos a serem simulados foram definidos através da análise dos resultados das simulações probabilísticas de pior caso, sendo avaliada a situação em que o óleo atingiu a costa no menor período possível após o início do vazamento e a situação em que houve maior acúmulo de óleo na costa. O intemperismo e a evolução da massa e área da mancha de óleo serão apresentados ao final de cada simulação determinística, através de gráficos e tabelas que apresentam os valores ao longo da simulação.

5.1. Resultados Probabilísticos

A seguir serão apresentados os resultados do modo probabilístico para os vazamentos de óleo cru a partir do Campo de Wahoo - Bacia de Campos, para:

- três volumes (8 m^3 , 200 m^3 e pior caso – 85.853 m^3);
- dois cenários sazonais definidos, Período 1 (setembro a fevereiro) e Período 2 (março a agosto).

5.1.1 Vazamento de 8 m^3

A dinâmica da região onde está localizado o ponto de vazamento é influenciada principalmente pelo sistema Corrente do Brasil, que apresenta escoamento principal para sul/sudoeste. Os ventos predominantes são do primeiro quadrante, sobretudo de NNE e de NE, ocorrendo maior frequência de ventos de terceiro quadrante (S, SE e SW) no Período 2.

Sob influência destas principais forçantes, em ambos os períodos, o óleo deriva predominantemente para sudoeste. Em superfície, os valores de probabilidade superiores a 30% podem alcançar até

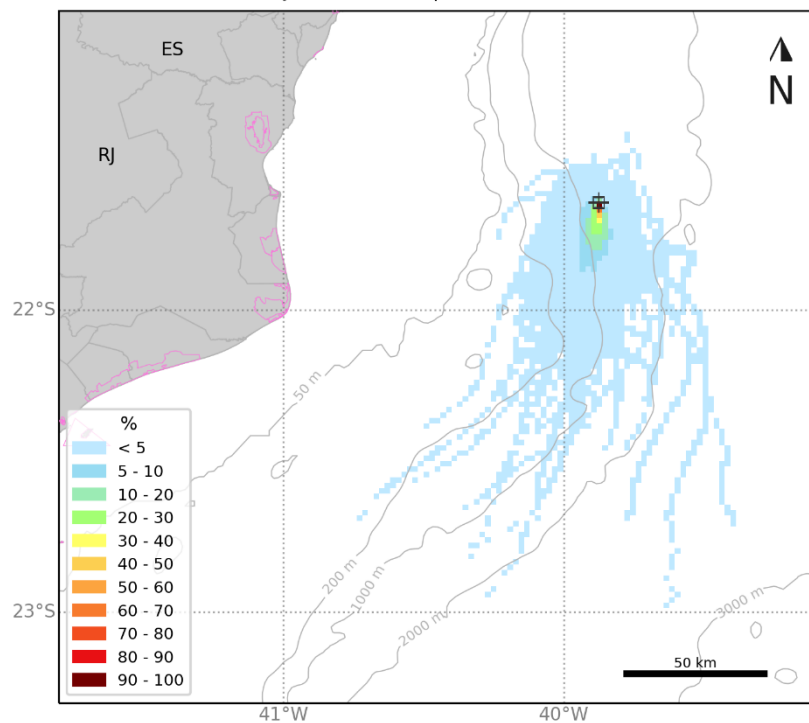
1.821 km do ponto de vazamento no Período 1 e 1.303 km no Período 2. A distância máxima com probabilidade de presença está a 2.203 km do ponto de vazamento no Período 1 e 2.037 km no Período 2. Estes pontos mais afastados podem ser alcançados em até 60 dias nos dois períodos. Em até 3 dias (72 h) o óleo pode alcançar uma distância máxima de 231 km no Período 1, e 191 km no Período 2.

Na coluna d'água, apesar do balanço de massa apresentar valores medianos de 46% (Período 1) e 41% (Período 2) ao fim de 30 dias, não se observou valores acima de 20 ppb na coluna d'água em nenhum ponto do domínio. Também não houve probabilidade de chegada de óleo na costa, nas UCs e no fundo marinho acima do limiar estabelecido. A menor distância do óleo em superfície até a costa foi cerca de 68 km no Período 1 e 45 km no Período 2, relativos aos municípios de Campos dos Goytacazes-RJ e Quissamã-RJ, respectivamente. A menor distância observada do óleo em superfície em relação às UCs é de 68 km no Período 1 e 45 km no Período 2, relativas a PE da Lagoa do Açú-RJ e APA do Lagamar -RJ, respectivamente.

Em relação aos processos intempéricos atuantes ao final dos 30 dias de simulação, observa-se que a retirada do óleo ocorreu, majoritariamente, por evaporação (com mediana entre 45 e 47%), seguida pela dispersão na coluna d'água (mediana entre 41 e 46%). O óleo remanescente em superfície ao final das simulações apresentou mediana de ~10%. No fundo marinho, o óleo apresentou mediana inferior a 0,05%.

5.1.1.1 Período 1

MODO PROBABILÍSTICO
 WAHOO | 8 m³ | Período 1
 Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície



MODO PROBABILÍSTICO
 WAHOO | 8 m³ | Período 1
 Tempo Mínimo de Deslocamento na Superfície

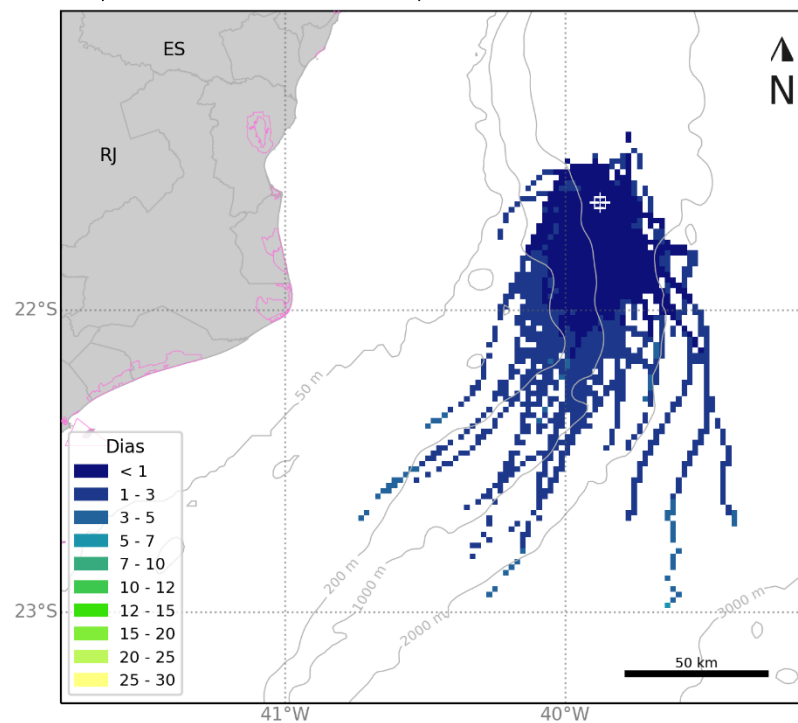


Figura 13: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de 8 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

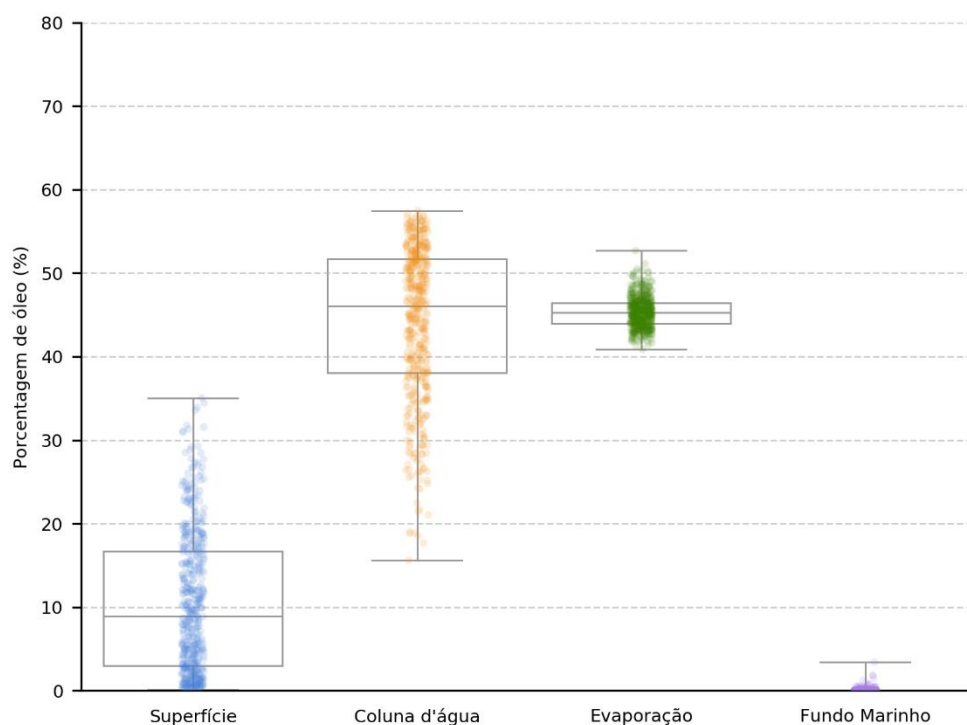


Figura 14: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 8 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

Tabela 9: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 8 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho
Mínimo	0,1	15,6	40,9	-
Primeiro Quartil	3	38	44	-
Mediana	8,9	46,1	45,2	< 0,05
Terceiro Quartil	16,7	51,7	46,4	< 0,05
Máximo	35	57,5	52,7	3,4

5.1.1.2 Período 2

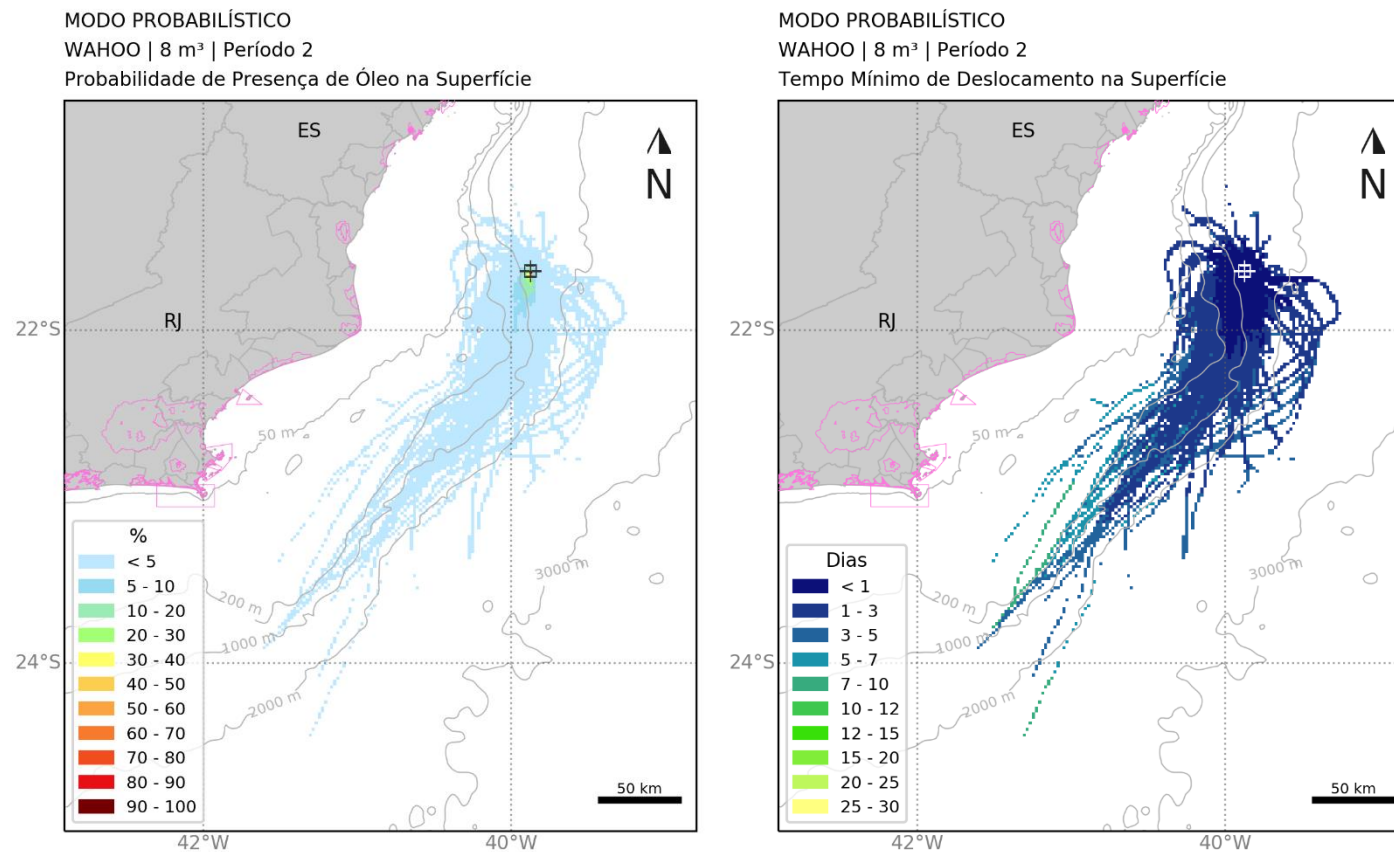


Figura 15: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de 8 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

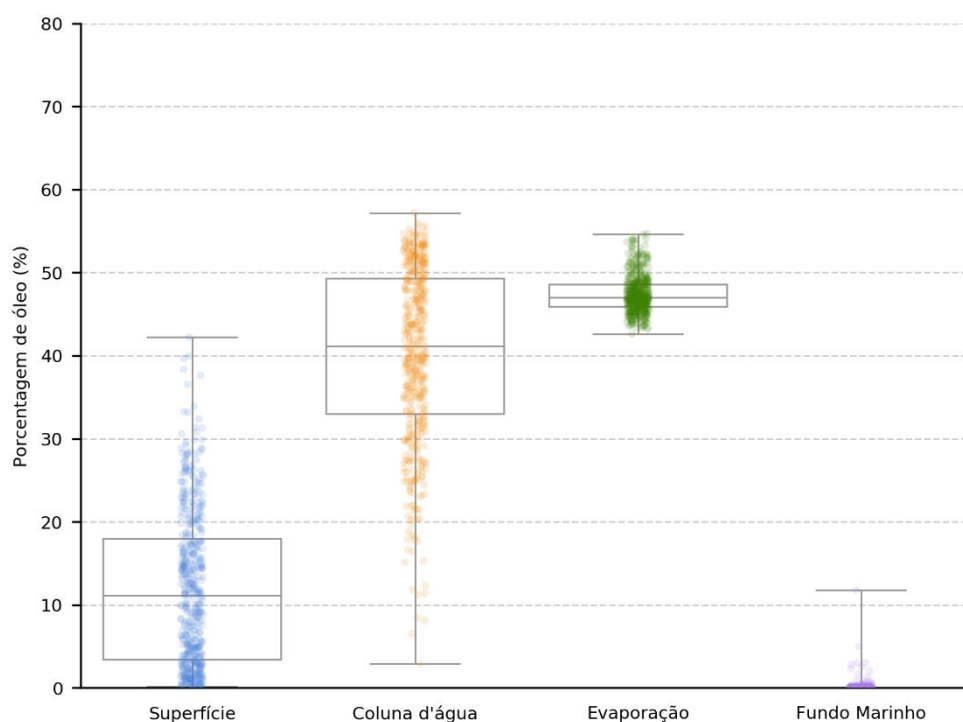


Figura 16: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 8 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

Tabela 10: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 8 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho
Mínimo	0,1	2,9	42,6	-
Primeiro Quartil	3,4	33	45,9	-
Mediana	11,1	41,1	47	< 0.05
Terceiro Quartil	18	49,3	48,6	< 0.05
Máximo	42,2	57,2	54,7	11,8

5.1.2 Vazamento de 200 m³

Para os vazamentos de 200 m³, assim como nos de pequeno porte, a direção preferencial de deriva do óleo foi para sudoeste do ponto de vazamento, seguindo a orientação do talude, que é a orientação preferencial da CB.

Em superfície, valores de probabilidade superiores a 30% podem alcançar até 47 km no Período 1 e 46 km no Período 2. A distância máxima com probabilidade de presença está a 1.152 km do ponto de vazamento no Período 1 e 984 km no Período 2. Estes pontos mais afastados podem ser alcançados em até 30 dias no Período 1 e 25 dias no Período 2. Em até 3 dias (72 h) o óleo pode alcançar uma distância máxima de 210 km no Período 1, e 190 km no Período 2.

Na coluna d'água, a área com probabilidade de presença de óleo é inferior à observada em superfície. O óleo pode alcançar até 571 km do ponto de vazamento no Período 1 e até 537 km no Período 2. Não há probabilidade maior que 40% na coluna d'água e não houve probabilidade de chegada de óleo no fundo marinho acima do limiar estabelecido.

Há probabilidade de chegada de óleo em 22 municípios no Período 2, entre Linhares-ES e São Sebastião-SP, sendo a maior probabilidade (1,4%) e menor tempo de toque (9,6 dias) observada em Arraial do Cabo-RJ. No Período 1, 6 municípios apresentaram probabilidade de presença de óleo, sendo a maior probabilidade observada em Quissamã (0,4%) e o menor tempo de toque em João da Barra-RJ (6 dias).

Para as UCs, há probabilidade de chegada de óleo em 44 unidades no Período 2 e 13 unidades no Período 1. A maior probabilidade, em ambos os períodos, foi observada na RESEX Marinha Arraial do Cabo, sendo de 0,6% no Período 1 e 2% no Período 2. O menor tempo de chegada de óleo nas UCs foi de 8,4 dias na RESEX Marinha Arraial do Cabo no Período 2 e 6,1 dias na RPPN Fazenda Caruara-RJ e APA de Iquipari-RJ, no Período 1.

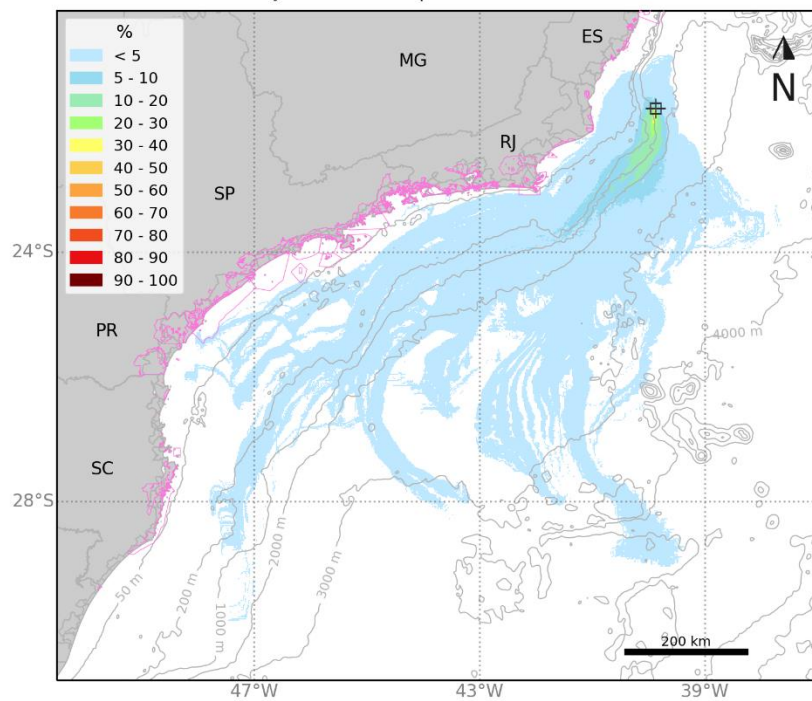
Em relação aos processos intempéricos atuantes ao longo dos 30 dias de simulação, observa-se que o principal processo foi evaporação (mediana de 55%), seguida pela dispersão na coluna d'água (mediana entre 18% e 21%). Ao final da simulação, o óleo na costa apresentou valor máximo de 2% no Período 1 (uma simulação) e 37% no Período 2. Ao fim de 30 dias, o máximo de óleo remanescente na superfície foi de 41%, com mediana de ~26%.

5.1.2.1 Período 1

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície



MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 1

Tempo Mínimo de Deslocamento na Superfície

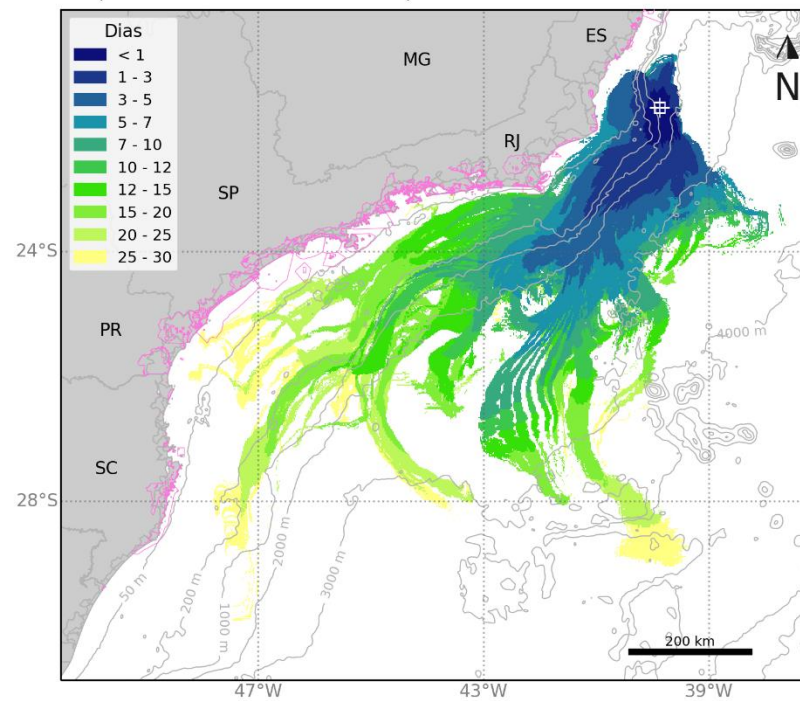
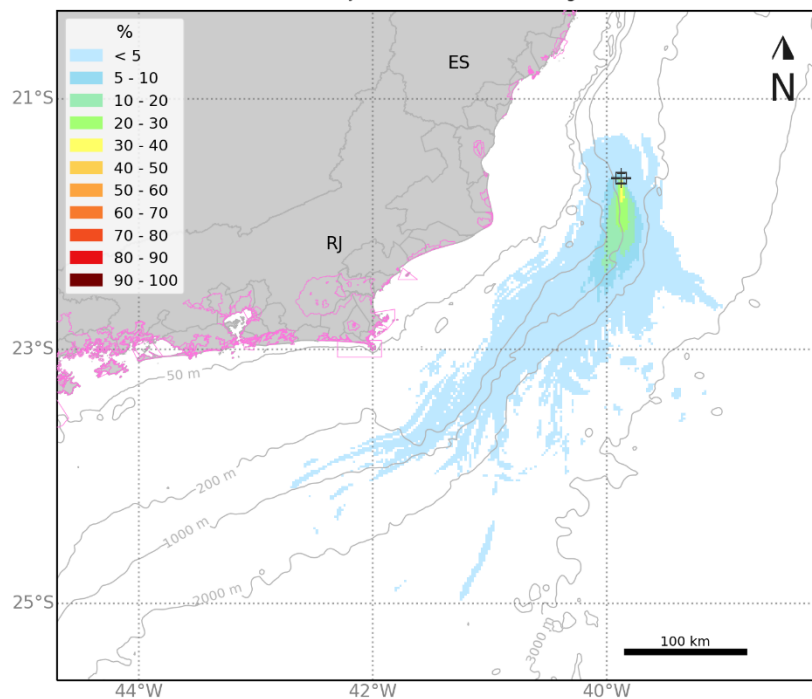


Figura 17: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de 200 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 1

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Coluna d'água



MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo na Costa

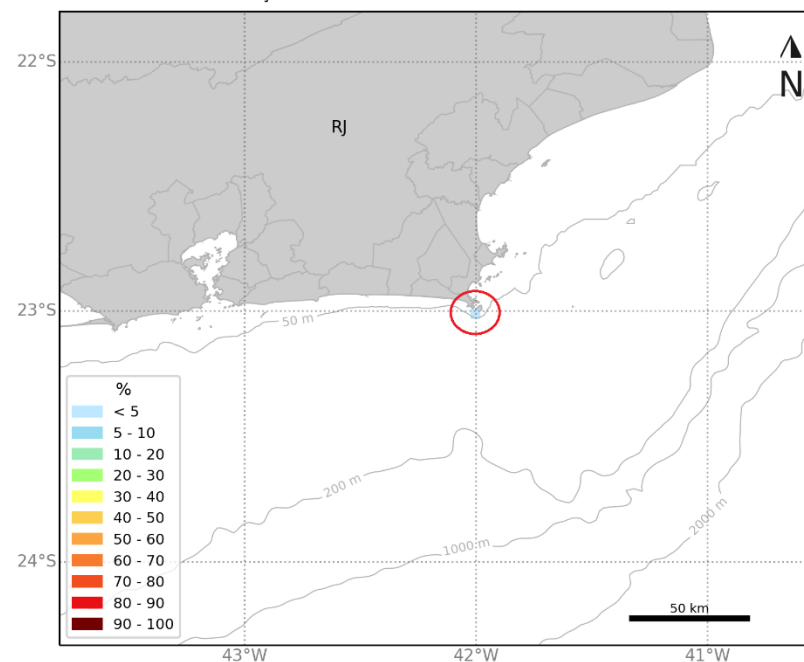


Figura 18: Mapa de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água e na costa para o vazamento de 200 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

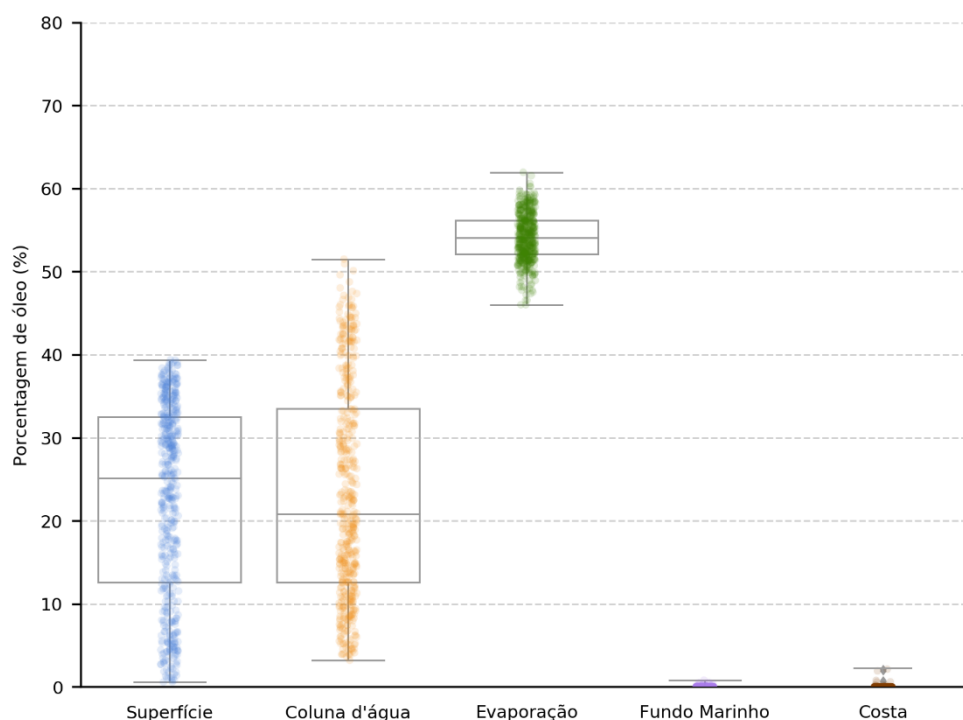


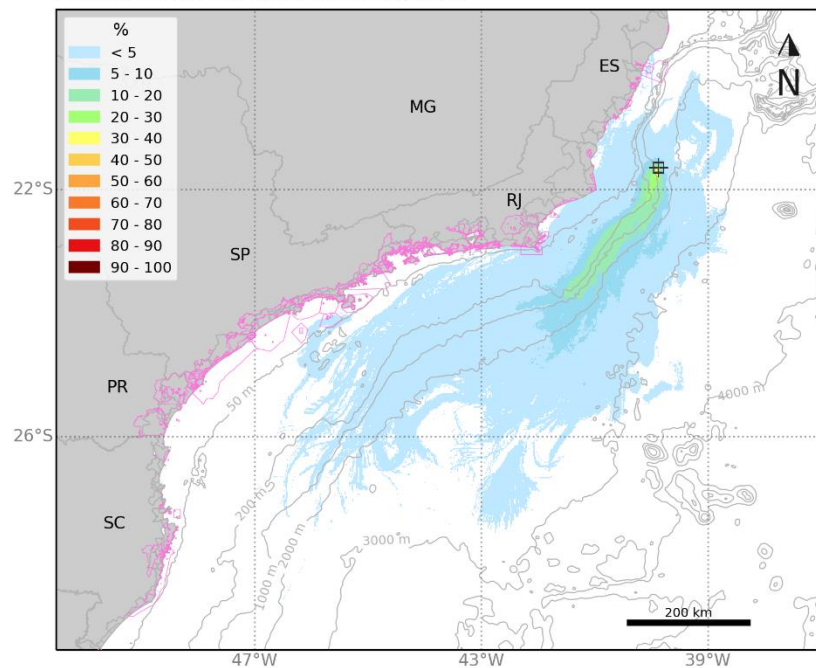
Figura 19: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 200 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

Tabela 11: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 200 m³ no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 720 horas (30 dias).

	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho	Costa
Mínimo	0,6	3,2	46	-	-
Primeiro Quartil	12,6	12,6	52,1	-	-
Mediana	25,1	20,8	54,1	-	-
Terceiro Quartil	32,5	33,5	56,2	< 0,05	-
Máximo	39,4	51,5	61,9	0,8	2,1

5.1.2.2 Período 2

MODO PROBABILÍSTICO
WAHOO | 200 m³ | Período 2
Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície



MODO PROBABILÍSTICO
WAHOO | 200 m³ | Período 2
Tempo Mínimo de Deslocamento na Superfície

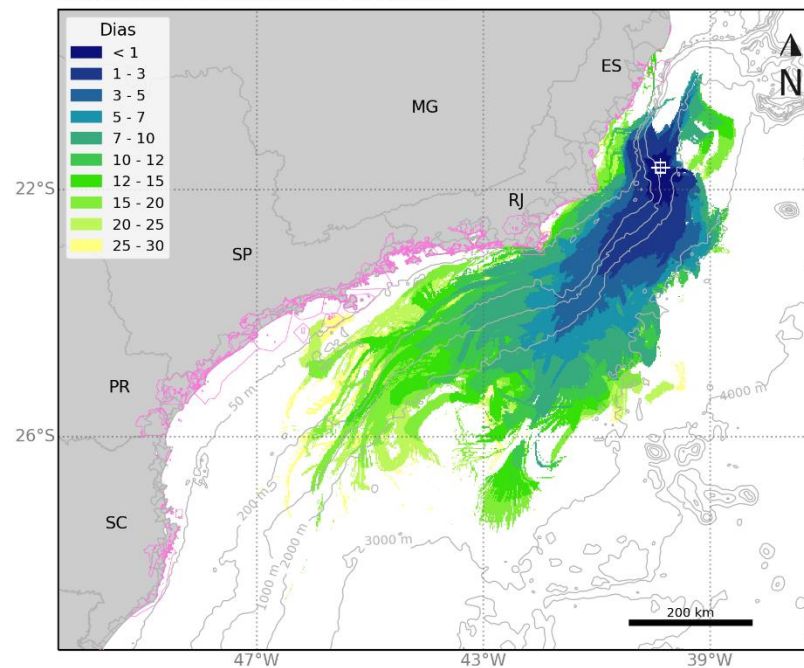
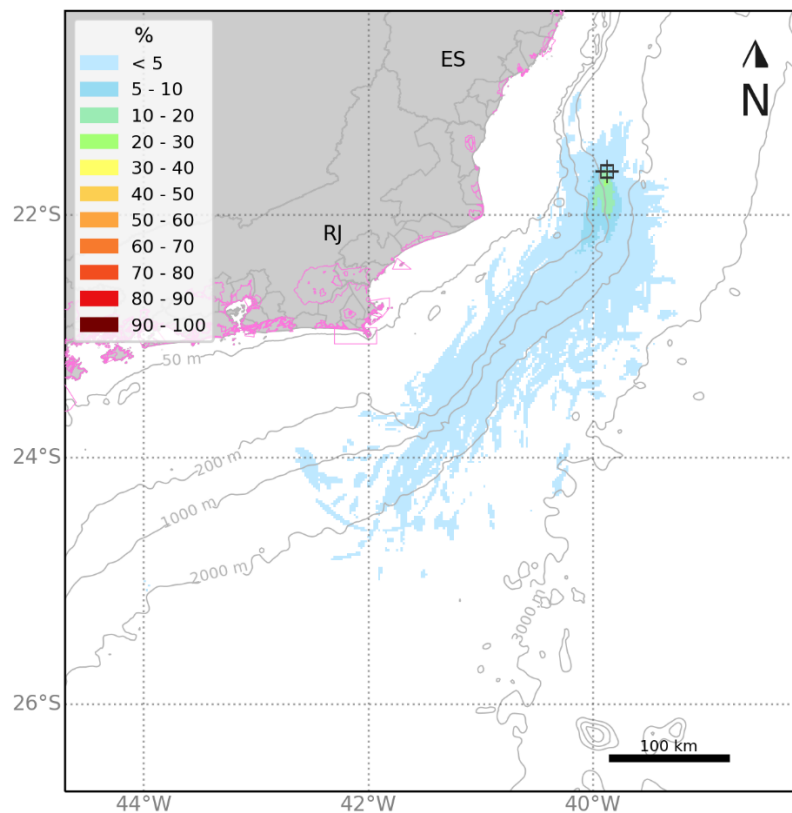


Figura 20: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de 200 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 2

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Coluna d'água



MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 200 m³ | Período 2

Probabilidade de Presença de Óleo na Costa

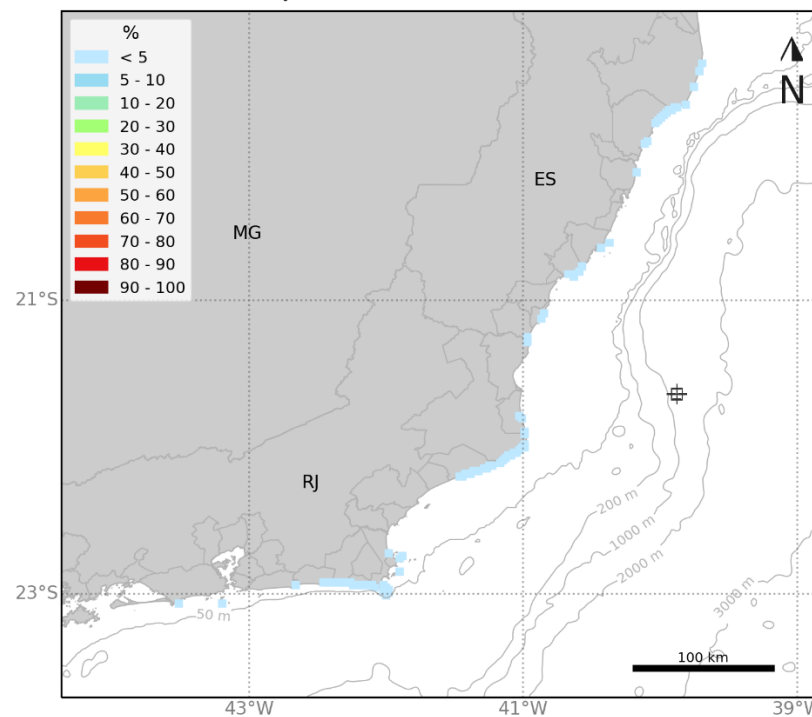


Figura 21: Mapa de probabilidade de presença de óleo na coluna d'água e na costa para o vazamento de 200 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

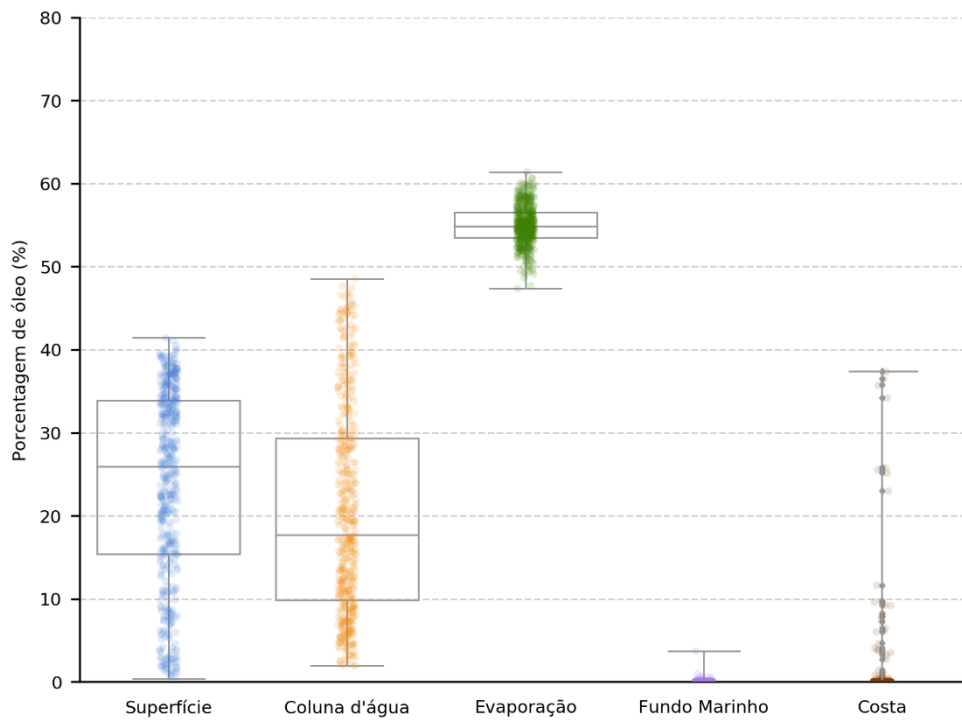


Figura 22: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 200 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

Tabela 12: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de 200 m³ no Período 2 (março a agosto). Simulação de 720 horas (30 dias).

	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho	Costa
Mínimo	0,4	2	47,4	-	-
Primeiro Quartil	15,4	9,8	53,5	-	-
Mediana	26	17,7	54,8	-	-
Terceiro Quartil	33,9	29,3	56,5	< 0,05	-
Máximo	41,4	48,5	61,4	3,7	37,3

5.1.2.3 Tabelas Comparativas

A seguir são apresentados os resultados de óleo nos municípios (Tabela 13) e unidades de conservação (Tabela 14) para os vazamentos de 200 m³, em ambos os cenários sazonais.

Tabela 13: Probabilidade de presença, tempo mínimo de chegada, massa máxima e extensão de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um vazamento 200 m³, nos cenários de Período 1 e Período 2.

UF	Município	Probabilidade (%)		Tempo Mínimo (dias)		Massa Máxima (t/km)		Extensão (Km)	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
		1	2	1	2	1	2	1	2
ES	LINHARES	-	0,2	-	11,6	-	0,7	-	19,8
	ARACRUZ	-	0,2	-	11,9	-	1,3	-	25,5
	SERRA	-	0,2	-	15,1	-	0,5	-	2,8
	GUARAPARI	-	0,2	-	16,3	-	0,5	-	8,5
	ANCHIETA	-	0,4	-	11,8	-	1,1	-	14,1
	PIÚMA	-	0,4	-	18	-	-	-	-
	ITAPEMIRIM	-	0,4	-	17,2	-	-	-	-
	MARATAÍZES	-	0,2	-	25,4	-	0,7	-	5,7
	PRESIDENTE KENNEDY	-	0,4	-	22,9	-	1,4	-	8,5
RJ	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA	-	0,4	-	22,9	-	0,6	-	2,8
	SÃO JOÃO DA BARRA	0,2	0,2	6	18,5	-	4,1	-	11,3
	CAMPOS DOS GOYTACAZES	-	1	-	14,4	-	2,6	-	31,1
	QUISSAMÃ	0,4	1	6,7	15,8	-	2,4	-	39,6
	CABO FRIO	-	0,8	-	21,4	-	1,1	-	5,7
	ARMAÇÃO DOS BÚZIOS	-	0,2	-	21,9	-	0,7	-	8,5
	RIO DE JANEIRO	0,2	0,2	20	22,9	-	0,6	-	5,7
	ANGRA DOS REIS	0,2	-	24	-	-	-	-	-
	NITERÓI	-	0,2	-	18,8	-	-	-	-
	ARRAIAL DO CABO	0,2	1,4	8,2	9,6	0,4	3,4	2,8	50,9
SP	SAQUAREMA	-	0,2	-	14	-	1,1	-	14,1
	ARARUAMA	-	0,4	-	13,4	-	0,7	-	17
	MARICÁ	-	0,2	-	17,3	-	0,4	-	2,8
	SÃO SEBASTIÃO	-	0,2	-	25,1	-	3,9	-	2,8
	CANANÉIA	0,2	-	29,8	-	-	-	-	-

Os valores em cinza foram retirados dos resultados em superfície e na coluna d'água para os municípios que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado. Estes resultados foram obtidos a uma distância de menos de 2 km (um ponto de grade) da costa. Como os valores apresentados são da superfície e da coluna d'água, não são apresentados valores de massa acumulada na costa e extensão.

Tabela 14: Probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nas Unidades de Conservação com possibilidade de serem atingidas em um vazamento de 200 m³, nos cenários de Período 1 e Período 2.

Unidades de Conservação	Probabilidade (%)		Tempo Mínimo (dias)	
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
ARIE do Degredo	-	0,2	-	12,2
REBIO DE COMBOIOS	-	0,2	-	11,9
APA Costa das Algas	-	0,2	-	11,4
RVS de Santa Cruz	-	0,2	-	11,8
APA da Lagoa Jacumém	-	0,2	-	16
APA de Três Ilhas	-	0,2	-	16,3
RDS Papagaio	-	0,4	-	19,2
ESEC Papagaio	-	0,4	-	19,2
APA Tartarugas	-	0,4	-	11,8
APA de Guanandy	-	0,2	-	23,5
ANT Ilha do Meio, Ilha dos Cabritos E Ilha do Francês	-	0,4	-	17,5
MN Falésias de Marataízes	-	0,2	-	23,8
RPPN Fazenda Caruara	0,2	0,4	6,1	21
APA de Iquipari	0,2	0,4	6,1	19,1
PE da Lagoa do Açú	-	1,2	-	14,4
APA do Lagamar	-	1,2	-	14,6
PARNA Restinga de Jurubatiba	-	1	-	15,8
APA do Arquipélago de Santana	-	0,8	-	13,5
APA Marinha da Armação de Búzios	-	0,8	-	13
PM Mata do Rio São João	-	0,2	-	25,6
PNM dos Corais de Armação dos Búzios	-	0,2	-	21,9
APA da Praia da Azeda e Azedinha	-	0,2	-	21,9
PE da Costa do Sol	-	0,8	-	10,2
PM da Lagoinha	-	0,2	-	21,6
RVS Serras de Maricá (Revissermar)	-	0,2	-	17,7
APA do Pau Brasil	-	0,8	-	12,6
APA Serras de Maricá (Apasermar)	-	0,2	-	17,3
ANT Dunas de Cabo Frio e Arraial do Cabo	-	0,2	-	29,7
PE da Pedra Branca	0,2	-	20	-
PM das Dunas	-	0,2	-	29,7
PNM Mico-Leão-Dourado	-	0,2	-	29,7
APA de Massambaba	-	0,4	-	10,4
RESEC de Massambaba	-	0,4	-	10,4
REBIO Guaratiba	-	0,4	-	10,4
APA de Tamoios	0,2	-	24	-
PM da Praia do Forno	-	0,2	-	12,5
RESEX Marinha Arraial do Cabo	0,6	2	8,2	8,4

RESEC da Ilha do Cabo Frio	0,2	1,4	8,2	9,6
PE da Serra da Tiririca	-	0,2	-	18,8
RESEX Marinha de Itaipu	-	0,2	-	18,8
REBIO Guaratiba	0,2	-	20	-
MN das Ilhas Cagarras	-	0,2	-	22,9
APA de Grumari	0,2	0,2	20,1	25,9
APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	0,2	-	20	-
PNM de Grumari	0,2	-	20,1	-
APA Marinha do Litoral Norte	-	0,2	-	27,3
RVS do Arquipélago de Alcatrazes	-	0,2	-	24,7
ESEC Tupinambás	-	0,2	-	25,1
APA Marinha do Litoral Centro	0,2	0,2	23,5	23,8
APA Marinha do Litoral Sul	0,4	-	26,8	-
ESEC dos Tupiniquins	0,2	-	29,8	-

Os valores em cinza foram retirados dos resultados em superfície e na coluna d'água para as UCs que não apresentaram probabilidade de chegada de óleo. Estes resultados foram obtidos a uma distância de menos de 2 km (um ponto de grade) da UC.

5.1.3 Vazamento de Pior Caso

Para os vazamentos de pior caso (85.853 m³), a direção preferencial de deriva do óleo foi para sudoeste do ponto de vazamento. A deriva do óleo ocorre preferencialmente seguindo a orientação do talude continental, direção preferencial da CB. É também observado probabilidade de deriva do óleo para sul e sudeste devido à ocorrência de correntes nesta direção na região do ponto de vazamento, em função das atividades de mesoescala associadas ao sistema Corrente do Brasil, principalmente no Período 1, onde correntes para SSE são mais frequentes.

Para esse maior volume, com o aumento da área possível de ser impactada, algumas diferenças tornam-se mais evidentes quando comparados os cenários do Período 1 e do Período 2. No Período 2, por apresentar uma maior variação da direção dos ventos e o enfraquecimento da Corrente do Brasil (CB), a extensão da área com probabilidades de chegada de óleo acima de 30% na direção sudoeste é menor, até 1.300 km, entretanto esta área aproxima-se mais da costa norte do RJ e da costa do ES, enquanto no Período 1, a extensão da área com probabilidades de chegada de óleo acima de 30% é de até 1.820 km, atingindo regiões mais costeiras ao sul do estado do PR.

Em superfície, o óleo pode alcançar até 2.200 km do ponto de vazamento no Período 1, e até 2.040 km no Período 2. O ponto mais afastado é alcançado em até 60 dias em ambos os períodos. Em até 3 dias (72 h) o óleo pode alcançar uma distância máxima de 231 km no Período 1 e 190 km no Período 2.

Na coluna d'água, como se trata de um vazamento de fundo, o óleo sobe como em uma coluna vertical, desde 1.462 metros à superfície. Ao longo da coluna d'água observar-se espalhamento do óleo tanto em longitude quanto em latitude, no entanto o maior espalhamento horizontal ocorre na camada próxima à superfície, na qual a área com probabilidade de presença de óleo é similar à observada em superfície, alcançando até 2.060 km do ponto de vazamento no Período 1 e até 1.845 km no Período 2. Comparado a superfície, na coluna d'água observam-se maiores probabilidades de presença de óleo ao norte do ponto de vazamento, ao largo do talude, em virtude das correntes com sentido norte/nordeste associadas a Contra Corrente Intermediária (CCI).

Em relação às concentrações, os maiores valores (> 1.000 ppb) são observados próximos do ponto de vazamento e em profundidades maiores que 1.000 metros. Nas regiões mais próximas à costa os valores de concentração observados são inferiores a 300 ppb.

No fundo marinho, somente são observadas probabilidades no cenário de pior caso, com probabilidades mais altas restritas a regiões profundas próximas de 1.000 m de profundidade, à noroeste do ponto de vazamento. Em profundidades menores que 50 m, próximas a costa norte do RJ e ES, são observadas probabilidades mais esparsas, com valores predominantes inferiores a 5%, com exceção de algumas regiões pontuais com valores entre 20 e 40%, principalmente no Período 2.

Há probabilidade de chegada de óleo em 96 municípios no Período 1, entre Linhares-ES e Santa Vitória do Palmar-RS, e 56 municípios no Período 2, entre Conceição da Barra-ES e São Francisco do Sul-SC. A maior probabilidade é observada em Florianópolis-SC (56,7%), no Período 1, e em Arraial

do Cabo-RJ (48,5%), no Período 2. No Período 1, o menor tempo de chegada de óleo na costa foi observado em Guarapari-ES (5 dias), já no Período 2 foi de 7,4 dias em Linhares-ES.

Para as UCs, há probabilidade de chegada de óleo em 193 unidades no Período 1 e 171 UCs no Período 2. A maior probabilidade no Período 1 é de 58,3%, observada na REBIO Marinha do Arvoredo-SC, já no Período 2, a maior probabilidade foi de 70,7%, observada na RESEX Marinha Arraial do Cabo-RJ. O menor tempo de chegada de óleo nas UCs, no Período 1, foi de 4,3 dias, na APA de Três Ilhas -ES, já para o Período 2, o menor tempo foi de 5,4 dias, observado na APA Costa das Algas-ES.

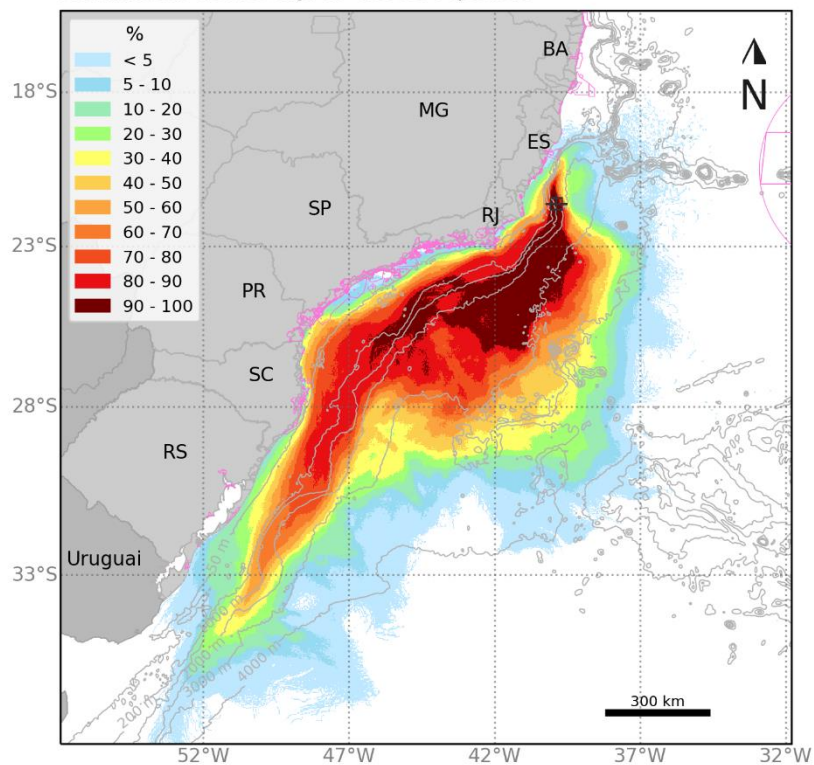
Em relação aos processos intempéricos atuantes ao longo dos 60 dias de simulação, observa-se que o principal processo foi a dispersão na coluna d'água (mediana entre 37-42%), seguida pela evaporação (mediana de ~40%). O óleo remanescente em superfície ao final das simulações apresentou mediana entre 16 e 20% e valor máximo entre 25 e 28%. No fundo marinho as simulações apresentaram mediana de 0,2% e o máximo na costa foi de 14,8%.

5.1.3.1 Período 1

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície



MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Tempo Mínimo de Deslocamento na Superfície

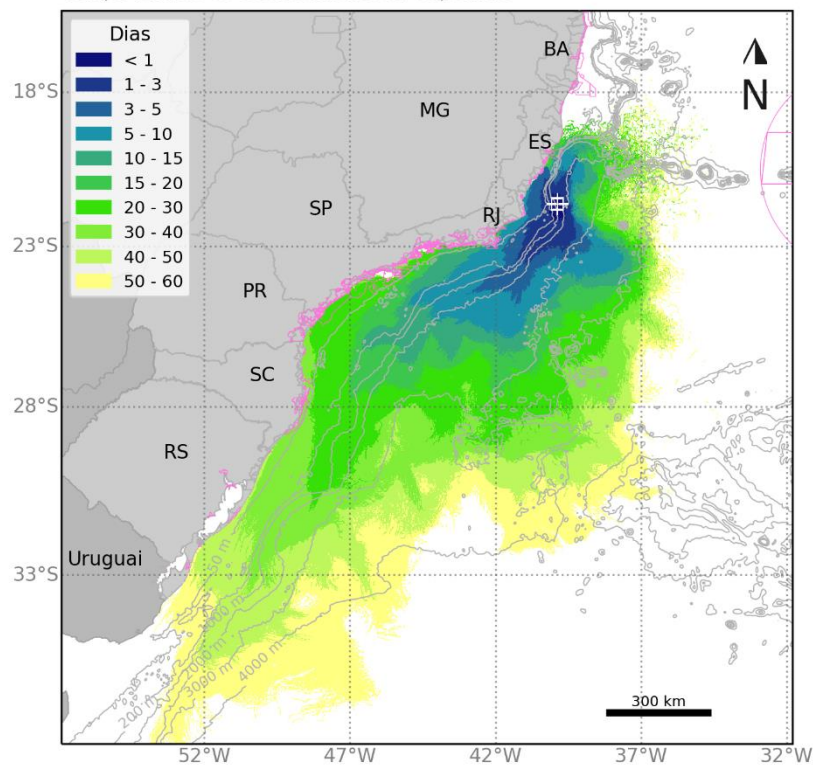


Figura 23: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Coluna d'água

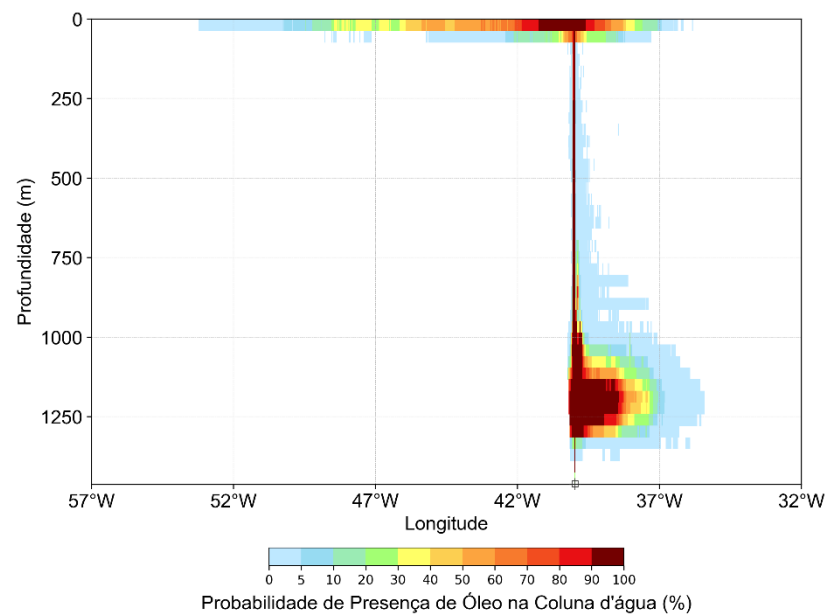
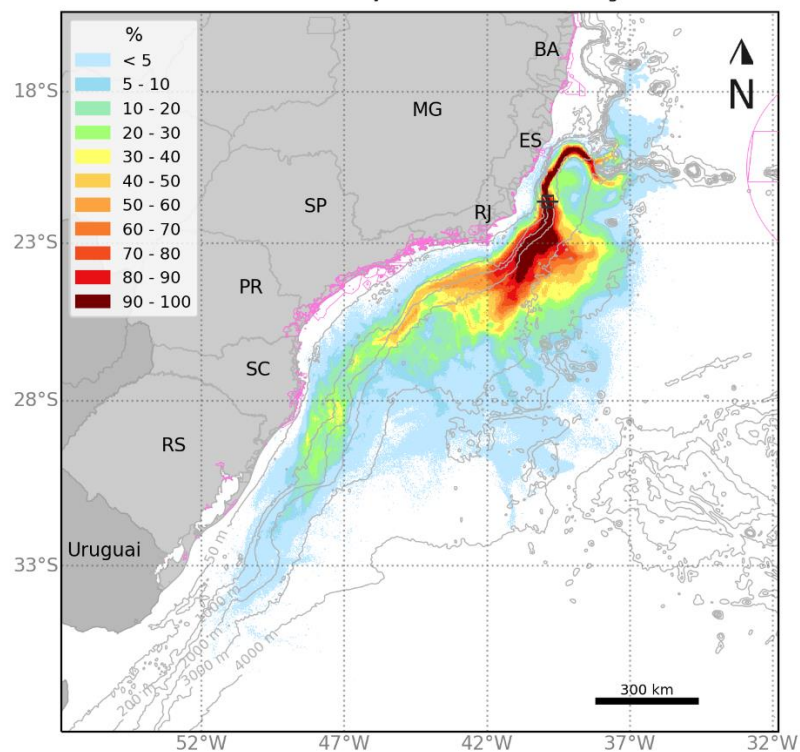


Figura 24: Mapa de probabilidade máxima de presença de óleo na coluna d'água e perfil vertical em longitude para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

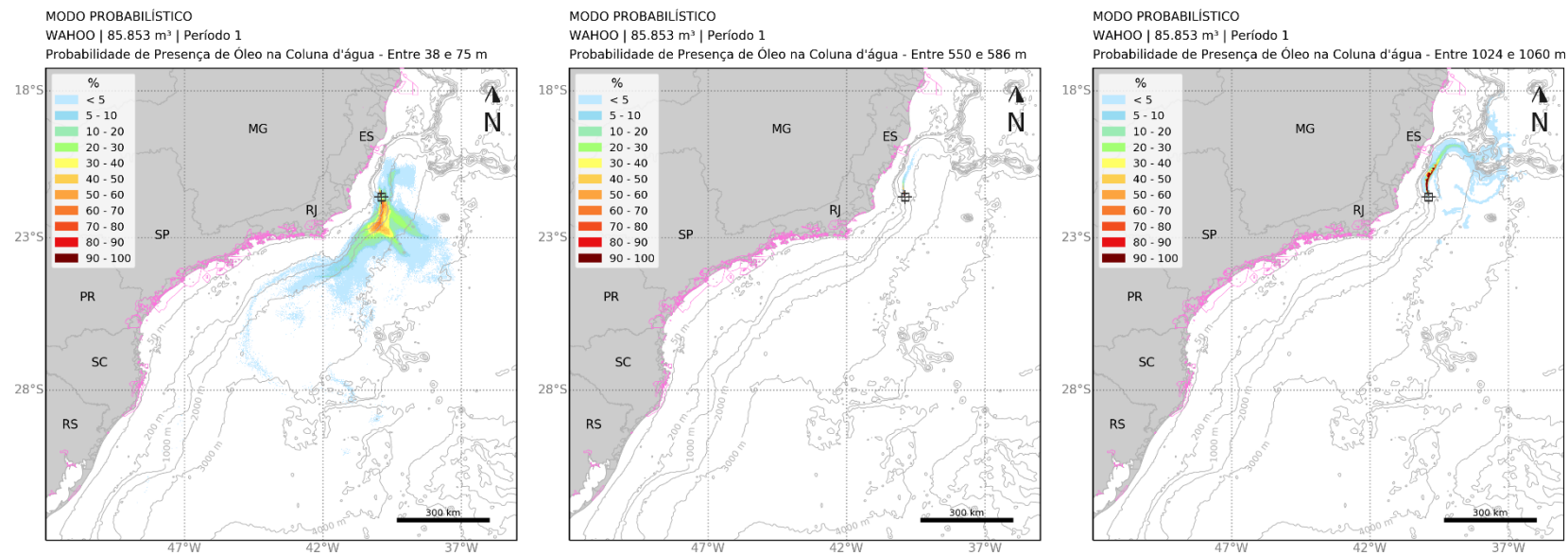


Figura 25: Mapa de probabilidade máxima de presença de óleo para diferentes profundidades na coluna d'água para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Concentração Máxima de Óleo na Coluna d'água

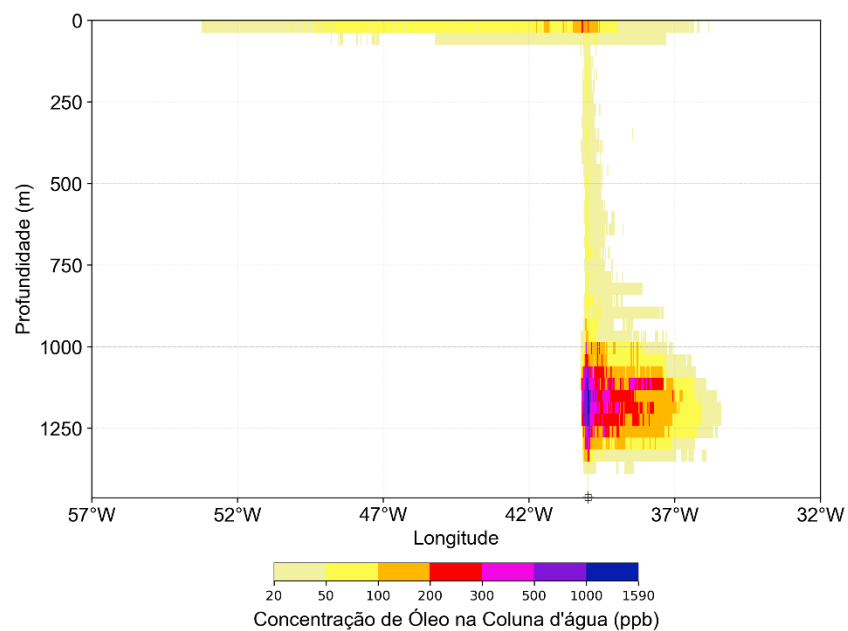
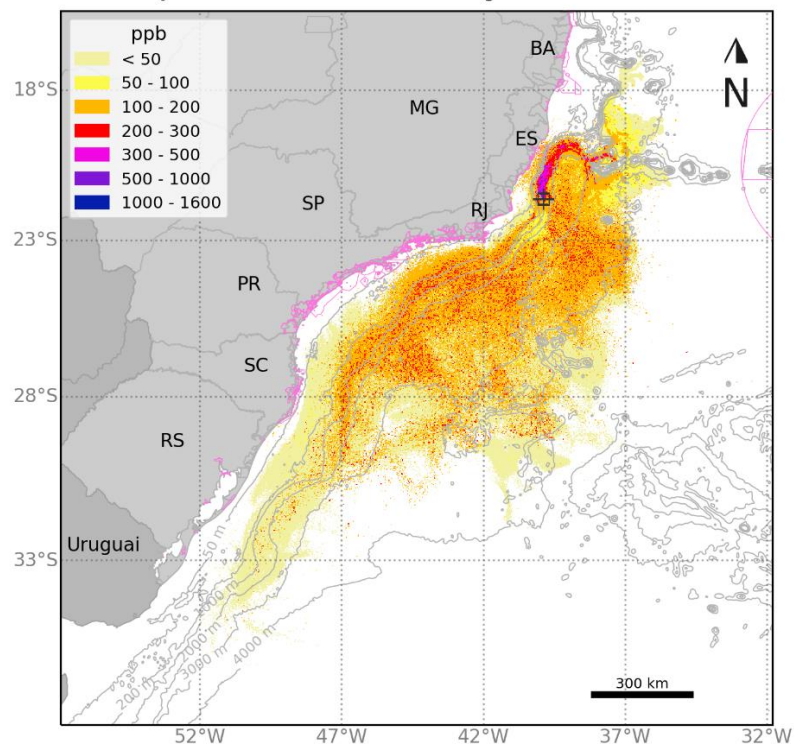


Figura 26: Mapa de concentração máxima de óleo na coluna d'água e perfil vertical em longitude para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo no Fundo Marinho

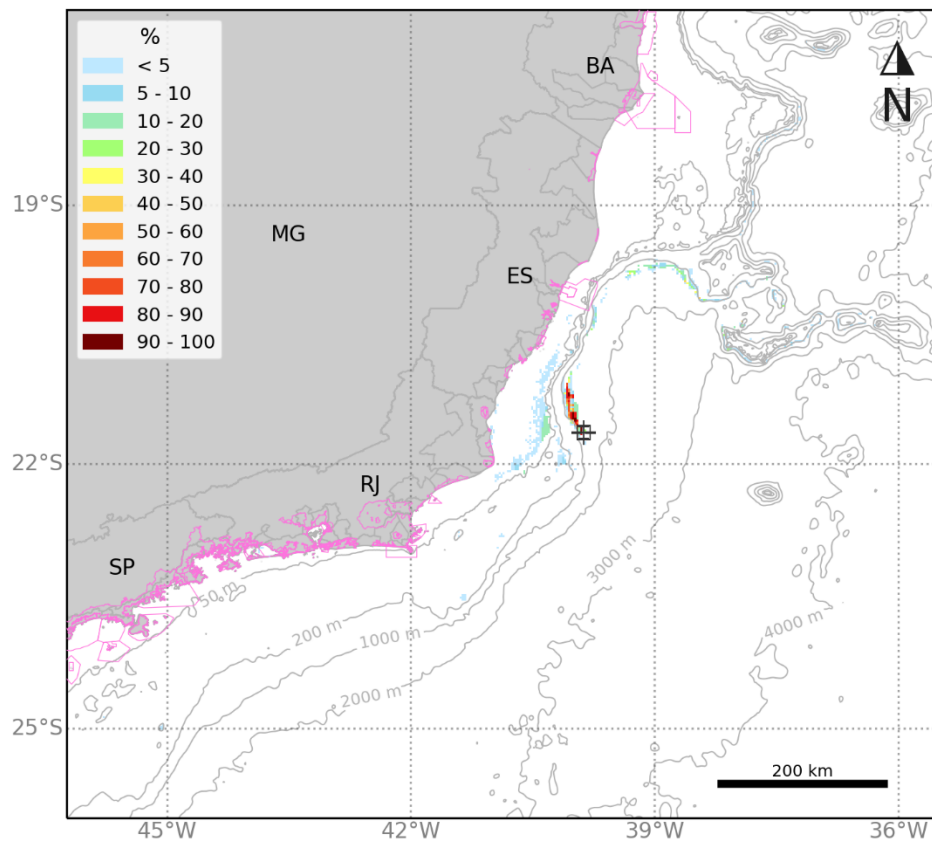


Figura 27: Mapa de probabilidade de presença de óleo no fundo marinho para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 1

Probabilidade de Presença de Óleo na Costa

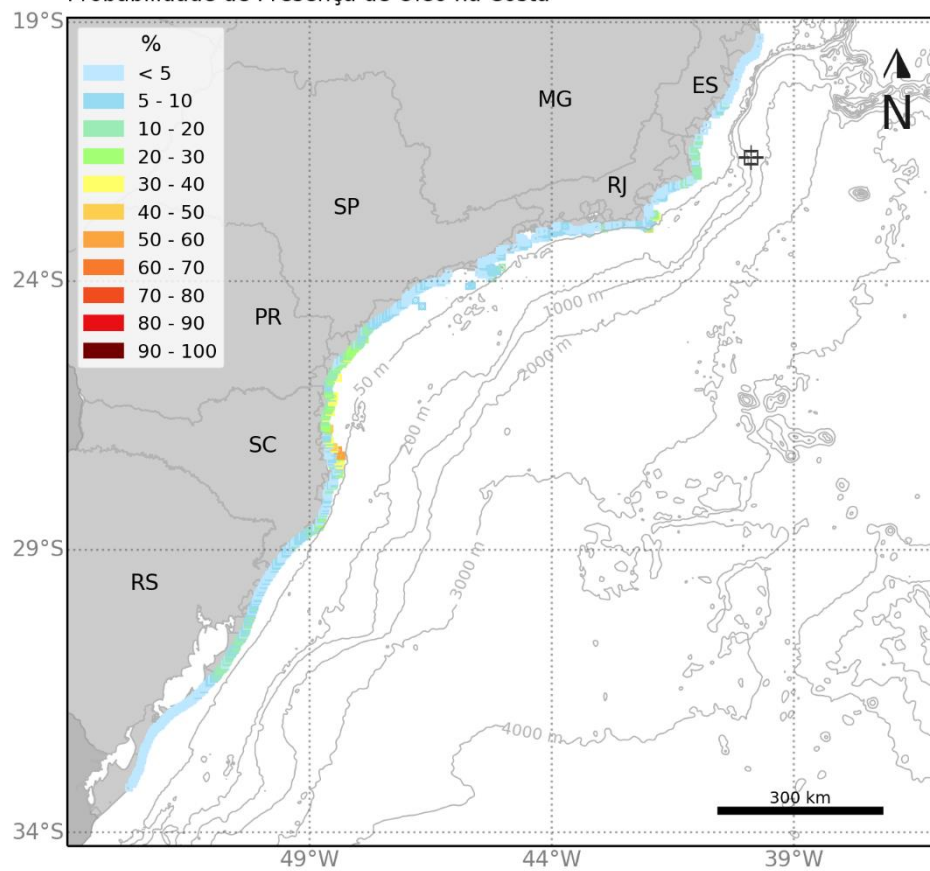


Figura 28: Mapa de probabilidade de presença de óleo na costa para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

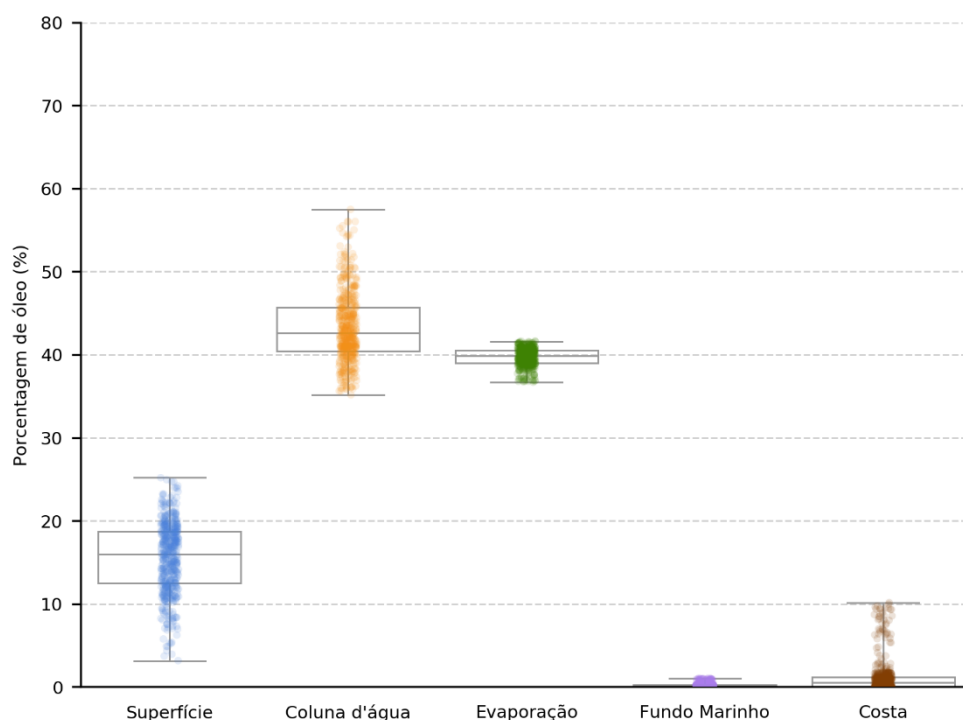


Figura 29: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

Tabela 15: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 1 (setembro a fevereiro). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

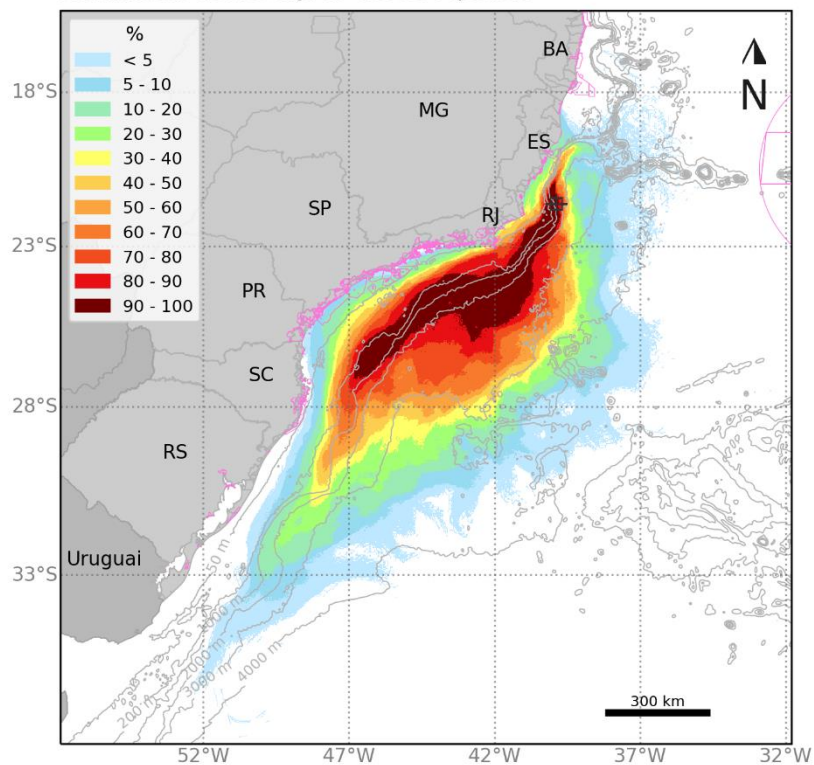
	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho	Costa
Mínimo	3,2	35,2	36,7	< 0,05	-
Primeiro Quartil	12,5	40,5	39	0,1	< 0,05
Mediana	16	42,6	39,9	0,2	0,5
Terceiro Quartil	18,7	45,7	40,5	0,3	1,2
Máximo	25,2	57,5	41,6	1	10,1

5.1.3.2 Período 2

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Probabilidade de Presença de Óleo na Superfície



MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Tempo Mínimo de Deslocamento na Superfície

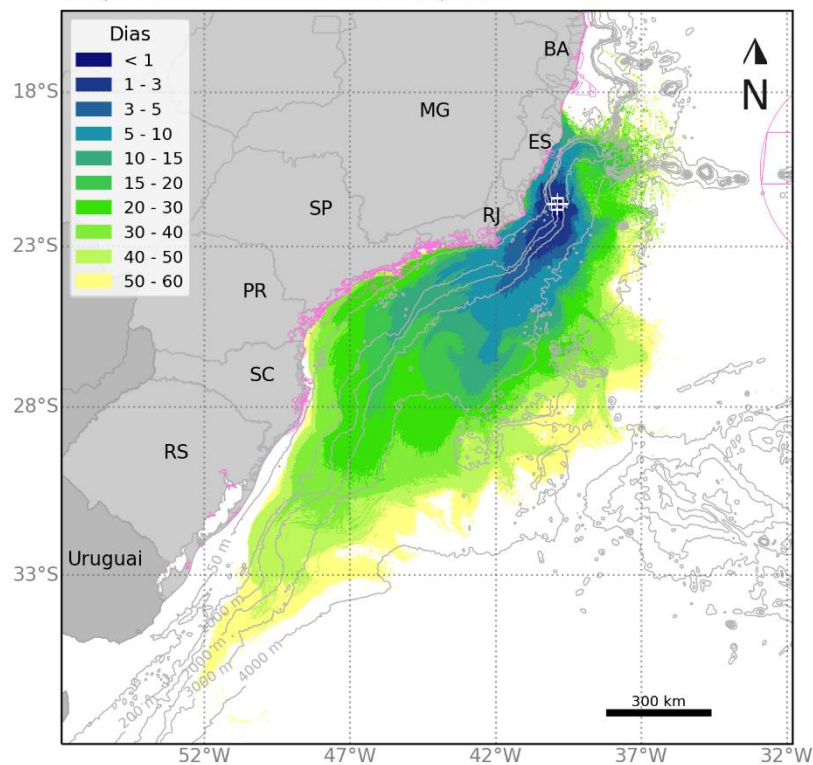


Figura 30: Mapa de probabilidade de presença de óleo e tempo mínimo de chegada de óleo em superfície para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Probabilidade Máxima de Presença de Óleo na Coluna d'água

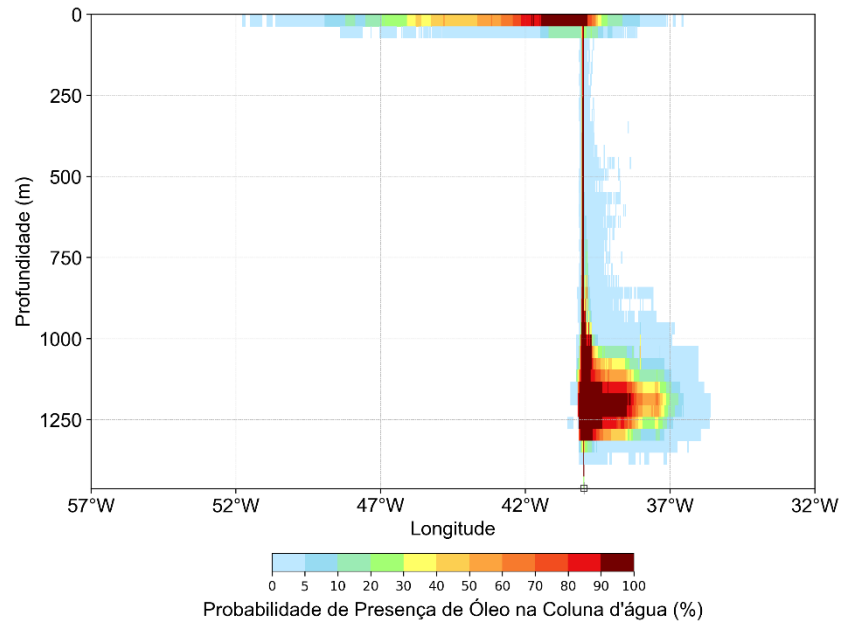
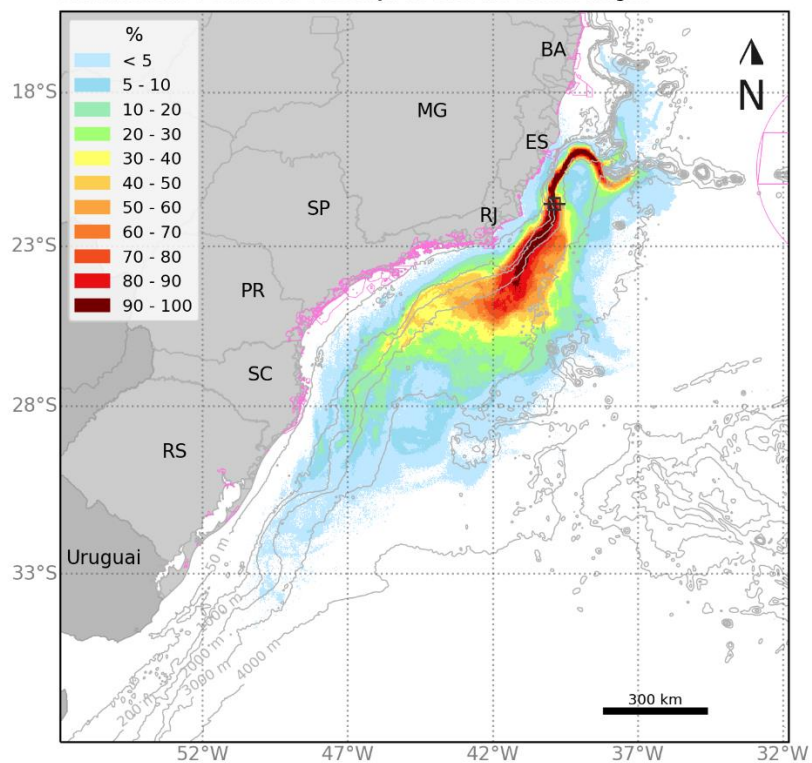


Figura 31: Mapa de probabilidade máxima de presença de óleo na coluna d'água e perfil vertical em longitude para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

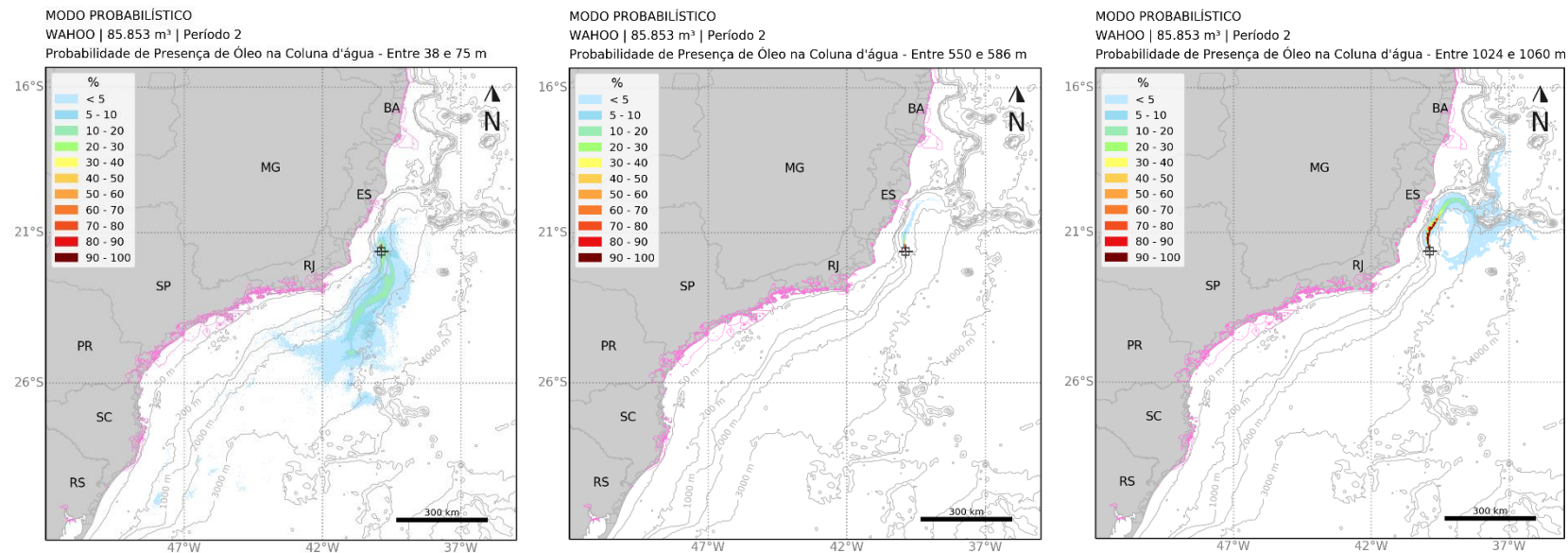


Figura 32: Mapa de probabilidade máxima de presença de óleo para diferentes profundidades na coluna d'água para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Concentração Máxima de Óleo na Coluna d'água

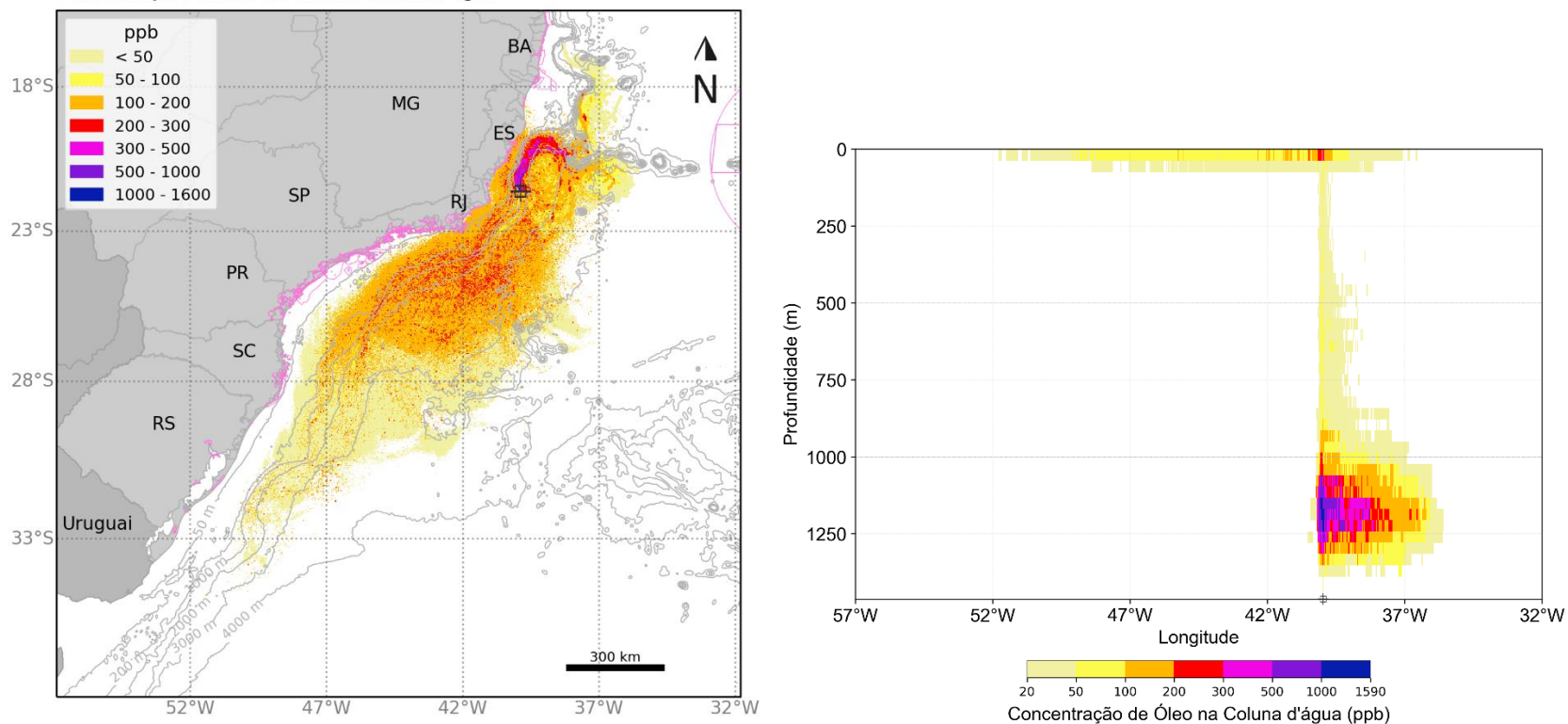


Figura 33: Mapa de concentração máxima de óleo na coluna d'água e perfil vertical em longitude para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Probabilidade de Presença de Óleo no Fundo Marinho

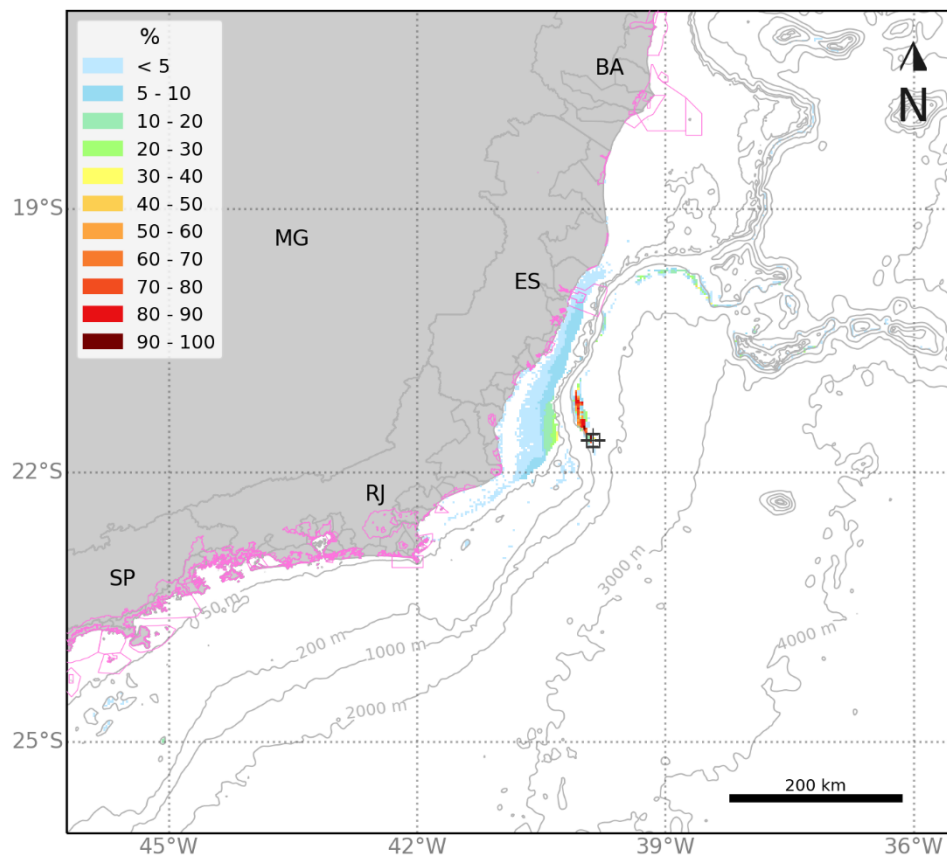


Figura 34: Mapa de probabilidade de presença de óleo no fundo marinho para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

MODO PROBABILÍSTICO

WAHOO | 85.853 m³ | Período 2

Probabilidade de Presença de Óleo na Costa

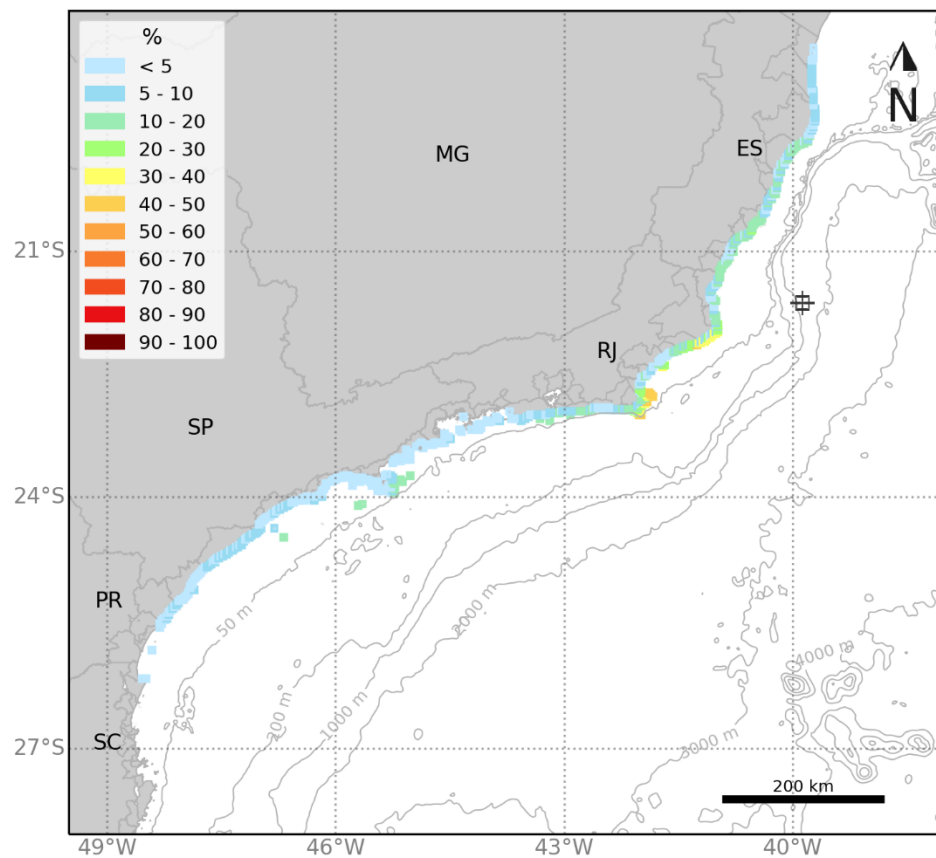


Figura 35: Mapa de probabilidade de presença de óleo na costa para o vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

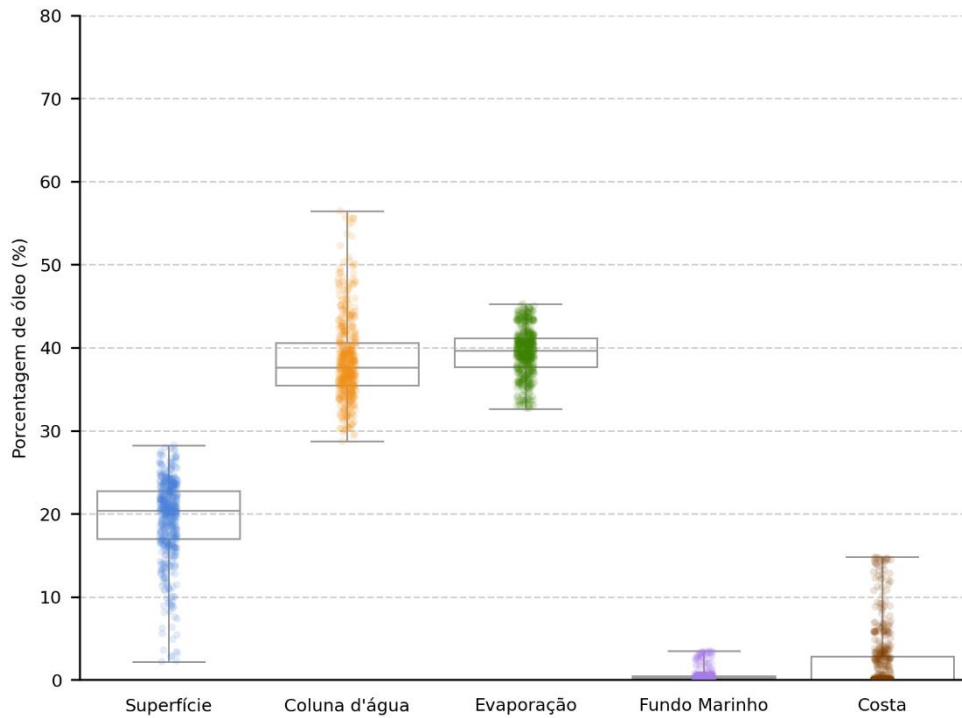


Figura 36: Balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

Tabela 16: Tabela de balanço de massa final das simulações probabilísticas para vazamento de pior caso (85.853 m³) no Período 2 (março a agosto). Simulação de 1.440 horas (60 dias).

	Superfície	Coluna d'água	Evaporação	Fundo Marinho	Costa
Mínimo	2,2	28,8	32,7	< 0,05	-
Primeiro Quartil	17	35,5	37,7	0,1	-
Mediana	20,4	37,6	39,6	0,2	< 0,05
Terceiro Quartil	22,8	40,6	41,1	0,5	2,8
Máximo	28,3	56,4	45,3	3,5	14,8

5.1.3.3 Tabelas Comparativas

A seguir são apresentados os resultados de óleo nos municípios (Tabela 17) e unidades de conservação (Tabela 18) para os vazamentos de pior caso (85.853 m³) em ambos os cenários sazonais.

Tabela 17: Probabilidade de presença, tempo mínimo de chegada, massa máxima e extensão de óleo nos municípios com possibilidade de serem atingidos em um vazamento de pior caso (85.853 m³), nos cenários de Período 1 e Período 2.

UF	Município	Probabilidade (%)		Tempo Mínimo (dias)		Massa Máxima (t/km)		Extensão (Km)	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
ES	SÃO MATEUS	0,2	9,2	20,4	14,8	-	11,9	-	74,2
	CONCEIÇÃO DA BARRA	-	8,8	-	16,3	-	9,5	-	28,3
	LINHARES	0,4	13,6	14,3	7,4	0,8	42,4	38,9	113,1
	ARACRUZ	0,6	12,8	14,3	7,6	0,7	42,4	42,4	77,8
	FUNDÃO	0,4	11	19	11	0,7	10,2	7,1	14,1
	SERRA	1	11,8	18	8,5	0,7	10,3	10,6	31,8
	VITÓRIA	1	13,4	17,6	7,7	0,7	14,5	7,1	24,7
	VILA VELHA	0,6	11,2	9,2	10,3	0,8	5,9	14,1	42,4
	GUARAPARI	16,4	21	5	8,1	8,2	41,4	28,3	42,4
	ANCHIETA	0,2	13,4	46,1	8,2	0,7	41,4	3,5	28,3
	PIÚMA	-	10,8	-	14,2	-	7,5	-	10,6
	ITAPEMIRIM	0,4	11,2	29,8	15,4	-	21,2	-	24,7
	MARATAÍZES	1,6	14,8	6,4	13,9	1,6	41,6	7,1	42,4
	PRESIDENTE KENNEDY	16,6	13,4	6	14,7	12	41,4	10,6	21,2
	RJ	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA	17,4	18,2	5,4	15,6	40,8	18,8	49,5
SÃO JOÃO DA BARRA		19,8	22,2	5,4	18,4	40,8	40,8	53	60,1
CAMPOS DOS GOYTACAZES		19,8	39,3	5,4	9,3	17,5	43,7	31,8	70,7
QUISSAMÃ		15,2	41,3	6,5	8,8	5,3	43,2	38,9	77,8
CARAPEBUS		1	10,2	22	22,5	1,5	7,5	21,2	21,2
MACAÉ		7,2	33,5	11,1	11,1	3,8	42,1	31,8	28,3
RIO DAS OSTRAS		1	10,2	19,9	13,1	1,5	5,2	3,5	21,2
CASIMIRO DE ABREU		0,4	8,2	28	13,1	1,5	40,7	3,5	10,6
CABO FRIO		9,8	41,7	8,2	7,9	40,8	41,3	60,1	70,7
ARMAÇÃO DOS BÚZIOS		35,5	45,9	8,7	7,5	30,9	42	46	49,5
SAQUAREMA		5,2	11,2	14,1	14,3	2,3	6,9	14,1	38,9
ARRAIAL DO CABO		40,9	48,5	7,9	7,9	40,6	41,9	67,2	67,2
MARICÁ		15	16,4	16,6	15,7	3,1	23,2	28,3	60,1
ARARUAMA		1,8	9,6	12,4	14,8	2,3	3,7	14,1	17,7
ITAGUAÍ		9,8	6,6	17,5	26,9	29,9	5,5	24,7	17,7

RIO DE JANEIRO	10	11,4	16,8	16,7	54,1	31,3	77,8	77,8
NITERÓI	0,8	10,6	22,1	18,6	1,5	16,6	7,1	14,1
MANGARATIBA	10	4,4	19,9	32	11,3	5,5	49,5	28,3
ANGRA DOS REIS	8,8	3,2	25	32,1	5,7	2	49,5	35,4
PARATY	8,6	7,4	22,9	36,4	9,8	6,4	53	53
UBATUBA	8,2	4,8	29,8	37,1	6	3,2	60,1	70,7
CARAGUATATUBA	5,2	1,2	34,9	49,3	2,1	-	21,2	-
SÃO SEBASTIÃO	8,2	16	24,4	24	7,2	40,5	21,2	74,2
ILHABELA	16,4	18,6	20,4	26,6	11,9	40,6	77,8	113,1
SANTOS	17,4	19,2	25,5	23,5	-	-	-	-
BERTIOGA	0,2	2	42,5	40,6	0,7	3,2	3,5	42,4
GUARUJÁ	7,2	8,8	27,6	31,7	3,6	14,7	42,4	46
SP SÃO VICENTE	0,4	0,2	42	57,6	-	0,7	-	3,5
PRAIA GRANDE	7,2	6,2	28,7	39,1	7,1	5,4	28,3	31,8
MONGAGUÁ	6,8	6,4	35,5	39,1	9,8	10,1	17,7	17,7
ITANHAÉM	9,2	15,6	25,2	27,4	29,7	40,4	28,3	38,9
PERUÍBE	5,6	9,4	28,6	40	2,8	13,9	35,4	38,9
IGUAPE	9,4	8,6	27	37,7	10,6	17,8	77,8	74,2
ILHA COMPRIDA	12,4	8,6	27,3	37,7	34,9	16,7	88,4	77,8
CANANÉIA	25,1	6,6	27,6	39,4	40,2	11,6	56,6	49,5
GUARAQUEÇABA	32,3	5,4	27,9	46,6	37,2	15,8	56,6	49,5
PARANAGUÁ	25	3,6	29,3	51,9	42,9	3,9	35,4	10,6
PR PONTAL DO PARANÁ	24,6	2,4	29,8	51,9	39,9	-	42,4	-
MATINHOS	33,5	2,6	30,5	52,3	13,6	4,5	31,8	3,5
GUARATUBA	25	-	35,5	-	21	-	24,7	-
ITAPOÁ	22,2	0,6	36,4	54,9	22,3	-	35,4	-
SÃO FRANCISCO DO SUL	38,5	1	32,6	53,2	39,9	2	63,6	7,1
BALNEÁRIO BARRA DO SUL	38,5	-	33,3	-	36,8	-	35,4	-
ARAQUARI	32,5	-	35	-	23,3	-	10,6	-
BARRA VELHA	32,5	-	35	-	10,7	-	24,7	-
BALNEÁRIO PIÇARRAS	28,7	-	37,6	-	7,7	-	14,1	-
PENHA	40,7	-	34,1	-	33,2	-	21,2	-
SC NAVEGANTES	10,6	-	35,4	-	4,6	-	17,7	-
ITAJAÍ	10,4	-	36,6	-	3,9	-	10,6	-
BALNEÁRIO CAMBORIÚ	39,1	-	34,4	-	28,2	-	28,3	-
ITAPEMA	30,9	-	34,5	-	15,8	-	21,2	-
PORTO BELO	42,5	-	34,2	-	17	-	35,4	-
BOMBINHAS	51,7	-	33,6	-	39,6	-	46	-
TIJUCAS	0,4	-	46,4	-	0,6	-	10,6	-
FLORIANÓPOLIS	56,7	0,2	31,3	56,7	42	-	123,7	-
GOVERNADOR CELSO RAMOS	8,6	-	37,9	-	3,6	-	21,2	-

PALHOÇA	15,6	-	34,4	-	6,1	-	14,1	-
PAULO LOPES	15,6	-	34,4	-	6,1	-	10,6	-
GAROPABA	7,2	-	33,1	-	5,8	-	24,7	-
IMBITUBA	14	-	32,4	-	11,2	-	35,4	-
LAGUNA	26,1	-	32,4	-	23,8	-	53	-
JAGUARUNA	11,2	-	32,4	-	7,3	-	49,5	-
BALNEÁRIO RINCÃO	11,4	-	34,8	-	6,1	-	21,2	-
ARARANGUÁ	11,4	-	35,3	-	6,3	-	24,7	-
BALNEÁRIO ARROIO DO SILVA	8,4	-	36,2	-	3,7	-	24,7	-
BALNEÁRIO GAIVOTA	8,6	-	36,2	-	5,6	-	28,3	-
PASSO DE TORRES	8,2	-	36,2	-	5,2	-	21,2	-
TORRES	6	-	44,8	-	9,8	-	24,7	-
ARROIO DO SAL	7,6	-	41,5	-	9,1	-	28,3	-
TERRA DE AREIA	6	-	43,4	-	5,9	-	7,1	-
CAPÃO DA CANOA	7,6	-	42	-	17,7	-	28,3	-
XANGRI-LÁ	7,6	-	42	-	31	-	17,7	-
OSÓRIO	9,4	-	42,9	-	26,1	-	10,6	-
IMBÉ	9,4	-	42,9	-	26,1	-	21,2	-
TRAMANDAÍ	11,4	-	40,7	-	12,1	-	24,7	-
R ² CIDREIRA	13,6	-	40,9	-	21,7	-	24,7	-
BALNEÁRIO PINHAL	12,6	-	43,1	-	19,1	-	14,1	-
PALMARES DO SUL	16,6	-	41,3	-	14,3	-	35,4	-
MOSTARDAS	16,6	-	41,4	-	30,4	-	109,6	-
TAVARES	14	-	43,2	-	11,8	-	60,1	-
SÃO JOSÉ DO NORTE	5,8	-	43,5	-	4,5	-	127,3	-
LAGOA DOS PATOS	2,2	-	49,2	-	1,4	-	7,1	-
RIO GRANDE	2	-	50,3	-	1,5	-	60,1	-
SANTA VITÓRIA DO PALMAR	1	-	51,4	-	1,5	-	67,2	-

Os valores em cinza foram retirados dos resultados em superfície e na coluna d'água para os municípios que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado. Estes resultados foram obtidos a uma distância de menos de 2,5 km (um ponto de grade) da costa. Como os valores apresentados são da superfície e da coluna d'água, não são apresentados valores de massa acumulada na costa e extensão.

Tabela 18: Probabilidade de presença e tempo mínimo de chegada de óleo nas Unidades de Conservação com possibilidade de serem atingidas em um vazamento de pior caso (85.853 m³), nos cenários de Período 1 e Período 2.

Unidades de Conservação	Probabilidade (%)		Tempo Mínimo (dias)	
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
PE de Itaúnas	-	0,4	-	42,2
RPPN Fazenda Sayonara	-	1,6	-	22
APA Conceição da Barra	-	8,8	-	16,3
ARIE do Degredo	0,2	9,6	22	12,7
REBIO DE COMBOIOS	0,6	13,6	14,3	7,5
APA Costa das Algas	34,7	45,1	6,2	5,4
PNM David Victor Farina	-	11,6	-	9,4
RVS de Santa Cruz	4,2	21,2	12,9	7,1
APA da Lagoa Jacumém	0,2	10,2	33,3	8,5
APA de Praia Mole	1	12	18	9,8
Parque Atlântico	-	12	-	10,8
APA Baía das Tartarugas	0,2	12,2	30,4	10,2
APA da Ilha do Frade	-	7,2	-	10,8
APP Morro do Moreno	0,6	7,4	25,7	11,6
PNM de Jacarenema	0,2	11,2	32,3	10,3
APA da Lagoa Grande	0,8	11,6	9	12,4
PE Paulo César Vinha	15,2	20	4,8	12,2
APA de Três Ilhas	17,2	21,6	4,3	9
PM Morro da Pescaria	6,8	19,2	5	13,1
RDS Concha D'ostra	5,4	15,4	4,9	9,7
RDS Papagaio	0,2	12	45,9	15,2
APA Tartarugas	0,2	13,4	30,6	8,2
ESEC Papagaio	-	12	-	15,2
ANT Ilha do Meio, Ilha dos Cabritos E Ilha do Francês	0,4	12	29,8	15,2
ANT Ilha do Gambá	-	9,4	-	17,9
RPPN Yara Brunini	-	11	-	16,1
APA de Guanandy	3,6	11,2	5,9	15,3
MN Falésias de Marataízes	3,4	14,8	6,4	13,8
ESEC de Guanandi	16,4	10,8	7,3	19,5
ANT Foz do Rio Paraíba	17	11,4	6,2	19,9
APA da Cehab	12,4	1,2	7	23,9
RPPN Fazenda Caruara	17,2	18,8	5,3	19,5
APA de Iquipari	18,6	21,4	5,4	18,7
PE da Lagoa do Açú	19,8	34,5	5,4	9,5
APA do Lagamar	25,5	34,1	5,6	9,5

PARNA Restinga de Jurubatiba	7,6	31,7	13,5	11,1
PNM da Restinga do Barreto	1,4	2,4	16,1	35,1
APA do Arquipélago de Santana	22,6	41,3	8,4	9,8
PNM Estuário do Rio Macaé	0,2	11,2	40,1	19,9
RPPN Sítio Shangrilah	0,2	12,2	40,1	15,7
RPPN Fazenda Barra do Sana	0,2	12,2	40,1	15,7
RPPN Sítio Sumidouro e Sítio Peito de Pomba	0,2	12,2	40,1	15,7
APA do Morro de Santana	0,2	12,2	40,1	15,7
PNM da Praia do Pecado	0,6	12,4	30	19,9
PNM do Arquipélago de Santana	6,4	33,9	11,1	11
ARIE de Itapebussus/PN Itapebussus	2,2	14,6	14,7	20,9
APA da Lagoa do Iriry	6	3,8	14,5	29,2
MN dos Costões Rochosos de Rio das Ostras	3,2	19	16,1	12,6
APA da Bacia do Rio São João (Mico Leão)	4,4	17,2	15,2	12,8
APA Marinha da Armação de Búzios	39,1	46,3	8,4	7,2
PM Mata do Rio São João	3	25,3	15,7	13,7
PNM dos Corais de Armação dos Búzios	18,4	42,3	9,5	9,2
RESEC do Tauá	-	2	-	26,7
PE da Costa do Sol	42,7	46,7	8,1	7,1
APA da Praia da Azeda e Azedinha	18,4	42,3	9,5	9,2
PM da Lagoinha	8,4	34,9	10,3	9,6
PM da Lagoa de Geribá	5,8	28,9	10,6	12,8
APA do Pau Brasil	12,6	42,9	8,2	7,8
PE do Cunhambebe	6,8	-	32,5	-
PM da Boca da Barra	8,4	29,3	14,7	14,6
PM da Gamboa	3,4	7,8	17,5	29,8
PM da Praia do Forte	5,4	7,8	17,2	29,8
ANT Dunas de Cabo Frio e Arraial do Cabo	8	29,7	17,2	15,1
PM Dormitório das Garças	5,4	7,8	17,2	29,8
PNM Mico-Leão-Dourado	3,6	7,4	17,6	29,9
PM das Dunas	3,6	7,4	17,6	29,9
APA do Saco de Coroa Grande	0,2	-	31,6	-
REBIO Guaratiba	6,8	10,4	12,4	14,3
APA de Massambaba	6,8	10,4	12,4	14,3
APA do Morro do Morcego, Fortaleza de Santa Cruz e dos Fortes do Pico e do Rio Branco	0,2	0,8	23,1	28,5
RESEC de Massambaba	6,8	10,4	12,4	14,8
RVS Serras de Maricá (Revissermar)	0,2	8,8	25,7	18,2
APA Serras de Maricá (Apasermar)	7,4	16,4	16,5	17,6
PM da Praia do Forno	8,2	31,1	13	14,9
ARIE Baía de Sepetiba	10	5,6	17,5	26,2

RESEX Marinha Arraial do Cabo	53,7	70,7	7,8	5,9
MN Ilha dos Amores	0,2	0,6	23,1	28,5
MN dos Morros do Pão de Açúcar e Urca	0,2	0,8	22,1	29,1
APA Paisagem Carioca	0,2	0,8	22,1	29,1
APA de Maricá	0,2	9,2	24,8	17,5
PNM Paisagem Carioca	0,2	0,8	22,1	29,1
APA do Morro do Leme	0,2	0,8	22,1	29,1
APA Marinha Boto-Cinza	10	8,8	17,8	26,7
PE da Serra da Tiririca	0,8	10,6	22,1	18,6
APA de Mangaratiba	8,6	1	21,6	43,2
RESEX Marinha de Itaipu	4,6	11	18,3	16,7
APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	10	8,8	16,1	23,9
ARIE Baía de Guanabara	0,2	0,8	23,1	28,5
PNM de Niterói	0,2	0,6	23,1	28,5
APA dos Morros da Babilônia e de São João	0,2	4,8	22,1	26,3
MN Praia do Sossego	0,4	10,4	22,2	18,6
APA do Morro da Saudade	-	4,8	-	26,7
RESEC da Ilha do Cabo Frio	40,9	48,5	7,9	7,9
APA das Pontas de Copacabana e Arpoador e seus Entornos	0,2	5,6	24,3	26,9
APA das Brisas	2,6	0,2	19,5	56,8
APA da Orla Marítima das Praias de Copacabana/Ipanema/Leblon/São Conrado e Barra da Tijuca	3,6	8,2	21,7	25
PNM da Cidade	1	1,2	21	33,4
ARIE de São Conrado	1	1,2	21	33,4
PNM Penhasco Dois Irmãos - Arquiteto Sérgio Bernardes	1	1,2	21	33,4
PN da Tijuca	0,2	7	48,8	25,8
PNM Barra da Tijuca	3,6	8	21,7	26,8
PNM de Marapendi	3,6	8	21,8	26,8
APA do PNM de Marapendi	3,6	8,2	21,7	25
APA de Grumari	10	8,8	16,1	23,9
APA da Paisagem e do Areal da Praia do Pontal	3,8	7,8	22,9	26,8
PNM da Mata Atlântica	-	0,2	-	56,9
MN das Ilhas Cagarras	9,6	11,4	17	16,7
REBIO Guaratiba	7,4	6,2	19,2	26,8
PNM da Prainha	8	8,4	19,9	25,8
APA da Prainha	8	8,4	19,9	25,8
PE da Pedra Branca	10	8,8	16,8	23,9
PNM Chico Mendes	3,8	7,8	22,9	26,9
APA de Tamoios	9,2	8,6	23,3	27,1
PNM de Grumari	10	8,8	16,1	23,9
ESEC de Tamoios	4,2	0,2	33,8	56,2

PE da Ilha Grande	8,8	4	23,4	32,1
APA Baía de Paraty, Paraty Mirim e Saco do Mamanguá	4,2	0,2	34,2	58,1
REBIO da Praia do Sul	6,4	0,8	24,2	50,8
APA de Cairuçu	8,6	7,4	22,9	36,4
RDS do Aventureiro	6,4	0,8	23,7	36,6
RESEC da Juatinga	8,6	7,4	22,9	36,4
APA Marinha do Litoral Norte	21,6	21,2	18,2	23,5
PARNA da Serra da Bocaina	3,4	1,2	31,9	41,2
PE da Serra do Mar	6,2	6,2	31,9	39,1
RPPN Morro do Curussu Mirim	0,2	0,4	45,9	49,9
ESEC Tupinambás	8,2	16	23,6	23,9
PE da Ilha Anchieta	7,6	2,6	31,7	38,7
PNM do Juqueriquerê	1,6	-	35,1	-
PE de Ilhabela	16,4	18,6	19,7	26,2
RPPN Toque Toque Pequeno	0,2	-	43,7	-
APA Marinha do Litoral Centro	29,9	25,5	23,2	22,9
PE Restinga de Bertioga	-	1,4	-	53,4
RPPN Reserva Rizzieri	0,2	-	43,7	-
APA Baleia Sahy	-	0,8	-	55,5
APA Alcatrazes	-	1,8	-	48,7
ARIE de São Sebastião	0,2	1,4	33	56,1
APA Ilha de Itaçucê	-	0,8	-	56,5
APA da Serra do Guararu	0,2	2	39,9	40,6
RPPN Marina do Conde	0,2	2	42,5	40,6
PM Ilha Rio da Praia	0,2	2,4	39,8	44,4
PE Xixová-Japuí	2	2,2	35,4	42,6
PNM Piaçabuçu	2	0,6	34,6	56,5
RVS do Arquipélago de Alcatrazes	22,8	25,9	21	23,5
PE Marinho da Laje de Santos	17,4	19,2	25,5	23,5
PNM Restinga do Guaraú	1,4	4	29,8	41,3
APA de Cananéia-Iguapé-Peruíbe	12,4	8,2	26,8	37,7
ESEC Juréia-Itatins	5,6	8,8	28,9	38,4
ESEC dos Tupiniquins	34,1	8,8	26,3	30,7
ARIE Ilhas Queimada Grande e Queimada Pequena	9,2	15,6	25,2	27,4
RVS das Ilhas do Abrigo e Guararitama	1,4	7,2	35,5	40,6
PNM dos Manguezais do Rio Preto	1,4	6,2	38,1	40,7
PE do Itinguçu	3,8	7,6	28,5	40
PNM do Bougainville	3,6	7,6	28,5	40
PNM do Vilão	3,8	7,6	28,5	40
RDS Barra do Una (Setor Marinho)	6,2	10,4	28,7	39
RDS da Barra do Una	5,6	9,4	28,8	40,2

APA Marinha do Litoral Sul	49,3	14,4	24,5	28,3
PE do Prelado	8,4	6	29,5	38,4
APA Ilha Comprida	12,8	8,6	27,2	37,7
ARIE do Guará	8,6	8,2	27,3	37,7
ARIE da Ilha Comprida	10,2	7,6	27,7	40
PE Lagamar de Cananeia	1,2	4	42,4	51,4
PE da Ilha do Cardoso	25,1	6	27,2	39,4
RESEX Ilha do Tumba	22	4,6	28,6	40,6
APA de Guaraqueçaba	33,3	5,4	27,6	46,6
PARNA do Superagui	33,3	5,4	27,6	46,6
ESEC da Ilha do Mel	19,2	1,4	29,6	54
PE da Ilha do Mel	25	2,2	29,3	52,2
APA de Guaratuba	24	0,2	34,5	59,3
PARNA de Saint-Hilaire/Lange	24	0,2	34,5	59,3
PNM do Rio Perequê	21,2	1,4	29,2	53,8
PARNA Marinho das Ilhas dos Currais	37,3	2,8	29,5	48,2
PE do Rio da Onea	13,8	-	36,2	-
RPPN Fazenda Palmital	22,2	-	36,9	-
PE Acarai	40,5	0,2	33,1	59,2
PNM Caminho do Peabiru	15	-	36,5	-
PNM do Atalaia	7,2	-	36,6	-
RPPN Aroeira Vermelha	9,6	-	43,1	-
APA Costa Brava	30,9	-	34,5	-
RDS de Itapema	5,6	-	43,8	-
RPPN Morro dos Zimbros	7,8	-	39,9	-
PNM Costeira de Zimbros	7,8	-	38,6	-
REBIO Marinha do Arvoredo	58,3	0,2	30,9	51,2
PM Morro dos Macacos	38,7	-	35,5	-
APA Anhatomirim	6,2	-	40,6	-
PNM Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho	39,5	-	31,4	-
AT Dunas dos Ingleses	33,5	-	34,4	-
RPPN Morro das Aranhas	9,4	-	34,4	-
ESEC de Carijós	7,6	-	38,1	-
AT Dunas do Santinho	39,5	-	31,4	-
PE do Rio Vermelho	10,8	-	34,3	-
PNM da Galheta	15	-	31,5	-
MN da Galheta	15	-	31,5	-
PNM das Dunas da Lagoa da Conceição	11,4	-	31,5	-
AT da Lagoinha Pequena	1,6	-	38,1	-
PE DA SERRA DO TABULEIRO	28,3	0,2	30	56,7
MN da Lagoa do Peri	4	-	34,6	-

AT Dunas do Campeche	4,6	-	34,8	-
AT da Lagoa da Chica	4,6	-	34,8	-
PNM da Lagoa do Peri	4	-	35,4	-
APA da Baleia Franca	35,1	0,2	29,8	56,7
PNM da Lagoinha do Leste	10,2	-	33,2	-
APA do Entorno Costeiro	19,8	-	33,7	-
REBIO Praia do Rosa	6,6	-	33,9	-
RVS Ilha dos Lobos	9,4	-	41,2	-
PE de Itapeva	3,4	-	47	-
PE da Guarita	3,4	-	47	-
PARNA da Lagoa do Peixe	15,2	-	42,9	-
RDS do Molhe Leste	5,6	-	48,5	-

Os valores em cinza foram retirados dos resultados em superfície e na coluna d'água para as UCs que não apresentaram probabilidade de chegada de óleo. Estes resultados foram obtidos a uma distância de menos de 2,5 km (um ponto de grade) da UC.

5.1.4 Resumo dos Resultados Probabilísticos

A seguir é apresentado o resumo das simulações probabilísticas, com o menor tempo de chegada de óleo na costa, porcentagem de simulações que apresentaram toque e extensão na costa para os cenários que tiveram probabilidade de toque de óleo na costa. Para os cenários que não apresentaram probabilidade de toque na costa serão apresentados a menor distância da costa em quilômetros, qual a localidade da menor distância, assim como a menor distância para a UC e qual a respectiva UC.

Tabela 19: Resumo dos Resultados Probabilísticos para o ponto de risco.

Cenário	COM Probabilidade de Chegada na Costa				SEM Probabilidade de Chegada na Costa			
	Tempo mínimo para atingir a costa (dias)	Porcentagem de simulações com toque de óleo (%)	Extensão total de toque na costa (km)	Menor distância em relação à costa		Menor distância em relação às UCs		
				Distância (km)	Localidade	Distância (km)	UC	
8 m ³	Período 1	-	-	-	68	CAMPOS DOS GOYTACAZES	68	PE da Lagoa do Açú - RJ
	Período 2	-	-	-	45	QUISSAMÃ	45	APA do Lagamar - RJ
200 m ³	Período 1	6	0,8	2,8	-	-	-	-
	Período 2	9,6	6	254,6	-	-	-	-
85.853 m ³	Período 1	5	80,8	2733	-	-	-	-
	Período 2	7,4	55,9	1972,8	-	-	-	-

* Nestes cenários os valores foram retirados dos resultados em superfície e na coluna d'água para os municípios que não apresentaram massa acumulada na costa acima do limiar monitorado. Estes resultados foram obtidos a uma distância de menos de 2 km (um ponto de grade) da costa.

O cenário que apresentou o menor tempo de chegada de óleo na costa foi o de pior caso (85.853 m³), no Período 1, de 5 dias. Em relação a porcentagem de simulações com toque de óleo na costa, o máximo observado foi de 80,8% no cenário de pior caso no Período 1. No cenário de pior caso - Período 2, foi observada a maior extensão com probabilidade de chegada de óleo na costa (1.972,8 km). Apenas no cenário de 8 m³ não houve probabilidade de toque de óleo na costa e a menor distância foi de 45 km relativa ao município de Quissamã-RJ.

5.2. Resultados Determinísticos

Com base nos resultados obtidos nas simulações probabilísticas, foram identificadas as condições críticas para ocorrência de um vazamento de 85.853 m³ na localização do Campo de Wahoo, situado na Bacia de Campos.

A situação de **menor tempo** de chegada de óleo na costa ocorreu no Período 1, enquanto a situação de **maior massa** acumulada ocorreu no Período 2. Na Tabela 20 são apresentadas as informações dessas condições críticas selecionadas.

Tabela 20: Informações das simulações determinísticas críticas consideradas para o vazamento de pior caso.

Cenário	Data da simulação (GMT)	Primeira localidade de toque	Tempo de toque na costa (dias)	Massa final de óleo na costa (t)
Tempo mínimo de toque de óleo na costa	01/10/2014 às 19 h	Guarapari - ES	5	794,8
Maior massa de óleo acumulada na costa	13/04/2012 às 01 h	Linhares - ES	21	10.250

5.2.1 Menor tempo de chegada de óleo à costa

A seguir são apresentadas informações relacionadas aos ventos e correntes do período simulado que se estendeu de 01/10/2014 às 19h até 30/11/2014 às 19h. Os valores estão relacionados ao ponto de grade mais próximo do local do vazamento.

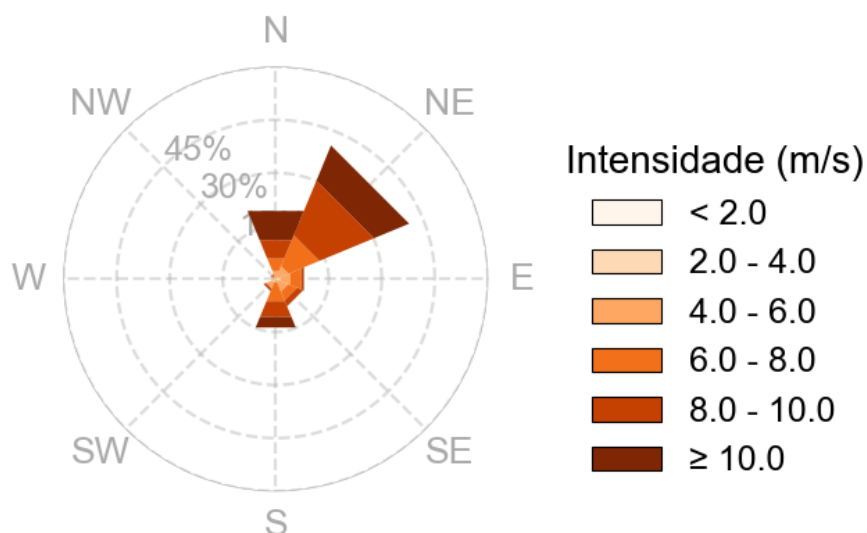


Figura 37: Rosa dos ventos para o período de simulação da situação de menor tempo de toque na costa.

Tabela 21: Ocorrência conjunta entre direção e intensidade dos ventos para o ponto mais próximo do local do vazamento para o período da condição de menor tempo de toque na costa.

Direção ->	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Freq. (%)
Intensidade (m/s)									
< 2.0	2	-	-	-	-	6	5	1	1
2.0 - 4.0	4	11	21	11	4	10	5	1	4,6
4.0 - 6.0	29	46	43	45	12	24	6	10	14,9
6.0 - 8.0	55	136	49	39	82	4	-	8	25,9
8.0 - 10.0	82	241	8	25	69	7	-	3	30,2
≥ 10.0	128	155	3	1	47	3	-	-	23,4
Freq. (%)	20,8	40,9	8,6	8,4	14,9	3,7	1,1	1,6	-

Tabela 22: Estatística do vento para o período da condição de menor tempo de toque na costa.

Direção média (°)	Direção de maiores intensidades (°)	Velocidade média (m/s)	Velocidade mínima (m/s)	Velocidade máxima (m/s)	Desvio Padrão(m/s)
47	193	8	0,5	14,3	2,4

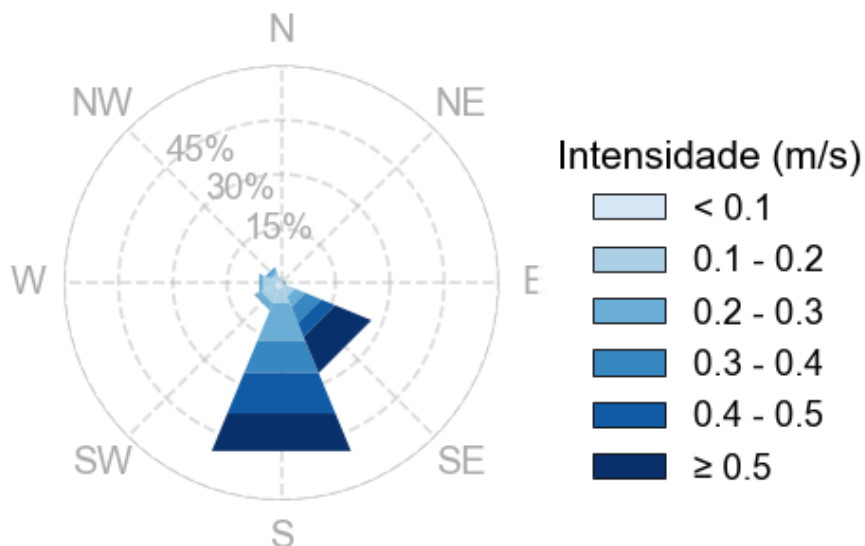


Figura 38: Rosa de corrente para o período de simulação da situação de menor tempo de toque na costa.

Tabela 23: Ocorrência conjunta entre direção e intensidade de corrente para o ponto mais próximo do local do vazamento para o período da condição de menor tempo de toque na costa.

Direção ->	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Freq. (%)
Intensidade (m/s)									
< 0.1	4	2	1	5	12	15	12	5	7,8
0.1 - 0.2	6	1	4	24	31	29	27	17	19,3
0.2 - 0.3	1	-	2	23	82	12	7	8	18,8
0.3 - 0.4	-	-	1	34	68	3	2	4	15,6
0.4 - 0.5	-	-	1	30	88	-	-	-	16,5
≥ 0.5	-	-	-	78	81	-	-	-	22,1
Freq. (%)	1,5	0,4	1,2	26,9	50,3	8,2	6,7	4,7	-

Tabela 24: Estatística de corrente para o período da condição de menor tempo de toque na costa.

Direção média (°)	Direção de maiores intensidades (°)	Velocidade média (m/s)	Velocidade mínima (m/s)	Velocidade máxima (m/s)	Desvio Padrão(m/s)
167	141	0,3	0	0,7	0,2

Pelos dados de vento no período da simulação nota-se a predominância de ventos de nordeste (41%) e predominância de ventos com intensidades entre 8 e 10 m/s (30,2%). As informações de correntes mostram que a direção das correntes é preferencialmente para sul (50,3%) e que as velocidades mais frequentes são superiores 0,5 m/s (22 %), com intensidades máximas de 0,7 m/s.

A seguir, é apresentada a deriva do óleo em superfície e na coluna d'água, além da área varrida (em amarelo claro nas figuras) pela mancha de óleo durante toda a simulação. O resultado na coluna d'água representa a integração dos valores de concentração de óleo ao longo da longitude, isto é, é apresentado o maior valor de concentração em cada ponto de grade relativo à longitude e a profundidade.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 02-10-2014 19h

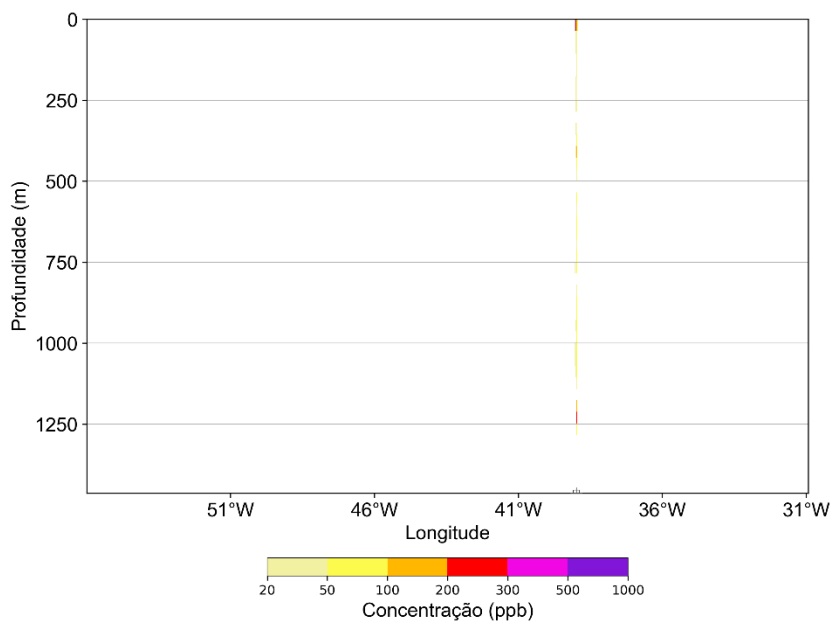
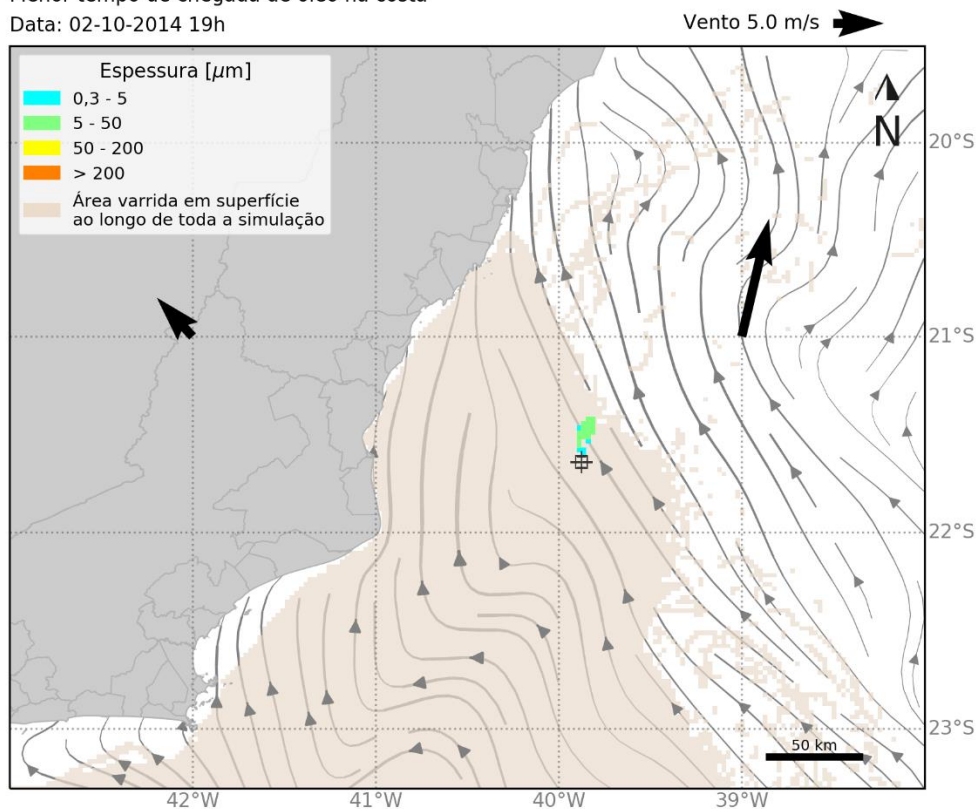


Figura 39: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 24 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 03-10-2014 19h

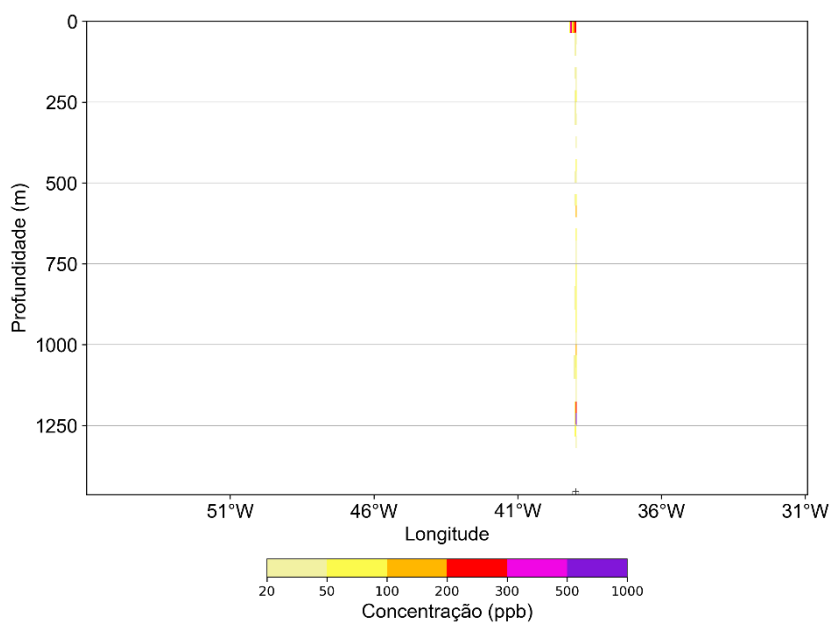
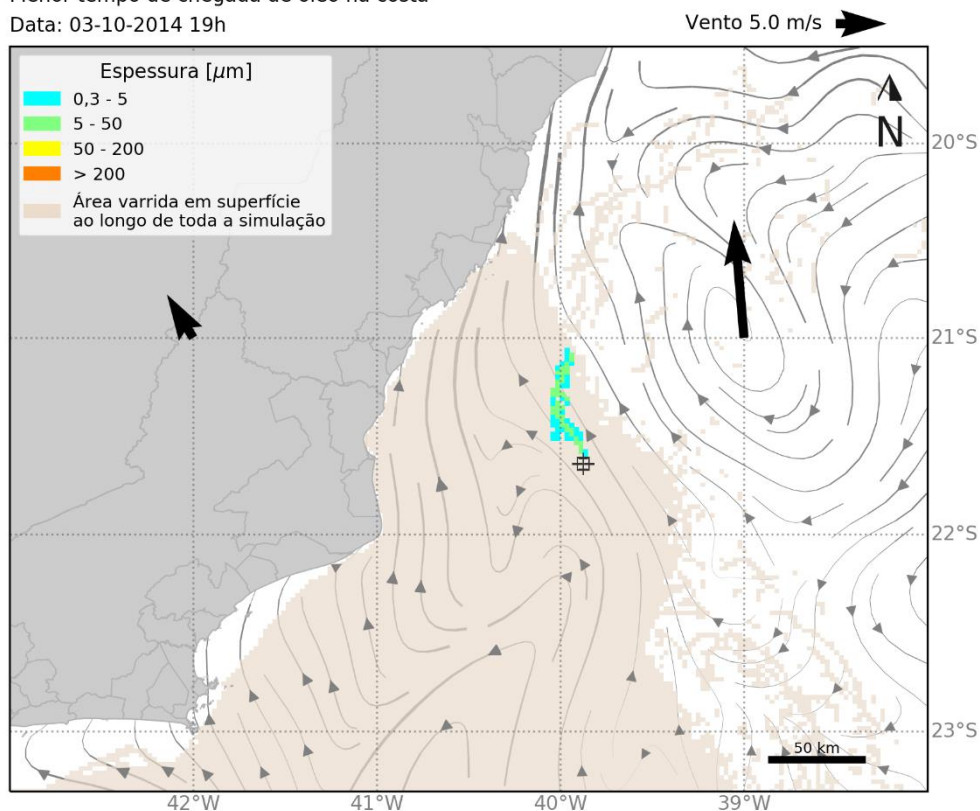


Figura 40: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 48 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 05-10-2014 19h

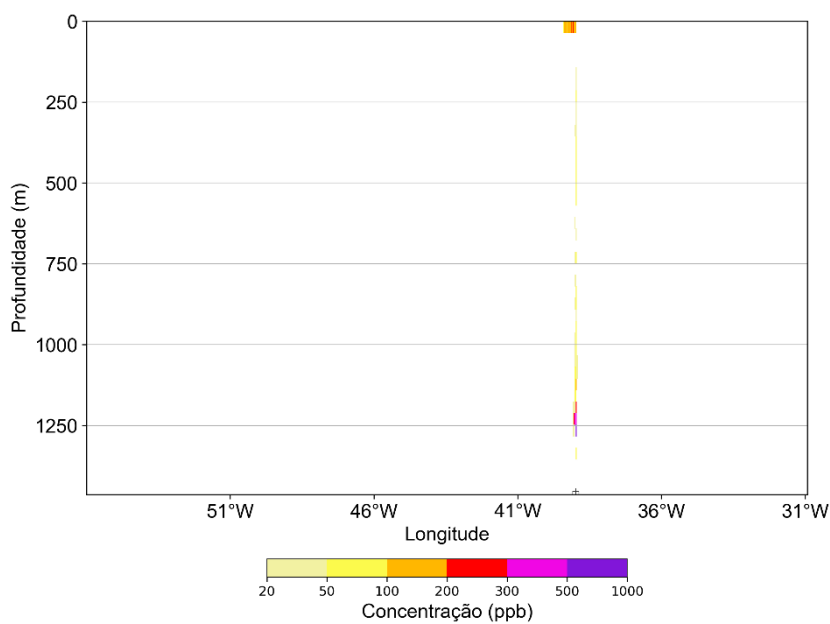
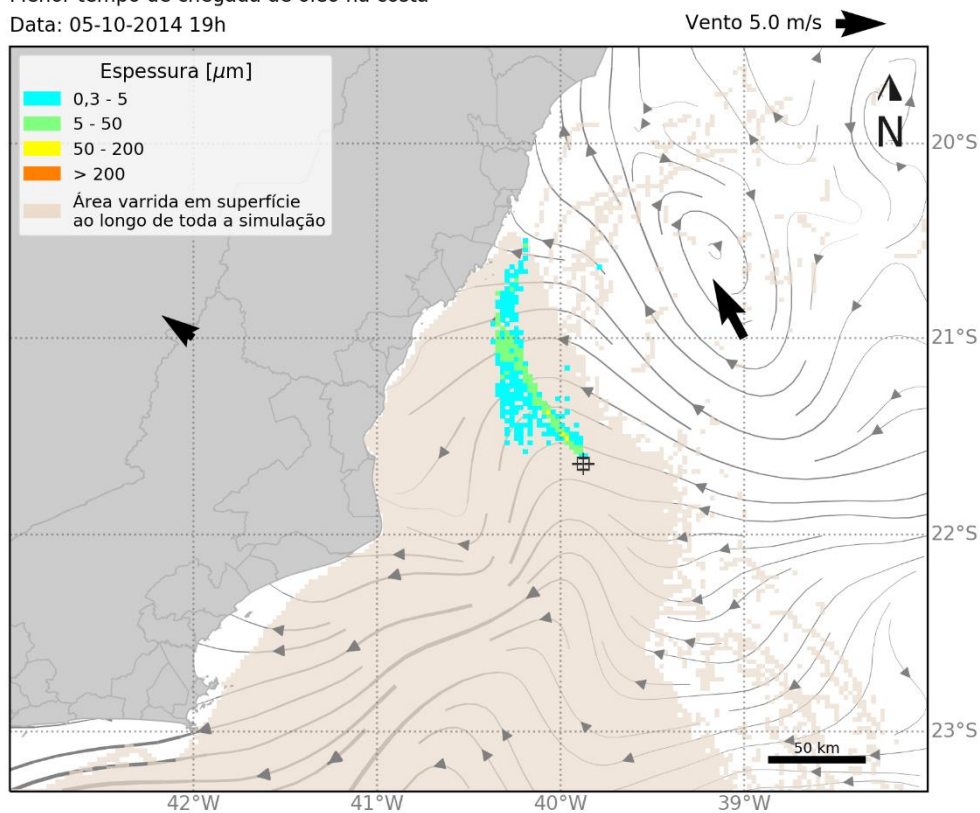


Figura 41: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 96 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 06-10-2014 20h

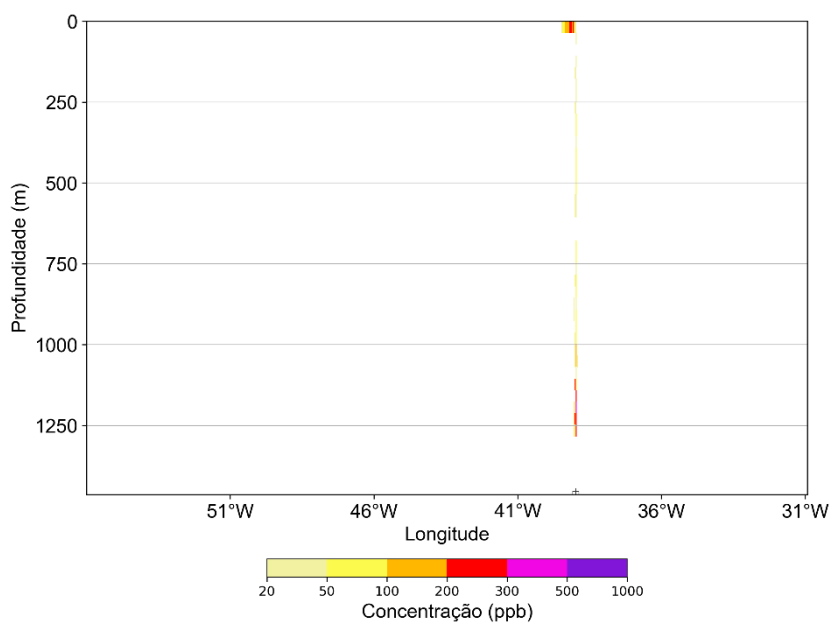
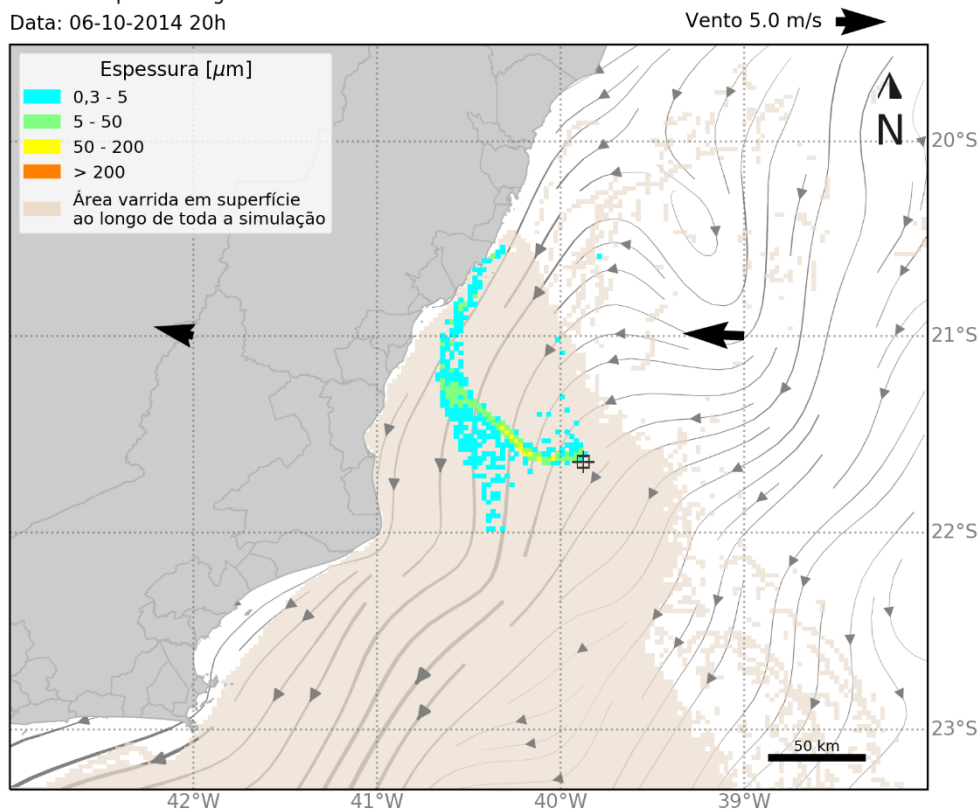


Figura 42: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 121 h (tempo do primeiro toque de óleo na costa – 5 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 11-10-2014 19h

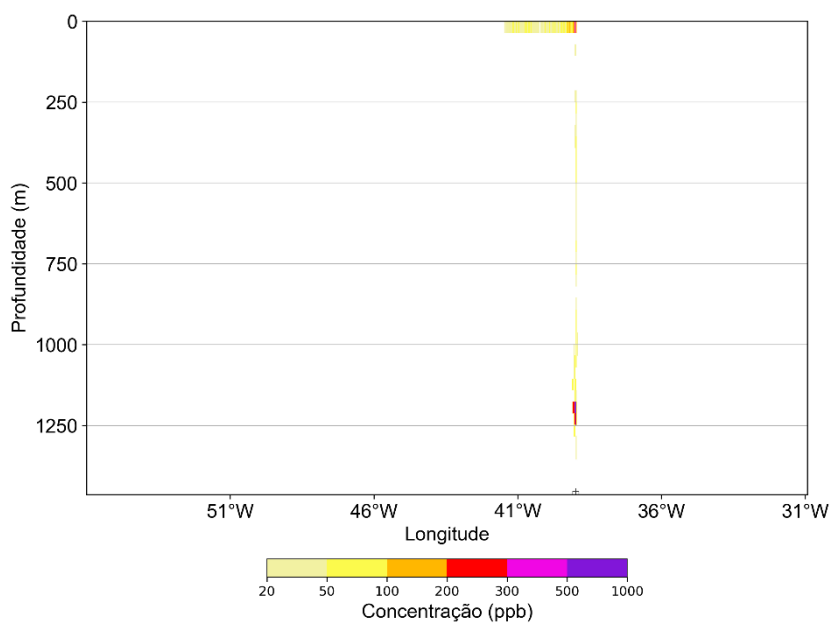
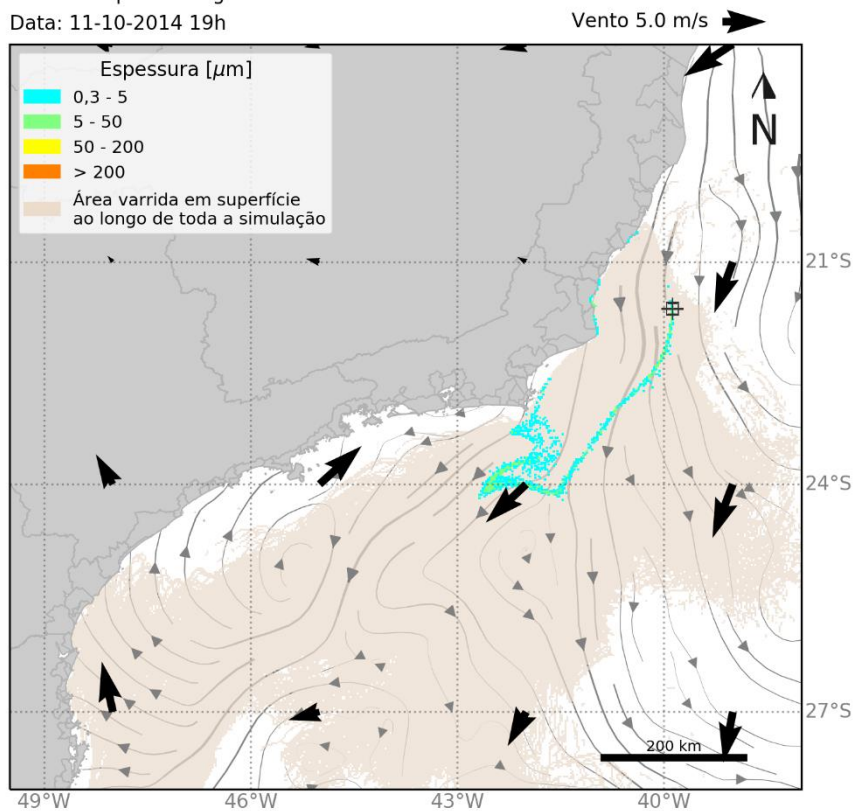


Figura 43: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 240 h (10 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 16-10-2014 19h

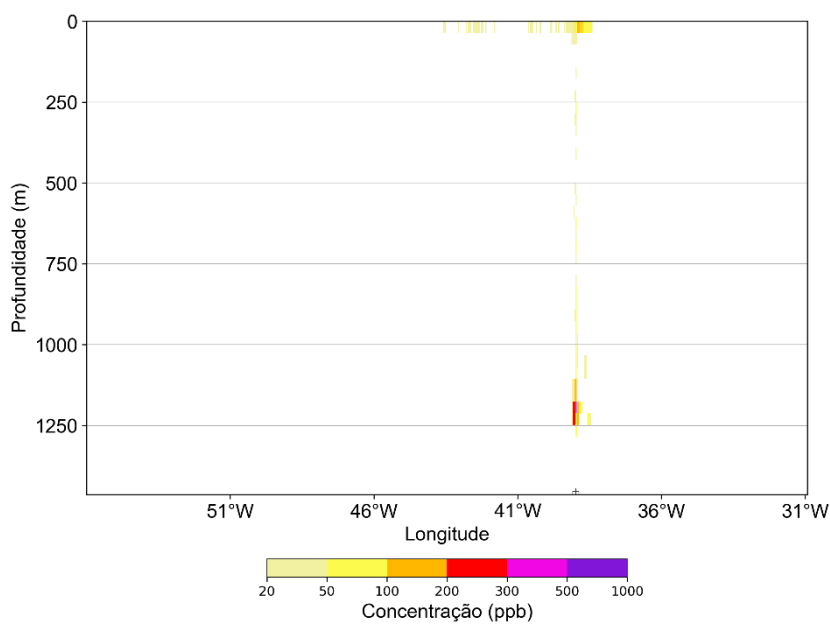
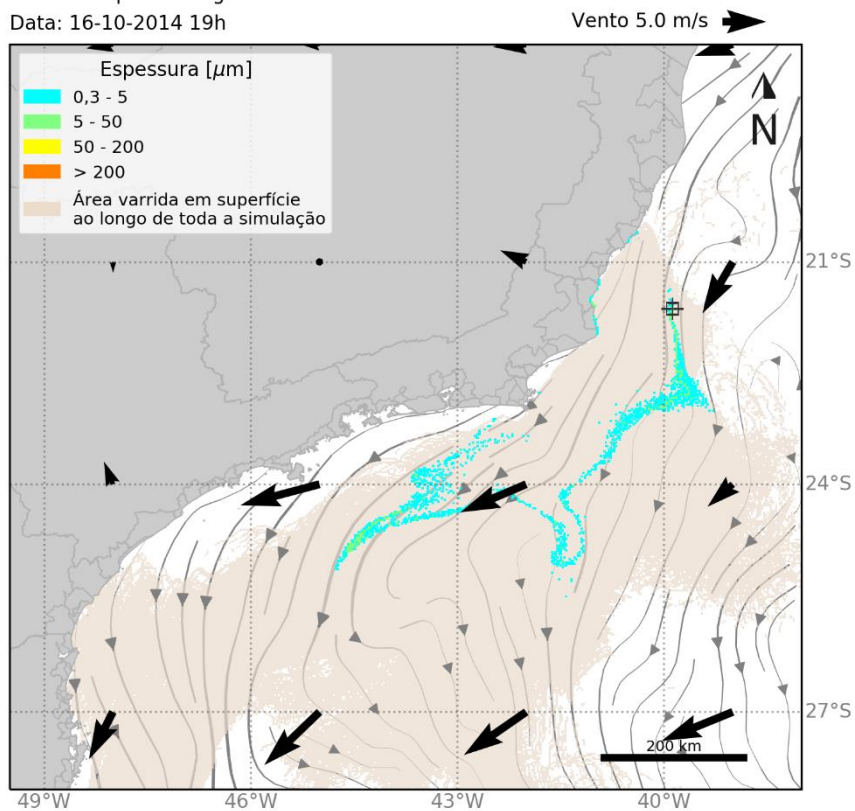


Figura 44: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 360 h (15 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 22-10-2014 19h

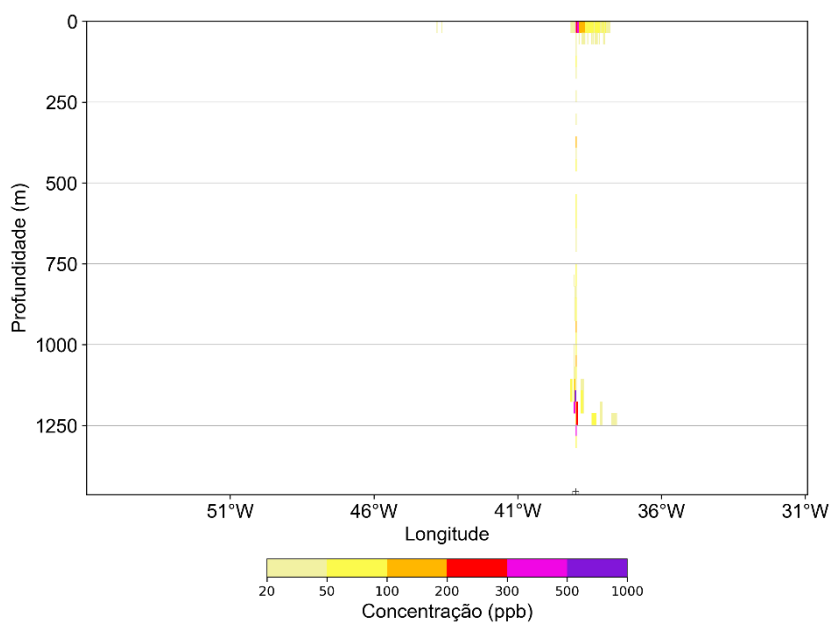
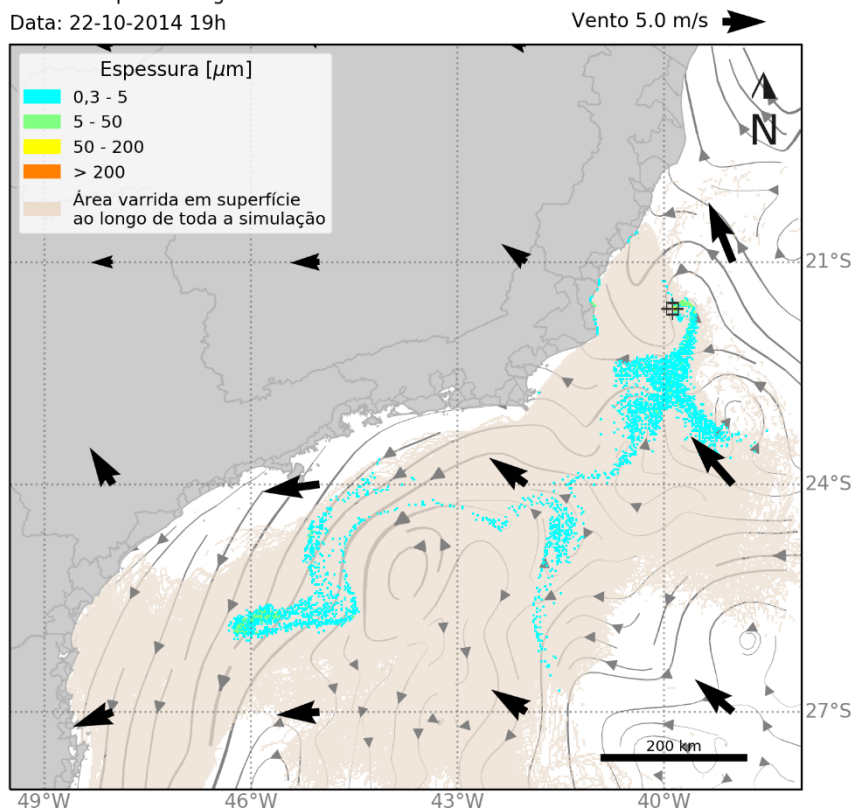


Figura 45: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 504 h (21 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 26-10-2014 19h

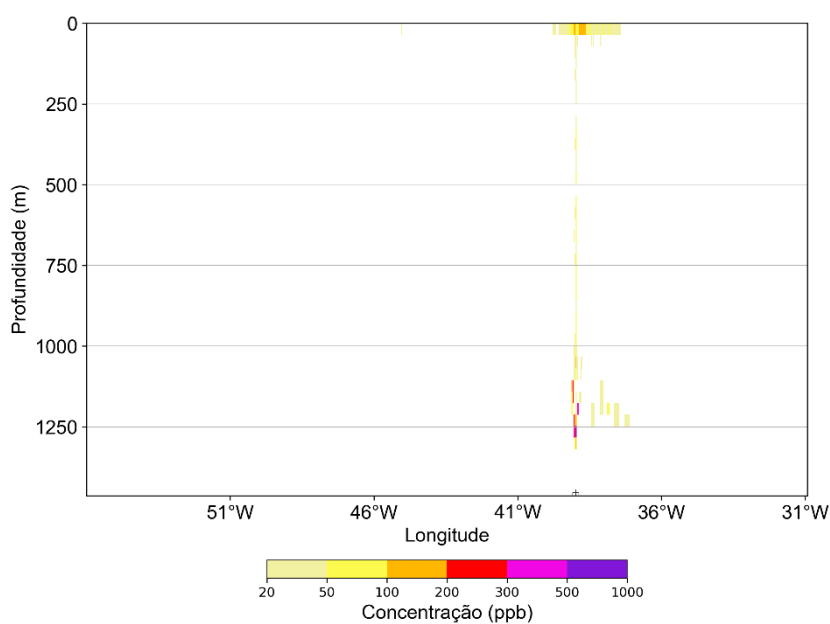
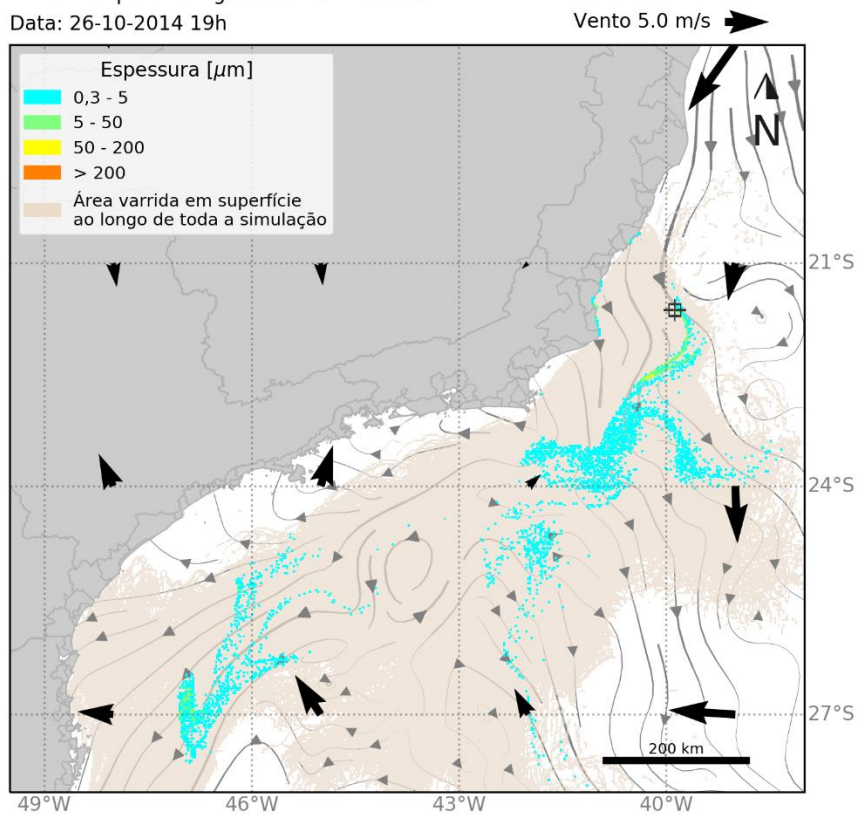


Figura 46: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 600 h (25 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 05-11-2014 19h

Vento 5.0 m/s →

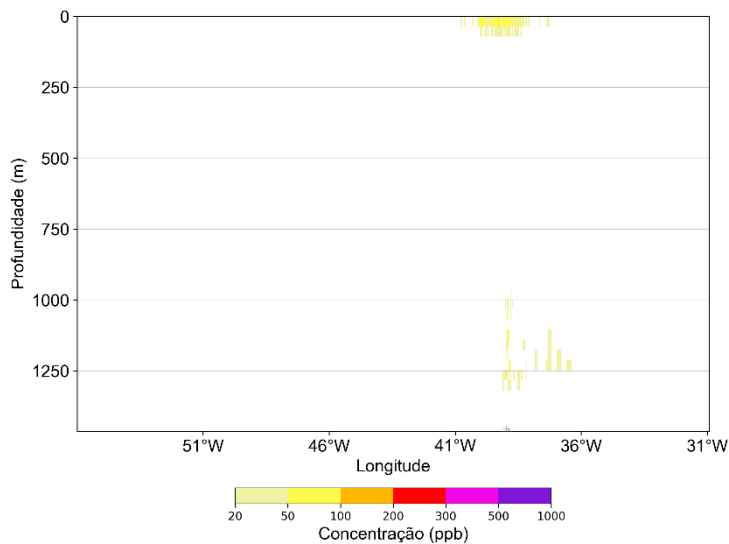
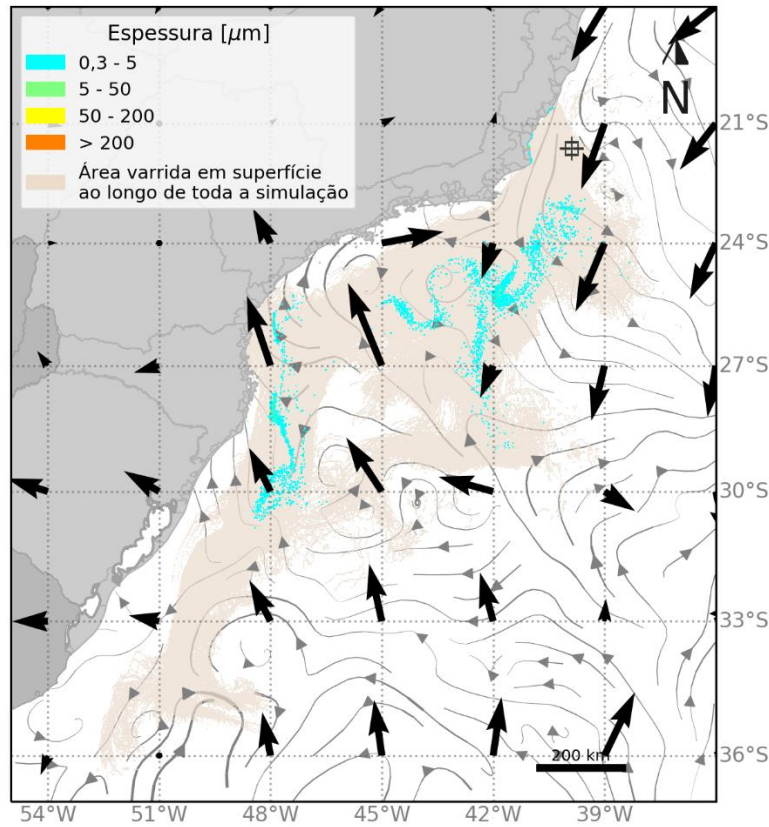


Figura 47: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 840 h (35 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 15-11-2014 19h

Vento 5.0 m/s →

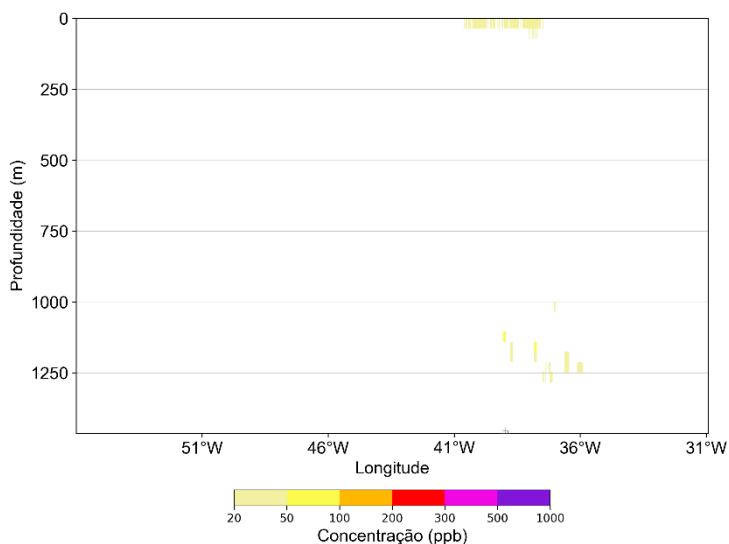
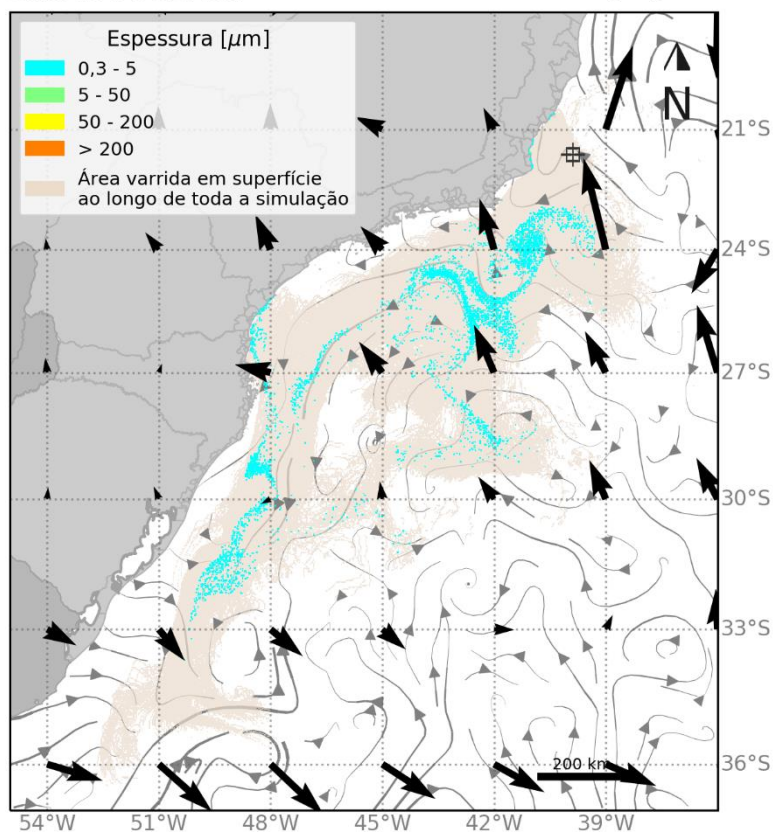


Figura 48: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 1080 h (45 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Menor tempo de chegada de óleo na costa

Data: 30-11-2014 19h

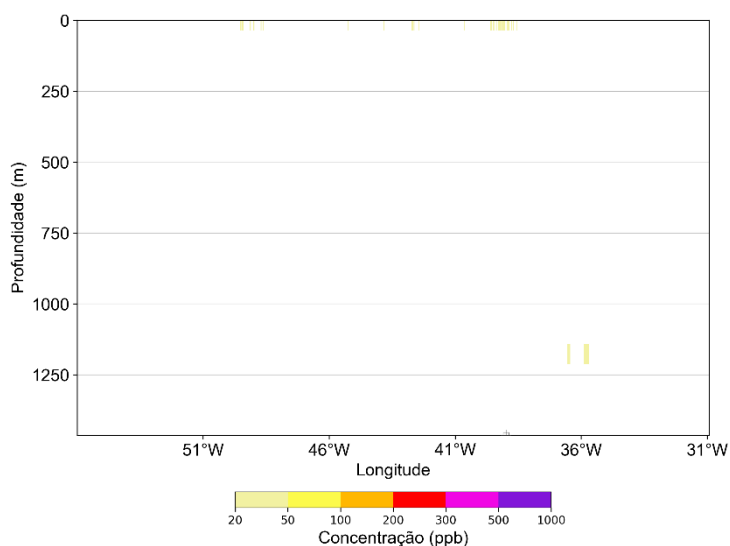
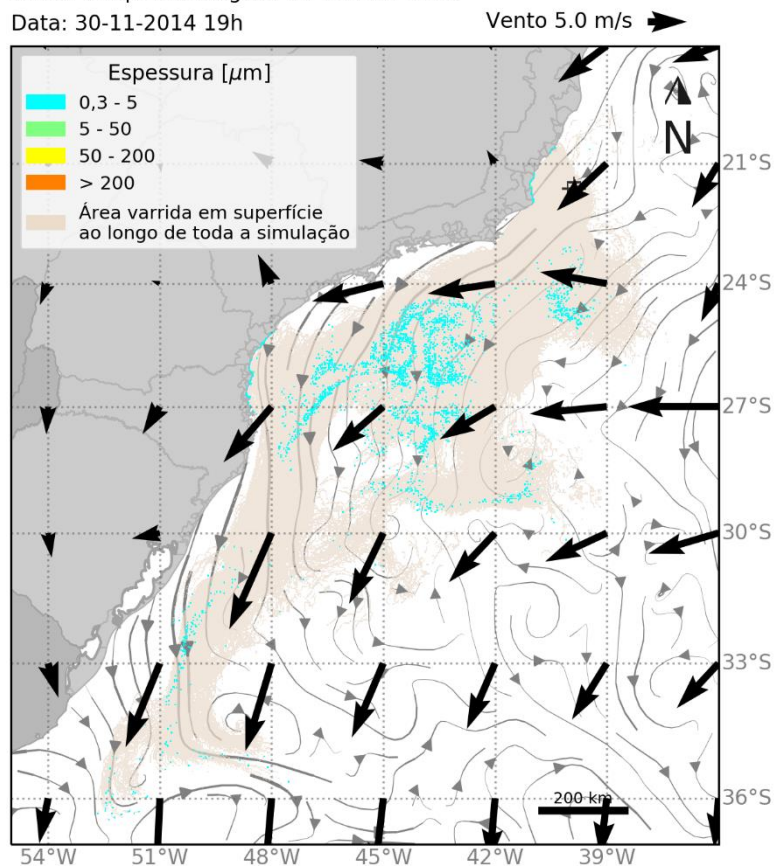


Figura 49: Resultado da simulação determinística em condição crítica de menor tempo de chegada, após 1440 h (60 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

Inicialmente, em função dos ventos de sul/sudeste e das correntes com direção norte/noroeste, a deriva do óleo ocorre preferencialmente para noroeste, em direção a costa, até as primeiras 96 horas (4 dias). A partir deste momento, os ventos rotacionam para leste e as correntes seguem para sudoeste, ao largo do talude e da plataforma continental, transportando a mancha de óleo para sudoeste até que em 121 horas (~ 5 dias), ocorre o primeiro toque de óleo na costa, atingindo o município de Guarapari-ES. A partir do quinto dia a mancha de óleo deriva preferencialmente para sudoeste pela plataforma interna e talude continental, atingindo outras regiões do ES e norte do RJ. A mancha segue o escoamento médio da CB, sofrendo espalhamento devido, principalmente, aos processos de mesoescala e ação dos ventos. A partir de 40 dias, a mancha atinge a costa do PR e SC e segue em direção sudoeste, com espessura entre 0,3 e 5 μm até a latitude de 36°S.

Em relação à coluna d'água, até o término do vazamento (30 dias) são observadas concentrações entre 20 e 50 ppb ao longo de quase toda a coluna d'água, como uma coluna vertical, desde o fundo até a superfície, ocorrendo maiores concentrações (> 200 ppb) abaixo de 1.000 m e em superfície. O principal espalhamento horizontal ocorre nas camadas mais superficiais. No entanto, abaixo de 1.000 metros também se observa um espalhamento horizontal, mais próximo ao local do vazamento. Após o término do vazamento, observa-se concentrações de óleo acima de 20 ppb nestas duas regiões de espalhamento horizontal. Ao final de 60 dias de simulação as concentrações observadas estão entre 20 e 50 ppb.

Neste cenário não se observa óleo associado ao fundo marinho com concentrações acima do valor limiar de 1 g de óleo/m²².

A seguir, é apresentada a evolução temporal do balanço de massa do óleo e a evolução da área e a massa de óleo durante a simulação.

² Valor baseado em Long et al. (1995) considerando uma espessura de contaminação de 10 cm, densidade de sedimentos de 2,6 g/cm³.

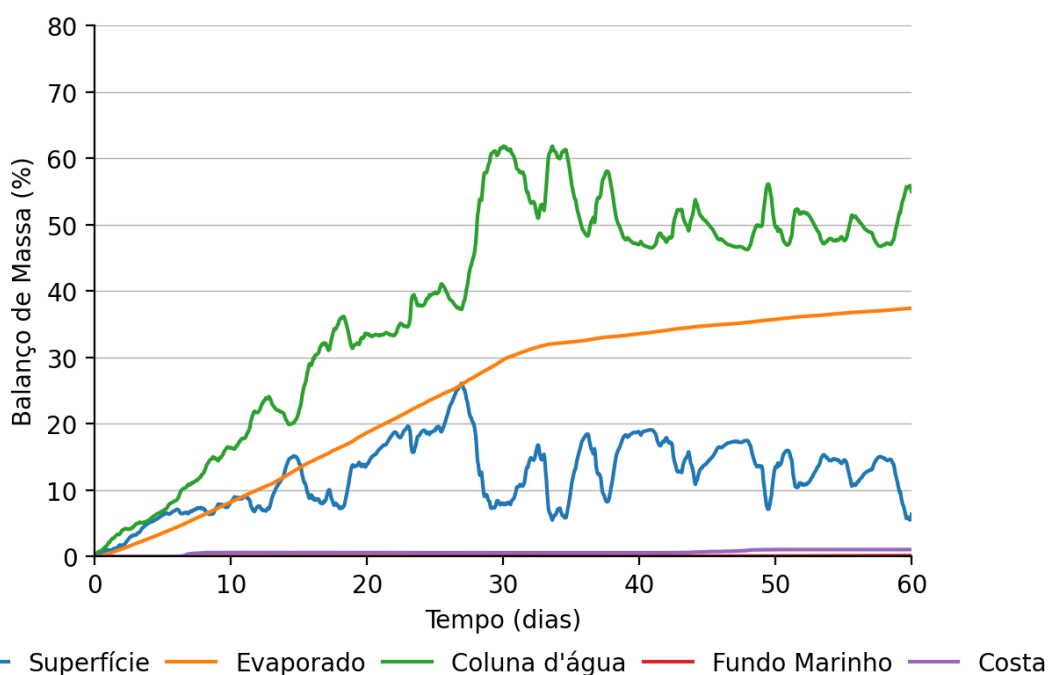


Figura 50: Balanço de massa do óleo durante a simulação da trajetória em condição crítica de menor tempo de chegada.

Tabela 25: Balanço de massa do óleo durante a simulação em valores percentuais em condição crítica de menor tempo de chegada.

Tempo (horas)	Superfície		Evaporado		Coluna d'água		Fundo Marinho		Costa	
	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)
24	0,9	680,9	0,4	324,9	2	1522	-	-	-	-
48	1,6	1220	1,1	868,7	3,9	2966	-	-	-	-
96	5,1	3878	2,7	2063	5,5	4170	-	-	-	-
121	6,3	4805	3,6	2721	6,9	5214	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2,9
240	8,1	6176	8,2	6230	16,4	12410	< 0,05	3,6	0,6	454,6
360	14,2	10770	13,3	10100	21,9	16580	< 0,05	5,6	0,6	452,3
504	16,4	12400	19,7	14930	33,4	25290	< 0,05	9,7	0,6	446,9
600	19,1	14500	23,9	18130	39,7	30090	< 0,05	19	0,6	446,4
840	10,4	7877	32,3	24510	56,7	42970	< 0,05	32,7	0,6	439,6
1080	14,2	10760	34,8	26370	50,3	38110	0,1	44,6	0,7	538
1440	6,4	4831	37,4	28370	55	41720	0,1	105,8	1	794,8

É observado que grande parte do óleo ao final da simulação ficou disperso na coluna d'água (55%). A evaporação também foi um processo de intemperismo significativo, responsável pela retirada de 37,4% do total de óleo. Ao final de 60 dias uma porcentagem de 6,4% ficou em superfície (4.831 tons) e 1% acumulada na costa (794,8 tons).

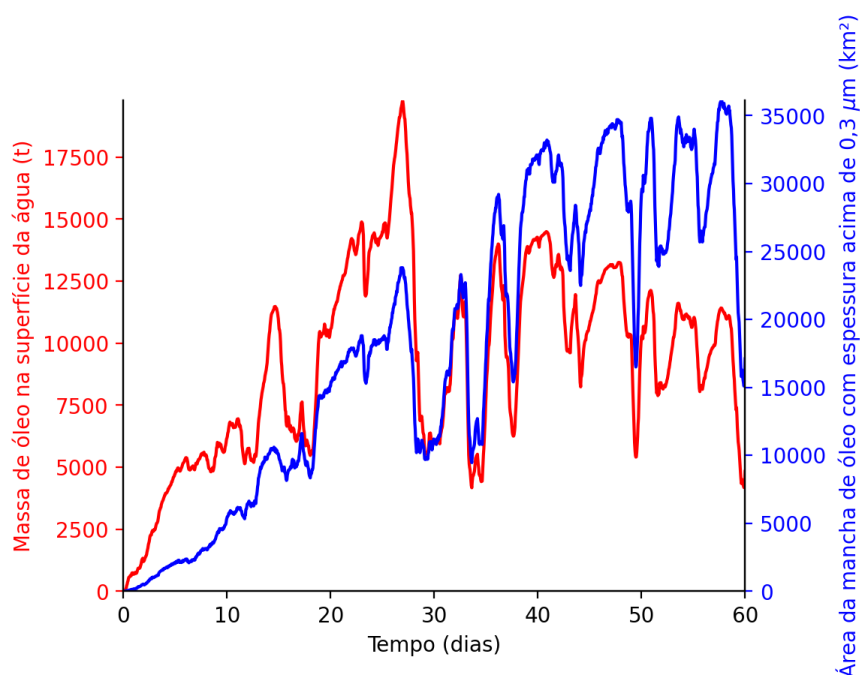


Figura 51: Área superficial da mancha de óleo e a massa de óleo na superfície do mar durante a simulação da trajetória em condição crítica de menor tempo de chegada.

Tabela 26: Área superficial, massa de óleo e espessura máxima da mancha de óleo durante a simulação em condição crítica de menor tempo de chegada.

Tempo (horas)	Área (km ²)	Massa (t)	Espessura máxima (μm)
24	137	681	41
48	469	1220	36
96	1670	3878	65
121	2090	4805	67
240	5390	6176	26
360	9950	10770	36
504	16800	12400	277
600	18500	14500	173
840	17200	7877	16
1080	28000	10760	15
1440	17100	4831	14

Os gráficos da massa e da área da mancha de óleo em superfície mostram um crescimento até os primeiros 30 dias. Após esse período, já encerrado o vazamento, os processos de intemperismo e as condições ambientais atuantes fazem com que a massa do óleo e área em superfície sofram maiores oscilações, fazendo com que a massa da mancha decaia gradativamente em função dos processos

intempéricos e a área da mancha aumente em função do maior espalhamento do óleo remanescente em superfície.

A espessura do óleo em superfície se mantém alta quando ainda ocorre o vazamento, nos primeiros 30 dias. Após o término até o final da simulação observa-se uma diminuição para valores de 14 µm.

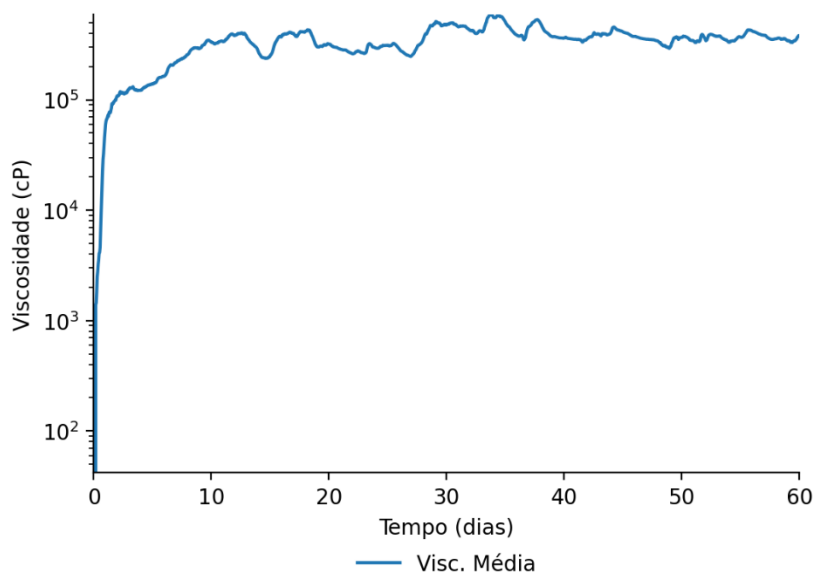


Figura 52: Viscosidade média do óleo durante a simulação em condição crítica de menor tempo.

Tabela 27: Tabela de viscosidade média do óleo durante a simulação em condição crítica de menor tempo de chegada.

Tempo (horas)	Visc. Média (cP)
24	59.180
48	108.700
96	121.700
121	139.200
240	332.700
360	251.400
504	286300
600	310.200
840	505.500
1080	412.500
1440	380.000

A viscosidade média apresentou um aumento exponencial nos primeiros cinco dias, logo após um aumento mais gradativo, com pequenas oscilações, até atingir 380.000 cP ao final da simulação.

5.2.2 Maior massa acumulada na costa

A seguir são apresentadas informações relacionadas aos ventos e correntes do período simulado que se estendeu de 13/04/2012 às 01h até 12/06/2012 às 01h. Os valores estão relacionados ao ponto de grade mais próximo do local do vazamento.

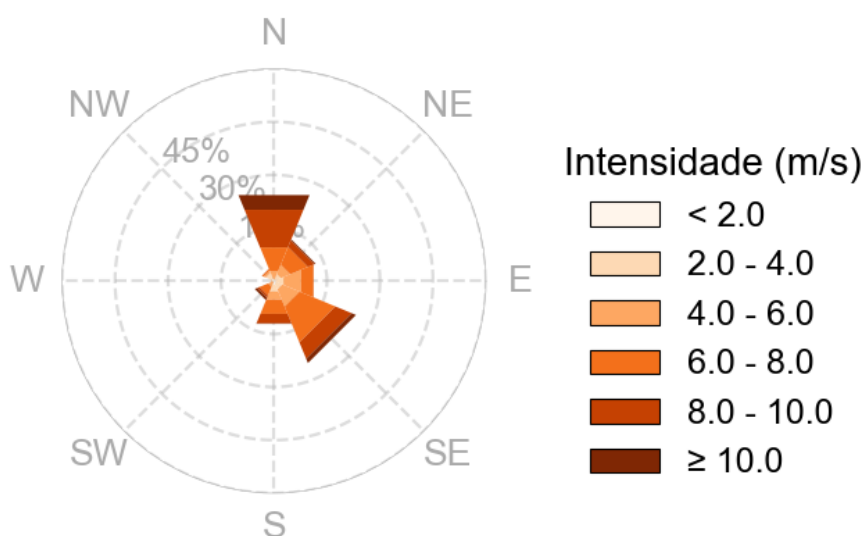


Figura 53: Rosa dos ventos para o período de simulação da situação de maior massa de óleo acumulada na costa.

Tabela 28: Ocorrência conjunta entre direção e intensidade dos ventos para o ponto mais próximo do local do vazamento para o período da condição de maior massa de óleo acumulada na costa.

Direção ->	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Freq. (%)
Intensidade (m/s)									
< 2.0	3	7	8	10	16	2	7	12	4,5
2.0 - 4.0	6	24	34	27	30	2	3	25	10,5
4.0 - 6.0	35	41	77	76	36	22	3	9	20,7
6.0 - 8.0	104	78	55	158	63	38	-	7	34,9
8.0 - 10.0	166	29	1	72	42	10	-	1	22,3
≥ 10.0	65	5	-	19	2	11	-	-	7,1
Freq. (%)	26,3	12,8	12,1	25,1	13,1	5,9	0,9	3,7	-

Tabela 29: Estatística do vento para o período da condição de maior massa de óleo acumulada na costa.

Direção média (°)	Direção de maiores intensidades (°)	Velocidade média (m/s)	Velocidade mínima (m/s)	Velocidade máxima (m/s)	Desvio Padrão (m/s)
77	220	6,6	0,3	12,6	2,4

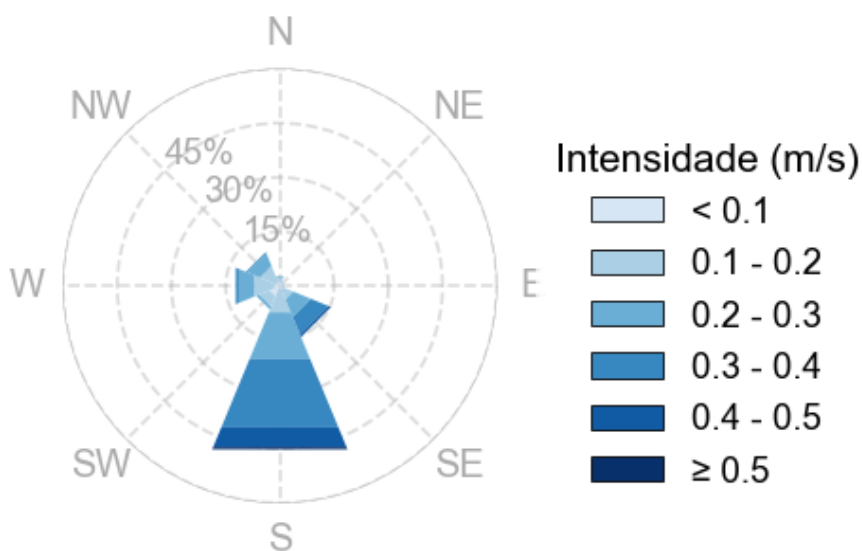


Figura 54: Rosa de corrente para o período de simulação da situação de maior massa de óleo acumulada na costa.

Tabela 30: Ocorrência conjunta entre direção e intensidade de corrente para o ponto mais próximo do local do vazamento para o período da condição de maior massa de óleo acumulada na costa.

Direção ->	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Freq. (%)
Intensidade (m/s)									
< 0.1	8	7	4	8	6	23	12	8	10,6
0.1 - 0.2	9	3	5	21	51	22	43	35	26,2
0.2 - 0.3	3	-	-	38	101	6	34	27	29
0.3 - 0.4	-	-	-	37	147	-	6	3	26,8
0.4 - 0.5	-	-	-	6	42	-	-	-	6,7
≥ 0.5	-	-	-	-	5	-	-	-	0,7
Freq. (%)	2,8	1,4	1,2	15,3	48,9	7,1	13,2	10,1	-

Tabela 31: Estatística de corrente para o período da condição de maior massa de óleo acumulada na costa.

Direção média (°)	Direção de maiores intensidades (°)	Velocidade média (m/s)	Velocidade mínima (m/s)	Velocidade máxima (m/s)	Desvio Padrão(m/s)
180	160	0,2	0	0,5	0,1

No período da simulação ocorre a predominância de ventos de norte (26,3%), seguidos pelos ventos de sudeste (25,1%), com intensidades mais frequentes entre 6 e 8 m/s (34,9%). As informações de correntes mostram que a direção das correntes é principalmente para sul (48,9%) e que as velocidades predominantes estão entre 0,2 e 0,3 m/s (29%).

A seguir é apresentada a deriva do óleo em superfície e na coluna d'água, além da área varrida (em amarelo claro nas figuras) pela mancha de óleo durante toda a simulação. O resultado na coluna d'água representa a integração dos valores de concentração de óleo ao longo da longitude, isto é, é apresentado o maior valor de concentração em cada ponto de grade relativo à longitude e a profundidade.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 14-04-2012 01h

Vento 5.0 m/s →

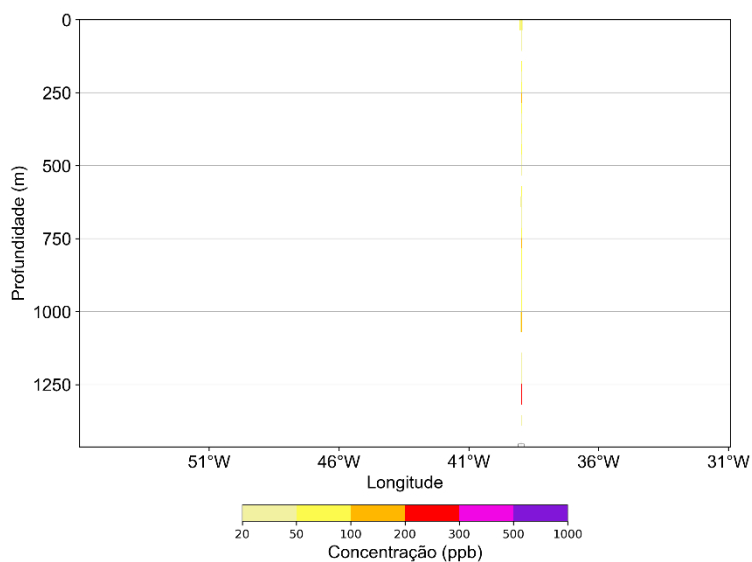
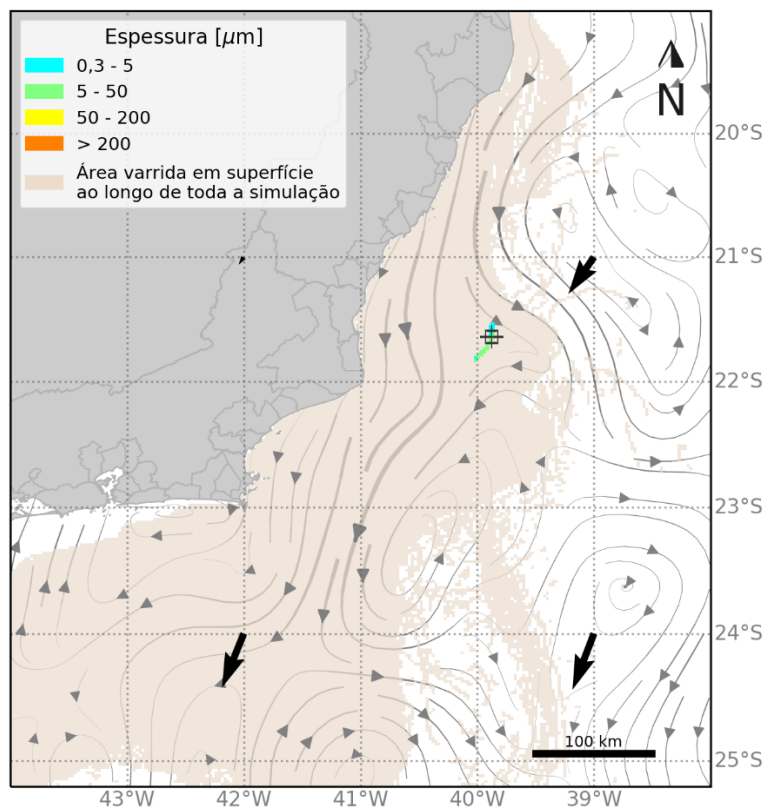


Figura 55: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 24 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 15-04-2012 01h

Vento 5.0 m/s →

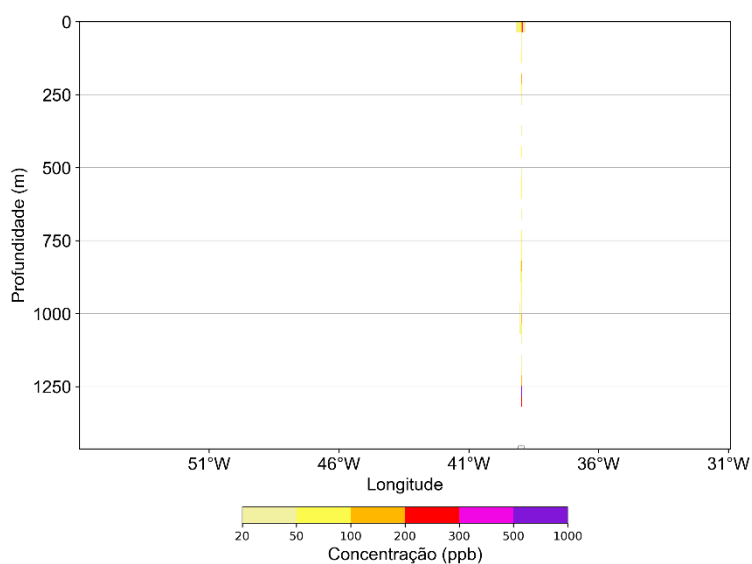
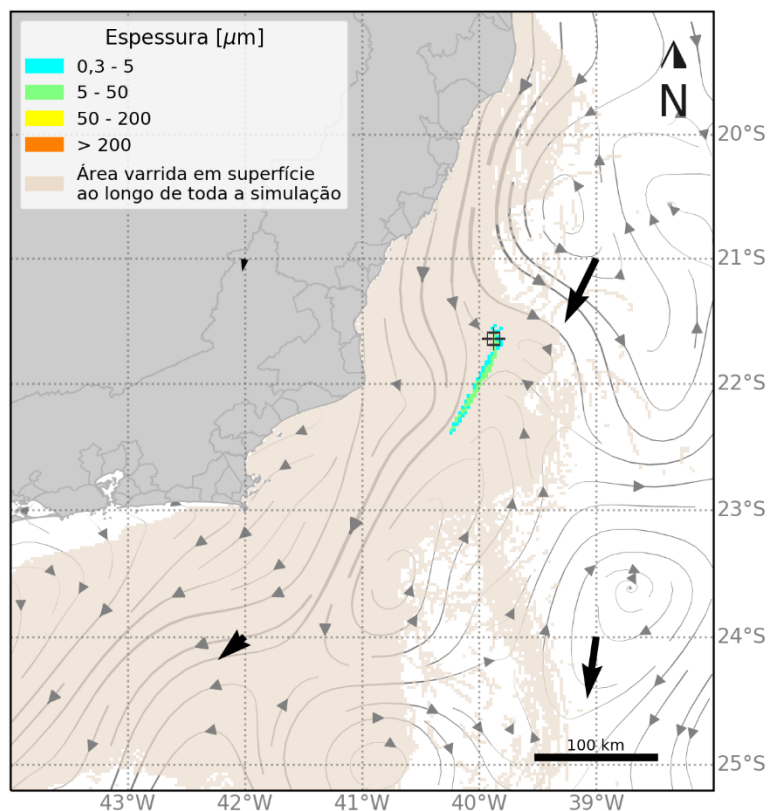


Figura 56: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 48 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 17-04-2012 01h

Vento 5.0 m/s →

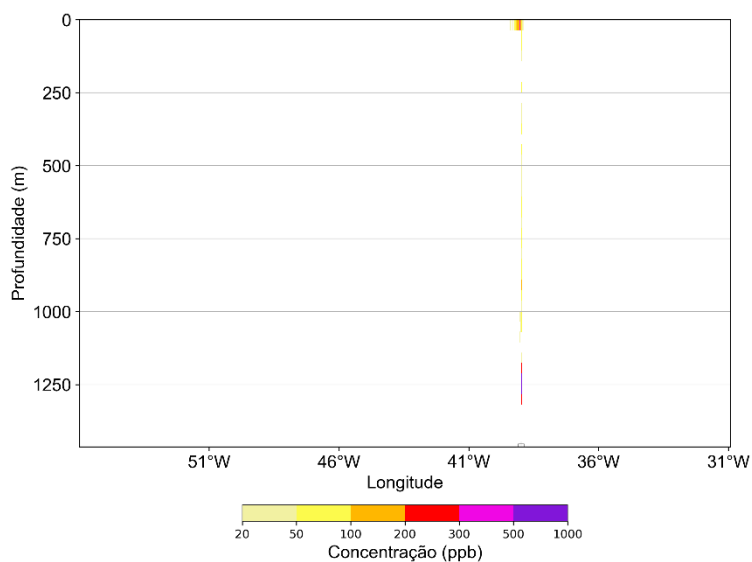
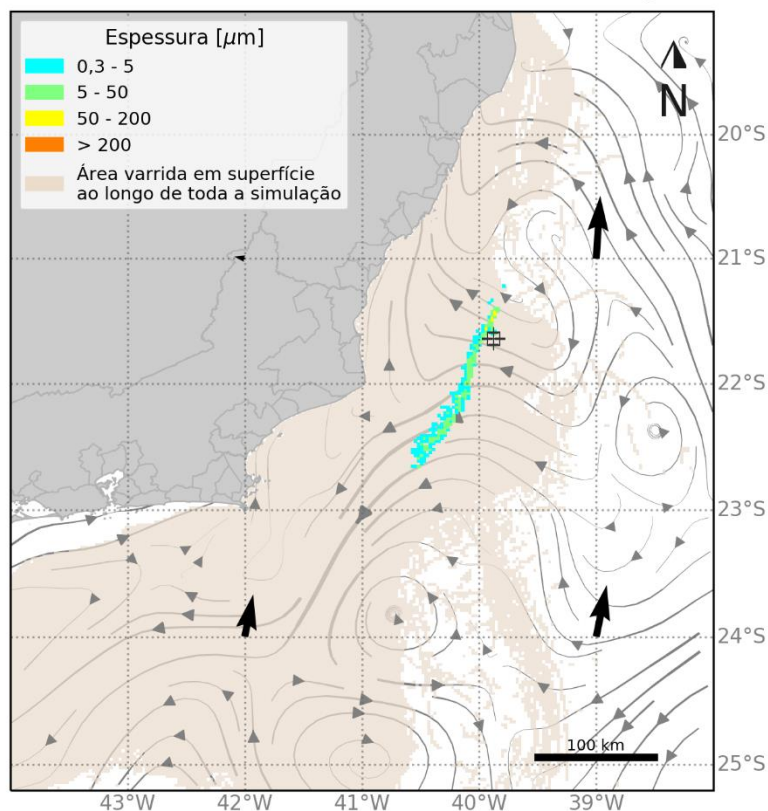


Figura 57: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 96 h do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 18-04-2012 02h

Vento 5.0 m/s →

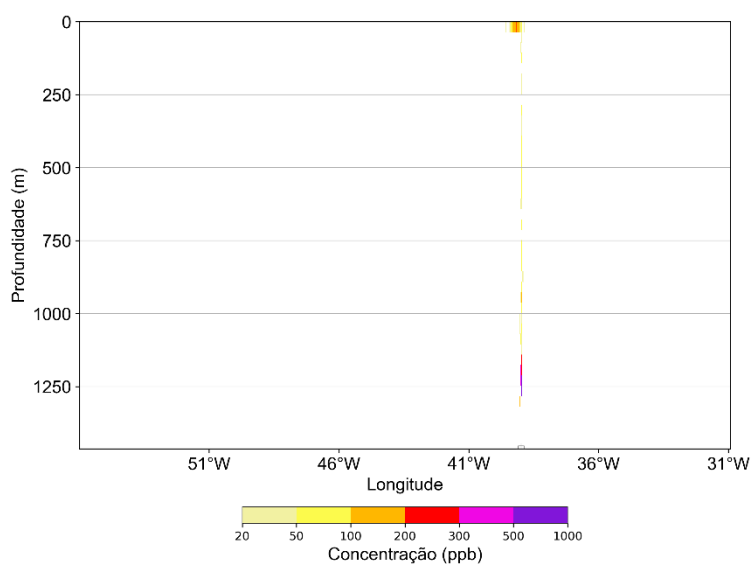
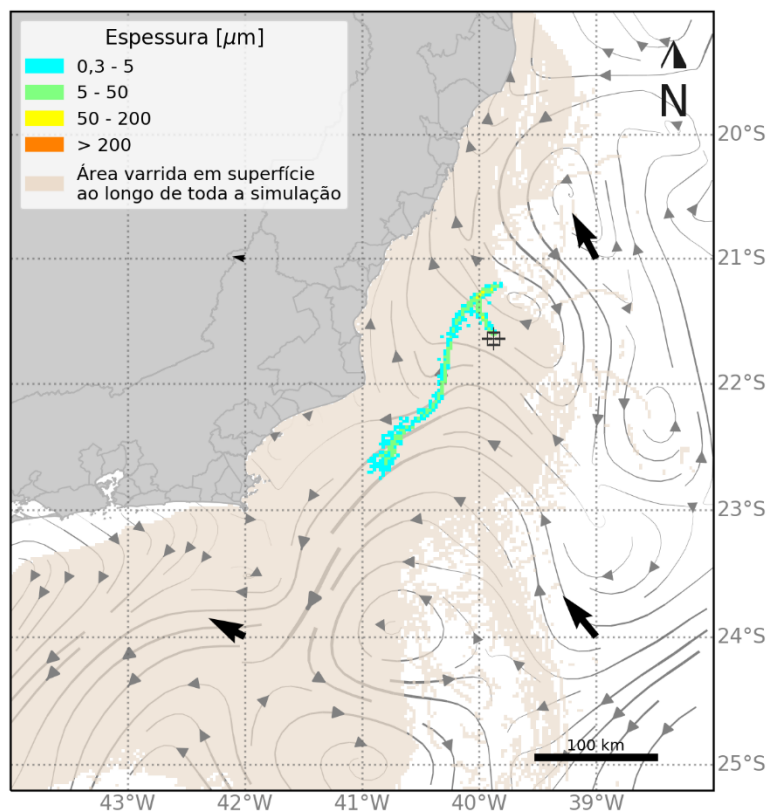



Figura 58: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 121 h (~5 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 23-04-2012 01h

Vento 5.0 m/s 

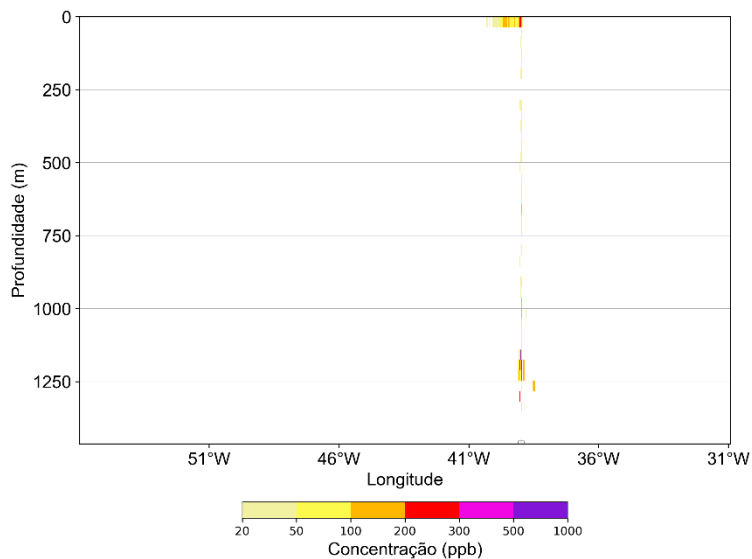
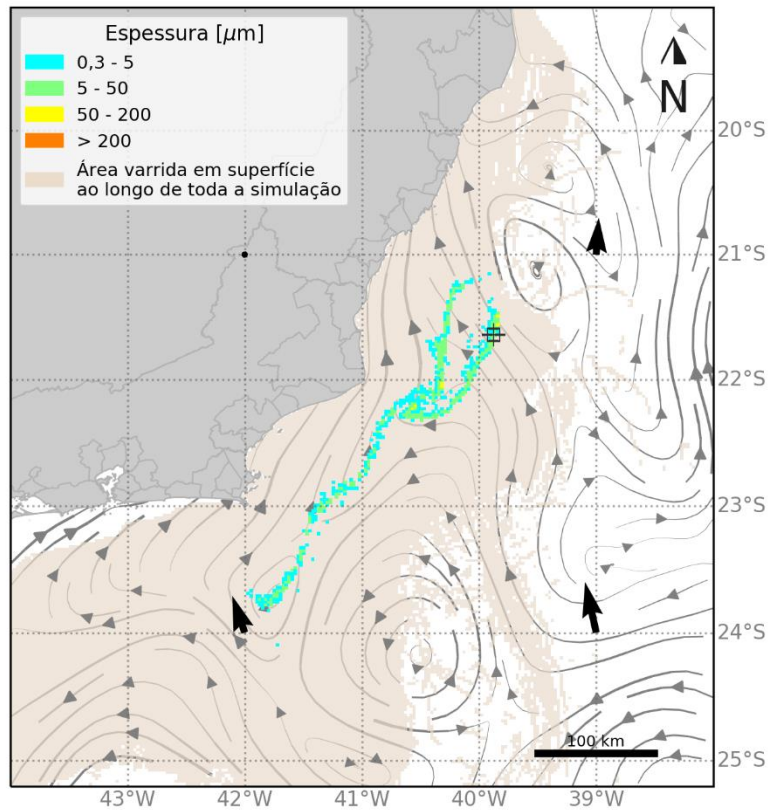


Figura 59: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 240 h (10 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 28-04-2012 01h

Vento 5.0 m/s →

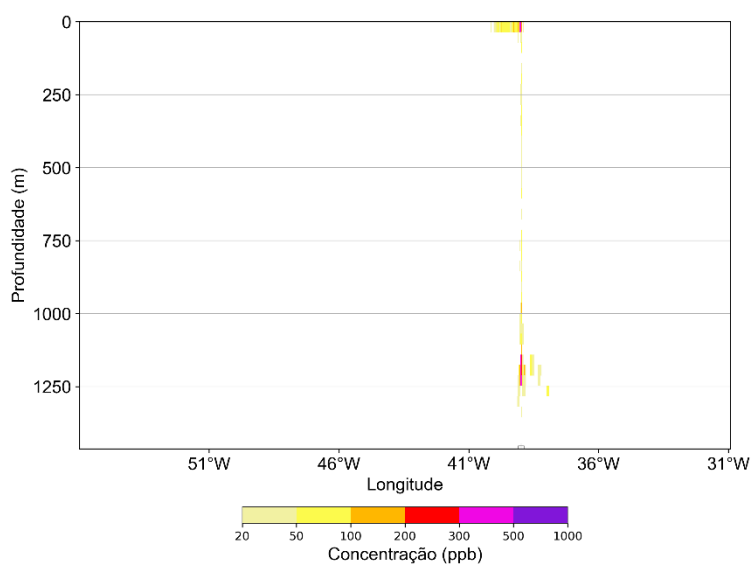
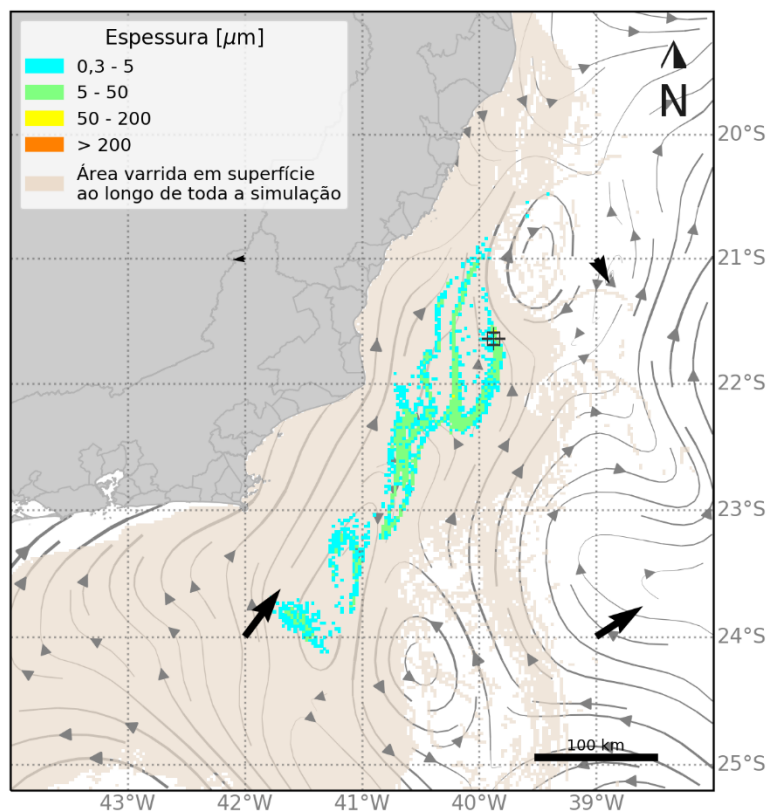


Figura 60: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 360 h (15 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 04-05-2012 01h

Vento 5.0 m/s →

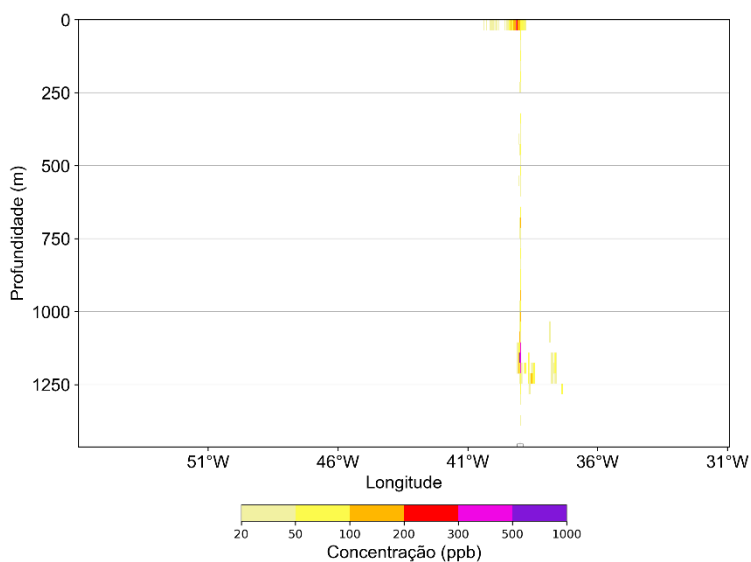
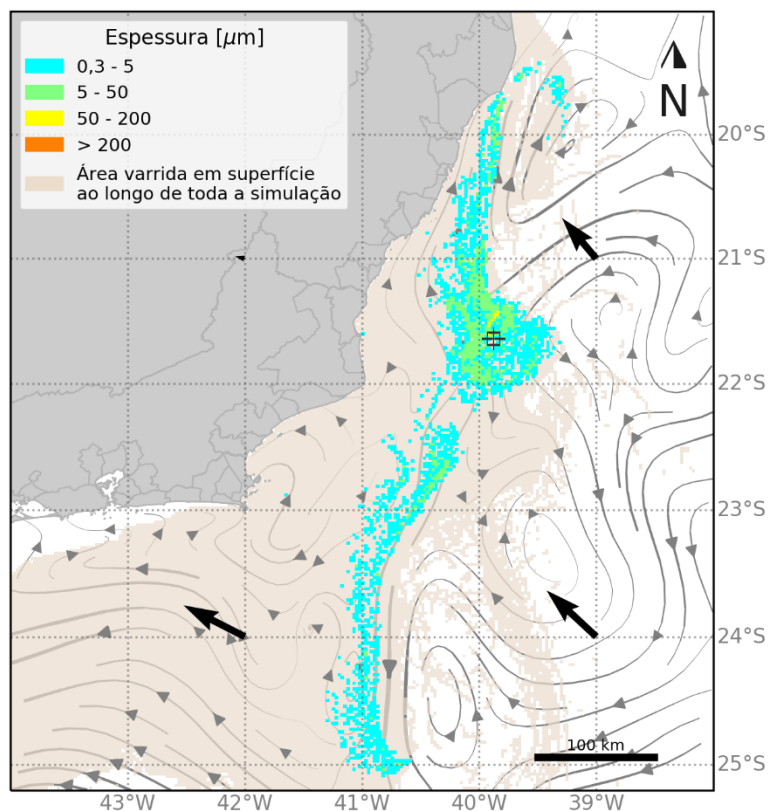


Figura 61: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 504 h (tempo do primeiro toque de óleo na costa – 21 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 08-05-2012 01h

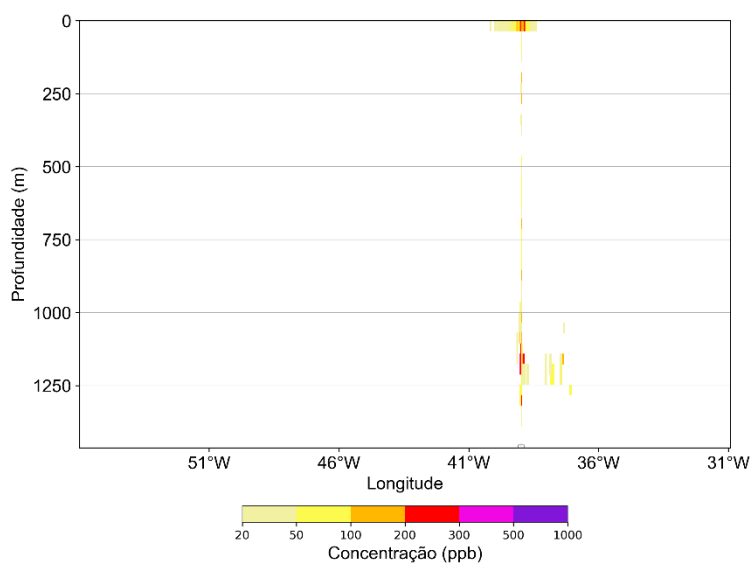
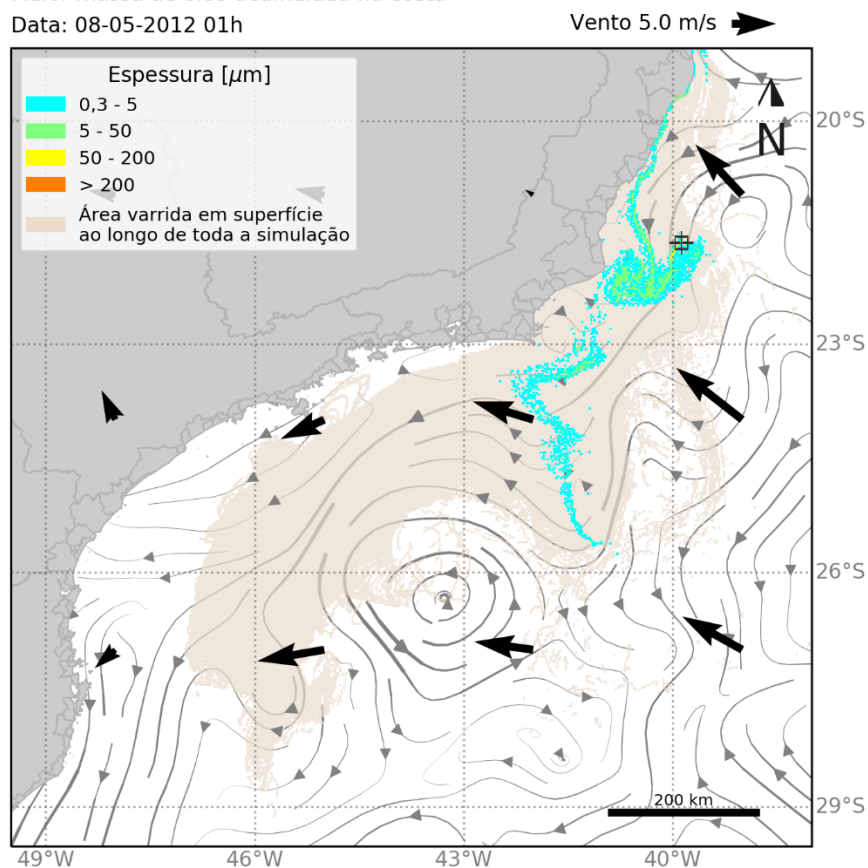


Figura 62: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 600 h (25 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 18-05-2012 01h

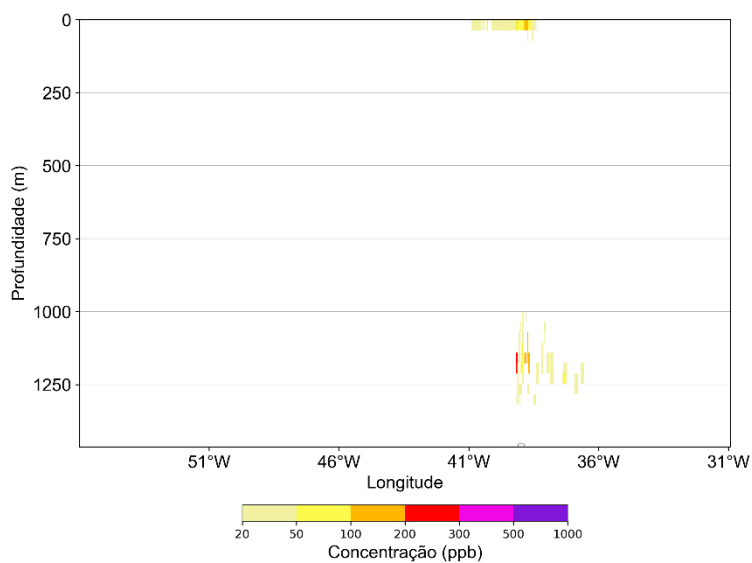
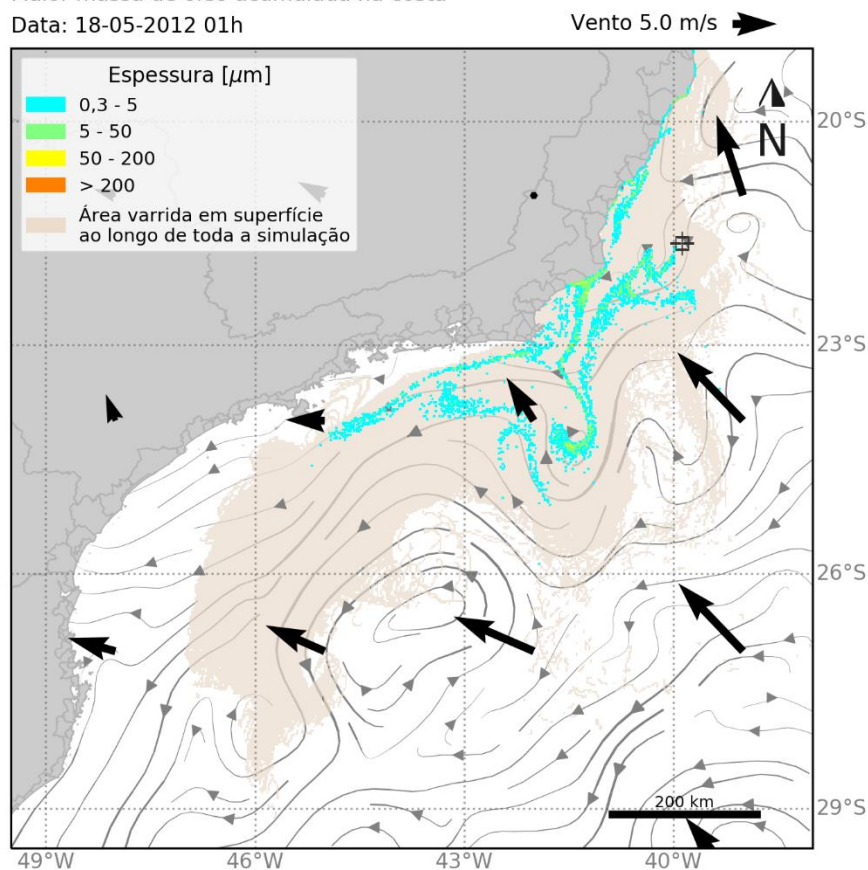


Figura 63: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 840 h (35 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 28-05-2012 01h

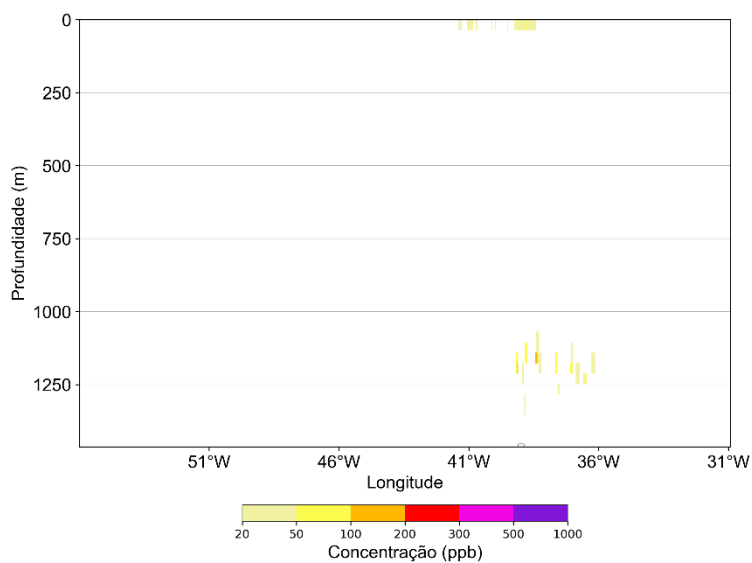
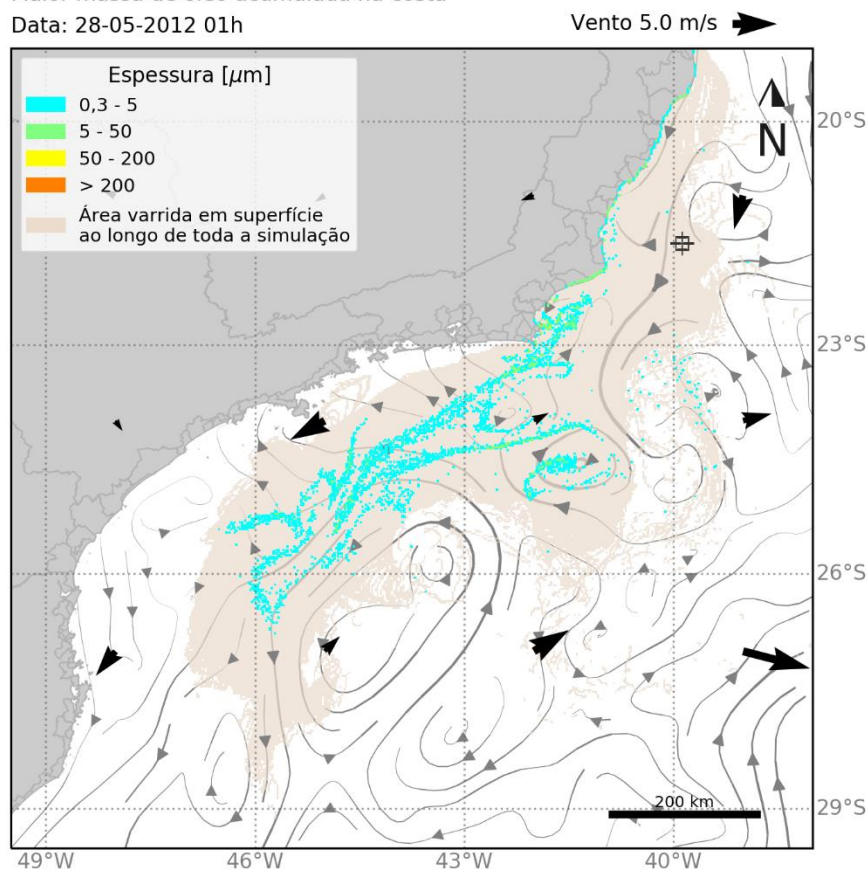


Figura 64: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 1080 h (45 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

MODO DETERMINÍSTICO

Maior massa de óleo acumulada na costa

Data: 12-06-2012 01h

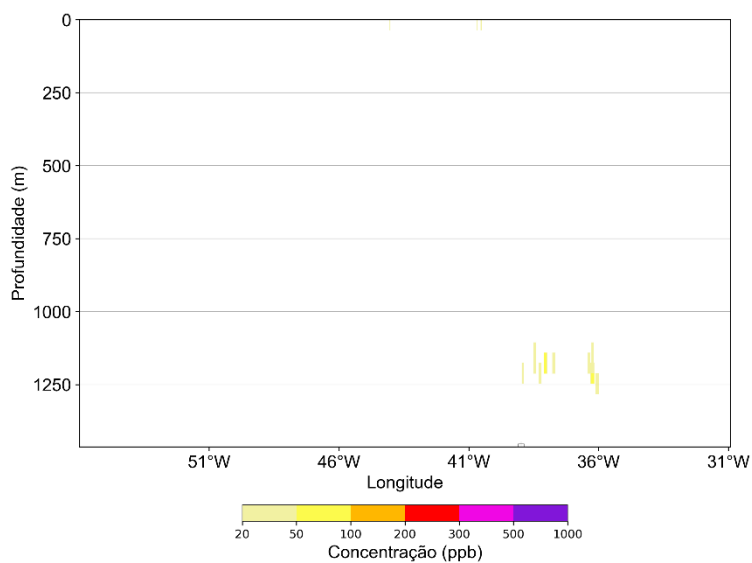
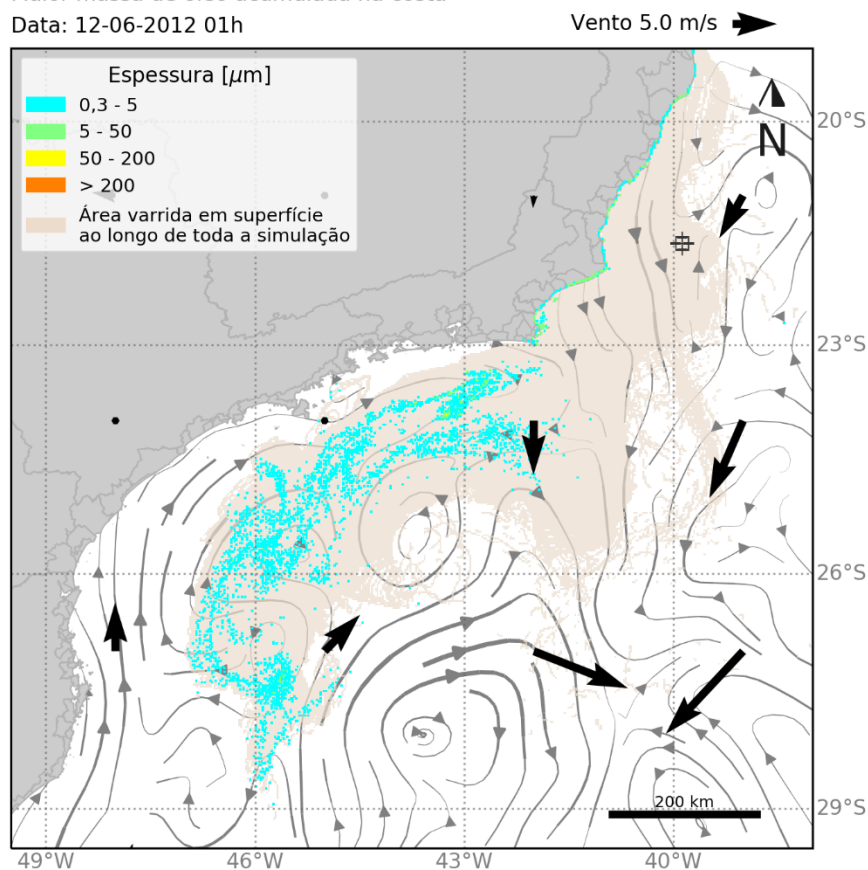


Figura 65: Resultado da simulação determinística em condição crítica de maior massa acumulada na costa, após 1440 h (60 dias) do início do vazamento de pior caso. Resultado de espessura em superfície e concentração total de óleo na coluna d'água.

Inicialmente, em função dos ventos de nordeste e das correntes com direção sudoeste, a deriva do óleo ocorre preferencialmente para sudoeste, até as primeiras 48 horas, espalhando a mancha até aproximadamente 22,8°S. A partir do quarto dia (96 horas), os ventos rotacionam para sul/sudeste e as correntes de plataforma mais próximas do ponto de vazamento seguem em direção a costa e ao largo do talude em direção sudoeste, transportando a mancha de óleo para oeste/noroeste em direção a costa nas regiões mais próximas do ponto de vazamento e para sudoeste seguindo a orientação da CB. Em 360 horas, os ventos de sudoeste e correntes para norte/nordeste espalham a mancha até que em 504 horas (21 dias) com ação dos ventos de sudeste e correntes para norte ocorre o primeiro toque de óleo na costa, atingindo o município de Linhares-ES, com uma mancha de óleo em superfície estendendo-se até 25°S. A partir de 600 horas (25 dias), a mancha segue com direcional preferencial para sudoeste, atingindo outros municípios do RJ, espalhando-se em superfície até aproximadamente 29°S.

Em relação à coluna d'água, até o término do vazamento (30 dias) são observadas concentrações entre 20 e 50 ppb ao longo de quase toda a coluna d'água, como uma coluna vertical, desde o fundo até a superfície, ocorrendo maiores concentrações (> 200 ppb) abaixo de 1.000 m e em superfície. O principal espalhamento horizontal ocorre nas camadas mais superficiais. No entanto, abaixo de 1.000 metros também se observa um espalhamento horizontal, mais próximo ao local do vazamento. Após o término do vazamento, observa-se concentrações de óleo acima de 20 ppb nestas duas regiões de espalhamento horizontal. Ao final de 60 dias de simulação as concentrações observadas estão entre 20 e 50 ppb, ocorrendo em algumas regiões concentrações entre 50 e 100 ppb, principalmente entre 1.000 e 1.250 m, entre o ponto de vazamento e 36°W

A seguir, é apresentada a evolução temporal do balanço de massa do óleo e a evolução da área e a massa de óleo durante a simulação.

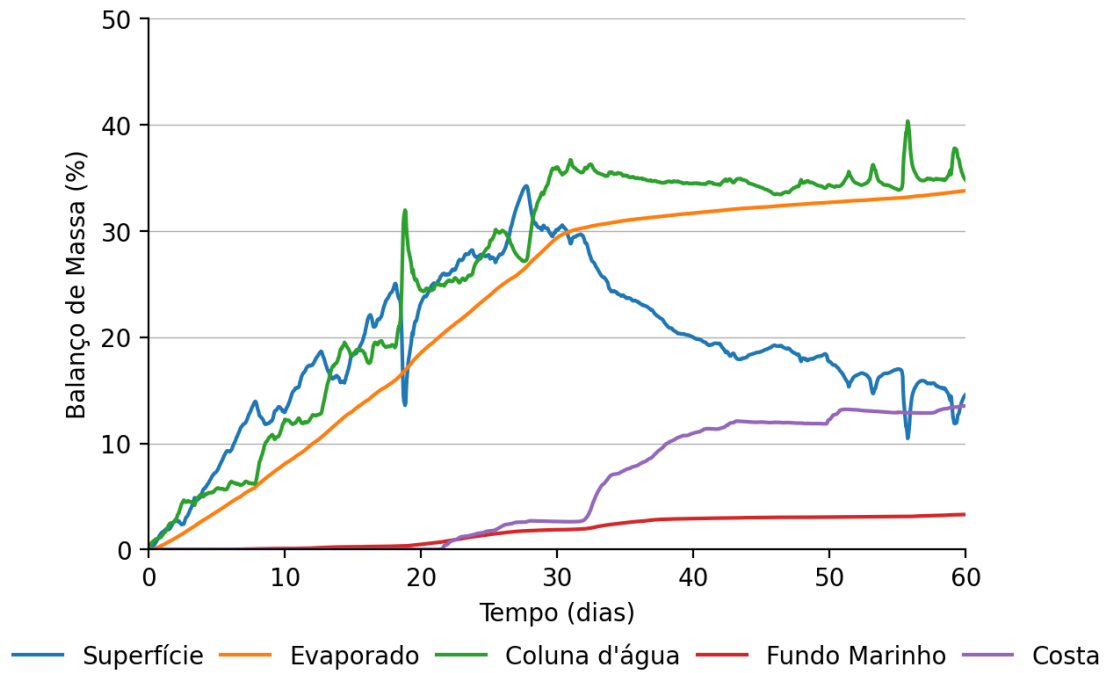


Figura 66: Balanço de massa do óleo durante a simulação da trajetória em condição crítica de maior massa acumulada na costa.

Tabela 32: Balanço de massa do óleo durante a simulação em valores percentuais em condição crítica de maior massa acumulada na costa.

Tempo (horas)	Superfície		Evaporado		Coluna d'água		Fundo Marinho		Costa	
	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)
24	1,6	1231	0,4	299,1	1,3	997,6	-	-	-	-
48	2,8	2106	1,1	830,7	2,8	2119	-	-	-	-
96	5,6	4258	2,7	2080	5	3772	-	-	-	-
121	7,4	5636	3,6	2724	5,8	4383	-	-	-	-
240	12,9	9794	8,1	6119	12,3	9294	0,1	69,3	-	-
360	18,4	13920	13,1	9897	18,3	13910	0,3	190,6	-	-
504	25	18950	19,6	14890	24,7	18760	0,6	480,3	< 0,05	2,3
600	27,7	21020	23,9	18110	28,6	21670	1,4	1067	1,8	1328
840	23,8	18020	31	23500	35,2	26720	2,5	1915	7,5	5684
1080	18,6	14140	32,2	24440	34,1	25850	3	2287	12	9104
1440	14,6	11060	33,8	25620	34,8	26390	3,3	2499	13,5	10250

É observado que grande parte do óleo ao final da simulação ficou disperso na coluna d'água (34,8%). A evaporação foi um processo de intemperismo significativo, responsável pela retirada de ~34% do total de óleo. Ao final de 60 dias, uma porcentagem de 14,6% ficou em superfície, 3,3% no fundo marinho e 13,5% ficou acumulada na costa, equivalente a 18.250 toneladas.

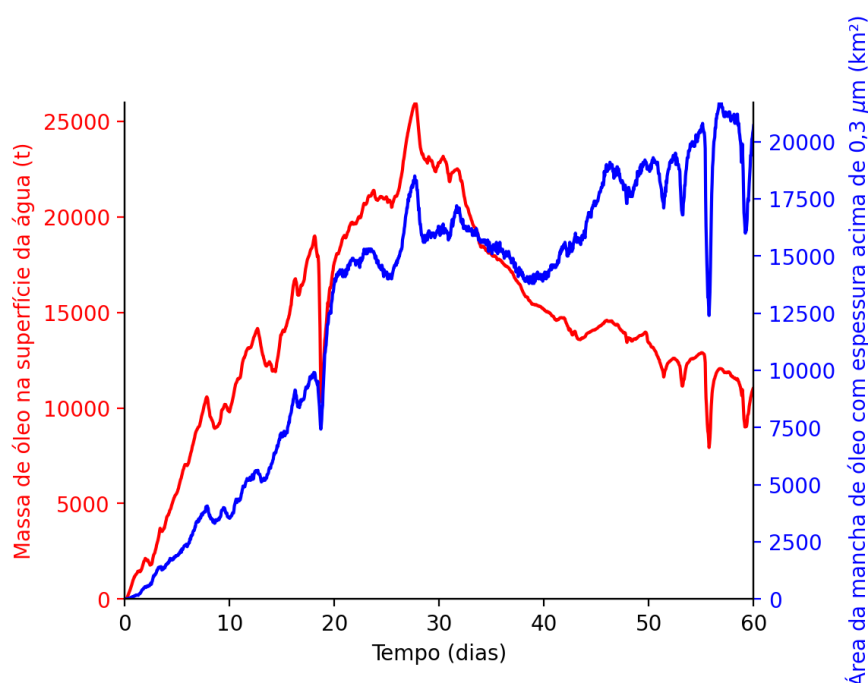


Figura 67: Área superficial da mancha de óleo e a massa de óleo na superfície do mar durante a simulação da trajetória em condição crítica de maior massa acumulada na costa.

Tabela 33: Área superficial, massa de óleo e espessura máxima da mancha de óleo durante a simulação em condição crítica de maior massa acumulada na costa.

Tempo (horas)	Área (km ²)	Massa (t)	Espessura máxima (µm)
24	150	1231	49
48	550	2106	42
96	1520	4258	87
121	1920	5636	97
240	3530	9794	70
360	7190	13920	60
504	14200	18950	100
600	14300	21020	124
840	15400	18020	80
1080	17300	14140	262
1440	20700	11060	52

Os gráficos da massa e da área da mancha de óleo em superfície mostram um crescimento da massa nos primeiros 30 dias em função da continuidade do vazamento de óleo. Após encerrado o vazamento, há um decaimento da massa até o final da simulação. A área da mancha aumenta ao longo de quase toda simulação, sofrendo algumas oscilações, devido as forçantes ambientais atuantes o óleo se dispersa em superfície e aumenta sua área até aproximadamente 21.000 km² ao final da simulação. A espessura do óleo aumenta no período de vazamento, após encerrado ela decai até chegar a 52 µm ao final da simulação.

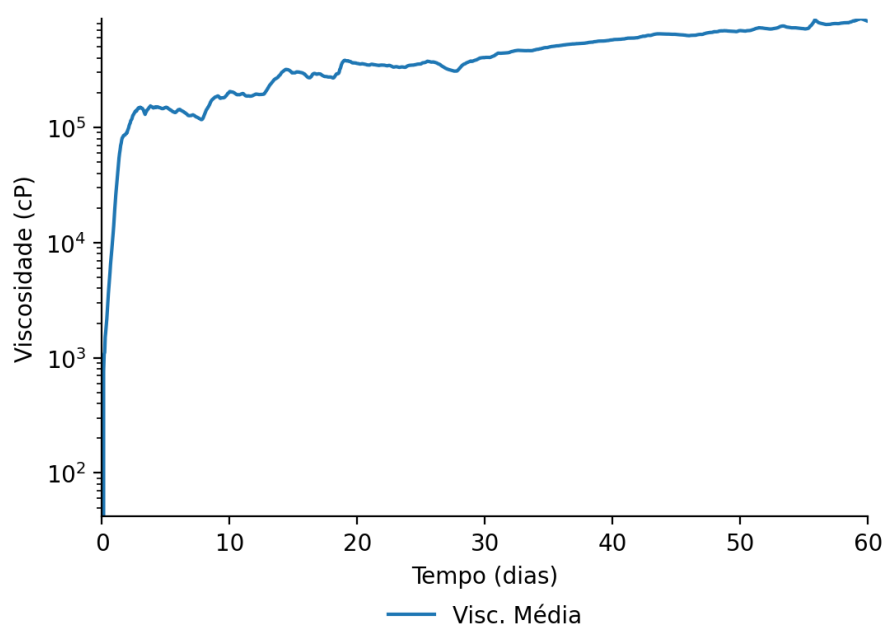


Figura 68: Viscosidade média do óleo durante a simulação em condição crítica de maior massa na costa.

Tabela 34: Tabela de viscosidade média do óleo durante a simulação em condição crítica de maior massa na costa.

Tempo (horas)	Visc. Média (cP)
24	19.620
48	93.830
96	148.200
121	149.800
240	205.300
360	298.500
504	350.400
600	357.500
840	498.700
1080	642.800
1440	836.400

O gráfico e a tabela de viscosidade mostram que a viscosidade média apresentou um aumento ao longo de toda simulação, com aumento exponencial nos primeiros dias. Ao final da simulação, a viscosidade média do óleo foi de 836.400 cP.

6. Considerações Finais

As simulações probabilísticas mostraram deriva do óleo preferencialmente para sudoeste, influenciada pela direção dos ventos e correntes sobre o talude e plataforma continental. As principais diferenças em relação aos dois períodos simulados para os vazamentos de pior caso são que, no Período 1, devido aos ventos mais frequentes de primeiro quadrante e maiores intensidades de ventos e correntes, o óleo alcança maiores distâncias sentido sudoeste. No Período 2, por apresentar uma maior variação da direção dos ventos e o enfraquecimento da Corrente do Brasil (CB), a extensão da área com probabilidades de chegada de óleo acima de 30% na direção sudoeste é menor, até 1.300 km e aproxima-se mais da costa norte do RJ e da costa do ES, enquanto no Período 1 a extensão da área acima de 30% é de até 1.820 km, atingindo regiões mais costeiras ao sul do estado do PR. Além disso, em virtude da maior frequência de correntes para SSE no Período 1, o óleo alcança maiores distâncias sentido *offshore*.

Nos vazamentos de volume de 8 m³ não houve probabilidade de toque de óleo na costa. Nos vazamentos de 200 m³ houve probabilidade de toque de óleo na costa nos dois períodos sazonais, em 24 municípios. No cenário de pior caso (85.853 m³) ocorreu probabilidade de acúmulo de óleo na costa em todos os cenários, podendo atingir, ao todo, 98 municípios.

No cenário de 8 m³, a menor distância do óleo em superfície até a costa foi cerca de 68 km no Período 1 e 45 km no Período 2, relativos aos municípios de Campos dos Goytacazes-RJ e Quissamã-RJ, respectivamente. A menor distância observada do óleo em superfície em relação às UCs é de 68 km no Período 1 e 45 km no Período 2, relativas a PE da Lagoa do Açú-RJ e APA do Lagamar -RJ, respectivamente.

No cenário de 200 m³, o tempo mínimo de toque na costa foi de 6 dias (Período 2), relativo ao município de João da Barra-RJ, no Período 2 houve probabilidade de toque em 22 municípios, entre Linhares-ES e São Sebastião-SP, sendo a maior probabilidade observada em Arraial do Cabo-RJ (1,4%). No Período 1, 6 municípios apresentaram probabilidade de presença de óleo, sendo a maior probabilidade observada em Quissamã (0,4%) e o menor tempo de toque em João da Barra-RJ (6 dias).

No cenário de pior caso, o tempo mínimo de chegada de óleo à costa foi de 5 dias, no Período 1, e de 7,4 dias, no Período 2, em Guarapari-ES e Linhares-ES, respectivamente. Há probabilidade de chegada de óleo em 96 municípios no Período 1, entre Linhares-ES e Santa Vitória do Palmar-RS, e 56 municípios no Período 2, entre Conceição da Barra-ES e São Francisco do Sul-SC, sendo a maior probabilidade observada em Florianópolis-SC (56,7%) no Período 1, e em Arraial do Cabo-RJ (48,5%) no Período 2.

Em relação às UCs, para os vazamentos de pior caso, há probabilidade de chegada de óleo em 193 unidades no Período 1 e 171 no Período 2. A maior probabilidade no Período 1 é de 58,3%, observada na REBIO Marinha do Arvoredo-SC. Para o Período 2, a maior probabilidade foi de 70,7%, observada na RESEX Marinha Arraial do Cabo-RJ. O menor tempo de chegada de óleo nas UCs, no

Período 1, foi de 4,3 dias, na APA de Três Ilhas -ES. Para o Período 2, o menor tempo foi de 5,4 dias, observado na APA Costa das Algas-ES.

Para o cenário de 200 m³, há probabilidade de chegada de óleo em 44 unidades no Período 2 e 13 unidades no Período 1. A maior probabilidade, em ambos os períodos, foi observada na RESEX Marinha Arraial do Cabo, sendo de 0,6% no Período 1 e 2% no Período 2. O menor tempo de chegada de óleo nas UCs foi de 8,4 dias na RESEX Marinha Arraial do Cabo (Período 2) e 6,1 dias na RPPN Fazenda Caruara-RJ e APA de Iquipari-RJ (Período 1).

Sobre os processos de intemperismo atuantes ao longo dos 60 dias de simulação dos vazamentos de pior caso, observa-se que o principal processo foi a dispersão na coluna d'água (mediana entre 37-42%), seguida pela evaporação (mediana de ~40%). O óleo remanescente em superfície ao final das simulações apresentou mediana entre 16 e 20% e valor máximo entre 25 e 28%. No fundo marinho as simulações apresentaram mediana de 0,2% e o máximo na costa foi de 14,8%.

As simulações determinísticas foram escolhidas com base nos resultados probabilísticos de pior caso. Foram selecionadas duas condições específicas, representativas de tempo mínimo de chegada de óleo à costa e massa máxima de óleo na costa para a ocorrência de vazamento de pior caso a partir do ponto de risco selecionado. Em ambas as simulações, a deriva foi preferencial para oeste e sudoeste. O menor tempo de chegada de óleo à costa foi de 5 dias, em Guarapari - ES, enquanto a maior massa acumulada na costa foi de 10.250 toneladas, entre Linhares - ES.

7. Bibliografia

- AMANTE, C., and B.W. EAKINS. 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24, 19 pp, Whole-world grids available on-line at [<http://ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>] from the NOAA, NESDIS, National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado U.S.A.
- ASTM, 2013. Standard Practice for Development and Use of Oil-Spill Trajectory Models. Designation: F2067-13. American Society for Testing and Materials. DOI: 10.1520/F2067-13.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama nº 357. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> > Acesso em 13/03/2015.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2007. Resolução Conama nº 393. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> > Acesso em 13/03/2015.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2008. Resolução Conama nº 398. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/> > Acesso em 05/11/2021.
- ELLIOT, A.J. A probabilistic description of the wind over Liverpool Bay with application to oil spill simulations Estuarine, Coastal and Shelf Science 61 (2004) 569–581.
- ELPN/IBAMA. Informação Técnica nº 023/2002. Modelagem de Derramamento de Óleo no Mar.
- GABARDO. I. T., 2007. Caracterização Química e Toxicológica da água Produzida descartada em plataformas de óleo e gás na costa brasileira e seu comportamento dispersivo no mar. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande Norte. UFRN.
- HAIIDVOGEL, D. B., H. ARANGO, W. P. BUDGELL, B. D. CORNUELLE, E. CURCHISTER, E. DI LORENZO, K. FENNEL, W. R. GEYER, A. J. HERMANN, L. LANEROLLE, J. LEVIN, J. C. McWILLIAMS, A. J. MILLER, A. M. MOORE, T. M. POWELL, A. F. SHCHEPETKIN, C. R. SHERWOOD, R. P. SIGNELL, J. C. WARNER, and J. WILKIN, 2008. Ocean forecasting in terrain-following coordinates: Formulation and skill assessment of the Regional Ocean Modeling System. Journal of Computational Physics, 227, 3595-3624.
- HENNERMANN, K. ERA5 Data Documentation. Disponível em: <https://software.ecmwf.int/wiki/display/CKB/ERA5+data+documentation> Acesso em 20/09/2017.
- ICMBIO, 2018. Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN. Disponível em: <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>. Acesso em 18 de dezembro de 2018.

- LONG, E. R.; MACDONALD, D. D.; SMITH, S.L.; CALDER, F. D. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environ. Manage.* 19, 81-97.
- MMA, 2019. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados>. Acesso em 04 de janeiro de 2019.
- MMA, 2021. Cartas de Sensibilidade ao Óleo. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/seguranca-quimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo.html> >. Acesso em 07/04/2021.
- MAREM. Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM (Projeto de Proteção e Limpeza da Costa – PPLC; Projeto de Proteção à Fauna – PPF). Rio de Janeiro. Acordo de Cooperação Técnica – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), 2016. Disponível em: <www.marem-br.com.br>. Acesso em 01/03/2021.
- OSPAR COMMISSION. 2014. Background document. Establishment of a list of Predicted No Effect Concentration (PNECs) for naturally occurring substances in produced water. OSPAR Agreement 2014-05.
- RYE, H.; REED, M.; DITLEVSEN, M.K.; BERNTSEN, S. The “Environment Impact Factor” (EIF) for produced water discharges – a tool for reducing environmental impacts. In: *Development and Application of Computer Techniques to Environmental Studies*. WIT Press, 2004.
- SMIT, M.G.; BECHMANN, R.K.; HENDRIKS, A.J.; SKADSHEIM, A.; LARSEN, B.K.; BAUSSANT, T.; SHAW, B.; SANNI, S. 2009. Relating biomarkers to whole-organisms effects using species sensitivity distributions: A pilot study for marine species exposed to oil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 28, no. 5, pp. 1104-1109.
- WWF, 2016. Observatório de UCs. Disponível em: <http://observatorio.wwf.org.br/mapa/>. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

8. Anexos

ANEXO I Descrição do modelo de transporte de óleo

ANEXO II Mapa com Unidades de Conservação consideradas no estudo

ANEXO III Mapa com detalhamento de linha de costa utilizado para a definição da grade do modelo do OSCAR

ANEXO IV Cadastro Técnico Federal da equipe técnica

- ANEXO I -

Descrição do Modelo de Transporte de Óleo

Modelo de Dispersão de Óleo

Descrição do modelo OSCAR

RELATÓRIO TÉCNICO [REV.00]

Preparado por:

Prooceano

Prooceano

Av. Rio Branco, 311/1205 - Centro
CEP 20.040-009 - Rio de Janeiro - RJ
Tel./Fax + 55 21 2532.5666

© PROOCEANO 2021

The copyright in this document is vested in Prooceano. This document may only be reproduced in whole or in part, or stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means electronic, mechanical, photocopying or otherwise, with the prior permission of PROOCEANO.

Os direitos autorais deste documento são propriedade da PROOCEANO. Este documento somente poderá ser reproduzido inteiro ou em partes, ou armazenado, ou transmitido em qualquer forma, ou por quaisquer meios: eletrônico, mecânico, fotocópia ou qualquer outro modo, com a permissão prévia da PROOCEANO.

Controle de revisão

Revisão nº 01

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 02

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 03

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 04

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Revisão nº 05

Data:

Descrição:

Responsável:

Empresa:

Equipe técnica

Lívia Sant'Angelo Mariano

Registro no Conselho de Classe: Não Aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 6005736

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura: 

Henery Ferreira Garção

Registro no Conselho de Classe: Não Aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 3790998

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura: 

Flávia Pozzi Pimentel

Registro no Conselho de Classe: Não Aplicável

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 2473071

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura: 

Marcelo Montenegro Cabral

Registro no Conselho de Classe: 2010110225 - CREA/RJ

Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental: 5621594

Responsável pela(s) Seção(ões): Todas

Assinatura: 

Sumário

Controle de revisão	2
Equipe técnica	3
Sumário	4
1. Introdução.....	5
2. Processos Físico-Químicos do Óleo.....	6
2.1. Advecção.....	6
2.2. Espalhamento	7
2.3. Evaporação	7
2.4. Dispersão Natural.....	8
2.5. Emulsificação	9
2.6. Dissolução.....	10
2.7. Degradação.....	10
2.8. Sedimentação	12
3. Propriedades Físicas do Óleo	13
4. Concentração na coluna d'água.....	14
5. Óleo na Costa.....	15
6. Massa Máxima de Óleo na Costa	16
7. Blowout Submerso	17
8. Resumo dos Parâmetros Físicos e Numéricos	19
9. Bibliografia	22

1. Introdução

O presente relatório apresenta o modelo computacional OSCAR utilizado em estudos de dispersão de óleo tanto em regiões offshore como para corpos d'água interiores. O OSCAR (*Oil Spill Contingency and Response*), modelo desenvolvido pela SINTEF, é capaz de avaliar a evolução de óleo na superfície da água, ao longo de costas, na coluna d'água e no sedimento. Os principais componentes do sistema OSCAR são um modelo de intemperismo, um modelo de trajetória em três dimensões e um modelo de combate a vazamentos acidentais (REED, 2001; REED *et al.*, 2004).

Na Figura 1 é apresentado um esquema ilustrativo das três principais etapas no processo da simulação: os dados de entrada (características do vazamento e condições ambientais), os processos realizados em diferentes intervalos de tempo (intemperismo atuante no óleo) e os resultados (balanço de massa do óleo, distribuição geográfica e propriedades).

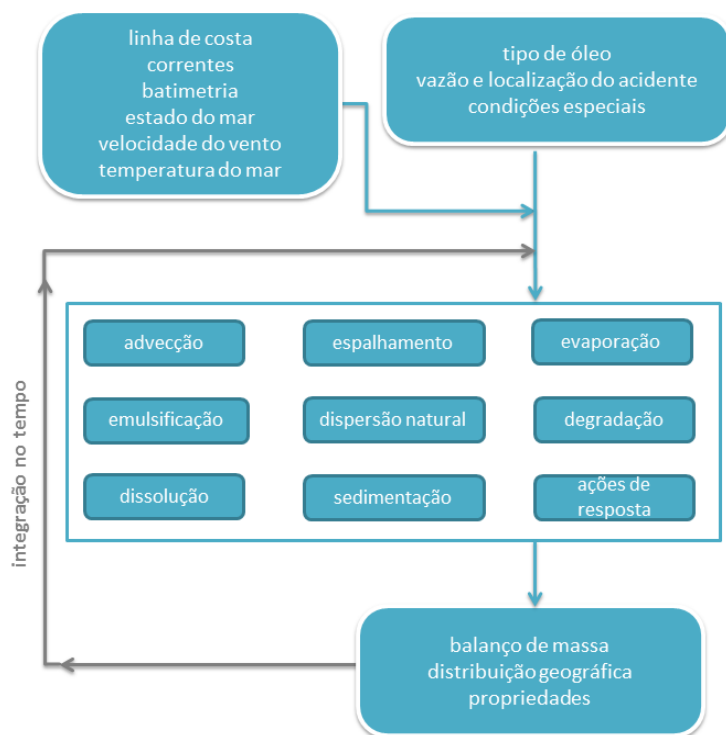


Figura 1: Esquema simplificado dos dados de entrada, processos e dados de saída (resultados) usados e obtidos pelo modelo OSCAR. Adaptado de Reed (2001).

Uma breve descrição dos processos físicos/químicos atuantes no óleo e de como eles são representados no modelo OSCAR, será apresentada a seguir, com base no relatório desenvolvido por Reed (2001).

2. Processos Físico-Químicos do Óleo

O modelo OSCAR utiliza a aproximação de multicomponentes. Tal metodologia consiste na especificação de um número de componentes individuais ou pseudo-componentes para representação da massa de óleo. Cada componente é associado com um conjunto de parâmetros que governam os processos de transformação do óleo.

Os processos de evaporação, dissolução e degradação estão diretamente relacionados com a massa de cada um dos componentes do óleo e são calculados dinamicamente a cada passo de tempo do modelo. Detalhes sobre a formação de multicomponentes do OSCAR podem ser vistos em Reed *et al.* (2000).

Outros processos como espalhamento, entranhamento e mistura vertical estão mais diretamente relacionados com “macro-características” do óleo, como densidade e viscosidade.

No entanto, como apresentado a seguir, existe uma inter-relação entre todos os processos de intemperismo.

2.1. Advecção

A advecção é calculada a partir da soma de uma velocidade local média e de uma componente turbulenta de base aleatória. A velocidade local média é a soma das velocidades de correntes, ventos e a componente governada pela onda (Stokes) e a componente turbulenta (w') é expressa como:

$$w' = R\sqrt{6k / \Delta t} \quad 2-1$$

onde R é um número aleatório entre -1 e 1, K é o coeficiente de dispersão turbulenta, estimado para as direções horizontais e verticais, e t o tempo.

O coeficiente de dispersão horizontal pode ser calculado a partir de dados aproximados de estudos de dispersão de traçadores (OKUBO (1971, 1974) apud REED, 2001; BOWDEN, 1983):

$$K_x = 0,0027t^{1,34} \quad 2-2$$

para K em cm^2/s e t em segundos.

O coeficiente de difusão turbulenta acima da picnoclina relacionado às condições de onda, segundo Ichiye (1967, apud REED, 2001), é:

$$K_z = 0,0028 \frac{H^2}{T} \exp(-2Kz) \quad 2-3$$

sendo H a altura de onda, T o período de onda e K o número de onda. Abaixo da profundidade da picnoclina, Kz é assumido como uma constante igual a 10^{-4} m/s^2 (KULLENBERG, 1984 apud REED, 2001). Na ausência da picnoclina, a equação de Ichiye é aplicada da superfície ao fundo.

O deslocamento vertical das gotículas de óleo é calculado pela soma da velocidade turbulenta de base aleatória e uma velocidade vertical (subida ou descida). As velocidades verticais são calculadas usando a média harmônica de dois extremos, sendo o coeficiente de arrasto em função do número de Reynolds (JOHANSEN, 2000):

$$w_{ascendente} = 1/(w_1^{-1} + w_2^{-1})$$

onde

$$w_1 = d^2 g' / 18\nu, \text{ (para número de Reynolds } < 1000), \text{ e}$$

$$w_2 = \sqrt{3d/|g'|}, \text{ (para número de Reynolds } > 1000),$$

sendo $g' = g(\rho_\alpha - \rho_0) / \rho_\alpha$ onde g é a aceleração gravitacional e ν a viscosidade cinemática da água ($\sim 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

O **coeficiente de arrasto do vento** na deriva superficial do óleo utilizada neste estudo foi **3,5% da intensidade do vento**.

2.2. Espalhamento

O espalhamento do óleo na superfície do mar envolve diversas interações entre forças e processos, e alguns estudos (FAY, 1969 apud REED, 2001, HOULT, 1972; FANNELØP & WALDMAN, 1972 apud REED, 2001) já mostraram que o espalhamento passivo do óleo ocorre devido às forças da gravidade, momento e viscosidade. Para a representação do espalhamento transversal de uma mancha de vazamento contínuo, é utilizada neste modelo uma equação unidimensional:

$$x_{LE} = C_0 \left(\frac{g\Delta\rho}{\rho_w^2} \right)^{1/4} \frac{m^{1/2}}{(\rho_w \mu_w)^{1/8}} t^{3/8} \quad 2-4$$

onde x_{LE} é a largura da mancha de óleo (m), g é a aceleração da gravidade (m/s^2), $\Delta\rho$ é a diferença entre as densidades da água e do óleo (kg/m^3), ρ_w é a densidade da água (kg/m^3), μ_w é a viscosidade da água (cP), m é $\frac{1}{2}$ da taxa de liberação de massa dividido pela corrente superficial (kg/m) e C_0 é a constante de espalhamento.

Esta equação representa o regime de gravidade-viscosidade no processo de espalhamento e somente é utilizado para a parte espessa da mancha de óleo.

2.3. Evaporação

A taxa de evaporação é controlada pela pressão de vapor dos componentes individuais do óleo as suas frações molares em qualquer localização da mancha superficial, e calculada como. (MACKAY *et al.*, 1980; SEBASTIÃO & SOARES, 1995; REED *et al.*, 1999):

$$dm_i / dt = K_e P_i A M_i F_i / (RT) \quad 2-5$$

onde m_i é a massa associada ao i -ésimo componente do vazamento; t é o tempo (s); K_e é o coeficiente de transferência de massa evaporada (m/s); T é a temperatura (K); P_i é a pressão de vapor para o i -ésimo componente (atm); A é a área da mancha de óleo (m²); M_i é o peso molecular da i -ésimo componente (g/mol); F_i é a fração molar do i -ésimo componente remanescente na mancha; e R é a constante universal dos gases, $8,206 \times 10^{-5}$ atm·m³/mol·K.

O coeficiente de transferência de massa, K_e , depende do vento e é calculado por (AMOROCHO & DEVRIES, 1980 *apud* REED, 2001):

$$K_e = C_d U(t) \quad 2-6$$

sendo C_d o coeficiente de atrito entre a atmosfera e o ar, e $U(t)$ a velocidade do vento (m/s). O coeficiente de arrasto C_d é calculado em função da velocidade do vento:

$$C_d = \left(\frac{U^*}{U(t)} \right)^2 \quad 2-7$$

em que

$$U^* = CU(t), \text{ quando } U(t) < u_1$$

$$U^* = Cu_1 + (Du_2 - Cu_1) \frac{U(t) - u_1}{u_2 - u_1}, \text{ quando } u_1 \leq U(t) \leq u_2$$

$$U^* = DU(t), \text{ quando } U(t) > u_2$$

sendo C , D , u_1 e u_2 valores constantes (0,0323; 0,0474, 7 e 20, respectivamente).

2.4. Dispersão Natural

A dispersão de óleo na superfície do mar é obtida por (DELVIGNE & SWEENEY, 1988):

$$Q_{di} = C^* D^{0,57} S F d_i^{0,7} \Delta d \quad 2-8$$

onde Q_{di} é a taxa de dispersão por unidade de área das gotículas de óleo com diâmetros entre $(d_i - \Delta d)$ e $(d_i + \Delta d)$ (kg/m²s); C^* é um coeficiente de dispersão derivado empiricamente; D é a energia da onda dissipada por unidade de área (kg/s²); S é a fração da superfície do oceano coberta por óleo; F é a fração da superfície do mar coberta pela arrebentação de ondas por unidade de tempo (1/s); d_i é o diâmetro médio das partículas na classe de tamanho i (m); e Δd é o intervalo do diâmetro das partículas (m).

O coeficiente empírico C^* é uma função da viscosidade do óleo:

$$C^* = 4450 \nu^{-0,4} \quad 2-9$$

onde ν é a viscosidade cinemática do óleo (m^2/s). A energia dissipada da quebra da onda D , é aproximadamente:

$$D = 0,0034\rho_w g H_b^2 \quad 2-10$$

onde ρ_w é a densidade da água do mar (kg/m^3); g é a aceleração da gravidade (m/s^2); e H_b é altura de quebra da onda (m). A fração F de superfície do oceano coberta pela arrebenção de ondas por unidade de tempo é, aproximadamente:

$$F = 3 \cdot 10^{-6} U(t)^{3,5} \quad 2-11$$

onde $U(t)$ é a velocidade do vento (m/s). O tamanho das partículas é dado por:

$$d_0 = \frac{C_0 \nu^{0,34}}{\sqrt{e}} \quad 2-12$$

sendo ν é a viscosidade cinemática do óleo (m^2/s); e é a taxa de dissipação de energia (geralmente $1000 J/m^3s$); C_0 é, aproximadamente, 500 para o menor tamanho de partícula e 3400 para o maior tamanho de partícula. As gotículas são divididas em intervalos entre os tamanhos, mínimo e máximo, encontrados.

2.5. Emulsificação

A emulsificação $W(t)$ é calculada a partir de uma regressão exponencial:

$$W(t + \Delta t) = W_m(t) - [W_m(t) - W(t)] 0,5^{\frac{\Delta t}{t_{1/2}}} \quad 2-13$$

onde $W_m(t)$ é o teor máximo de água (%); Δt é o passo de tempo (s); $t_{1/2}$ é o tempo de meia-vida dependente do vento para emulsificação (s).

O valor $t_{1/2}$ e a função $W_m(t)$ são derivados de dados de laboratório e, correlacionam a taxa de emulsificação e o teor máximo de água pela fração evaporada. A partir desses dados, a meia-vida de referência t_{ref} para um vento de 10 m/s de velocidade, é encontrada em:

$$t_{ref} = C t_{lab} \quad 2-14$$

onde, t_{lab} é a média de valores de meia-vida encontrados em laboratório para amostras de óleo artificialmente intemperizados (s), e C é uma constante empírica. Esses dados são baseados no estudo de Cormack (1983):

$$t_{1/2} = \left[\frac{1 + U_{ref}}{1 + U(t)} \right]^2 t_{ref} \quad 2-15$$

onde U_{ref} , é de 10 (m/s), e $U(t)$ é a velocidade do vento (m/s). W_m como função da fração evaporada é obtida a partir de dados de laboratório, assumindo-se que a quantidade máxima de água é linearmente dependente da fração evaporada.

2.6. Dissolução

Como a evaporação, a dissolução, é dependente da fração molar de cada componente em uma mancha de óleo.

$$dm_i / dt = K_d A (F_i S_i - C_i) \quad 2-16$$

onde K_d é o coeficiente de transferência de massa por difusão (m/s); A é a área superficial da mancha de óleo (m²); F_i é a fração molar do componente i remanescente na mancha; S_i é a solubilidade do componente i (g/m³, ppm); e C_i é a concentração ambiente do componente i (g/m³).

Para uma mancha de óleo, o coeficiente de transferência de massa K_d é calculado (THIBODEAUX, 1979 *apud* REED, 2001):

$$K_d = Sh_i D_i / L \quad 2-17$$

Para manchas na superfície, é feita a correlação de superfície plana para o Número de Sherwood:

$$Sh_i = 0,578 Re^{0,5} Sc_i^{0,33} \quad 2-18$$

onde Re é o número de Reynolds; Sc_i é o número de Schmidt; U_{rel} é a velocidade relativa entre o óleo e a água (m/s); L é a extensão da mancha (m); ν_w é a viscosidade cinemática da água ($\sim 8,9 \times 10^{-7}$ m²/s a 25°C) e D_i a difusividade molecular do componente i (m²/s).

Para as partículas de óleo, a correlação da transferência de massa para esferas é usada para o número de Sherwood:

$$Sh = 2 + 0,347 Re^{0,62} Sc_i^{0,31i} \quad 2-19$$

2.7. Degradação

O cálculo da degradação do óleo no modelo OSCAR é feita através da soma da transformação de cada componente do óleo por diferentes formas de degradação. A Figura 2 mostra o esquema de transformação dos componentes considerados no modelo OSCAR.

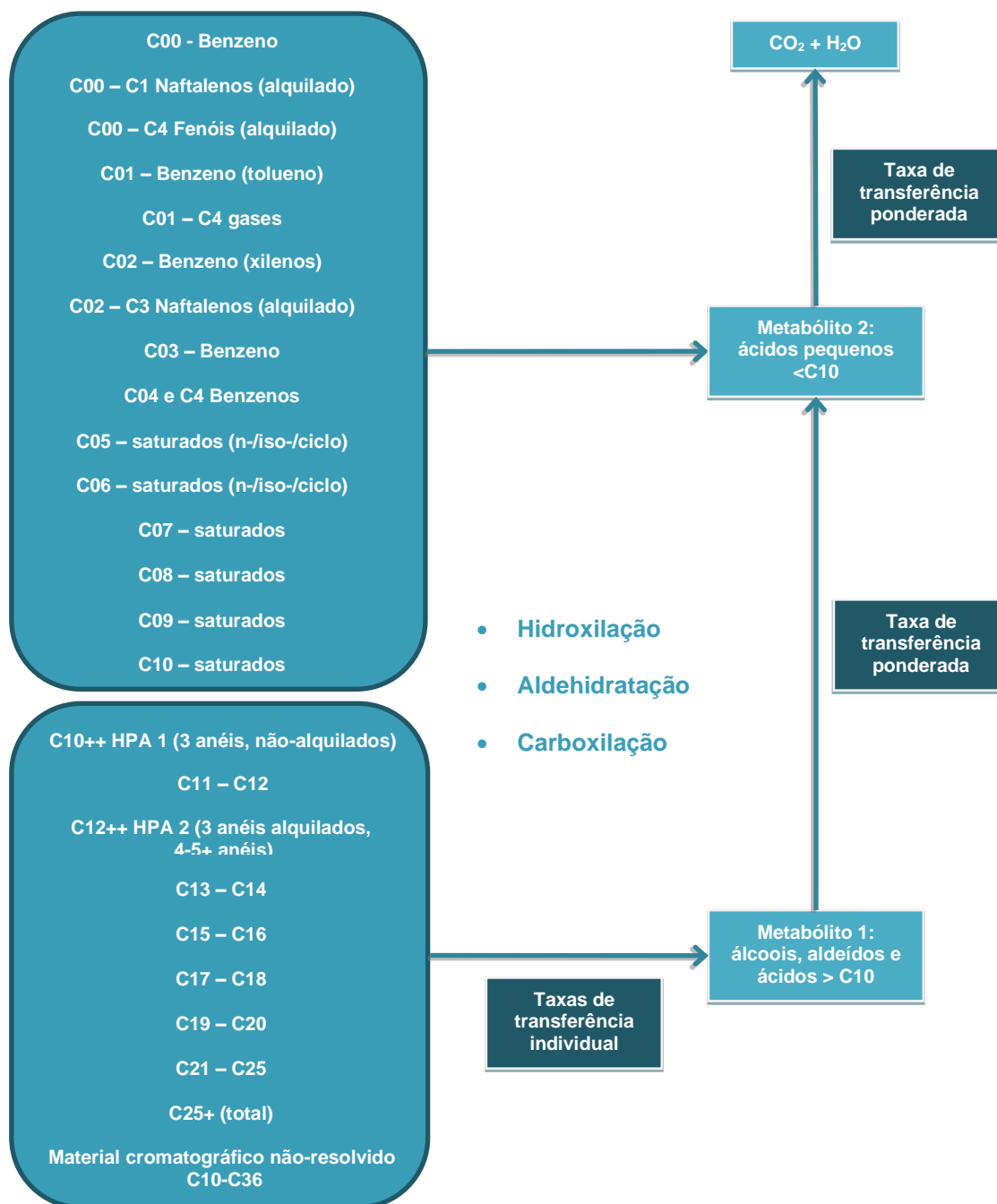


Figura 2: Esquema da degradação dos principais componentes do óleo. Adaptado de Reed (2001).

2.8. Sedimentação

No OSCAR a separação entre a fase dissolvida e particulada/adsorvida é calculada com base na teoria de equilíbrio linear. A fração de óleo particulada, ou adsorvida em material particulado, é passível de sedimentação no fundo, misturando-se aos sedimentos, e podendo ser dissolvida novamente para a coluna d'água (REED *et al.*, 1996).

A relação entre a concentração de equilíbrio de um poluente na fase aquosa (C_w) e a concentração de equilíbrio na fase sólida (C_s) pode ser obtida a uma determinada temperatura. Existem várias teorias que descrevem as isotermas de adsorção, tais como as isotermas de Langmuir (Equação 1-20) e de Freundlich (Equação 1-21) (REED, 2001).

$$C_s = \frac{K_1 K_2 C_w}{1 + K_1 C_w} \quad 2-20$$

$$C_s = K_f C_w^{1/n} \quad 2-21$$

Segundo Reed (2001), em ambiente aquático, o valor da fase aquosa do poluente, C_w , é geralmente baixo, e em consequência, o termo n na equação 1-21 é geralmente igual a 1 e o termo $K_1 C_w$ na equação 1-20 é muito menor do que 1. Dessa forma, as equações podem ser reduzidas a uma equação linear

$$C_s = K_p C_w C_{ss} \quad 2-22$$

onde C_{ss} é a concentração de sedimentos suspensos. O coeficiente de partição de uma substância química, K_p , é dependente da temperatura, do pH e das características físicas e químicas do sólido adsorvido. Através de estudo do comportamento de compostos orgânicos, principalmente os hidrofóbicos não-iônicos, observou-se que o carbono orgânico é o fator predominante no processo de adsorção (REED, 2001). Assim, se K_p é normalizado pela fração de carbono orgânico do sólido (f_{oc})

$$K_{oc} = \frac{K_p}{f_{oc}} \quad 2-23$$

então K_{oc} torna-se independente de sorventes. Somado a isso, o coeficiente de partição baseado no carbono orgânico apresenta ótima correlação tanto com K_{ow} (coeficiente de partição octanol/água) como com a solubilidade em água (S) (Equações 1-24 e 1-25, respectivamente).

$$\log K_{oc} = A \log K_{ow} + B \quad 2-24$$

$$\log K_{oc} = a \log S + b \quad 2-25$$

Assim, é possível determinar K_{oc} tanto do valor de K_{ow} como da solubilidade, sendo que as constantes de correlação (A , B , a e b) são normalmente dependentes da estrutura do composto. A Tabela 1 mostra algumas equações de correlação entre K_{oc} , K_{ow} e S usados no modelo.

Tabela 1: Equações de regressão para estimativa dos parâmetros K_{oc} e K_{ow} para diferentes componentes químicos. Fonte: Reed, 2001.

Equação	R ²	Classe
Parâmetro: K_{ow}		
$\log 1/S = 1,113 \log K_{ow} - 0,926$	0,935	Álcool
$\log 1/S = 1,229 \log K_{ow} - 0,720$	0,960	Cetona
$\log 1/S = 1,013 \log K_{ow} - 0,520$	0,980	Éster
$\log 1/S = 1,182 \log K_{ow} - 0,935$	0,880	Éter
$\log 1/S = 1,294 \log K_{ow} - 1,043$	0,908	Alcino
$\log 1/S = 1,294 \log K_{ow} - 0,248$	0,970	Alceno
$\log 1/S = 0,996 \log K_{ow} - 0,339$	0,951	Aromático
$\log 1/S = 1,237 \log K_{ow} - 0,248$	0,908	Alcano
Parâmetro: K_{oc}		
$\log K_{oc} = 0,937 \log K_{ow} - 0,006$	0,950	Aromático
$\log K_{oc} = 0,544 \log K_{ow} + 1,377$	0,740	Todos os outros

Embora seja possível especificar um valor constante de concentração de sedimentos suspensos nas simulações, neste estudo adotou-se um valor nulo de concentração de sedimentos suspensos. Dessa forma, se objetiva uma abordagem mais conservadora que não permite a retirada de óleo da superfície e da coluna d'água por esse processo. Os valores de sedimentação apresentados nas simulações são referentes ao óleo na coluna d'água que toca diretamente o fundo marinho.

3. Propriedades Físicas do Óleo

As principais propriedades do óleo utilizadas pelo modelo são a densidade e a viscosidade do óleo. Essas propriedades variam de acordo com curvas obtidas em laboratório em função da fração de óleo evaporado. A seguir são apresentadas as equações das curvas obtidas em laboratório para os cálculos das propriedades do óleo (JOHANSEN, 1991 *apud* REED, 2001):

$$\text{Densidade (g/L)} \quad \rho_0 = a_p + b_p f \quad 3-1$$

$$\text{Viscosidade (cP)} \quad \mu_0 = e^{(a\mu + b\mu f)} \quad 3-2$$

sendo f a fração evaporada (%) e a e b fatores de regressão. Os parâmetros de ajuste a e b fazem parte do banco de dados da SINTEF que integra o modelo OSCAR e são obtidas através de ensaios laboratoriais. A densidade da emulsão $\rho(t)$ é calculada:

$$\rho(t) = \frac{W(t)\rho_w + [100 - W(t)]\rho_0(t)}{100} \quad 3-3$$

sendo $W(t)$ a porcentagem de água (%), ρ_w a densidade da água do mar, e $\rho_o(t)$ a densidade do óleo livre de água (g/L).

A equação de Mooney, de 1951, é usada para calcular a viscosidade de emulsão $\mu(t)$:

$$\mu(t) = \mu_o(t) e^{\frac{aW(t)}{100-bW(t)}} \quad 3-4$$

onde a e b são constantes empíricas.

4. Concentração na coluna d'água

Como a grande maioria dos modelos numéricos de transporte de contaminantes, o OSCAR utiliza um modelo de partículas (modelagem lagrangiana) para obter aproximações da equação do transporte advectivo-difusivo:

$$\frac{\delta C_i}{\delta t} + \vec{V} \cdot \vec{\nabla} C_i = \vec{\nabla} \cdot D_k \vec{\nabla} C_i + \sum_{j=1}^n r_j C_i + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n r_{ij} C_i \quad 4-1$$

onde C_i é a concentração do i -ésimo constituinte químico do vazamento; t é o tempo; \vec{V} é o vetor do transporte advectivo; e D_k é o coeficiente de difusão turbulenta para $k = x, y$ e z .

O primeiro termo da equação é a taxa de variação temporal da concentração de um determinado constituinte em uma determinada localização espacial. Esta taxa de variação é calculada através da determinação dos outros termos da equação utilizando partículas lagrangeanas para representar o campo de concentração. Os termos r_j são taxas de vários processos, tais como a evaporação, emulsificação e espalhamento das manchas superficiais e volatilização dos compostos do óleo.

Os termos de degradação r_{ij} aparecem no modelo para determinar os subprodutos da degradação como transferência de massa de um componente à outro. Desta forma, as modificações nas propriedades toxicológicas são incorporadas no modelo.

A equação de transporte advectivo e difusivo determina a variação das concentrações no tempo e no espaço e serve como base para os modelos de partículas (ver, por exemplo, Fischer, 1979). Em contraste com os modelos de partículas, existem modelos que resolvem numericamente a equação de transporte advectivo e difusivo de maneira convencional, isto é, através de esquemas baseados em métodos de diferenças finitas, volumes finitos ou elementos finitos. Estas aproximações conhecidas como modelagem euleriana fornecem diretamente os valores de concentrações e suas variações no espaço e no tempo em uma grade fixa, pré-definida. Este tipo de modelagem é inviável para o problema em questão devido às dimensões do domínio e as escalas envolvidas no transporte de óleo em bacias oceânicas.

Os modelos de partículas apresentam uma série de vantagens em relação aos modelos eulerianos, pois são capazes de representar os fenômenos de transporte e calcular a distribuição de massa do

contaminante de maneira acurada independentemente de uma grade, além de não estarem sujeitos a oscilações numéricas espúrias e efeitos de difusão numérica (ver por exemplo Andrade, 2006).

Enquanto os modelos eulerianos calculam diretamente os valores das concentrações, os modelos de partículas calculam a distribuição espacial de massa do contaminante representada por uma nuvem de partículas, sendo cada partícula uma representação discreta de uma parcela da massa total do contaminante no ambiente.

Se valores de concentração são requeridos, os resultados dos modelos de partículas precisam ser transformados e representados em uma grade. Como apresentado em Jong (2004), o OSCAR tem a vantagem em relação a outros modelos de partículas, pois permite essa transformação, inclusive fazendo a distinção entre as parcela da massa de óleo que está dissolvida, dispersa ou na superfície.

Existem várias maneiras de fazer essa transformação. A maneira mais simples é através da contagem de partículas que estão dentro das células da grade. Uma maneira mais avançada, que é a utilizada no OSCAR, é considerar a partícula como uma pequena nuvem que cresce com o tempo, usando funções de espalhamento gaussiano (ver por exemplo Andrade, 2006).

No OSCAR, a célula da grade em três dimensões é definida pelos espaçamentos meridional, zonal e vertical definidos pelo usuário. Embora os processos de mistura e de intemperismos do óleo estejam sendo resolvidos de maneira acurada e independentemente da grade, os resultados de concentração devem ser interpretados considerando o tamanho da célula da grade utilizada. Os resultados de concentração devem ser vistos como valores médios no volume definido pelas dimensões das células da grade. Sendo assim, plumas ou manchas de contaminantes que tenham dimensões inferiores às dimensões da grade estão sujeitos a uma “diluição numérica” artificial.

5. Óleo na Costa

Para modelagens probabilísticas, principalmente para vazamentos em áreas *offshore*, a prática atual é fazer uma aproximação de acumulação de óleo na costa através de uma estimativa das capacidades de armazenamento e remoção de óleo na costa derivadas empiricamente. Tal procedimento é utilizado na maioria dos modelos de transporte de óleo que incluem algum tipo de algoritmo de interação do óleo com a costa. (GUNDALACH & REED, 1986; GUNDALACH, 1987; FRENCH *et al.*, 1996; REED *et al.* 1999, 2000; CHENG *et al.*, 2000; FRENCH MCCAY, 2004 *apud* ETKIN *et al.*, 2007).

O modelo OSCAR incorpora uma dinâmica, relativamente simples, para simular as interações óleo-costa. Estes procedimentos representam uma simplificação dos conjuntos desenvolvidos para um modelo de derramamento de óleo em uma zona costeira mais complexa.

A partir de trabalhos científicos, grupos de capacidade máxima de absorção de óleo foram estimados juntamente com uma série de taxas de remoção. As capacidades de absorção destinam-se a refletir tanto a inclinação da costa como a sua permeabilidade, e em alguns casos, a exposição às ondas e aos ventos.

O volume máximo de óleo, V_{max} (m^3), quando há o encontro da mancha de óleo com a linha de costa, pode ser expresso como:

$$V_{max} = \delta_i L W_i \quad 5-1$$

Onde δ_i é a máxima capacidade de retenção por tipo de costa i , L é o comprimento da célula de praia e W_i é a largura da região de deposição por tipo de costa

Durante as simulações computacionais, se este volume máximo já estiver sido atingido, a massa de óleo que chega à costa não é mais depositada e o óleo continua a ser transportado pelos ventos e correntes para outras regiões:

O modelo também considera que ao longo da simulação uma quantidade de óleo vai sendo removida através da seguinte equação:

$$\Delta m = m_i (1 - \exp[-r_i \Delta t]) \quad 5-2$$

Onde Δm é a massa removida no passo de tempo Δt , m_i é a massa na célula de costa i , e r_i é a taxa de remoção de por tipo de costa i .

Na Tabela 2 são apresentadas as capacidades máximas de retenção e taxas de remoção do óleo do modelo para vários tipos de linha de costa.

Tabela 2: Capacidades máximas de retenção (mm) e taxas de remoção de óleo (por dia), para três classes de óleo e vários tipos de linha de costa.

	Manguezal / Barra de Rio Vegetada	Areia	Areia / Cascalho	Rocha protegida	Rocha exposta	Estrutura Artificial
Capacidade máxima de retenção (mm)						
$\mu < 30$ cP	70	30	70	5	5	1
$\mu < 2000$ cP	70	25	40	15	15	2
$\mu > 2000$ cP	70	20	30	20	20	5
Taxas de remoção de óleo (por dia)						
$\mu < 30$ cP	0,001	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5
$\mu < 2000$ cP	0,001	0,01	0,005	0,01	0,1	0,1
$\mu > 2000$ cP	0,001	0,01	0,005	0,01	0,1	0,1

6. Massa Máxima de Óleo na Costa

Para obter a massa máxima de óleo na costa, os elementos de grade são monitorados ao longo de toda a simulação. São armazenadas as informações de massa máxima de óleo que atingiram **cada elemento de grade** ao longo das n simulações. Ao final, têm-se um mapa das massas máximas por ponto de grade ou célula de costa que atingiram os elementos de grade que representam a costa.

Em seguida, é calculada a distribuição de massa ao longo da linha de costa considerando que o tamanho da linha de costa de cada ponto de grade é a sua diagonal. Assim se tem a quantidade de massa por unidade de comprimento (Ex: toneladas por quilômetro).

7. Blowout Submerso

Nos últimos anos diversos modelos foram desenvolvidos para simular o transporte de misturas de óleo e gás em águas profundas. Lindersen (2013) apresenta alguns desses modelos e as bases teóricas para os seus desenvolvimentos.

De maneira geral os modelos de *blowout* submerso levam em consideram três diferentes fases: A fase de jato, a fase de pluma e uma fase passiva com velocidade vertical controlada pelo tamanho das gotículas de óleo, conforme ilustrado na Figura 4.

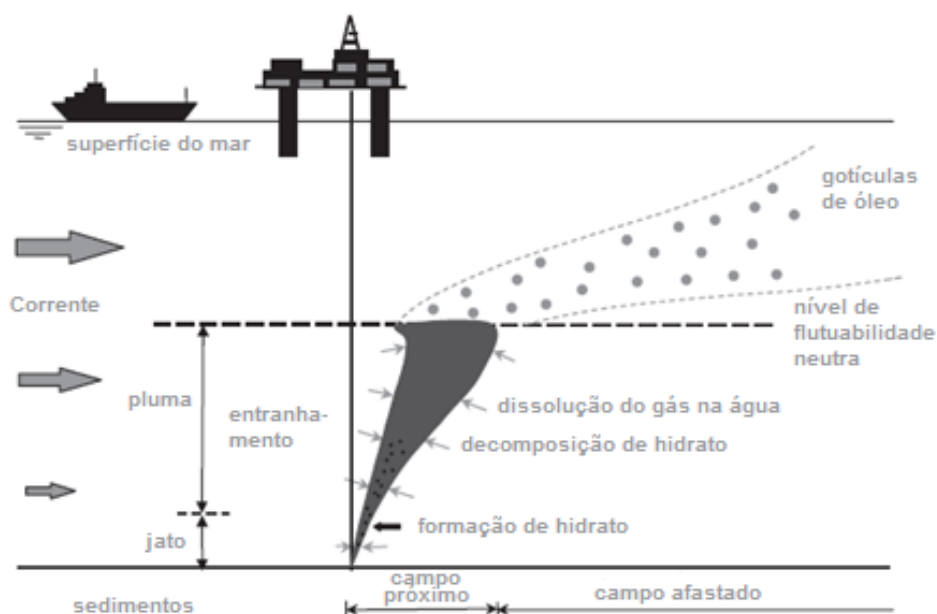


Figura 3: Esquema geral de plumas de *blowout* de óleo em profundidade. Adaptado de Lindersen (2013).

O modelo OSCAR contém um módulo específico para a modelagem de vazamentos de óleo em profundidade. Este módulo, chamado Plume3D, contém um modelo de pluma multifásico geral desenvolvido pela SINTEF, com acoplamento entre o campo próximo (*Near-Field*), que inclui as fases de jato e a fase de pluma, e o campo afastado (*Far-Field*), que permite o acompanhamento das gotículas dispersas, bolhas e partículas minerais decorrentes de descargas de óleo e gás oriundas do fundo do oceano. Detalhes sobre esse modelo podem ser encontradas em Johansen & Durgut (2006) e em Johansen *et al.* (2012).

Vazamentos de óleo e gás no fundo oceânico resultarão na formação de gotículas de óleo e bolhas de gás respectivamente. Na fase de jato os movimentos são dominados pelas correntes induzidas pelo próprio vazamento e o tamanho dessas bolhas e gotículas não são consideradas.

Na fase de pluma, as gotículas e bolhas de diversas tamanhas se movem em conjunto como uma mistura integral. Nesta fase, a dissolução dos gases, a formação de hidratos e o estranhamento de água do ambiente têm papel dominante na densidade da pluma, que por sua vez, controla o movimento vertical da pluma. Nesta fase, os tamanhos das gotículas e bolhas não afetam de maneira significativa o movimento da pluma. Aspectos importantes da fase de pluma em águas profundas, considerados no Plume3D são:

- Comportamento de gás não ideal;
- Dissolução de gás das bolhas para a água do ambiente;
- Efeito de correntes do ambiente;
- Formação e dissociação de Hidratos.

Após a fase de pluma é atingido o nível terminal da pluma dinâmica e inicia-se a fase passiva onde a velocidade vertical do óleo no ambiente é controlada pelo tamanho das gotículas de óleo formadas nas plumas. O Plume3d contém um algoritmo desenvolvido pela SINTEF para estimativa das distribuições do tamanho das gotículas de óleo a partir de experimentos realizados nos tanques dos laboratórios da SINTEF. Detalhes sobre esses experimentos podem ser encontrados em Brandvik *et al.* (2012).

A partir do nível terminal da pluma dinâmica a trajetória do óleo na coluna d'água é afetada pelo tamanho das gotículas de óleo formadas a partir do *blowout* em águas profundas. Como ilustração, considerando uma profundidade de 1.000 m, pequenas gotículas, com diâmetros inferiores a 0,5 mm, precisam de aproximadamente 1 dia para chegar a superfície. Na mesma situação, gotículas maiores, com diâmetro maiores que 5 mm, podem chegar a superfície em algumas poucas horas, enquanto que partículas menores do que 1.000 μm podem ficar retidas na coluna d'água por grandes períodos antes de chegarem a superfície. Além do tamanho das gotículas, fatores como correntes, turbulência vertical e estratificação vertical de densidade também são considerados na velocidade de subida dessas gotículas.

Detalhes sobre o algoritmo e as formulações utilizadas para cálculo da distribuição dos tamanhos das gotículas podem ser vistos em Brandvik *et al.* (2012) e Lindersen (2013).

O cálculo do tamanho das gotículas de óleo é feito em função de:

- Macro-características do óleo (viscosidade, densidade, etc);
- Dimensões do vazamento;

- Vazão do *blowout*;
- Correntes.

O acoplamento do Plume3D com o modelo de partículas lagrangiano do OSCAR permite um mapeamento tridimensional das partículas em cada instante e, conseqüentemente, o cálculo das concentrações de óleo na coluna d'água e espessuras de óleo em superfície, conforme ilustrado na Figura 4.

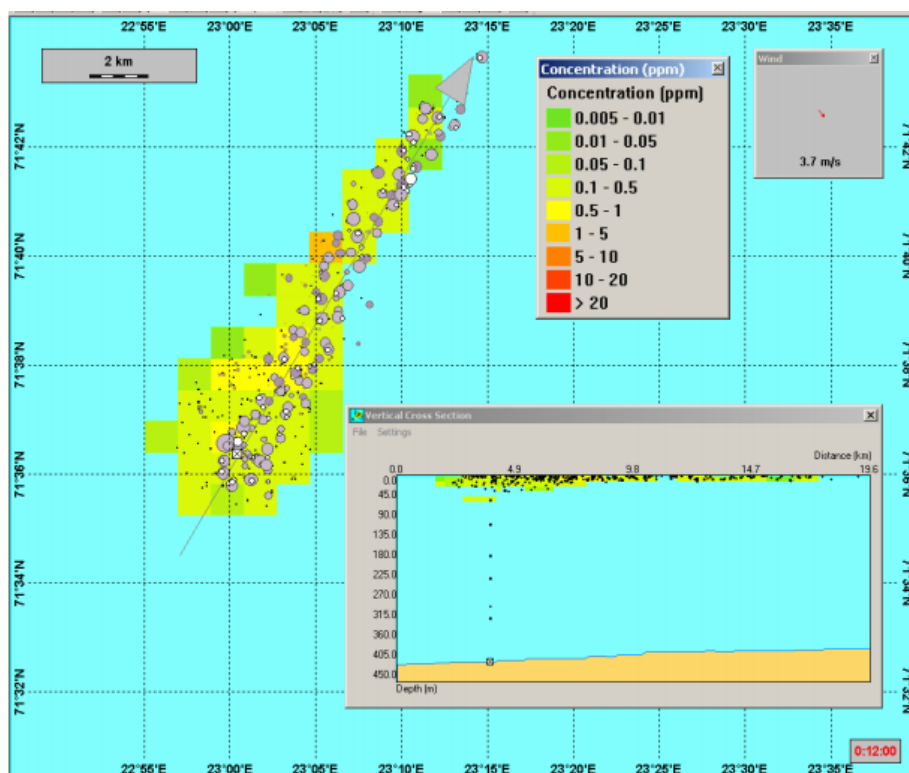


Figura 4: Ilustração de uma simulação de *blowout* no fundo oceânico com o OSCAR. O mapa mostra a distribuição de partículas representando o óleo em superfície (círculos em cinza) e as partículas representando o óleo na coluna d'água (pontos pretos e marrons).

8. Resumo dos Parâmetros Físicos e Numéricos

Os parâmetros físicos utilizados no modelo de dispersão de óleo são apresentados na Tabela 3 enquanto as constantes são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3: Parâmetros físicos e químicos utilizados no modelo de óleo.

Parâmetro	Descrição
w'	componente turbulenta
K	coeficiente de dispersão turbulenta

K_x	coeficiente de dispersão horizontal
H e H_b	altura de onda
$T(1)$	período de onda
x_{le}	largura da mancha de óleo
$\Delta\rho$	diferença entre as densidades da água e do óleo
m	1/2 da taxa de liberação de massa dividido pela corrente superficial
m_i	massa associada ao i-ésimo componente de vazamento
K_e	coeficiente de transferência de massa evaporada
$T(2)$	Temperatura do óleo
P_i	pressão de vapor para o i-ésimo componente
F_i	fração molar do i-ésimo componente remanescente na mancha
C_d	coeficiente de atrito entre a atmosfera e o ar
$U(t)$	velocidade do vento
Q_{di}	taxa de dispersão por unidade de área das gotículas de óleo
C^*	coeficiente de dispersão derivado empiricamente
D	energia da onda dissipada por unidade de área
S	fração da superfície do oceano coberta por óleo
F	fração da superfície do mar coberta pela arrebentação de ondas por unidade de tempo
d_i	diâmetro média das partículas na classe de tamanho i
Δd	intervalo do diâmetro das partículas
ν	viscosidade cinemática do óleo
e	taxa de dissipação de energia
$W(t)$	emulsificação
$W_m(t)$	teor máximo de água no óleo
$t_{1/2}$	tempo de meia-vida dependente do vento para emulsificação
t_{ref}	tempo de meia-vida de referência
t_{lab}	média de valores de meia-vida encontrados em laboratório
K_d	coeficiente de transferência de massa por difusão
A	área superficial da mancha de óleo
S_i	solubilidade do componente i
C_i	concentração ambiente do componente i
Sh_i	Número de Sherwood
Re	Número de Reynolds
Sc_i	Número de Schmidt
U_{rel}	velocidade relativa entre o óleo e a água
L	extensão da mancha
D_i	difusividade molecular do componente i
C_w	concentração de equilíbrio de um poluente na fase aquosa
C_s	concentração de equilíbrio na fase sólida

C_{ss}	concentração de sedimentos suspensos
K_p	parâmetro dependente da temperatura, pH e das características físico-químicas do sólido adsorvido
A, B, a, b	constantes de correlação dependentes da estrutura do composto
$a'_{\mu, \rho, p}$	fatores de regressão
$b'_{\mu, \rho, p}$	fatores de regressão
ρ_o	densidade da água do óleo
D_k	coeficiente de difusão turbulenta para $k = x, y$ e z .
ρ_w	densidade da água
μ_w	viscosidade dinâmica da água
ν	viscosidade cinemática da água

Tabela 4: Constantes físicas utilizadas no modelo de óleo.

Constante	Valor	Descrição
K_z	10^{-4} m/s^2	coeficiente de dispersão vertical
g	$9,81 \text{ m/s}^2$	aceleração gravitacional
ν	$1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	viscosidade cinemática da água
R	$8,206 \times 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol} \cdot \text{K}$	constante universal dos gases
C	0,0323	constante
D	0,0474	constante
u_1	7	constante
u_2	20	constante
$C_o(2)$	500 a 3400	constante
a	2,5	constante empírica
b	0,654	constante empírica
C_{wind}	3,5%	coeficiente de arrasto do vento

9. Bibliografia

- ANDRADE, R.C., 2006 Uma Nova Abordagem para a Solução Numérica de Problemas de Advecção e Difusão Multidimensional, em Corpos de Água Naturais. Tese de doutorado do Programa de Engenharia Oceânica – Área de Engenharia Costeira & Oceanográfica – COPPE/UFRJ.
- BOWDEN, K.F. 1983. Physical oceanography of coastal waters. John Wiley, NY, 302 p.
- BRANDVIK, P., JOHANSEN, Ø., LEIRVIK, F., FAROOQ, U. and DALING, P. (2012). Droplet breakup in sub-surface oil releases - Part 1: Experimental study of droplet breakup and effectiveness of dispersant injection, Submitted to Marine Pollution Bulletin October 2012 .
- DELVIGNE, G. A. L.; SWEENEY, C. E.. Natural dispersion of Oil. Oil & Chemical Pollution 4 (1988) 281-310.
- ETKIN, D.S., FRENCH-MCCAY, D.; MICHEL, J. 2007. Review of the State-of-the-Art on Modeling Interactions between Spilled Oil and Shorelines for the Development of Algorithms for Oil Spill Risk Analysis Modeling. Available from BOEM Environmental Division, Branch of Environmental Sciences. OCS Study MMS 2007-063. 161 p.
- FISCHER, H. B.; LIST, E. J.; KOH, R. C. Y.; IMBERGER, J.; BROOKS, N.,1979. Mixing in Inland and Coastal Waters., Academic Press, New York,1979
- HOULT, D. P. Oil spreading on the sea. Annual Review of Fluid Mechanics, p. 341-367, 1972.
- JOHANSEN, Ø. 2000. DeepBlow – A Lagrangian Plume Model for Deep Water Blowouts. Spill Science & Technology Bulletin. Vol. 6, No. 2: 103 – 111.
- JOHANSEN, Ø. and DURGUT, I. (2006). Implementation of the near-field module in theERMS model, Technical report, SINTEF.
- JONG, K, 2004 A Comparison of Four Particle Models. A Comparison of DemWaq, DREAM, GNOME, and SIMPAR. Ministeriere Van Verkeer en Waterstraat.
- LINDERSEN, P, J, B, 2013. Modelling of Subsurface Releases of Oil and Gas. Master’s Thesis. Norwegian University of Science and Technology. Department of Chemical Engineering. Trondheim, Norway.
- MACKAY, D., I. BUIST, R. MASCARENHAS & S. PATERSON. 1980. Oil Spill Processes and Models. Environmental Protection Service. Canada. Report EE-8.
- REED, M. 2001. Technical Description and Verification Tests of OSCAR 2000, a Multi-Component 3-Dimensional Oil Spill Contingency And Response Model. SINTEF Report. 52p.

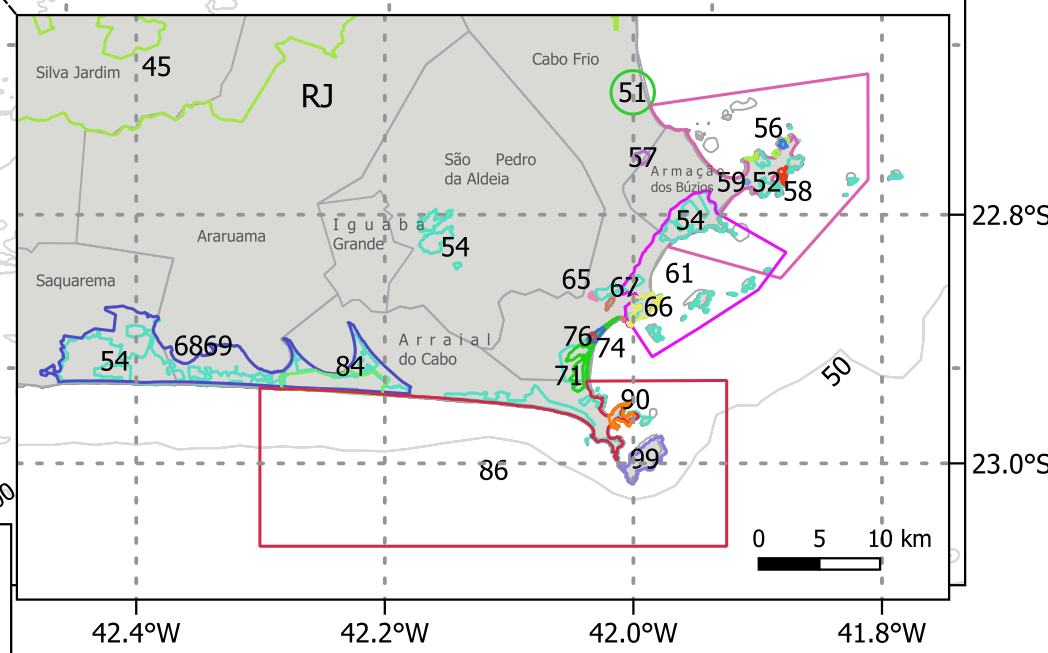
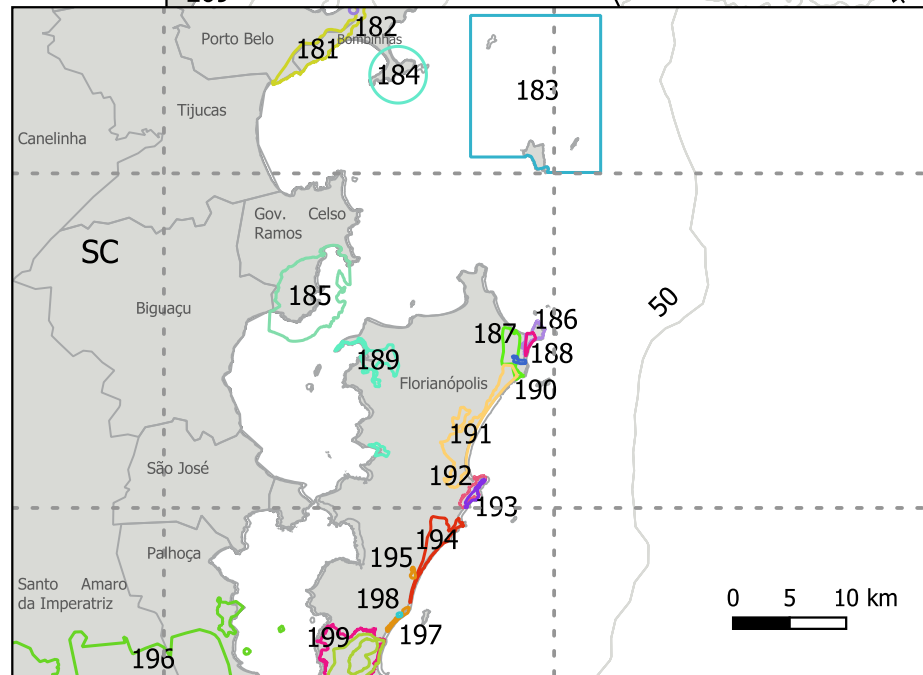
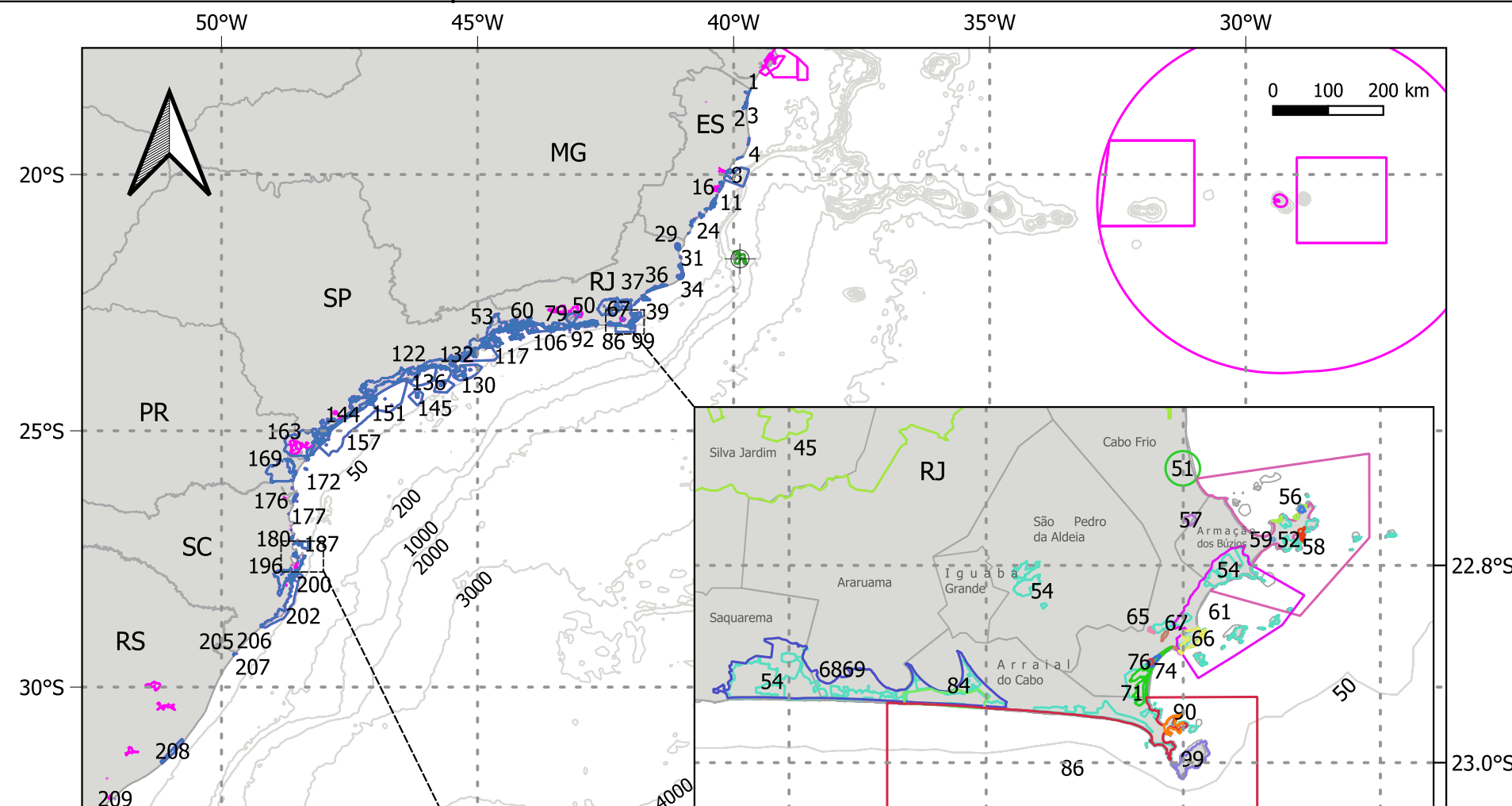
- REED, M., AAMO, O. M., DOWNING, K. (1996): Calibration and Testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System. Proceedings of the 1996 Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar, pp.689-726.
- REED, M.; DALING, P.; LEWIS, A.; DITLEVSEN, M. K.; BRØRS, B.; CLARK, J.; AURAND, D. 2004. Modelling of dispersant application to oil spills in shallow coastal waters. Environmental Modelling & Software, v. 19, p. 681-690.
- REED, M. 2000; SINGSAAS, I.; DALING, P.S; FAKNES, L; BRAKSTAD, O.G.; HETLAND, B. A.; HOKSTAD, J. 2000. Modeling the Water-Accommodated Fraction in OSCAR2000. In: 2001 International Oil Spill Conference. Computer Technology and Oil Spills. SINTEF Report. pp.1083-1091.
- REED, M.; JOHANSEN, Ø.; BRANDVIK, P. J.; DALING, P.; LEWIS, A.; FIOCCO, R.; MACKAY, D.; PRENTKI, R. 1999. Oil Spill Modelling towards the Close of the 20th Century: Overview of the State of the Art. Spill Science and Technology Bulletin, 5 (1): pp 3-16.
- SEBASTIÃO, P.; SOARES, C. G. 1995. Modeling the Fate of Oil Spills at Sea. Spill Science and Technology Bulletin, 2 (2): pp 121-131.

- ANEXO II -

Mapa com Unidades de Conservação Consideradas
no Estudo

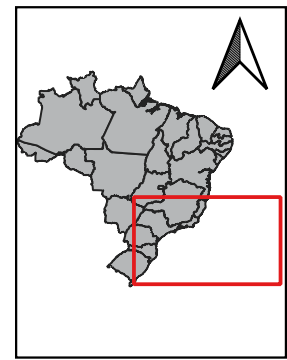
Unidades de Conservação com Probabilidade de Chegada de Óleo

- 1 PE de Itaúnas
- 2 APA Conceição da Barra
- 3 RPPN Fazenda Sayonara
- 4 ARIE do Degredo
- 5 REBIO DE COMBOIOS
- 6 APA Costa das Algas
- 7 PNM David Victor Farina
- 8 RVS de Santa Cruz
- 9 APA da Lagoa Jacumém
- 10 APA de Praia Mole
- 11 APA Baía das Tartarugas
- 12 Parque Atlântico
- 13 APA da Ilha do Frade
- 14 APP Morro do Moreno
- 15 PNM de Jacarenema
- 16 APA da Lagoa Grande
- 17 APA de Três Ilhas
- 18 PE Paulo César Vinha
- 19 RDS Concha D'ostra
- 20 PM Morro da Pescaria
- 21 RDS Papagaio
- 22 ESEC Papagaio
- 23 APA Tartarugas
- 24 ANT Ilha do Gambá
- 25 ANT Ilha do Meio, Cabritos e Francês
- 26 RPPN Yara Brunini
- 27 APA de Guanandy
- 28 MN Falésias de Marataízes
- 29 ESEC de Guanandi
- 30 ANT Foz do Rio Paraiba
- 31 APA da Cehab
- 32 RPPN Fazenda Caruara
- 33 APA de Iquipari
- 34 PE da Lagoa do Açú
- 35 APA do Lagamar
- 36 PARNA Restinga de Jurubatiba
- 37 PNM da Restinga do Barreto
- 38 PNM Estuário do Rio Macaé
- 39 APA do Arquipélago de Santana
- 40 RPPN Sítio Shangrilah
- 41 RPPN Fazenda Barra do Sana
- 42 RPPN Sítio Sumidouro e Peito de Pomba
- 43 APA do Morro de Santana
- 44 PNM do Arquipélago de Santana
- 45 APA da Bacia do Rio São João (Mico Leão)
- 46 PNM da Praia do Pecado
- 47 ARIE de Itapebussus/PN Itapebussus
- 48 APA da Lagoa do Iriry
- 49 MN dos Costões Rochosos de Rio das Ostras
- 50 ARIE Baía de Guanabara
- 51 PM Mata do Rio São João
- 52 APA Marinha da Armação de Búzios
- 53 PARNA da Serra da Bocaina
- 54 PE da Costa do Sol
- 55 PNM dos Corais de Armação dos Búzios
- 56 APA da Praia da Azeda e Azedinha
- 57 RESEC do Tauá
- 58 PM da Lagoinha
- 59 PM da Lagoa de Geribá
- 60 PE do Cunhambebe
- 61 APA do Pau Brasil
- 62 RVS Serras de Maricá (Revissermar)
- 63 APA Serras de Maricá (Apasermar)
- 64 APA de Manqaratiba
- 65 PM Dormitório das Garças
- 66 PM da Boca da Barra
- 67 PM da Gamboa
- 68 APA de Massambaba
- 69 REBIO Guaratiba
- 70 PM da Praia do Forte
- 71 ANT Dunas de Cabo Frio e Arraial do Cabo
- 72 PE da Pedra Branca
- 73 PE da Serra da Tiririca
- 74 PM das Dunas
- 75 APA do Saco de Coroa Grande
- 76 PNM Mico-Leão-Dourado
- 77 APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba
- 78 ARIE Baía de Sepetiba
- 79 PN da Tijuca
- 80 PNM de Niterói
- 81 APA Marinha Boto-Cinza
- 82 APA de Tamoios
- 83 APA do Morro do Morcego, St. Cruz, Fortes e Rio Branco
- 84 RESEC de Massambaba
- 85 MN Ilha dos Amores
- 86 RESEX Marinha Arraial do Cabo
- 87 APA de Maricá
- 88 MN dos Morros do Pão de Açúcar e Urca
- 89 APA Paisagem Carioca
- 90 PM da Praia do Forno
- 91 RESEX Marinha de Itaipu
- 92 APA dos Morros da Babilônia e de São João
- 93 PNM Paisagem Carioca
- 94 MN Praia do Sossego
- 95 APA do Morro do Leme
- 96 APA do Morro da Saudade
- 97 APA da Orla Marítima do Rio de Janeiro
- 98 PNM da Cidade
- 99 RESEC da Ilha do Cabo Frio
- 100 PNM da Mata Atlântica
- 101 ARIE de São Conrado
- 102 PNM Penhasco Dois Irmãos
- 103 APA das Brisas
- 104 APA das Pontas de Copacabana e Arpoador
- 105 ESEC de Tamoios
- 106 REBIO Guaratiba
- 107 APA do PNM de Marapendi
- 108 PNM de Marapendi
- 109 PNM Barra da Tijuca
- 110 PNM Chico Mendes
- 111 MN das Ilhas Caçarras
- 112 APA da Paisagem e do Areal da Praia do Pontal
- 113 PNM da Prainha
- 114 APA de Grumari
- 115 PNM de Grumari
- 116 APA da Prainha
- 117 APA de Cairuçu
- 118 PE da Ilha Grande
- 119 APA Baía de Paraty, Paraty Mirim e Saco do Mamanguá
- 120 REBIO da Praia do Sul
- 121 RDS do Aventureiro
- 122 PE da Serra do Mar
- 123 RESEC da Juatinga
- 124 APA Marinha do Litoral Norte
- 125 RPPN Morro do Curussu Mirim
- 126 ESEC Tupinambás
- 127 PE da Ilha Anchieta
- 128 PNM do Juqueriquerê
- 129 PE Restinga de Bertioqa
- 130 PE de Ilhabela
- 131 APA Baleia Sahy
- 132 RPPN Toque Toque Pequeno
- 133 APA Marinha do Litoral Centro
- 134 RPPN Reserva Rizzieri
- 135 APA Alcatrazes
- 136 ARIE de São Sebastião
- 137 APA Ilha de Itaçucê
- 138 RPPN Marina do Conde
- 139 APA da Serra do Guararu
- 140 PM Ilha Rio da Praia
- 141 PE Xixová-Japuí
- 142 PNM Piaçabuçu
- 143 RVS do Arquipélago de Alcatrazes
- 144 APA de Cananéia-Iguapé-Peruíbe
- 145 PE Marinho da Laje de Santos
- 146 PNM Restinga do Guarau
- 147 ESEC Juréia-Itatins
- 148 ESEC dos Tupiniquins
- 149 RVS das Ilhas do Abrigo e Guararitama
- 150 ARIE Ilhas Queimada Grande e Queimada Pequena
- 151 PE do Itinguçu
- 152 PNM dos Manguezais do Rio Preto
- 153 PNM do Bougainville
- 154 RDS da Barra do Una
- 155 PNM do Vilão
- 156 RDS Barra do Una (Setor Marinho)
- 157 APA Marinha do Litoral Sul
- 158 PE do Prelado
- 159 APA Ilha Comprida
- 160 ARIE do Guará
- 161 ARIE da Ilha Comprida
- 162 PE Lagamar de Cananeia
- 163 APA de Guarqueçaba
- 164 PE da Ilha do Cardoso
- 165 RESEX Ilha do Tumba
- 166 PARNA do Superaqui
- 167 ESEC da Ilha do Mel
- 168 PE da Ilha do Mel
- 169 APA de Guaratuba
- 170 PARNA de Saint-Hilaire/Lange
- 171 PNM do Rio Perequê
- 172 PARNA Marinho das Ilhas dos Currais
- 173 PE do Rio da Onea
- 174 RPPN Fazenda Palmital
- 175 PE Acarai
- 176 PNM Caminho do Peabiru
- 177 PNM do Atalaia
- 178 RPPN Aroeira Vermelha
- 179 APA Costa Brava
- 180 RDS de Itapema
- 181 PNM Costeira de Zimbros
- 182 RPPN Morro dos Zimbros
- 183 REBIO Marinha do Arvoredo
- 184 PM Morro dos Macacos
- 185 APA Anhatomirim
- 186 PNM Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho
- 187 AT Dunas dos Ingleses
- 188 AT Dunas do Santinho
- 189 ESEC de Carijós
- 190 RPPN Morro das Aranhas
- 191 PE do Rio Vermelho
- 192 MN da Galheta
- 193 PNM da Galheta
- 194 PNM das Dunas da Lagoa da Conceição
- 195 AT da Lagoinha Pequena
- 196 PE DA SERRA DO TABULEIRO
- 197 AT Dunas do Campeche
- 198 AT da Lagoa da Chica
- 199 MN da Lagoa do Peri
- 200 PNM da Lagoa do Peri
- 201 PNM da Lagoinha do Leste
- 202 APA da Baleia Franca
- 203 APA do Entorno Costeiro
- 204 REBIO Praia do Rosa
- 205 PE de Itapeva
- 206 RVS Ilha dos Lobos
- 207 PE da Guarita
- 208 PARNA da Lagoa do Peixe
- 209 RDS do Molhe Leste



Legenda

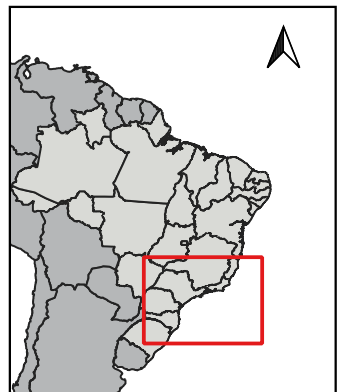
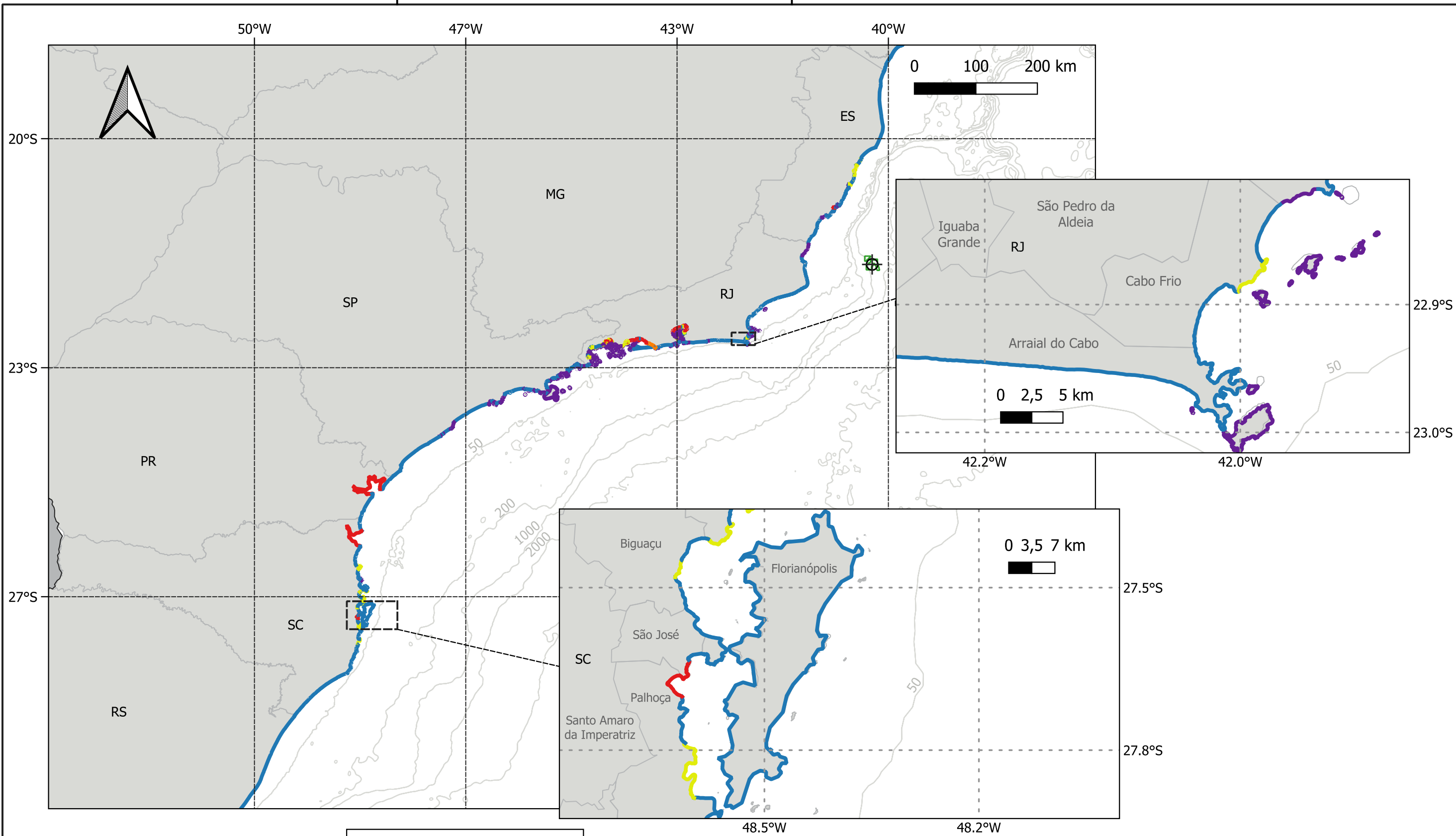
- Ponto de Vazamento
- Campo de Wahoo
- UCs na região
- UCs com Probabilidade de Chegada de Óleo



EMPRESA: prooceano <small>UMA EMPRESA DO GRUPO ELS</small>		CLIENTE: PETRORIO	
EMREENDIMENTO: Atividade de Exploração no Campo de Wahoo		Número de Referência:	
PROJETO: Relatório Técnico de Modelagem de Transporte de Óleo		ÁREA: BACIA DE CAMPOS	
TÍTULO: Unidades de Conservação que apresentaram probabilidade de presença de óleo na modelagem de dispersão de óleo no Bloco de Wahoo.			
Sist. de Coord.: SIRGAS 2000	EXEC.: Gabriel Zielinsky	VERIF.: Marcelo Cabral	APROV.: Marcelo Cabral
ESCALA: 1:9.300.000	REV.: 00	DESC.: Emissão Original	FOLHA:
DATA: 02/09/2022	Ass:	N.º	PROOCEANO_MO_2022

- ANEXO III -

Mapa com Detalhamento de Linha de Costa
Utilizado para a Definição da Grade do Modelo do
OSCAR



Tipos de Costa

- Costão Rochoso
- Praia Arenosa
- Estrutura artificial abrigada
- Planície de Maré
- Manguezal / Barra de Rio
- ⊕ Ponto de Vazamento
- Campo de Wahoo

EMPRESA: prooceano <small>UMA EMPRESA DO GRUPO CLS</small>		CLIENTE: PETRORIO	
EMREENDIMENTO: Atividade de Exploração no Campo de Wahoo		Número de Referência:	
PROJETO: Relatório Técnico de Modelagem de Transporte de Óleo		ÁREA: BACIA DE CAMPOS	
TÍTULO: Detalhamento da Linha de Costa Considerada na Modelagem de Dispersão de Óleo no Bloco de Wahoo			
Sist. de Coord.: SIRGAS 2000	EXEC.: Gabriel Zielinsky	VERIF.: Marcelo Cabral	APROV.: Marcelo Cabral
ESCALA: 1:5.170.000	REV.:	DESC.: Emissão Original	FOLHA:
DATA: 02/09/2022	Ass:	N.º PROOCEANO_MO_2022	

- ANEXO IV -

Cadastro Técnico Federal da Equipe Técnica

ÍNDICE

II.7 - Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais - AIA	1/13
II.7.1 - Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Operacionais.....	1/13
II.7.2 - Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Operacionais.....	7/13
II.7.3 - Considerações Finais	12/13

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro II.7-1 - Impactos operacionais do Meio Natural (Meios Físico e Biótico) e medidas associadas.	2/13
Quadro II.7-2- Impactos operacionais do Meio Natural (Meios Físico e Biótico) e medidas associadas (Continuação).....	4/13
Quadro II.7-3 - Impactos operacionais do Meio Socioeconômico e medidas associadas.	5/13
Quadro II.7-4 - Impactos potenciais e medidas associadas ao Meio Natural (Meios Físico e Biótico).	8/13
Quadro II.7-5 - Impactos potenciais e medidas associadas ao Meio Socioeconômico.	10/13

ANEXOS

- Anexo II.7-1 Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Operacionais
- Anexo II.7-2 Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Potenciais

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

II.7 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - AIA

O presente item contempla a identificação e a avaliação de impactos ambientais relacionados à atividade de perfuração marítima no Campo de Wahoo, localizado na Bacia de Campos. Para a avaliação dos impactos ambientais, foram consideradas as informações da atividade de perfuração descritas nos Item II.2 - Caracterização da Atividade e Item II.3 - Descrição da Atividade, além do conhecimento dos aspectos ambientais e socioeconômicos da área onde está inserida, que podem ser vistos no Item II.5- Diagnóstico Ambiental. Em relação à avaliação dos impactos potenciais, foram considerados os resultados da modelagem numérica de dispersão de óleo para a atividade de perfuração.

A Identificação e Avaliação dos impactos ambientais está em consonância com a Nota Técnica CGPEG/IBAMA N° 05/2009, e de acordo Termo de Referência (TR) SEI/IBAMA N° 13511306, específico para a atividade em estudo, assim como em conformidade com o anexo C do mesmo TR.



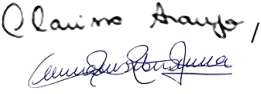
Os impactos operacionais e potenciais serão apresentados em matrizes separadas em subitens que apresentam semelhanças em cada meio, neste caso, serão divididas em meio físico e biótico, e socioeconômico. Essas matrizes apresentam também a classificação dos impactos e uma breve avaliação para justificar as classificações adotadas. É importante ressaltar que para a construção da matriz de impactos foram considerados os impactos advindos das etapas de planejamento, implantação, operação e desativação da atividade.

Ao final deste item será apresentado as considerações finais e conclusões para avaliação dos impactos.

II.7.1 - Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Operacionais

O **Anexo II.7-1** apresenta os impactos relacionados ao meio físico e biótico, e meio socioeconômico para o cenário operacional da atividade perfuração no Campo de Wahoo.

Os **Quadro II.7-1**, **Quadro II.7-2** e **Quadro II.7-3** apresentam os impactos socioambientais e as medidas associadas

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	--	---

Quadro II.7-1 - Impactos operacionais do Meio Natural (Meios Físico e Biótico) e medidas associadas.

Fase: P - Planejamento; I- Implantação; O - Operação; D - Desmobilização

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto	Fase	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
01 - Transporte da sonda de perfuração	Mamíferos Marinhos e Quelônios	IMPACTO 01 - Colisão de embarcações de apoio com mamíferos marinhos e quelônios	I;O;D	Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Alta
02 - Trânsito das embarcações de apoio (transporte de materiais, equipamentos, insumos, resíduos e efluentes)						
	Biodiversidade	IMPACTO 02 - Introdução de espécies exóticas	I;O;D	Projeto de Prevenção e Controle de Espécies - PPCEX	Preventivo e Monitoramento	Alta
04 - Transporte de pessoas por helicópteros	Avifauna	IMPACTO 03- Colisão de aeronaves e embarcações com avifauna	I;O;D	Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna - PMAVE / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Corretivo	Baixa
03- Presença física da unidade de perfuração		Impacto 04 -Interferência com a avifauna devido à presença da unidade de perfuração	I;O;D	Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Corretivo	Alta
05-Geração de ruídos, vibrações e luzes						
02 - Trânsito das embarcações de apoio (transporte de materiais, equipamentos, insumos, resíduos e efluentes)		IMPACTO 05 - Deslocamento da avifauna costeira e terrestre para a unidade de perfuração pelas embarcações de apoio	I;O;D	Projeto de Monitoramento de Impactos de Plataformas e Embarcações sobre a Avifauna - PMAVE / Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Corretivo	Alta

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Araújo*, *Carla de Souza*

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto	Fase	Medidas e Projetos de Mitigação,	Caráter da	Eficácia
03- Presença física da unidade de perfuração	Biota marinha	IMPACTO 06 -Alteração da biota marinha devido à presença da unidade de perfuração	O	Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Média
05-Geração de ruídos, vibrações e luzes	Mamíferos Marinhos e Quelônios	IMPACTO 07 - Interferência em mamíferos marinhos e quelônios devido à geração de ruídos e vibrações	I;O;D	Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Média
	Ictiofauna	IMPACTO 08 - Interferência na ictiofauna	I;O;D	Projeto de Monitoramento Ambiental - PMA / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Média

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Cláudio Augusto, *Carolina da Silva*

Quadro II.7-2- Impactos operacionais do Meio Natural (Meios Físico e Biótico) e medidas associadas (Continuação).

Fase: P - Planejamento; I- Implantação; O - Operação; D - Desmobilização

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	IMPACTO	Fase	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
06 - Descarte de cascalhos e fluídos de perfuração	Água	IMPACTO 09- Alteração da qualidade da água	I;O	Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT / Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho - PMFC	Preventivo	Alta
	Plâncton	IMPACTO 10 - Interferência na comunidade planctônica	I;O	Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT / Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho - PMFC	Preventivo	Alta
	Bentos	IMPACTO 11 - Interferência na comunidade bentônica	I;O	Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT / Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho - PMFC	Preventivo e Monitoramento	Média
	Sedimento	IMPACTO 12 - Alteração da qualidade dos sedimentos	I;O	Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT / Projeto de Monitoramento de Fluido e Cascalho - PMFC	Preventivo e Monitoramento	Média
07- Descarte de efluentes domésticos, oleosos e águas servidas	Água	IMPACTO 13 - Alteração da qualidade da água	I;O;D	Projeto de Controle da Poluição - PCP / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo	Média
	Plâncton	IMPACTO 14 - Interferência na comunidade planctônica	I;O;D	Projeto de Controle da Poluição - PCP / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo	Média
08 - Geração de emissões atmosféricas	Ar	IMPACTO 15 - Alteração da qualidade do ar	I;O;D	Projeto de Controle da Poluição - PCP / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo	Média
	Clima	IMPACTO 16- Contribuição para o efeito estufa	I;O;D	Projeto de Controle da Poluição - PCP / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo	Média

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairne Araújo*

Técnico: *Clairne Araújo, Amanda Pereira*

Quadro II.7-3 - Impactos operacionais do Meio Socioeconômico e medidas associadas.

Fase: P - Planejamento; I- Implantação; O - Operação; D - Desmobilização.

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto	Fase	Medidas e Projetos Ambientais	Caráter da Medida	Eficácia
01-Divulgação da implantação e operação da atividade	População	IMPACTO 01 - Geração de expectativas na população	P	Projeto de Comunicação Social - PCS	Preventivo e Corretivo	Alta
02- Demanda de equipamentos, materiais, insumos e serviços	Emprego	IMPACTO 02 - Geração e manutenção de empregos diretos e indiretos devido à demanda de mão de obra	I;O;D	Direcionamento das vagas de emprego para municípios da área de influência	Potencializador	Média
	Bens e Serviços	IMPACTO 03- Aumento na demanda de bens e serviços	I;O;D	Direcionamento das bens e serviços emprego para municípios da área de influência	Potencializador	Média
	Infraestrutura portuária e aeroportuária	IMPACTO 04 - Aumento na demanda de infraestrutura portuária e aeroportuária	I;O;D	Direcionamento das demandas de transporte marítimo e aéreo para municípios da área de influência	Potencializador	Média
	Infraestrutura de disposição de resíduos e efluentes	IMPACTO 05- Aumento na demanda de infraestrutura de armazenamento, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e efluentes	I;O;D	Direcionamento das demandas para empresas de municípios da área de influência	Potencializador	Média

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Clairne Araújo

Técnico:

Clairne Araújo, *Carolina de Jesus*

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto	Fase	Medidas e Projetos Ambientais	Caráter da Medida	Eficácia
03 - Trânsito das embarcações de apoio (transporte de materiais, equipamentos, insumos, resíduos e efluentes)	Arrecadação tributária	IMPACTO 06 - Aumento na arrecadação tributária	I;O;D	Direcionamento de ações e contratações para municípios da área de influência	Potencializador	Média
	Transporte marítimo	IMPACTO 07 - Interferência no trânsito de transporte marítimo	I;O;D	Projeto de Comunicação Social - PCS	Preventivo	Média
02 - Trânsito das embarcações de apoio (transporte de materiais, equipamentos, insumos, resíduos e efluentes) 04- Criação de área de restrição de uso para segurança operacional da unidade de perfuração	Atividade pesqueira industrial	IMPACTO 08 - Interferência nas atividades pesqueiras industriais	I;O;D	Projeto de Comunicação Social - PCS / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Média
	Atividade pesqueira artesanal	IMPACTO 09- Interferência nas atividades pesqueiras artesanais	I;O;D	Projeto de Comunicação Social - PCS / Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Preventivo e Monitoramento	Média
05- Transporte de pessoas por helicópteros	Transporte aéreo	IMPACTO 10 - Interferência no tráfego aéreo	I;O;D	Projeto de Comunicação Social - PCS	Preventivo	Média
06 - Desenvolvimento técnico de científico	Conhecimento Científico	IMPACTO 11 - Aumento do conhecimento científico	I;O	Divulgar os dados ambientais e conhecimento	Potencializador	Alta

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Araújo*, *Carolina de Jesus*

II.7.2 - Matriz de Identificação e Avaliação de Impactos Operacionais

O **Anexo II.7-2** apresenta os impactos potenciais relacionados ao meio físico e biótico, e meio socioeconômico para o cenário acidental da atividade perfuração no Campo de Wahoo, na Bacia de Campos.

O **Quadro II.7-4** apresenta os impactos socioambientais potenciais e as medidas associadas.

deborah Oliveira Lopes

Gerente:

Clairino Araújo

Técnico:

Clairino Araújo

Quadro II.7-4 - Impactos potenciais e medidas associadas ao Meio Natural (Meios Físico e Biótico).

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto Potencial	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
01 Acidente com derramamento de óleo ou diesel 02- Acidente com embarcações de apoio durante transporte de resíduos e produtos químicos	Água	IMPACTO POTENCIAL 1 - Alteração da qualidade da água	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Ar	IMPACTO POTENCIAL 2- Alteração da qualidade do ar	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Sedimento	IMPACTO POTENCIAL 3 - Variação da qualidade dos sedimentos	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Plâncton	IMPACTO POTENCIAL 4- Interferência com as comunidades planctônicas	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Macroalga	IMPACTO POTENCIAL 5 - Interferência com as macroalgas	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Bentos	IMPACTO POTENCIAL 6 - Interferência com as comunidades bentônicas	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Ictiofauna	IMPACTO POTENCIAL 7 - Interferência com a ictiofauna	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto Potencial	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
01 Acidente com derramamento de óleo ou diesel 02- Acidente com embarcações de apoio durante transporte de resíduos e produtos químicos	Mamíferos marinhos	IMPACTO POTENCIAL 8 - Interferência com os mamíferos marinhos	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Plano de Proteção a Fauna - PPAF	Preventiva e Corretivo	Média
	Quelônios	IMPACTO POTENCIAL 9 - Interferência com os quelônios	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Plano de Proteção a Fauna - PPAF	Preventiva e Corretivo	Média
	Avifauna	IMPACTO POTENCIAL 10 - Interferência com a avifauna	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Plano de Proteção a Fauna - PPAF	Preventiva e Corretivo	Média
	Praias	IMPACTO POTENCIAL 11 - Interferência com as praias	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Manguezais	IMPACTO POTENCIAL 12 - Interferência com os manguezais	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Costões rochosos	IMPACTO POTENCIAL 13 - Interferência com os costões rochosos	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Recifes	IMPACTO POTENCIAL 14- Interferência com formações recifais	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média
	Estuários	IMPACTO POTENCIAL 15 - Interferência com os estuários	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Preventiva e Corretivo	Média

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Quadro II.7-5 - Impactos potenciais e medidas associadas ao Meio Socioeconômico.

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto Potencial	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
01 Acidente com derramamento de óleo ou diesel 02- Acidente com embarcações de apoio durante transporte de resíduos e produtos químicos	Atividade pesqueira artesanal	IMPACTO POTENCIAL 1 – Interferência nas atividades pesqueiras artesanais	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo e Preventivo	Alta
	Atividade pesqueira industrial	IMPACTO POTENCIAL 2 – Interferência nas atividades pesqueiras industriais	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo e Preventivo	Alta
	Transporte marítimo	IMPACTO POTENCIAL 3 – Interferência no trânsito de embarcações	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo e Preventivo	Alta
	Turismo	IMPACTO POTENCIAL 4 – Interferência no turismo litorâneo	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo e Preventivo	Alta

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Aspecto Ambiental	Fator Ambiental	Impacto Potencial	Medidas e Projetos de Mitigação, Monitoramento e Compensação	Caráter da Medida	Eficácia
01 Acidente com derramamento de óleo ou diesel 02- Acidente com embarcações de apoio durante transporte de resíduos e produtos químicos	Infraestrutura portuária e aeroportuária	IMPACTO POTENCIAL 5 - Pressão adicional sobre a infraestrutura portuária e aeroportuária	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI	Corretivo	Alta
	Infraestrutura de disposição de resíduos e efluentes	IMPACTO POTENCIAL 6 - Pressão adicional sobre a infraestrutura de disposição final de resíduos	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo	Alta
	Transporte aéreo	IMPACTO POTENCIAL 7 - Alteração sobre o tráfego aéreo	Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR Plano de Emergência Individual - PEI Projeto de Comunicação Social - PCS Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores - PEAT	Corretivo e Preventivo	Alta

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

II.7.3 - Considerações Finais

A avaliação dos impactos ambientais relacionados às atividades de Perfuração no Campo de Wahoo, na Bacia de Campos levou em consideração as características, as diferentes fases da atividade e o conhecimento dos aspectos ambientais e socioeconômicos da área onde ela está inserida.


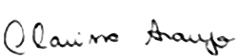
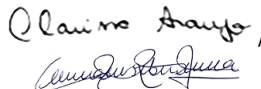
Os impactos operacionais identificados apresentam de baixa a média magnitude, são em sua maioria de abrangência local, temporários, reversíveis e de importância pequena a grande. Dentre os impactos de grande importância observa-se interferência na biodiversidade, mamíferos aquáticos e quelônios, avifauna e pesca artesanal, além do impacto positivo relacionado ao aumento do conhecimento científico na Bacia de Campos.

Contudo, mesmo que a maioria dos impactos operacionais identificados apresentem de pequena (5 impactos) a média importância (16 impactos), é relevante considerar a presença de outras atividades e empreendimentos da mesma categoria que poderão contribuir de forma potencial na intensificação dos impactos na Bacia de Campos.

No caso de um eventual acidente com vazamento de óleo para o meio ambiente (cenário acidental), poderão ocorrer impactos sobre alguns ecossistemas costeiros e unidades de conservação, além da biota marinha e atividades econômicas relevantes. Entretanto, além desse tipo de acidente ser considerado pouco provável, os impactos aqui apresentados não levam em consideração as medidas de controle que certamente serão adotadas.

Segundo os resultados da modelagem para mancha de pequeno volume (8 m³) não foi registrado toque de óleo na costa, enquanto para médio volume (200 m³) foi observada probabilidade de toque de óleo inferior a 1,5% na costa nos estados do ES, RJ e SP.

Em relação ao pior cenário (vazamento de 85.853 m³) a maior extensão da mancha ocorreu no período 1, onde os ventos frequentes e maiores intensidades das correntes favorecem o alcance do vazamento de óleo em maiores distancias. Neste período foi registrada probabilidade de toque nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A maior probabilidade observada foi em Florianópolis (SC) correspondendo o valor de 56,7 % e o menor tempo mínimo foi de 5 dias em Guarapari (ES).

No caso de alcance em Unidades de Conservação, existe a probabilidade de chegada do óleo em até 209 (duzentos e nove) UCs considerando todos os volumes e cenários simulados (193 - no Período 1 e 171 - no Período 2), onde a probabilidade máxima (58,3%) foi observada no período 1 na REBIO Marinha do Arvoredo, Localizada no litoral do estado de Santa Catarina, entre os municípios de Florianópolis e Bombinhas. Já no Período 2, a maior probabilidade foi de 70,7%, observada na RESEX Marinha Arraial do Cabo-RJ. O menor tempo de chegada de óleo nas UCs, no Período 1, foi de 4,3 dias, na APA de Três Ilhas -ES, já para o Período 2, o menor tempo foi de 5,4 dias, observado na APA Costa das Algas-ES.

Em superfície, o óleo pode alcançar até 2.200 km do ponto de vazamento no Período 1, e até 2.040 km no Período 2. O ponto mais afastado é alcançado em até 60 dias em ambos os períodos. Em até 3 dias (72 h) o óleo pode alcançar uma distância máxima de 231 km no Período 1 e 190 km no Período 2.

Sobre os processos de intemperismo atuantes ao longo dos 60 dias de simulação dos vazamentos de pior caso, observa-se que o principal processo foi a dispersão na coluna d'água, seguida pela evaporação. O óleo remanescente em superfície ao final das simulações apresentou valor máximo entre 25 e 28%. No fundo marinho as simulações apresentaram mediana de 0,2% e o máximo na costa foi de 14,8%.

Vale destacar que muitos dos impactos ambientais operacionais e potenciais em casos de eventuais acidentes serão devidamente monitorados e/ou mitigados pelos projetos ambientais a serem implementados, bem como pelas medidas previstas no Plano de Emergência Individual (PEI).

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE
PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO - EAP

**ANEXO II.7-1 - MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
IMPACTOS OPERACIONAIS
(.zip)**



ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE
PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO - EAP

**ANEXO II.7-2- MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
IMPACTOS POTENCIAIS
(.zip)**



ÍNDICE

II.8 -	ÁREA DE INFLUÊNCIA	1/12
II.8.1 -	Introdução	1/12
II.8.1.1 -	Os impactos decorrentes da instalação de estruturas, considerando a zona de segurança no entorno da unidade ..	3/12
II.8.1.2 -	Os impactos decorrentes do descarte de efluentes (fluídos de perfuração/completação, cascalhos e outros);	5/12
II.8.1.3 -	A interferência com a atividade de pesca artesanal	6/12
II.8.1.4 -	A interferência com a atividade de pesca industrial.....	8/12
II.8.1.5 -	A rota das embarcações utilizadas durante a atividade até as bases de apoio, incluindo os próprios portos e terminais.....	9/12
II.8.2 -	Definição dos Limites da Área de Influência.....	9/12

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro II.8-1 Coordenadas dos poços a serem perfurados no Campo de Wahoo, Bacia de Campos.....	2/12
Quadro II.8-2 Síntese dos municípios da Área de Influência e seus respectivos fatores ambientais.....	11/12

FIGURAS

Figura II.8-1 Localização dos poços previstos no bloco BM-C-30, na bacia de Campos, com a representação da zona de segurança de 500 m, no entorno da unidade marítima.....	4/12
--	------

ANEXOS

Anexo II.8-1 Mapas da Área de Influência	
--	--

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

II.8 - ÁREA DE INFLUÊNCIA

II.8.1 - Introdução

Em atendimento ao item II.8 do Termo de Referência (TR) SEI IBAMA 13511306, que norteia a elaboração do Estudo Ambiental de Perfuração (EAP) relativo à atividade de perfuração marítima do campo de Wahoo, na Bacia de Campos, cuja delimitação da Área de Influência (AI) foi definida como "(...) a abrangência geográfica dos impactos operacionais diretos e indiretos que o empreendimento poderá acarretar aos meios físico, biótico e socioeconômico". Para isso, é necessário que sejam atendidos alguns critérios mínimos, listados abaixo:

- a) Os impactos decorrentes da instalação de estruturas, considerando a zona de segurança no entorno da unidade;
- b) Os impactos decorrentes do descarte de efluentes (fluidos de perfuração/completação, cascalhos e outros);
- c) A interferência com a atividade de pesca artesanal;
- d) A interferência com a atividade de pesca industrial;
- e) As rotas das embarcações utilizadas durante a atividade até as bases de apoio, incluindo os próprios portos ou terminais.

Esses critérios serão apresentados e discutidos a seguir para justificar a delimitação da Área de Influência da Atividade de Perfuração no Bloco Exploratório BM-C-30.

O bloco BM-C-30 está localizado na região do pré-sal da bacia de Campos, no campo de Wahoo, está localizado a uma distância de 30 km do campo de Frade e cerca de 118 km da costa mais próxima de São João da Barra no estado do Rio de Janeiro, em uma cota de profundidade na região é de cerca de 1.420 m. O **Quadro II.8-1** apresenta a localização dos poços a serem perfurados durante a atividade.

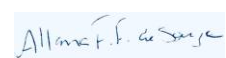
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Quadro II.8-1 Coordenadas dos poços a serem perfurados no Campo de Wahoo, Bacia de Campos

Poços	Coordenadas Geográficas (graus decimais)		Projeção Métrica		Lâmina d'água (m)	Profundidade Final (m)	Menor distância da Costa (km)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude			
Produtor Área Sul	21° 40' 20,052" S	39° 53' 54,727" W	407038	7603182	1200	5609	116
Produtor Area Sudoeste	21° 39' 36,270" S	39° 55' 29,952" W	404293,2	7604512	1140		113
Injetor 3 Area Principal	21° 39' 17,433" S	39° 53' 14,851" W	408173,1	7605114	1400		117
Injetor 2 Area Sul	21° 40' 42,255" S	39° 53' 15,370" W	408173,1	7602506	1260		117
Injetor 1 Area Sudoeste	21° 38' 35,027" S	39° 55' 37,409" W	404067,6	7606394	1160		113
Produtor Area Principal 1	21° 38' 32,726" S	39° 52' 27,110" W	409537,6	7606496	1460		119
Produtor Area Principal 2	21° 38' 17,813" S	39° 53' 4,688" W	408454,7	7606949	1450		118
Produtor Area Principal 3	21° 37' 47,548" S	39° 52' 47,876" W	408932,8	7607882	1480		118
Produtor Area Principal 4	21° 38' 19,723" S	39° 53' 21,417" W	407974,2	7606887	1440		117
Injetor Area Principal I	21° 38' 27,748" S	39° 53' 17,153" W	408098,2	7606641	1440		118
Injetor Area Principal 2	21° 38' 1,599" S	39° 52' 20,088" W	409734,1	7607455	1490	118	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Os poços a serem perfurados no campo de Wahoo, serão direcionais e terão como objetivo alvo o pré-sal. A profundidade vertical dos alvos está prevista entre 4750m e 5000m TVD.

A unidade marítima a ser utilizada será a plataforma semissubmersível Norbe VI, de propriedade do grupo Ocyan, que possui capacidade para operar em lâminas d'água de até 2.400 m e capacidade de perfuração de poços de até 7500m. Há ainda o estabelecimento de um raio de 500 m no entorno da sonda, sendo esta a zona de segurança em atendimento a NORMAN 08.

II.8.1.1 - Os impactos decorrentes da instalação de estruturas, considerando a zona de segurança no entorno da unidade

No que diz respeito aos aspectos ambientais associados a possíveis impactos na área da atividade decorrente da instalação das estruturas, foram identificados no item **II.7 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais**, são eles:

- Presença física da unidade marítima (efeito atrator);
- Alteração na disponibilidade de áreas marítimas – zona de segurança no entorno da unidade marítima;
- Disponibilidade de substrato artificial;
- Geração de ruídos, vibrações e luminosidade;
- Emissão de gases.

Vale destacar que unidade marítima pode vir a servir momentaneamente como área de abrigo e/ou alimentação para diferentes espécies de peixes, principalmente aqueles considerados grandes peixes pelágicos que possuem hábitos migratórios. Além da concentração desses recursos nas adjacências da unidade marítima, poderá ocorrer a atração de embarcações pesqueiras no seu entorno em uma área onde, atualmente, existe a prática usual de atividades pesca artesanal (municípios de Vitória e Piúma, no estado do Espírito Santo) e industrial.

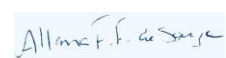
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



A **Figura II.8-1** apresenta a locação prevista para os poços, com a representação da zona de segurança da unidade marítima, para cada poço. Vale destacar que a zona de segurança da unidade marítima não ultrapassa o limite do bloco.

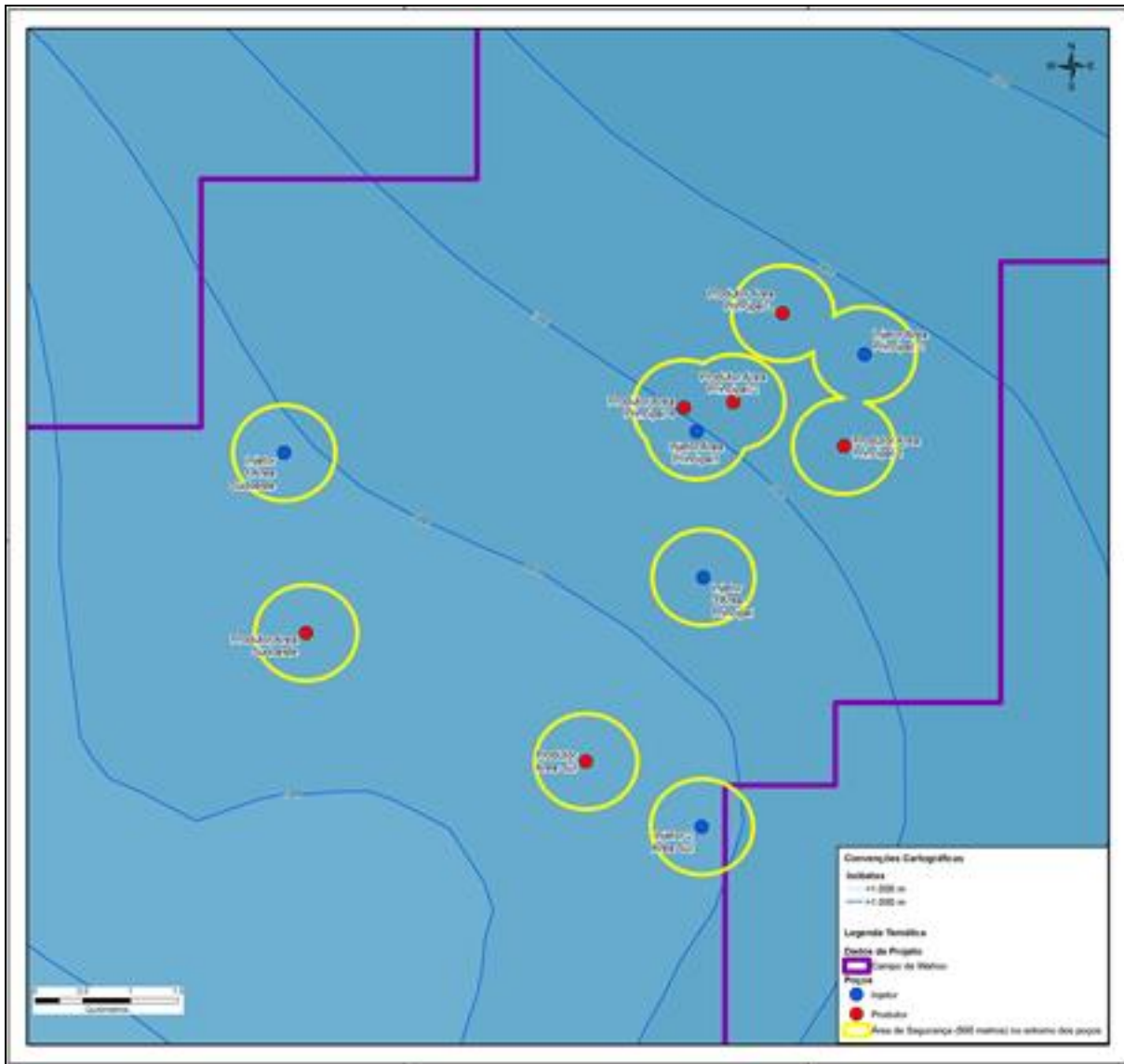


Figura II.8-1 Localização dos poços previstos no bloco BM-C-30, na bacia de Campos, com a representação da zona de segurança de 500 m, no entorno da unidade marítima.

Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i>	Gerente: <i>Cláudio Araújo</i>	Técnico: <i>Allan F. de Souza</i>
---	--------------------------------	-----------------------------------

II.8.1.2 - Os impactos decorrentes do descarte de efluentes (fluidos de perfuração/completação, cascalhos e outros);

Sobre os efluentes sujeitos de serem gerados pela atividade de perfuração, podem ser destacados os restos alimentares, os efluentes sanitários, água oleosa, cascalho e fluido de perfuração.

Diante dos aspectos ambientais relacionados ao descarte de efluentes são apontados:

- O descarte de efluentes domésticos e/ou oleosos;
- O descarte de cascalhos e/ou fluidos de perfuração;
- A geração de resíduos perigosos e/ou não perigosos.

No que diz respeito aos restos alimentares, estes serão triturados antes de serem descartadas no mar e os efluentes sanitários e a água oleosa serão encaminhados para tratamento e descartados ao mar, isso ocorrerá apenas após o atendimento às determinações mínimas estabelecidas pelas Resoluções CONAMA N° 357/05, N° 410/09 e N° 430/11, que abordam a adoção de medidas vinculadas ao despejo de efluentes no ambiente marinho, quais sejam: tratamento de esgoto sanitário por meio da Unidade de Tratamento de Efluentes (UTE), tratamento da água oleosa por meio do Separador Água-Óleo (SAO), trituração de restos de alimentos, dentre outras.

Vale ressaltar que dentre os lançamentos de efluentes, os descartes sanitários e de restos alimentares, mesmo aqueles que são triturados, podem causar interferência junto aos plânctons (aumento de produtividade) e podem atrair espécies de peixes para as proximidades do ponto de lançamento ao mar. Como condição negativa desse fator considerado atrator, ocasionando deste modo na aproximação de embarcações de pesqueiras artesanais e industriais junto à zona de segurança da unidade marítima. Em razão da grande capacidade de dispersão das águas oceânicas, é esperado que quaisquer efeitos diante da coluna d'água e sobre a biota seja temporário e localizado, estando restritos à zona de segurança de 500 metros no entorno da unidade marítima de perfuração.

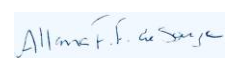
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Referente ao descarte de cascalho e fluido de perfuração, serão descartados no mar aqueles gerados nas fases sem *riser* e nas fases posteriores com *riser*, sendo esses últimos descartados caso sejam aprovados nos testes que são previstos junto ao PMFC. Caso estes não atendam aos requisitos para descarte no mar, serão enviados para disposição adequada em terra, em concordância com o apresentado no PMFC e PGRAP.

Destaca-se que os fluidos de perfuração, deverão ter sua toxicidade testada e aprovada. Já os fluidos de base não aquosa não serão descartados, retornando para a empresa fornecedora. E ainda, para a separação do fluido não-aquoso dos cascalhos, será utilizado um sistema de separação de sólidos de alta eficiência, de modo a minimizar a quantidade de fluido aderido aos cascalhos descartados.

Os principais impactos junto à qualidade da água e, indiretamente, sobre a biota aquática (planctônica ou nectônica), sedimentos de fundo e fauna bentônica estão relacionados ao descarte de cascalho e fluidos de perfuração, se farão sentir somente em áreas muito próximas ao ponto de descarte.

II.8.1.3 - A interferência com a atividade de pesca artesanal

Para a análise da interferência da atividade de perfuração junto às atividades pesqueiras artesanais dos municípios costeiros que integram o item **II.4 Área de Estudo**, onde foram considerados os seguintes aspectos ambientais:

- Alteração na disponibilidade de áreas marítimas – zona de segurança no entorno da unidade de perfuração;
- Transporte de materiais, insumos, resíduos e pessoas;
- Presença física da unidade de perfuração;
- As características do fundo marinho (cascalho, pedra, recife de coral, lama, etc.) associadas à distribuição dos recursos de importância econômica para a frota (pargo, lagosta, camarão, etc.) e às características das pescarias ali realizadas;

- A dinâmica da frota de cada município, considerando-se (i) as informações obtidas por meio de abordagem *in situ* das embarcações pesqueiras, realizada em outras atividades de exploração de petróleo na região e (ii) de Projetos de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, desenvolvidos em estudos pretéritos para outras atividades de exploração de petróleo na região.

A identificação dos municípios que realizam atividades pesqueiras artesanais na área do Bloco Exploratório BM-C-30 e na rota de navegação entre as bases de apoio marítima (Porto do Açú, em São João da Barra/RJ e Nitshore, em Niterói/RJ) e o bloco, foram verificadas como resultado das análises para determinação da Área de Influência, onde foram constatadas a presença de frotas pesqueiras dos seguintes municípios:

- No estado do Espírito Santo: Vitória, Guarapari, Anchieta, Piúma e Marataízes;
- No estado do Rio de Janeiro: São Francisco do Itabapoana, São João da Barra, Campos dos Goytacazes, Quissamã, Macaé, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Saquarema, Maricá, Niterói, São Gonçalo, Magé e Rio de Janeiro; e
- No estado de São Paulo: Ubatuba.

Os demais municípios não sofrem interferência junto à atividade de perfuração no que concerne à localização do bloco e/ou a rota de navegação das embarcações de apoio.

Características do fundo marinho e a pesca na área dos blocos

As atividades de perfuração marítima no bloco BM-C-30 está localizado uma região onde a cota de profundidade varia entre 1.140 m e 1.490 m. Nessa região observa-se que as os municípios de Vitória e Piúma, no estado do Espírito Santo, realizam atividades pesqueiras artesanais, com tendência da pesca de plataforma (linheiros), voltada para a captura de peixes pelágicos que estão em busca de sombra e matéria orgânica no entorno das estruturas.

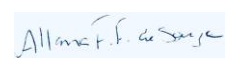
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Dinâmica das frotas pesqueiras artesanais dos municípios da Área de Estudo

Os municípios da Área de Estudo que realizam atividades pesqueiras artesanais, apresentam amplas áreas de pesca com embarcações médias e grandes com alta mobilidade. Essas embarcações podem se deslocar para outras áreas durante o período das atividades de perfuração.

Observa-se ainda que os pescadores artesanais desses municípios apresentam dois perfis: aqueles voltados à atividade pesqueira com a finalidade de comercialização, onde se deslocam em áreas próximas da plataforma continental; e aqueles que têm a atividade pesqueira como fonte de subsistência e não atingem longas distâncias ou possuem longa autonomia e se limitam nas regiões costeiras.



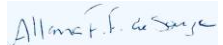
Vale destacar que há a utilização de diferentes petrechos, o que demonstra uma certa preocupação do pescador com a escassez do pescado, pois a utilização de diferentes petrechos possibilita a captura de diferentes espécies e conseqüentemente diminui a necessidade de atuação mais intensa diante de determinadas espécies de peixe.

II.8.1.4 - A interferência com a atividade de pesca industrial

No que diz respeito às atividades pesqueiras industriais, verificou-se a presença de frotas dos seguintes municípios:

- No estado do Espírito Santo: Anchieta, Piúma e Itapemirim;
- No estado do Rio de Janeiro: São João da Barra; Macaé, Cabo Frio, Niterói e São Gonçalo;
- No estado de São Paulo: Guarujá e Santos;
- No estado de Santa Catarina: Itajaí.

Esses municípios possuem amplas áreas de pesca e também autonomia e mobilidade de deslocamento em longas distância, o que possibilita a realização da atividade pesqueiras industrial em áreas distantes de onde ocorrerão as atividades de perfuração.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

II.8.1.5 - A rota das embarcações utilizadas durante a atividade até as bases de apoio, incluindo os próprios portos e terminais.

Para o apoio marítimo foram determinadas 02 (duas) bases de apoio, sendo estes: o Porto do Açú, no município de São João da Barra/RJ; e o terminal Nitshore, no município de Niterói/RJ.

No que diz respeito ao transporte por via aérea, este será realizado por helicópteros entre o Aeroporto Bartolomeu Lisandro, em Campos dos Goytacazes/RJ, até a unidade marítima no bloco BM-C-30.

Assim, os municípios de São João da Barra, Campos dos Goytacazes e Niterói estão sendo considerados na Área de influência juntamente com as respectivas rotas de navegação das bases de apoio (marítima ou aérea) até a unidade marítima.

II.8.2 - Definição dos Limites da Área de Influência

Diante do exposto junto aos critérios descritos neste item a Área de Influência da atividade pode ser definida da seguinte maneira:

- Área do Bloco BM-C-30 - Área de instalação da atividade;
- Zona de segurança (500 m) no entorno da unidade marítima;
- Municípios de Macaé, São Gonçalo, Magé, Duque de Caxias, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro – Infraestruturas de serviço, disposição e gerenciamento de resíduos;
- Rota de navegação das embarcações de apoio à atividade – Área entre as bases de apoio no Porto do Açú (São João da Barra) e o terminal Nitshore (Niterói) e a unidade marítima;
- Rota de navegação das aeronaves até o local das atividades – Área entre a base de apoio no Aeroporto Bartolomeu Lisandro, em Campos dos Goytacazes e a unidade marítima;

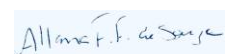
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- Municípios que possuem interferência na pesca artesanal e/ou industrial devido à atividade:
 - ▶ No estado do Espírito Santo: Vitória, Guarapari, Anchieta, Piúma, Itapemirim e Marataízes;
 - ▶ No estado do Rio de Janeiro: São Francisco do Itabapoana, São João da Barra, Campos dos Goytacazes, Quissamã, Macaé, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Saquarema, Maricá, Niterói, São Gonçalo, Magé e Rio de Janeiro; e
 - ▶ No estado de São Paulo: Ubatuba, Guarujá e Santos;
 - ▶ No estado de Santa Catarina: Itajaí.

Ressalta-se que os municípios supracitados que possuem frotas pesqueiras artesanais e que pescam na área do bloco que apresentaram sobreposição com a área pretendida para perfuração dos poços no bloco BM-C-30 são Vitória e Piúma, no estado do Espírito Santo.

Não foram identificadas frotas de pesca industrial junto ao bloco BM-C-30

O **Quadro II.8-2** apresenta de forma sintética os critérios utilizados para a inserção dos municípios da Área de Influência da atividade de perfuração, levando em consideração os potenciais impactos provenientes das atividades regulares de operação da atividade de perfuração marinha do campo de Wahoo, na bacia de Campos. O **Anexo II.8-1** apresenta os mapas de abrangência da Área de Influência referida.

Quadro II.8-2 Síntese dos municípios da Área de Influência e seus respectivos fatores ambientais.

UF	Municípios	Bases de Apoio (Marítima ou Aérea)	Estrutura de Serviços e/ou Gerenciamento de Resíduos	Pesca Artesanal na Rota das Embarcações	Pesca Artesanal na Área do Bloco	Pesca Industrial na Rota das Embarcações	Fonte dos dados referentes às áreas de pesca
ES	Vitória			X	X		PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Guarapari			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Anchieta			X		X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Piúma			X	X	X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Itapemirim					X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Marataízes			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
RJ	São Francisco de Itabapoana			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	São João da Barra	X		X		X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Campos dos Goytacazes	X		X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Quissamã			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Macaé		X	X		X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Cabo Frio			X		X	PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Armação dos Búzios			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Arraial do Cabo			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Allan F. F. de Souza

UF	Municípios	Bases de Apoio (Marítima ou Aérea)	Estrutura de Serviços e/ou Gerenciamento de Resíduos	Pesca Artesanal na Rota das Embarcações	Pesca Artesanal na Área do Bloco	Pesca Industrial na Rota das Embarcações	Fonte dos dados referentes às áreas de pesca
	Saquarema			X			PETROBRAS/Aqua-Ambiental, 2021
	Maricá			X			PETROBRAS/FIPERJ/FUNDEPAG, 2020
	Niterói	X		X		X	PETROBRAS/FIPERJ/FUNDEPAG, 2020
	São Gonçalo			X		X	PETROBRAS/FIPERJ/FUNDEPAG, 2020
	Magé		X	X			PETROBRAS/FIPERJ/FUNDEPAG, 2020
	Duque de Caxias		X				
	Nova Iguaçu		X				
	Rio de Janeiro		X	X			PETROBRAS/FIPERJ/FUNDEPAG, 2020
SP	Ubatuba			X		X	PETROBRÁS/Instituto de Pesca, 2020
	Santos					X	PETROBRÁS/Instituto de Pesca, 2020
	Guarujá					X	PETROBRÁS/Instituto de Pesca, 2020
SC	Itajaí					X	PETROBRAS/UNIVALI, 2020

Coordenador:

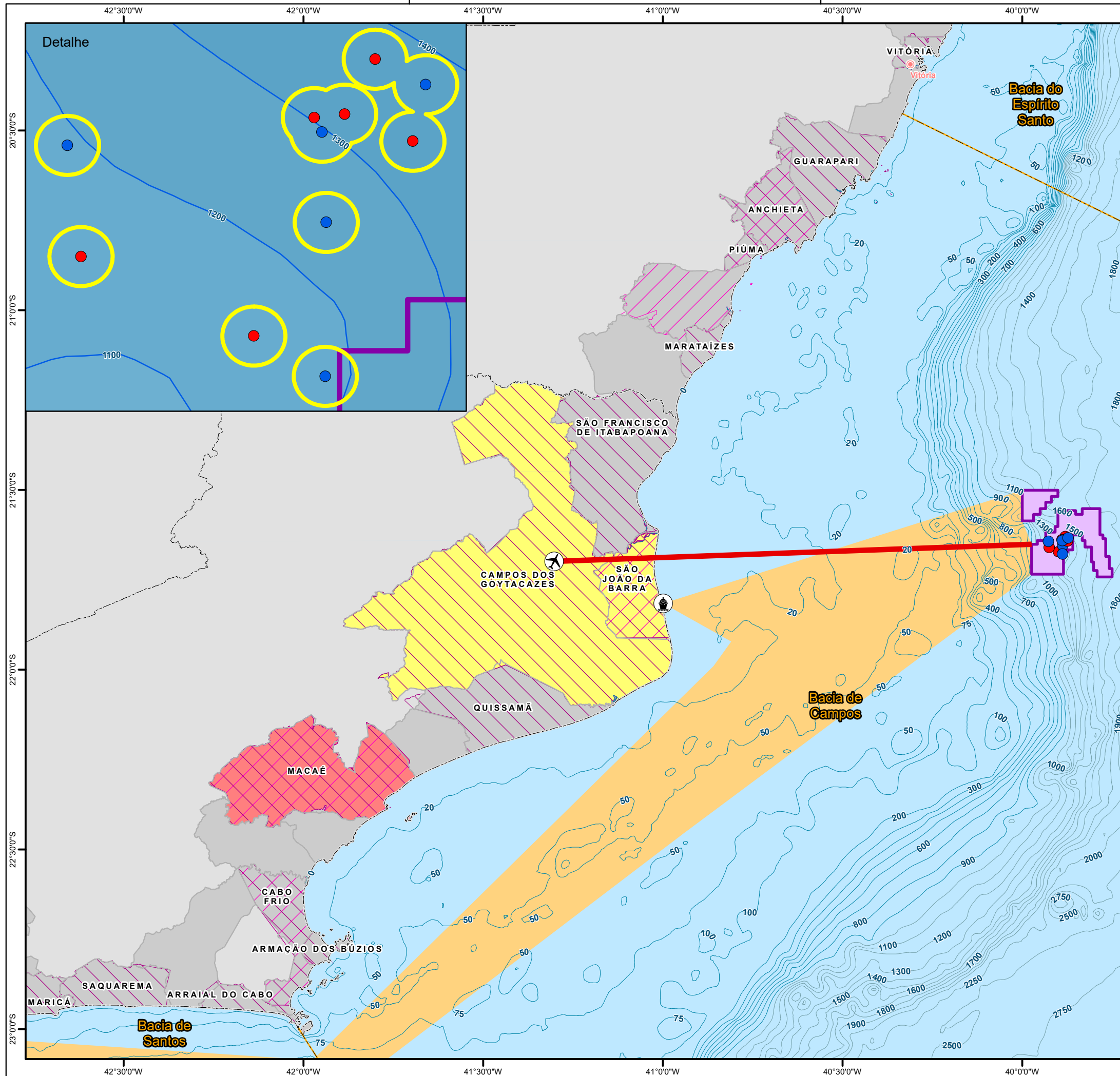
Gerente:

Técnico:

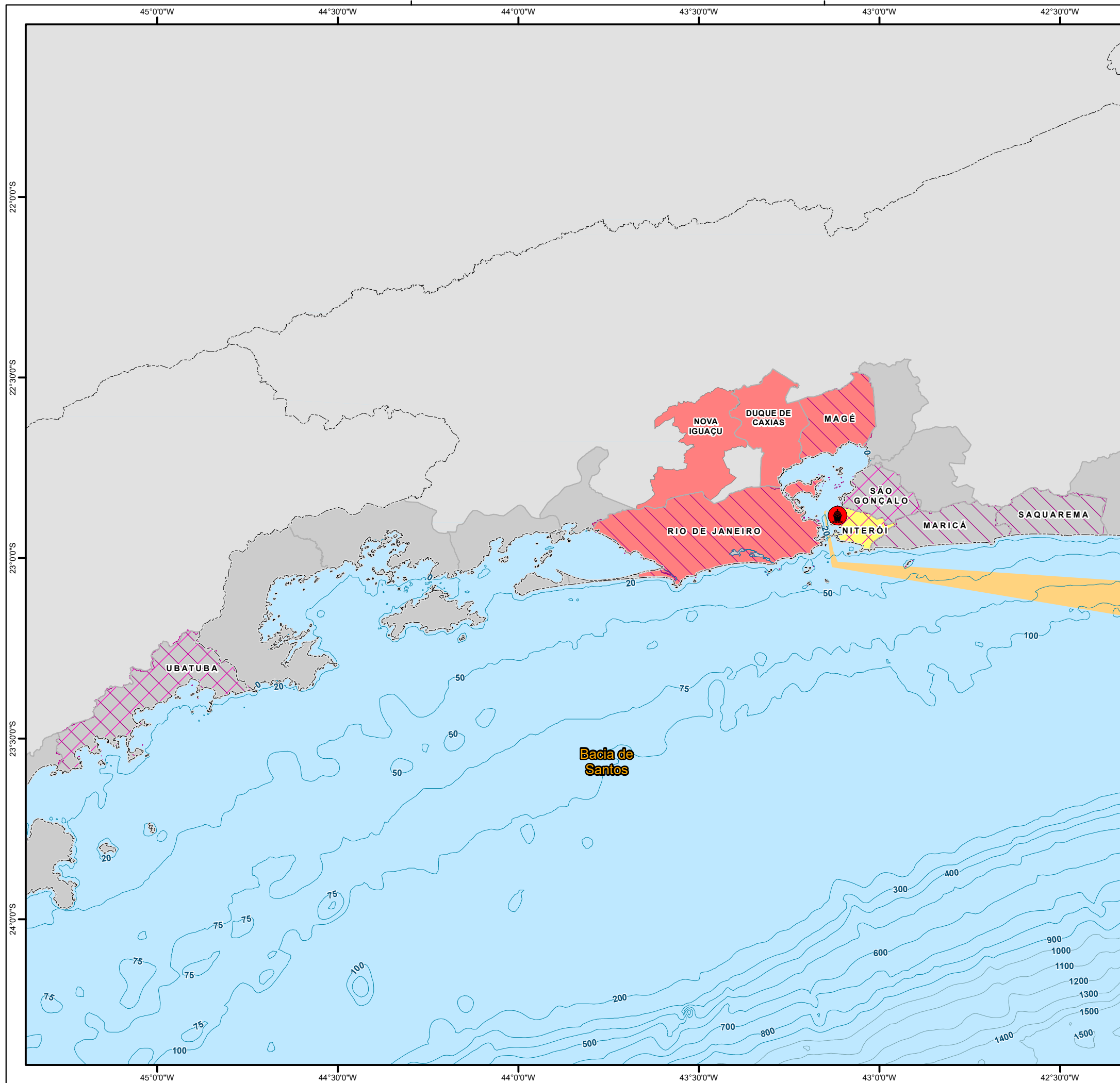
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP)
RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO - EAP

ANEXO II.8-1 - MAPAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

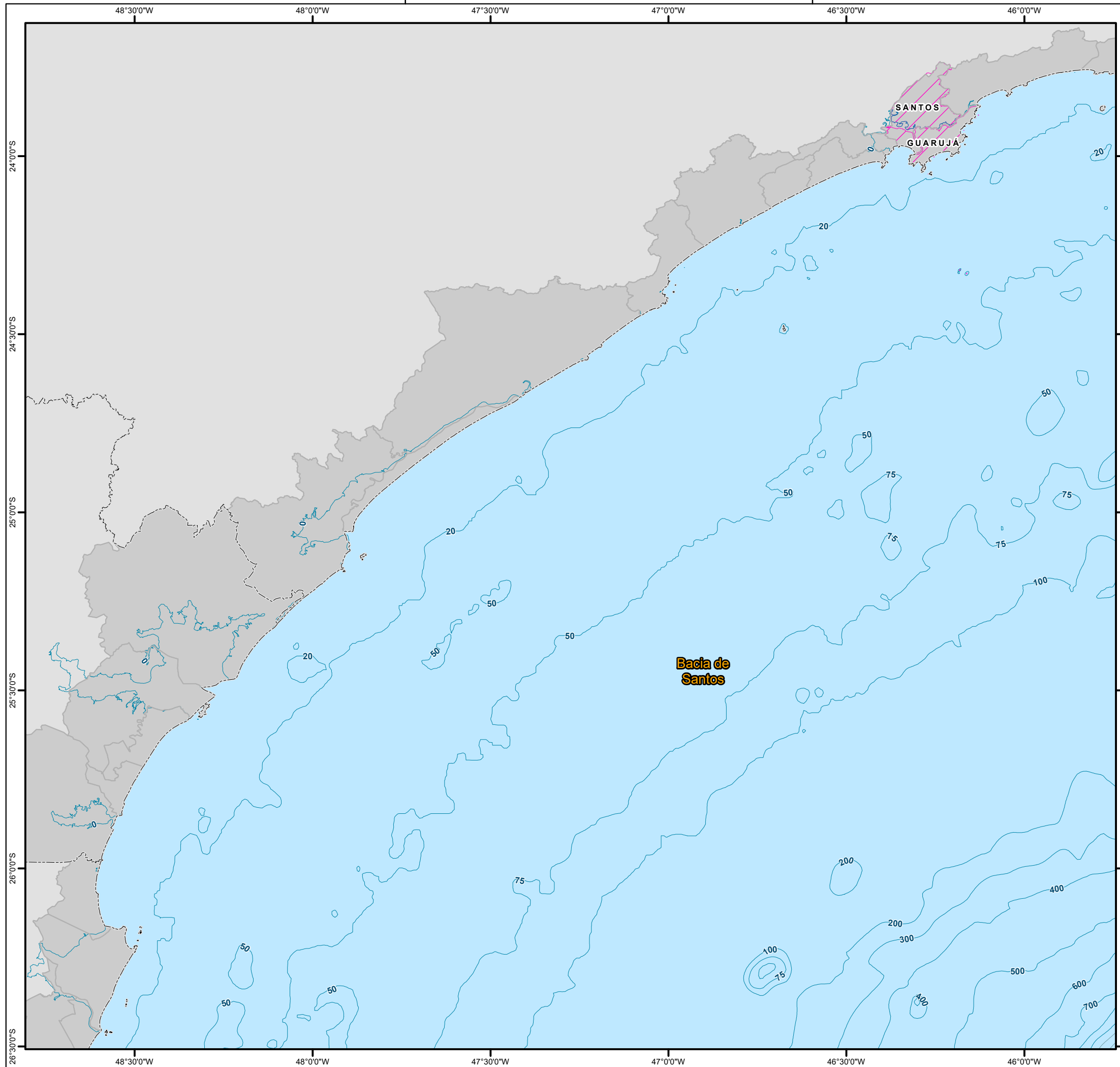




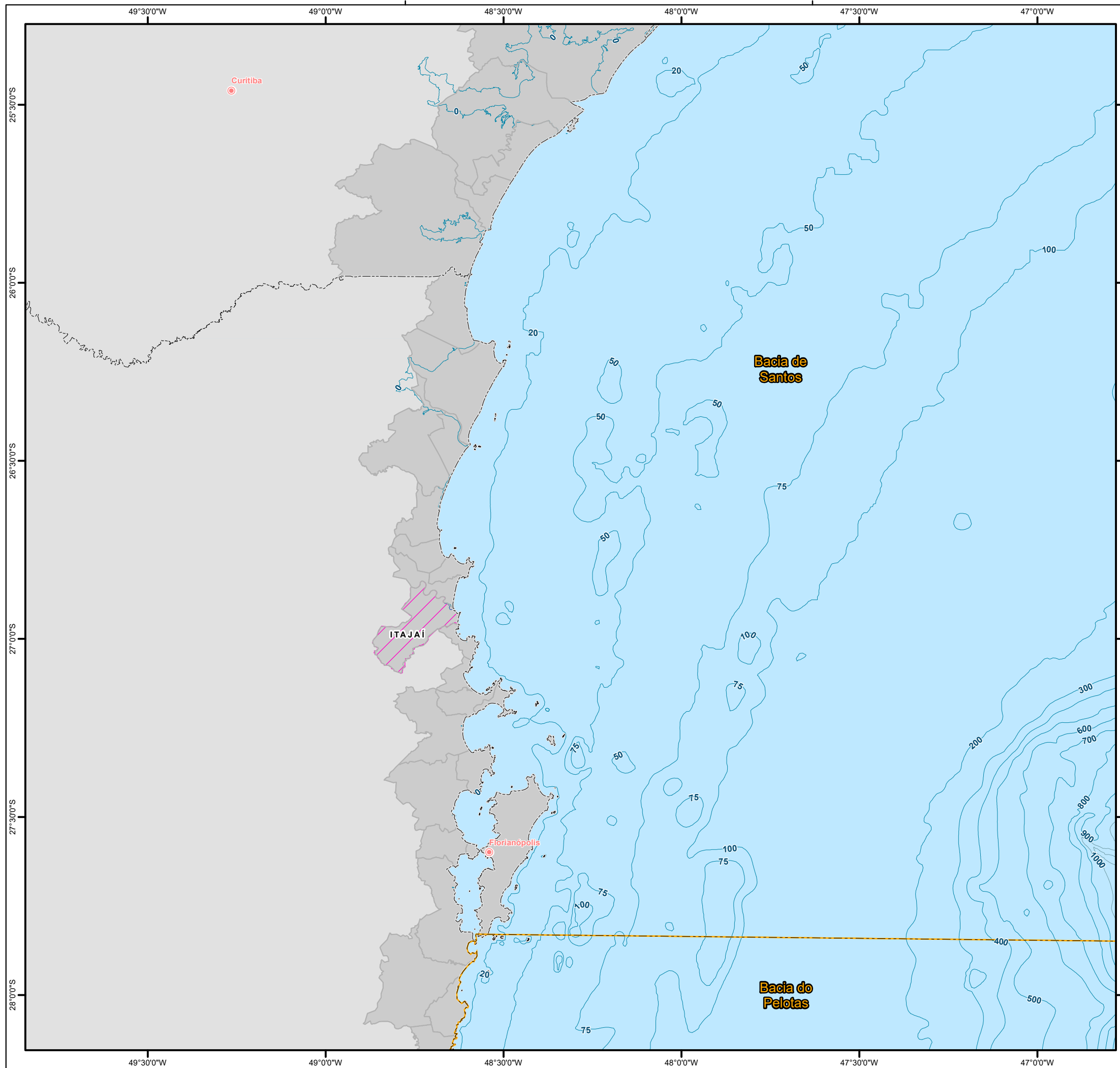
Convenções Cartográficas	
	Capital
	Limite Estadual
	Limite Municipal
	Municípios Costeiros
	Bacias Sedimentares
Isóbatas	
	<1.000 m
	>1.000 m
Legenda Temática	
Dados de Projeto	
	Poços Injetores
	Poços Produtores
	Área de Segurança (500 metros) no entorno da unidade marítima
	Porto do Açú
	Nitshore
	Rota de navegação das embarcações de apoio à atividade
	Aeroporto Bartolomeu Lisandro (Campos dos Goytacazes)
	Rota de navegação das aeronaves até o local das atividades
	Municípios que sofrem interferência na pesca artesanal
	Municípios que sofrem interferência na pesca industrial
	Infraestrutura de serviço, disposição e gerenciamento de resíduos
	Municípios Base de Apoio
Referências dos Dados	
- Bacias Sedimentares - EPE, 2017; - Batimetria e Isóbatas - CPRM, 2013; - Base Cartográfica Contínua, 1:250.000 - IBGE, 2020; - Dados de Projeto - PRIO, 2022; - Limites Estaduais e Municipais: Malha Municipal (Versão 2020) adaptado pelo recorte com o dado da Batimetria - IBGE, 2021.	
Propriedades Cartográficas	Mapa de Situação
 Escala 1:1.200.000 Quilômetros Sistema de Coordenadas Geográficas Referencial Geodésico: SIRGAS 2000 Meridiano Principal: Greenwich Elipsóide de Referência GCS 1980 Sistema de Unidades: Angular	
Execução	Contratante
Projeto	
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO	
Título do Mapa	
ÁREA DE INFLUÊNCIA	
Número do Mapa: 22541619-00-EAP-RL-1003-00 Revisão:	
Data de Emissão: 21/10/2022	Tamanho da Folha: A3
Folha n°: 1	
Elaboração Inicial: Leonardo Dias	Resp. Técnico: Leonardo Lopes



Convenções Cartográficas	
● Capital	∩ Bacias Sedimentares
— Limite Estadual	Isóbatas
— Limite Municipal	— <1.000 m
■ Municípios Costeiros	— >1.000 m
Legenda Temática	
Dados de Projeto	
● Nitshore	
— Rota de navegação das embarcações de apoio à atividade	
▨ Municípios que sofrem interferência na pesca artesanal	
▨ Municípios que sofrem interferência na pesca industrial	
▨ Infraestrutura de serviço, disposição e gerenciamento de resíduos	
■ Municípios Base de Apoio	
Referências dos Dados	
- Bacias Sedimentares - EPE, 2017; - Batimetria e Isóbatas - CPRM, 2013; - Base Cartográfica Contínua, 1:250.000 - IBGE, 2020; - Dados de Projeto - PRIO, 2022; - Limites Estaduais e Municipais: Malha Municipal (Versão 2020) adaptado pelo recorte com o dado da Batimetria - IBGE, 2021.	
Propriedades Cartográficas	Mapa de Situação
<p>Escala 1:1.200.000</p> <p>0 15 30 45 Quilômetros</p> <p>Sistema de Coordenadas Geográficas Referencial Geodésico: SIRGAS 2000 Meridiano Principal: Greenwich Elipsóide de Referência GCS 1980 Sistema de Unidades: Angular</p>	
Execução	Contratante
Projeto	
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO	
Título do Mapa	
ÁREA DE INFLUÊNCIA	
Número do Mapa: 22541619-00-EAP-RL-1003-00 Revisão:	
Data de Emissão: 21/10/2022	Tamanho da Folha: A3
Folha n°: 2	
Elaboração Inicial: Leonardo Dias	Resp. Técnico: Leonardo Lopes



Convenções Cartográficas	
● Capital	∩ Bacias Sedimentares
— Limite Estadual	Isóbatas
— Limite Municipal	— <1.000 m
■ Municípios Costeiros	— >1.000 m
Legenda Temática	
Dados de Projeto	
▭ Municípios que sofrem interferência na pesca industrial	
Referências dos Dados	
- Bacias Sedimentares - EPE, 2017; - Batimetria e Isóbatas - CPRM, 2013; - Base Cartográfica Contínua, 1:250.000 - IBGE, 2020; - Dados de Projeto - PRIO, 2022; - Limites Estaduais e Municipais: Malha Municipal (Versão 2020) adaptado pelo recorte com o dado da Batimetria - IBGE, 2021.	
Propriedades Cartográficas	Mapa de Situação
<p> Escala 1:1.200.000 0 15 30 45 Quilômetros </p> <p> Sistema de Coordenadas Geográficas Referencial Geodésico: SIRGAS 2000 Meridiano Principal: Greenwich Elipsóide de Referência GCS 1980 Sistema de Unidades: Angular </p>	
Execução	Contratante
Projeto	
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO	
Título do Mapa	
ÁREA DE INFLUÊNCIA	
Número do Mapa: 22541619-00-EAP-RL-1003-00 Revisão:	
Data de Emissão: 21/10/2022	Tamanho da Folha: A3
Folha n°: 3	
Elaboração Inicial: Leonardo Dias	Resp. Técnico: Leonardo Lopes



Convenções Cartográficas	
● Capital	∩ Bacias Sedimentares
— Limite Estadual	Isóbatas
— Limite Municipal	— <1.000 m
■ Municípios Costeiros	— >1.000 m
Legenda Temática	
Dados de Projeto	
▨ Municípios que sofrem interferência na pesca industrial	
Referências dos Dados	
- Bacias Sedimentares - EPE, 2017; - Batimetria e Isóbatas - CPRM, 2013; - Base Cartográfica Contínua, 1:250.000 - IBGE, 2020; - Dados de Projeto - PRIO, 2022; - Limites Estaduais e Municipais: Malha Municipal (Versão 2020) adaptado pelo recorte com o dado da Batimetria - IBGE, 2021.	
Propriedades Cartográficas	Mapa de Situação
<p>Escala 1:1.200.000</p> <p>0 15 30 45 Quilômetros</p> <p>Sistema de Coordenadas Geográficas Referencial Geodésico: SIRGAS 2000 Meridiano Principal: Greenwich Elipsóide de Referência GCS 1980 Sistema de Unidades: Angular</p>	
Execução	Contratante
Projeto	
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP) RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO	
Título do Mapa	
ÁREA DE INFLUÊNCIA	
Número do Mapa: 22541619-00-EAP-RL-1003-00 Revisão:	
Data de Emissão: 21/10/2022	Tamanho da Folha: A3
Folha n°: 4	
Elaboração Inicial: Leonardo Dias	Resp. Técnico: Leonardo Lopes

ÍNDICE

II.9 -	Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais – AGRA.....	1/324
II.9.1 -	Metodologia	2/324
II.9.1.1 -	Produtos da Modelagem de Óleo	5/324
II.9.1.2 -	Componentes de Valor Ambiental (CVA)	6/324
II.9.1.3 -	Risco Ambiental	8/324
II.9.1.4 -	Tempo de Recuperação	9/324
II.9.1.5 -	Tempo de Recorrência	10/324
II.9.1.6 -	Tolerabilidade	11/324
II.9.2 -	Descrição das Instalações	12/324
II.9.3 -	Análise Histórica de Acidentes Ambientais.....	12/324
II.9.3.1 -	Eventos Acidentais com Plataformas do Tipo Semissubmersível	
	13/324	
II.9.3.1.1 -	HSE (2009).....	13/324
II.9.3.1.2 -	IOGP (2010).....	17/324
II.9.3.2 -	Dados de Acidentes na Costa Brasileira (ANP)	23/324
II.9.3.3 -	Magnitude dos Danos Ambientais em Relação a Eventuais Efeitos Tóxicos, Espécies Afetadas e à sua Importância para o Ecossistema em Análise	23/324
II.9.3.4 -	Referências Utilizadas na Coleta de Dados.....	43/324
II.9.4 -	Identificação dos Cenários Acidentais.....	45/324
II.9.4.1 -	Metodologia Empregada.....	46/324
II.9.4.2 -	Formulação dos Cenários Acidentais	52/324
II.9.4.3 -	Volumes Liberados de Óleo	57/324
II.9.5 -	Avaliação das Frequências de Ocorrência dos Cenários Acidentais	
	64/324	
II.9.5.1 -	Sumários dos Resultados Obtidos	78/324
II.9.5.2 -	Planilhas de APR.....	84/324
II.9.5.3 -	Recomendações Resultantes da APR.....	124/324
II.9.5.4 -	Análise e Avaliação dos Cenários Acidentais Identificados ...	125/324
II.9.5.5 -	Árvores de Eventos	126/324
II.9.6 -	Avaliação das Consequências	135/324

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes


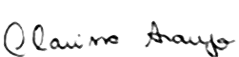

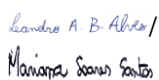
Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

- II.9.6.1 - Modelagem do Transporte de Óleo no Mar135/324
- II.9.7 - Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes de Valor Ambiental140/324
- II.9.7.1 - CVA Recifes Rochosos144/324
- II.9.7.1.1 - Impactos do Óleo sobre Recifes Rochosos145/324
- II.9.7.1.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo..... 146/324
- II.9.7.1.3 - Tempo de Recuperação.....151/324
- II.9.7.2 - CVA Praias Arenosas 155/324
- II.9.7.2.1 - Impactos do óleo sobre praias arenosas.....157/324
- II.9.7.2.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo161
- II.9.7.2.3 -Tempo de Recuperação..... 166/324
- II.9.7.3 - CVA Estuários 166/324
- II.9.7.3.1 - Impactos do Óleo sobre estuários167/324
- II.9.7.3.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo169/324
- II.9.7.3.3 -Tempo de Recuperação.....173/324
- II.9.7.4 - CVA Manguezais173/324
- II.9.7.4.1 - Impactos do Óleo sobre Manguezais.....174/324
- II.9.7.4.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo.....175/324
- II.9.7.4.3 -Tempo de Recuperação.....180/324
- II.9.7.5 - CVA Bancos Biogênicos.....191/324
- II.9.7.5.1 - Impactos do Óleo sobre Bancos Biogênicos 192/324
- II.9.7.5.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade do Componente 192/324
- II.9.7.5.3 - Tempo de Recuperação197/324
- II.9.7.6 - CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos..... 198/324
- II.9.7.6.1 - Impactos do Óleo sobre Recursos Pesqueiros198/324
- II.9.7.6.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo.....204/324
- II.9.7.6.3 - Tempo de Recuperação211/324
- II.9.7.7 - CVA Mamíferos Marinhos.....212/324
- II.9.7.7.1 - Impactos do Óleo sobre Mamíferos Marinhos215/324

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico:  </p>
---	---	--

II.9.7.7.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo	218/324
II.9.7.7.2.1 - SVA Boto-cinza	222/324
II.9.7.7.2.2 - SVA Toninha.....	227/324
II.9.7.7.2.3 - SVA Baleia-franca-austral	233/324
II.9.7.7.2.4 - SVA Baleia Jubarte.....	238/324
II.9.7.7.2.5 - SVA Pinípedes	242/324
II.9.7.7.3 - Tempo de Recuperação	247/324
II.9.7.8 - CVA Tartarugas Marinhas	249/324
II.9.7.8.1 - Impactos do óleo sobre tartarugas marinhas	250/324
II.9.7.8.1.1 - SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas.....	254/324
II.9.7.8.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo.....	255/324
II.9.7.8.3 - Tempo de Recuperação.....	263/324
II.9.7.9 - CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras	263/324
II.9.7.9.1 - Impactos do óleo sobre avifauna marinha.....	264/324
II.9.7.9.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença do óleo.....	268/324
II.9.7.9.3 - Tempo de Recuperação.....	276/324
II.9.7.10 - Considerações Finais.....	277/324
II.9.8 - Cálculo dos Riscos Ambientais	281/324
II.9.9 - Relação Tempo de Recuperação/Tempo De Ocorrência.....	286/324
II.9.10 - Revisão do Estudo de Análise de Risco.....	291/324
II.9.11 - Plano de Gerenciamento de Riscos.....	291/324
II.9.11.1 - Definição das Atribuições	311/324
II.9.11.2 - Inspeções Periódicas.....	313/324
II.9.11.3 - Programas de Manutenção (Preventiva e Corretiva).....	314/324
II.9.11.4 - Capacitação Técnica / Treinamentos.....	316/324
II.9.11.5 - Processo de Contratação de Terceiros	317/324
II.9.11.6 - Registro e Investigação de Acidentes	317/324
II.9.11.7 - Gerenciamento de Mudanças	318/324
II.9.11.8 - Sistema de Permissão de Trabalho.....	320/324

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro II.9-1 – Número de plataformas fixas em operação na plataforma continental do Reino Unido (unidades-ano).....	15/324
Quadro II.9-2 – Número e frequência de acidentes (por unidade-ano) com unidades móveis de perfuração <i>offshore</i> em operação na plataforma continental do Reino Unido.....	16/324
Quadro II.9-3 – Número de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes com plataformas fixas em operação na plataforma continental do Reino Unido.....	16/324
Quadro II.9-4 – Distribuição de acidentes graves em unidades <i>offshore</i> por tipologia accidental.....	21/324
Quadro II.9-5 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.....	25/324
Quadro II.9-6 – Modelo de Planilha de APR.....	48/324
Quadro II.9-7 – Categorias de Frequência.....	50/324
Quadro II.9-8 – Classes de Severidade.....	50/324
Quadro II.9-9 – Matriz de Riscos.....	51/324
Quadro II.9-10 – Cenários acidentais analisados.....	55/324
Quadro II.9-11 – Cenários acidentais envolvendo vazamento de óleo para o mar.....	60/324
Quadro II.9-12 – Cálculo dos volumes liberados de óleo capazes de atingir o mar.....	62/324
Quadro II.9-13 – Frequência dos cenários 01, 02 e 03.....	65/324
Quadro II.9-14 – Frequência dos cenários 04 e 05.....	66/324
Quadro II.9-15 – Frequência dos cenários 06 e 07.....	67/324
Quadro II.9-16 – Frequência dos cenários 08 e 09.....	68/324
Quadro II.9-17 – Frequência dos cenários 10, 11 e 12.....	68/324
Quadro II.9-18 – Frequência dos cenários 13 e 14.....	69/324
Quadro II.9-19 – Frequência do cenário 15.....	70/324
Quadro II.9-20 – Frequência dos cenários 16 e 17.....	71/324
Quadro II.9-21 – Frequência dos cenários 18 e 19.....	71/324
Quadro II.9-22 – Frequência do cenário 20.....	72/324

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes




Gerente:

Cláudio Araújo


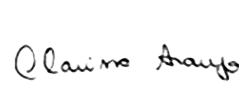

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos




Quadro II.9-23 – Frequência do cenário 21.....	73/324
Quadro II.9-24 – Frequência do cenário 22.....	73/324
Quadro II.9-25 – Frequência do cenário 23.....	74/324
Quadro II.9-26 – Frequência dos cenários 24 e 25.....	75/324
Quadro II.9-27 – Frequência dos cenários 26 e 27.....	76/324
Quadro II.9-28 -Frequência do cenário 28.....	77/324
Quadro II.9-29 – Sumário dos resultados obtidos para os sistemas e /324subsistemas analisados.....	79/324
Quadro II.9-30 – Recomendações resultantes da APR.....	124/324
Quadro II.9-31 – Distribuição dos cenários na matriz de risco.....	126/324
Quadro II.9-32 – Probabilidades de ignição associadas aos cenários acidentais.....	131/324
Quadro II.9-33 – Frequências dos cenários acidentais.....	133/324
Quadro II.9-34 – Cenários avaliados na modelagem de dispersão de óleo no mar.....	135/324
Quadro II.9-35 – Componentes de Valor Ambiental (CVA) e Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) identificados para avaliação de riscos ambientais e sua classificação ecológica.....	141/324
Quadro II.9-36 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Recifes Rochosos em diferentes cenários acidentais.....	151/324
Quadro II.9-37 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os recifes rochosos.....	153/324
Quadro II.9-38 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as praias.....	161/324
Quadro II.9-39 – Probabilidade máxima de presença óleo no CVA Praias Arenosas em diferentes cenários acidentais.....	166/324
Quadro II.9-40 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Estuários em diferentes cenários acidentais.....	173/324
Quadro II.9-41 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Manguezais num único cenário acidental.....	180/324
Quadro II.9-42 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os manguezais.....	182/324
Quadro II.9-43 – Impactos e tempo de recuperação de manguezais disponíveis na literatura.....	187/324
Quadro II.9-44 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Bancos Biogênicos num único cenário acidental.....	197/324

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-45 – Impactos dos recursos pesqueiros em caso de derramamento significativo de óleo.....	200/324
Quadro II.9-46 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e os recursos pesqueiros.....	201/324
Quadro II.9-47 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e Oceânicos em diferentes cenários acidentais.....	211/324
Quadro II.9-48 – Cetáceos ameaçados de extinção no Brasil e/ou no mundo presentes na área de estudo e status de conservação nacional e global (ICMBio/MMA, 2018; IUCN, 2021).....	213/324
Quadro II.9-49 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA mamíferos marinhos em diferentes cenários acidentais.....	222/324
Quadro II.9-50 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Boto-cinza em diferentes cenários acidentais.....	227/324
Quadro II.9-51 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Toninha em diferentes cenários acidentais.....	233/324
Quadro II.9-52 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia-franca-austral no cenário acidental.....	238/324
Quadro II.9-53 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia jubarte no cenário acidental.....	242/324
Quadro II.9-54- Lista de espécies de pinípedes de ocorrência comprovada na Bacia de Pelotas, e a classificação quanto ao status de conservação, baseado na IUCN (2019) e Lista da Fauna silvestre do Rio Grande do Sul (Decreto nº 51.797).....	243/324
Quadro II.9-55 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Pinípedes no cenário acidental.....	247/324
Quadro II.9-56 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo....	249/324
Quadro II.9-57 – Efeitos diretos e indiretos da exposição dos agentes químicos do óleo sobre as tartarugas marinhas.....	252/324
Quadro II.9-58 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as tartarugas marinhas.....	254/324
Quadro II.9-59 – Probabilidade ponderada e máxima de presença óleo no CVA Tartarugas Marinhas e SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas, respectivamente, em diferentes cenários acidentais.....	263/324
Quadro II.9-60 – Efeitos da contaminação por óleo em indivíduos da avifauna.....	265/324
Quadro II.9-61 – Probabilidade de presença óleo no CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras em diferentes cenários acidentais.....	276/324

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-62 – Tempo de recuperação dos componentes ambientais ao óleo.....	278/324
Quadro II.9-63 – Probabilidade de toque de óleo, por CVA ou SVA, por período e para cada volume modelado.....	279/324
Quadro II.9-64 – Valores de Risco Ambiental calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.....	282/324
Quadro II.9-65 – Tempo de Ocorrência de cada CVA/SVA ser atingido por um vazamento, por faixa de volume e período.....	287/324
Quadro II.9-66 – Percentuais da relação Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência para cada CVA e SVA.....	288/324
Quadro II.9-67 – Riscos avaliados e recomendações associadas.....	293/324
Quadro II.9-68 – Medidas de gerenciamento de riscos/item relacionado.....	310/324

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

FIGURAS

Figura II.9-1 – Localização do Campo Wahoo, na bacia de Campos.....	1/324
Figura II.9-2 – Componentes necessários para o Cálculo do Risco Ambiental.....	3/324
Figura II.9-3 – Esquema representativo das etapas metodológicas da AGRA.....	4/324
Figura II.9-4 – Incidentes com descarga de óleo cru e óleo diesel <i>offshore</i> entre 2012 e 2021.....	23/324
Figura II.9-5 – Árvore de eventos para cálculo da frequência dos cenários acidentais.....	127/324
Figura II.9-6- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 8 m ³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.....	136/324
Figura II.9-7- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 200 m ³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.....	137/324
Figura II.9-8- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 85.853 m ³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.....	138/324
Figura II.9-9 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	148/324
Figura II.9-10 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	149/324
Figura II.9-11 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	150/324
Figura II.9-12 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	163/324
Figura II.9-13 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário 200 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	164/324
Figura II.9-14 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	165/324
Figura II.9-15 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	170/324
Figura II.9-16 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	171/324
Figura II.9-17 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	172/324
Figura II.9-18 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ caso no período 2.....	177/324

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Olavino Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-19 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ no período 2.....	178/324
Figura II.9-20 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso no período 2.....	179/324
Figura II.9-21 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	194/324
Figura II.9-22 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	195/324
Figura II.9-23 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	196/324
Figura II.9-24 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	205/324
Figura II.9-25 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	206/324
Figura II.9-26 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.....	207/324
Figura II.9-27 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	208/324
Figura II.9-28 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	209/324
Figura II.9-29 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.....	210/324
Figura II.9-30 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	219/324
Figura II.9-31 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	220/324
Figura II.9-32 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.....	221/324
Figura II.9-33 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	224/324
Figura II.9-34 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	225/324
Figura II.9-35 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	226/324




Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Figura II.9-36 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	229/324
Figura II.9-37 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ caso nos períodos 1 e 2.....	231/324
Figura II.9-38 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	232/324
Figura II.9-39 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	235/324
Figura II.9-40 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	236/324
Figura II.9-41 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	237/324
Figura II.9-42 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	239/324
Figura II.9-43 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	240/324
Figura II.9-44 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	241/324
Figura II.9-45 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	244/324
Figura II.9-46 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	245/324
Figura II.9-47 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	246/324
Figura II.9-48 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pequeno vazamento (8 m ³) nos períodos 1 e 2.....	256/324
Figura II.9-49 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.....	259/324
Figura II.9-50 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	260/324
Figura II.9-51 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	261/324
Figura II.9-52 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	262/324


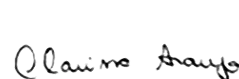




Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Figura II.9-53 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pequeno vazamento (8 m ³) nos períodos 1 e 2.....	270/324
Figura II.9-54 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de médio vazamento (200 m ³) nos períodos 1 e 2.....	271/324
Figura II.9-55 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	272/324
Figura II.9-56- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m ³ nos períodos 1 e 2.....	273/324
Figura II.9-57- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m ³ nos períodos 1 e 2.....	274/324
Figura II.9-58- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.....	275/324
Figura II.9-59 – Riscos Ambientais calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.....	284/324
Figura II.9-60 – Tolerabilidade (Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência) para cada CVA e SVA.....	289/324

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

II.9 - ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS – AGRA

A presente Análise de Gerenciamento e Riscos Ambientais (AGRA) foi elaborada em cumprimento às solicitações do Termo de Referência (TR) emitido para o processo nº 02001.016238/2022-96, (SEI 13511306) o qual estabeleceu a abrangência, os procedimentos e os critérios norteadores para elaboração do Estudo Ambiental de Perfuração (EAP), para realização da perfuração marítima do Campo de Wahoo, da empresa PRIO, localizado na Bacia de Campos (**Figura II.9-1**).

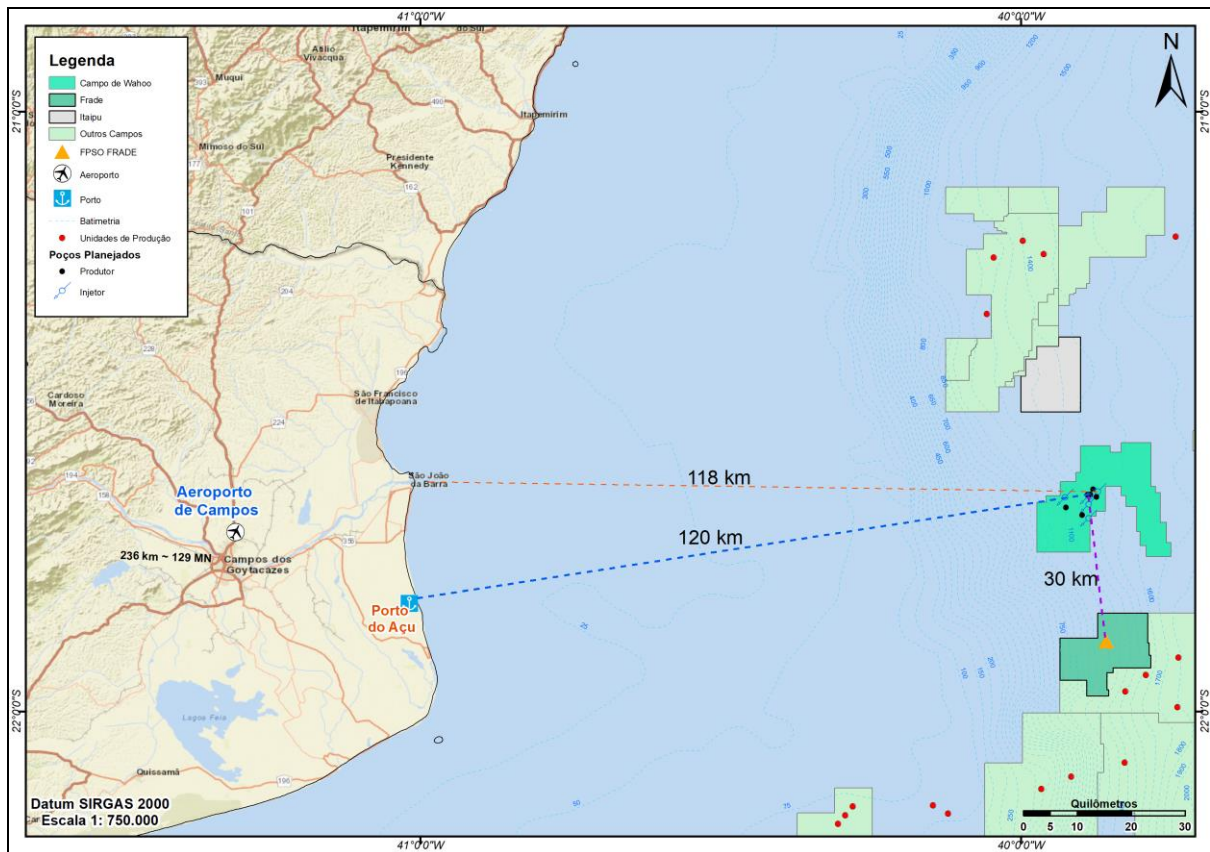


Figura II.9-1 – Localização do Campo Wahoo, na bacia de Campos.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	--------------



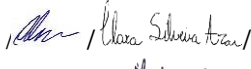
A região costeira da região que pode ser afetada caso haja acidente com derramamento de grandes volumes de óleo abriga alta variedade de ecossistemas importantes do ponto de vista da conservação marinha, tais como praias arenosas, recifes rochosos e manguezais, dispostos em ilhas costeiras, baías e estuários. Destacam-se os habitats de alimentação e desova de tartarugas marinhas, local de invernagem e rota migratória de aves costeiras e marinhas, rotas migratórias e áreas de reprodução para mamíferos aquáticos e diversas espécies de peixes ameaçadas de extinção ou sobre exploradas. Essas características asseguram à região uso de recursos dos ecossistemas e ainda, expressiva atividade turística.

De acordo com a modelagem realizada para avaliação de toque de óleo na costa decorrente de derramamento, houve probabilidade de chegada de óleo na costa apenas no cenário de médio vazamento (de 8 m³ a 200 m³) e pior caso (*blowout* 85.853 m³), não havendo presença de óleo na costa no cenário de pequeno vazamento (8 m³). A maior probabilidade de toque de óleo foi no município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina, com 56,7% no pior cenário, no período 1. O tempo mínimo de toque foi de 5 dias no pior cenário de vazamento, período 1.

Em relação às Unidades de Conservação (UCs), há probabilidade de chegada de óleo em 51 UCs no cenário de médio derramamento, contudo, com valores muito pequenos e em 209 UCs, no cenário de *blowout*. A maior probabilidade, de 70,7%, foi observada na Resex Marinha de Arraial do Cabo, no período 2 e cenário de pior caso. O menor tempo, de 4,3 dias, foi observado na APA de Três Ilhas, no cenário de *blowout* e no período 1.

II.9.1 - Metodologia

Para a análise e gerenciamento dos riscos ambientais da atividade, são considerados tanto os aspectos da operação quanto os aspectos 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

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos
---	---	--

entorno onde a atividade será desenvolvida e que, conseqüentemente, poderão ser impactados, assim como no seu tempo de recuperação.

De acordo com a metodologia proposta, o Risco Ambiental é expresso em termos da probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por determinadas faixas de volume de óleo. Para tanto, são necessários o cálculo do Risco Operacional, os resultados das Modelagens de Dispersão de Óleo no Mar e a Identificação dos Componentes Ambientais e dos seus Tempos de Recuperação. Com a junção desses componentes é possível se calcular um valor de Risco Ambiental para cada faixa de volume e cenário sazonal (**Figura II.9-2**).

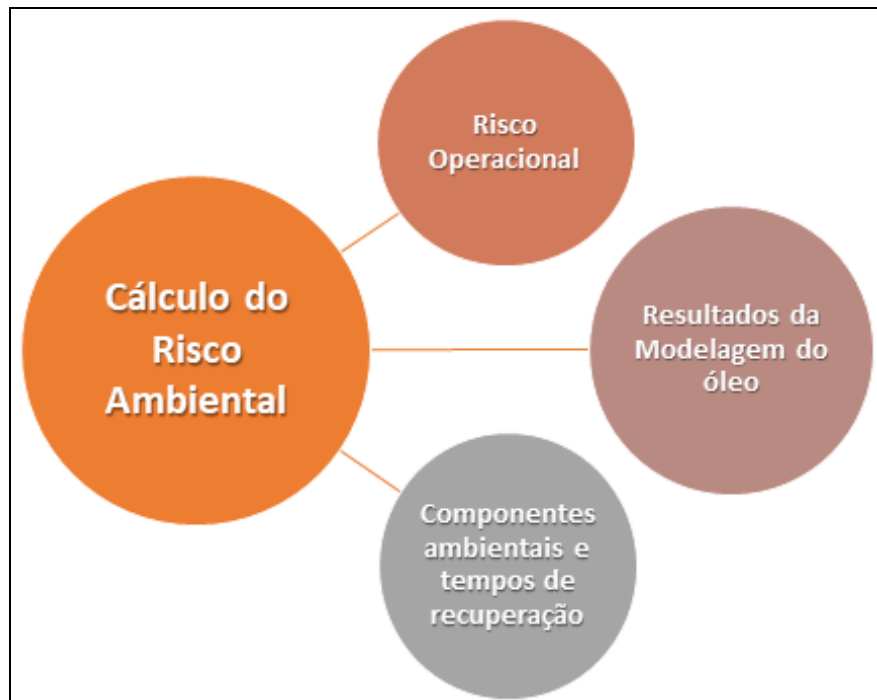


Figura II.9-2 – Componentes necessários para o Cálculo do Risco Ambiental.

As etapas necessárias para a obtenção dos valores de Risco Ambiental são detalhadas a seguir. A **Figura II.9-3** resume a metodologia empregada nesta Análise de Risco.

<p>Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente: <i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico: <i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos</i></p>
--	---------------------------------------	---

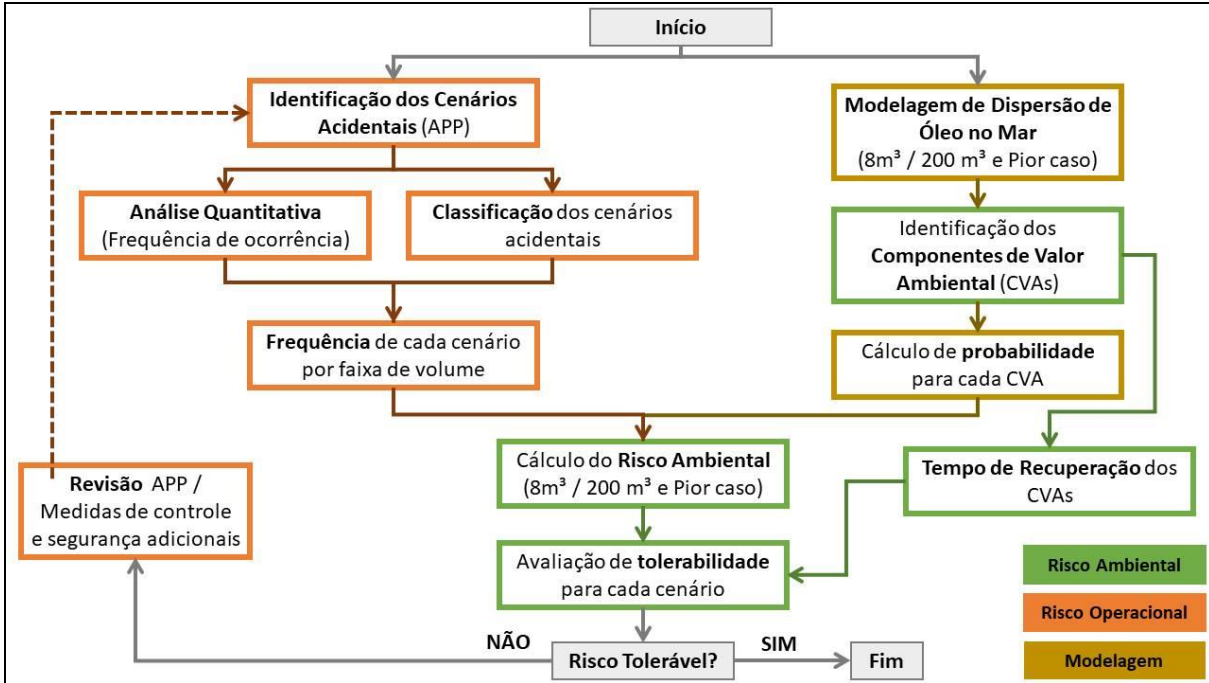


Figura II.9-3 - Esquema representativo das etapas metodológicas da AGRA.

Risco Operacional

Para se estabelecer o Risco Operacional, é preciso identificar os Cenários Acidentais através da Análise Preliminar de Riscos (APR) e classificá-los nas categorias de volume de óleo vazado com base na Resolução CONAMA nº 398/08:

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

<p style="text-align: center;"><i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"><i>Cláudio Araújo</i></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"><i>Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</i></p> <p>Técnico:</p>
---	--	--

Para os sistemas, foram identificados os perigos que pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos às seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

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




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 sua severidade e do risco associado.

É importante mencionar que foram considerados apenas os cenários acidentais envolvendo possibilidade de derramamento de óleo no mar, uma vez que o efeito desta contaminação ambiental se refere ao foco do presente estudo (conforme orientação da CGMAC/DILIC/IBAMA nos Termos de Referência para elaboração de estudos de Análise de Risco Ambiental).

II.9.1.1 - Produtos da Modelagem de Óleo

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 ambientais e dos resultados da modelagem de dispersão de óleo no mar, é possível calcular a probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por óleo.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Os resultados da modelagem contemplam dois cenários sazonais (período 1 e período 2) e três faixas de volume. Vale mencionar que a Resolução CONAMA nº 398/08 estabelece três faixas de vazamento: (i) pequeno vazamento (volumes de até 8 m³); (ii) médio vazamento (volumes entre 8 e 200 m³) e (iii) grande vazamento (volumes superiores a 200 m³, categoria para a qual é modelado o volume correspondente ao cenário de pior caso).

II.9.1.2 - Componentes de Valor Ambiental (CVA)

A identificação dos Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs) de Valor Ambiental foi realizada a partir dos resultados da modelagem de dispersão de óleo e as áreas identificadas como passíveis de serem atingidas. Estas áreas foram determinadas com base nos resultados da simulação de vazamento de óleo para os cenários de volume pequeno (8 m³), médio volume (200 m³) e de pior caso, nesse estudo sendo considerado o blowout (85.853 m³). Para as simulações foi considerado o vazamento contínuo, com a vazão máxima por 30 dias, sem intervenção/contingência, e outros 30 dias adicionais após o término do vazamento, sem ações de resposta, a partir de um evento de blowout no Campo Wahoo, na Bacia de Campos. Foram considerados dois períodos sazonais: período 1, compreendendo os meses de outubro a março; e período 2, compreendendo os meses de abril a setembro. A identificação dos Componentes de Valor Ambiental (CVAs) foi realizada a partir do estudo dos ecossistemas e grupos biológicos que ocorrem na Bacia de Campos, Santos e Espírito Santo, conforme pode ser visto do item de Área de Influência deste estudo.

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

- Ser importante para a população local, considerando aspectos socioeconômicos e culturais;
- Ter interesse nacional ou internacional;
- Ter importância ecológica.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos

Além disso, em acordo com orientação regular da CGMAC/DILIC/IBAMA, estes componentes devem ser populações ou comunidades biológicas, isto é, populações de diferentes espécies vivendo e interagindo em uma área (aves marinhas, mamíferos aquáticos, tartarugas marinhas), ou ecossistemas, definidos pela interação de uma comunidade com seu meio físico e o fluxo de energia que se estabelece nesta interação (PRIMACK & RODRIGUES, 2001) (manguezais, recifes de corais etc.). Por fim, em adição aos critérios citados acima, devem ser consideradas a presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.

Para cada CVA avaliado, quando foi identificado que alguma área necessitava de especial atenção, por ser uma área de alta importância ambiental para determinada espécie e cuja perda ocasionaria graves prejuízos ambientais, esta foi selecionada como um Subcomponente de Valor Ambiental (SVA). Desta forma, os SVAs estão inseridos nos seus CVAs correspondentes, porém, ao serem também apresentados isoladamente, passam a ter importância diferenciada dentro do estudo. Os subcomponentes, portanto, possuem Risco Ambiental específico, porém apresentam o mesmo tempo de recuperação dos componentes a que estão associados.

Uma vez que os CVAs e SVAs foram identificados, realizou-se o seu mapeamento em termos de área de abrangência, utilizando-se informações disponíveis na literatura, entidades e órgãos ambientais. Para o cálculo das probabilidades de toque de óleo nos componentes e subcomponentes identificados (em cada um dos cenários), foi realizada sobreposição do mapeamento com os resultados das modelagens de deriva de óleo.

A probabilidade de presença de óleo foi calculada para cada CVA e SVA nas seis situações de derrame de óleo simuladas por modelagem matemática (3 faixas de volume vazado e 2 períodos).

Os componentes e subcomponentes foram divididos entre fixos e aqueles com distribuição dispersa, sendo os CVAs de distribuição dispersa 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

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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 1:

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

(1)
 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, equivalente a 3.984.000 km².

Para os CVAs/SVAs considerados sem mobilidade/costeiros utilizou-se para o cálculo do Risco Ambiental, seguindo a orientação da CGMAC/IBAMA, o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA/SVA em cada cenário de vazamento modelado, não sendo admitido nenhum tipo de ponderação.





Ressalta-se que os CVAs/SVAs situados nas regiões mais abrigadas, como as estuarinas, também foram considerados como passíveis de serem atingidas por um vazamento de óleo. Nestes casos, a probabilidade considerada foi obtida pelos resultados gerados no estudo de modelagem, considerando o valor obtido na entrada das baías e estuários.

II.9.1.3 - Risco Ambiental

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

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

(2)
 RA - Risco Ambiental do CVA/SVA x.
 x - CVA/SVA 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/SVA x.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"> / </p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</p>
--	--	---

Conforme orientado nos Termos de Referência emitidos pela CGMAC/DILIC/IBAMA para elaboração de estudos de Análise de Risco Ambiental, após o cálculo dos Riscos Ambientais, por faixa de volume, estes deverão ser somados, a fim de exprimir o risco total de cada CVA/SVA ser atingido.




Após o cálculo do valor de risco total, foi determinado 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.

II.9.1.4 - Tempo de Recuperação

No presente estudo foi adotada a definição de Tempo de Recuperação: “o tempo que o componente, após ser atingido, levaria para se recompor aos níveis anteriores à exposição por óleo”. Tal definição é a mesma adotada pelos termos de referência emitidos pela CGMAC/DILIC/IBAMA e tem como base os estudos de Kingston (2002) e John & Robiliard (1997).

Existe uma dificuldade na obtenção de valores precisos sobre o Tempo de Recuperação para a maioria dos componentes devido a diversos fatores, tais como:




- Falta de dados e limitação de informações quanto à condição do componente no período anterior ao acidente;
- Alta variabilidade em estimativas populacionais, especialmente para animais de alta mobilidade, como peixes, aves e mamíferos marinhos;
- Dificuldade em isolar os resultados de alterações populacionais advindas do efeito causado pelo acidente daquelas causadas por fatores naturais;
- Conceito do tempo de recuperação é aplicado a diferentes níveis ecológicos (ecossistemas, populações e espécies) havendo grande disparidade nos dados e na interpretação das informações;

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

- O tempo de recuperação estabelecido para cada CVA não é necessariamente fixo, ou seja, o ambiente e as características da atividade influenciam a determinação do tempo de recuperação para cada componente. Um exemplo disso é o estabelecimento do tempo de recuperação para um componente como manguezais, que pode variar dependendo do local e área possivelmente impactada pelo vazamento de óleo. Assim, se a simulação de vazamento de óleo em um determinado ambiente indicar que esse irá atingir um manguezal que possui características únicas, é hábitat de espécies endêmicas daquela região e/ou ameaçadas de extinção, tal componente para a AGRA da atividade em questão possuirá um tempo de recuperação diferente daquele estabelecido para outra região, onde existe, por exemplo, uma pressão antrópica muito forte atuando sobre o ecossistema;
- 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 o processo de intemperização antes de atingir o litoral, chegando menos tóxico a esse ambiente;
- A existência de um número não significativo de espécies ameaçadas dentro da comunidade, por si só, não aumenta o tempo de recuperação da comunidade como um todo.

II.9.1.5 - Tempo de Recorrência

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

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

$$\text{Tempo Recorrência}(x, y) = \frac{1}{RA(x, y)}$$

(3)

Tempo de recorrência (x, y) – Tempo de recorrência de um vazamento da faixa de volume y atingir um CVA/SVA x.

RA (x, y): Risco Ambiental do CVA/SVA x.

x: Identificação do CVA;

y – Faixa de volume.

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

II.9.1.6 - Tolerabilidade

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

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

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

$$\text{Tolerabilidade}(x, y) = \frac{\text{Tempo de Recuperação}(x)}{\text{Tempo de Recorrência}(x, y)} \cdot 100\%$$

(4)

Tempo de Recuperação (x): Tempo de recuperação do CVA x após ser atingido por um vazamento de óleo;

Tempo de Recorrência (x, y): Tempo de recorrência de um vazamento da faixa de volume y atingir um CVA x;

x: Identificação do CVA;

y: Faixa de volume.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

Destaca-se que para todos os cálculos realizados nessa Análise e Gerenciamento de Risco Ambiental, não são consideradas as medidas de contingência a derrames de óleo no mar previstos no Plano de Emergência Individual (PEI).




II.9.2 - Descrição das Instalações

A descrição da unidade a ser utilizada na perfuração dos poços foi apresentada no Cadastro da Unidade Marítima de Perfuração - CADUMP da SS-81 - NORBE VI protocolado em setembro de 2019, no Processo Administrativo do Cadastro de Unidades Marítimas de Perfuração nº 02022.000666/13-68, em cujo Anexo I - *Descrição da Unidade Marítima (DUM)* são descritos os principais sistemas e subsistemas da unidade de perfuração, incluindo seus equipamentos de segurança mais relevantes, tais como os equipamentos de controle do poço (BOP), os sistemas de detecção de gases e os equipamentos de combate a incêndio.

II.9.3 - Análise Histórica de Acidentes Ambientais

Não se dispõe atualmente, no Brasil, de bases de dados consolidadas sobre acidentes ambientais em atividades de E&P *offshore*. Assim, a análise histórica de acidentes ambientais buscou se apoiar em fontes confiáveis de informações sobre a ocorrência, em outras partes do mundo, de eventos acidentais com o tipo de unidade prevista, plataforma semissubmersível. Dentre as consultas realizadas, as seguintes fontes foram consideradas as mais apropriadas para essa finalidade:

1. *Accident statistics for Offshore Units on the UK Continental Shelf (1990 - 2007)*, Health and Safety Executive (HSE), Reino Unido, 2009.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

2. *Risk Assessment Data Directory - Major Accidents*, International Association of Oil & Gas Producers (IOGP), Reino Unido, 2010.

Além disso, são apresentados ainda dados relativos a acidentes ocorridos na costa brasileira em atividades de E&P. Tais dados foram extraídos de “Relatórios de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural” publicados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em 2014, 2018, 2019 e 2021.

II.9.3.1 - Eventos Acidentais com Plataformas do Tipo Semissubmersível

A seguir são apresentadas as informações sobre eventos acidentais com plataformas semissubmersíveis publicados no HSE (2009) e no IOGP (2010).

II.9.3.1.1 - HSE (2009)

Os dados apresentados no relatório *Accident Statistics for Offshore Units on the UK Continental Shelf (1990 - 2007)*, elaborado pela *Det Norske Veritas (DNV)* e publicado pelo *Health and Safety Executive (HSE)* em 2009, foram baseados 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.

Nesse relatório, os acidentes são relacionados às seguintes ocorrências:

- Falha de ancoragem: Problemas com as âncoras e cabos de ancoragem, dispositivos de amarração e guinchos;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- 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;

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos

- 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;
- Outros: Outros eventos não os especificados anteriormente.

A partir dos dados constantes no relatório do HSE, o **Quadro II.9-1** apresenta o número de unidades-ano correspondente às unidades móveis de perfuração *offshore* em operação na plataforma continental do Reino Unido nos períodos 1990-1999, 2000-2007 e 1990-2007.

Quadro II.9-1 - Número de plataformas fixas em operação na plataforma continental do Reino Unido (unidades-ano).

Tipo de Instalação	Período		
	1990-1999	2000-2007	1990-2007
Jackup	246,2	185,8	432,0
Semissubmersível	401,3	266,8	668,1
Navio-sonda	4,1	1,7	5,8
TOTAL	651,6	454,3	1.105,9

Fonte: HSE, 2009.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico:</p>
---	---	---

O **Quadro II.9-2** apresenta o número (N) e a frequência (F) de acidentes com plataformas fixas, por período.

Quadro II.9-2 – Número e frequência de acidentes (por unidade-ano) com unidades móveis de perfuração offshore em operação na plataforma continental do Reino Unido.

Tipo de Instalação	Período					
	1990-1999		2000-2007		1990-2007	
	N	F	N	F	N	F
Jackup	493	2,002	254	1,367	747	1,729
Semissubmersível	1.070	2,666	494	1,852	1.564	2,341
Navio-sonda	27	6,585	11	6,471	38	6,552
TOTAL	1.590	2,440	759	1,671	2.349	2,124

Fonte: HSE, 2009.

Com base nos tipos de ocorrência listados anteriormente, o **Quadro II.9-3** apresenta o número e a frequência de ocorrências relacionadas aos acidentes com unidades móveis de perfuração offshore, por período.

Quadro II.9-3 – Número de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes com plataformas fixas 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	133	0,204	14	0,031	147	0,133
Blowout	13	0,020	3	6,6x10 ⁻³	16	0,014
Emborcamento	1	1,5x10 ⁻³	-	-	1	9,0x10 ⁻⁴
Colisão externa	14	0,021	1	2,2x10 ⁻³	15	0,014
Contato	108	0,166	25	0,055	133	0,120
Acidente com guindaste	697	1,070	410	0,902	1.107	1,001
Explosão	10	0,015	-	-	10	9,0x10 ⁻³
Queda de carga	851	1,306	547	1,204	1.398	1,264
Incêndio	100	0,153	46	0,101	146	0,132
Afundamento	1	1,5x10 ⁻³	-	-	1	9,0x10 ⁻⁴
Encalhe	1	1,5x10 ⁻³	-	-	1	9,0x10 ⁻⁴

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</p>
---	---	--

Tipo de evento	Período					
	1990 – 1999		2000 – 2007		1990 – 2007	
	N	F	N	F	N	F
Acidente de helicóptero	3	4,6E-03	-	-	3	2,7x10 ⁻³
Inundação	15	0,023	3	6,6x10 ⁻³	18	0,016
Adernamento	9	0,014	2	4,4x10 ⁻³	11	0,010
Falha de máquinas	1	1,5x10 ⁻³	3	6,6x10 ⁻³	4	3,6x10 ⁻³
Perda de posição	23	0,035	1	2,2x10 ⁻³	24	0,022
Derramamento	160	0,246	78	0,172	238	0,215
Dano estrutural	29	0,045	4	8,8x10 ⁻³	33	0,030
Acidente de reboque	13	0,020	1	2,2x10 ⁻³	14	0,013
Problema no poço	136	0,209	186	0,409	322	0,291
Outros	30	0,046	5	0,011	35	0,032

Fonte: HSE, 2009.

De acordo com o **Quadro II.9-3**, queda de carga é o evento acidental com o maior número de ocorrências para unidades móveis de perfuração *offshore* em operação no Reino Unido no período compreendido entre 1990-2007, representando 38,4% dos eventos registrados, seguido por acidente com guindaste (30,4%), problema no poço (8,8%), derramamento (6,5%) e falha de ancoragem / incêndio (4% cada um).

II.9.3.1.2 - IOGP (2010)

O relatório *Risk Assessment Data Directory – Major Accidents*, elaborado pela *International Association of Oil & Gas Producers* (IOGP, 2010), apresenta dados considerados como acidentes graves na indústria de óleo e gás. Para tal, a IOGP considerou informações disponíveis no *World Offshore Accident Database* (WOAD) para o período compreendido entre 1970 e 2007.

Segundo esse relatório, acidentes graves são aqueles que tenham tido pelo menos uma das seguintes consequências:

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

- Danos severos ou perda total de unidades *offshore*;
- Danos a propriedade superiores a 100.000 dólares em unidades *onshore*;
- Vazamentos superiores a 1.000 barris de óleo.

Nesse relatório são estudados dois tipos de danos, danos severos e perda total, os quais são definidos da seguinte forma:

- Danos Severos (DS): Danos severos a um ou mais módulos da unidade; danos grandes ou médios em estruturas de sustentação; danos críticos a equipamentos essenciais.
- Perda Total (PT): Perda total do ponto de vista do seguro da unidade, mesmo considerando que ela possa ser reparada e colocada em operação novamente.

Esse relatório apresenta registros de acidentes com as seguintes tipologias de ocorrências:

- Falha de ancoragem: Problemas com as âncoras e cabos de ancoragem, dispositivos de amarração e guinchos;
- *Blowout*: Fluxo descontrolado de óleo, gás ou outros fluidos do reservatório, ou seja, perda da do Conjunto Solidário de Barreiras (CSB) em momento operacional, onde há condições geológicas e geofísicas adequadas para o influxo de hidrocarbonetos para o poço (kick);
- Emborcamento: Perda de estabilidade transversal, resultando em virada de borco da unidade;
- Colisão: Contato acidental entre unidade offshore e embarcação marinha que está passando, quando pelo menos uma delas é propelida ou está sendo rebocada. Exemplos: navio tanque, cargueiro, barco de pesca. Também estão incluídas colisões

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Santos

com pontes, cais, etc., e embarcações engajadas na atividade de óleo e gás em outras plataformas que não a plataforma afetada, e entre duas instalações offshore.

- 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. Também estão incluídos nesta categoria Queda acidental de bote salva-vidas e homem ao mar;
- Incêndios: Radiação térmica;
- Perda de flutuabilidade ou naufrágio: Perda de flutuabilidade ou afundamento da unidade;
- Encalhe: Instalação flutuante em contato com o fundo do mar;
- Vazamento interno ao casco: Vazamento contido no interior do casco duplo da embarcação;
- Adernamento: Inclinação descontrolada da unidade para um dos bordos;
- Vazamento de líquido ou gás: 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;
- Falha de máquinas / propulsão: Falha de motores ou propulsores, incluindo sistemas de controle;
- Perda de posicionamento / à deriva: Unidade não intencionalmente fora de sua posição esperada ou deriva fora de controle;

Coordenador:



Gerente:



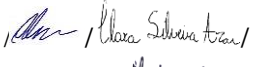


Técnico:




- Quebra ou fadiga: Ruptura de equipamentos ou estruturas devido a deformação, tensão ou qualquer outra ação externa;
- Falha / Ruptura do cabo de reboque: Rompimento do cabo de reboque;
- Outros: Eventos outros que não os especificados anteriormente.

O **Quadro II.9-4** apresenta a distribuição de acidentes graves por tipologia acidental (Dano Severo ou Perda Total) registrados no período entre 1970 e 2007 no mundo todo, considerando unidades *offshore*.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-4 - Distribuição de acidentes graves em unidades offshore por tipologia accidental.

Tipologia Accidental	Tipo de unidade offshore / Tipo de dano													
	Jackup		Jaqueta		Barcaça de Perfuração		Semissubmersível		Navio-sonda		Outros		TOTAL	
	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT
Falha de ancoragem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blowout	3	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	6	2
Emborcamento	29	47	79	6	5	4	0	4	1	4	75	8	189	73
Colisão	6	2	24	5	0	0	5	0	2	0	29	25	66	32
Acidente com guindaste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Explosão	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	10	0
Queda de carga	1	1	5	0	0	0	4	0	2	0	3	0	13	1
Incêndio	14	10	3	16	11	8	5	3	0	0	12	3	86	40
Perda de flutuabilidade ou naufrágio	11	8	44	1	4	2	1	2	0	0	8	127	33	140
Encalhe	8	3	9	0	1	1	6	1	1	0	5	5	21	10
Vazamento interno ao casco	3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	5	3
Adernamento	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	14	4

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Tipologia Acidental	Tipo de unidade offshore / Tipo de dano													
	Jackup		Jaqueta		Barcaça de Perfuração		Semissubmersível		Navio-sonda		Outros		TOTAL	
	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT	DS	PT
Vazamento de líquido ou gás	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	119	0	122	1
Falha de máquinas / propulsão	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perda de posicionamento / à deriva	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Quebra ou fadiga	36	5	0	2	2	0	5	0	2	0	29	5	93	12
Falha / Ruptura do cabo de reboque	1	0	19	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0
Outros	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	39	0	40	0
Total	127	81	0	33	23	15	30	10	9	4	325	175	703	318

Fonte: OGP, 2010.

Coordenador:

Gerente:

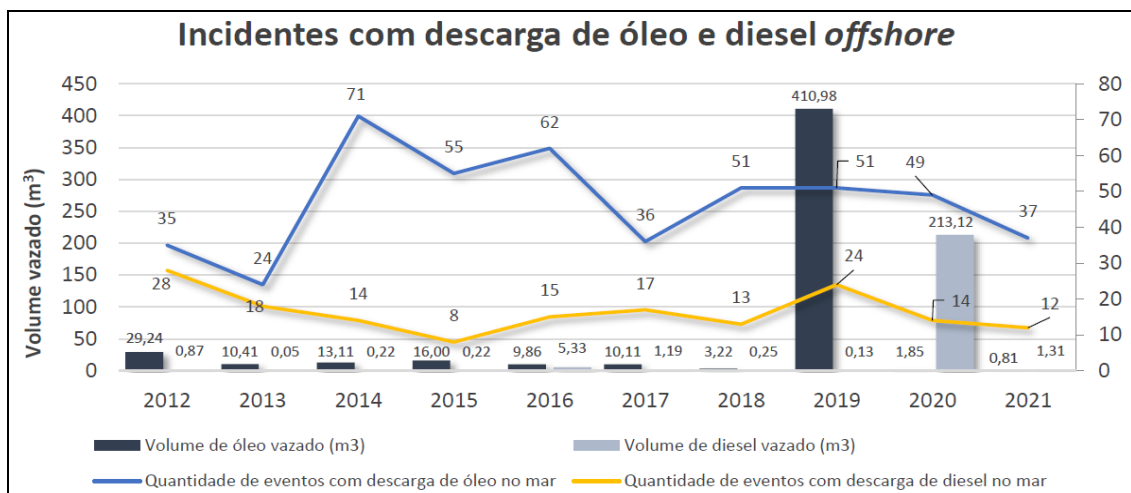
Técnico:

Manoela Soares Santos

De acordo com o **Quadro II.9-4**, dentre os acidentes graves registrados com unidades *offshore* semissubmersíveis, o tipo de ocorrência com maior incidência foi incêndio (20%), seguido de encalhe (17,5%), colisão (12,5%) e quebra ou fadiga (12,5%).

II.9.3.2 - Dados de Acidentes na Costa Brasileira (ANP)

A **Figura II.9-4**, obtida do Relatório Anual de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural, publicado pela ANP (2022), apresenta o número de incidentes com descarga de óleo cru e óleo diesel *offshore* entre 2012 e 2021.



Fonte ANP, 2022.

Figura II.9-4 - Incidentes com descarga de óleo cru e óleo diesel offshore entre 2012 e 2021.

II.9.3.3 - Magnitude dos Danos Ambientais em Relação a Eventuais Efeitos Tóxicos, Espécies Afetadas e à sua Importância para o Ecossistema em Análise

Para a análise histórica dos acidentes ambientais no que diz respeito aos seus efeitos tóxicos, espécies e ecossistemas afetados, foi feito um levantamento bibliográfico dos eventos ocorridos em atividades *offshore* nos quais houve vazamento de óleo no mar. Apesar da abundância de informações associadas a causas e consequências, tal como quantidade de produto derramado, pouco se conhece em relação aos impactos crônicos sobre espécies ou ecossistemas (ITOPF, 2009; CEDRE, 2009). Mesmo quando esses estudos estão disponíveis, é difícil avaliar quantitativamente essas informações.

<p>Coordenador:</p>	<p>Gerente:</p>	<p>Técnico:</p>
---------------------	-----------------	-----------------

O **Quadro II.9-5** apresenta as informações sobre acidentes com derramamento de óleo para os quais foi reportado algum tipo de impacto ambiental sobre comunidades adjacentes. Dentre os impactos levantados, destacam-se aqueles resultantes do acidente com o navio-tanque Exxon-Valdez (1989), em uma área de alta importância biológica, com efeitos sendo observados até os dias de hoje, e com o navio-tanque Jessica que atingiu as Ilhas Galápagos, área de altíssima sensibilidade e importância para a diversidade biológica.

Em abril de 2010, no Golfo do México, houve outro acidente com elevada importância, neste caso, devido ao volume de óleo vazado (volume estimado em cerca de 5 milhões de barris)¹. O acidente ocorreu com a plataforma da BP (*British Petroleum*) *Deepwater Horizon*, causando o isolamento de diversas áreas de pesca, além de ter matado centenas de milhares de organismos marinhos.




Especificamente no Brasil, cabe destaque a chegada de óleo cru no litoral do NE e do SE brasileiro, em decorrência de um vazamento ocorrido em alto mar, provavelmente além da área do Mar Territorial brasileiro. As manchas começaram a aparecer em agosto de 2019 e atingiram 11 estados e houve registros de óleo em ao menos 12 unidades de conservação², locais estes delimitados para proteção da flora e da fauna e para preservação da biodiversidade.

É válido ressaltar a importância desta coleta de dados históricos, possibilitando expor ainda que de forma incompleta, a experiência adquirida, bem como o registro de alguns dos principais acidentes e a descrição de seus respectivos impactos. As informações levantadas neste estudo encontram-se compiladas no **Quadro II.9-5**.

As referências utilizadas e descritas no **Quadro II.9-5** encontram-se ao final desta seção.

¹ Informação disponível em: DEEPWATER HORIZON STUDY GROUP
http://ccrm.berkeley.edu/pdfs_papers/bea_pdfs/dhsgfinalreport-march2011-tag.pdf. Acesso em março de 2020.

² Informação disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/09/26/manchas-de-oleo-no-nordeste-o-que-se-sabe-sobre-o-problema.ghtml>. Acesso em março de 2020.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos
---	---	--

Quadro II.9-5 – Acidentes ambientais e descrição dos impactos ambientais reportados.

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-Tanque SS Witwater	1968	Panamá (~3,7 km a NE das Ilhas Galeta)	Ruptura	Diesel e Bunker C Oil (~1970 m ³)	-	<p>O vazamento 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 2 m acima da média do nível da maré alta). Árvores de mangue-vermelho e mangue-preto foram severamente atingidas e houve a morte de muitas sementes de mangue-vermelho, da comunidade algal e de invertebrados. Os pesquisadores também observaram tartarugas marinhas mortas nas praias dos manguezais da região após o vazamento, entretanto a real causa dessas mortalidades não foi determinada.</p> <p>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 se encontram na zona de infralitoral, eles não tiveram contato direto com o óleo e a maré alta além do normal causada pelos ventos fortes ajudou a evitar a contaminação.</p>	[7] e [10]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Arco Merchant	1976	Nantucket Shoals (banco de areia), Massachusetts (EUA)	Encalhe	Óleo combustível (28.868 m ³)	-	Contaminação do sedimento se restringiu à área ao redor do encalhe. Foram encontradas aves com óleo, entretanto o total de mortes é difícil de avaliar. Concluiu-se que o vazamento provavelmente teve pouco efeito sobre as populações de aves costeiras e marinhas fora da costa da Nova Inglaterra.	[1] e [2]
Navio-tanque Amoco Cadiz	1978	Bretanha, França	Problemas mecânicos	Petróleo leve, óleo cru (255.734 m ³) e diesel (4.124 m ³)	320 km da costa da Bretanha até as Ilhas Channel.	Vários ecossistemas costeiros de importância ecológica foram atingidos, principalmente marismas e estuários. Cerca de 10.000 toneladas foram biorremediadas.	[1], [2] e [3]
VLCC (Very Large Crude Carrier) Atlantic Express	1979	10 milhas de Tobago, oeste das Índias	Colisão com a embarcação VLCC Aegean Captain durante uma tempestade	Óleo cru (316.714 m ³)	-	Não foram feitos estudos de impactos, pouca quantidade de poluição na costa foi reportada nas ilhas próximas.	[1], [2] e [3]
Poço Intox I	1979	80 km da Ciudad del Carmen	Blowout (descontrole do poço)	Óleo cru (Milhares de m ³ de óleo até o poço ser controlado, apenas 1 ano depois)	Baía de Campeche e impactou parte da costa do México e Texas (257 km de costa)	O vazamento atingiu praias de importância comercial e com ecossistemas sensíveis na região do Texas e México. Foram encontradas algumas espécies de tartarugas sujas com óleo e alguns indivíduos mortos.	[7]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Poço Nowruz	1983	Golfo Pérsico, Irã	Guerra Iraque Irã-	Óleo cru (~156.537 m ³)	-	Foram impactados os ecossistemas praias arenosas, costões rochosos e ilhas costeiras. Muitos animais morreram e foram encontrados ao longo da costa do Golfo Pérsico, incluindo cerca de 56 tartarugas-verde e de pente que foram mortas nas ilhas de Jan e Karan. Estima-se que cerca de 500 indivíduos das duas espécies tenham morrido, representando a aniquilação de toda a população da tartaruga-de-pente a maior parte da população de tartaruga-verde. Os impactos diretos e indiretos do óleo sobre as tartarugas marinhas, seus ninhos e seu habitat ainda permanecem desconhecidos, mas conclui-se que os impactos foram severos.	[7]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Castillo de Bellver	1983	70 milhas ao norte de Cape Town, Baía de Saldanha, África do Sul	O navio pegou fogo e depois quebrou em dois.	Óleo cru (~ 57.340 - 68.807 m³)	-	Os efeitos ambientais foram mínimos apesar da quantidade considerável de óleo que vazou. Não foi exigida muita limpeza (foram utilizados alguns sprays de dispersantes). O único dano visível foi a contaminação por óleo de 1.500 gansos-patola, a maioria dos quais foi coletada numa ilha perto da costa onde eles se reuniam para o início do período reprodutivo. Também foi observada uma série de focas próxima à superfície onde foram pulverizados os dispersantes, mas os animais parecem não ter sofrido nenhum efeito adverso.	[1], [2] e [3]
Plataforma Piper Alpha	1988	~200 km a noroeste de Aberdeen, na Escócia – Mar do Norte	Falhas de procedimento, coordenação e comunicação. Falha na manutenção da bomba de condensação.	670.000 m³ de óleo cru	-	167 vidas	[20]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Exxon-Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, EUA	Encalhe	40.000 m ³ de óleo cru	30.000 km ² de costa. Foi o maior vazamento em águas norte-americanas, sendo, consequentemente, a resposta a vazamento de óleo mais cara da história (mais de US\$ 2 bilhões).	Vários ecossistemas costeiros foram atingidos, principalmente costões rochosos e praias. Cerca de 1.000 lontras marinhas e 400.000 aves morreram e foram observados danos á 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	1991	Nevis Island, Caribe	Danos no navio	Óleo combustível pesado (2.060 m ³)	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]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Poços	1991	Golfo Pérsico	Guerra do Golfo	Óleo cru (~800.000 a 1.000.000 m³)	1.554 km²	Matou milhares de animais, principalmente peixes, moluscos e corais. A alta mortalidade de peixes beneficiou a população de zóoplancton que se reproduziu rapidamente e se tornou muito abundante devido à falta de predadores. Os corais apresentaram sintomas de forte estresse, causando mortalidade e branqueamento. Milhares de quilômetros quadrados de bancos de algas foram inundados por óleo. Estima-se, também, que 30.000 aves marinhas foram mortas pela exposição direta ao óleo. Em relação às tartarugas marinhas não se sabe a extensão dos danos, mas sabe-se que foram severos, estima-se uma gama de centenas de indivíduos, mas isso não é bem documentado. Muitos fatores ambientais levaram mais tempo que o esperado para se recuperar	[1], [2], [3] e [7]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio de carga combinada (óleo e minério Aegean Sea	1992	Espanha, próximo ao porto de La Coruna na costa da Galícia	Encalhe	Óleo cru (76.834 m ³)	Ocorreu em águas rasas a cerca de 50 metros da costa atingindo cerca de 300 km da linha da costa.	O óleo impactou costões rochosos, pequenas praias arenosas e áreas planas de marisma. Várias espécies de importância comercial foram afetadas, como mexilhões e houve restrição à pesca o que acabou impactando a indústria pesqueira.	[1], [2] e [3]
Barcaça Bouchard B155	1993	Tampa Bay, Flórida	Colisão com outras embarcações	Óleo combustível pesado (~1.127 m ³)	O óleo cobriu aproximadamente 23 km de costa.	Foram atingidas praias arenosas, diversos manguezais, ilhas e diques. Também foram impactadas áreas de desova e forrageamento de tartarugas marinhas.	[7]
Navio-tanque Braer	1993	Ilhas Shetland, Reino Unido	Condições de tempo severas, ventos fortes e tempestades causaram problemas mecânicos causando encalhe	97.130 m ³ de óleo cru pesado + 1.548 m ³ de heavy bunker oil	-	Como o vazamento foi pequeno, a linha de costa atingida foi limpa com a ajuda de uma pequena força-tarefa. No entanto, uma grande quantidade de peixes e moluscos foi contaminado por óleo, resultando na exclusão de áreas de pesca.	[1], [2] e [3]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Sea Empress	1996	Milford Haven, Reino Unido	Encalhe	Óleo cru (83.715 m ³), sendo que 4.243-6.078 m ³ de óleo atingiram a costa)	200 km da costa	Vários segmentos foram impactados direta e indiretamente como: Turismo □ devido à rapidez na limpeza associado ao fato dos turistas da região serem "fiéis" ao local, o impacto no turismo foi considerado modesto. 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 km ² . 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. Impactos costeiros □ costões rochosos, morte de gastrópodes em sua maioria em áreas de contaminação por óleo fresco (próximas ao vazamento). Aves □ cerca de 7.000 aves contaminadas foram coletadas na área costeira e um número desconhecido morreu no mar.	[1], [2], [3] e [8]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Oleoduto	2000	Baía de Guanabara	Ruptura de um duto devido a altas temperaturas	Óleo (~1.000 m³)	-	Uma das espécies mais impactadas foi a ave biquá (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>) por causa do seu comportamento de mergulho. Entretanto é impossível determinar o grau de impacto na população local devido à falta de informações prévias sobre a abundância e distribuição da espécie. Após o acidente a população residente de boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>) foi vista saindo da baía para a linha de costa, evitando assim o contato com o óleo. Após a limpeza da área, a população voltou para a Baía e mostrou comportamento normal de alimentação e reprodução.	[1] e [4]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Jessica	2001	Ilhas Galápagos, Equador	Encalhe (condições meteorológicas e falha humana)	Óleo combustível leve (600 m³) e intermediário (200 m³)	12 ilhas (450 km)	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 [9]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
P-36	2001	Bacia de Campos	Não conformidade quanto a procedimentos operacionais, de manutenção e de projeto	Óleo diesel (1.200 m ³) e óleo cru (350 m ³)	Cerca de 150 km da costa	Em março de 2001 ocorreram duas explosões na plataforma P-36, as quais afetaram uma das colunas da plataforma. O alagamento de parte de seu compartimento provocado pela explosão acarretou em uma inclinação da plataforma, e, conseqüente, afundamento. O derramamento de óleo decorrente do afundamento da plataforma foi combatido com recolhimento de parte do óleo derramado e dispersão química e mecânica da outra parte, o que impediu que chegasse até a costa. Em função da explosão 11 dos tripulantes da plataforma vieram a óbito.	[23] e [24]
Navio-tanque monocasco Prestige	2002	Espanha	Danos do casco devido aos fortes mares no norte da Espanha	Óleo combustível pesado (64.000 m ³)	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]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio tanque: Solar 1	2006	Filipinas	Naufração	Óleo combustível intermediário (2.000 m³)	125 km de costa	O acidente causou impacto em diferentes nas ilhotas da região, causando impactos severos a 500 hectares de manguezais. Impactou também a atividade pesqueira da região.	[2] e [11]
FPSO-P50	2007	Campo de Albacora Leste - Bc. de Campos/Brasil	Falha Mecânica	-	~ 120 km da costa do Rio de Janeiro	Ocorreu um incêndio na sala de transformadores dos compressores de gás. A produção de óleo e gás foi interrompida e a brigada da plataforma atuou prontamente, debelando o incêndio. Não houve vítimas nem vazamento de óleo para o mar , somente danos materiais.	[16]
Plataforma Deepwater Horizon	2010	Prospecto de Macondo, Golfo do México	Blowout	778.000 m³ de óleo cru	Cinco Estados (Flórida, Alabama, Mississippi, Louisiana e Texas) foram atingidos pela mancha de petróleo.	Encobriu aves marinhas, danificou praias e provocou enormes perdas para as indústrias de pesca e turismo. Foram coletados 4.768 animais mortos (até 13 de Agosto de 2010), sendo que, destes, 4.080 eram aves e 525 eram tartarugas marinhas (JARVIS, 2010). É o maior vazamento acidental de petróleo. Matou 11 funcionários.	[13] e [19]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Campo de Frade	2011	Bacia de Campos	Underground Blowout	381 m ³ de petróleo mancha de 162 km ² no mar	120 km da costa do rio de Janeiro.	O incidente provocou fraturas no leito marinho por onde exsudou óleo cru e fluido de perfuração. derrame de petróleo não causou danos ambientais tangíveis e não chegou perto da costa brasileira e nem provocou feridos.	[12] e [13]
FPSO – P-50	2013	Cidade de Paraty	Erro Humano	-	~ 120 km da costa do Rio de Janeiro	Princípio de incêndio a bordo, devido ao erro do operador de praça de máquinas ao fechar a válvula da rede de dreno de óleo combustível das turbinas, quando deveria ter fechado a válvula de isolamento do tanque de óleo combustível.	[15]
FPSO – P-37	2015	Bacia de Campos	Erro Humano	Óleo cru (0,37 m ³)	~ 110 km da costa do Rio de Janeiro	Foi realizada dispersão mecânica do óleo liberado.	[25] e [26]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
FPSO - P-32	2018	Brasil	Falha de integridade	-	~ 110 km da costa do Rio de Janeiro	A descarga de um gerador a diesel pegou fogo na sala de máquinas do FPSO. As chamas foram extintas com um extintor de CO2 e a situação estava sob controle dentro de uma hora. Não houve vítimas e as causas não foram divulgadas, mas o Sindipetro-NF afirma que o incidente ocorreu devido à falta de manutenção.	[16]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
FPSO-SeaRose	2018	Canadá	Condição climática adversa	Óleo, Água e Gás (250 m ³)	~350 km da costa de Newfoundland	Depois que as condições climáticas retomaram aos parâmetros operacionais normais - e as verificações de segurança foram concluídas - o processo de retomada de operação começou, e ocorreu o vazamento de óleo. A liberação aconteceu quando um conector da linha de fluxo falhou perto do centro de perfuração South White Rose Extension. Na hora do incidente, óleo quente circulava para aquecer as linhas de fluxo antes de reiniciar a produção. Depois, foi confirmado que houve dois lançamentos de fluidos. A liberação inicial ocorreu durante 20 minutos, em que as equipes de offshore estavam tentando solucionar uma queda na pressão da linha de fluxo. O novo teste levou a segunda liberação, com duração de aproximadamente de 15 minutos. As operações da embarcação foram encerradas para manutenção e inspeção, até que foi determinado o reinício da produção.	[17]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
FPSO – P-58	2019	Brasil	Falha Mecânica	Óleo (188 m³)	~85 km da costa do Espírito Santo	Ocorreu um rompimento do mangote durante a operação de transferência de óleo para o navio aliviador, causando vazamento de óleo. O processo de transferência foi interrompido imediatamente. A plataforma se encontrou em condição segura, não havendo vítimas nem impacto para a operação. As causas não foram definidas até a realização do estudo.	[18]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Fonte indeterminada	2019	Brasil	Vazamento	Óleo cru	2 mil km do litoral das regiões NE e SE do Brasil	Como impacto direto destacam-se um longo período de interrupção da atividade pesqueira e evidências de reações alérgicas, além de impacto nas atividades turísticas. Já para o setor biótico, de acordo com o IBAMA, até outubro/2019, o óleo já atingiu ao menos 39 animais: 5 aves foram encontradas mortas, 3 aves foram resgatadas com vida, 18 tartarugas-marinhas foram encontradas mortas, 11 tartarugas-marinhas foram resgatadas com vida, 1 peixe foi encontrado morto, 1 réptil foi encontrado morto, 2.190 filhotes de tartarugas-marinhas capturados preventivamente na Bahia e 624 filhotes de tartarugas-marinhas capturados preventivamente em Sergipe.	[21]
FPSO Cidade do Rio de Janeiro	2019	Bacia de Campos	Falha estrutural (trincas) no casco da unidade	Água Oleosa (0,42 m³)	-	O FPSO Cidade do Rio de Janeiro, que se encontra no Campo de Espadarte, Bacia de Campos, está em fase de descomissionamento e realizava a desconexão dos risers, quando foi identificada falha estrutural (trincas) no casco da unidade. Foram estimados 420 litros (0,42 m³) de água oleosa no mar	[22]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Manoela Soares Santos

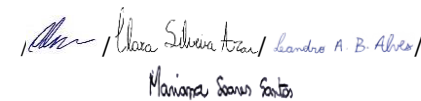
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



II.9.3.4 - Referências Utilizadas na Coleta de Dados

- [1] SILVA, F.Q.M. 2004. **Produção de biosurfactante 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 março de 2020
- [3] www.cedre.fr. Acessado em março de 2020.
- [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 março de 2020.
- [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: <https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Papers/seaemp.pdf>. Acessado em Março de 2020.
- [9] <http://www.galapagos.to/TEXTS/JESSICA.HTM>. Acessado em março de 2020.
- [10] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2001. **Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations**. 80pp.
- [11] YENDER, R.; LLOYD, A. (2008). **Impacts and response challenges of the tanker SOLAR 1 oil spill, Guimaras, Philippines: Observations of international advisors**. Paper

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



presented at: 20th Triennial International Oil Spill Conference, Savannah, Georgia, May 4-8, 2008.

- ^[2] <https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/gigante-americana-chevron-provoca-vazamento-de-oleo-na-bacia-de-campos-20427385?GLBID=1813602df20996f42286688454f5c69493055686675545651663445515467767232377230797a694f34422d667075706c5778656d736434377a637856304b70714e78633838724d6a52726b686b4164482d424d51454f376c6d6e5334766b44436b525f435a513d3d3a303a64616e6974617264696e2e32303135>. Acessado em março de 2020.
- ^[3] CETESB – <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2015/01/TCC-Sérgio-Greif.pdf>. Acessado em março de 2020.
- ^[4] RBA, 2012 RBA. Relatório da ANP mostra negligência da Chevron em vazamento de 3,7 mil barris RBA – Rede Brasil Atual, 19 de julho de 2012. Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2012/07/relatorio-da-anp-mostra-que-negligente-chevron-poderia-ter-evitado-vazamento-de-3-7-mil-barris/>. Acessado em março de 2020.
- ^[5] MARINHA DO BRASIL – https://www.marinha.mil.br/tm/sites/www.marinha.mil.br.tm/files/file/acordao_calendario/28.712-14C.pdf. Acessado em março de 2020.
- ^[6] INVESTIDOR PETROBRÁS – <https://www.investidorpetrobras.com.br/ptb/7809/c-7809-ptb.html>. Acessado em março de 2020.
- ^[7] OFFSHORE ENERGY TODAY – <https://www.offshoreenergytoday.com/oil-dispersing-after-huge-offshore-spill-on-huskys-field>. Acessado em março de 2020.
- ^[8] PETRONOTÍCIAS – <https://petronoticias.com.br/archives/125596>. Acessado em março de 2020.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos

- [19] DEEPWATER HORIZON STUDY GROUP, 2011. Disponível em: http://ccrm.berkeley.edu/pdfs_papers/bea_pdfs/dhsgfinalreport-march2011-tag.pdf. Acessado em março de 2020.
- [20] https://infopetro.files.wordpress.com/2010/02/2002_out_petrogas.pdf. Acessado em março de 2020.
- [21] <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/09/26/manchas-de-oleo-no-nordeste-o-que-se-sabe-sobre-o-problema.ghtml>. Acessado em março de 2020.
- [22] ANP – <http://www.anp.gov.br/noticias/5330-acompanhamento-incidente-fpso-rj>. Acessado em março de 2020.
- [23] ANP, 2011. Análise do acidente com a plataforma P-36. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/EXPLORACAO_E_PRODUCAO_DE_OLEO_E_GAS/Seguranca_Operacional/Relat_incidentes/Relatorio_P-36.pdf. Acessado em março de 2020.
- [24] <https://acervo.oglobo.globo.com/fatos-historicos/em-2001-explosao-da-plataforma-36-deixou-11-mortos-na-bacia-de-campos-9483525>. Acessado em março de 2020.
- [25] <http://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2015/11/vazamento-na-p-37-e-contido-mas-producao-continua-paralisada.html>. Acessado em março de 2020.
- [26] <https://www.metropoles.com/brasil/economia-br/petrobras-paralisa-producao-na-p-37-na-bacia-de-campos-apos-vazamento-de-oleo?amp>. Acessado em março de 2020.

II.9.4 - Identificação dos Cenários Acidentais

No contexto de uma Análise de Riscos, um cenário de acidente (também denominado hipótese acidental ou simplesmente acidente) é definido como uma sequência de eventos específicos, não propositais, que tenham consequências indesejáveis. O primeiro evento da sequência é o evento iniciador. Normalmente há um ou mais eventos entre o evento

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



iniciador e a consequência, onde esses eventos intermediários podem ser decorrentes de variações de respostas do sistema e de seus operadores ao evento iniciador. Diferentes respostas ao mesmo evento iniciador podem determinar consequências distintas ao acidente e, portanto, diferentes cenários acidentais. Mesmo quando as consequências são semelhantes quanto ao efeito físico, elas podem diferir em magnitude.

É importante encarar o cenário de acidente como uma 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 das suas consequências. De fato, o risco é definido como uma função da frequência do cenário acidental e das respectivas consequências:

$$\text{Risco} = f(\text{F}, \text{C})$$

II.9.4.1 - Metodologia Empregada

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos perigosos ao meio ambiente relacionados à atividade de perfuração 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

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

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 gravidade das suas consequências e do risco associado.

Todos os cenários identificados foram classificados, com base na Resolução CONAMA nº 398/08, em pequeno, médio e grande, de acordo com o seguinte critério:


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

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 no **Quadro II.9-6**.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

Quadro II.9-6 – Modelo de Planilha de APR.

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		

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudia Silveira Azevedo / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

1ª coluna: Perigo

Perigos são eventos acidentais com potencial de causar danos às instalações, aos operadores, ao público ou ao meio ambiente.

2ª coluna: Causas

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

3ª coluna: Modo de Detecção




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

4ª coluna: Efeitos

Nesta coluna são indicados os possíveis danos do evento acidental ao meio ambiente.

5ª coluna: Categoria de Frequência

Os cenários de acidentes são classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência, para cada uma das hipóteses acidentais identificadas, conforme indicado no **Quadro II.9-7**.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

Quadro II.9-7 – Categorias de Frequência.

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

6ª coluna: Categoria de Severidade

A severidade representa uma mensuração do dano esperado associado a uma determinada hipótese acidental. É o resultado da combinação de diversos elementos, tais como o produto envolvido, o inventário (ou capacidade da fonte) disponível para liberação, a possibilidade de propagação, confinamento e outros. As classes de severidade consideradas estão apresentadas no **Quadro II.9-8**.

Quadro II.9-8 – Classes de Severidade.

CATEGORIA DE SEVERIDADE	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS	FAIXA DE VOLUME
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).	$V > 11.200 \text{ m}^3$

<p><i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p> <p>Coordenador:</p>	<p><i>Cláudio Araújo</i></p> <p>Gerente:</p>	<p><i>Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</i></p> <p>Técnico:</p>
---	--	--

7ª coluna: Risco

A classificação de risco é obtida através da combinação das categorias de *frequências* e de *severidade*, gerando uma indicação qualitativa do nível de risco de cada um dos cenários identificados. A matriz de risco (**Quadro II.9-9**) classifica os cenários em Risco Baixo, Risco Médio e Risco Alto.

Quadro II.9-9 – Matriz de Riscos.

MATRIZ DE RISCO				
Frequência	Severidade			
	I – Menor	II – Média	III – Crítica	IV – Catastrófica
A – Extremamente Remota	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio
B – Remota	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Médio
C – Ocasional	Risco Baixo	Risco Médio	Risco Médio	Risco Alto
D – Provável	Risco Médio	Risco Médio	Risco Alto	Risco Alto
E – Frequente	Risco Médio	Risco Alto	Risco Alto	Risco Alto

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

8ª coluna: Recomendações

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

9ª coluna: Cenário

Nesta coluna é apresentada uma ordenação numérica para o cenário acidental analisado.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------




II.9.4.2 - Formulação dos Cenários Acidentais

A identificação dos eventos perigosos na atividade de perfuração foi obtida a partir da investigação e análise dos processos, equipamentos, sistemas e subsistemas que compõem a unidade marítima NORBE VI, sendo os cenários relativos à unidade de perfuração extraídos do Anexo 3 - Identificação dos Cenários Acidentais do CADUMP da unidade de perfuração. A identificação dos eventos perigosos levou em consideração ainda as embarcações de apoio a serem empregadas na atividade, bem como os riscos inerentes à atividade em si, como é o caso da ocorrência de um *blowout* durante a atividade de perfuração dos poços. De uma forma geral, a análise buscou diagnosticar as falhas capazes de provocar vazamentos de óleo, derivados e produtos químicos para o ambiente, considerando, dessa forma, todas as fases da atividade.

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 e de apoio nas quais haja possibilidade de ocorrência de eventos acidentais capazes de afetar o meio ambiente ou instalações de terceiros. Para esses sistemas, foram identificados os perigos que pudessem resultar em liberação de hidrocarbonetos ou outros produtos químicos segundo as seguintes causas, conforme recomendações de normas internacionais:

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

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Dessa forma, os sistemas, subsistemas e possíveis produtos vazados associados às atividades de perfuração analisados neste estudo são apresentados no **Quadro II.9-10**.

- Sistema I – Perfuração do Poço.
 - ▶ Subsistema I.1 – Controle do Poço.

- Sistema II – Plataforma NORBE VI.
 - ▶ Subsistema II.1 – Transferência e Armazenamento de Barita e Bentonita.
 - ▶ Subsistema II.2 – Transferência e Armazenamento de Cimento.
 - ▶ Subsistema II.3 – Armazenamento e Circulação de Fluido.
 - ▶ Subsistema II.4 – Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores);
 - ▶ Subsistema II.5 – Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante.
 - ▶ Subsistema II.6 – Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico.
 - ▶ Subsistema II.7 – Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).
 - ▶ Subsistema II.8 – Coleta e Destinação de Óleo Sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo, e sua transferência para os tanques portáteis ou tambores).
 - ▶ Subsistema II.9 – Operações de Carga e Descarga
 - ▶ Subsistema II.10 – Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



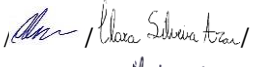


- ▶ Subsistema II.11 – Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração.
- ▶ Subsistema II.12 – Estabilidade da Unidade Marítima
- Sistema III – Atividades de Logística e de Apoio
 - ▶ Subsistema III.1 – Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio
 - ▶ Subsistema III.2- Estabilidade dos Barcos de Apoio

Desses sistemas e subsistemas analisados resultaram os cenários apresentados no **Quadro II.9-10**, os quais foram considerados para a elaboração das planilhas de Análise Preliminar de Riscos (APR).

Todos os cenários acidentais identificados foram classificados, com base na Resolução CONAMA n° 398/08, de acordo com o volume de vazamento de óleo:

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

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-10 – Cenários acidentais analisados.

CENÁRIO	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO
01	I. Perfuração do Poço	I.1 - Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.
02			Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.
03			Grande vazamento de óleo cru e gás duante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.
04	II. Plataforma NORBE VI	II.1 - Transferência e Armazenamento de Barita e Bentonita	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita).
05			Médio vazamento de pó (barita /bentonita).
06		II.2 -Transferência e Armazenamento de Cimento	Pequeno vazamento de pó (cimento).
07			Médio vazamento de pó (cimento).
08		II.3 - Armazenamento e Circulação de Fluido	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.
09			Médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.
10		II.4 - Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Pequeno vazamento de óleo diesel.
11			Médio vazamento de óleo diesel.
12			Grande vazamento de óleo diesel.
13		II.5 - Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante	Pequeno vazamento de óleo lubrificante.
14			Médio vazamento de óleo lubrificante.
15		II.6 - Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico	Pequeno vazamento de óleo hidráulico.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Manoela Soares Santos

CENÁRIO	SISTEMA	SUBSISTEMA	PERIGO	
16	II. Plataforma NORBE VI	II.7 - Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas	Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	
17			Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	
18		II.8 - Coleta e Destinação de Óleo Sujo	Pequeno vazamento de óleo sujo.	
19			Médio vazamento de óleo sujo.	
20		II.9 - Operações de Carga e Descarga	Pequeno vazamento de óleo.	
21			Pequeno vazamento de produto químico.	
22		II.10 - Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Pequeno vazamento de óleo diesel.	
23		II.11 - Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/ completação/ intervenção.	
24		II.12 - Estabilidade da Unidade Marítima	Grande vazamento de óleo.	
25			Grande vazamento de fluido não aquoso.	
26		III. Atividades de Logística e de Apoio	III.1 - Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio	Pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.
27				Médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.
28	III.2 - Estabilidade dos Barcos de Apoio		Grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento.	

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto




Técnico:

Clara Silveira Azevedo / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Os sistemas e subsistemas referentes à unidade marítima, como por exemplo os sistemas de armazenamento de óleo e produtos químicos, o sistema de drenagem e o sistema de transferência (recebimento) de óleo, são os mesmos considerados no Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais* do CADUMP da unidade marítima NORBE VI. No entanto, em uma atividade de perfuração e intervenção há possibilidade de ocorrência de outros cenários acidentais além daqueles previstos para a unidade marítima que esteja sendo empregada na atividade. Enquadram-se nesse caso os cenários acidentais relativos às embarcações de apoio (vazamento de óleo combustível a partir dos tanques das embarcações de apoio) e à atividade de perfuração em si (segurança do poço). Esses cenários acidentais são específicos para cada atividade de perfuração, já que dependem das condições geológicas da região/poços e das embarcações de apoio empregadas na atividade. Todavia, os cenários acidentais referentes à unidade marítima serão os mesmos para qualquer atividade realizada em qualquer localização geográfica que emprega tal unidade marítima, já que a sua ocorrência depende de falhas nos equipamentos instalados na unidade e das respectivas capacidades de armazenamento de óleo/produtos químicos. Por conta disto, o CADUMP de uma unidade marítima não possui cenários acidentais referentes a poços e nem à armazenamento de óleo nas embarcações de apoio. Tal fato está em consonância com as instruções da Nota Técnica nº 04/2012 - CGPEG/DILIC/IBAMA: Cadastro de Unidades Marítimas de Perfuração - CADUMP.

II.9.4.3 - Volumes Liberados de Óleo

No **Quadro II.9-12** são apresentados os volumes liberados de óleo (óleo cru, óleo diesel/óleo combustível, óleo lubrificante, óleo hidráulico, fluido de perfuração e efluente oleoso), para cada um dos cenários analisados envolvendo vazamentos de óleo. Para fins de cálculo do risco ambiental associado à atividade de perfuração marítima, foram selecionados apenas os cenários capazes de resultar em contaminação ambiental, ou seja, os cenários envolvendo vazamentos de hidrocarboneto para o mar (cenários listados no **Quadro II.9-11**).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

Para a realização dos cálculos dos volumes liberados de óleo, foram consideradas as premissas abaixo que representam os cenários de pior caso:

- 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;
- Foi considerado que todos os vazamentos de óleo identificados na Análise Preliminar de Riscos (APR) ocorridos nas áreas internas da plataforma com inventários liberados inferiores à capacidade sistema de drenagem oleosa da unidade ($39,28 \text{ m}^3$) não atingiriam o mar. Tal consideração deve-se ao fato de todos os vazamentos ocorridos dentro da unidade serem direcionados para os tanques coletores de drenagem oleosa, não resultando, portanto, vazamento de óleo para o mar e consequente contaminação;
- Complementarmente, de forma conservativa, foi considerado que, caso a capacidade de contenção do sistema de drenagem fosse inferior ao volume de óleo liberado em cada sistema analisado, o vazamento é totalmente não contido, ou seja, todo o volume de óleo liberado atingiria o mar, resultando, portanto, em contaminação ambiental;
- Ainda de forma conservativa, para os cenários envolvendo vazamentos de fluido de perfuração de base não aquosa considerou-se a ocorrência de vazamentos de óleo base. Tal consideração deve-se ao fato de o óleo base ser composto por 100% de óleo enquanto fluidos de base não aquosa apresentam em média cerca de 62% de óleo em suas composições;
- Para a determinação do volume máximo de óleo cru devido à ocorrência de *blowout* foi considerada a liberação de óleo durante trinta dias a uma vazão de $2.861,76 \text{ m}^3/\text{dia}$, resultando em um volume final de 85.853 m^3 ;

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Santos

- A vazão de transferência de óleo diesel para a unidade de perfuração foi estimada em 90 m³/h;
- O tempo máximo de detecção e interrupção do bombeio foi estimado em três minutos;
- O volume máximo de óleo liberado a partir dos tanques dos barcos de apoio foi considerado igual a 200 m³, correspondente à capacidade total de armazenamento de um tanque;
- Para o cenário de afundamento das embarcações de apoio, considerou-se como volume máximo de óleo combustível capaz de ser liberado o volume de 500 m³, correspondente à capacidade total de armazenamento de óleo diesel dentre as embarcações de apoio previstas para serem empregadas durante a atividade de perfuração;
- Para a determinação da severidade do cenário relacionado ao vazamento de óleo devido ao afundamento/adernamento da unidade de perfuração, considerou-se a soma de todos os tanques de óleo existentes na unidade – óleo diesel, óleo lubrificante, óleo hidráulico e óleo sujo;
- Para a determinação do volume máximo de fluido não aquoso possível de ser liberado em consequência do afundamento/adernamento da unidade de perfuração, considerou-se a soma de todos os tanques de fluido não aquoso existentes na unidade – fluido ativo e fluido reserva;
- Nas liberações de efluente oleoso, conservativamente considerou-se que o inventário do tanque de drenagem oleosa (utilizado para determinar o volume máximo desse sistema) seria composto 100% por óleo;
- Para o cenário acidental referente à transferência de fluido de perfuração da embarcação de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se a possibilidade de

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



ocorrência de um pequeno vazamento, com volume máximo de fluido de perfuração possível de ser liberado de 8 m³;

- Para os cenários acidentais relacionados à queda de carga durante as operações de carga e descarga considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno vazamento, com volume máximo de resíduo oleoso e de produtos químicos possível de ser liberado de 5 m³.

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 possa atingir o mar:

Quadro II.9-11 – Cenários acidentais envolvendo vazamento de óleo para o mar.




Cenário	Sistema	Subsistema
01, 02 e 03	I. Perfuração do Poço	I.1 – Controle do Poço
09	II. Plataforma NORBE VI	II.3 – Armazenamento e Circulação de Fluido
11 e 12		II.4 – Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel
16 e 17		II.7 – Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas
20		II.9 – Operações de Carga e Descarga
22		II.10 – Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima
23		II.11 – Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração
24 e 25		II.12 – Estabilidade da Unidade Marítima
26 e 27		III. Atividades de Logística e de Apoio
28		III.2 – Estabilidade dos Barcos de Apoio

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 esses vazamentos ficarem contidos no sistema de drenagem da unidade

<p><i>Leonardo Oliveira Lopes</i> Coordenador:</p>	<p><i>Cláudio Araújo</i> Gerente:</p>	<p><i>Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</i> Técnico:</p>
---	--	--

de perfuração, não resultando, portanto, em contaminação ambiental. No entanto, esses cenários tiveram seus riscos devidamente levantados e registrados.

Os volumes liberados de óleo para os cenários acidentais listados no **Quadro II.9-11** são apresentados no **Quadro II.9-12**.

Coordenador:  Leonardo Oliveira Lopes	Gerente:  Cláudio Araújo	Técnico:  Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos
--	---	--

Quadro II.9-12 – Cálculo dos volumes liberados de óleo capazes de atingir o mar.

Cenário	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m³]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo Máximo de interrupção	Volume de óleo liberado na transferência [m³]	Porção de óleo liberado para o mar	Volume derramado no mar [m³]
01	Óleo Cru e Gás					0,01%	8
02	Óleo Cru e Gás	-	2.861,76 m³/d	30 dias	85.853	0,2%	200
03	Óleo Cru e Gás					100%	85.853
09	Fluido de Base não Aquosa	185,2	-	-	-	100%	185,2
11	Óleo Diesel					29,4%	200
12	Óleo Diesel	679,31	-	-	-	100%	679,31
16	Água Oleosa					85,8%	8
17	Água Oleosa	9,32	-	-	-	100%	9,32
20	Óleo	5	-	-	-	100%	5
22	Óleo Diesel	-	90 m³/h	3 minutos	4,5	100%	4,5
23	Fluido de Base não Aquosa	-	-	-	8,0	100%	8

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Produto	Volume armazenado em tanques e linhas [m³]	Vazão de bombeio / fluxo	Tempo Máximo de interrupção	Volume de óleo liberado na transferência [m³]	Porção de óleo liberado para o mar	Volume derramado no mar [m³]
24	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Óleo Sujo	2.603,87	-	-	-	100%	2.603,87
25	Fluido de Base não Aquosa	1.395,36	-	-	-	100%	1.395,36
26	Óleo Diesel	200	-	-	-	4%	8
27	Óleo Diesel		-	-	-	100%	200
28	Óleo Diesel	500	-	-	-	100%	500

Coordenador:

Gerente:

Técnico:




II.9.5 - 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 acidentais analisados para a atividade de perfuração com o emprego da unidade marítima de perfuração NORBE VI.

Esta análise foi subsidiada por bancos de dados como HSE (2018) e *Scandpower*, a partir dos quais foram extraídas as taxas de falha de equipamentos e frequências de eventos acidentais, possibilitando, dessa forma, a determinação das frequências de ocorrência associadas aos cenários acidentais analisados.

As frequências apresentadas neste estudo referentes à unidade de perfuração correspondem às frequências apresentadas no Anexo 3 - Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração a ser empregada, documento já aprovado pela CGMAC/DILIC/IBAMA. Dessa forma, no que diz respeito aos cenários acidentais referentes à unidade de perfuração, neste item são apresentadas apenas as frequências finais de cada cenário, conforme constantes no Anexo 3 do CADUMP da unidade de perfuração. No Anexo A deste documento são apresentados os P&IDs dos sistemas de óleo diesel, fluido de base não aquosa, granéis e drenagem e o plano de capacidade da unidade de perfuração. Já no Anexo B é apresentado o Anexo 3 - Identificação dos Cenários Acidentais da UMP, do CADUMP da plataforma NORBE VI. Já o Anexo C apresenta as memórias de cálculos para determinação das frequências dos cenários acidentais apresentados no Anexo 3 - Identificação dos Cenários Acidentais da UMP, do CADUMP da plataforma NORBE VI (Anexo B deste documento).

De posse das frequências de cada cenário foi possível, conjuntamente com as respectivas severidades associadas, determinar o risco operacional associado aos cenários analisados nas planilhas de APR.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

▪ **Cenários 01, 02 e 03**

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 2.861,76 m³/dia, resultando, portanto, em um volume total de 85.853 m³ de óleo cru. Dessa forma, têm-se os seguintes cenários de liberação de óleo:

- ▶ **Cenário 01** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 02** - Médio vazamento (até 200 m³): Severidade Média (II).
- ▶ **Cenário 03** - Grande vazamento (até 85.853 m³): Severidade Catastrófica (IV).

Com relação à frequência de ocorrência de *blowout*, não é possível fazer distinção entre diferentes magnitudes com base nos dados disponíveis em bancos de dados. Para esta análise, a taxa de frequência para ocorrência de *blowout* foi obtida do IOGP (2019), que fornece o valor de 3,40E-05 por poço de desenvolvimento perfurado. Considerando que a duração média estimada para perfuração de cada poço é de três meses, espera-se a perfuração de no máximo quatro poços por ano, resultando a frequência indicada no **Quadro II.9-13**:

Quadro II.9-13 – Frequência dos cenários 01, 02 e 03.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
01	1,36E-04	Remota	B
02	1,36E-04	Remota	B
03	1,36E-04	Remota	B

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
----------------------	------------------	------------------

▪ **Cenários 04 e 05**

Para a determinação do volume máximo de barita/bentonita possível de ser liberado durante a sua transferência desde os barcos de apoio até a estocagem na unidade de perfuração, considerou-se o volume do maior silo de barita/bentonita existente na unidade marítima *NORBE VI*, o qual possui a capacidade de 42,49 m³. Como resultado obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 04** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 05** - Médio vazamento (até 42,49 m³): Severidade Média (II).

Com relação à frequência de ocorrência desses cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração tem-se que as frequências associadas aos cenários 04 e 05 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-14**.

Quadro II.9-14 – Frequência dos cenários 04 e 05.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
04	1,83E-02	Provável	D
05	5,92E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 06 e 07**

Para a determinação do volume máximo de cimento possível de ser liberado durante a sua transferência desde os barcos de apoio até a estocagem na unidade de perfuração, considerou-se o volume do maior silo de cimento existente na unidade marítima *NORBE VI*, o qual possui a capacidade de 42,49 m³. Como resultado obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 06** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	--------------

► **Cenário 07** – Médio vazamento (até 42,49 m³): Severidade Média (II).

Com relação à frequência de ocorrência desses cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração tem-se que as frequências associadas aos cenários 06 e 07 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-15**.

Quadro II.9-15 – Frequência dos cenários 06 e 07.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
06	9,41E-03	Ocasional	C
07	2,99E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 08 e 09**

Para a determinação do volume máximo de fluido de perfuração possível de ser liberado durante o seu armazenamento e circulação, considerou-se o inventário do maior tanque de fluido da unidade (tanque de lama reserva), o qual possui capacidade de 185,2 m³. Embora o fluido de perfuração de base não aquosa possua em média 62% de óleo em sua composição, foi considerado, de forma conservativa, que o fluido de perfuração de base não aquosa seja composto 100% por óleo. Dessa forma, podem ser consideradas duas classes de magnitude para este sistema, cada uma resultando em um cenário acidental, com severidades distintas, conforme a seguir:

► **Cenário 08** – Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).

► **Cenário 09** – Médio vazamento (até 185,2 m³): Severidade Média (II).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 08 e 09 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-16**.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico:</p>
---	---	---

Quadro II.9-16 – Frequência dos cenários 08 e 09.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
08	3,55E-02	Provável	D
09	9,27E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 10, 11 e 12**

O máximo volume de óleo diesel possível de ser liberado a partir do sistema de armazenamento e circulação de óleo diesel, compreendendo a transferência de óleo diesel dos tanques de armazenamento para os diversos consumidores, é de 679,31 m³, correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo diesel existente na unidade de perfuração. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 10** – Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 11** – Médio vazamento (até 200 m³): Severidade Média (II).
- ▶ **Cenário 12** – Grande vazamento (até 679,31 m³): Severidade Crítica (III).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 10, 11 e 12 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-17**.

Quadro II.9-17 – Frequência dos cenários 10, 11 e 12.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
10	1,65E-02	Provável	D
11	4,23E-03	Ocasional	C
12	1,56E-04	Remota	B

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</p>
---	---	--

▪ **Cenários 13 e 14**

O máximo volume de óleo lubrificante possível de ser liberado a partir do sistema de armazenamento e circulação de óleo lubrificante é de 19,64 m³ (tanque localizado na praça de máquinas), correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo lubrificante existente na unidade de perfuração. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 13** – Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 14** – Médio vazamento (até 19,64 m³): Severidade Média (II).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 13 e 14 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-18**.

Quadro II.9-18 – Frequência dos cenários 13 e 14.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
13	4,74E-03	Ocasional	C
14	1,34E-03	Ocasional	C

▪ **Cenário 15**

Para a determinação do máximo volume de óleo hidráulico possível de ser liberado a partir dos tanques de armazenamento, considerou-se o volume de 2,25 m³, o qual corresponde à capacidade máxima do tanque de armazenamento de óleo hidráulico existente na unidade de perfuração, resultando no seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 15** – Pequeno vazamento (até 2,25 m³): Severidade Menor (I).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	--------------

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 15 é aquela apresentada no **Quadro II.9-19**:

Quadro II.9-19 – Frequência do cenário 15.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
15	3,85-04	Remota	B

▪ **Cenários 16 e 17**



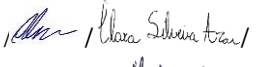
Para a determinação do máximo volume de água oleosa possível de ser liberada a partir do sistema de drenagem de águas oleosas, englobando a coleta, o tratamento e o descarte de efluentes, considerou-se o volume de 9,32 m³, o qual corresponde ao inventário de um dos quatro tanques de água de drenagem contaminada existentes na unidade de perfuração, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

▶ **Cenário 16** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).

▶ **Cenário 17** - Médio vazamento (até 9,32 m³): Severidade Média (II).

Esses cenários tratam da liberação de um efluente oleoso (água oleosa com teor acima de 15 ppm), ou seja, a concentração de óleo nesse efluente corresponde apenas a um pequeno percentual do volume total liberado. Todavia, para fins de classificação de severidade foi considerado, de forma conservativa, que todo o volume de efluente oleoso liberado seja composto por óleo.

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 16 e 17 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-20**.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Quadro II.9-20 – Frequência dos cenários 16 e 17.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
16	3,71E-03	Ocasional	C
17	9,43E-04	Remota	B

▪ Cenários 18 e 19

O volume máximo de óleo sujo possível de ser liberado a partir da unidade de perfuração é de 11,99 m³, volume correspondente ao inventário de um dos quatro tanques de água de drenagem contaminada, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 18** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 19** - Médio vazamento (até 11,99 m³): Severidade Média (II).



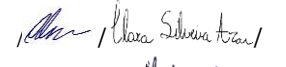
Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 18 e 19 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-21**.

Quadro II.9-21 – Frequência dos cenários 18 e 19.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
18	2,81E-03	Ocasional	C
19	7,66E-04	Remota	B

▪ Cenário 20

Para a determinação do máximo volume de óleo possível de ser liberado quando da ocorrência de queda de tambor ou tanque portátil no mar durante as operações de carga e descarga, considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

vazamento com volume de 5 m³, capacidade típica desses recipientes. Como resultado tem-se o seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 20** - Pequeno vazamento (até 5 m³): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 20 é aquela apresentada no **Quadro II.9-22**.

Quadro II.9-22 – Frequência do cenário 20.



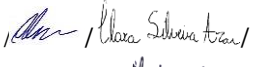
CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
20	6,67E-03	Ocasional	C

▪ **Cenário 21**

Assim como para o Cenário 20, para a determinação do máximo volume de produtos químicos possível de ser liberado quando da ocorrência de queda de tambor, tanque portátil ou big-bag no mar durante as operações de carga e descarga, considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno vazamento com volume de 5 m³. Como resultado tem-se o seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 21** - Pequeno vazamento (até 5 m³): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 21 é aquela apresentada no **Quadro II.9-23**.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Quadro II.9-23 – Frequência do cenário 21.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
21	6,67E-03	Ocasional	C

▪ **Cenário 22**

Para o cálculo do máximo volume liberado de óleo diesel durante a transferência do barco de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se um vazamento durante 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 unidade de perfuração há um técnico de prontidão em cada uma das unidades. Com relação à taxa de liberação de óleo, considerou-se a vazão de 90 m³/h, a qual corresponde à vazão média de transferência de óleo dentre os barcos de apoio a serem utilizadas na atividade. Dessa forma o volume máximo possível de ser liberado durante a operação de abastecimento da unidade de perfuração é de 4,5 m³, resultando no seguinte cenário accidental:

► **Cenário 22** – Pequeno vazamento (até 4,5 m³): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 22 é aquela apresentada no **Quadro II.9-24**.

Quadro II.9-24 – Frequência do cenário 22.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
22	2,12E-03	Ocasional	C

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico:</p>
---	---	---

▪ **Cenário 23**

Para a determinação da severidade do cenário associado ao vazamento de fluido de perfuração durante a sua transferência do barco de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se a possibilidade de ocorrência de vazamentos de pequena magnitude, tendo sido adotado como volume máximo o limite da categoria de pequenos vazamentos, 8 m³. Dessa forma, tem-se o seguinte cenário acidental:

► **Cenário 23** - Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).



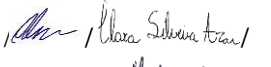
Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 23 é aquela apresentada no **Quadro II.9-25**.

Quadro II.9-25 – Frequência do cenário 23.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
23	2,68E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 24 e 25**

Para a determinação do volume máximo de óleo possível de ser liberado em decorrência do afundamento / adernamento da unidade marítima, considerou-se a soma de todos os tanques de óleo existentes na unidade – óleo diesel, óleo lubrificante, óleo hidráulico e óleo sujo – totalizando 2.603,87 m³. Já para a determinação do volume máximo de fluido não aquoso possível de ser liberado em consequência do afundamento / adernamento da unidade marítima, considerou-se a soma de todos os tanques de fluido não aquoso existentes na unidade – fluido ativo e fluido reserva – totalizando 1.395,36 m³. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários acidentais e respectivas severidades:

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

- ▶ **Cenário 24** – Grande vazamento (até 2.603,87 m³): Severidade Crítica (III).
- ▶ **Cenário 25** – Grande vazamento (até 1.395,36 m³): Severidade Crítica (III).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 24 e 25 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-26**.

Quadro II.9-26 – Frequência dos cenários 24 e 25.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
18	1,62E-03	Ocasional	C
19	1,62E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 26 e 27**

Os cenários correspondentes ao vazamento de óleo diesel devido a furo / ruptura do tanque de armazenamento dos barcos de apoio têm como volume máximo possível de ser liberado 200 m³, correspondendo ao volume do maior tanque de armazenamento de óleo diesel dos barcos de apoio previstos para a atividade (o volume máximo da categoria de médio vazamento está sendo considerado de forma conservativa de forma a cobrir novas embarcações de apoio a serem empregadas na atividade, se aplicável).

Dessa forma, tem-se os seguintes possíveis cenários acidentais decorrentes do vazamento de óleo diesel marítimo devido a furo / ruptura do tanque de armazenamento de óleo diesel nos barcos de apoio:

- ▶ **Cenário 26** – Pequeno vazamento (até 8 m³): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 27** – Médio vazamento (até 200 m³): Severidade Média (II).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	--------------

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário acidental, a análise do evento iniciador resultou em frequências de ocorrência de 6,97E-05/ano (pequeno vazamento) e 1,39E-04/ano (médio vazamento), as quais correspondem às taxas de pequeno e médios vazamentos a partir de tanques de armazenamento, de acordo com o HSE *online* (2019). As respectivas classificações das frequências dos cenários estão apresentadas no **Quadro II.9-27**:

Quadro II.9-27 – Frequência dos cenários 26 e 27.



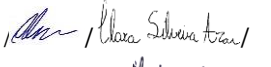
CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
26	6,97E-05	Extremamente Remota	A
27	1,39E-04	Remota	B

▪ **Cenário 28**

Para a determinação da severidade do cenário acidental relacionado ao vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade e consequente afundamento das embarcações de apoio, considerou-se a capacidade total de armazenamento de óleo diesel (500 m³) nos barcos de apoio tipo previstos para a atividade. Dessa forma, tem-se o seguinte possível cenário acidental:

► **Cenário 28** - Grande vazamento (até 500 m³): Severidade Crítica (III).

O volume total de óleo diesel armazenado no barco de apoio engloba o volume de óleo necessário para o consumo próprio da embarcação de apoio e o volume de óleo para abastecimento da unidade de perfuração. Este cenário contempla também a possibilidade de vazamento de fluido de perfuração de base não aquosa a partir das embarcações de apoio. No entanto, foi considerado o volume do maior tanque de óleo diesel em razão de o teor de óleo nesse tipo de fluido ser inferior a 100% (aproximadamente 62%), além do fato de o inventário do tanque de óleo diesel ser superior ao do tanque de fluido de perfuração.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, assim como ocorreu para a determinação da frequência associada ao afundamento da unidade marítima de perfuração, foi utilizado como referência o “Reference Manual Bevi Risk Assessment”, versão 3.2, do *National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)* de 2009. De acordo com essa referência, a frequência para este 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 acordo com estimativas logísticas, durante a realização da atividade de perfuração há previsão de realização de 15 operações de carga/descarga por mês, totalizando 180 operações por ano (N = 180).

Além disso, como o cenário de colisão está associado à aproximação entre a unidade marítima de perfuração e o barco 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 = 180).

Adicionalmente, estimativas logísticas baseadas em outras atividades indicam uma duração máxima de 20 horas para cada operação de descarga (ou seja, t = 20).

Assim, a frequência obtida para o Cenário 28, com a respectiva classificação de frequência, é apresentada no **Quadro II.9-28**.

Quadro II.9-28 -Frequência do cenário 28.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano ⁻¹)	Denominação	Categoria
28	4,52E-05	Extremamente Remota	A

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
----------------------	------------------	------------------

II.9.5.1 - Sumários dos Resultados Obtidos

O **Quadro II.9-29** apresenta a consolidação dos resultados obtidos para a frequência e severidade dos cenários analisados.

<p>Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente: <i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico: <i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</i></p>
--	---------------------------------------	--

Quadro II.9-29 – Sumário dos resultados obtidos para os sistemas e subsistemas analisados.

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano ¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
01	I. Perfuração do Poço	I.1 – Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (O relatório supramencionado apresenta registros de acidentes <i>out</i>), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	8	Menor	I	Baixo
02			Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>Blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	200	Média	II	Baixo
03			Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>Blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	85.853	Catastrófica	IV	Médio

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano ¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
04	II. Plataforma NORBE VI	II.1 - Transferência e Armazenamento de Barita e Bentonita	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita).	1,83E-02	Provável	D	8	Menor	I	Médio
05			Médio vazamento de pó (barita /bentonita).	5,92E-03	Ocasional	C	42,49	Média	II	Médio
06		II.2 -Transferência e Armazenamento de Cimento	Pequeno vazamento de pó (cimento).	9,41E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
07			Médio vazamento de pó (cimento).	2,99E-03	Ocasional	C	42,49	Média	II	Médio
08		II.3 - Armazenamento e Circulação de Fluido	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	3,55E-02	Provável	D	8	Menor	I	Baixo
09			Médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	9,27E-03	Ocasional	C	185,2	Média	II	Médio
10		II.4 - Armazenamento e Circulação de Óleo	Pequeno vazamento de óleo diesel.	1,65E-02	Provável	D	8	Menor	I	Médio

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano ¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
11		Diesel	Médio vazamento de óleo diesel.	4,23E-03	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
12	II. Plataforma NORBE VI	II.4 - Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Grande vazamento de óleo diesel.	1,56E-04	Remota	B	679,31	Crítica	III	Médio
13		II.5 - Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante	Pequeno vazamento de óleo lubrificante.	4,74E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
14		II.5 - Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante	Médio vazamento de óleo lubrificante.	1,34E-03	Ocasional	C	19,64	Média	II	Médio
15		II.6 - Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico	Pequeno vazamento de óleo hidráulico.	3,85E-04	Remota	B	2,25	Menor	I	Baixo
16		II.7 - Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas	Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	3,71E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
17		II.7 - Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas	Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	9,43E-04	Remota	B	9,32	Média	II	Baixo
18		II.8 - Coleta e Destinação de Óleo	Pequeno vazamento de óleo sujo.	2,81E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
19		II.8 - Coleta e Destinação de Óleo	Médio vazamento de óleo sujo.	7,66E-04	Remota	B	11,99	Média	II	Baixo

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Alana Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano ¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
		Sujo								
20		II.9 - Operações de Carga e Descarga	Pequeno vazamento de óleo.	6,67E-03	Ocasional	C	5	Menor	I	Baixo
21			Pequeno vazamento de produto químico.	6,67E-03	Ocasional	C	5	Menor	I	Baixo
22	II. Plataforma NORBE VI	II.10 - Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Pequeno vazamento de óleo diesel.	2,12E-03	Ocasional	C	4,5	Menor	I	Baixo
23		II.11 - Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/ completção/ intervenção.	2,68E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
24		II.12 - Estabilidade da Unidade Marítima	Grande vazamento de óleo.	1,62E-03	Ocasional	C	2.603,87	Crítica	III	Médio

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano ¹)	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m ³)	Denominação	Categoria	
25			Grande vazamento de fluido não aquoso.	1,62E-03	Ocasional	C	1.395,36	Crítica	III	Médio
26	III. Atividades de Logística e de Apoio	III.1 – Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio	Pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	6,97E-05	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo
27			Médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	1,39E-04	Remota	B	200	Média	II	Baixo
28		III.2 – Estabilidade dos Barcos de Apoio	Grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento.	4,52E-05	Extremamente Remota	A	500	Crítica	III	Baixo

Coordenador:




Gerente:

Técnico:

II.9.5.2 - Planilhas de APR

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

O **Quadro II.9-30**, apresentado posteriormente às planilhas de APR, contém as recomendações resultantes da análise.


 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/03				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (Blowout), com espalhamento de óleo no mar. (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	<ul style="list-style-type: none"> - Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (kick). - Falha de operação do BOP (Blowout Preventer) e dos dispositivos auxiliares. - Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço. - Peso de fluido de perfuração insuficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle do poço. - Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poço / flash. 	B	I	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de blowout. R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. 	01	

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 01/03				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
							R11) Manter peso de fluido adequado.	

Coordenador:

denando Oliveira Lopes

Gerente:

Clairino Araújo

Técnico:

[Signature] / *Clara Silveira Azeiteiro* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/03				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (Blowout), com espalhamento de óleo no mar. (8 ≤ MV ≤ 200 m ³)	<ul style="list-style-type: none"> - Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (kick). - Falha de operação do BOP (Blowout Preventer) e dos dispositivos auxiliares. - Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço. - Peso de fluido de perfuração insuficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentação de controle do poço. - Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poço / flash. 	B	II	<p>Baixo</p>	<ul style="list-style-type: none"> R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de blowout. R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. 	02	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 02/03					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
							R1) Manter peso de fluido adequado.		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 03/03					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>Blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar. (200 ≤ GV ≤ 47.700 m³)	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>). - Falha de operação do BOP (<i>Blowout Preventer</i>) e dos dispositivos auxiliares. - Falha operacional/humana nos procedimentos de	- Instrumentação o de controle do poço. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio explosão	B	IV	Médio	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção,	03	

Coordenador:

Demarcio Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 03/03					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
	retomada do controle ou fechamento do poço. - Peso de fluido de perfuração insuficiente.						manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R11) Manter peso de fluido adequado.			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR						
EMPRESA: PRIO			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS			REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.1: Transferência e Armazenamento de Pó (Barita e Bentonita).				DATA: Outubro de 2022

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura]* / *Clara Silveira Azer* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita). (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	D	I	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	04

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR		
EMPRESA: PRIO	FOLHA: 02/02	
DEPARTAMENTO: SMS	REVISÃO: 01	

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.1: Transferência e Armazenamento de Pó (Barita e Bentonita).			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de pó (barita/bentonita). (8 ≤ MV ≤ 42,49 m³)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - perda de posição; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	c	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	05

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

EMPRESA: PRIO				FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.2: Transferência e Armazenamento de Pó (Cimento)			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de pó (cimento). (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional	- Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	06

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.2: Transferência e Armazenamento de Pó (Cimento)		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de pó (barita /bentonita). (8 ≤ MV ≤ 42,49 m³)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - perda de posição; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	07	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria De Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção. (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Vazamento contido na unidade marítima de perfuração (UMP).	D	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo,	08

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria De Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador: *demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção. (8 ≤ MV ≤ 185,2 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	09

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*


Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/03			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Vazamento contido na unidade marítima de perfuração (UMP).	D	I	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	10

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

demando Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

[Signature] / *Clara Silveira Azeiteiro* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 02/03					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de óleo diesel (8 ≤ MV ≤ 200 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar – PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	11	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 03/03				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de óleo diesel (200 ≤ CV ≤ 679,31 m³)	Ruptura em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, devido a: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça / flash	B	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	12	

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.5: Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo lubrificante (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	13	

Coordenador:

Gerente:


Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.5: Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de óleo lubrificante (8 < MV ≤ 19,64 m³)	Ruptura de: - linhas; - tanques; - válvulas.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	14	

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

denando Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo hidráulico (0 < PV ≤ 2,25 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	B	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	15

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR	
------------------------------------	--

Coordenador: *demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.7: Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm) (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tubulações, tanques, no separador água/óleo, bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	16

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.7: Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm) (8 < MV ≤ 9,32 m³)	Falha no controle do sistema de separação água/óleo e ruptura em tubulações, tanques, no vaso separador água e óleo, bombas e válvulas devido a: - falha mecânica; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	B	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	17	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo sujo (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, tubulações. Bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha intrínseca - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo,	18

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de óleo sujo (8 < MV ≤ 11,99 m³)	Ruptura em tanques, tubulações, bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha intrínseca - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	B	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).	19

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo (0 < PV ≤ 8 m ³)	Queda de tambor / tanque portátil no mar devido a: - problema no guindaste - falha operacional.	- Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.	20	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de produto químico (0 < PV ≤ 8 m³)	Queda de tambor / tanque portátil ou <i>big-bag</i> no mar devido a: - problema no guindaste - falha operacional.	- Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para	21

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							operações de carga e descarga.			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR		
EMPRESA: PRIO	FOLHA: 01/01	

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura]* / *Clara Silveira Azer* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.10: Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima.			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel (0 < PV ≤ 8 m³)	Ruptura em mangotes, tubulações e válvulas devido a: - falha intrínseca; - falha operacional; - transbordamento dos tanques.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash	C	I	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência.	22

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.10: Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							<p>R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).</p> <p>R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p> <p>R17) Antes da aproximação à unidade marítima, 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>R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p>			

Coordenador:

demando Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.11: Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção (0 < PV ≤ 8 m³)	Ruptura em mangotes, tubulações e válvulas devido a: - falha intrínseca; - falha operacional; - transbordamento dos tanques.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	C	I	<div style="background-color: green; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Baixo</div>	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R15) Preferencialmente realizar transferência de	23

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.11: Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural). R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada. R17) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.			

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.12: Estabilidade da Unidade Marítima		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Grande vazamento de óleo (CV ≤ 2.603,87 m³)	Afundamento / adernamento da unidade marítima.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio / explosão.	C	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.	24

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.12: Estabilidade da Unidade Marítima		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de fluido não aquoso (GV ≤ 1.395,36 m³)	Afundamento / adernamento da unidade marítima.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	C	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.	25	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio. (0 < PV ≤ 8 m³)	Vazamentos em tanques devido à: - corrosão; - ruptura do tanque; - falha operacional; - colisão com outras embarcações.	- Instrumentação de Controle. Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash.	A	I	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	26

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio. (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamentos em tanques devido à: - corrosão; - ruptura do tanque; - falha operacional; - colisão com outras embarcações.	- Instrumentação de Controle. Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash.	B	II	<div style="background-color: green; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Baixo</div>	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam	27


Coordenador:


Gerente:

Técnico:

PETRO RIO JAGUAR PETRÓLEO LTDA
Estudo Ambiental de Perfuração (EAP) Relativo à Atividade de
Perfuração Marítima do Campo de Wahoo
Estudo Ambiental de Perfuração - EAP

22541619-00-EAP-RL-0001-00
OUTUBRO DE 2022 Rev. n° 00

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
							adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Estabilidade dos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

demando Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Estabilidade dos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento. (CV ≤ 500 m³)	<ul style="list-style-type: none"> - Condições meteoceanográficas adversas - Danos Estruturais - Colisão com embarcações 	Visual.	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash. 	A	III	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	28

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

II.9.5.3 - Recomendações Resultantes da APR

Das planilhas de Análise Preliminar de Riscos anteriormente apresentadas resultaram as recomendações apresentadas no **Quadro II.9-30**, a seguir.

Quadro II.9-30 – Recomendações resultantes da APR.




RECOMENDAÇÕES	
R1	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.
R2	Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .
R3	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.
R4	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).
R5	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
R6	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.
R7	Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO
R8	Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.
R9	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.
R10	Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.
R11	Manter peso de fluido adequado.
R12	Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.
R13	Não realizar transferência em condições de mar adversas.
R14	Seguir procedimento operacional para transferência.
R15	Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).
R16	Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.
R17	Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.
R18	Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.
R19	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes.
R20	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.
R21	Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos</p>
---	---	---

II.9.5.4 - Análise e Avaliação dos Cenários Acidentais Identificados

A aplicação da metodologia apresentada nos itens anteriores possibilitou a construção das planilhas de Análise Preliminar de Riscos. Na análise foram identificados 28 (vinte e oito) cenários acidentais, dos quais 03 (três) estão associados à perfuração do poço, 22 (vinte e dois) são referentes à plataforma NORBE VI e 03 (três) são referentes às atividades de logística e de apoio. No que diz respeito à severidade das consequências, do total de cenários identificados, 15 (quinze) foram classificadas como sendo de severidade **Menor (I)**, 08 (oito) como severidade **Média (II)**, 04 (quatro) como severidade **Crítica (III)** e 01 (um) como severidade **Catastrófica (IV)**. Com relação à frequência de ocorrência dos cenários analisados, 02 (dois) foram classificadas como sendo de ocorrência **Extremamente Remota (A)**, outros 08 (oito) foram classificados como sendo de ocorrência **Remota (B)**, 15 (quinze) como sendo de ocorrência **Ocasional (C)**, 03 (três) como sendo de ocorrência **Provável (D)**, enquanto nenhum foi considerado como sendo de ocorrência **Frequente (E)**. Combinando-se as frequências dos cenários analisados com as suas respectivas severidades, de acordo com a Matriz de Riscos, obteve-se que todos os 17 (dezessete) cenários analisados foram classificados como sendo de **Risco Baixo**, 11 (onze) como sendo de **Risco Médio**, enquanto nenhum cenário foi classificado como sendo de **Risco Alto**.

O **Quadro II.9-31** sintetiza esses resultados.

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

Quadro II.9-31 – Distribuição dos cenários na matriz de risco.

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

FREQUÊNCIA				
EXTREMAMENTE REMOTA	REMOTA	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
02	08	15	03	0
7,14%	28,57%	60,71%	3,57%	0,0%

SEVERIDADE			
MENOR	MÉDIA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA
15	08	04	01
53,57%	28,57%	14,29%	3,57%

RISCO		
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
17	11	0
60,71%	39,29%	0%

Nota: Conforme premissa estabelecida no item I.3.3 - Volumes Liberados de Óleo, cenários ambientais nos quais se considera a contenção do vazamento a bordo da unidade marítima de perfuração foram considerados de risco baixo. Os cenários reclassificados na tabela acima foram: C10, C11 e C14.

II.9.5.5 - Árvores de Eventos

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	--------------

Para o cálculo das frequências dos cenários acidentais decorrentes dos eventos iniciadores identificados na Análise Preliminar de Riscos (APR), foram construídas árvores de eventos associando aos eventos iniciadores probabilidades de ocorrência de eventos que podem interferir na sua evolução, conforme ilustrado na **Figura II.9-5**.

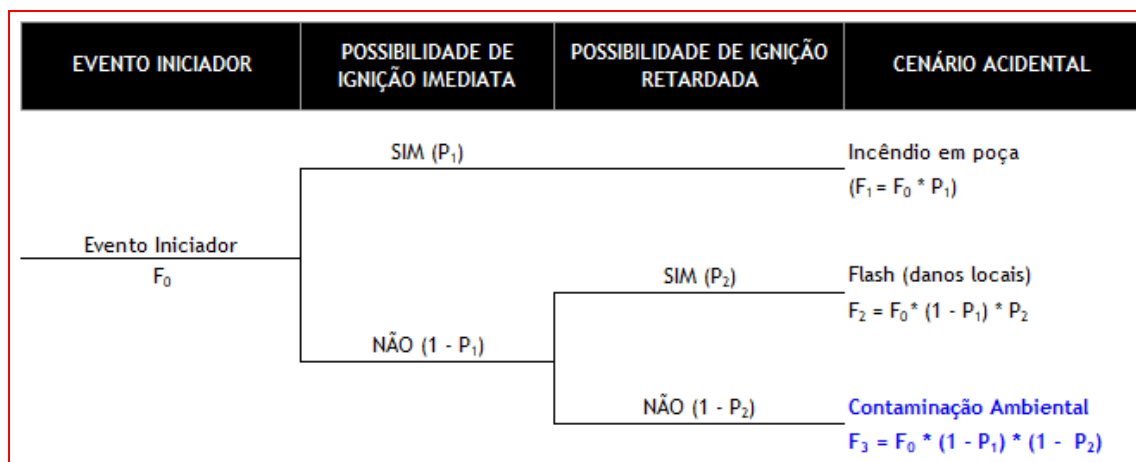


Figura II.9-5 - Árvore de eventos para cálculo da frequência dos cenários acidentais.

O **Quadro II.9-32** apresenta as probabilidades de ignição adotadas neste estudo, obtidas do IOGP (2010), e o **Quadro II.9-33** as frequências dos cenários acidentais. Na composição dos cenários foram adotadas as seguintes premissas:

- Foram considerados apenas os sistemas envolvendo derramamento de óleos (óleo cru, óleo combustível, óleo lubrificante, óleo hidráulico e fluido de base não aquosa) de forma a atender às orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA), segundo as quais devem ser considerados apenas os efeitos de contaminação ambiental por óleo. Dessa forma, não foram aqui contemplados os cenários analisados na APR envolvendo barita/bentonita e cimento, bem como vazamentos de óleo e fluido de perfuração em áreas cobertas pelo sistema de drenagem da unidade de perfuração sendo, portanto, contidos pelo sistema de drenagem, não resultando dessa forma em contaminação ambiental;

<p style="text-align: center;"><i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"><i>Cláudio Araújo</i></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"><i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos</i></p> <p>Técnico:</p>
---	--	--

- Complementarmente, de forma conservativa, foi considerado que, caso a capacidade de contenção do sistema de drenagem seja inferior ao volume de óleo liberado em cada sistema analisado, o vazamento é 100% não contido, ou seja, que todo o volume de óleo liberado atingiria o mar, resultando, portanto, em contaminação ambiental;
- Uma vez que a probabilidade de ignição disponível em bancos de dados está associada a vazões mássicas, 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 (imediata + retardada) associada a cada taxa de vazamento;
- Para determinar a vazão mássica das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados envolvendo armazenamento 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 a norma P4.261 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 três minutos, o qual corresponde ao tempo 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 IOGP (*International Association of Oil and Gas Producers*) fornece uma probabilidade de ignição imediata de 9% e uma probabilidade de ignição retardada de 16%;

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos

- Nas árvores de evento elaboradas, os três eventos de decisão considerados foram: possibilidade de poça confinada, possibilidade de ignição imediata e possibilidade de ignição retardada resultando em flash ou incêndio, tendo esses sido considerados na ordem citada;
- O evento de decisão referente à poça confinada foi apresentado nas árvores de evento apenas de forma ilustrativa, já que para os cenários acidentais ocorridos na unidade marítima de perfuração o vazamento ficaria contido na unidade. Por sua vez, para os demais eventos acidentais em que não há possibilidade de contenção, como é o caso da perda de controle do poço e os cenários relativos às embarcações de apoio, foi adotada a premissa de que 100% do inventário de óleo atinge o mar;
- Para os cenários referentes à queda de carga no mar durante as operações de carga e descarga não foi construída a árvore de eventos, já que o evento resulta diretamente em contaminação ambiental, não sendo aplicáveis os demais desdobramentos acidentais;
- Para os cenários referentes a vazamentos de água oleosa (acima de 15 ppm) não foram elaboradas árvores de eventos, pois, em virtude do baixo teor de óleo presente no efluente oleoso, não foram considerados outros desdobramentos acidentais além de contaminação ambiental;
- De forma análoga, para os cenários envolvendo liberações de fluido de perfuração de base não aquosa também não foram considerados desdobramentos acidentais e, portanto, não foram elaboradas árvores de eventos, ou seja, foi considerado, de forma conservativa, que 100% do inventário liberado resultaria em contaminação ambiental. Tal premissa deve-se ao fato de fluidos de base não aquosa possuírem em sua composição um teor de óleo de cerca de 60%;
- 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 flash e explosão decorrentes da ignição retardada. Com relação à

Coordenador:



Gerente:



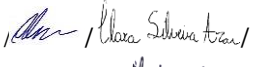


Técnico:



contaminação ambiental, tipologia acidental com a maior frequência associada, esta foi considerada quando não há ignição;

- Para os cenários/tipologias acidentais de incêndio em poça, flash e explosão, considerou-se que estas resultam apenas em danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental;

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Quadro II.9-32 – Probabilidades de ignição associadas aos 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 Flash	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão	
1	Perfuração do Poço	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	890	7.120	-	-	0,2500	0,0900	0,1600	-	
2				200,00		178.000		-	0,2500	0,0900	-	0,1600	
3				85.853,00		76.409.170		-	0,2500	0,0900	-	0,1600	
9	Plataforma NORBE VI	Armazenamento e Circulação de Fluido	Fluido de Perfuração	185,20	930	172.236	180	956,87	-	-	-	-	
11		Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	200,00	850	170.000	600	283,33	0,0024	0,0010	0,0014	-	
12				679,31	850	577.414		962,36	0,0024	0,0010	-	0,0014	
16		Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas	Efluente Oleoso	8,00	930	7.440	600	12,40	-	-	-	-	-
17				9,32		8.668		14,45	-	-	-	-	
20				Operações de Carga e Descarga		Resíduo Oleoso		5,00	930	4.650	-	-	-
22		Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Óleo Diesel	4,50	850	3.825	180	23,61	0,0114	0,0010	0,0104	-	
23	Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Fluido de Perfuração	8,00	930	7440	180	41,33	-	-	-	-		

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

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 Flash	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão
24	Plataforma NORBE VI	Estabilidade da Unidade Marítima	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Óleo Sujo	2.603,87	930	2.421.599	600	4.036,00	0,0024	0,0010	-	0,0014
25			Fluido de Perfuração	1.395,36	930	1.297.685		2.162,81	-	-	-	-
26	Atividades de Apoio e Logística	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	850	6.800	600	37,78	0,0015	0,0010	0,0005	-
27				200,00		170.000		944,44	0,0024	0,0010	0,0014	-
28		Estabilidade das Embarcações de Apoio		500,00		425.000		2.361,11	0,0024	0,0010	-	0,0014

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-33 – 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				
1	Perfuração do Poço	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	0,1600	0,8400	-	1,0000	1,22E-05	1,98E-05	-	1,04E-04
2				200,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	1,22E-05	-	1,98E-05	1,04E-04
3				85.853,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	1,22E-05	-	1,98E-05	1,04E-04
9	Plataforma NORBE VI	Armazenamento e Circulação de Fluido	Fluido de Perfuração	185,20	9,27E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	9,27E-03
11		Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	200,00	4,23E-03	-	1,0000	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	1,0000	4,23E-06	5,92E-06	-	4,22E-03
12		Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas	Efluente Oleoso	679,31	1,56E-04	-	1,0000	0,0010	0,9990	-	1,0000	0,0014	0,9986	1,56E-07	0,00E+00	2,18E-07	1,56E-04
16		8,00		3,71E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	-	3,71E-03
17		Operações de Carga e Descarga	Resíduo Oleoso	9,32	9,43E-04	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	9,43E-04
20		Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Óleo Diesel	5,00	6,67E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	6,67E-03
22		Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Fluido de Perfuração	4,50	2,12E-03	-	1,0000	-	0,9990	0,0104	0,9896	-	1,0000	2,12E-06	2,20E-05	-	2,10E-03
23	8,00	2,68E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	2,68E-03	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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				
24	Plataforma NORBE VI	Estabilidade da Unidade Marítima	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Óleo Sujo	2.603,87	1,62E-03	1,0000	0,0010	0,9990		1,0000	0,0014	0,9986	1,62E-06	0,00E+00	2,27E-06	1,62E-03	
25			Fluido de Perfuração	1.395,36	1,62E-03	1,0000		1,0000		1,0000		1,0000	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,62E-03	
26	Atividades de Apoio e Logística	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	6,97E-05	1,0000	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995		1,0000	6,97E-08	3,43E-08	0,00E+00	6,96E-05	
27				200,00	1,39E-04	1,0000	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986		1,0000	1,39E-07	1,94E-07	0,00E+00	1,39E-04	
28		Estabilidade das Embarcações de Apoio	500,00	4,52E-05	1,0000	0,0010	0,9990		1,0000	0,0014	0,9986	4,52E-08	0,00E+00	6,32E-08	4,51E-05		

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

II.9.6 - Avaliação das Consequências




II.9.6.1 - Modelagem do Transporte de Óleo no Mar

A seguir, serão apresentados os resultados da modelagem do transporte do óleo no mar, os quais contemplam dois cenários sazonais, período 1 (outubro a março) e período 2 (abril a setembro), e três faixas de volume de vazamento de óleo, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA N° 398/08. O **Quadro II.9-34** apresenta os cenários avaliados.

Quadro II.9-34 - Cenários avaliados na modelagem de dispersão de óleo no mar.

Cenário	Período	Volume de Óleo
1	1	8 m ³
2	2	8 m ³
3	1	200 m ³
4	2	200 m ³
5	1	85.853 m ³
6	2	85.853 m ³

A seguir, são apresentados os mapas de probabilidade de presença de óleo na superfície, na coluna d'água, e na costa para os vazamentos de pequeno volume (8 m³), médio volume (200 m³) e *blowout* (85.8530 m³). É importante ressaltar que para esta Análise de Riscos foi considerada a integração da modelagem de superfície com a coluna d'água. Destaca-se que esses mesmos resultados, assim como a metodologia e o relatório completo, encontram-se apresentados no item II.6 (Modelagem da Dispersão de Óleo e Cascalho).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

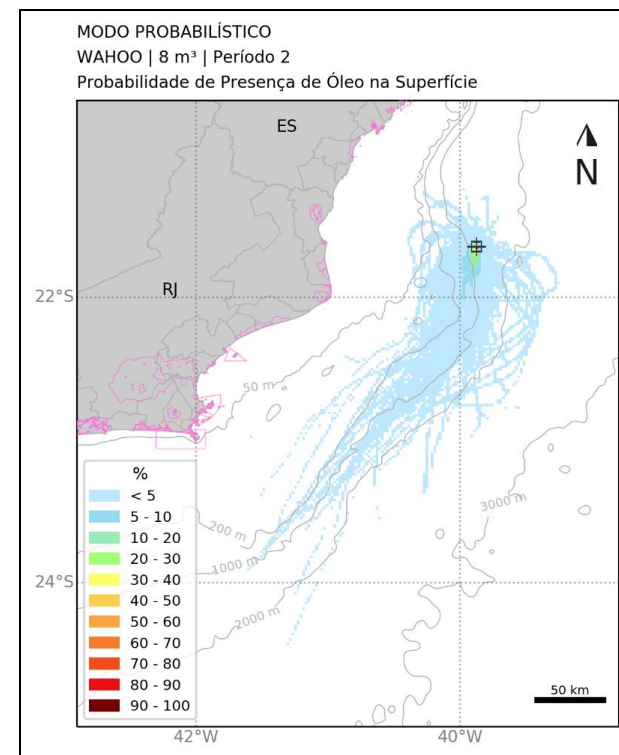
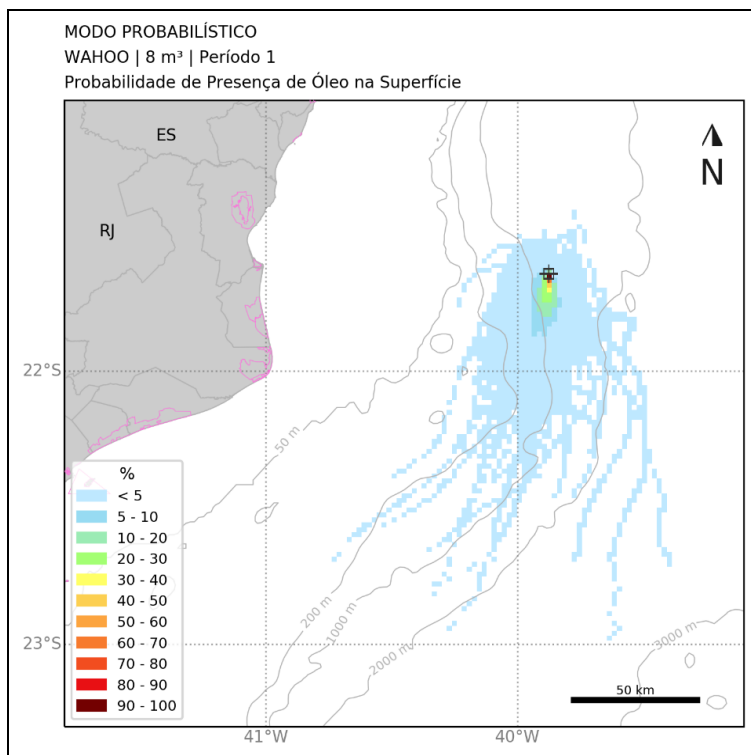


Figura II.9-6- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 8 m³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

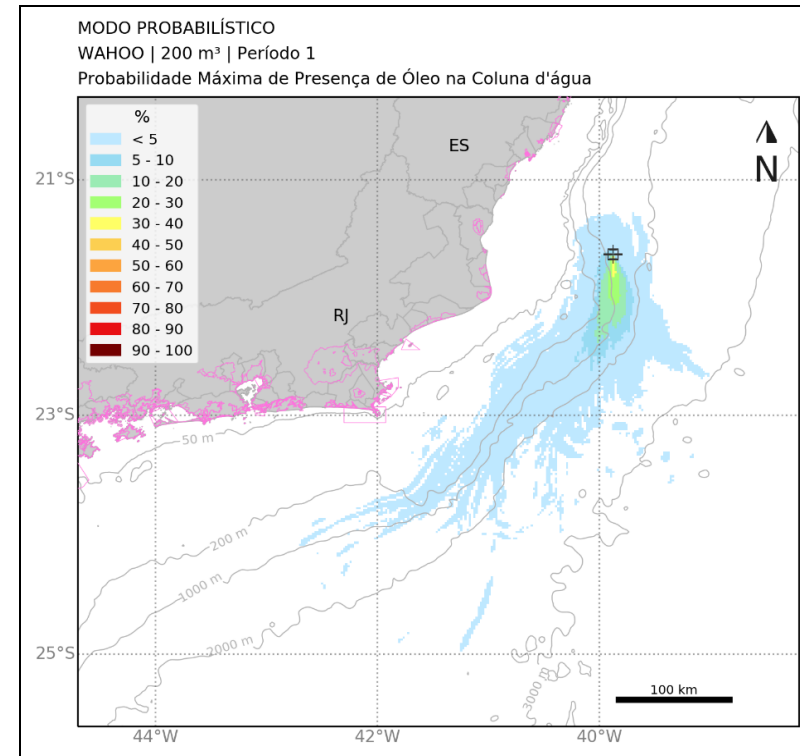
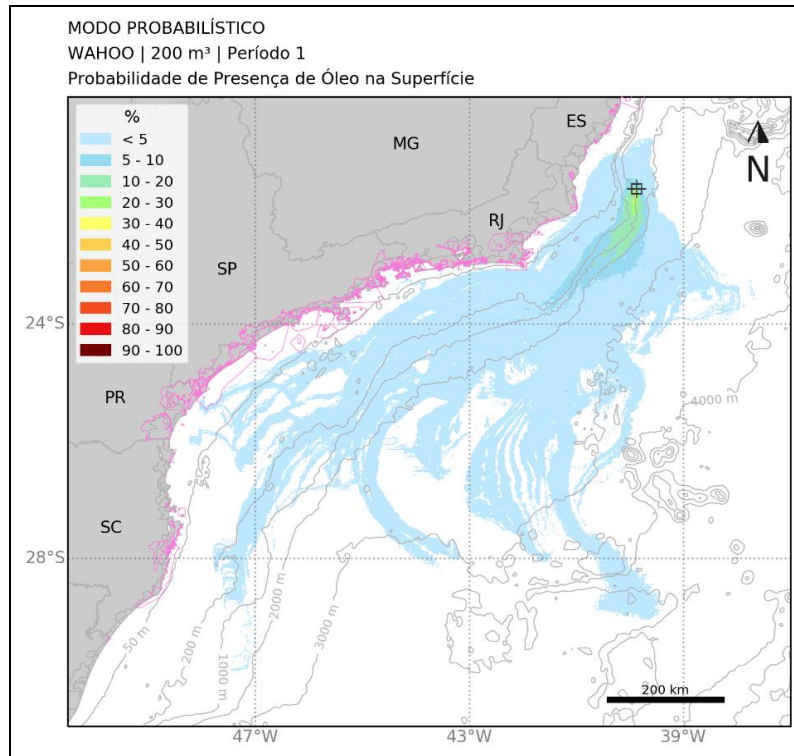


Figura II.9-7- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 200 m³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

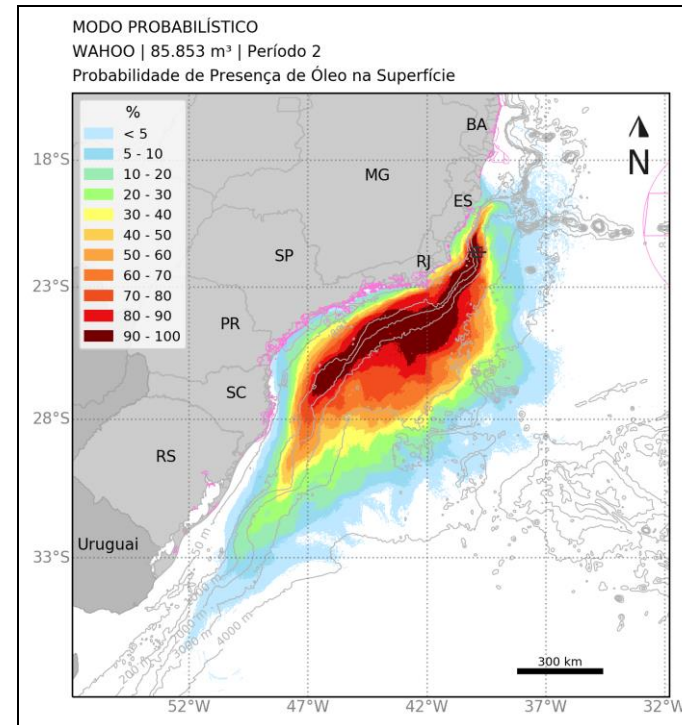
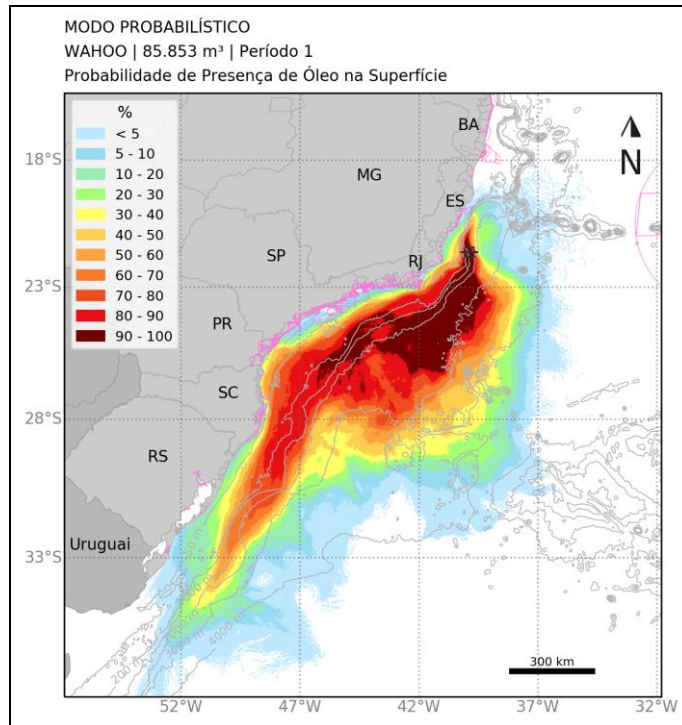


Figura II.9-8- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 85.853 m³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos



22541619-00-EAP-RL-0001-00
OUTUBRO DE 2022 Rev. n° 00

PETRO RIO JAGUAR PETRÓLEO LTDA
Estudo Ambiental de Perfuração (EAP) Relativo à Atividade de
Perfuração Marítima do Campo de Wahoo
Estudo Ambiental de Perfuração - EAP

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto




Técnico:

*Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves /
Marina Soares Santos*

II.9.7 - Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes de Valor Ambiental

Os Componentes (CVA) e Subcomponentes (SVA) de Valor Ambiental foram identificados considerando os resultados da modelagem de dispersão de óleo e as informações obtidas através da Análise de Vulnerabilidade, da Síntese de Qualidade Ambiental e do Diagnóstico Ambiental do Estudo de Impacto Ambiental de Perfuração do Campo Wahoo.

Foram identificados ao todo nove componentes de valor ambiental (CVA), dos quais três representam ecossistemas e seis representam comunidades/populações. Além disso, foram identificados cinco subcomponentes de valor ambiental (SVA) que representam áreas importante para estes grupos, como áreas de concentração e reprodução, cuja perda ocasionaria graves prejuízos ambientais (**Quadro II.9-35**)

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-35 – Componentes de Valor Ambiental (CVA) e Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) identificados para avaliação de riscos ambientais e sua classificação ecológica.

Nível	Componentes de Valor Ambiental (CVA)	Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA)	Fontes
Ecossistemas	Recifes Rochosos	-	ISL 1, 2, 6 e 8
	Estuários	-	IBGE e MMA
	Praias Arenosas	-	ISL 3,4 e 5
	Bancos Biogênicos	-	MMA e Marem
	Manguezais	-	MMA e ISL 10

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Nível	Componentes de Valor Ambiental (CVA)	Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA)	Fontes	
Populações/ Comunidades	Recursos Pesqueiros costeiros	-	Isóbata de 100 m	
	Recursos Pesqueiros oceânicos	-	Disperso	
	Mamíferos Marinhos	SVA Pinipedes		Disperso
				Refúgio da Vida Silvestre do Molhe Leste e o Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos – O primeiro tem shape no site: https://sema.rs.gov.br/refugio-de-vida-silvestre-do-molhe-leste e o segundo tem as coordenadas (não tem shape) no site: https://www.pinipedesdosul.com.br/index.php?p=os_refugios_de_pinipedes_lista&iid=Mjk=
			SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	Áreas de Restrição IN
			SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	Marem, 2016
			SVA Baleia-jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Áreas de Restrição IN e Rota Migratória
			SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)	Áreas de Restrição IN
			Tartarugas Marinhas	
	SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	Guia de Licenciamento e ISL de praias		
	Aves Marinhas Oceânicas	-	Disperso	
	Aves Marinhas Costeiras	-	Marem, 2016	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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.




O mapeamento foi baseado em diversas fontes de informações e referências bibliográficas, artigos científicos, relatórios de estudos ambientais, documentos e instruções normativas de órgãos ambientais e bancos de dados diversos. Uma vez identificados e mapeados os CVAs e os 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, com seus tempos de recuperação, além dos guias da IPIECA (*International Petroleum Industry Environmental Conservation Association*). A sensibilidade dos componentes foi avaliada em função do seu tempo de recuperação.

Cabe destacar que dados sobre o tempo de recuperação de uma comunidade ou população de espécies tropicais são escassos. A maioria dos estudos existentes são limitados a poucas espécies de ambientes de climas temperados. Além disso, em muitos estudos, medidas mitigadoras são adotadas podendo acelerar ou, em alguns casos, até retardar o processo de recuperação, dificultando a definição do tempo de recuperação para áreas atingidas que não contam com qualquer tipo de ação.

A seguir são apresentadas considerações sobre impacto do óleo nos CVAs/SVAs, os resultados das probabilidades de cada componente ambiental ser atingido por óleo nos cenários acidentais previstos – vazamento de pequeno, médio e pior caso nos períodos 1 (outubro a março) e 2 (abril a setembro) – com mapas ilustrativos da dispersão do óleo, e o tempo de recuperação estimado para cada um deles.

Quanto à distribuição, cabe ressaltar que os componentes e subcomponentes foram divididos entre aqueles que são fixos e aqueles com distribuição dispersa. Conforme orientação do CGPEG/IBAMA, os CVAs e SVAs de distribuição dispersa são considerados aqueles que não é possível definir limites claros associados às suas áreas de concentração. A seguir são apresentadas as distribuições dos CVAs:




- CVA Recifes Rochosos – Distribuição fixa/restrita

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

- CVA Estuários – Distribuição fixa/restrita
- CVA Praias Arenosas – Distribuição fixa/restrita
- CVA Bancos Biogênicos – Distribuição fixa/restrita
- CVA Manguezais – Distribuição fixa/restrita
- CVA Recursos Pesqueiros Costeiros – Distribuição fixa/restrita
- CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos – Distribuição dispersa/difusa
- CVA Mamíferos Marinhos – Distribuição difusa/dispersa
- SVA Pinípedes – Distribuição fixa/restrita
- SVA Toninha (*Pontoporia blainvillei*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA boto-cinza (*Sotalia guianensis*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) – Distribuição fixa/restrita
- CVA Tartarugas Marinhas- Distribuição dispersa/difusa
- SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas – Distribuição fixa/restrita
- CVA Avifauna Marinha Costeira – Distribuição fixa/restrita
- CVA Avifauna Marinha Oceânica – Distribuição difusa/dispersa

II.9.7.1 - CVA Recifes Rochosos

Os recifes rochosos constituem ecossistemas estabelecidos na transição entre os sistemas terrestres e marinhos, constituídos por substratos consolidados distribuídos por todo o globo (NYBAKKEN & BERTNESS, 2004). Eles representam os costões rochosos e a




 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos
---	---	--

área marinha adjacente a eles. A relevância dos recifes rochosos está nos ecossistemas bentônicos com aporte de nutrientes de origem terrestre, o que torna este um dos ambientes mais importantes da zona costeira. Os recifes rochosos não somente incrementam a produtividade primária com o aporte de nutrientes de origem terrestre, mas também viabilizam o estabelecimento de elevada biodiversidade. O substrato dos recifes rochosos é favorável à fixação de propágulos de algas e larvas de várias espécies de invertebrados bentônicos, que por sua vez, fornecem abrigo e proteção para uma grande variedade de animais, servindo também como substrato para a fixação de outros organismos. 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; COUTINHO & ZALMON, 2009).

A distribuição e abundância de invertebrados que vivem nos recifes rochosos são fortemente influenciadas por fatores físicos e químicos, tais como batimento de ondas, turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido na água, que podem variar em função de fatores naturais e/ou induzidos por atividades antrópicas. Como resposta aos amplos gradientes ambientais e interações biológicas existentes neste ambiente de interface entre a terra e o mar, se verifica um padrão de distribuição, ou zonação, no qual as espécies ocorrem em faixas contínuas paralelas a linha d'água (NYBAKKEN & BERTNESS, 2004). Os invertebrados sésseis ou sedentários (de locomoção restrita) são os mais suscetíveis a mudanças ambientais, e assim, apresentam ampla aplicabilidade em estudos de biomonitoramento (GOODSELL *et al.*, 2009, *apud* MORAES *et al.*, 2013).

II.9.7.1.1 - Impactos do Óleo sobre Recifes Rochosos

O impacto do óleo nos recifes rochosos está relacionado à sua persistência nestes ambientes. De maneira geral, a persistência do óleo em recifes rochosos expostos é baixa, uma vez que o óleo não penetra no substrato, sendo rapidamente removido pela ação das ondas. No entanto, os recifes rochosos podem ter fendas, fissuras e poças, que retêm o óleo em seu interior e podem comprometer a sobrevivência das espécies que utilizam

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---





estes microhabitats (NOAA, 2005). Existem, ainda, situações em que o óleo é mais resistente e pode permanecer como uma faixa acima ou na linha da maré alta por longos períodos (NOAA, 2005).

Os recifes rochosos abrigados são muito mais sensíveis ao efeito do óleo do que os expostos. Nesses ambientes, o óleo não se dispersa tão facilmente, 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

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 que atingem os recifes rochosos (KOTTA *et al.*, 2008 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

II.9.7.1.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Para o mapeamento deste CVA, foram utilizadas as informações do Projeto Marem, que estabeleceu o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) brasileiro. Para tanto, foram considerados os seguintes ISLs 1, 2, 6 e 8 (PROJETO MAREM, 2016), além de 20 m de área marinha adjacente. As figuras a seguir (**Figura II.9-9** a **Figura II.9-11**) apresentam o

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico:  </p>
---	---	---

mapeamento dos recifes rochosos juntamente com as áreas com probabilidades de chegada de óleo. Os cenários que apresentam probabilidade de toque de óleo são o de 200 m³ (período 1) e pior caso apenas. No cenário de 200 m³ a probabilidades foi de 0,20%, enquanto no cenário de pior caso as probabilidade variaram entre 0,20% e 42,94% (períodos 1 e 2) (**Figura II.9-36**).

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

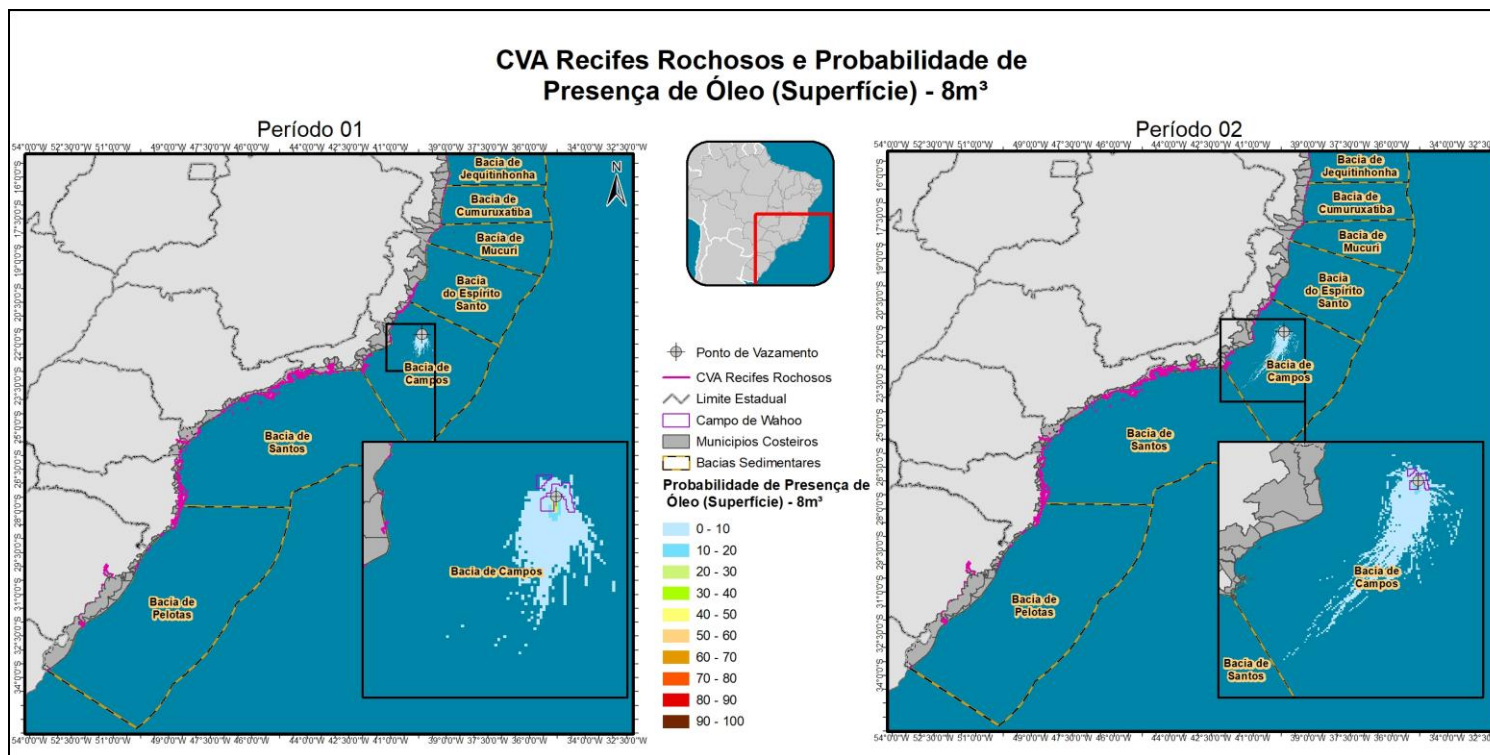


Figura II.9-9 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

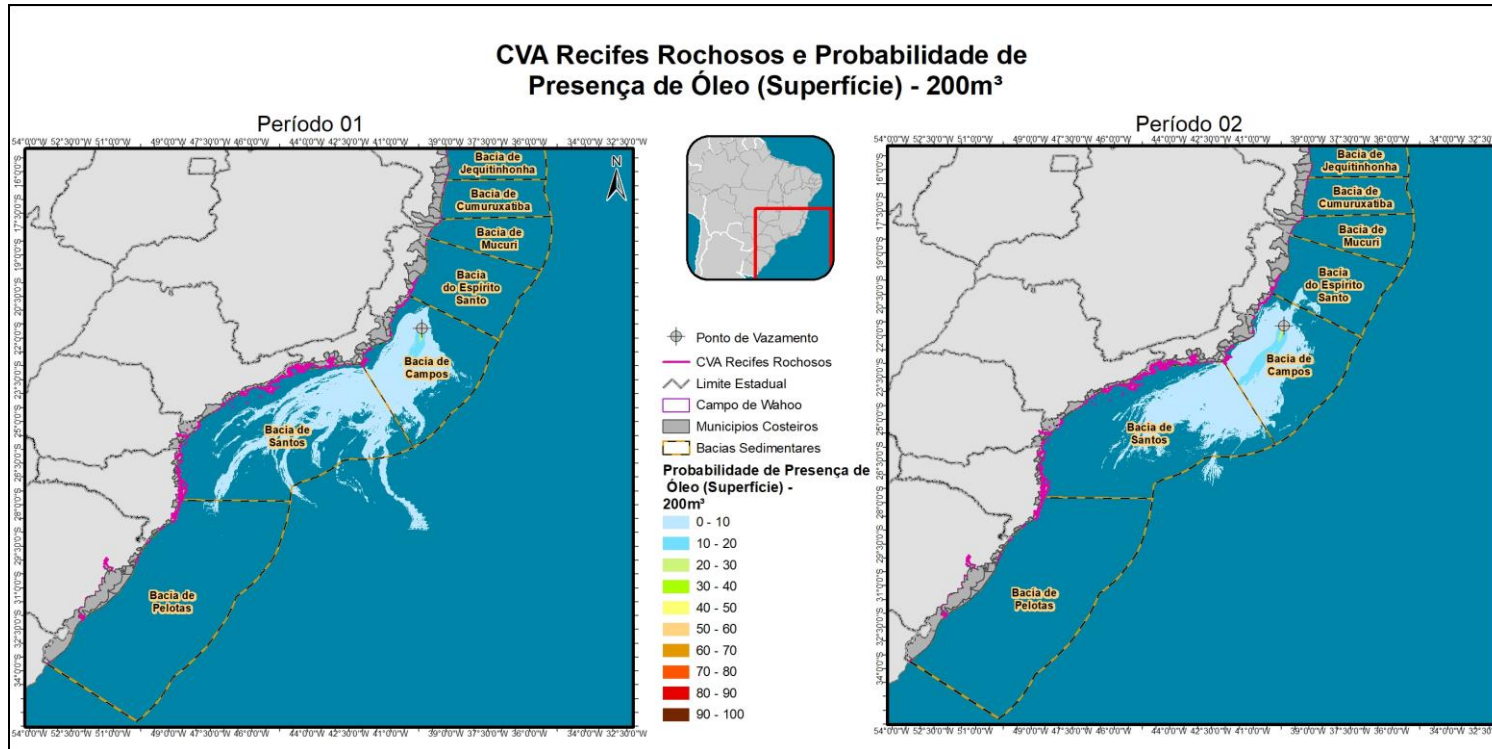


Figura II.9-10 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-36 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Recifes Rochosos em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0,20	0,20
2	200	0	0
1	Blowout	0,20	42,91
2	Blowout	0,20	42,91

II.9.7.1.3 - Tempo de Recuperação

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 que atuam 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).



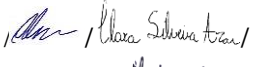
O processo de recuperação consiste, primeiramente, num aumento das espécies oportunistas e, depois, na sua gradual substituição pelas mais sensíveis. Ao longo do tempo, a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos retorna a valores semelhantes aos de antes do evento, dentro da faixa de variabilidade 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

IPIECA (1996) *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020) afirma que mesmo que os danos sejam consideráveis, as comunidades presentes em recifes rochosos se recuperam em três ou quatro anos, pois muitas espécies têm, em geral, grande potencial de se restabelecer. Entretanto, efeitos de 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) *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020) 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.). Isso ocorreu, possivelmente, porque o óleo ou não chegou a recobrir totalmente essas populações ou porque as condições meteorológicas possam ter facilitado a dispersão do óleo na ocasião do acidente.

O **Quadro II.9-37** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo, os efeitos reportados nos recifes rochosos, e discussões sobre o tempo de recuperação, mostrando a complexidade e variabilidade desse tipo de acidente.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

Quadro II.9-37 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os recifes rochosos.

Data	Derramamento	Volume do óleo	Efeitos reportados
1987	Navio Nella Dan, Macquarie Island (região subantártica).	120 toneladas de óleo diesel e 5 toneladas de óleo lubrificante	Um estudo realizado na Ilha Macquarie mostrou que comunidades bentônicas em recifes rochosos ainda apresentavam evidências de impacto sete anos após o acidente (SMITH & SIMPSON, 1998).
1989	Navio Exxon Valdez, Alasca.	41 milhões de litros de petróleo	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).
1991	Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.	6,3 milhões de barris de óleo	No vazamento de óleo ocorrido durante a Guerra do Golfo, todos os recifes rochosos foram atingidos. 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 recifes estavam completamente recuperados.
1994	Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil. Ruptura de um duto.	2.700 m ³	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. Por outro lado, os testes de toxicidade crônicos e agudos nestas populações mostraram alta toxicidade ao óleo, evidenciando-se o estresse subletal (LOPES <i>et al.</i> , 1997).
1999	Navio Erika, Brittany (França).	41 milhões de litros de petróleo	Um ano após o acidente com o petroleiro Erika, foi realizado um estudo na Ilha Groix, França. Os recifes rochosos monitorados apresentaram 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 espécies oportunistas; em outro ambiente houve a perda de muitas espécies. Um ano após o vazamento

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Data	Derramamento	Volume do óleo	Efeitos reportados
			o ambiente ainda não havia se reestruturado (LE HIR & HILY, 2002).
2010	Plataforma DeepWater Horizon (Golfo do México -EUA)	3,19 milhões de barris de óleo cru	Grande parte do petróleo veio a tona e formou manchas de óleo que cobriram aproximadamente 112.000 km ² da superfície do oceano. Mais de 2100 km do litoral foi afetado, incluindo as áreas de ocorrência de invertebrados de hábito filtrador, como cracas, mexilhões e ostras. Apesar disso, não foi verificada acumulação significativa de óleo por estes organismos na região contaminada (FRY & ANDERSON, 2014)
2011	Navio MV Rena (Nova Zelândia)	350 toneladas de óleo HFO 380	Em estudo realizado após o desastre, foi revelado que um total de quatro dentre os oito recifes rochosos estudados foram acometidos com o óleo Rena, sendo os dois recifes rochosos mais próximos àqueles mais afetados. Em um período de cinco meses a mancha de óleo reduziu em área cerca de 90%. Houve redução de riqueza e abundância de organismos em função da contaminação, embora o impacto do derramamento tenha sido relativamente baixo, em comparação com outros acidentes. A intensidade dos efeitos foi baixa em função de diferentes fatores, tais como o volume do derramamento, as condições marítimas, o sucesso das medidas de contenção de baixo impacto, dentre outros (SCHIEL <i>et al.</i> , 2016).
2017	Colisão entre dois navios, Cennai (Índia)	75 toneladas de Óleo HFO	Estudo realizado revelou que a maior parte do óleo ficou estagnada ao longo dos paredões rochosos construídos na região do porto. Dessa forma, o trabalho de remoção foi bem sucedido. Contudo, foi observada a presença de toxicidade em materiais coletados após dois meses do desastre.
2019	Nordeste do Brasil	5000 toneladas de óleo cru	A origem permanece desconhecida, com suspeitas sobre vazamentos de navio próximo à costa brasileira (ESCOBAR, 2019 SCIENCE Vol. 366, Issue 6466, pp. 672 DOI: 10.1126/science.366.6466.672). Cientistas estimam um elevado grau de impactos sobre a biodiversidade, incluindo os recifes rochosos (NASRI SISSINI <i>et al.</i> , 2020 Vol. 366, Issue 6466, pp. 672 DOI: 10.1126/science.366.6466.672; SOARES <i>et al.</i> , 2020 Marine Policy 115 (2020) 103879).

Fonte: EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020).

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: </p>
---	---	--

Os recifes rochosos são considerados um dos ambientes mais resistentes aos efeitos do óleo, principalmente os que estão expostos à ação das ondas e marés, sendo limpos relativamente rápido por ação natural (DICKS, 1999; NOAA, 2005; LOPES, 2007). No entanto, recifes rochosos 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 probabilidade de recolonização é baixa.

Tendo em vista os estudos consultados e seus respectivos tempos de recuperação, e levando-se em consideração a importância biológica dos recifes rochosos, considera-se o tempo de recuperação deste CVA de três a 10 anos.

II.9.7.2 - CVA Praias Arenosas

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 arrebenção e se estende até ponto de formação das ondas (WRIGHT & SHORT, 1983). As praias arenosas identificadas apresentam tipologias variadas. Os cordões litorâneos se estendem por toda a costa assumindo uma forma linear quase contínua, interrompidas pelos costões rochosos que separam as baixadas costeiras (MMA, 2007; MMA 2010). Em alguns pontos da costa estes ambientes são acompanhados por falésias, restingas e sistemas de dunas.

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

Coordenador:



Gerente:



Técnico:




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 maior 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). Em função da grande extensão latitudinal da costa brasileira e a influências de vários regimes de maré e do clima, existe uma grande variedade de praias brasileiras, desde aquelas

Coordenador:



Gerente:



Técnico:






que vão em extensão de poucos metros a outras que abrangem mais de 200 km da costa (AMARAL *et al.*, 2016)

Outro aspecto importante das praias arenosas é que fornecem diversos serviços ecossistêmicos relacionados diretamente ao seu papel no estoque de sedimentos e proteção da linha de costa, filtração de água e ciclagem de nutrientes. Além disso fornecem bens essenciais tais como pesca e proporcionam diversas atividades associadas ao turismo e esportes náuticos (AMARAL *et al.*, 2016). Formam, ainda, importante elemento paisagístico, cuja estética e balneabilidade precisam ser preservadas (MATUELLA, 2007).

As praias constituem ecossistemas costeiros bastante vulneráveis e sujeitos aos impactos originados no ambiente terrestre e marinho. A ocupação humana desordenada da região costeira, poluição química e orgânica e turismo constituem principais fontes de impacto das praias arenosas no Brasil (AMARAL *et al.*, 2016).

II.9.7.2.1 - Impactos do óleo sobre praias arenosas

O derramamento de óleo sobre a costa é considerado uma situação mais desfavorável do que a sua presença sobre a superfície do mar. Quando o óleo atinge à costa pode acarretar diversos impactos diretos, afetando organismos associados a zona entremarés, como também indiretos trazendo prejuízos para pesca e turismo. Os principais efeitos sobre a biota são consequência do recobrimento e da intoxicação pelos componentes do óleo. Ainda podem ocorrer mudanças na estrutura e composição das comunidades, uma vez que ocorrem alterações nas características físicas e químicas do sedimento, como aumento da temperatura, redução da circulação e renovação da água intersticial (MONTEIRO, 2003). Pode haver também bioacumulação, principalmente através do processo de filtração da água pelas espécies suspensívoras e pela ingestão direta de sedimento pelas espécies depositívoras. Além disso, algumas perturbações podem levar a uma redução da diversidade e riqueza, com aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes (MONTEIRO, 2003).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---



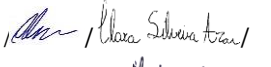
Dentre os fatores que podem influenciar no grau de impacto do óleo nas comunidades biológicas está o tipo de substrato. Nos substratos não consolidados, como o existente em praias arenosas, o óleo penetra verticalmente no sedimento atingindo camadas mais profundas. Assim, quanto maior o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento (MONTEIRO, 2003). Além disso, a dinâmica sedimentar também pode ser um importante fator no grau de impacto do óleo nesses ambientes. O óleo pode sofrer um soterramento pelo sedimento, dando a falsa impressão de que a praia está limpa. Durante períodos de remobilização do sedimento, devido ação das ondas e marés, o óleo soterrado pode ser descoberto e recontaminar o ambiente (IPIECA, 2000a).

Os efeitos tóxicos do óleo em praias arenosas, por sua vez, dependem não apenas da quantidade de óleo, mas também da composição e toxicidade do óleo e do tempo de permanência do mesmo no ambiente. Os efeitos se apresentam de duas formas:

- Efeitos agudos ou em curto prazo (uma a 4 semanas), que são notoriamente tóxicos e colocam diretamente em risco as populações e as comunidades costeiras que estão em contato direto com o óleo e seus constituintes, afetando potencialmente a equipe de limpeza e a população;
- Efeitos crônicos ou em longo prazo (um mês a 10 anos), como a bioacumulação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar.

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).

De maneira genérica, estudos sugerem que o ecossistema de praia é altamente dinâmico e, na maioria dos casos, a energia física das ondas é suficiente para remover os resquícios de óleo em poucos anos após um vazamento (BARTH, 2008). Esse tempo é considerado relativamente baixo quando comparado a ecossistemas de maior

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos
---	---	--

complexidade estrutural e biológica como os manguezais. Além disso, as praias de maior exposição às ondas apresentam menor sensibilidade do que as praias abrigadas, com menor exposição e com grãos mais finos. Em consequência, a fauna parece se recuperar mais rápido nas praias de maior exposição e granulometria mais grosseira que nas abrigadas (MCLACHLAN & HARTY, 1982).

É importante destacar que o conceito de “recuperação” aplicado a praias arenosas expostas e abrigadas está diretamente relacionado à recuperação das comunidades faunísticas presentes no substrato, através da verificação das mudanças nos índices de abundância, diversidade e biomassa ou nas taxas de crescimento, reprodução e recrutamento (MATUELLA, 2007).

Alguns estudos têm demonstrado que os efeitos das taxas de biodegradação do óleo em praias arenosas impactadas podem variar de acordo com a posição da mancha de óleo na praia e sua composição. Além disso, a adição de fertilizantes orgânicos em praias contaminadas por óleo pode acelerar o processo de biodegradação e a taxa de mineralização dos hidrocarbonetos, revelando ser uma eficiente medida de mitigação dos impactos nestes ambientes (MORTAZAVI *et al.*, 2013 apud BEYER *et al.*, 2016).

A avaliação dos impactos de um vazamento de óleo diesel pesado sobre a meiofauna de praias arenosas em *Picnic Bay* (Hong Kong) demonstrou que a presença de aromáticos tóxicos e baixas taxas de oxigênio afetaram a densidade populacional e a sucessão ecológica durante 15 meses (WORMALD, 1976).

A recuperação da meiofauna em praias de La Coruna (Espanha) acometidas pelo vazamento de óleo foi de cerca de um ano, ainda que em alguns locais mais impactados não tenha sido encontrada uma grande abundância de organismos (GIERE, 1979). Neste estudo, destaca-se a importância da ação das correntes e aporte de larvas como determinantes para o repovoamento por alguns grupos da meiofauna.

A estrutura das comunidades de nemátodos após os impactos causados pelo vazamento de óleo do navio de *Amoco Cadiz* em 1978 (França) sofreu mudanças progressivas, com

Coordenador:



Gerente:



Técnico:







recuperação rápida em cerca de 2 a 3 meses (BOUCHER, 1980). A análise dos efeitos do mesmo vazamento em outras praias da França demonstrou efeitos letais e subletais sobre diversos componentes da meiofauna, que persistiram por três anos após o vazamento (CONAN, 1982 *apud* MATUELLA, 2007). As variações na estrutura desta comunidade podem ser sintetizadas em 2 fases: contaminação e redução da densidade e da diversidade e após 5 anos aumento da densidade e diversidade (BODIN, 1988).

A abundância de macrofauna dos sedimentos declinou drasticamente após o vazamento do *Exxon Valdez* no Alaska, em 1989. Neste estudo verificou-se que mesmo 8 anos após o vazamento a recuperação não era completa (PETERSON *et al.*, 2003). 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 macrofauna do infralitoral aumentaram em abundância, especialmente oligoquetas e algumas espécies de poliquetas. De acordo com o autor, esse fato pode ter ocorrido tanto por um aumento de bactérias degradadoras de hidrocarbonetos no sedimento, como também devido à redução da ocorrência de predadores.

Em uma avaliação sobre efeitos do vazamento de óleo durante a Guerra do Golfo nas praias arenosas 10 anos depois, verificou-se que, embora os resíduos de óleo continuassem na areia, 80% das praias haviam se recuperado, ou seja, apresentavam composição das espécies similar aos locais de controle sem óleo. Na maioria dos casos, a energia física das ondas foi suficiente para remover parte do óleo num período de dois a quatro anos. Além disso, sugere-se que 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.

No acidente ocorrido com a explosão da Plataforma Deep Sea Horizon, no Golfo do México, 1773 km do litoral foram atingidos pelo óleo. Deste total, 73,3% era formado por

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico:  / 
--	--	--

praias arenosas onde foram implementados procedimentos de limpeza para retirada do óleo. Após 1 ano decorrido da data do acidente, o óleo se encontrava ao longo de 847 km da costa e, após 2 anos, havia contaminação por óleo em cerca de 687 km da costa (MICHEL *et al.*, 2012 apud BEYER *et al.*, 2016). As praias mais afetadas pela contaminação ainda apresentavam manchas de óleo na areia cerca de 19 meses após o acidente (GROS *et al.*, 2014 apud BEYER, *et al.*, 2016). No **Quadro II.9-38** são apresentados outros casos de vazamento com impacto em praias arenosas:

Quadro II.9-38 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as praias.

Vazamento	Efeitos reportados
1996: Navio-tanque <i>Sea Empress</i> , País de Gales. Volume do óleo derramado: 72.000 toneladas de óleo cru.	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 anfípodos 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.
2001: Navio-tanque <i>Jessica</i> , Ilhas Galápagos. Volume do óleo derramado: 600 toneladas de diesel e 300 toneladas de óleo combustível.	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 50 ppm, 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.
2009: Navio <i>MV Pacific Adventurer</i> Volume do óleo derramado: 270 toneladas de óleo pesado.	Houve apenas uma avaliação em curto prazo dos efeitos do óleo nos invertebrados bentônicos. Após três meses, os impactos detectados ainda eram fortes, com baixa abundância, densidade e diversidade de espécies.

Fonte: KINGSTON *et al.* (2002); EDWARDS & WHITE (2010).

II.9.7.2.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Para o mapeamento das praias arenosas da região, foi utilizado o Índice de Sensibilidade do Litoral estabelecido (ISL) pelo PROJETO MAREM (2016), tendo sido selecionados os ISL 3, 4 e 5. O mapeamento das praias arenosas e das áreas com probabilidades de chegada de óleo podem ser visualizados nas **Figura II.9-12 a Figura II.9-14**). Como para o CVA

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

Recifes Rochosos, só houve toque de óleo nos cenários de 200 m³ e pior caso. No cenário de 200 m³ as probabilidades máximas de toque foram muito baixas 0,19% e 1,19% nos períodos 1 e 2, respectivamente. Para o cenário de pior caso foram registradas probabilidades máximas de 33,33% (período 1) e 41,31% (período 2) (**Quadro II.9-39**).

<p>Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente: <i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico: <i>André A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</i></p>
--	---------------------------------------	---

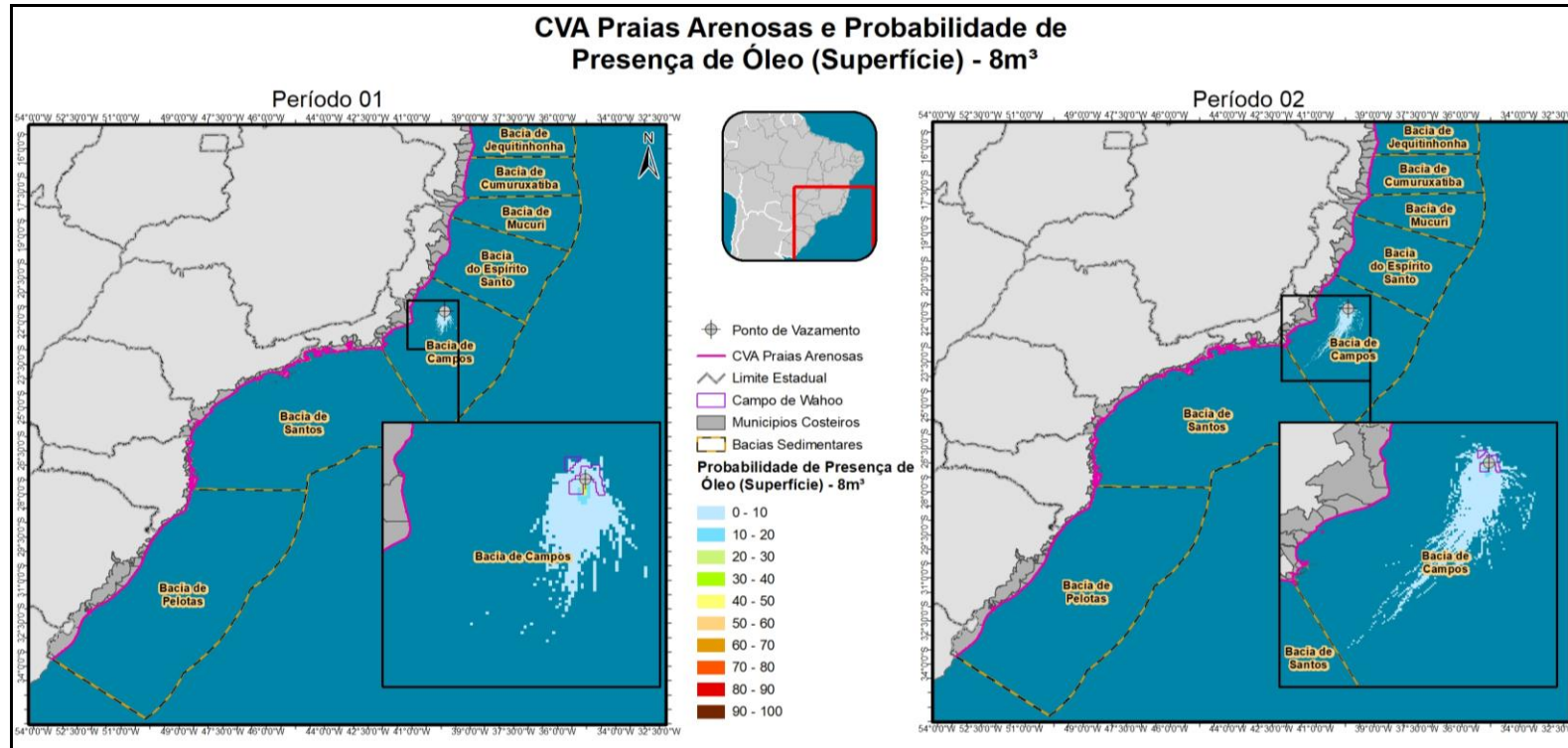


Figura II.9-12 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m³ caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

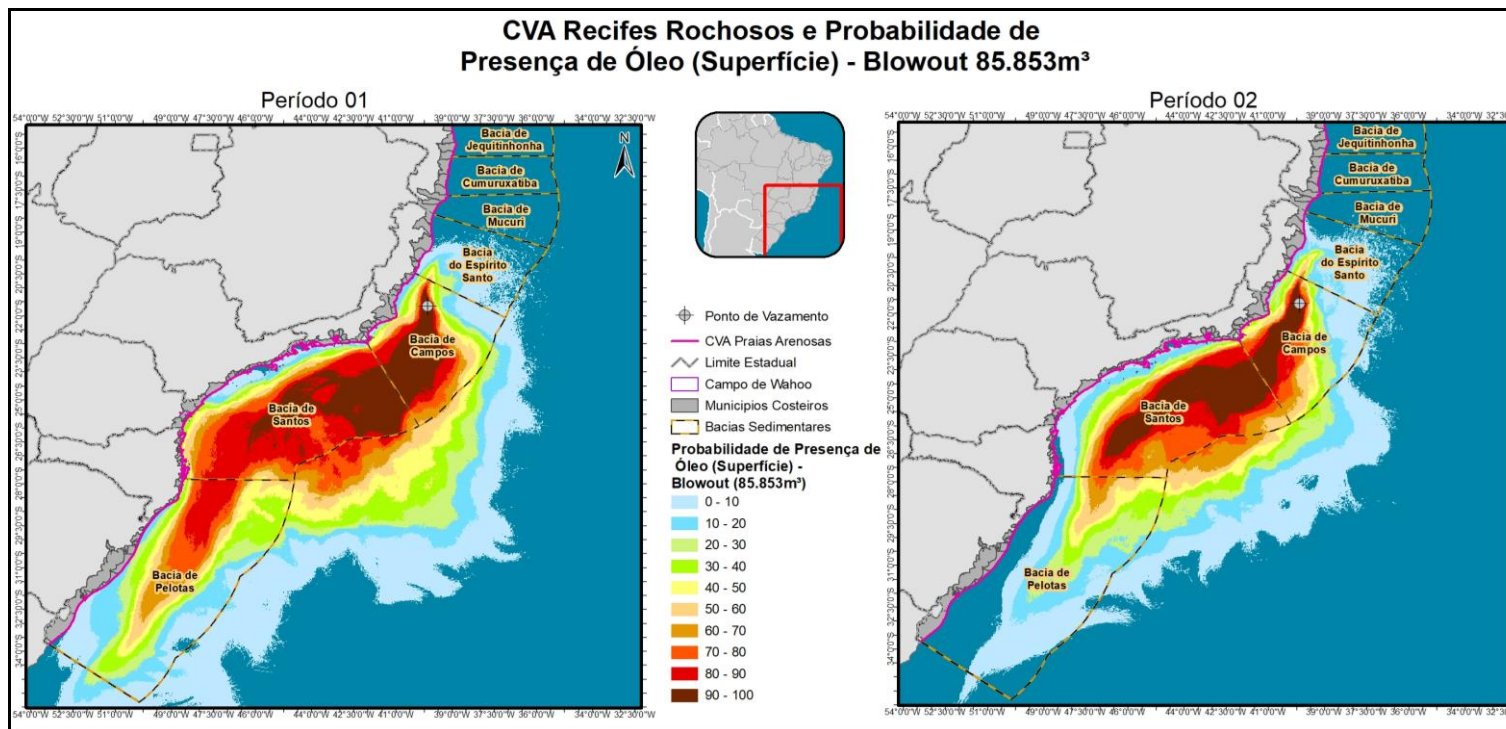


Figura II.9-14 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

**Quadro II.9-39 – Probabilidade máxima de presença óleo no CVA
 Praias Arenosas em diferentes cenários acidentais.**




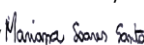
Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0,20	0,20
2	200	0,20	1,19
1	Blowout	0,20	33,33
2	Blowout	0,20	41,31

II.9.7.2.3 - Tempo de Recuperação

De uma forma geral, em praias de alta energia das ondas, existe grande probabilidade da remoção dos resquícios de óleo na areia em cerca de dois a quatro anos após um vazamento. Além disso, a degradação do óleo pode ser acelerada pela presença de oxigênio na água intersticial destas praias, podendo haver recolonização da fauna em torno de cinco anos. Por outro lado, as praias de menor hidrodinâmica, abrigadas da ação de ondas e de granulometria mais fina, os processos de remoção natural do óleo e degradação do óleo são mais lentos. Na área de estudo, registrou-se a probabilidade de chegada de óleo nos dois tipos morfodinâmicos e, por consequência, estimou-se dois resultados de tempo de recuperação. No caso das praias do litoral de Santa Catarina, caracterizadas por um grau de exposição maior, considerou-se um tempo de recuperação mais curto. Por outro lado, praias do Rio de Janeiro com probabilidade de chegada de óleo estão localizadas em enseadas protegidas, sendo considerado, portanto, um tempo de recuperação maior. Por essa razão, considera-se o tempo de recuperação deste CVA de 3 a 10 anos.

II.9.7.3 - CVA Estuários

Os estuários 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

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico:  / </p>
---	---	---

espécies tolerantes à variações de salinidade e/ou com capacidade osmorreguladora, que lhes permite entrar e sair do ambiente de 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), nectônicos (MELLO & MOCHEL, 2013) e planctônicos (SERPE *et al.*, 2010) além de componentes da avifauna (ARAUJO *et al.*, 2006). Por ser um ecossistema de interface entre o rio e o mar, as espécies presentes nos estuários apresentam grande tolerabilidade às variações de componentes físicos, como a salinidade e a 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).

II.9.7.3.1 - Impactos do Óleo sobre estuários

Estudos abordando o impacto do óleo nos estuários são escassos na literatura científica, apesar de existir um volume considerável de informações com relação à contaminação por óleo em marismas e manguezais, ecossistemas comuns em ambientes estuarinos.

De maneira geral, 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 representar uma fonte de extração de recursos por muitas comunidades (CANTAGALLO *et al.*, 2008). Ao atingir um estuário, o óleo impacta animais e plantas, pois impede que o oxigênio penetre na água e, conseqüentemente, acarreta a asfixia de diversas espécies mais sensíveis (CANTAGALLO *et al.*, 2008).

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 o fluxo de correntes marinhas (GETTER *et al.*, 1984).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

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 no próprio ecossistema ou, ainda, indireto quando são considerados os efeitos em outros organismos, através da cadeia trófica e/ou da ciclagem de nutrientes.

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. Cerca de 53 mil toneladas de óleo vazaram, atingindo 150 km de costa e afetando praias e estuários. O segundo incidente, foi o de *Monte 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 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 consequências do impacto pelo óleo foram relativamente pequenas quando comparadas àquelas causadas pelo impacto de décadas de despejo de efluentes industriais.

O derramamento de óleo no Golfo do México (Plataforma Deep Sea Horizon) fez com que os níveis de concentração de hidrocarbonetos nos estuários atingissem limites letais sobre a microbiota. Ao mesmo tempo, o óleo retido sobre os sedimentos e marismas causou a instabilidade nas margens do estuário que passou a sofrer processos erosivos por ondas e marés (BRUNNER *et al.*, 2013, apud BEYER *et al.*, 2016). Em áreas do estuário que ficaram desprovidas de vegetação marginal, a taxa de recuperação foi mais lenta em

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos

locais mais próximos da influência do mar. Além disso, foi constatada alterações significativas em comunidades bentônicas, levando a redução da diversidade e dominância de espécies necrófagas ou que se alimentam de carniça (BICK *et al.*, 2012 apud BEYER, *et al.*, 2016).

II.9.7.3.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Na sequência de figuras a seguir (**Figura II.9-15 a Figura II.9-17**) apresenta a localização dos estuários, utilizando como referência o shapefile de corpos d'água da base de 250k do IBGE (2019) e o shapefile de estuários presente no site no Ministério do Meio Ambiente (MMA), juntamente com a área de modelagem de dispersão de óleo nos cenários. O único cenário que apresentam probabilidade de toque de óleo é o de pior caso (*blowout* do poços), onde as probabilidades mínimas de toque foram iguais a 0,20% e as máximas de de 38,12% (período 1) e 42,31% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-40**).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



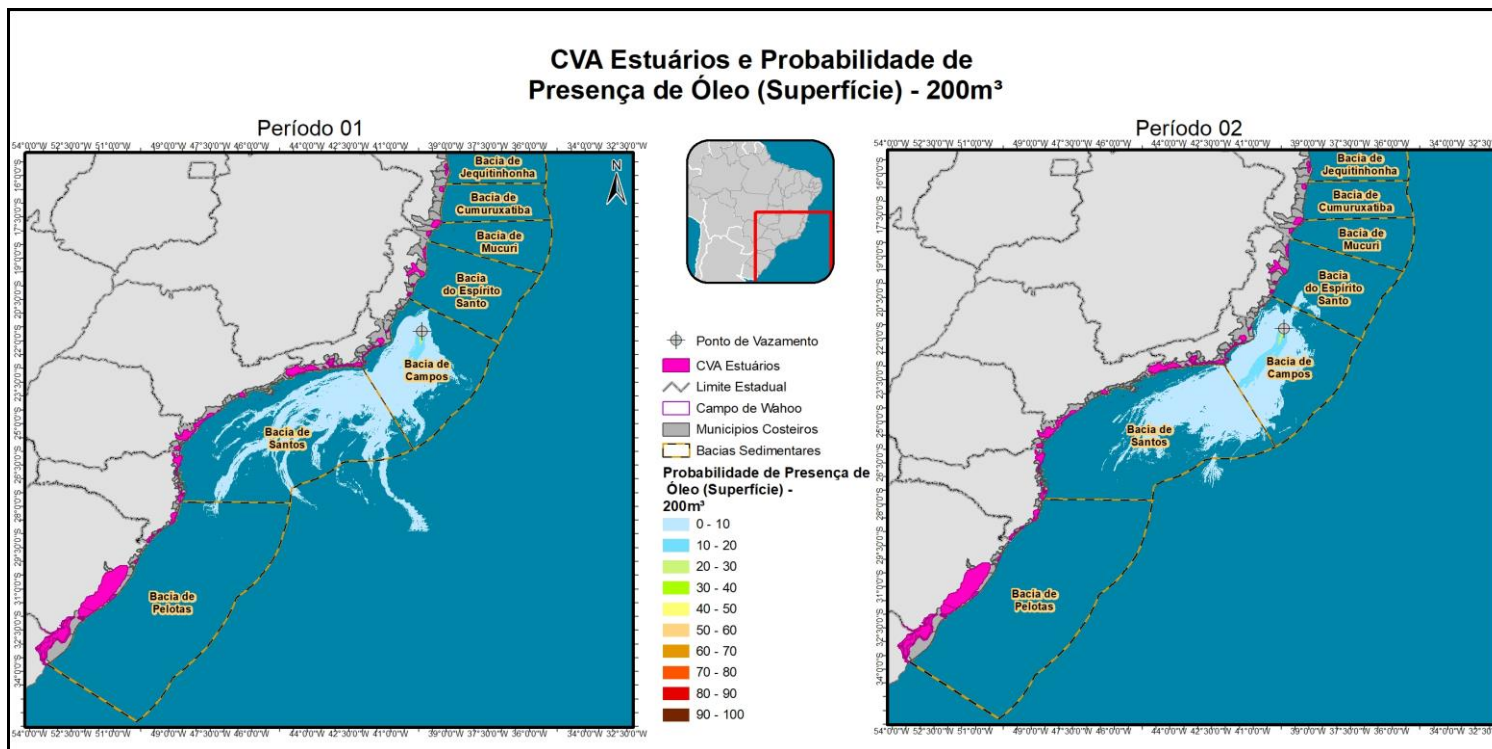


Figura II.9-16 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

*Clara Silveira Azevedo / Leandro A. B. Alves /
 Mariana Soares Santos*

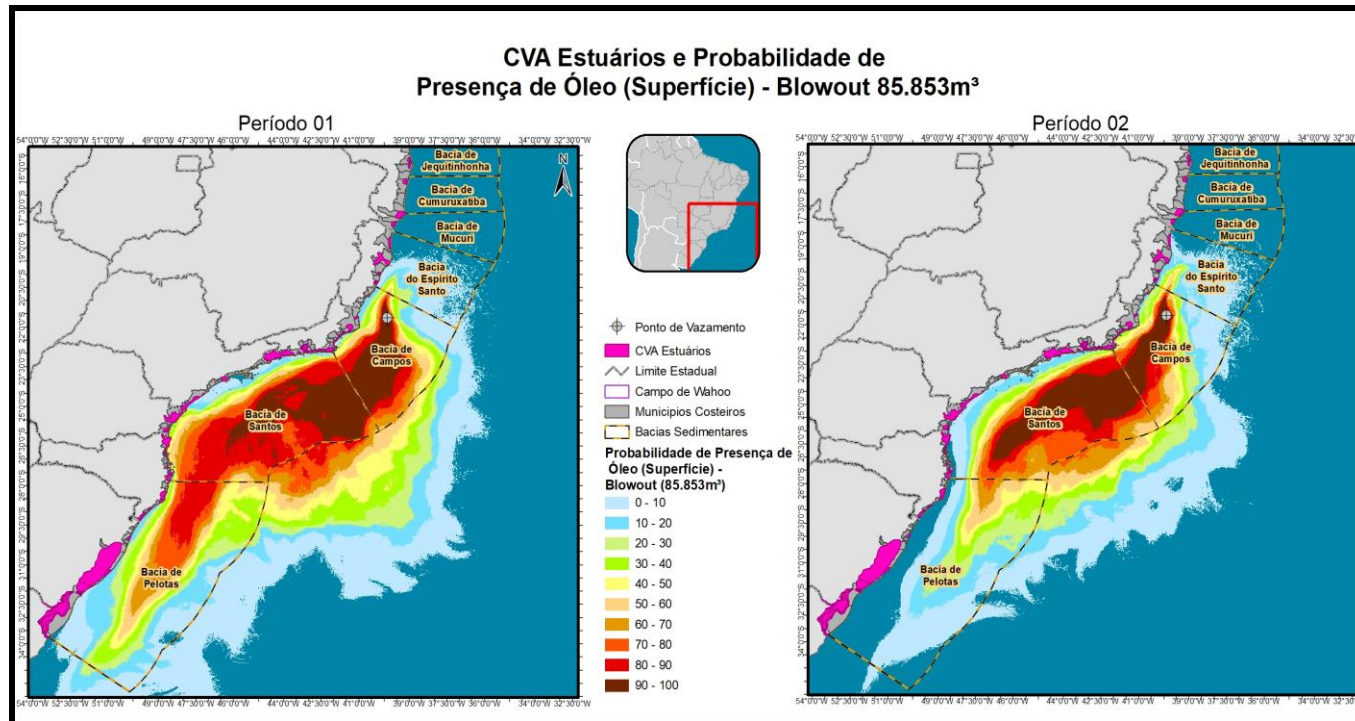


Figura II.9-17 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-40 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Estuários em diferentes cenários acidentais.




Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	0	0
1	Blowout	0,20	38,12
2	Blowout	0,20	42,31

II.9.7.3.3 - Tempo de Recuperação

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. 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. Avaliações sobre a taxa de recuperação nestes ambientes demonstraram que óleo é capaz de se manter em níveis bastante altos nos sedimentos de fundo até mesmo 3 anos após o acidente, e pode levar até 5 anos para seu desaparecimento total (BEYER *et al.*, 2016). Estudos realizados em mesocosmo mostraram que o óleo pode sofrer altas taxas de biodegradação bacteriana quando se promove a fertilização e crescimento da vegetação marginal, composta predominantemente por marismas (BEYER *et al.*, 2016). Tendo como base essas observações, considerou-se 20 anos o tempo de recuperação do CVA Estuário.

II.9.7.4 - CVA Manguezais

O manguezal é um ecossistema que se destaca por sua alta produtividade e diversidade funcional, possuindo elevada importância ecológica, econômica e social (SOARES *et al.*, 2006 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). 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 e sujeito à grandes variações de salinidade. Além disso, atuam na estabilização da costa, evitando a erosão e, também,

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---



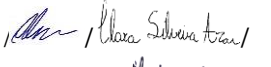
constituem barreiras físicas e geoquímicas para os contaminantes (LEWIS *et al.*, 2011 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

II.9.7.4.1 - Impactos do Óleo sobre Manguezais

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 (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

Considerados um dos ecossistemas mais sensíveis ao óleo, os manguezais são áreas prioritárias de proteção em caso de vazamentos (JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002). Na escala do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) a derrames de óleo, o manguezal tem o valor 10, ou seja, o valor máximo de sensibilidade (PROJETO MAREM, 2016). O que torna o impacto do óleo nos manguezais extremamente danoso e delicado é a sua persistência nesses ecossistemas, podendo causar efeitos letais e subletais, bem como retardar seu processo de recuperação. O impacto do óleo nos manguezais depende 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, composição de espécies vegetais, atividade da macrofauna bentônica e atividade microbiana (SOARES, 2003).

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).

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---




Os efeitos do óleo sobre o ecossistema manguezal podem ser agudos, se manifestando a curto prazo, ou crônicos, se manifestando em médio e longo prazos. O impacto inicial pode levar à mortalidade em massa dos bosques de mangue devido à asfixia e, posteriormente, o impacto crônico pode levar a uma gradual expansão da área morta. Isso ocorre devido ao enfraquecimento de indivíduos que sobreviveram ao impacto inicial e aos efeitos residuais do impacto agudo associados à exposição crônica a produtos tóxicos que permanecem no substrato (GETTER *et al.*, 1984 *apud* SOARES, 2003).

O óleo entra nos manguezais quando a maré está alta e se deposita nas raízes aéreas e na superfície do sedimento quando a maré retrocede. Os organismos que vivem no ecossistema são afetados de duas formas: através de altas taxas de mortalidade das plantas como um resultado do contato direto com o óleo e perda de habitat para os organismos que vivem nos ramos, copas e raízes das árvores (IPIECA, 1993). Outros impactos incluem a ramificação de pneumatóforos, falha na germinação, redução da cobertura vegetal (NOAA, 2002).




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 efeitos do óleo sobre invertebrados que vivem nos sedimentos do mangue, avaliados através de avaliações de toxicidade, verificaram aumento da toxicidade e redução na taxa de crescimento de juvenis (BEYER *et al.*, 2016). Os impactos de mais longo prazo estão associados às situações em que o óleo fica retido nos sedimentos por muitos anos e, pode assim, vir a ser uma fonte crônica de contaminação uma vez que é liberado continuamente para o ambiente e pode acarretar em efeitos subletais (BURNS *et al.*, 1993; GARRITY *et al.*, 1993; SNEDAKER *et al.*, 1996; BURNS *et al.*, 1994; WARD *et al.*, 2003).

II.9.7.4.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Para o mapeamento deste CVA, foi utilizado o *shapefile* retirado do site do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018), que publicou o Atlas dos Manguezais do Brasil juntamente

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), bem como o ISL 10. A análise da modelagem de dispersão do óleo e a localização dos manguezais na região revelou que os cenários que apresentam probabilidade de toque de óleo são o de 200 m³ (período 2) e pior caso apenas (**Figura II.9-18** a **Figura II.9-20**). No cenário de 200 m³ as probabilidades são relativamente baixas, sendo o valor máxima igual a 1,0%. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram nos cenários de pior caso 26,14% no período 15,36% no período 2 (**Quadro II.9-41**).

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

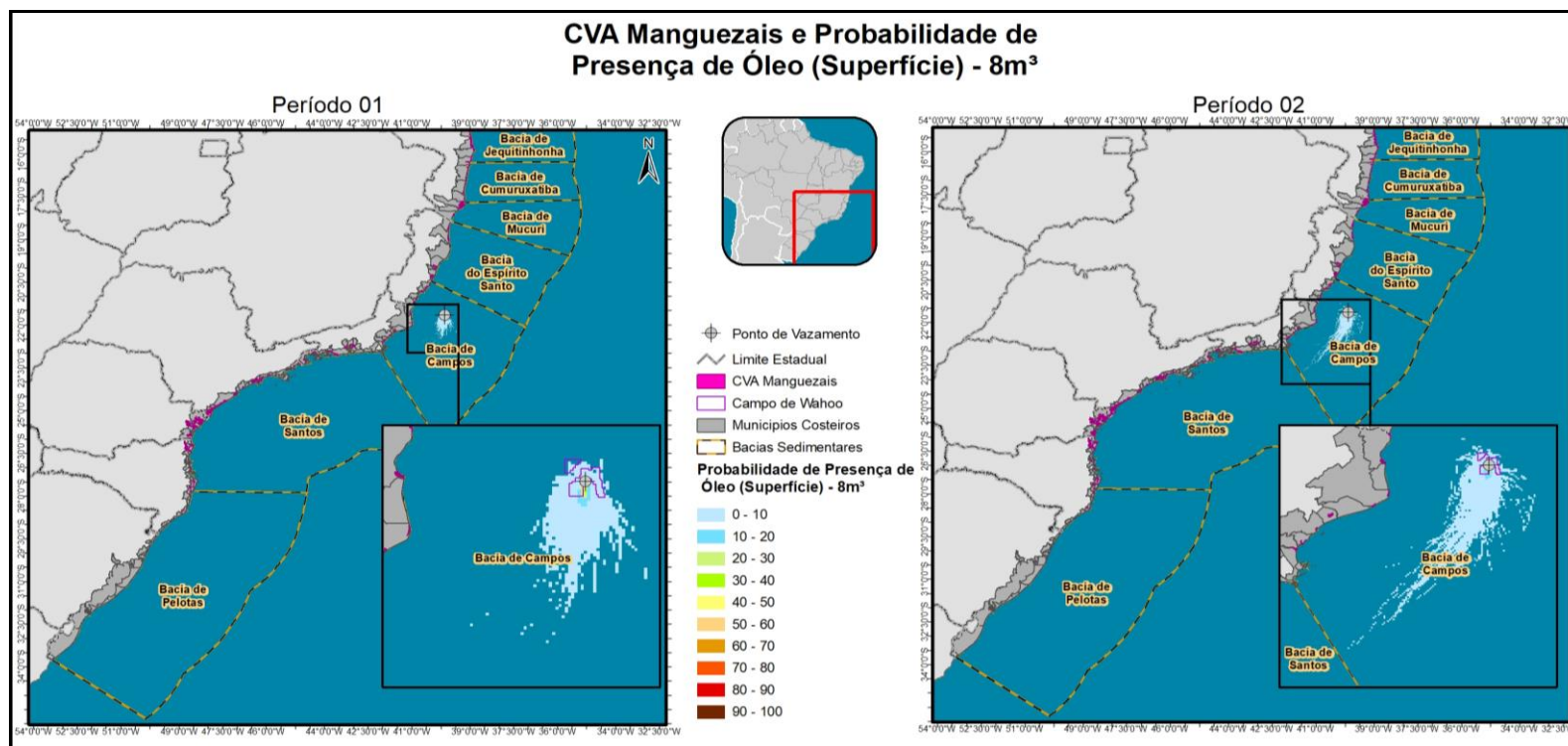


Figura II.9-18 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso no período 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

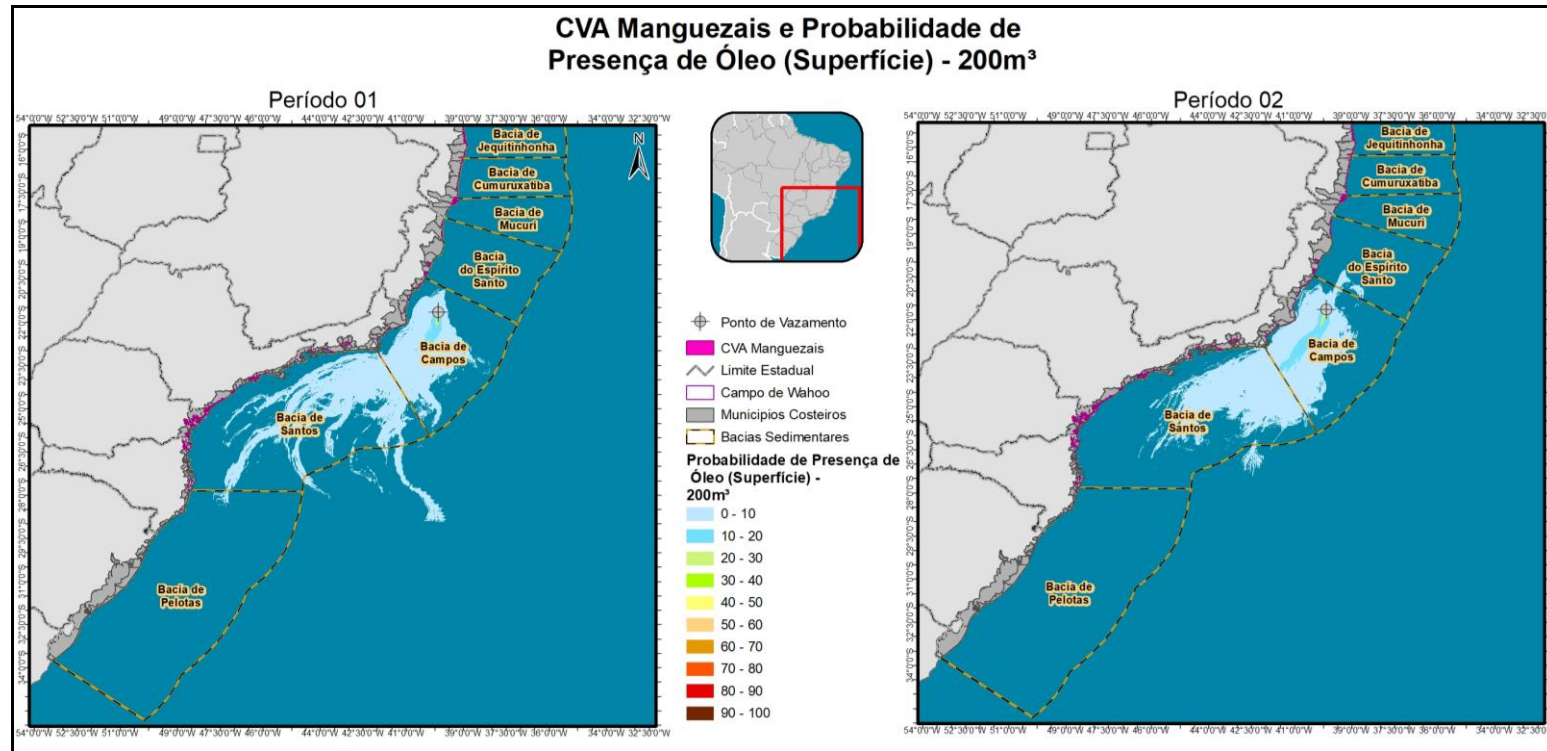


Figura II.9-19 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ no período 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

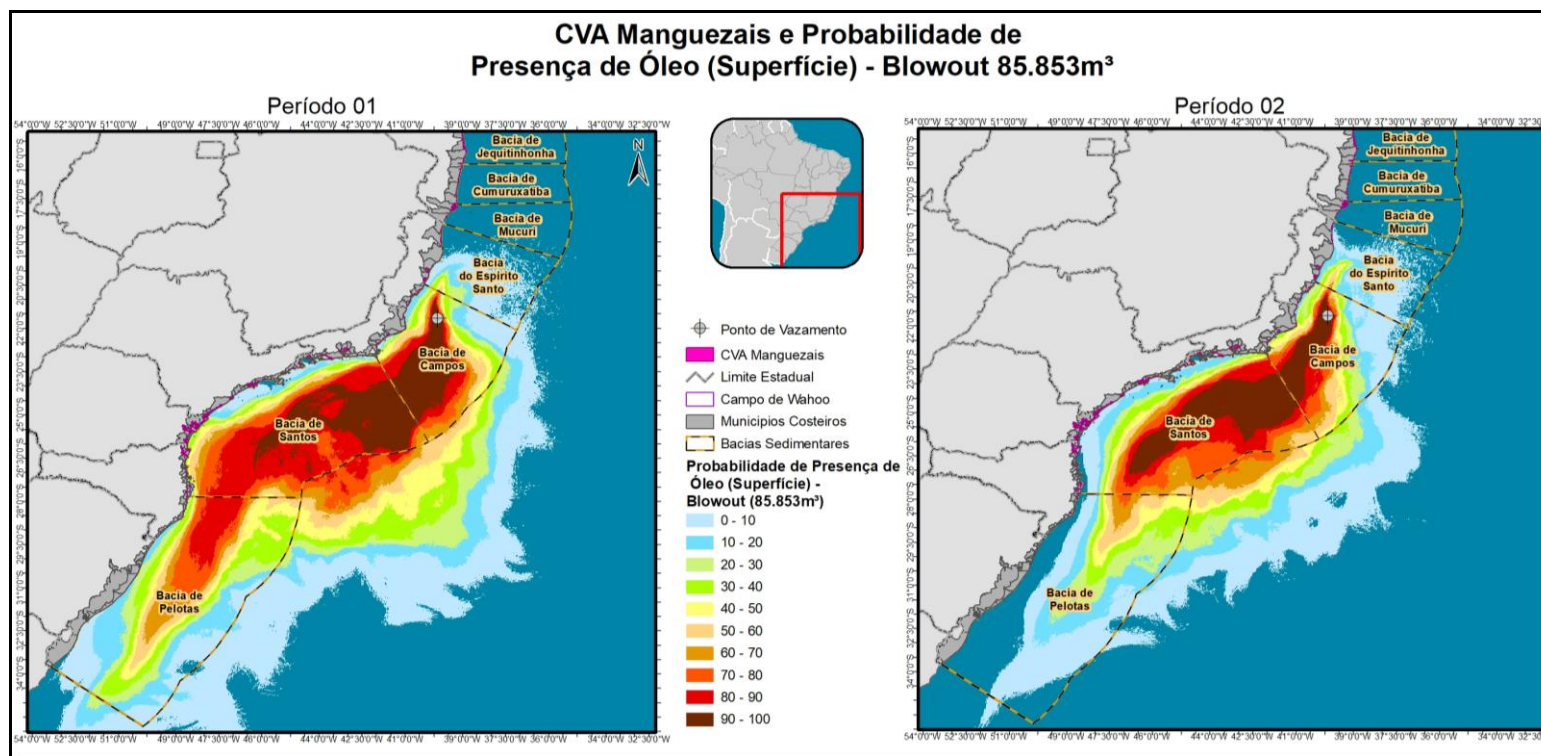


Figura II.9-20 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso no período 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves /
Mariana Soares Santos*




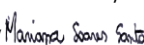
Quadro II.9-41 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Manguezais num único cenário accidental.

Cenário	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	1,0	1,0
1	Blowout	1,4	26,14
2	Blowout	0,20	15,36

II.9.7.4.3 - Tempo de Recuperação

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; OTITOLUJU *et al.*, 2007; MELVILLE *et al.*, 2009 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). 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 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020) 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 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).




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 saudáveis se faz fundamental para o processo de recuperação dos bosques de mangues contaminados por hidrocarbonetos (SOARES, 2003 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"> </p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</p>
--	--	--

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 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). GETTER *et al.* (1984) apud SOARES (2003) afirmam que a recuperação do manguezal em termos estruturais não garante que esse sistema tenha se recuperado em termos da sua funcionalidade. Por outro lado, esses autores destacam que uma função similar à do sistema original pode ser observada num bosque com estrutura diferente do original (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). De acordo com WHITE & BAKER (1998) e KINGSTON (2002) apud (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020), a recuperação do ecossistema deve ser considerada quando a saúde da comunidade biológica é reestabelecida e não necessariamente quando as suas características estruturais são totalmente igualadas ao momento prévio ao impacto.

É raro encontrar estudos sobre 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 (NOAA, 2002 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). 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.

O **Quadro II.9-42** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo, os efeitos reportados nos manguezais e discussões sobre o tempo de recuperação.

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

Quadro II.9-42 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os manguezais.

Data	Derramamento	Volume de óleo	Efeitos reportados
1973	Zoe Colocotronis, La Parguera, Porto Rico.	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 degradada, sugerindo que os componentes tóxicos já teriam sido eliminados em 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	Peck Slip, Porto Rico.	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 se mantiveram assim por cerca de 10 e 18 meses depois.
1986 e 1999	Jet Fuel, Porto Rico.	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: Os manguezais da enseada de maré foram altamente danificados. Do total de 50 acres de manguezal afetado, aproximadamente 30 acres não mostraram sinais de recuperação após dois anos.
1991	Barcaça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas.	Desconhecido.	Os mangues brancos 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.
1992	Navio-tanque Era, Sul da Austrália.	974.000 galões de uma mistura de diesel e óleo residual pesado.	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.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Data	Derramamento	Volume de óleo	Efeitos reportados
1968 e 1986	Tanques de armazenamento Witwater e Texaco, Bahia Las Minas, Panamá.	1968: 588.000 galões de óleo diesel e combustível. 1986: 10,1 milhões de galões de óleo cru.	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. 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. Diversos fatores como ventos mais calmos, marés mais baixas, diferentes tipos de óleo e intemperismo resultaram em uma menor toxicidade no segundo vazamento.
1993	Barcaça Bouchard B-155, Tampa Bay, Flórida.	338.000 galões de óleo combustível.	Árvores adultas de mangue vermelho se sofreram desfolhação e apodrecimento de raízes. Um a dois anos após o derramamento e limpeza da área, estudos sugeriram que efeitos subletais nos mangues atingidos.
2000	Refinaria de Duque de Caxias, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.	1,3 milhões de litros de óleo combustível.	O acidente resultou na morte massiva de grande parte da vegetação de mangue e, devido ao período a ação das marés uma parte do óleo acumulou-se no fundo causando grande impacto na comunidade bentônica. Após cinco anos de monitoramento, observou-se que a floresta sofreu uma regeneração e atingiu apenas o estágio inicial. Entretanto, ainda existem vários indícios de que o óleo presente no substrato possa estar afetando processo de regeneração.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Data	Derramamento	Volume de óleo	Efeitos reportados
2014	Navio Southern Star VII. Sundarbans, Bangladesh (Índia)	350.000 litros de óleo	A mancha de óleo se espalhou por uma área de 350 km ² atingindo a costa e o rio Shela, chegando a diversos canais de Sundarbans, área constituída por manguezais. Um estudo realizado no ano de 2012 é apresentado como m baseline para futuras comparações no ecossistema da região (KUMAR <i>et al.</i> , 2016). A contaminação por óleo ocasionou a mortalidade imediata de <i>Heritiera sp.</i> e <i>Excoecaria sp.</i> (SUNNY, 2017).
2015	PRISME Experiment, Guiana Francesa (contaminação experimental de manguezal para estudo científico)	-	A manipulação experimental realizada no estudo revelou que o óleo rapidamente é depositado no sedimento. Já nos primeiros meses, os Alcanos e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos são degradados no sistema. Contudo, há impactos nas comunidades de fauna e flora (JÉZÉQUEL <i>et al.</i> , 2017).
2019	Nordeste do Brasil	5000 toneladas de óleo cru	A origem permanece desconhecida, com suspeitas sobre vazamentos de navio próximo à costa brasileira (ESCOBAR, 2019). Cientistas estimam um elevado grau de impactos sobre a biodiversidade, incluindo os manguezais (NASRI SISSINI <i>et al.</i> , 2020; SOARES <i>et al.</i> , 2020).
2019	Java (Indonésias)	Desconhecido	Estudo realizado com árvores de mangue logo após o vazamento não encontrou efeito do vazamento de óleo sobre as plantas, embora a maior parte das parcelas amostrais estivessem contaminadas com manchas de óleo. Os autores especulam que o impacto do derramamento de óleo sobre o manguezal ocorre em longo prazo (MARDIASTUTI <i>et al.</i> , 2020).

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

<p>Coordenador:</p>	<p>Gerente:</p>	<p>Técnico:</p>
---------------------	-----------------	-----------------

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 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). A recuperação da vegetação pode ser avaliada estudando a 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 conseqüente recuperação de toda fauna e flora associadas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003). As análises de estudos de impactos do óleo sobre manguezais demonstraram que a recuperação ocorre após 21-30 anos, quando a maioria das árvores apresenta copas fechadas (GETTER & LEWIS 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 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). 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 (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

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

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



tinham se recuperado totalmente, no entanto, parte da floresta que ocupava a zona de marés ainda estava se recuperando (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). BARTH (2002) considera que a recuperação dos manguezais no Kuwait, no vazamento ocorrido durante a Guerra do Golfo, foi mais rápida do 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 (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

O **Quadro II.9-43** mostra o tempo de recuperação de manguezais ao redor do mundo (NOAA, 2002; EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

<p>Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente: <i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico: <i>Cláudio A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</i></p>
--	---------------------------------------	---

Quadro II.9-43 – Impactos e tempo de recuperação de manguezais disponíveis na literatura.

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 et al., 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 et al., 1981
*Witwater Panamá, 1968	Óleo cru	49 ha desmatados	23 anos (franja – área exposta) >23 anos (área abrigada)	DUKE et al., 1997
Peck Slip, Porto Rico: 1978	N° 6 (combustível)	26 km de costa impactados. Cobrimento e desfolhação das raízes dos manguezais.	< 1,5 ano	NOAA, 2014

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de recuperação	Bibliografia
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	N° 6 & N° 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	
Barça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas:1991	N° 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.a,	>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 Agosto de 1993	-	<i>Avicennia germinans</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> 5,5 acres impactados	>2 anos	LEVINGS & GARRITY, 1995

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de recuperação	Bibliografia
Canal de Bertioga, Baixada Santista (SP), Sudeste do Brasil	Óleo cru	Manguezais	>22 anos	SANTOS <i>et al.</i> , 2012
Era, Austrália Agosto, 1992	Bunker (combustível)	100 ha impactados <i>Avicenna marina</i>	>55 anos	CONNOLLY <i>et al.</i> , 2020
Austrália e Panamá	Óleo	Manguezais	36 anos	DUKE <i>et al.</i> , 1999
Flórida e Porto Rico	Óleo	Manguezais	21-30 anos	GETTER & LEWIS, 2003

Fonte: NOAA (2002); EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S (2020).

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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, conforme abordado a seguir:

- CONNOLLY *et al.* (2020), que estimaram um tempo de recuperação em torno de 55 anos, estabeleceram esse tempo a partir de um modelo matemático. Além disso, os autores ressaltam que dois fatores, o clima temperado e a aridez do local, tendem a limitar o crescimento dos manguezais (DUKE *et al.*, 1998a), resultando em uma recuperação mais lenta. Essas duas condições são muito diferentes daquelas encontradas para os manguezais da região nordeste. Por fim, os autores ressaltam a necessidade mais estudos.
- No estudo de DUKE *et al.* (1999), que obtiveram um valor médio de 36 anos, entre os casos analisados estão locais posteriormente atingidos por catástrofes climáticas, como furacões, o que aumenta o tempo de recuperação. 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 (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).
- 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 recuperada 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 (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Sendo assim, tendo em vista os tempos de recuperação dos estudos abordados acima, o clima tropical da região (que difere da maioria dos estudos mencionados) e a importância dos manguezais como filtro biológico e habitat para diversas espécies, o tempo de recuperação desse componente é definido como sendo maior de 10 anos, podendo chegar até 30 anos.

II.9.7.5 - CVA Bancos Biogênicos

Os bancos biogênicos formados por rodolitos foram, até o momento, pouco investigados pela ciência, em relação a outras comunidades abundantes próximas à costa, como florestas de algas e recifes de coral (FOSTER *et al.*, 2013).

Rodolitos são nódulos calcários de vida livre construídos principalmente por algas coralíneas crostosas, com grande importância ecológica, sendo considerados bioconstrutores ambientais (HORTA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.* 2016). Sua ocorrência é observada de águas tropicais a polares, da zona entre-marés até 150 m de profundidade (BOSENCE, 1983; FOSTER, 2001). Diversas espécies dessas algas formam bancos de rodolitos em substratos arenosos, aumentando a heterogeneidade ambiental e fornecendo habitat para diversas espécies e, conseqüentemente, aumentando a biodiversidade local (FOSTER *et al.*, 2013). Esses sistemas bioconstruídos também funcionam como um “banco de sementes” de diversas espécies de micro e macroalgas (FREDERICQ *et al.*, 2019).

Bancos de rodolitos também têm um papel importante no ciclo global do carbono, contribuindo para o seu sequestro em forma de carbonato de cálcio biogênico (AMADO-FILHO *et al.*, 2012; MARTIN *et al.*, 2007; VAN DER HEIJDEN; KAMENOS, 2015). Estes bancos também podem ser considerados importantes economicamente, uma vez que as camadas sub superficiais dos bancos de rodolitos são consideradas como jazidas minerais (IBP, 2014).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



De acordo com IBP (2014), existem 32 espécies de algas calcárias encontradas em rodolitos vivos no Brasil. Especificamente na área de estudo, a região costeira do Espírito Santo é a que possui maior riqueza floral no Brasil, por conta da ocorrência de rodolitos (HORTA *et al.* 2001; GUIMARÃES, 2006).

II.9.7.5.1 - Impactos do Óleo sobre Bancos Biogênicos

A literatura disponível sobre bancos de rodolitos é escassa e ainda mais rara no que tange o impacto do óleo nestes ambientes.

No início de setembro de 2019, uma fonte desconhecida de petróleo bruto chegou na costa do Brasil. Quatro meses após o primeiro relato, o óleo já foi encontrado ao longo de mais de 3000 km da costa brasileira em mais de 980 praias, tornando este derramamento de óleo o mais extenso e severo desastre ambiental já registrado na história do Brasil, na bacia do Oceano Atlântico Sul, e nas regiões costeiras tropicais em todo o mundo. Dentre os ecossistemas afetados, estão os bancos de rodolitos (SOARES *et al.*, 2020). Para a elaboração deste estudo, não foram encontradas publicações referentes aos impactos nestes bancos.

Felder *et al.* (2014) relatam os impactos após o vazamento de óleo de Macondo, no noroeste do Golfo do México. Cabe destacar que o estudo aponta que não é possível isolar os impactos do vazamento de outros eventos que ocorrem durante o período de avaliação, como variação na drenagem do Rio Mississippi, furacão Katrina e outras tempestades tropicais menores. Após o acidente, os rodolitos pareciam branqueados e quase todos sem algas carnudas ou esparsamente cobertos por algumas espécies formadoras de crosta. Os rodolitos apresentaram aparência de mortos.

II.9.7.5.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade do Componente

Para o mapeamento da ocorrência de bancos biogênicos foram utilizados o trabalho de VIEIRA (2017), que gerou um mapa de distribuição das fácies sedimentares na plataforma continental a partir de levantamentos geofísicos, compilação de informações existentes para a plataforma continental do Espírito Santo (ES) e incorporação dos dados de

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos

BASTOS *et al.* (2015). Por se tratar de uma área imóvel, este CVA foi classificado como um fixo, para o qual é utilizada a probabilidade mais elevada. Destaca-se, ainda, que a probabilidade foi calculada a partir dos resultados da modelagem de dispersão de óleo com toque no fundo.

Para o CVA Bancos Biogênicos houve probabilidade de toque de óleo para todos os cenários simulados (**Figura II.9-21 a Figura II.9-23**). No cenário 8 m³ as probabilidades foram baixas, máximos de 2,0% e 3,59% nos períodos 1 e 2 respectivamente. Para o cenário de 200 m³ as probabilidades máximas observadas foram de 19,96% no período 1 e 21,95% no período 2, enquanto para o pior volume foi registrada probabilidade de toque de 100% nos dois períodos simulados (**Quadro II.9-44**).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



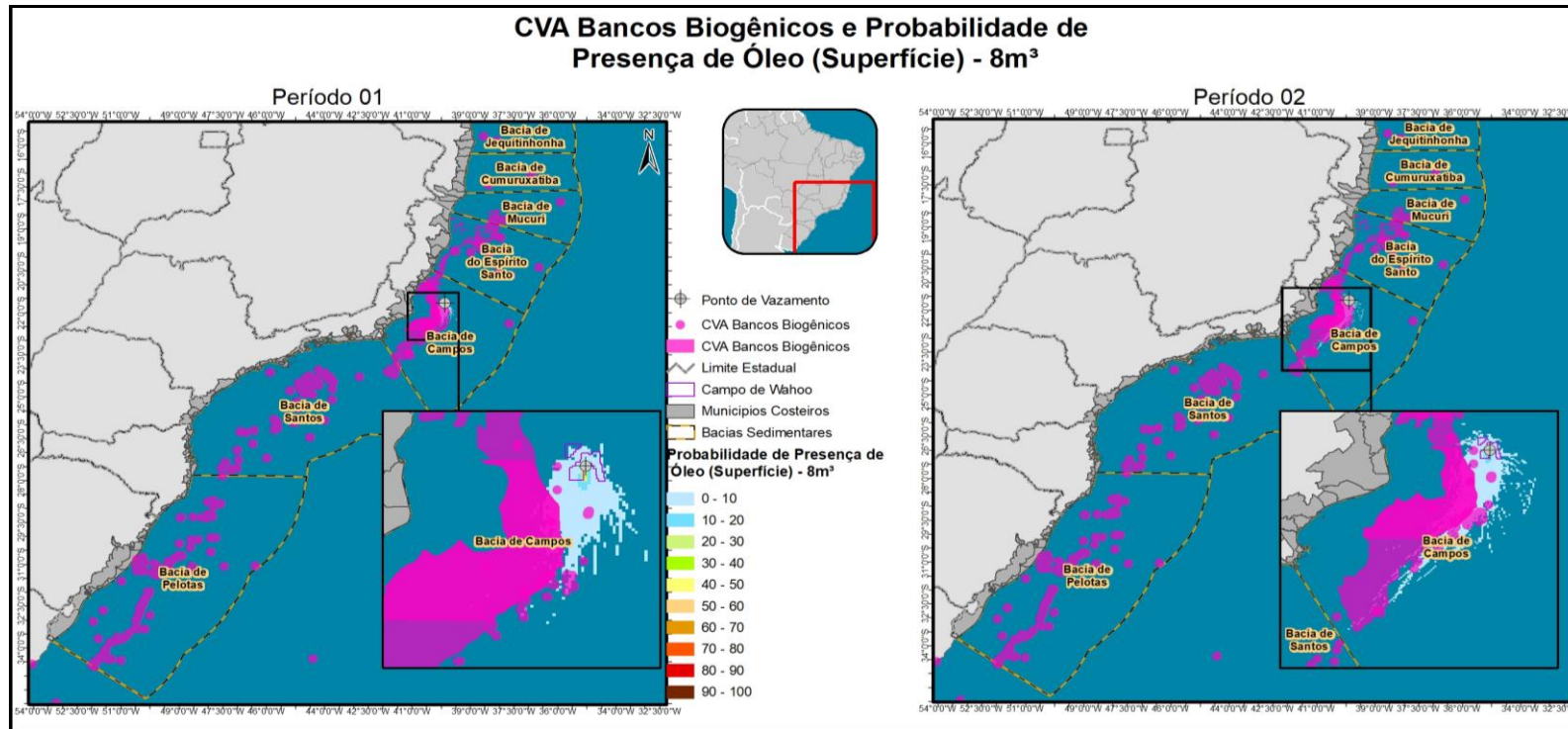


Figura II.9-21 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

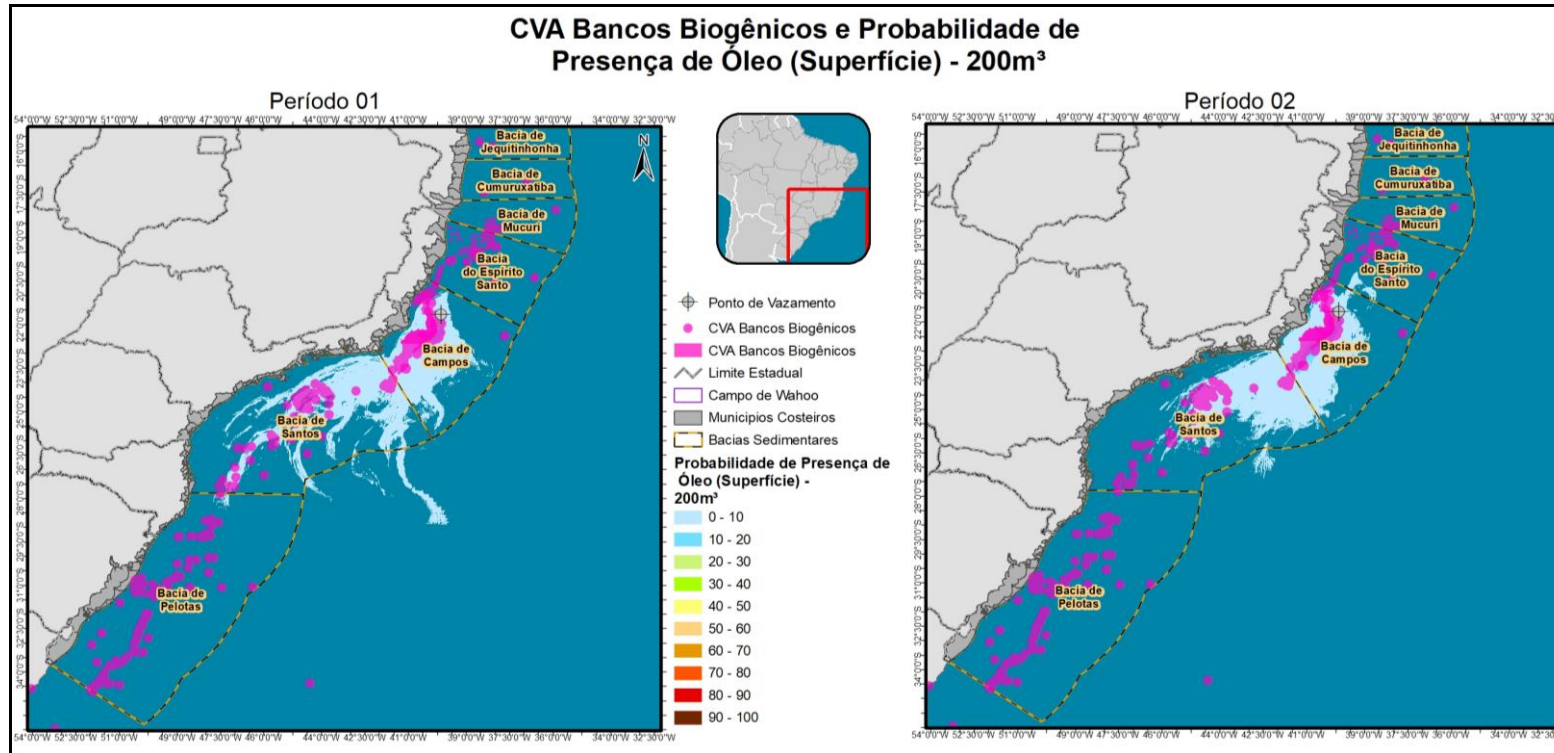


Figura II.9-22 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

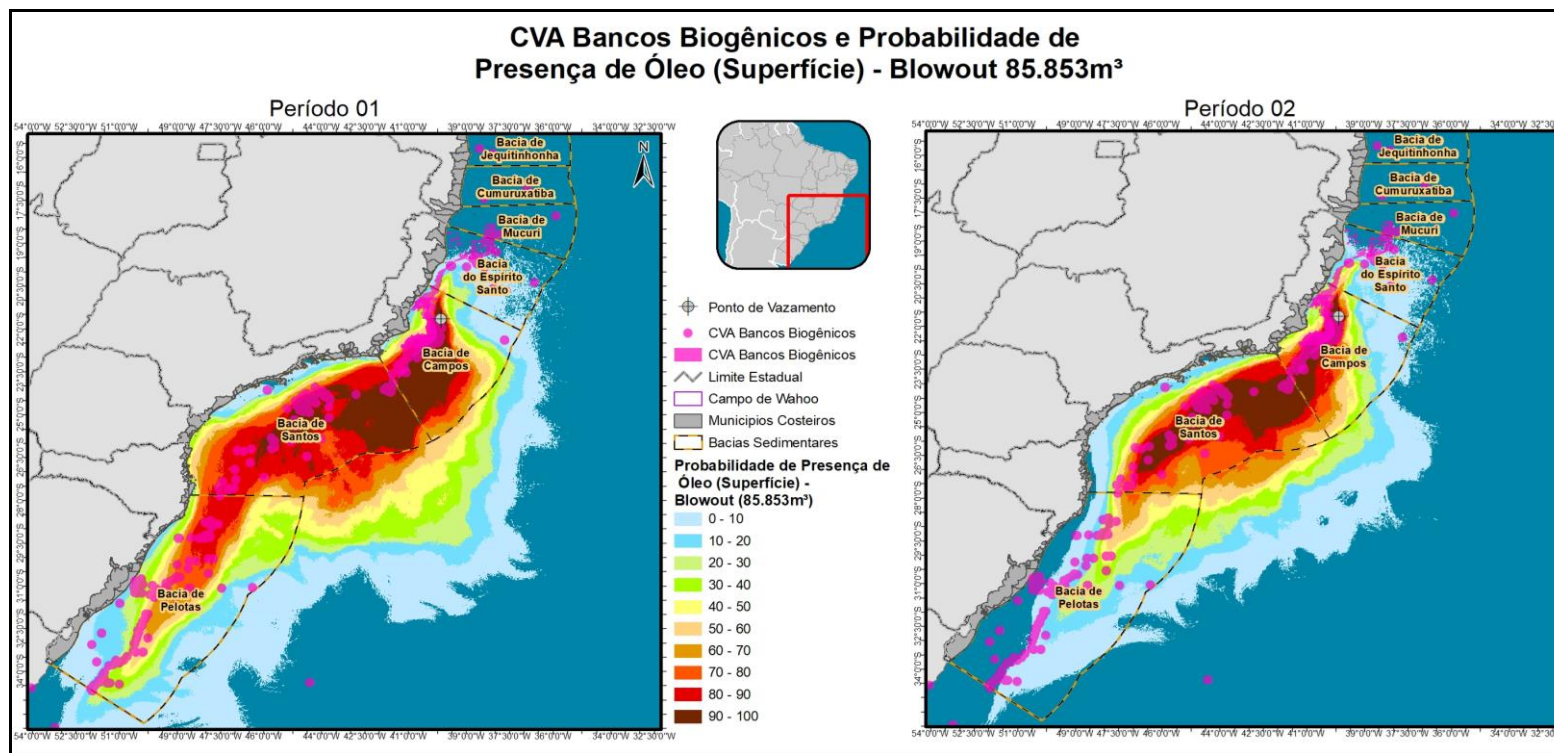


Figura II.9-23 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos



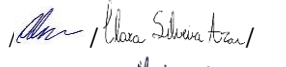
Quadro II.9-44 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Bancos Biogênicos num único cenário accidental.

Cenário	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0,20	2,0
2	8	0,20	3,59
1	200	0,20	19,96
2	200	0,20	21,95
1	Blowout	0,20	100
2	Blowout	0,20	100

II.9.7.5.3 - Tempo de Recuperação

Felder *et al.* (2014) realizou uma avaliação dos impactos em bancos de rodolitos no Golfo do México após o vazamento de óleo de Macondo. Rodolitos total ou parcialmente descobertos de algas foram coletados e levados para tanques de microcosmo. Em parte dos tanques a água do mar foi utilizada sem tratamento prévio, enquanto que em outros tanques a água do mar foi utilizada após esterilização para reduzir ou eliminar a propagação de microrganismos na coluna d'água. Nos dois tratamentos, embora sem medição quantitativa, em três semanas foi observado uma regeneração gradual de conspícuos de algas marinhas vermelhas e verdes, e de esporos de gramas marinhas, a partir de rodolitos aparentemente mortos. A composição específica refletiu a assembleia de macroalgas anteriores ao vazamento.

Já o trabalho de Fredericq *et al.* (2019) aponta a elevada diversidade taxonômica existente num banco de rodolitos, que implica em elevada diversidade genética, acarretando em maior expressividade genética de famílias e metabólica de organismos, influenciando os ciclos biogeoquímicos, entre outros. Por outro lado, os ciclos biogeoquímicos provêm os nutrientes que sustentam a elevada diversidade taxonômica. Se algum distúrbio ocorre nesse sequenciamento, a integração do sistema inteiro é afetada, e pode levar anos para se recompor.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: <i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos</i></p>
--	--	--

Segundo Foster (2001), os rodolitos apresentam crescimento lento. Sua morfologia externa e seu crescimento interno em camadas proporcionam um registro potencial de variações ambientais em escalas de anos ou décadas (Foster, 2001).

Diante do exposto e, considerando que o tempo de recuperação de ambientes mais complexos, como os recifes de corais verdadeiros, é de 30 anos, considera-se satisfatório o tempo de recuperação de 20 anos para bancos biogênicos (rodolitos) neste estudo.

II.9.7.6 - CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos

Os recursos pesqueiros compreendem as espécies de peixes, moluscos e crustáceos, entre outras, que são exploradas economicamente pela pesca (para subsistência ou como atividade comercial), e uma grande diversidade de espécies explotadas caracteriza a pesca marítima e em águas continentais brasileiras (VIANA, 2013).

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 vágeis, vivendo e/ou se alimentando sobre ou próximo ao fundo (FROESE & PAULY, 1998 apud HAIMOIVICI & KLIPPEL, 1999; IPIECA, 2000).

II.9.7.6.1 - Impactos do Óleo sobre Recursos Pesqueiros




A maior parte dos impactos identificados em recursos pesqueiros se refere a acidentes que atingiram a região costeira, com os impactos em região oceânica sendo pouco avaliados, até mesmo 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; ITOFF, 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 ou mantidas (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, têm 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, as comunidades de pessoas que dependem desses recursos (MASCARELLI, 2010).

Os efeitos causados pelo derramamento acidental de óleo sobre os recursos pesqueiros são dependentes de condições ecológicas e oceanográficas. Fatores relacionados à natureza e a extensão do vazamento, às condições meteoceanográficas, à época do ano, ao tipo de atividade de pesca e aos inúmeros aspectos ecológicos, em conjunto, influenciam a extensão do impacto (ITOPF, 2004; HJERMANN *et al.*, 2007).

As formas com que os recursos pesqueiros e a pesca podem vir a ser impactados em caso de um derramamento significativo de óleo são detalhadas no **Quadro II.9-45**.




<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

Quadro II.9-45 - Impactos dos recursos pesqueiros em caso de derramamento significativo de óleo.

Tipo de Efeito	Respostas
Contaminação Física	Em áreas costeiras onde o óleo pode ficar retido em baías e enseadas, concentrações tóxicas podem ser alcançadas, podendo causar efeitos letais particularmente nas espécies territorialistas que possuem áreas de desova restritas. Os organismos podem incorporar os componentes do óleo em seus tecidos através da água, sedimento ou ingestão de presas contaminadas levando a efeitos fisiológicos e histopatológicos. Efeitos diretos do óleo sobre organismos sésseis, como ostras e mexilhões, são maiores.
Alterações de comportamento	Alteração na rota de migração dos peixes pode levar a efeitos sobre a pesca de ocorrência sazonal. Entretanto, esse impacto pode ser revertido uma vez que muitos peixes retornam para as áreas impactadas depois da limpeza do óleo, podendo restabelecer territórios para alimentação e reprodução. Caranguejos e lagostas são orientados pelo olfato para obtenção de alimento e acasalamento. A exposição ao óleo altera a percepção do olfato e prejudica tais atividades.
Efeitos no plâncton	Os ovos e as larvas de peixe são geralmente mais sensíveis à poluição por óleo do que os peixes adultos. Estima-se que se o vazamento for muito grande ou em áreas confinadas, baías e estuários, ou coincidir com períodos de desova o dano pode ser significativo.
Efeitos na pesca	Risco de incrustação do óleo nos barcos ou nos artefatos de pesca. Criação de áreas de exclusão da pesca e perda financeira temporária para o pescador.
Impalatabilidade (<i>taint</i>)	A concentração de óleo pode causar a impalatabilidade e a persistência do fenômeno varia com o tipo de óleo, com a espécie impactada, com a extensão da exposição, com as condições hidrográficas e de temperatura. A escala temporal para a perda da impalatabilidade é relativamente curta pode variar entre alguns dias a meses.
Impacto econômico	A resistência dos consumidores em comprar o pescado proveniente de uma região afetada pode resultar em perda de confiança no mercado, levando a reduções de preço ou a rejeição completa da comercialização dos recursos pesqueiros, tanto por compradores como por consumidores.

Fonte: MOSBECH et al., 2000; IPIECA, 2000b, ITOPI, 2004; EPA, 1999.

O **Quadro II.9-46** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para a pesca e os recursos pesqueiros.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

Quadro II.9-46 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e os recursos pesqueiros.

Vazamento	Efeitos reportados
1969: Blowout do poço Santa Barbara, Califórnia- EUA. Volume do óleo derramado: 4.500 a 10.500 toneladas de óleo cru.	Efeitos negativos em curto prazo na abundância do bonito e da cavala. Sem efeitos em longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.
1970: Arrow, Baía Chedabucto, Canadá. Cerca de 11.000 toneladas de petróleo.	Registros mostraram contaminação por óleo em várias espécies de moluscos e crustáceos, além do efeito sobre a taxa de crescimento e número populacional.
1976: Argo Merchant, Estados Unidos. Volume do óleo derramado: 28.000 toneladas de petróleo venezuelano.	Mortandade de ovos de peixes e redução da densidade de larvas. Sem impactos sobre estoques de peixes estudados entre 1975-1977. Ocasionalmente foram observados exemplares de peixes e mariscos contaminados.
1977: Tsesis, Mar Báltico, Suécia. Volume do óleo derramado: 1.000 toneladas de óleo combustível médio.	Um mês após o vazamento, arenques foram pescados normalmente nas áreas impactadas pelo óleo. Não foi detectada contaminação nos tecidos. 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 altos níveis de contaminação.
1977: Ekofish 'Bravo <i>blowout</i> , Mar do Norte. Volume do óleo derramado: 9.000 a 13.000 toneladas de óleo cru.	Peixes capturados por arrasto de fundo foram analisados para avaliar a presença de hidrocarbonetos. Houve evidências de contaminação em peixes duas semanas após a explosão, mas somente em quantidades reduzidas.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Manoela Soares Santos

Vazamento	Efeitos reportados
<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 mortas. Cardumes de um ano de solha, linguado e tainha desapareceram das zonas mais afetadas e demonstraram redução de crescimento, fecundidade e recrutamento. A reprodução e o crescimento de peixes de fundo em baías impactadas e anormalidades histopatológicas ficaram evidentes na região anos depois.</p> <p>Duas semanas após o acidente, milhares de moluscos, ouriços-do-mar e outras espécies bentônicas mortas foram encontrados nas praias. Equinodermos e pequenos crustáceos quase desapareceram completamente de algumas áreas, mas a população de muitas espécies se recuperou dentro de um ano. O cultivo de ostra foi seriamente afetado e estima-se que 9.000 toneladas foram destruídas por causa da contaminação ou como medida de segurança.</p>
<p>1979: Betelgeuse, Bantry Bay, Irlanda.</p> <p>Volume 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>Morte de alguns indivíduos de garoupas, xereletes e sardinhas. Não houve 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 atingiu apenas a região oceânica. Impacto aparentemente pequeno nos estoques. Ocorrência e abundância normais de ovos e larvas.</p>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1989: Exxon Valdez, Alasca, EUA.</p> <p>Volume do óleo derramado: 37.000 toneladas de petróleo.</p>	<p>A comparação entre peixes de áreas contaminadas e não contaminadas revelou que as taxas de 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>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 sofreram declínio total na biomassa de 25% em relação aos níveis pré-guerra. As causas exatas não foram estudadas.</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 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, percebeu-se que os organismos estavam livres de contaminação. Considerando o tamanho do derramamento, os impactos ambientais foram surpreendentemente limitados.</p>
<p>Plataforma DeepWater Horizon (Golfo do México -EUA)</p> <p>Volume do óleo derramado: 3,19 milhões de barris de óleo cru</p>	<p>Impactos econômicos significativos sobre a pesca com fechamento de 30% dos pesqueiros localizados na área afetada pelo vazamento no Golfo do México</p>

Fonte: Modificado de IPIECA (2000b); ITOPI (2010a); MOSBECH *et al.* (2000); TEAL & HOWARTH (1984); BEYER *et al.*, 2016.

<p>Coordenador:</p>	<p>Gerente:</p>	<p>Técnico:</p>
---------------------	-----------------	-----------------

II.9.7.6.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Para realizar o mapeamento foram consideradas informações oriundas do REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), 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.

Considerando que os recursos pesqueiros habitam todo o ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, não representando, portanto, uma área específica de agregação e sim uma área abrangente de ocorrência, este CVA foi classificado como um CVA disperso, para o qual é utilizada a probabilidade ponderada.

As figuras a seguir apresentam a localização destas áreas juntamente às probabilidades de chegada de óleo no CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos nos seis cenários avaliados (**Figura II.9-24 a Figura II.9-29**). As probabilidades de toque nas áreas Recursos Pesqueiros Costeiros nos cenários 8 m³ foram muito baixas, com máximos de 1% (período 1) e 2,79% (período 2). No cenário de médio volume as probabilidades máximas de toque foram de 12,17% e 20,55% ns períodos 1 e 2, respectivamente. Já no cenário de blowout as probabilidades foram mais elevadas, sendo o toque máximo de 97,% e 100%, respectivamente. Já para os Recursos Pesqueiros Oceânicos a probabilidade máxima foi de 100% para todos os cenários simulados (**Quadro II.9-47**).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



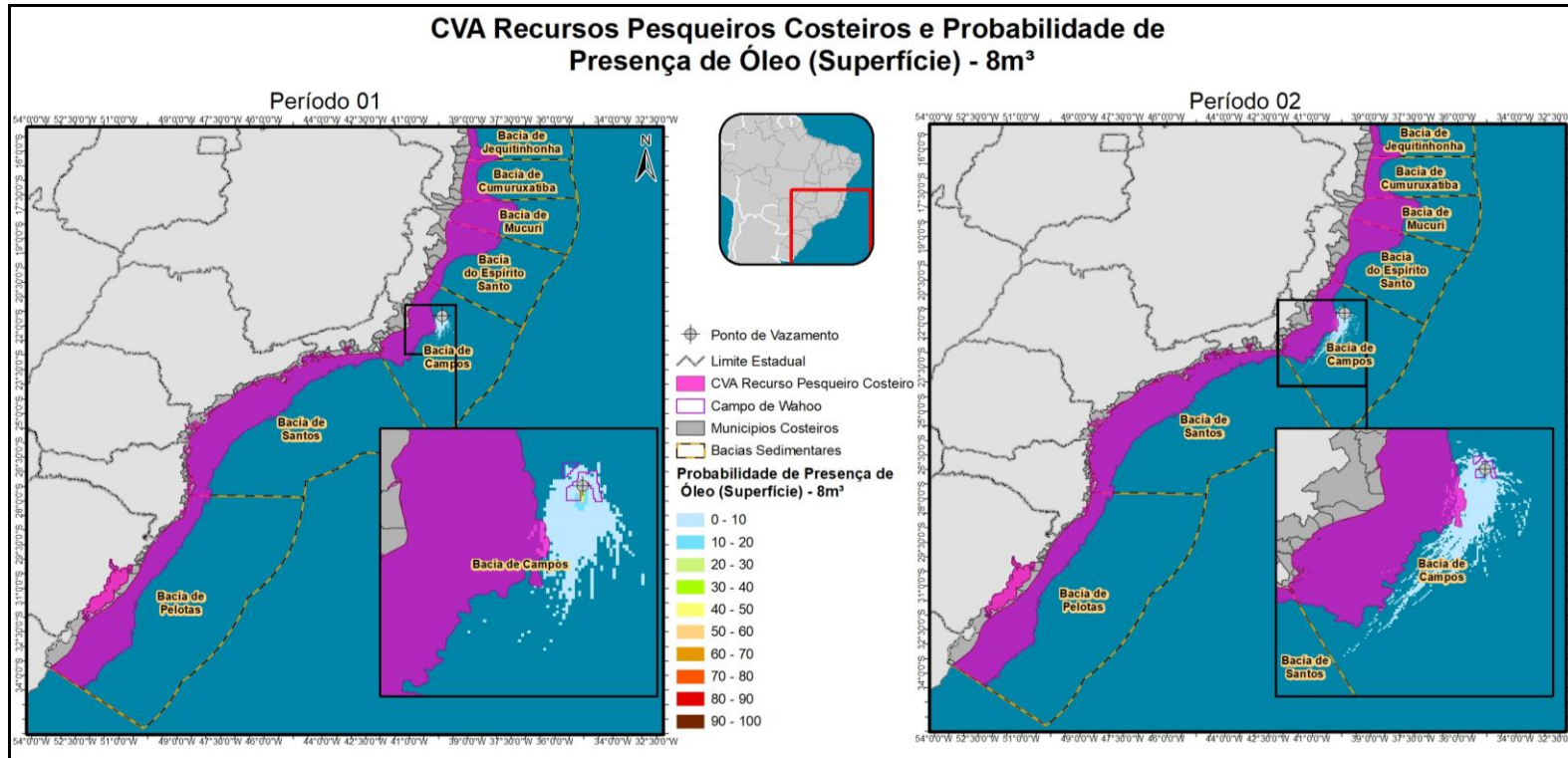


Figura II.9-24 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves /
 Mariana Soares Santos*

probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m³ nos períodos 1 e 2.

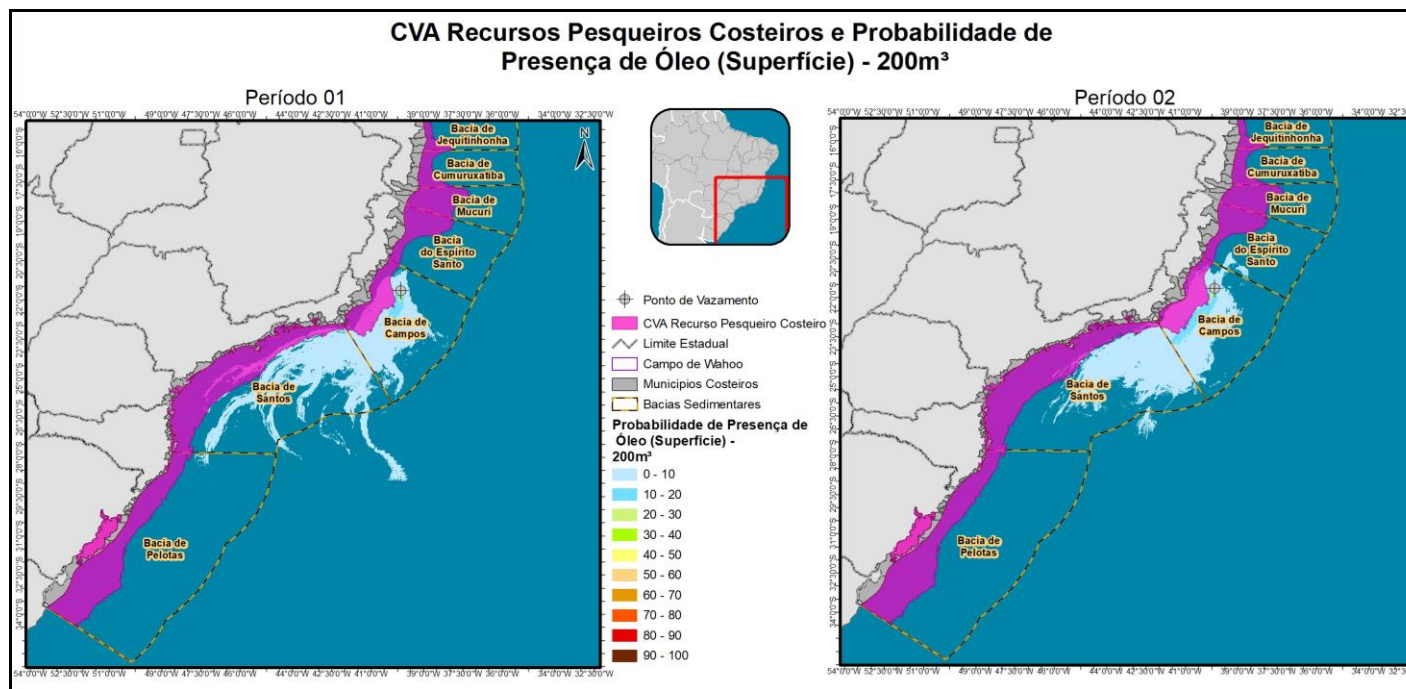


Figura II.9-25 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

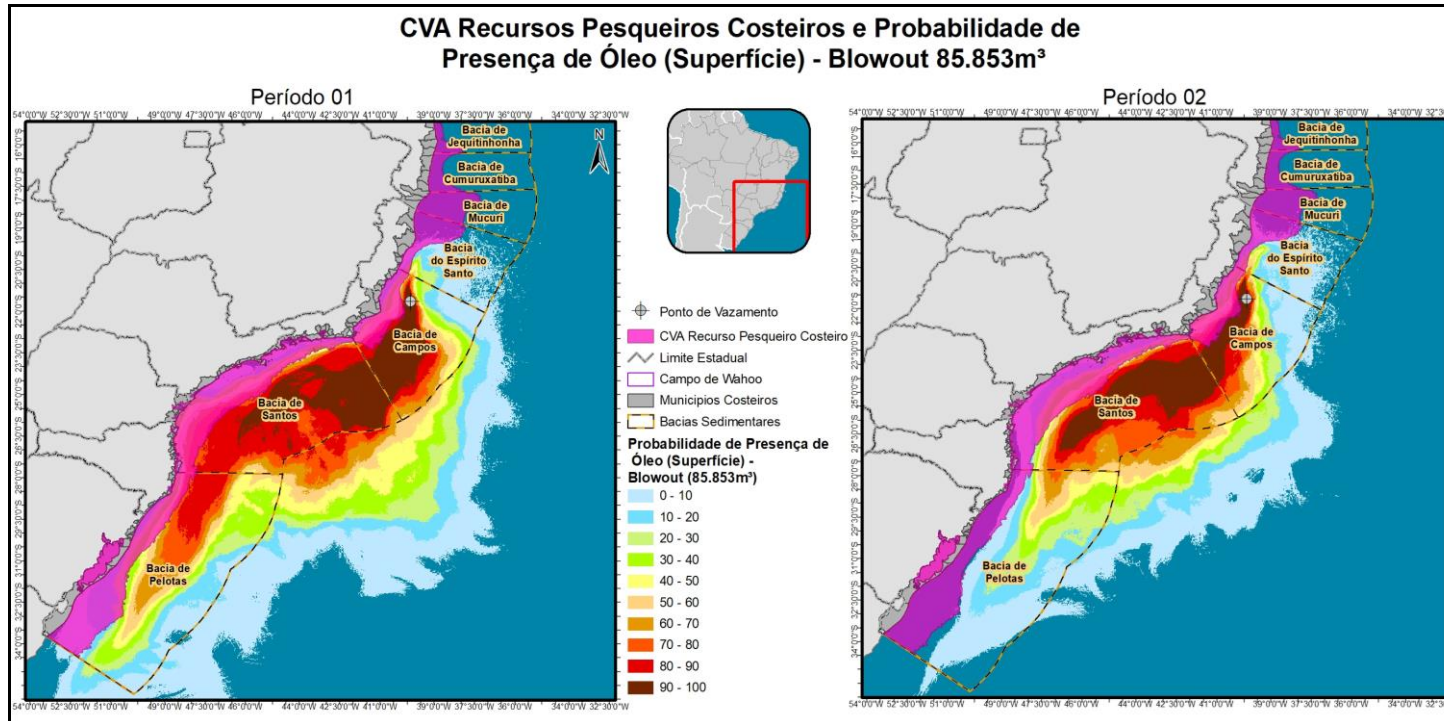


Figura II.9-26 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

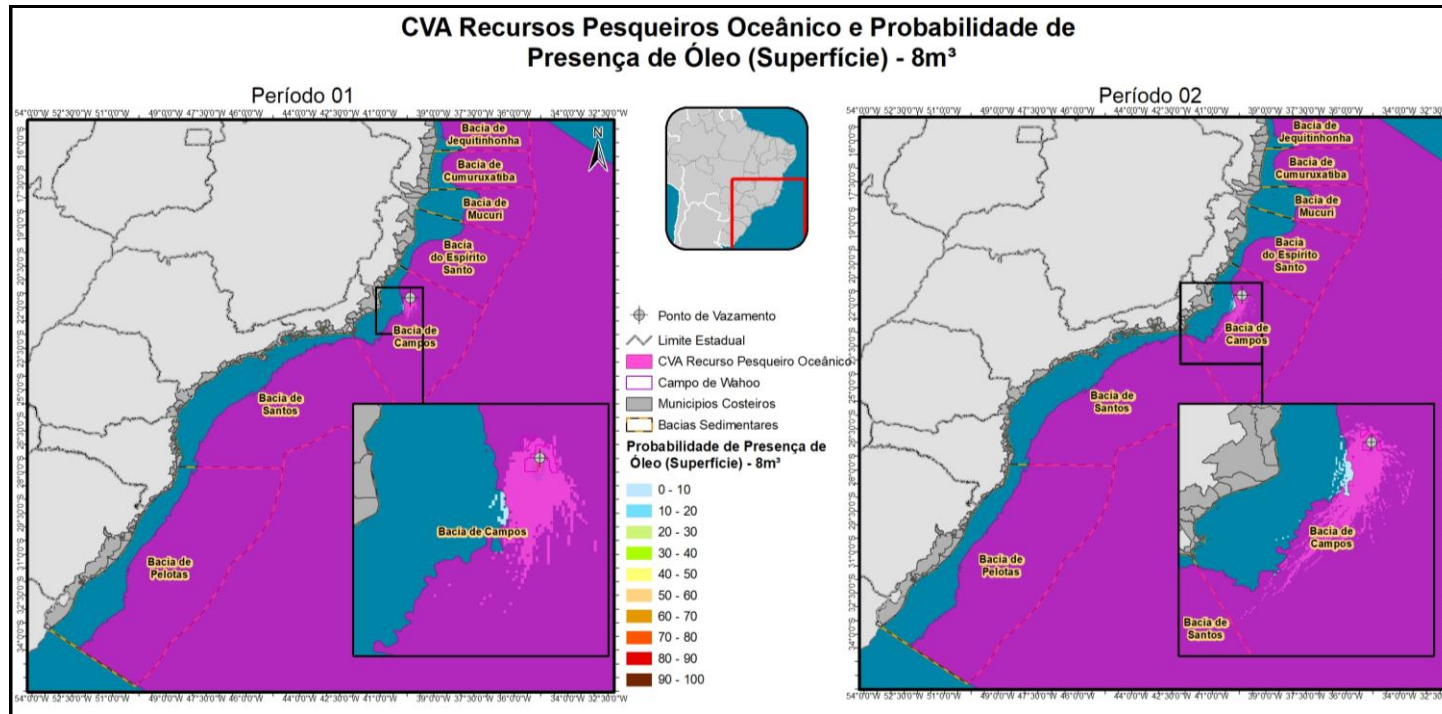


Figura II.9-27 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

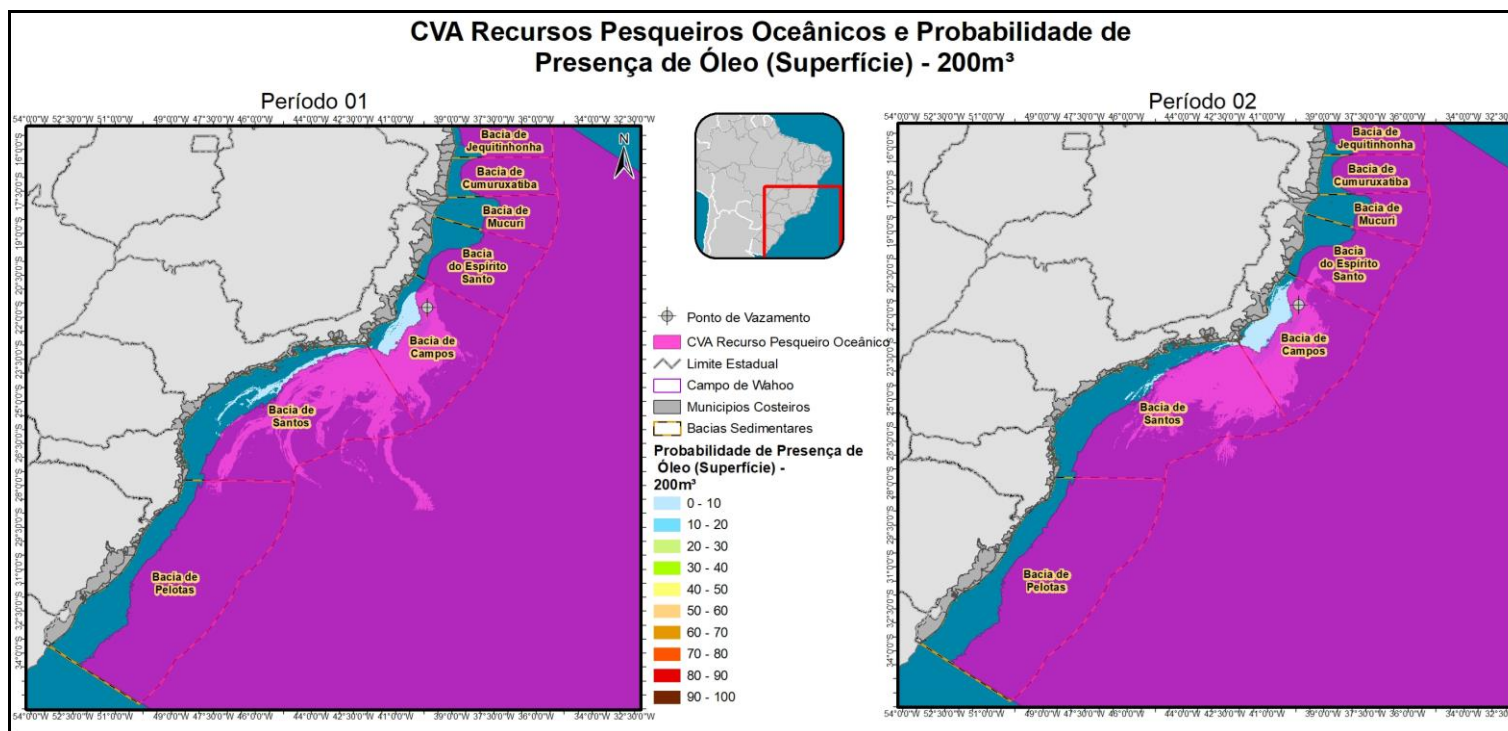


Figura II.9-28 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

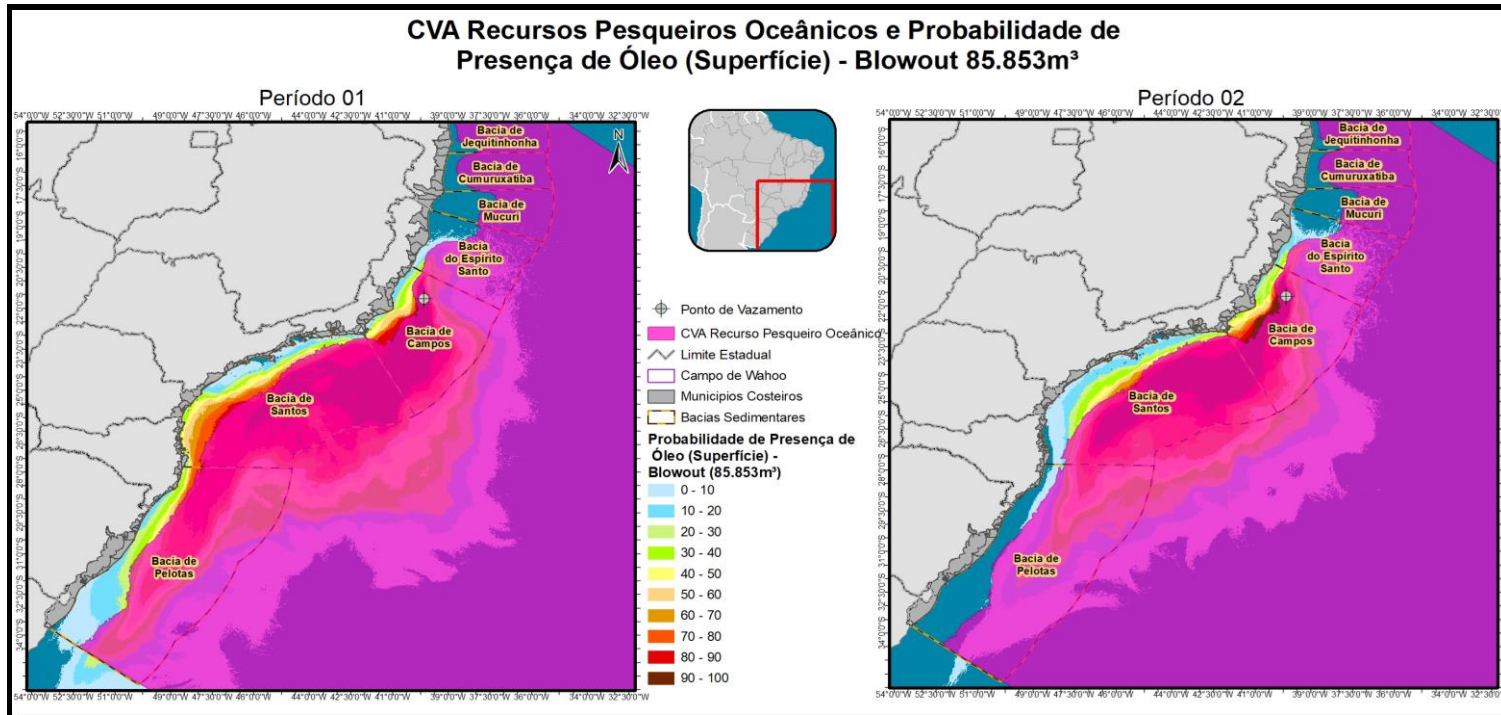


Figura II.9-29 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.

<p>Coordenador:</p> <p style="text-align: center;"><i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente:</p> <p style="text-align: center;"><i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico:</p> <p style="text-align: center;"><i>Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos</i></p>
---	--	---

Quadro II.9-47 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e Oceânicos em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade ponderada de presença de óleo (%)
CVA Recursos Pesqueiros Costeiros		
1	8	1,0
2	8	2,79
1	200	12,17
2	200	20,55
1	Blowout	97,0
2	Blowout	100
CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos		
1	8	100
2	8	100
1	200	100
2	200	100
1	Blowout	100
2	Blowout	100

II.9.7.6.3 - Tempo de Recuperação

A pesca e os recursos pesqueiros podem ser afetados diretamente por um vazamento de óleo ou indiretamente através dos ecossistemas que os suportam. Entretanto, existe uma grande dificuldade em se avaliar os efeitos do vazamento de óleo sobre as populações de peixes. O impacto potencial é grande em áreas costeiras e abrigadas, particularmente para espécies de hábito territorialista e com áreas de reprodução restritas.

O monitoramento do pescado em regiões oceânicas afetadas pelo derramamento de petróleo da plataforma Deepwater Horizon, em 2010 no Golfo do México, mostrou poucas evidências de contaminação (YLITALO *et al.*, 2012 apud BEYER *et al.*, 2016). Não foram detectadas concentrações de óleo, metais e dispersantes que evidenciassem a contaminação dos pescados, não sendo possível estabelecer relação entre a concentração de hidrocarbonetos e os organismos afetados pelo derramamento (FITZGERALD e GOHLKE, 2014 apud BEYER *et al.*, 2016).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

A partir de simulações de vazamentos de óleo em áreas de desova de espécies de bacalhau, verificou-se que o potencial reprodutivo e taxa de sobrevivência de juvenis foi mantida na população, mesmo considerando volumes de óleo de 4.500 m³ derramado por dia (CARROL *et al.*, 2018).

O trabalho de MARTÍNE-GOMEZ *et al.* (2009) foi realizado após o acidente com o navio-tanque Prestige, no litoral da Espanha, em 2002. Os autores mostraram uma diminuição significativa na contaminação por biomarcadores de duas espécies de peixes demersais (*Lepidorhombus boscii* e *Callionymus lyra*), sendo que três anos após o vazamento, as espécies tinham recuperado seus valores metabólicos normais.

Após o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no litoral do Alaska, em 1989, a pesca de subsistência caiu 77% em 10 das 15 comunidades estudadas, principalmente por causa da incerteza dos moradores sobre a segurança do consumo. A partir da análise de hidrocarbonetos nos tecidos de invertebrados e peixes quanto à concentração de hidrocarbonetos, foi observado que os peixes de todas as áreas eram seguros para alimentação, mas que os invertebrados da zona entre marés de algumas áreas específicas não deviam ser consumidos. Ao final dos três anos de estudo, houve a recuperação em algumas comunidades, mas o nível de consumo se manteve abaixo das médias observadas antes do vazamento (FALL & FIELD, 1993).

Com base nas informações apresentadas anteriormente, considerou-se satisfatório definir que o tempo de recuperação para esse componente na região está entre um e três anos.

II.9.7.7 - CVA Mamíferos Marinhos

Os mamíferos aquáticos são representados por 141 espécies no mundo, divididas em três ordens: a Cetacea, que inclui os botos, baleias e golfinhos, a Sirenia, representada pelos peixes-bois e dugongos e por último, a ordem Carnivora, representada pela subordem Pinnipedia (lobos, leões e elefantes marinhos, focas e morsas) e pelas famílias Mustelidae (lontras e ariranhas) e Ursidae (urso-polar) (LODI & BOROBIA, 2013).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:


Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos

A Região de Estudo é reportada como sendo de alta importância para os mamíferos marinhos, representados principalmente pelos cetáceos, mas também com presença de pinípedes. A seguir será apresentada revisão de dados a respeito da ocorrência e distribuição dessas espécies, nesta região, obtidas através de publicações científicas e relatórios técnicos.

Encontram-se na região cerca de 45 espécies de cetáceos, das algumas estão ameaçadas de extinção no Brasil e/ou no mundo (**Quadro II.9-48**).

Quadro II.9-48 – Cetáceos ameaçados de extinção no Brasil e/ou no mundo presentes na área de estudo e status de conservação nacional e global (ICMBio/MMA, 2018; IUCN, 2021).

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Status de Conservação		
				ICMBio/MMA (2018)	IUCN (2021)	CITES (2021)
Odontoceti	<i>Pontoporia blainvillei</i>	toninha (RS/SC), boto-amarelo (RJ), boto-cachimbo (ES)	águas costeiras entre Itaúnas, ES (19°S) e Rio Grande do Sul	CR	VU	II
	<i>Sotalia guianensis</i>	boto, boto-cinza	águas costeiras entre Honduras (Amer. Central) e Florianópolis (SC)	VU	NT	I
	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	águas oceânicas	VU	VU	I
Mysticeti	<i>Eubalaena australis</i>	baleia-franca-austral	águas costeiras durante o período reprodutivo	EN	LC	I
	<i>Balaenoptera musculus</i>	baleia-azul	águas oceânicas	CR	EN	I
	<i>Balaenoptera physalus</i>	baleia-fin	águas oceânicas	EN	VU	I
	<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia-sei	águas oceânicas	EN	EN	I

Fonte: CITES, 2021; ENGEL *et al.*, 2006; FLORES & LUNA, 2021; FLORES *et al.*, 2018; GEMARS, 2021; ICMBio/MMA, 2011, 2018; IUCN, 2021; LODI & BOROBIA, 2013; LODI *et al.*, 2015; MAREM, 2016; NICOLODI, 2016; SHELL/AECOM, 2018; SIMMAM, 2015; PETROBRAS/SOCIOAMBIENTAL, 2020; SICILIANO *et al.*, 2006; ZERBINI *et al.*, 1999, 2004, 2006.

Legenda: Categorias segundo IUCN (2021) e ICMBio/MMA (2018): CR (Em perigo crítico), "Critically Endangered" – Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato; 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 ameaçada), "Near Threatened" – Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias anteriores porém está perto de ser qualificada como ameaçada em um futuro próximo; LC (Pouco preocupante), "Least Concern" – Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias acima; DD (Dados Insuficientes), "Data Deficiente" – Quando não há informação adequada para fazer uma avaliação direta ou indireta do seu risco de extinção, com base na sua distribuição e/ou estado populacional; NA (Não aplicável) – quando a espécie é considerada ineligível para ser avaliada em nível regional pelo ICMBio/MMA (2018); NE (Não Avaliada), "Not Evaluated" – Quando a espécie não foi avaliada pela IUCN ou pelo ICMBio/MMA (2018). Categorias segundo CITES (2021): Apêndice I – Espécies ameaçadas de extinção, cujo comércio somente será permitido em circunstâncias excepcionais; Apêndice II – Inclui espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas nas quais o comércio deve ser controlado para evitar a utilização incompatível com a sua sobrevivência.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

A distribuição dessas espécies varia desde águas mais rasas e costeiras até lâminas d'água superiores a 500 m. Algumas espécies podem, ainda, se aproximar mais da costa, apenas durante o período reprodutivo, como a baleia-jubarte e a baleia-franca-austral 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, com nascimento de um filhote por vez, e o período de lactação é altamente variável, podendo chegar a muitos anos em alguns odontocetos (JEFFERSON *et al.*, 2008).

É válido destacar que a região de estudo se configura como um corredor migratório para as baleias-jubarte (*M. novaeangliae*), que se deslocam entre suas áreas de alimentação nas Ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul (Zona Polar Antártica) e suas áreas de reprodução no nordeste do Brasil (MARTINS *et al.*, 2001; ZERBINI *et al.*, 2006).

A subordem Pinnipedia apresenta 33 espécies, divididas em três famílias distintas: a Phocidae, representada por 18 espécies, a Odobenidae, representada por uma espécie e a Otariidae, representada por 14 espécies. Podem ser encontrados em todos os oceanos, com concentrações maiores em número de espécies e tamanhos populacionais em regiões frias (SILVA *et al.*, 2014). No Brasil, embora não existam colônias reprodutivas de nenhuma espécie de pinípede, dezenas de exemplares de lobos-marinhos e leões-marinhos e, eventualmente, elefantes-marinhos e focas antárticas chegam ao litoral do Rio Grande do Sul. Essa presença está relacionada aos deslocamentos pós-reprodutivos favorecidos pela corrente marinha das Malvinas durante o outono e a primavera (ROSAS *et al.*, 1994; SIMÕES-LOPES *et al.*, 1995).

Os pinípedes foram caçados no mundo todo, principalmente pelo valor comercial de sua pele e gordura. O óleo extraído destes animais foi utilizado na iluminação pública, como lubrificante de maquinários, na produção de sabão, tintas e vestuário (RIEDMAN, 1990). Populações de diversas espécies foram integralmente exterminadas e, pelo menos, a foca do Caribe tornou-se extinta durante a década de 1950 (KENYON, 1977). Acredita-se

que atualmente o aumento da incidência de pinípedes em nosso litoral esteja relacionado ao aumento populacional decorrente da proibição da caça (KOLESNIKOVAS, 2018). Existem, na região de estudo, duas unidades de conservação na região sul criadas por conta desses animais, a Refúgio da Vida Silvestre do Molhe Leste e o Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos.

II.9.7.7.1 - Impactos do Óleo sobre Mamíferos Marinhos

Avaliações do impacto do óleo sobre cetáceos são muito raras. Isso se deve, 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 podem flutuar e encalhar na região costeira, porém, essa é uma situação comum para os animais que vivem nessas regiões, limitando o estudo das outras espécies. Além disso, existem as questões éticas sobre a realização de 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). Cabe destacar que 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.

O Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos - Grandes cetáceos e Pinípedes (ICMBIO, 2011), cita como uma possível ameaça a conservação das espécies encontradas no litoral brasileiro a atividade de óleo e gás, tendo em vista nosso desconhecimento quanto aos padrões de migração e deslocamento da espécie durante a fase pelágica do ciclo de vida, principalmente na região do Oceano Atlântico Sul Ocidental e nas proximidades do Oceano Austral. Outras ameaças estão relacionadas a alteração e a degradação do habitat costeiro marinho; a expansão urbana na zona costeira próxima a áreas protegidas, tráfego de embarcações, dragagem e contaminação química na zona costeira (ICMBIO, 2011).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:




A composição do óleo e o seu grau de intemperização são fatores importantes para determinar os impactos. Indivíduos atingidos por óleo logo após vazamento podem ser expostos a mais componentes tóxicos pelo contato direto e ingestão do que indivíduos afetados por óleo já intemperizado (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).




Estudos sugerem que os mamíferos marinhos podem detectar o óleo na superfície da água e, com isso, evitá-lo, como apresentado por ST AUBIN (1992), no qual experimentos com golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em cativeiro mostraram que esses animais conseguem detectar visualmente uma lâmina de óleo cru de 1 mm de espessura na superfície da água do mar e evitar locais onde existe óleo mineral. O mesmo resultado foi encontrado por SMITH *et al.* (1983).

Comportamento semelhante foi observado na população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) residente na Baía de Guanabara-RJ, que se deslocou para o mar aberto após o vazamento de óleo ocorrido em 2000. Os indivíduos voltaram para as áreas de alimentação, antes mesmo que as operações de limpeza estivessem finalizadas, e apresentaram comportamentos normais (BARCELLOS & SILVA, 2003; SHORT, 2003).

Por outro lado, outros estudos apontaram que os cetáceos não evitam contato com as manchas de óleo, embora pudessem provavelmente detectá-la, principalmente em espécies costeiras, que possuem fidelidade a determinadas áreas. O tamanho da mancha, a dependência por comida e uma interação social podem sobrepor essa estratégia de evitação, causando impactos sobre essas espécies (WURSIG & SMULTEA, 1991; MATKIN *et al.*, 2008; NOAA, 2010b).

Dias *et al.* (2017) avaliaram cetáceos após o vazamento Deepater Horizon em 2010 no Golfo do México, e detectaram óleo cru ou filme de óleo (sheen) em 11 das 21 espécies de cetáceos regularmente avistadas na região. Em mais de 70% dos avistamentos realizados durante o monitoramento aéreo foram registrados cetáceos nadando em águas oleadas.

O impacto do óleo sobre o corpo dos mamíferos marinhos é possivelmente transitório, pois o óleo não se adere facilmente a pele lisa dos animais (ITOPF, 2010b; EPA, 1999;

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos
---	---	---




MOSBECH, 2002). Em mysticetos, o óleo pode se aderir sobre partes rugosas, pelos e calosidades dos animais, entretanto, não traz danos à saúde do animal (ST AUBIN, 1992). Já nos golfinhos, por não apresentarem pelos nem calosidades, o óleo não se fixa na pele (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

A inalação de porções de óleo, vapores e fumaça pode danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A ingestão de óleo em situações de estresse pode acontecer, promovendo danos severos aos animais. O óleo ingerido poderia causar efeitos tóxicos e disfunção secundária dos órgãos, além de úlcera gastrointestinal e hemorragia (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo ainda não está bem estabelecida em cetáceos e não existem estudos de laboratório que tenham detectado o nível mínimo de toxicidade (ST AUBIN, 1992).

A ingestão de óleo representa uma ameaça maior aos mysticetos que se alimentam de plâncton através de cerdas orais (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que o óleo incrustado entre os fios das cerdas restringe a passagem de água, podendo comprometer a alimentação desses animais. Isso pode acarretar numa diminuição da massa corpórea e comprometimento do desenvolvimento do animal, principalmente para migração e reprodução (ST AUBIN, 1992).

Em estudo com animais encalhados, foram observados baixos níveis de hidrocarbonetos em diversos tecidos, demonstrando que a eliminação do óleo acumulado pode ser rápida. Os cetáceos têm o potencial para metabolizar óleo devido à presença do Citocromo P-450 no fígado, sistema enzimático que está envolvido na quebra de compostos de hidrocarbonetos (ENGELHARDT, 1983).

A morte de animais após acidentes com vazamentos por óleo é relatada por SHORT (2003) em dois estudos. O primeiro ocorreu na Califórnia (EUA), no qual 4 golfinhos e 6 baleias foram encontrados mortos (BROWNWELL, 1971) e, o outro, foi o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no Alaska (EUA), responsável pela morte de 26 baleias-cinzenta (*Eschrichtius robustus*), cinco botos (*Phocoena phocoena*), cinco baleias-minke

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---




(*Balaenoptera bonaerensis*), uma baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) e três baleias não identificadas (LOUGHLIN, 1994).

O monitoramento dos cetáceos ao longo de 16 anos após o vazamento de óleo do petroleiro Exxon Valdez revelou perdas de 33 a 41% na população de orcas, afetando tanto juvenis quanto adultos em idade reprodutiva. A taxa de mortalidade no ano do vazamento e no ano subsequente foi 18 vezes maior que o número esperado para o mesmo período de tempo. Os autores concluíram que, mesmo em condições ótimas, os grupos podem levar décadas para se recuperar (MATKIN *et al.* 2008). Por outro lado, estudos afirmam que essas populações já apresentavam elevados níveis de PCBs e DDT nos seus tecidos, substâncias que podem afetar a reprodução e as taxas de recuperação dessa população (EVOSTC, 2010). Os resultados do monitoramento da população de orcas desta região durante 26 anos indicam que a redução da população também deve ser atribuída a outros fatores relacionados aos diversos impactos de fontes antropogênicas, como diminuição dos estoques alimentares, distúrbio gerado por barcos de observadores de baleia e tráfego marítimo (TAYLOR & PLATER, 2001).

II.9.7.7.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Considerando que os cetáceos podem habitar todo ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, foi considerada toda essa região como área de distribuição este grupo biológico. Portanto, essa região não representa uma área específica de agregação e sim uma área de ocorrência abrangente e, por isso, este CVA foi classificado como um CVA disperso, para o qual é utilizada a probabilidade ponderada.

Os resultados da probabilidade de toque de óleo no CVA Mamíferos Marinhos, para os seis cenários, são apresentados nas figuras adiante (**Figura II.9-30** a **Figura II.9-32**). Em todos os cenários simulados as probabilidades mínimas e máximas estiveram entre 0,20% e 100% (**Quadro II.9-49**).

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

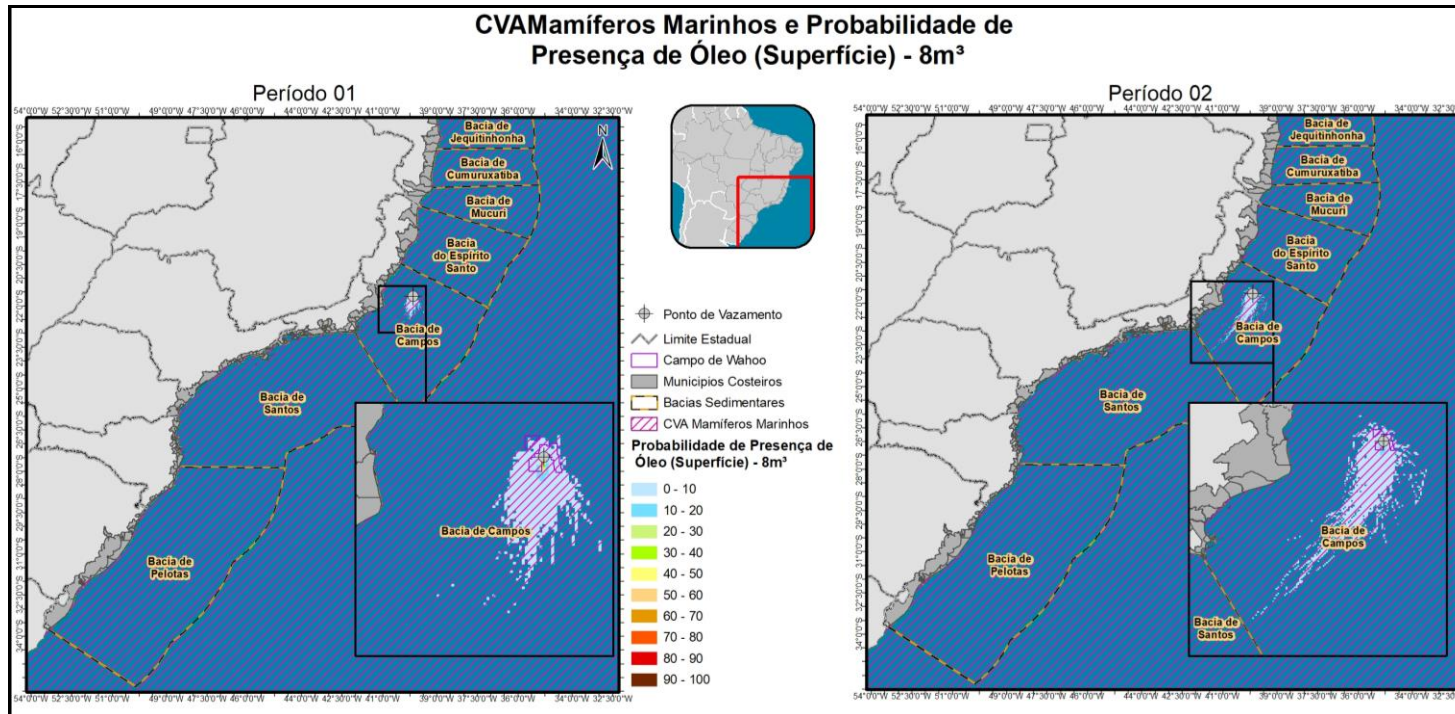


Figura II.9-30 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

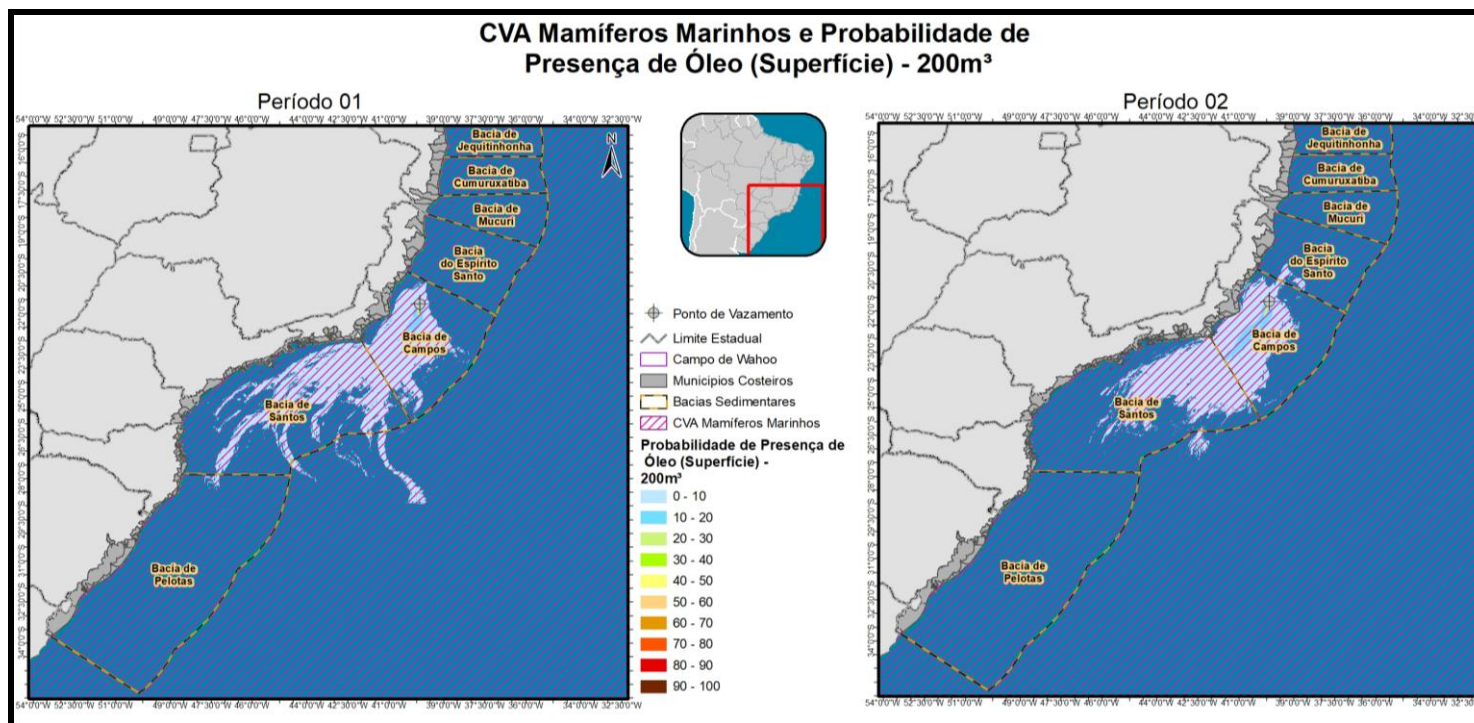


Figura II.9-31 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-49 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA mamíferos marinhos em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade ponderada de presença de óleo (%)
1	8	0,20	100
2	8	0,20	100
1	200	0,20	100
2	200	0,20	100
1	Blowout	0,20	100
2	Blowout	0,20	100

A seguir, serão descritos os Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) selecionados para esse CVA. É importante ressaltar que, uma vez que apresentam uma distribuição restrita, considerou-se como fixo para o cálculo das probabilidades de chegada de óleo (uso da maior probabilidade de toque).




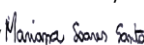
II.9.7.7.2.1 - SVA Boto-cinza

A motivação de inserção deste subcomponente se baseia na ocorrência de populações residentes, com alto grau de fidelidade a determinados habitats, além da espécie estar atualmente ameaçada de extinção

Esta espécie vem sendo impactada fortemente por capturas acidentais em operações de pesca, capturas intencionais para usos diversos, pela perda de habitat para a construção de portos, marinas e condomínios, pela poluição sonora e pela contaminação química (ICMBio, 2018).

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.

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




<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"> </p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</p>
--	--	--

Nicarágua, na América Central, e ao sul, o estado de Santa Catarina, na América do Sul (SIMÕES-LOPES, 1986; CARR & BONDE, 2000). No entanto, DA SILVA (1994) & 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).

Poucos estudos têm monitorado os movimentos realizados por *S. guianensis* ao longo da costa. ROSSI-SANTOS (2006) aplicaram a técnica de foto-identificação em duas áreas do litoral do extremo sul da Bahia, com aproximadamente 80 km de distância entre si, e nenhum animal identificado numa área foi reavistado em outra, o que pode sugerir que, ao contrário de outras espécies de delfínídeos costeiros, *S. guianensis* não realiza grandes deslocamentos ao longo da costa. Na verdade, alguns estudos de foto-identificação realizados com *S. guianensis* no Brasil têm demonstrado que alguns indivíduos podem apresentar uma fidelidade à área por até dez anos (FLORES, 2003).

Para a presente avaliação, a área de ocorrência de boto-cinza foi mapeada com base no mapeamento feito pelo Projeto Marem (2016). Estes indivíduos possuem hábitos extremamente costeiros, habita baías, desembocaduras de rios, estuários e ambientes abertos próximo a praias. Sua presença está fortemente associada a presença de manguezais e estuários. A maioria das avistagens é realizada em águas com menos de 25 m de profundidade, com preferência por águas até 5 km da costa e profundidades de 2 a 10 m (LODI e BOROBIA, 2013).

Verificou-se probabilidades de toque de óleo apenas nos cenários 200 m³ e pior caso, para o volume pequeno as probabilidades são relativamente baixas 0,80% (período 1) e 2,39% (período 2), para o maior volume no período 1 a probabilidade máxima foi de 55,88% e no período 2 igual a 61,27%, respectivamente (**Figura II.9-33 a Figura II.9-35 e Quadro II.9-50**).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

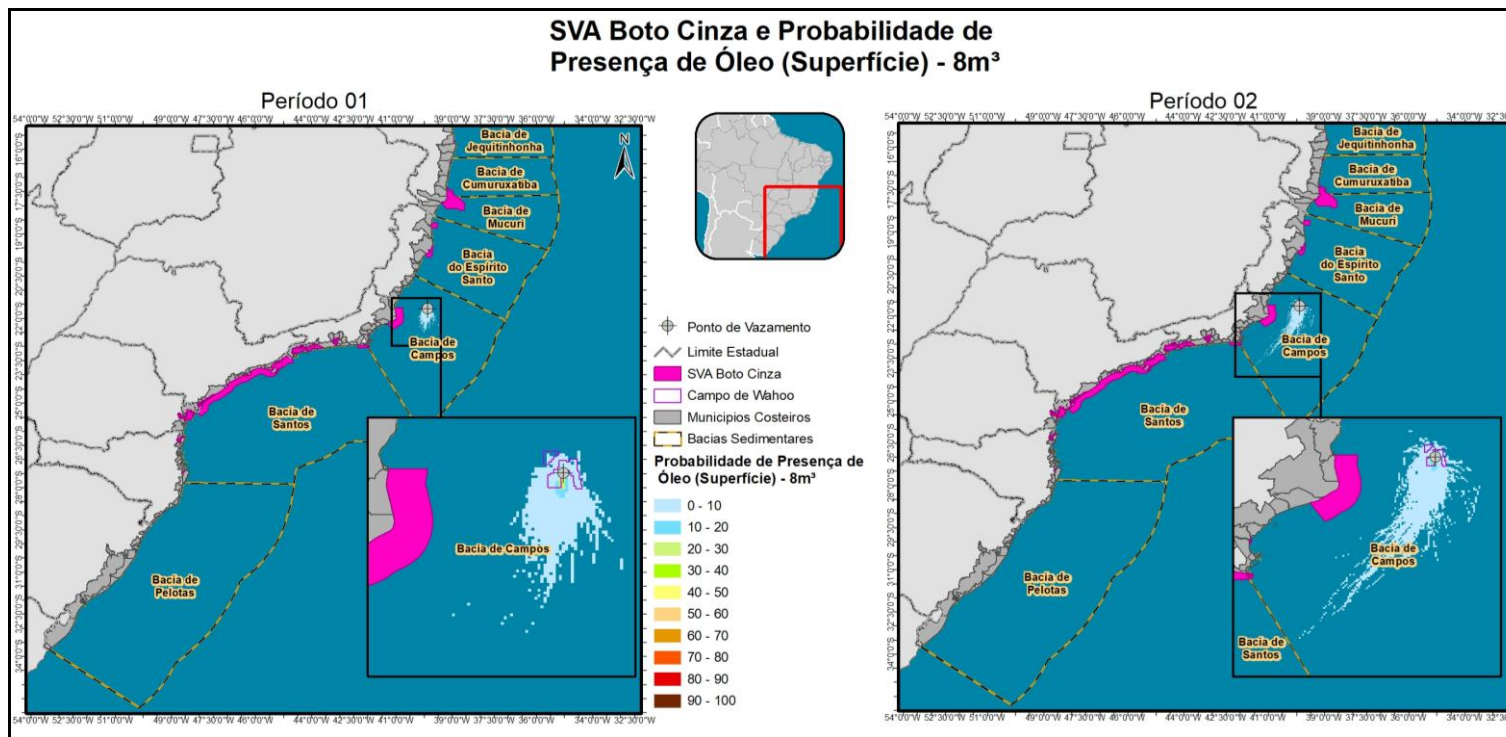


Figura II.9-33 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

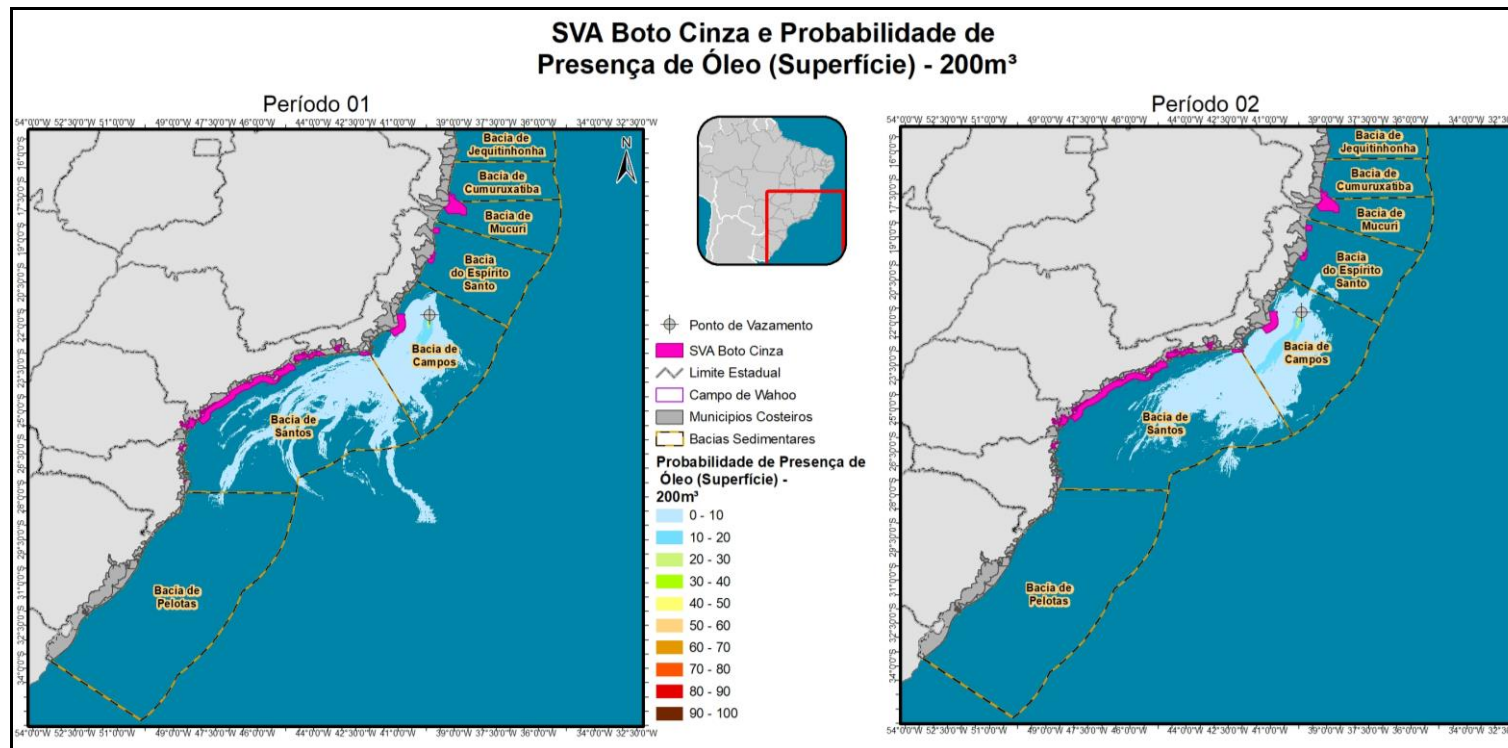


Figura II.9-34 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

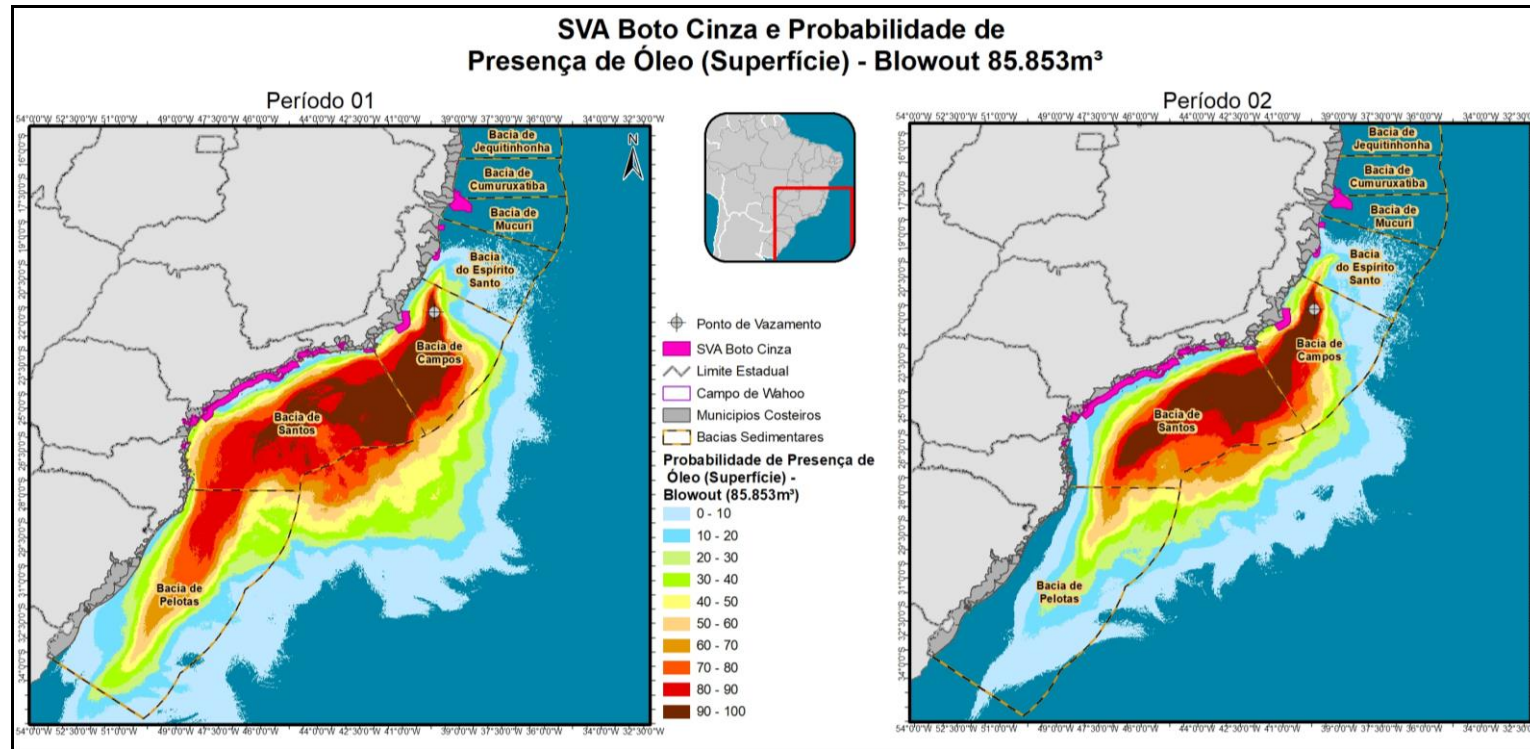


Figura II.9-35 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Cláudio Augusto / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-50 - Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Boto-cinza em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0,80
2	200	2,39
1	Blowout	55,88
2	Blowout	61,27




II.9.7.7.2.2 - SVA Toninha

A escolha deste subcomponente foi motivada pelo fato de existirem populações que apresentam distribuição restrita a determinadas áreas e que, caso os indivíduos sejam perdidos, o reestabelecimento dessa população dificilmente será feito por indivíduos de populações adjacentes. Além disso, a espécie *Pontoporia blainvillei* encontra-se ameaçada de extinção no Brasil.

A toninha ocorre desde Itaúnas (18°25'S), estado do Espírito Santo, Brasil (SICILIANO, 1994), até Golfo San Matias (~42 °S), Província de Chubut, Argentina (CRESPO *et al.*, 1998). Seu hábitat preferencial inclui regiões estuarinas e costeiras de até 50 m de profundidade, entretanto, a maior parte dos registros é para águas mais rasas, de até 30 metros (PINEDO *et al.*, 1989; DI BENEDITTO & RAMOS, 2001).



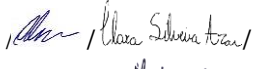
Sua distribuição não é contínua entre os limites setentrional e meridional, com dois hiatos ao longo da sua área de ocorrência (SICILIANO *et al.*, 2002). Essa fragmentação da distribuição corresponde às regiões localizadas entre Regência (19°40'S) e Barra do Itabapoana (21°18'S), estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e entre Macaé (22°25'S) e Baía da Ilha Grande (23 °S), estados do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente. Entre as possíveis causas para a existência desses hiatos estão a temperatura, profundidade e transparência da água.

A Baía da Babitonga – SC, é um dos únicos locais em que a espécie ocorre em águas estuarinas. Esse local fica a 20 km da principal desembocadura do estuário, possuindo

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

uma profundidade de até 28 m. Neste local, a espécie é observada ao longo de todo ano e possui áreas preferenciais para forrageamento e socialização (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005, 2008). Grupos de toninhas também têm sido avistados recentemente no complexo estuarino de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo (SANTOS, 2007).

Na presente avaliação, a área estabelecida para a toninha foi determinada a partir de SICILIANO, (1994), CRESPO *et al.* (1998), PINEDO *et al.* (1989); DI BENEDITTO & RAMOS (2001) e SICILIANO *et al.* (2002). Para este SVA, houve probabilidade de toque de óleo apenas nos cenários 200 m³ e pior caso (**Figura II.9-36 a Figura II.9-38**), para o volume médio as probabilidades são relativamente baixas, 0,40% (período 1) e 0,20%, (período 2), respectivamente. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram na simulação de blowout 57,48% (período 1) e 18,56% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-51**).

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

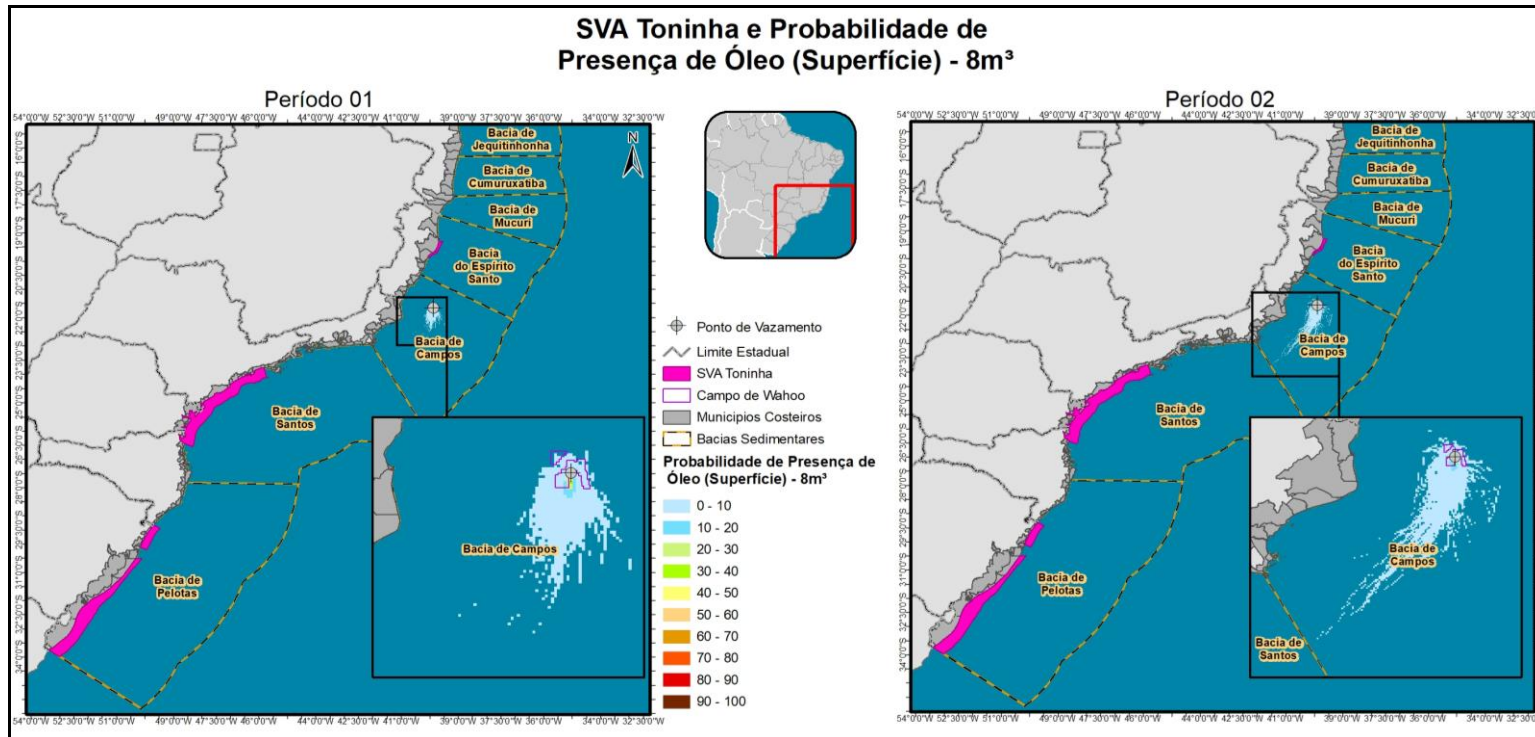


Figura II.9-36 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso nos períodos 1 e 2

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

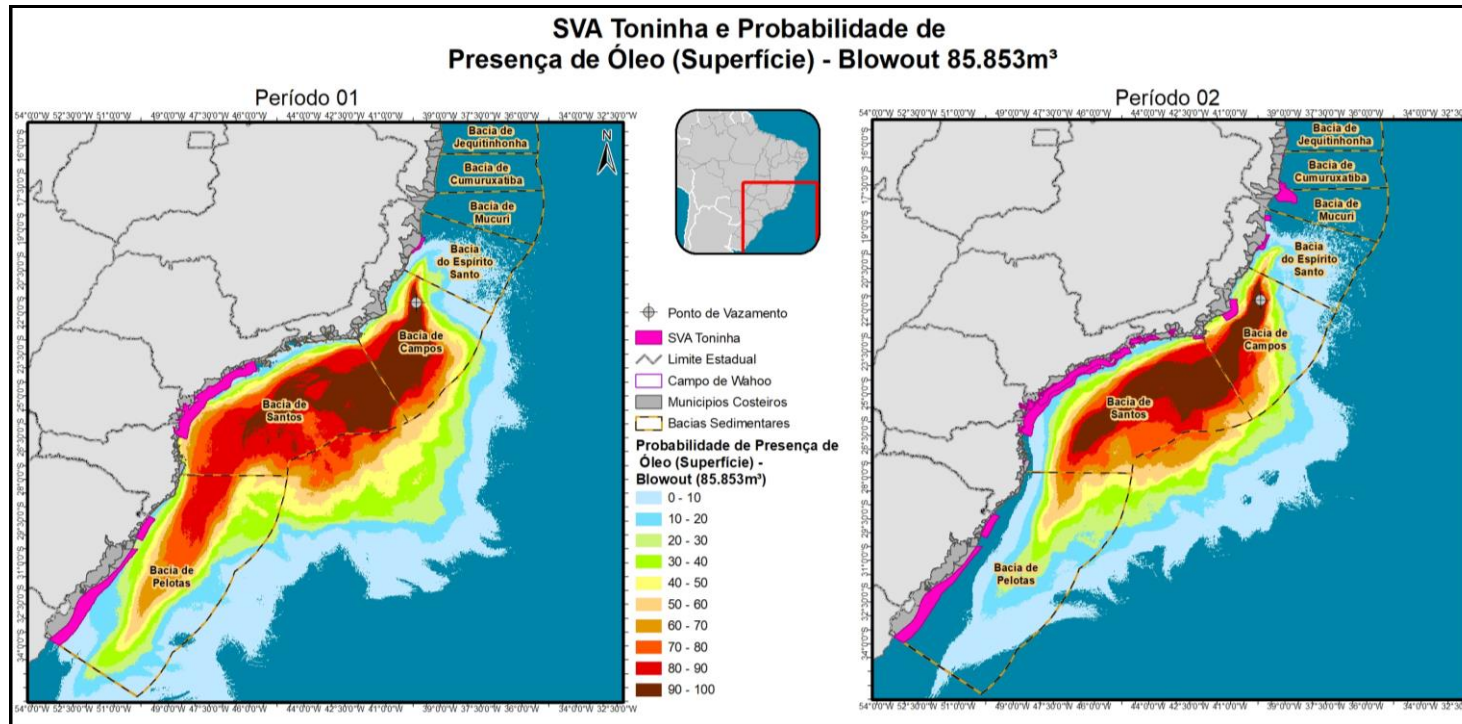
Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-37 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ caso nos períodos 1 e 2



Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-38 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Quadro II.9-51 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Toninha em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0,40
2	200	0,20
1	Blowout	57,48
2	Blowout	18,56

II.9.7.7.2.3 - SVA Baleia-franca-austral

A escolha do SVA Baleia-franca-austral foi motivada pela relevância da área para a reprodução da espécie. Outro motivador é o fato de a espécie estar atualmente ameaçada de extinção. 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. Sofreu intensa pressão da caça até a década de 70 e que atualmente apresenta em torno de apenas 200 fêmeas em idade reprodutiva. Atualmente, as principais ameaças enfrentadas pela espécie são colisões com embarcações e empalhamento em artefatos de pesca (ICMBio/MMA, 2018).

A baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) é a única espécie da família Balaenidae presente no Hemisfério Sul (SICILIANO *et al.*, 2006). As baleias-franca passam o verão nos pólos onde se alimentam, e migram para águas tropicais mais quentes durante o inverno para acasalamento e procriação. Na América do Sul, a principal concentração reprodutiva ocorre nas águas costeiras da Península Valdés, Argentina, com uma pequena população encontrada no sul do Brasil (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).



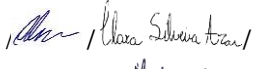
Os registros históricos de ocorrência das baleias-franca-austral indicam a faixa entre os 20° e os 64° de latitude Sul como área principal de ocorrência dessa espécie. Porém, a recente confirmação de sua ocorrência no Banco dos Abrolhos (ao Norte de 18° S), pelo Projeto Baleia Jubarte, indica a possibilidade de seu aparecimento sazonal ainda mais próximo ao Equador (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

No Brasil, as maiores concentrações da espécie são observadas em águas costeiras do litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 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 (ICMBio/MMA, 2018), que representa a maior área de concentração reprodutiva da espécie no Brasil, com 156.100 hectares (IWC/BRASIL, 1999 apud QUITO *et al.*, 2008; PROJETO BALEIA FRANCA, 2015). A Enseada da Ribanceira/Ibiraquera, localizada dentro dessa APA, vem representando, nos últimos anos, a área de maior concentração de baleias-franca no Brasil, sendo frequentada, principalmente, por pares de fêmea e filhote (QUITO *et al.*, 2008).

No Brasil, estudos recentes realizados por pesquisadores do Projeto Baleia Franca indicaram uma maior abundância de baleias em profundidades de até 10 metros (RENAULT-BRAGA, 2014) e por enseadas dissipativas (SEYBOTH, 2013). Pares de mãe-filhote têm preferência por águas rasas para evitar interações de alto custo energético com grupos sociais de baleias-franca. Estudos de fotoidentificação de longo prazo realizados em várias áreas de concentração das baleias-franca no Hemisfério Sul demonstram haver uma fidelidade às áreas de reprodução. As fêmeas grávidas tendem a retornar à mesma região a cada três anos, em geral no mesmo local ou em áreas adjacentes ao local do primeiro ano de avistagem, para concepção de um novo filhote. Já os adultos não acompanhados por filhotes são reavistados a intervalos variados podendo ser avistados em anos subsequentes, seguindo o mesmo padrão de fidelidade por área (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).

Por fim, para o SVA Baleia-franca-austral, foi utilizado o mapeamento da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca do Ministério do Meio Ambiente (MMA). As figuras (**Figura II.9-39 a Figura II.9-41**) a seguir apresentam a área de ocorrência de baleia-franca-austral juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo nos cenários simulados. Para este SVA, houve probabilidade de toque de óleo apenas nos cenários 200 m³ (período 2) e pior caso, para volume médio as probabilidades foram baixas, máxima de 0,20%. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram na simulação de *blowout* 24,95% (período 1) e 24,75% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-52**).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

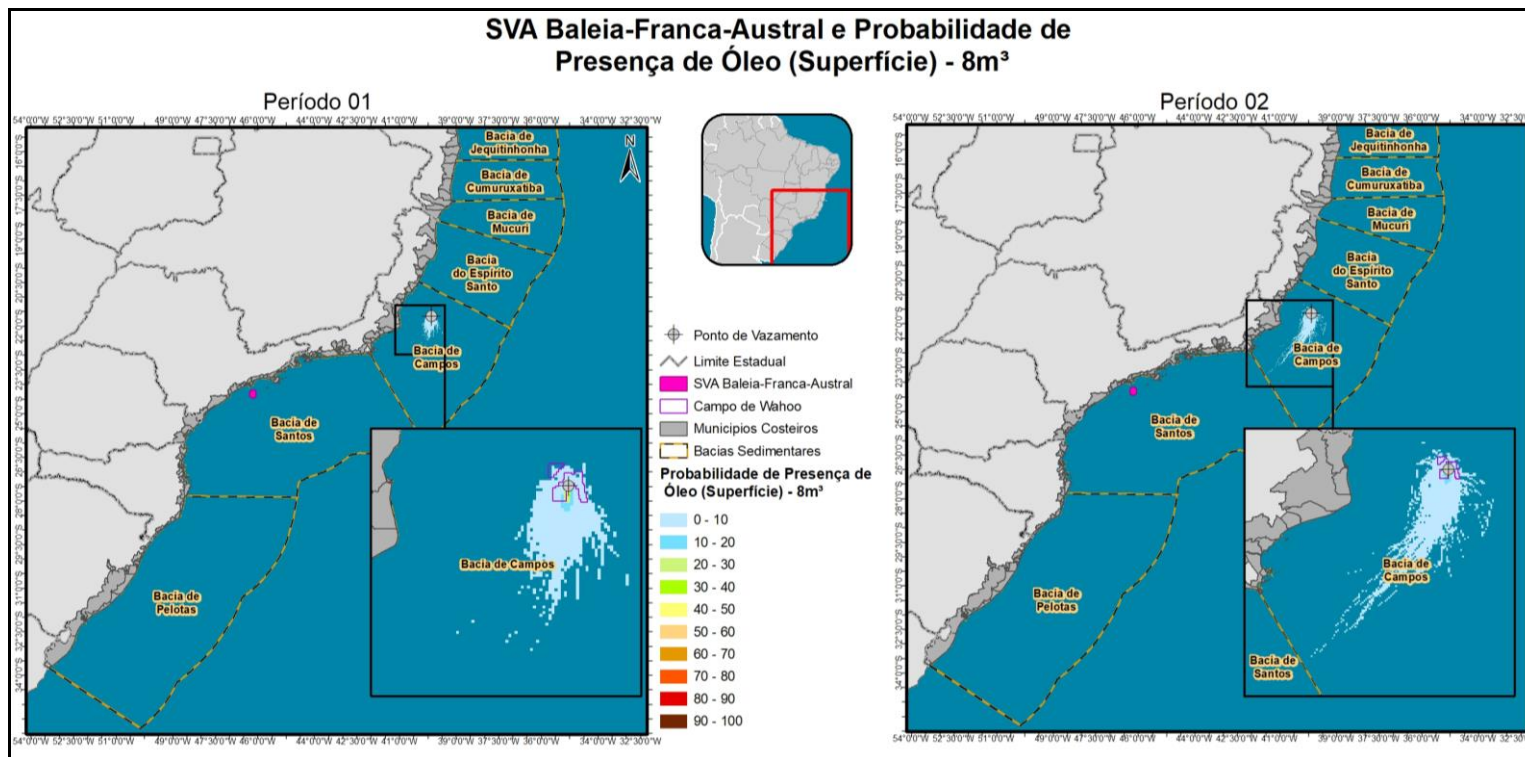


Figura II.9-39 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

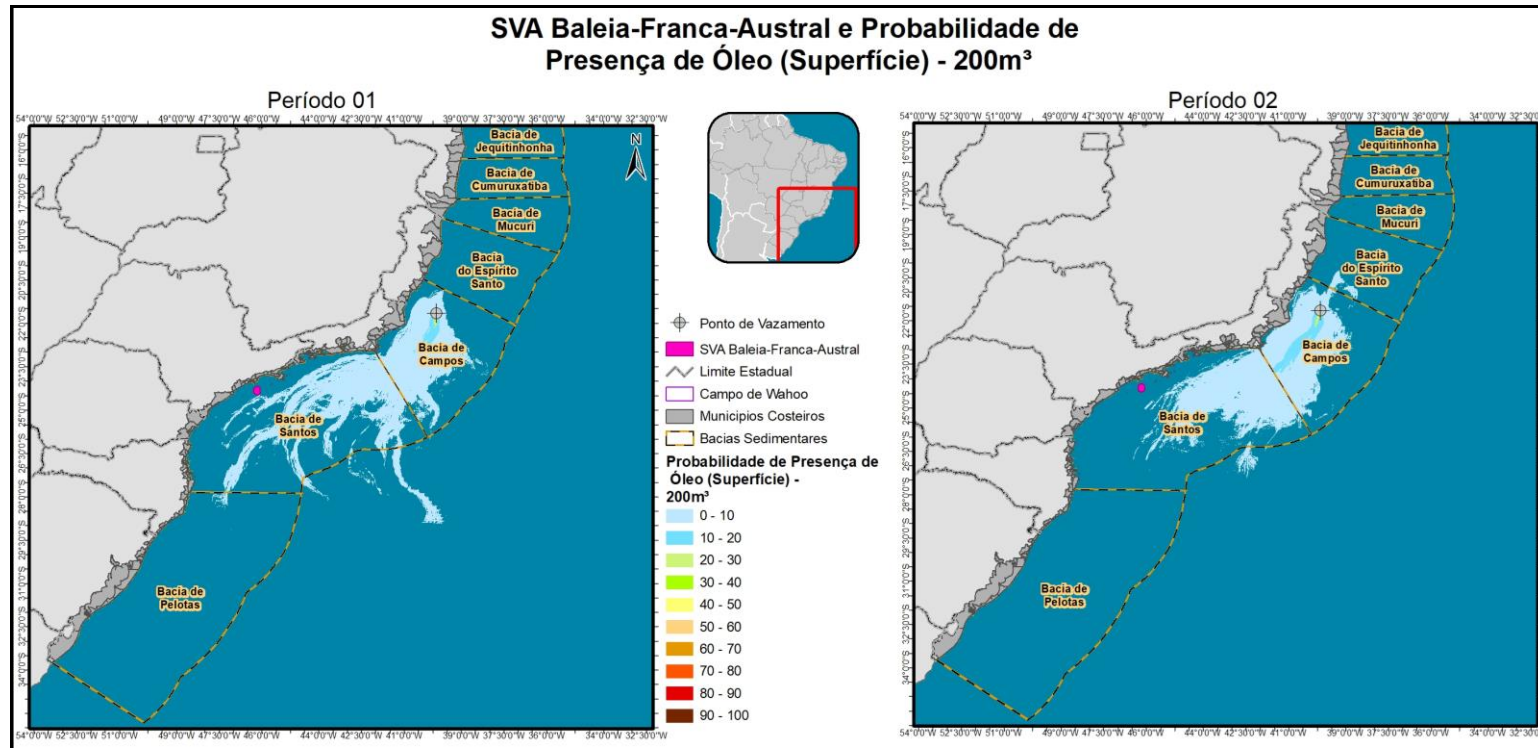


Figura II.9-40 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

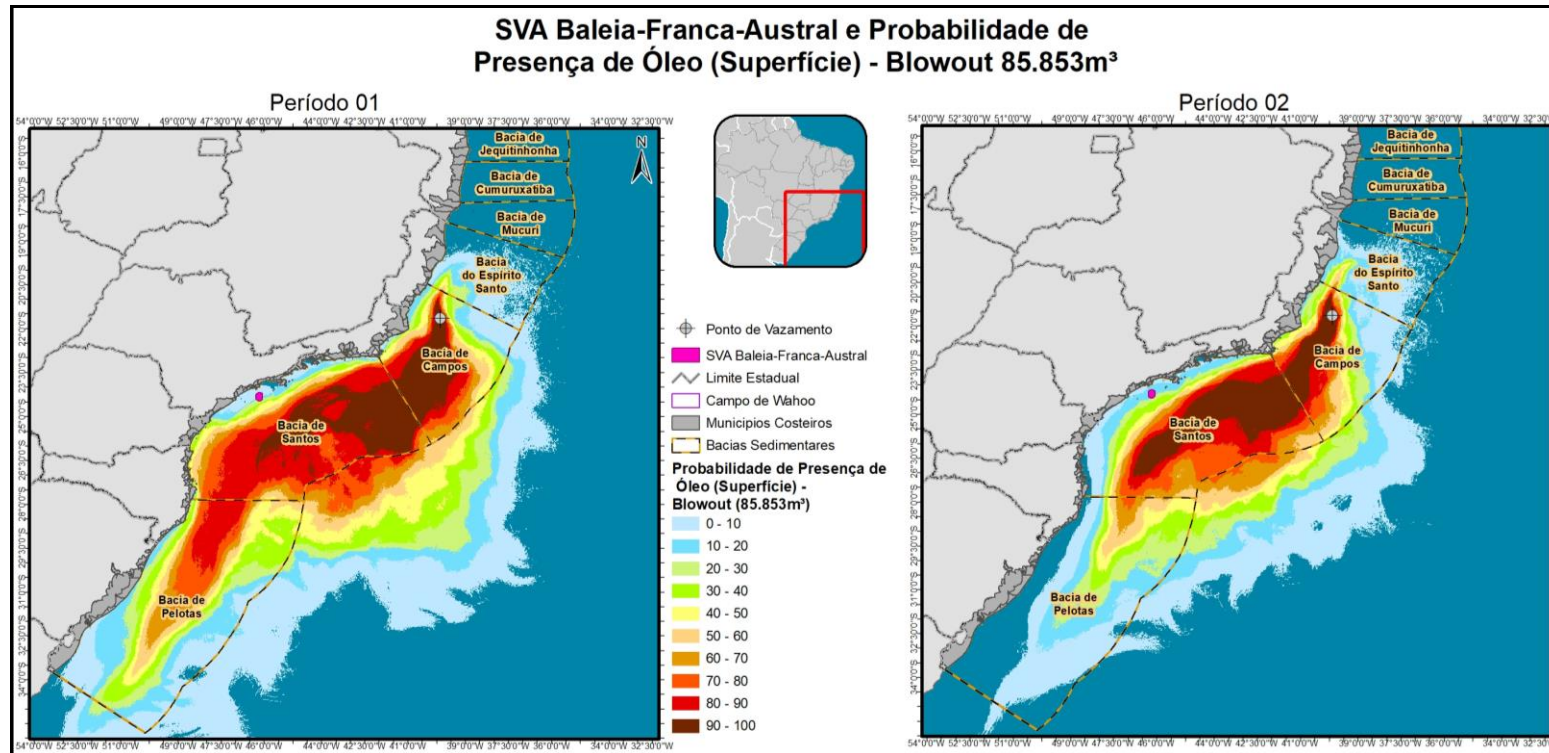


Figura II.9-41 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Selva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*




Quadro II.9-52 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia-franca-austral no cenário acidental.

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	0,20	0,20
1	Blowout	1,19	24,95
2	Blowout	11,97	24,75

II.9.7.7.2.4 - SVA Baleia Jubarte

A baleia-jubarte apresenta distribuição cosmopolitana, podendo ser encontrada em todos os oceanos e realiza migrações sazonais entre as áreas de alimentação e reprodução, alimentam-se em águas de altas latitudes durante o verão e migrando para latitudes mais baixas durante o inverno polar (ICMBIO, 2011). A migração da baleia-jubarte está entre as mais longas se comparadas as de outros mysticetos, podendo chegar até 8.000 km percorridos (JEFFERSON *et al.*, 2008). É classificada como baixa preocupação pela IUCN (2019) e seu status de conservação não consta na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2014). Um importante sítio reprodutivo para a espécie é o banco de Abrolhos, embora possa ser avistada ao longo da costa brasileira, desde o Rio Grande do Sul até o Pará e em Fernando de Noronha (LODI 1994; PRETTO *et al.*, 2009). A espécie é classificada como Baixa preocupação pela IUCN (2019) e atualmente, não consta mais na lista de espécies ameaçadas da fauna nacional (MMA, 2014).

Por fim, para o SVA Jubarte, foi utilizado o mapeamento da Área de Restrição da IN e Área Migratória. As figuras apresentadas a seguir mostram a área de ocorrência de baleia jubarte juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo em cada um dos cenários simulados (**Figura II.9-42 a Figura II.9-44**). Para o cenário de 8 m³ foram observadas probabilidades de toque de óleo baixas, sendo observadas probabilidades máximas de 0,20% período 1 e 0,59% período 2, para o médio volume as probabilidades máximas foram de 3,19% e 5,19% nos períodos 1 e 2, respectivamente. No cenário de pior volume foram observadas as maiores probabilidades de toque 78,44% (período 1) e 98,60% (período 2) (**Quadro II.9-53**).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

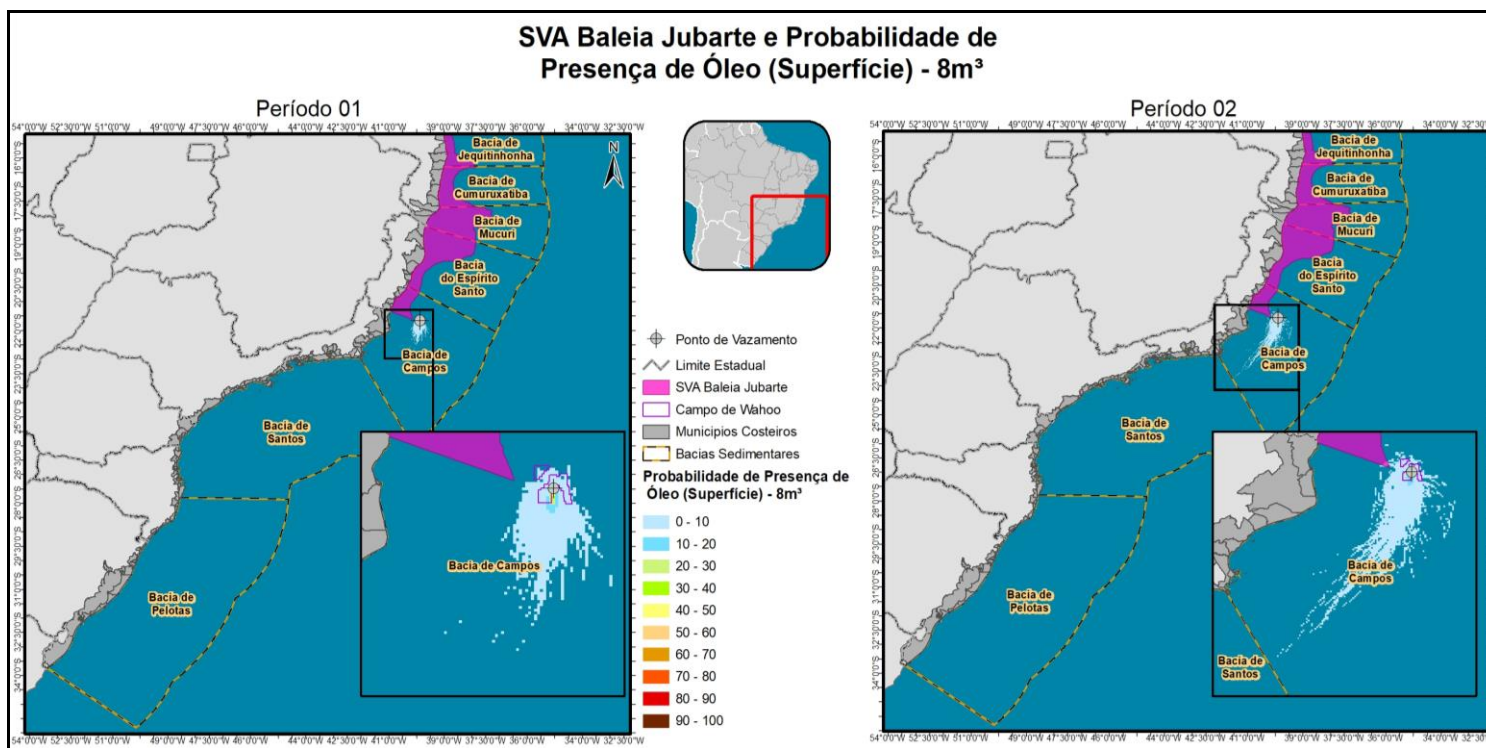


Figura II.9-42 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

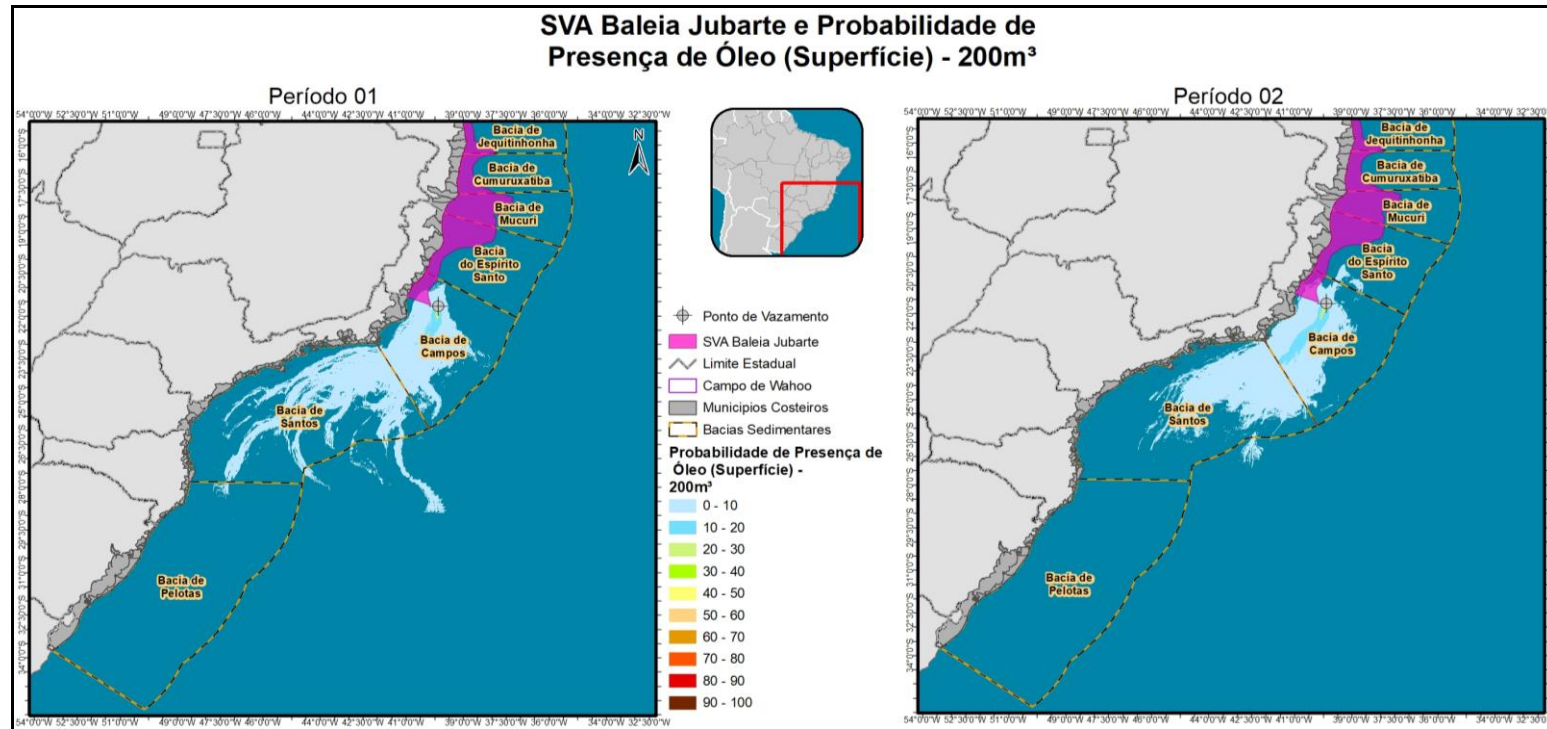


Figura II.9-43 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

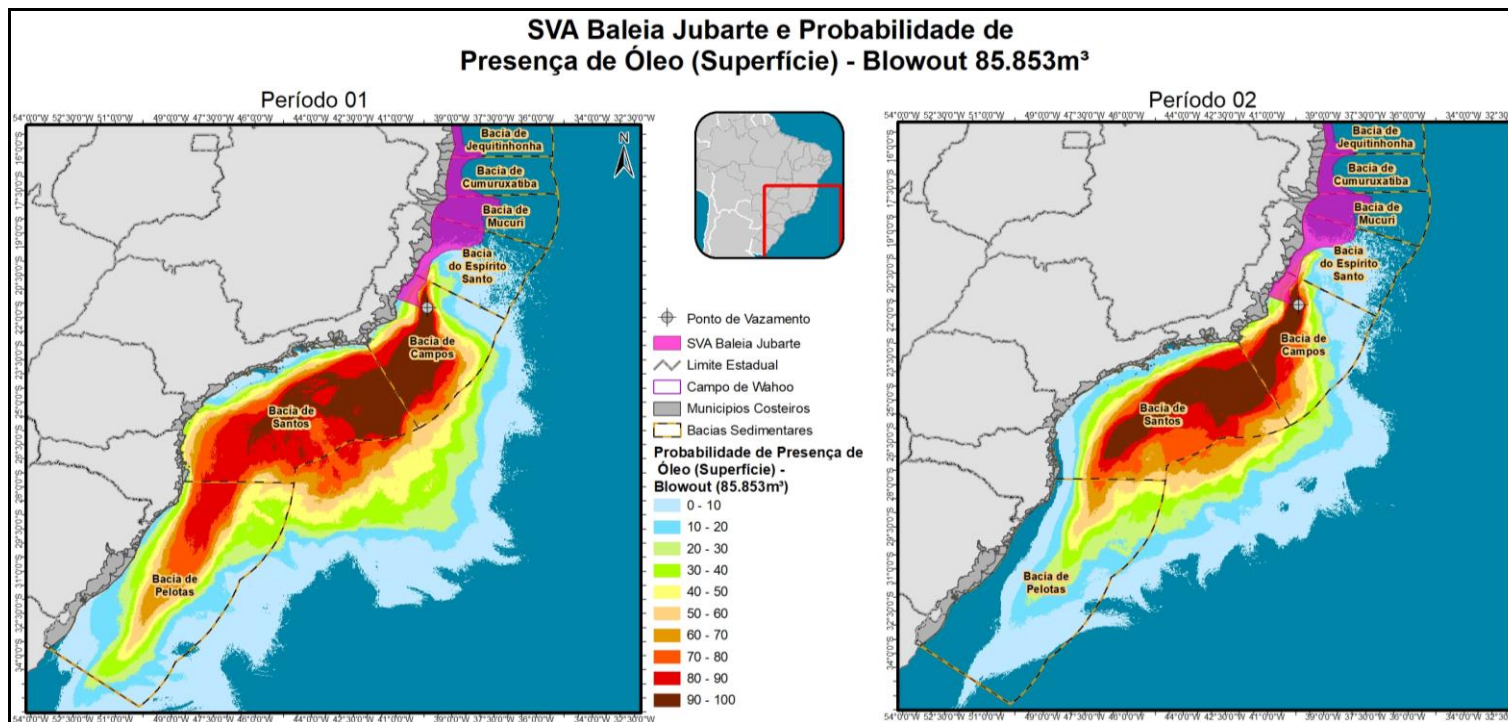


Figura II.9-44 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-53 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia jubarte no cenário accidental.




Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0,20	0,20
2	8	0,20	0,59
1	200	0,20	3,19
2	200	0,20	5,19
1	Blowout	0,20	78,44
2	Blowout	0,20	98,60

II.9.7.7.2.5 - SVA Pinípedes

Até o presente momento foram registradas sete espécies de pinípedes para o litoral brasileiro, principalmente na costa do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina. As espécies mais frequentes na região são: o leão-marinho-sul, *Otaria flavescens*, e o lobo-marinho-sul-americano, *Arctocephalus australis*, seguidas pelo lobo marinho-subantártico, *Arctocephalus tropicalis*, lobo-marinho-antártico, *Arctocephalus gazella*, elefante-marinho-do-sul, *Mirounga leonina*, foca-caranguejeira, *Lobodon carcinophaga* e a foca-leopardo, *Hydrurga leptonyx* (ICMBIO, 2011).

Em estudo publicado referente a 38 anos de monitoramento de encalhes no litoral do Rio Grande do Sul, as espécies de *Arctocephalus australis* (n=3419) e *Otaria flavescens* (n=2049) são os pinípedes mais representativos em números de encalhes, respectivamente, seguido da espécie *Arctocephalus tropicalis* (n=219) (PRADO *et al.*, 2016). De acordo com os autores, o período de concentração de encalhes para as essas espécies está relacionada a dispersão pós-reprodutiva e para o leão-marinho-sul-americano, em adição, o período de esforço de pesca.

No Brasil existem dois locais de concentração das espécies de pinípedes, sendo ambas consideradas áreas de preservação: o refúgio da vida silvestres (REVIS) da Ilha dos Lobos, em Torres e o Refúgio do Molhe Leste, em São José do Norte (ICMBIO, 2011). Os Pinípedes

<p style="text-align: center;">  Coordenador: </p>	<p style="text-align: center;">  Gerente: </p>	<p style="text-align: center;">  Técnico: </p>
--	--	--

foram considerados como SVA no presente estudo por apresentarem colônias perenes nessas duas REVIS, utilizando a área para alimentação e descanso.

O **Quadro II.9-54** demonstra as espécies de pinípedes de ocorrência na área de estudo e a classificação quanto ao status de conservação, de acordo com a IUCN (2019) e Lista da Fauna Silvestre do Rio Grande do Sul (DE nº 51.797). Nenhuma espécie dessa subordem está presente na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014).

Quadro II.9-54- Lista de espécies de pinípedes de ocorrência comprovada na Bacia de Pelotas, e a classificação quanto ao status de conservação, baseado na IUCN (2019) e Lista da Fauna silvestre do Rio Grande do Sul (Decreto nº 51.797).

Subordem	Família	Nome científico	Nome comum	Status de conservação (IUCN)	Fauna Silvestre Ameaçada RS
Pinnipedia	Otariidae	<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo-marinho-sul-americano	LC	Não consta
		<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo-marinho-antártico	LC	Não consta
		<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo-marinho-subantártico	LC	Não consta
		<i>Otaria flavescens</i>	Leão-marinho-do-sul	LC	NT
	Phocidae	<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca-leopardo	LC	Não consta
		<i>Lobodon carcinophaga</i>	Foca-caranguejeira	LC	Não consta
		<i>Mirounga leonina</i>	Elefante-marinho-do-sul	LC	Não consta

Legenda: Status IUCN disponível em <https://www.iucnredlist.org/>, onde CR – Critically Endangered (criticamente ameaçada); EN – Endangered (em perigo); VU – Vulnerable (vulnerável); NT – Near Threatened (quase ameaçada); LC – Least Concern (baixa preocupação); DD – Data Deficient (dados deficientes) e Lista da Fauna Silvestre do Rio Grande do Sul (Decreto nº 51.797).

Por fim, para o SVA Pinípedes, foram utilizados os shapes e coordenadas das REVIs em que esses animais ocorrem. As Figuras a seguir apresentam a área de ocorrência de pinípedes juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo no cenário (**Figura II.9-45 a Figura II.9-47**). Com base nas simulações foram observadas probabilidades de toque apenas no cenário de pior caso (período 1), sendo o valor máximo de 5,58% (**Quadro II.9-55**).

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

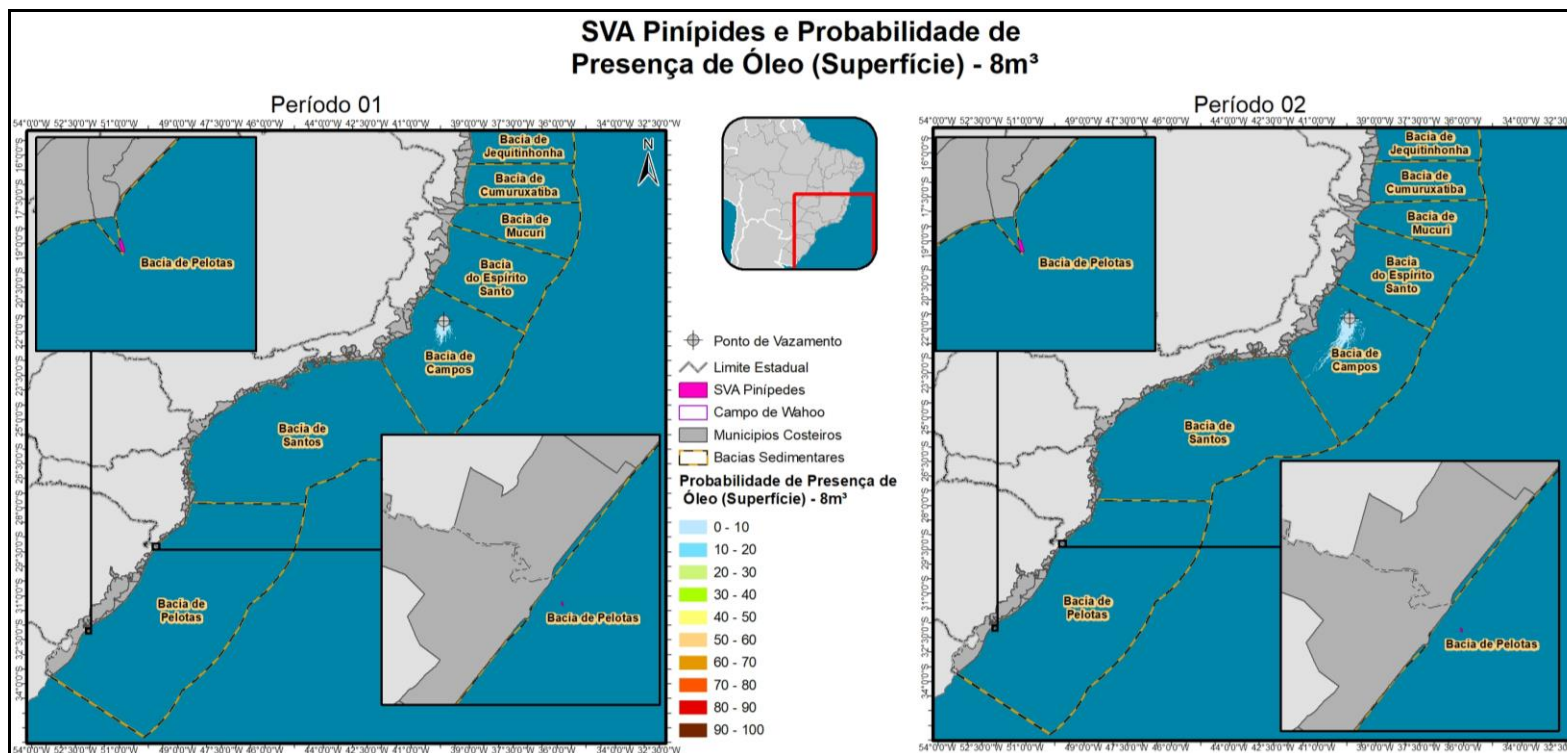


Figura II.9-45 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

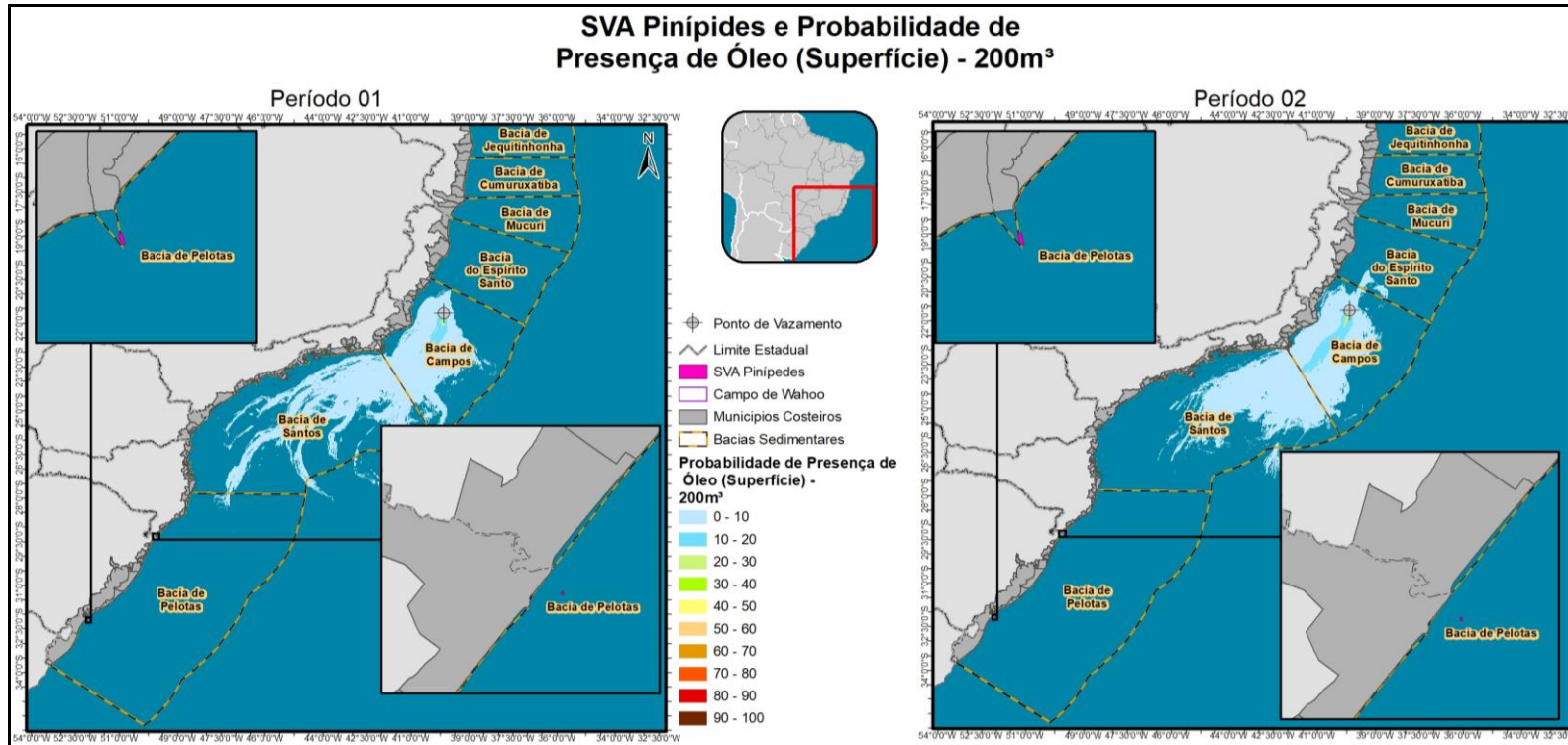


Figura II.9-46 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:
 Mariana Soares Santos

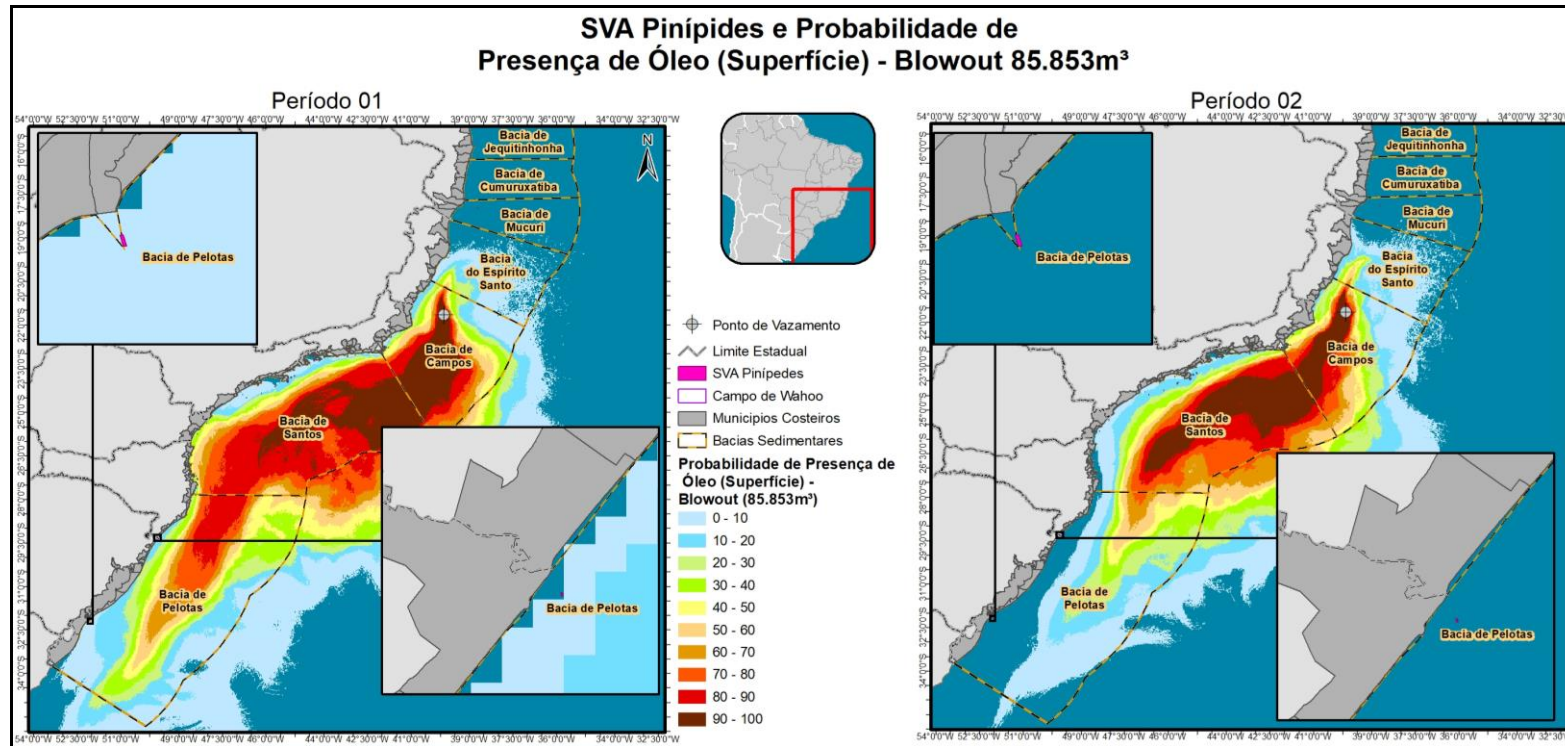


Figura II.9-47 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azevedo / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Quadro II.9-55 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Pinípedes no cenário accidental.

Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0
2	200	0
1	Blowout	5,58
2	Blowout	0

II.9.7.7.3 - Tempo de Recuperação

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 monitoramento após o acidente. Até a data da publicação do estudo (19 anos após o acidente), 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. Vale ressaltar, porém, que entre os anos de 1985-1986, período anterior ao acidente, seis orcas do grupo de residentes avaliado haviam sido perdidas, uma taxa de mortalidade cinco vezes maior que o esperado. Com isso, não é possível determinar se a população já possuía tendência a diminuir, ou se outros fatores poderiam ter prejudicado a recuperação após o vazamento de óleo (MATKIN & SAUTILIS, 1997).

O estudo EVOSTC (2010), sobre o mesmo grupo de orcas, a partir da avaliação de contaminantes em seus tecidos, indica que o óleo sozinho pode não ter sido a causa da ausência de recuperação. Os resultados encontrados indicaram que os indivíduos da população de transeuntes apresentavam elevados níveis de PCBs, DDT e metabólitos de DDT nos seus tecidos, contaminantes estes não associados a vazamentos de óleo. Além disso, as altas concentrações encontradas são comparáveis aos níveis que causam distúrbios reprodutivos em outros mamíferos marinhos.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico:</p>
---	---	---

TAYLOR & PLATER (2001) também estudaram a população residente da Baía de Sound durante 26 anos, mesmo antes do acidente com o Exxon Valdez. Os autores demonstraram que o óleo contribuiu para a diminuição da população, mas não foi o único fator. O declínio foi associado a diversos impactos de fontes antropogênicas, como diminuição dos estoques alimentares, distúrbio por barcos de observadores de baleia e tráfego marítimo. Acrescenta-se que MATKIN *et al.* (2008) citam que a população transeunte se alimentava de leões marinhos, que são particularmente sensíveis ao óleo e estavam possivelmente contaminados, e que isto pode ter influenciado a diminuição do número de indivíduos.

No *blowout* da plataforma Deepwater Horizon no Golfo do México, em 2010, cerca de 26.000 espécimes de mamíferos marinhos foram impactados por óleo (BERWIG, 2015). SCHWACKE *et al.* (2013) avaliaram o estado de saúde de 32 indivíduos do golfinho-de-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) na Baía Baratária, 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).

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 por SCHWACKE *et al.* (op. cit.). Após um ano e 11 meses de monitoramento, foi confirmada 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.

Considerando-se a baixa taxa de reprodução e crescimento populacional de mamíferos marinhos, acredita-se que a recuperação da população aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo seja acima de 10 anos, podendo chegar até 20 anos. Cabe destacar que o tempo de recuperação estabelecido para os SVAs (Boto-cinza,

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Toninha, Baleia-franca-austral, Baleia Jubarte e Pinípedes) é o mesmo estabelecido para o CVA Mamíferos Marinhos (10-20 anos).

II.9.7.8 - CVA Tartarugas Marinhas

As cinco espécies de tartarugas marinhas encontradas no Brasil, *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) ocorrem na área de estudo. O litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro abriga o segundo maior sítio de desova da espécie *Caretta caretta* no país, em termos de densidade média anual de ninhos (MARCOVALDI e CHALOUPIKA, 2007; LIMA *et al.*, 2012 apud REIS *et al.*, 2017). Destaca-se também a importância da área com sítio de alimentação, crescimento 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, 2021), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA/ICMBio, 2018). O **Quadro II.9-56** apresenta as espécies encontradas no litoral da área de estudo e seu status de conservação.

Quadro II.9-56 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo.

Nome específico	Nome comum	Status de Conservação	
		ICMBio/MMA (2018)	IUCN (2021)
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	EN	VU
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	EN	VU
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	VU	EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	CR	VU

Fonte: ICMBio/MMA (2018) e IUCN (2021).

Categorias segundo ICMBio/MMA (2018) e IUCN (2021):

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

VU – Vulnerável – Risco alto de extinção na natureza.

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

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

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. 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 próximo às áreas de desova (PROJETO TAMAR, 2014).

A redução da densidade populacional de tartarugas marinhas tem sido relacionada com diversos fatores de origem antrópica tais como a ocupação da costa desordenada, implantação de estruturas urbanas e industriais, degradação dos habitats, destruição das áreas de desova, predação para consumo de carne, ovos e derivados, pesca e poluição (REIS *et al.*, 2017).

II.9.7.8.1 - Impactos do óleo sobre tartarugas marinhas

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, 2010b). Entretanto, alguns aspectos de sua morfologia podem diminuir sua chance de mortalidade, por exemplo, a incapacidade de limpar seu próprio corpo.

Por serem espécies 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. Os ovos podem ser expostos ao óleo durante o momento da incubação, resultando em um aumento potencial da mortalidade e/ou a possibilidade de desenvolver defeitos nos recém-nascidos. O óleo pode, potencialmente, interferir na troca de gases, alterar o balanço hídrico ou ainda alterar a temperatura do ninho, através da mudança da cor e a condutividade termal da areia. Os recém-nascidos, por sua vez, estão sujeitos aos mesmos impactos apresentados para os adultos. Entretanto, devido a fatores como tamanho reduzido, baixa mobilidade e natação superficial, eles estão mais propensos à

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos



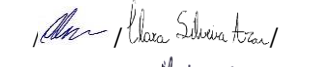
contaminação. Além dos efeitos diretos, pode-se citar também os efeitos na capacidade de *imprinting* dos recém-nascidos em praias contaminadas, ou seja, pode influenciar o retorno das fêmeas para desovar quando adultas (SHIGENAKA, 2003).

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

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

Os estudos demonstram que o óleo cru não é percebido pelos quelônios como sendo algo perigoso, portanto não é evitado (GRAMMETZ, 1988). Estudos comportamentais em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*) não mostraram evidências de que essas espécies detectam e evitam áreas contaminadas ou distinguem o óleo intemperizado (tarball) de um item alimentar (LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que esses animais sobem com frequência à superfície para respirar podem se expor a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988).

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (SHIGENAKA, 2003) (**Quadro II.9-57**).

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-57 – Efeitos diretos e indiretos da exposição dos agentes químicos do óleo sobre as tartarugas marinhas.

Exposição aos agentes químicos do óleo	
Tipo de exposição	Efeitos
Inalação, Absorção ou ingestão	Irritação respiratória, dano ao tecido e pneumonia.
	A ingestão de óleo pode resultar em inflamação gastrointestinal, úlceras, sangramento, diarreia e má digestão.
	Danos aos órgãos como o fígado e o rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a morte
	Anormalidades nas células epiteliais, alterações nos padrões respiratórios e disfunções nas células sanguíneas. Aumento de até quatro vezes na quantidade de células brancas sanguíneas e uma redução de 50% na quantidade de hemácias.
Externa	Deformidades no número de placas (escudos) corpóreas dos juvenis a partir da contaminação dos ovos por óleo cru no início da incubação
	Incrustação na carapaça por óleo
	Sufocamento de vias respiratórias
	Imobilização e morte devido à exaustão

Fonte: SHIGENAKA, 2003; LUTCAVAGE *et al.*, 199; FRITTS & MCGEHEE,1982; KELLER & ADAMS 1983



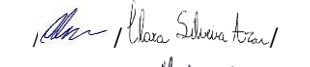
<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
----------------------	------------------	------------------

Quando a contaminação é apenas externa, existe a possibilidade de recuperação após a limpeza. SABA & SPOTILA (2003), avaliando a recuperação de tartarugas de água doce contaminadas por óleo, verificaram que o tempo de recuperação variou de 5 a 6 meses, sendo que 18 das 19 tartarugas capturadas sobreviveram (taxa de 95% de reabilitação).

Em outro estudo MIGNUCCI-GIANNONI (1998) *apud* SABA & SPOTILA (2003) encontraram que tartarugas marinhas reabilitadas (*Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*), quando comparadas a aves marinhas, tiveram maiores chances de sobrevivência após terem sido expostas a um vazamento de óleo em Porto Rico, em 1994.

Efeitos indiretos também podem afetar as tartarugas marinhas, entre eles podemos citar a perda da sensibilidade olfativa e da orientação causando mudanças no comportamento dos animais. HALL *et al.* (1983) analisou tartarugas marinhas encontradas mortas após o vazamento de óleo do poço Ixtoc I atingir a costa do México em 1979. Por um período de meses de 10.000-15.000 barris de óleo vazaram diariamente do poço no Golfo do México. Os animais encontrados mortos foram necropsiados e seus tecidos analisados para resíduos de hidrocarbonetos de petróleo. A causa da morte não pode ser diagnosticada, porém acredita-se que as condições tenham alterado o comportamento alimentar dos animais que ficaram vulneráveis a algum componente tóxico do óleo.

O **Quadro II.9-58** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para as tartarugas marinhas.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---




Quadro II.9-58 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as tartarugas marinhas.

Vazamento	Efeitos reportados
1983: campo de Nowruz, Golfo Pérsico, águas territoriais iranianas. Volume de óleo derramado: 260.000 toneladas de óleo cru.	Estima-se que cerca de 500 tartarugas tenham morrido, representando quase extinção da população de tartarugas-de-pente e a maior parte da população da tartaruga-verde.
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 seja de dezenas a centenas. 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 a taxa de nascimento foi de apenas 5% dos ovos.
2010: Plataforma Horizon, Golfo do México Volume do óleo derramado: 500.000 m ³ de óleo pesado e 7.000 m ³ de agentes dispersantes	Aumento na taxa de encalhe em cerca de 5 vezes após o acidente

Fonte: CEDRE (2011); SHIGENAKA (2003).

II.9.7.8.1.1 - SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas

O litoral norte do estado do Rio de Janeiro possui áreas de reprodução esporádicas e prioritárias de tartarugas marinhas. Segundo ICMBio/MMA (2017), as áreas esporádicas de reprodução correspondem a trechos do litoral em que são observados registros de reprodução de tartarugas marinhas, mas não de forma regular, ou seja, nem todos os anos ocorrem desovas e/ou tais desovas são pouco numerosas – geralmente menos que 1 ninho de tartaruga marinha a cada quilômetro de praia. Em sua maior parte, são áreas sem monitoramento regular das praias, para registro e proteção de tartarugas marinhas, e o conhecimento das ocorrências de desovas se dá por informações levantadas em atividades de pesquisa realizadas na região ou repassadas por relatos.




<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos</p>
--	--	--

Já nas áreas de reprodução prioritárias são verificadas ocorrências de desovas de tartarugas marinhas regularmente, ano após ano, ao longo de mais de 35 anos de monitoramento contínuo, com quantidades significativas de ninhos, variando por espécie e região. A média anual dos últimos anos, considerando as temporadas reprodutivas de 2010/2011 a 2014/2015, variou entre 1.000 a 8.000 ninhos em cada área (ICMBio/MMA, 2017).

II.9.7.8.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Considerando que as tartarugas marinhas podem habitar todo o ambiente marinho (águas costeiras e oceânicas), foi considerada, para o CVA Tartarugas Marinhas, toda a área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários sazonais (período 1 e período 2) como área de ocorrência deste grupo biológico. Já para o SVA Áreas de Reprodução de Tartarugas Marinhas foi utilizado o mapeamento presente no Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas (ICMBio/MMA, 2017) juntamente com os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISLs) correspondentes às praias, sendo eles ISL 3, 4 e 5. A **Figura II.9-48** até a **Figura II.9-52** apresentam as áreas de ocorrência (CVA Tartarugas Marinhas) e de concentração (SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas) presentes na área de estudo. Estas informações foram analisadas juntamente à dispersão da modelagem para verificação das probabilidades de presença de óleo neste componente e subcomponente.

Verificou-se uma sobreposição entre as áreas destacadas de concentração de tartarugas marinhas e as manchas de probabilidade de chegada do óleo para todos os cenários simulados, sendo o valor máximo igual a 100% para os três volumes de vazamento de óleo (8 m³, 200 m³ e *blowout*). No tocante ao SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas as probabilidades de toque se mostraram mais relevantes nos cenários acidentais de pior caso, onde foram observadas probabilidades de 74,45% (período 1) e 80,84% (período 2) (**Quadro II.9-59**).

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

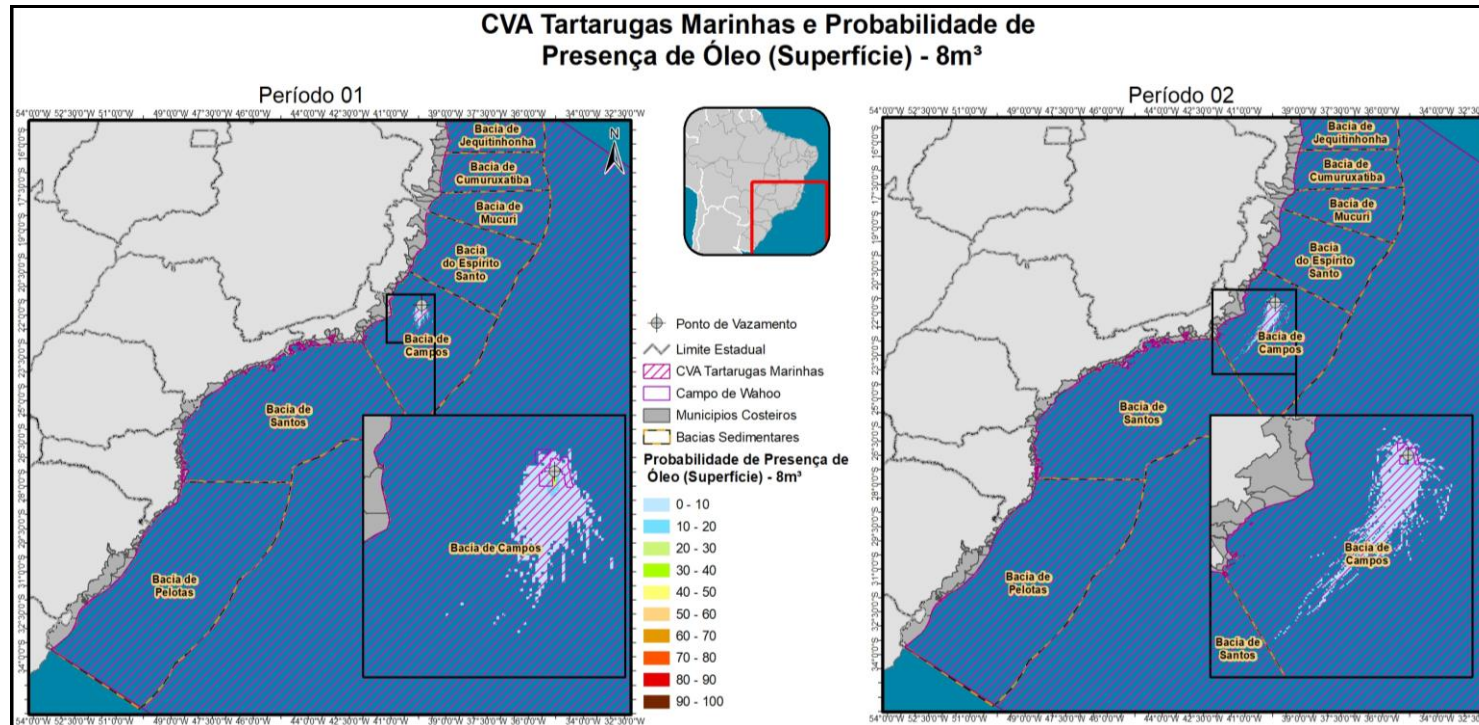


Figura II.9-48 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pequeno vazamento (8 m³) nos períodos

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

1 e 2.

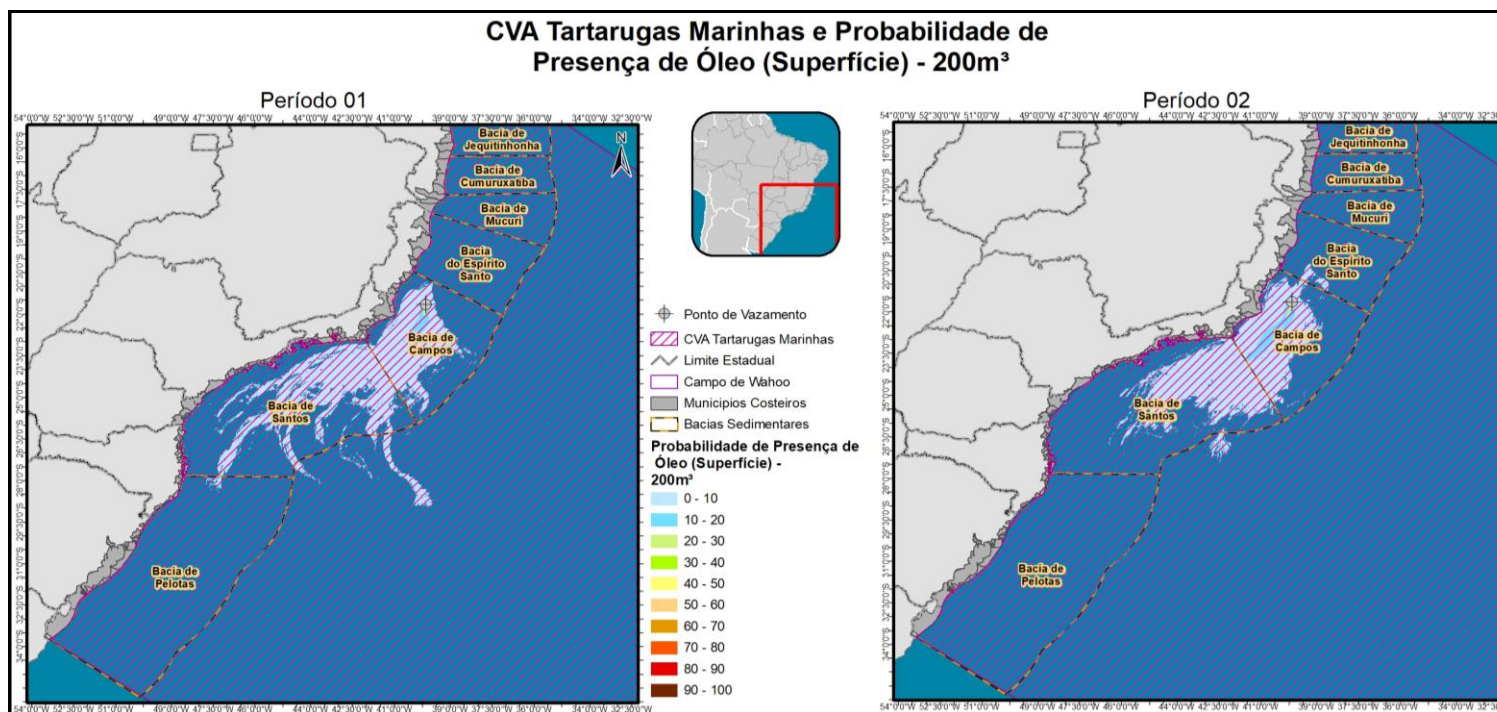


Figura II.10-49 – Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de médio vazamento (200 m³) nos

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

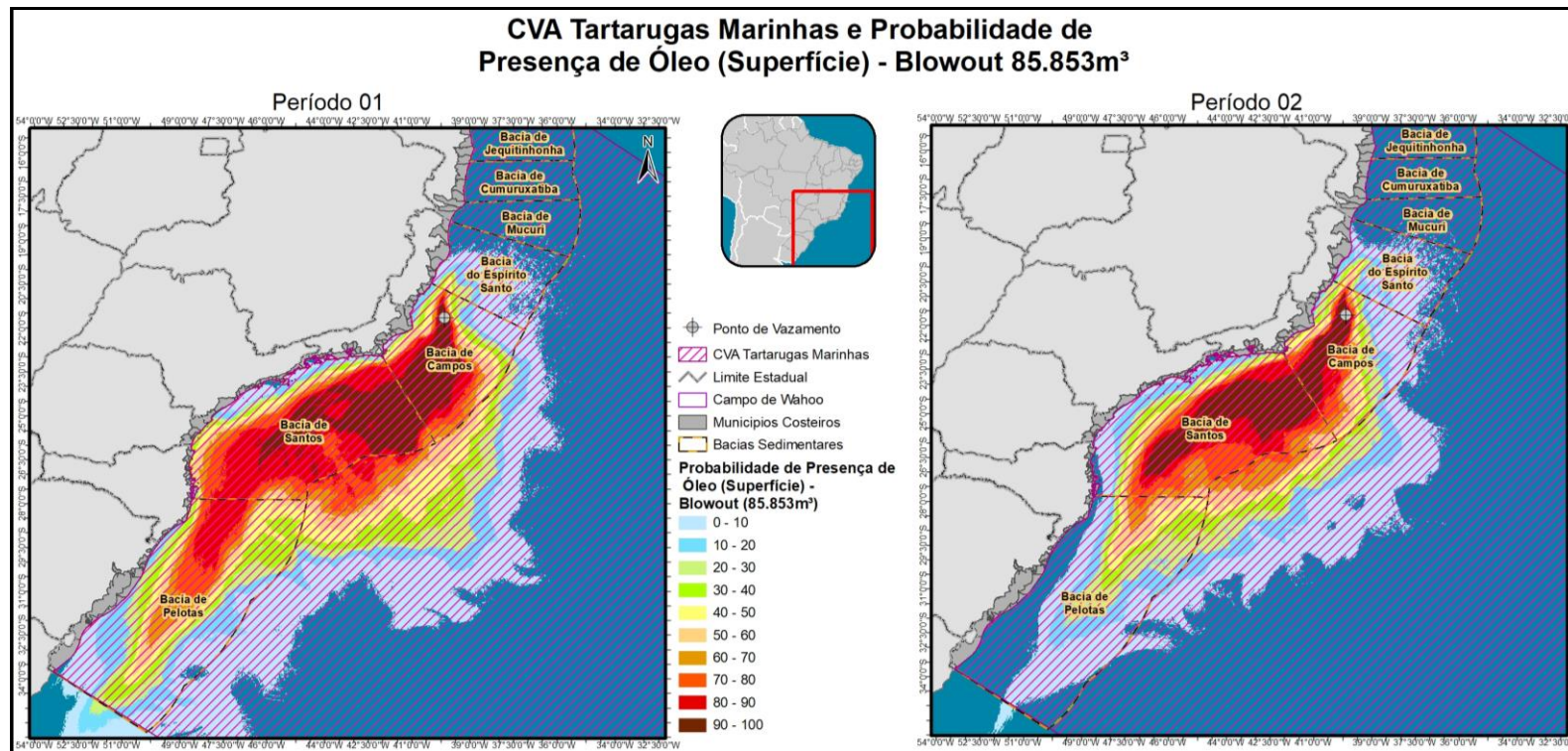
Gerente:

Cláudio Augusto

Técnico:

Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

períodos 1 e 2.



Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

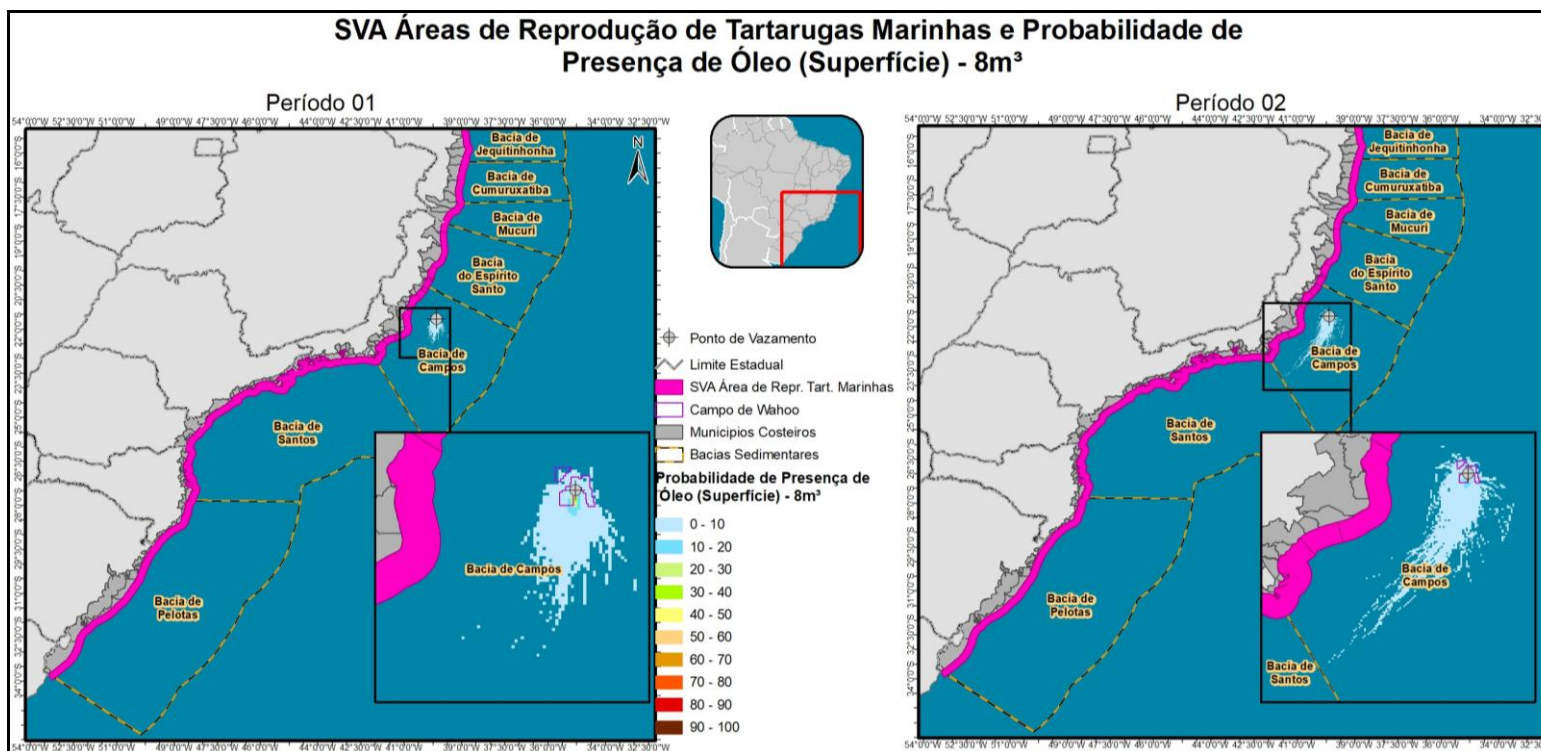
Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-49 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.



Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

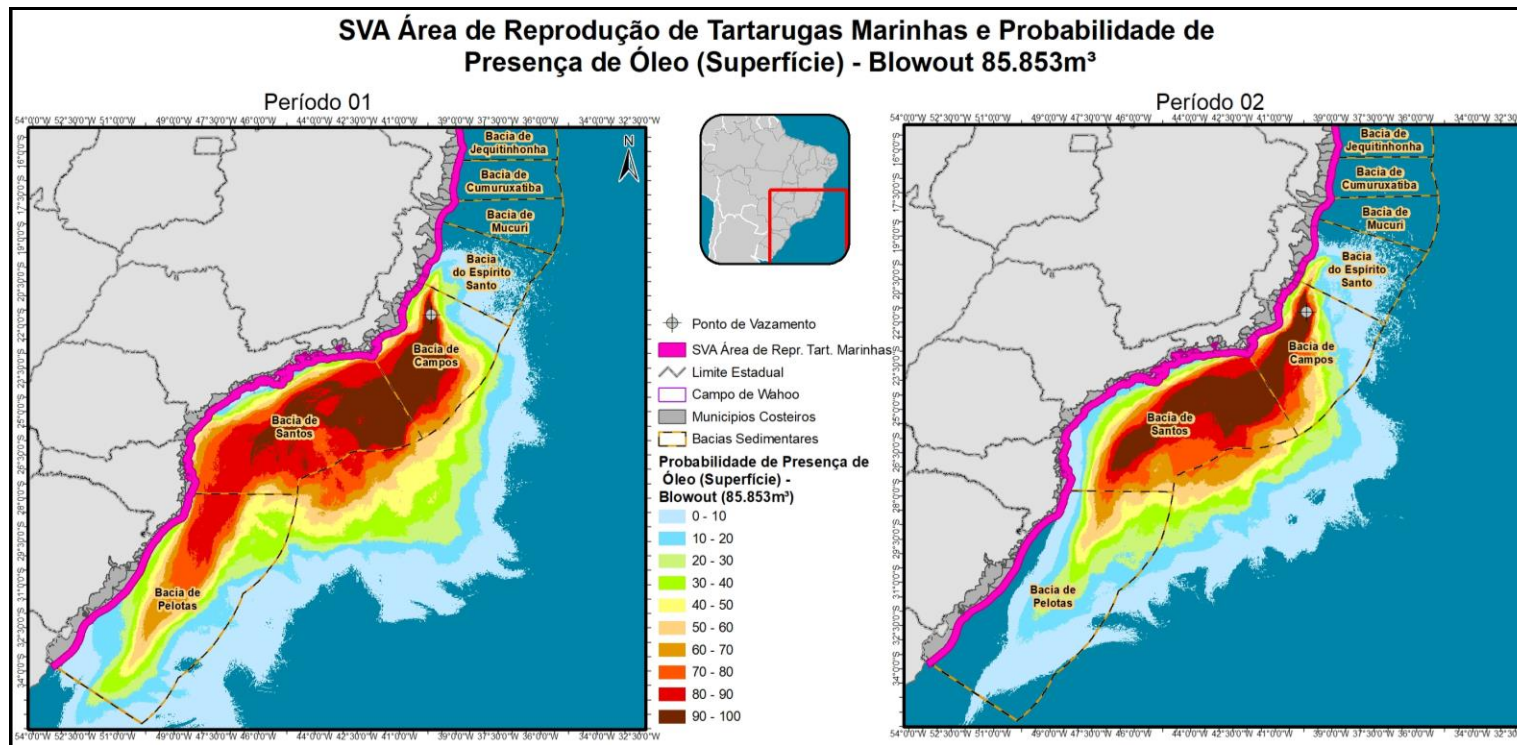
Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-51 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.



Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes



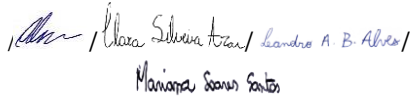
Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

Figura II.9-52 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

Quadro II.9-59 – Probabilidade ponderada e máxima de presença óleo no CVA Tartarugas Marinhas e SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas, respectivamente, em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m ³)	Probabilidade de presença de óleo (%)
CVA Tartarugas Marinhas		
1	8	100
2	8	
1	200	
2	200	
1	Blowout	
2	Blowout	
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas		
1	8	0
2	8	0
1	200	1,20
2	200	3,59
1	Blowout	74,45
2	Blowout	80,84

II.9.7.8.3 - Tempo de Recuperação

A ausência de estudos de efeitos populacionais e de tempo de recuperação de populações faz esse item difícil de ser avaliado. Entretanto, levando-se em consideração o potencial de impacto e os danos sobre os indivíduos, além do fato da região não ser área preferencial de desova para as espécies, e que os efeitos mais drásticos de um único evento de vazamento de óleo são provavelmente curtos e causam impactos a apenas um único ano de esforço reprodutivo, considerou-se que o tempo para a população de tartarugas marinhas dessa região obter novamente o número de indivíduos anterior ao vazamento é de 15 anos.

II.9.7.9 - CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras

Podem ser encontradas diversas espécies de aves marinhas oceânicas e costeiras na região de estudo, totalizando 125 espécies, distribuídas em 10 ordens e 25 famílias. Entre estas, a ordem Charadriiformes que engloba aves limícolas e costeiras se destaca pela

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

elevada abundância na região (SCHULZ-NETO *et al.*, 1996; RODRIGUES, 2013). Algumas das espécies enquadram-se na categoria ameaçada de extinção no Brasil e no mundo como o albatroz-real, trinta-réis-de-bico vermelho e maçarico-de-papo-vermelho (ICMBio/MMA, 2018 e IUCN, 2019).



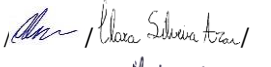
II.9.7.9.1 - Impactos do óleo sobre avifauna marinha

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 cru (HEUBECK *et al.*, 2003; ZAFONTE & HAMPTON, 2005; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

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). São também bastante afetadas as populações que apresentam pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou se referem às espécies ameaçadas (EPA, 1999).

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

A maior parte das espécies possui alta mobilidade e pode viajar grandes distâncias, tanto para suas áreas de reprodução quanto para encontrar comida. Na ausência de dados precisos e sem conhecimento da estrutura etária e da possível origem das aves

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

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 **Quadro II.9-60** apresenta uma síntese dos efeitos do óleo através da contaminação externa e interna dos indivíduos.

Quadro II.9-60 – Efeitos da contaminação por óleo em indivíduos da avifauna.

Contaminação	Efeitos
Externa	Colapso das penas e alterações na plumagem levam e diminuição do isolamento térmico
	Perda da hipermeabilização, as penas tornam-se encharcadas e provocam uma diminuição da flutuabilidade, podendo levar ao afogamento
	Irritação na pele, dos olhos, da boca e da cavidade nasal, além de inibir o comportamento de procura por alimento como o mergulho e o nado
	Aumento do gasto energético para limpeza das penas
	Ficam vulneráveis a predadores e doenças
	Transferência de óleo para os ovos durante a incubação, diminui o sucesso de nascimento
Interna	Envenenamento, intoxicação, 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.
	Destruição das células sanguíneas causando distúrbios no sistema imune
	Redução da habilidade de reprodução e do número de ovos, diminuição da taxa de fertilidade dos ovos, da espessura da casca, e interrupção do comportamento normal de incubação
	Concentrações extremamente altas (20g de óleo/kg de alimento) causam reduções significativas na espessura média e na resistência da casca dos ovos
	Atraso na maturação dos ovários em fêmeas, a alteração nos níveis hormonais, a redução na sobrevivência e crescimento de embriões e filhotes, efeitos mutagênicos, interrupção da monogamia.

Fonte: MOSBECH, 2002; BURGER, 2003; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; ITOPI, 2010b.

O impacto do óleo sobre uma população de aves pode ser determinado em função de dois fatores: número de aves mortas e o tempo que a população impactada leva para se recuperar (ZAFONTE & HAMPTON, 2005). Exemplos históricos mostram que populações de aves são capazes de se recuperar a partir de grupos muito pequenos (RYAN & SIEGFRIED, 1994 *apud* MOSBECH, 2002). Por exemplo, após o vazamento de óleo do

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------



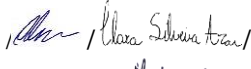
navio Amoco Cádiz na costa da Bretanha, uma colônia de papagaios-do-mar se recuperou através do repovoamento de indivíduos de colônias próximas (HOPE JONES *et al.* 1978 *apud* MOSBECH, 2002). Outros casos relatam a extinção das populações em determinados locais após um determinado número de vazamentos de óleo, como ocorrido no Sul da Califórnia em 1980 (MOSBECH, 2002).

Como as aves marinhas têm uma alta expectativa de vida, estudos de populações a longo prazo são extremamente necessários para compreensão do tempo de recuperação. Além disso, caso uma colônia seja dizimada, a recolonização e a recuperação da população dependerá do tamanho e da localização das colônias vizinhas, bem como da distância alcançada para deslocamentos de indivíduos entre as colônias, aspectos sobre os quais existe grande falta de informação (MOSBECH, 2002).

O estabelecimento do um tempo de recuperação para as aves marinha é baseado nas taxas de sobrevivência, taxas de mortalidade e resiliência das populações aos efeitos do óleo. Longos tempos de recuperação são geralmente estimados para as espécies que apresentam baixo sucesso reprodutivo, idade tardia da primeira reprodução, declínio populacional e alta mortalidade (ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

O monitoramento das populações de 19 espécies de aves impactadas pelo vazamento Exxon Valdez, revelou que 68% delas estavam recuperadas dois anos e meio após o acidente. Entre as populações que não mostraram sinais de recuperação, verificou-se que eram de espécies tipicamente residentes e com hábito de alimentação restrito à zona entremarés (DAY *et al.* (1996).

Outro exemplo no qual houve recuperação é o da águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*), espécie residente e abundante da região costeira da área atingida pelo óleo. Após o vazamento do Exxon Valdez, um total de 151 carcaças foram recuperadas da área atingida, sendo importante considerar que a região fornece habitat permanente e sazonal para cerca de 6000 águias. Foi estimado que 250 aves morreram como resultado do vazamento. Entretanto, os resultados finais mostram que a taxa reprodutiva voltou às taxas pré-vazamento entre 1990 e 1991, e uma vistoria aérea em 1995 indicou que a população tinha retornado ou até excedido os valores pré-vazamento. Em




 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos
---	---	--

setembro de 1996, o Trustee Council classificou a águia americana como recuperada dos efeitos do vazamento de óleo (EVOSTC, 2010). Portanto, essa espécie se recuperou e pode até ter excedido o número inicial de indivíduos seis anos após o vazamento.

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

O uso da modelagem matemática tem sido uma ferramenta importante na antecipação dos impactos populacionais causados por vazamentos de óleo. Normalmente, as estimativas feitas indicam tempos de recuperação muito grandes. Entretanto, esses modelos não levam em consideração o crescimento populacional devido à diminuição da competição em uma população impactada (ou seja, em que indivíduos foram mortos), dessa forma o tempo de recuperação provavelmente será menor (MOSBECH, 2002).

Após o acidente com o navio-tanque Exxon Valdez, em 1989, foram estimadas aproximadamente 350.000 e 390.000 aves mortas. Monitoramentos de colônias de aves marinhas, realizados entre 1989 a 1991, revelaram que o airo (*Uria aalge*) foi a espécie mais severamente impactada, com 60 a 70% de mortalidade de aves adultas em fase reprodutiva. 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 (GERTLER, 1992). As aves que utilizam as zonas entremarés para se alimentar, tal como os arlequins (*Histrionicus histrionicus*), foram as

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---




mais impactadas pelo vazamento, com cerca de 40% dos indivíduos contaminados. Acredita-se que o efeito do óleo sobre essas espécies seja prolongado uma vez que continuam a ficar expostas ao petróleo através do consumo de invertebrados que vivem nestes ambientes, como crustáceos e mexilhões (GERTLER,1992).

Esler *et al.* (2002) também estudando os impactos do acidente Exxon Valdez, apresentaram estudos de recuperação para a população de arlequins (*Histrionicus histrionicus*) entre 1995 e 1998. Foram avaliadas as eventuais limitações como a exposição ao óleo residual, a redução da disponibilidade de comida, limitações demográficas intrínsecas e taxas de crescimento populacional. Concluiu-se que as populações ainda não tinham se recuperado totalmente em 1998 (nove anos após o acidente). Além disso, os efeitos adversos continuam a ser registrados, em contraste com o paradigma convencional de que os efeitos do óleo em populações de aves têm vida curta. As características da história de vida dos 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 em curto como em longo prazo.

É importante citar também o estudo realizado por Barcellos & Silva (2003) com as aves impactadas após o vazamento de óleo que ocorreu na Baía de Guanabara em 2000, no qual o cormorão (*Phalacrocorax brasilianus*) foi a espécie mais afetada por causa do seu comportamento de mergulho. Entretanto, não foi possível determinar o grau de impacto na população local, pois não existiam na época estudos anteriores sobre a abundância e a distribuição dessas populações.

II.9.7.9.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença do óleo

Considerando que as aves marinhas oceânicas podem habitar todo o ambiente marinho, foi considerada, para o CVA Aves marinhas oceânicas, toda a área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários sazonais (período 1 e período 2) como área de ocorrência deste grupo biológico. Já para o CVA Aves marinhas costeiras foi utilizado o mapeamento de ilhas do Projeto MAREM (2016). As figuras a seguir apresentam a área de

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

ocorrência de aves marinhas oceânicas juntamente com a área de probabilidade de toque de óleo em todos os cenários, tendo sido registradas baixas probabilidades de toque no cenário de 200 m³ (máximo de 0,20% no período 1 e de 1,59% no período 2). Para aves marinhas costeiras foram observadas probabilidades máximas de 100% em todos os cenários simulados (**Quadro II.9-61**).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



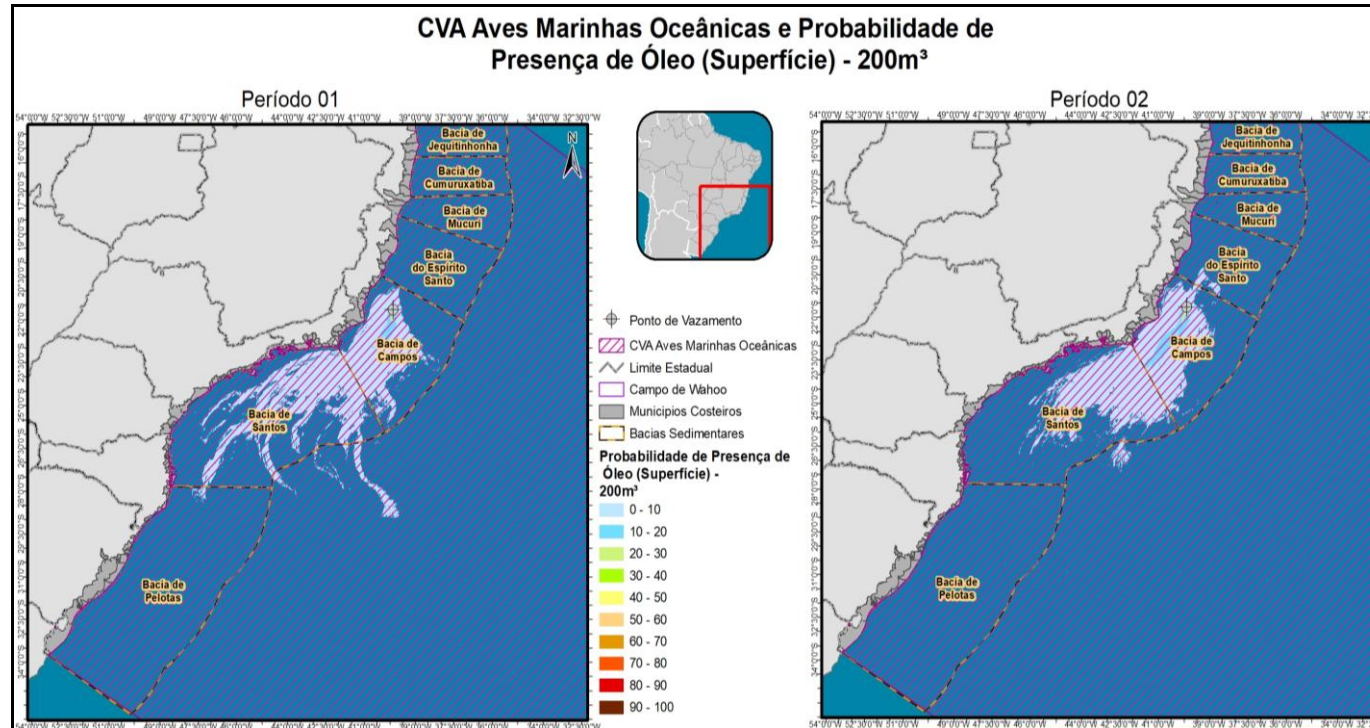


Figura II.9-54 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de médio vazamento (200 m³) nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

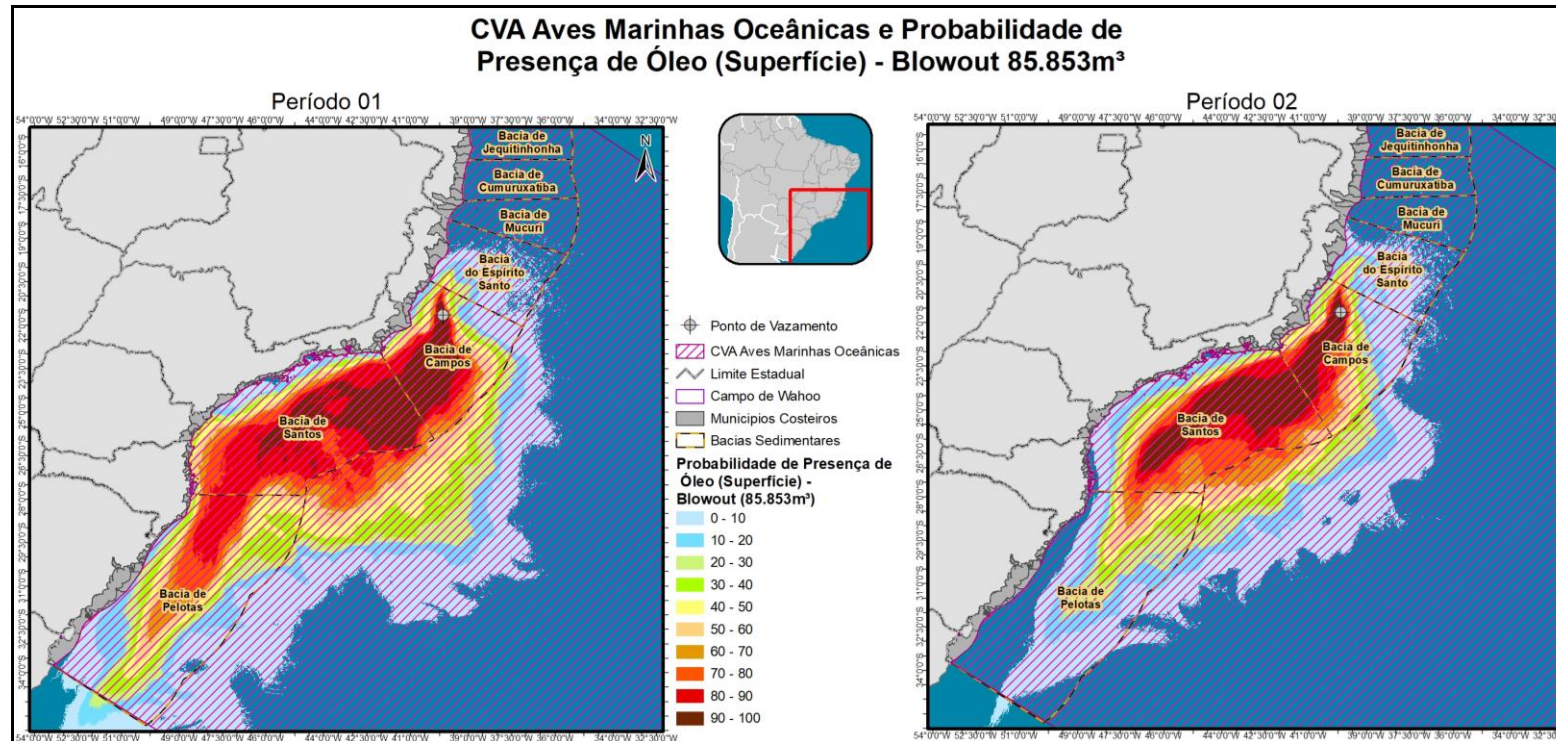


Figura II.9-55 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

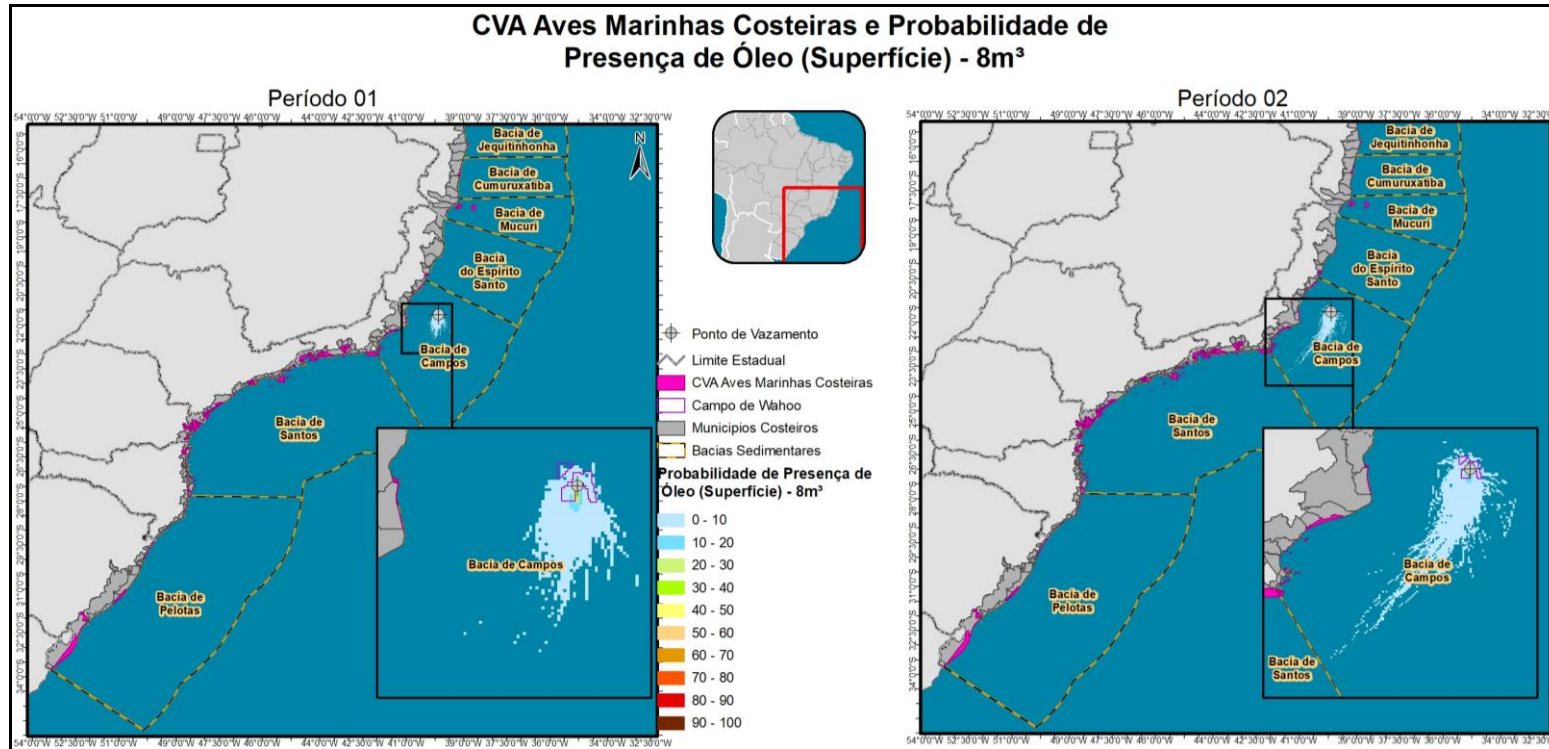


Figura II.9-56- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos

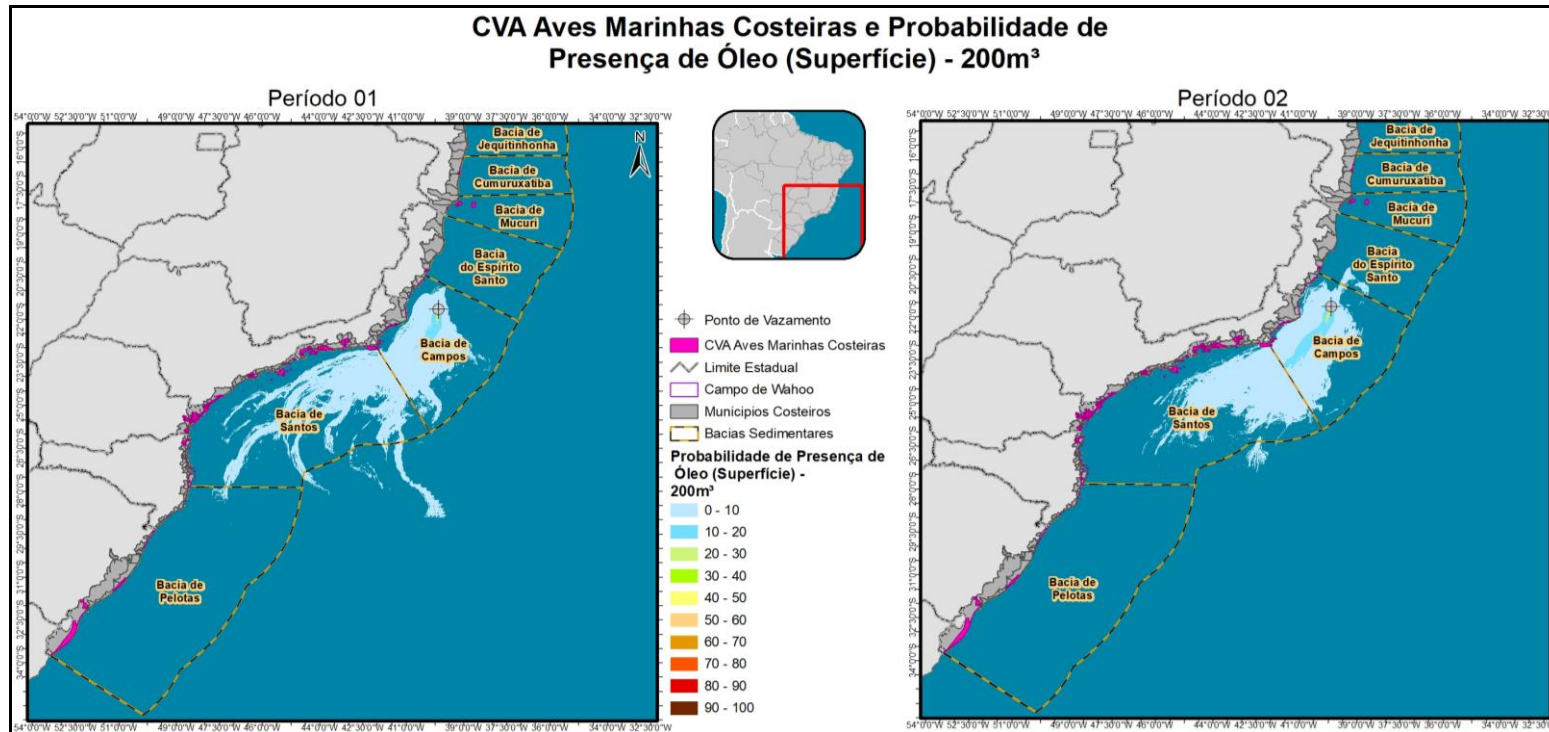


Figura II.9-57- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos

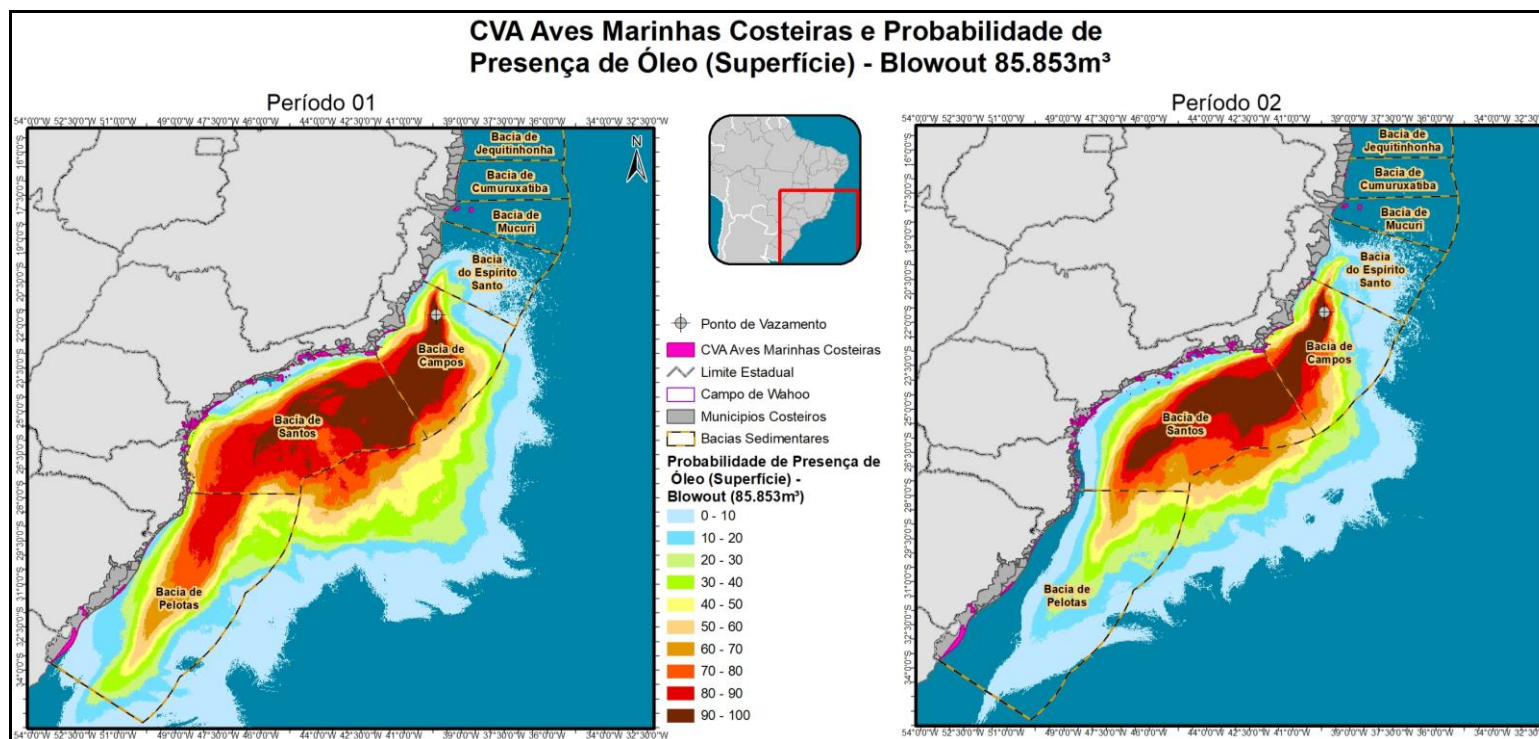


Figura II.9-58- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

Quadro II.9-61 – Probabilidade de presença óleo no CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras em diferentes cenários acidentais.

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
Aves Marinhas Oceânicas		
1	8	0
2	8	0
1	200	0,20
2	200	1,59
1	Blowout	52,69
2	Blowout	61,22
Aves Marinhas Costeiras		
1	8	100
2	8	100
1	200	100
2	200	100
1	Blowout	100
2	Blowout	100

II.9.7.9.3 - Tempo de Recuperação

A grande variação de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves torna difícil avaliar o impacto e o tempo de recuperação deste CVA.

Grandes vazamentos de óleo têm o potencial de esgotar populações de aves e uma única colônia de aves marinhas pode desaparecer. Entretanto, experimentos com vazamentos indicaram uma considerável resiliência de aves marinhas a um único evento catastrófico, sendo pouco provável que um vazamento de óleo possa aniquilar uma população sem a influência de outros fatores, como a caça e a captura acidental 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 hábitat já estão

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
----------------------	------------------	------------------




apropriadamente resguardadas dentro desses, uma vez que esses componentes (manguezais, estuários e recifes) já possuem tempo de recuperação acima de 10 anos.

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

II.9.7.10 - 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).

O **Quadro II.9-62** apresenta as classes de tempo de recuperação os CVAs e SVAs e qual o valor foi utilizado para o cálculo da tolerabilidade.x

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--




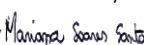
Quadro II.9-62 – Tempo de recuperação dos componentes ambientais ao óleo.

Componentes & Subcomponentes	Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo da Tolerabilidade
Recifes rochosos	3-10 anos	10 anos
Estuários	20 anos	20 anos
Praias arenosas	3-10 anos	10 anos*
Manguezais		
Bancos Biogênicos	20 anos	20 anos
Recursos Pesqueiros	1-3 anos	3 anos*
CVA Tartarugas marinhas	15 anos	15 anos*
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	15 anos	15 anos*
CVA Mamíferos Marinhos		
SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)		
SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)		
SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)		
SVA Baleia Jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)		
SVAPinípedes		
Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras	3-10 anos*	10 anos*

*Valor utilizado seguindo orientações da CGMAC/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.

É válido ressaltar que, embora sejam propostas classes de recuperação, são usados valores específicos para o cálculo do risco ambiental e conforme citado acima, tais valores foram, em sua maioria, selecionados como o valor máximo da classe na qual o componente ou subcomponente se encontra, seguindo a orientação da CGMAC em pareceres técnicos para estudos de Análise de Riscos Ambientais desenvolvidos para outras atividades.

O **Quadro II.9-63** apresenta de forma consolidada as probabilidades de presença de óleo para cada um dos cenários e faixas de volume obtidas para cada CVA, bem como os tempos de recuperação e valores utilizados para a tolerabilidade.

<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"> </p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</p>
--	--	--

Quadro II.9-63 – Probabilidade de toque de óleo, por CVA ou SVA, por período e para cada volume modelado.

Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs)	Tipo de Distribuição	Probabilidade de Presença de Óleo utilizada no cálculo de Risco (%)						Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo de Tolerabilidade
		P1 8 m³	P2 8 m³	P1 200 m³	P2 200 m³	P1 85.853 m³	P2 85.853 m³		
CVA Recifes Rochosos	Fixa	0	0	0,20	0	42,94	42,94	3 – 10 anos	10 anos
CVA Estuários	Fixa	0	0	0	0	38,12	42,31	20 anos	20 anos
CVA Praias Arenosas	Fixa	0	0	0,20	1,20	33,33	41,31	3 – 10 anos	10 anos*
Manguezais	Fixa	0	0	0	1,0	26,14	15,37	>10 anos	20 anos
Bancos Biogênicos	Fixa	2,0	3,59	19,96	21,95	100	100	20 anos	20 anos
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	Dispersa	1,0	2,79	12,17	20,55	97	100	1 – 3 anos	3 anos*
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros	Dispersa	100	100	100	100	100	100		
CVA Tartarugas Marinhas	Dispersa	100		100	100	100	100	15 anos	15 anos
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	Fixa	0	0	1,20	3,59	74,45	80,83		
CVA Mamíferos Marinhos	Dispersa	100	100	100	100	100	100	10 -20 anos	20 anos*

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs)	Tipo de Distribuição	Probabilidade de Presença de Óleo utilizada no cálculo de Risco (%)						Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo de Tolerabilidade
		P1 8 m³	P2 8 m³	P1 200 m³	P2 200 m³	P1 85.853 m³	P2 85.853 m³		
SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	Fixa	0	0	0,80	2,39	55,88	61,27	3 – 10 anos*	10 anos*
SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	Fixa	0	0	0,40	0,20	57,48	18,56		
SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)	Fixa	0	0	0	0,20	24,95	24,75		
SVA Baleia Jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Fixa	0,20	0,60	3,19	5,18	78,44	98,60		
SVAPinípedes	Fixa	0	0	0	0	5,58	0		
CVA Aves Marinhas Oceânicas	Dispersa	0	0	0,20	1,60	52,69	61,27		
CVA Aves Marinhas Costeiras	Fixa	100	100	100	100	100	100		

* Valor utilizado seguindo orientações da CGPEC/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.

P1: Período 1 - de setembro a fevereiro.

P2: Período 2 - de março a agosto.

-. Ausência de probabilidade de toque de óleo.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

II.9.8 - Cálculo dos Riscos Ambientais

O resultado do Risco Ambiental foi obtido para cada faixa de volume de óleo (até 8 m³, de 8 a 200 m³ e de 200 a 85.853 m³) e por período (período 1 e período 2) para cada CVA ou SVA, através da multiplicação da probabilidade de toque de óleo pela frequência de ocorrência do respectivo grupo de cenários.

Os resultados do Risco Ambiental para cada CVA ou SVA estão apresentados no **Quadro II.9-64**. Na **Figura II.9-59** é apresentado o gráfico com os resultados numéricos do cálculo do risco por faixa de volume.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:

Quadro II.9-64 – Valores de Risco Ambiental calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.

CVA / SVA	Risco Ambiental						Total
	8 m³		200 m³		85.853 m³		
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	
CVA Recifes Rochosos	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	0,00E+00	1,52E-03	1,52E-03	3,07E-03
CVA Estuários	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,35E-03	1,50E-03	2,85E-03
CVA Praias Arenosas	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	1,76E-04	1,18E-03	1,46E-03	2,85E-03
Manguezais	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,47E-04	9,27E-04	5,45E-04	1,62E-03
Bancos Biogênicos	3,07E-04	5,50E-04	2,93E-03	3,22E-03	3,55E-03	3,55E-03	1,41E-02
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	1,53E-04	4,28E-04	1,79E-03	3,02E-03	3,44E-03	3,55E-03	1,24E-02
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	6,71E-02
CVA Tartarugas Marinhas	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	6,71E-02
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	0,00E+00	0,00E+00	1,76E-04	5,27E-04	2,64E-03	2,87E-03	6,21E-03
CVA Mamíferos Marinhos	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	6,71E-02
SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)	0,00E+00	0,00E+00	1,17E-04	3,51E-04	1,98E-03	2,17E-03	4,62E-03
SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-05	2,94E-05	2,04E-03	6,58E-04	2,78E-03

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

CVA / SVA	Risco Ambiental						
	8 m ³		200 m ³		85.853 m ³		Total
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	
SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	8,85E-04	8,77E-04	1,79E-03
SVA Baleia Jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	3,07E-05	9,20E-05	4,68E-04	7,60E-04	2,78E-03	3,50E-03	7,63E-03
SVA Pinípedes	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,98E-04	0,00E+00	1,98E-04
CVA Aves Marinhas Oceânicas	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	2,35E-04	1,87E-03	2,17E-03	4,30E-03
CVA Aves Marinhas Costeiras	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	6,71E-02

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

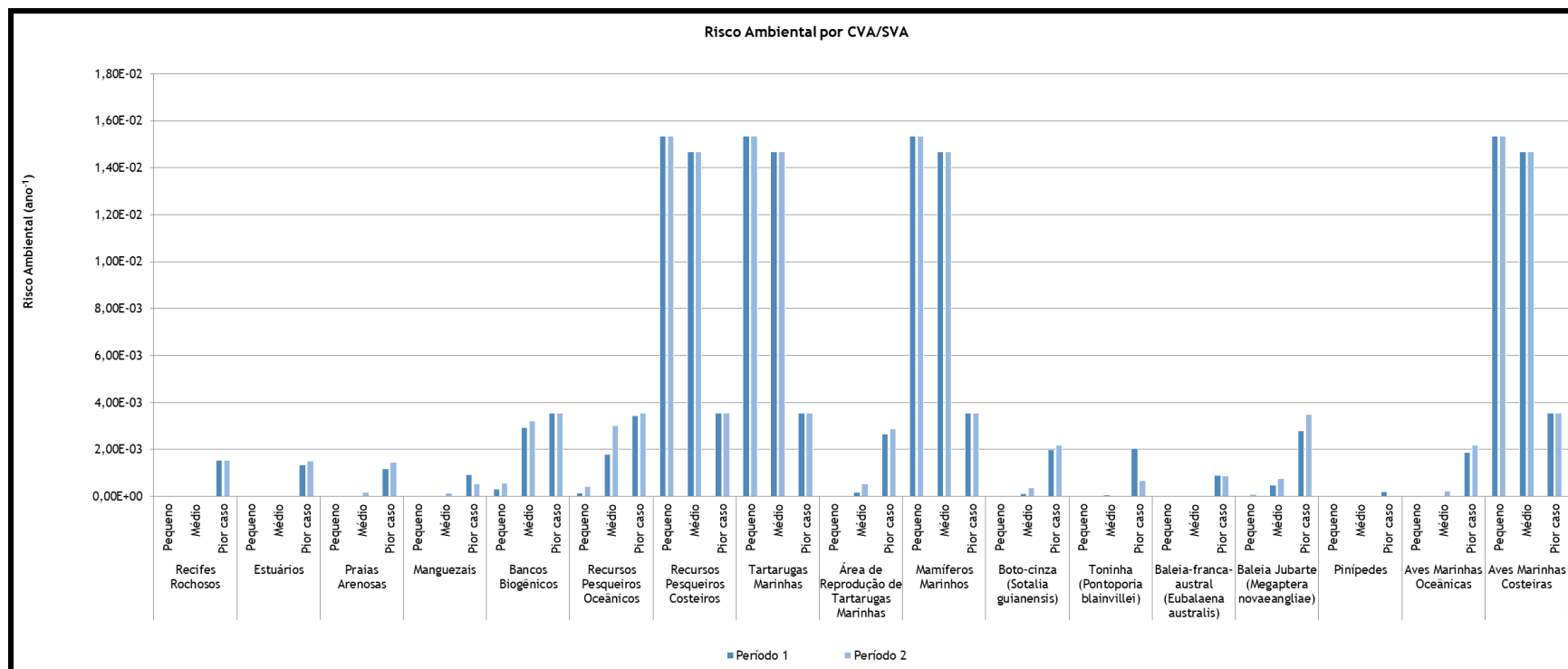


Figura II.9-59 – Riscos Ambientais calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.

Coordenador:




Gerente:

Técnico:

De forma geral, é possível observar que os valores mais elevados de Risco Ambiental estão associados ao cenário de pequeno e médio vazamento. Isto está relacionado principalmente às maiores frequências calculadas para esse vazamento, em relação à frequência do vazamento de pior caso. O vazamento de pequeno e médio volume se destacaram principalmente nos CVAs de Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras, principalmente devido às elevadas probabilidades desse CVAs.

Com base nos valores de risco ambiental total por CVA/SVA, observa-se que os maiores valores obtidos estão associados aos 4 CVAs citados acima: Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. Esses quatro CVAs, por apresentarem a probabilidade máxima (100%) e serem modelados nos mesmos cenários de vazamento, apresentaram uma frequência total por ano igual, de $0,0671094 \text{ ano}^{-1}$. Isto se deve a extensa área de abrangência desses grupos. Os demais CVAs e SVAs apresentaram risco ambiental inferiores a esses valores em, pelo menos, uma ordem de grandeza, exceto os CVAs de Bancos Biogênicos e de Recursos Pesqueiros Oceânicos, que embora tenha apresentado uma frequência bem menor, ainda foi na mesma ordem de grandeza ($0,014098$ e $0,012367$, respectivamente).



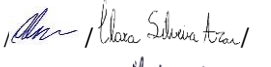
Na comparação dos períodos, em geral os riscos foram similares tanto no período 1 como no período 2. A exceção ocorreu para o SVA de Toninha (*Pontoporia blainvillei*). Esse SVA apresentou um valor de risco ambiental no pior caso, para o período 1, uma ordem de grandeza acima do valor de risco ambiental encontrado para o mesmo vazamento, no período 2. Esse fato se deve à maior probabilidade apresentada nesse cenário nesse SVA (57,48% para o período 1 e 18,56% para o período 2).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

II.9.9 - Relação Tempo de Recuperação/Tempo De Ocorrência

A Tolerabilidade dos riscos ambientais é calculada a partir da relação entre o Tempo de Recuperação de cada CVA/SVA e o Tempo de Ocorrência do dano ambiental. Os Tempos de Recuperação considerados nesse estudo, os Tempos de Ocorrência calculados a partir do Risco Ambiental (inverso do risco ambiental) e os valores de Tolerabilidade obtidos são apresentados no **Quadro II.9-65** e no **Quadro II.9-66**. A **Figura II.9-60** ilustra graficamente a distribuição dos resultados.

Conforme definido normalmente em termos de referência emitidos pela CGMAC, para que um risco ambiental seja considerado tolerável, o tempo de recuperação do componente ambiental deverá ser insignificante em comparação com o tempo de ocorrência do dano.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Quadro II.9-65 – Tempo de Ocorrência de cada CVA/SVA ser atingido por um vazamento, por faixa de volume e período.

Componentes/subcomponentes	Tempo de Recuperação (anos)	Tempo de Ocorrência					
		8 m ³		200 m ³		85.853 m ³	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
CVA Recifes Rochosos	10	-	-	34.069,23	-	656,92	656,92
CVA Estuários	20	-	-	-	-	739,98	666,70
CVA Praias Arenosas	10	-	-	34.069,23	5.678,20	846,32	682,84
Manguezais	20	-	-	-	6.813,85	1.079,11	1.835,26
Bancos Biogênicos	20	3.260,81	1.816,61	341,38	310,43	282,08	282,08
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	3	6.521,63	2.337,50	559,89	331,57	290,80	282,08
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros		65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08
CVA Tartarugas Marinhas	15	65,22	6521,63%	68,14	68,14	282,08	282,08
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas		-	-	5.678,20	1.898,01	378,88	348,98
CVA Mamíferos Marinhos	20	65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08
SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)		-	-	8.517,31	2.850,98	504,80	460,39
SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)		-	-	17.034,61	34.069,23	490,74	1.519,82
SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)		-	-	-	34.069,23	1.130,58	1.139,72
SVA Baleia Jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)		32.608,13	10.869,38	2.136,00	1.315,41	359,61	286,08
SVA Pinípedes	10	-	-	-	-	5.055,19	-
CVA Aves Marinhas Oceânicas		-	-	34.069,23	4.258,65	535,36	460,39
CVA Aves Marinhas Costeiras		65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Quadro II.9-66 – Percentuais da relação Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência para cada CVA e SVA.

Componentes/subcomponentes	Tempo de Recuperação (anos)	Tolerabilidade					
		8 m³		200 m³		85.853 m³	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
CVA Recifes Rochosos	10	-	-	0,03%	-	1,52%	1,52%
CVA Estuários	20	-	-	-	-	2,70%	3,00%
CVA Praias Arenosas	10	-	-	0,03%	0,18%	1,18%	1,46%
Manguezais	20	-	-	-	0,29%	1,85%	1,09%
Bancos Biogênicos	20	0,61%	1,10%	5,86%	6,44%	7,09%	7,09%
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	3	0,05%	0,13%	0,54%	0,90%	1,03%	1,06%
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros		4,60%	4,60%	4,40%	4,40%	1,06%	1,06%
CVA Tartarugas Marinhas	15	23,00%	23,00%	22,01%	22,01%	5,32%	5,32%
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas		-	-	0,26%	0,79%	3,96%	4,30%
CVA Mamíferos Marinhos	20	30,67%	30,67%	29,35%	29,35%	7,09%	7,09%
SVA Boto-cinza (<i>Sotalia guianensis</i>)		-	-	0,23%	0,70%	3,96%	4,34%
SVA Toninha (<i>Pontoporia blainvillei</i>)		-	-	0,12%	0,06%	4,08%	1,32%
SVA Baleia-franca-austral (<i>Eubalaena australis</i>)		-	-	-	0,06%	1,77%	1,75%
SVA Baleia Jubarte (<i>Megaptera novaeangliae</i>)		0,06%	0,18%	0,94%	1,52%	5,56%	6,99%
SVA Pinípedes		-	-	-	-	0,40%	-
CVA Aves Marinhas Oceânicas	10	-	-	0,03%	0,23%	1,87%	2,17%
CVA Aves Marinhas Costeiras		15,33%	15,33%	14,68%	14,68%	3,55%	3,55%

Coordenador:

Gerente:

Técnico:
 Mariana Soares Santos

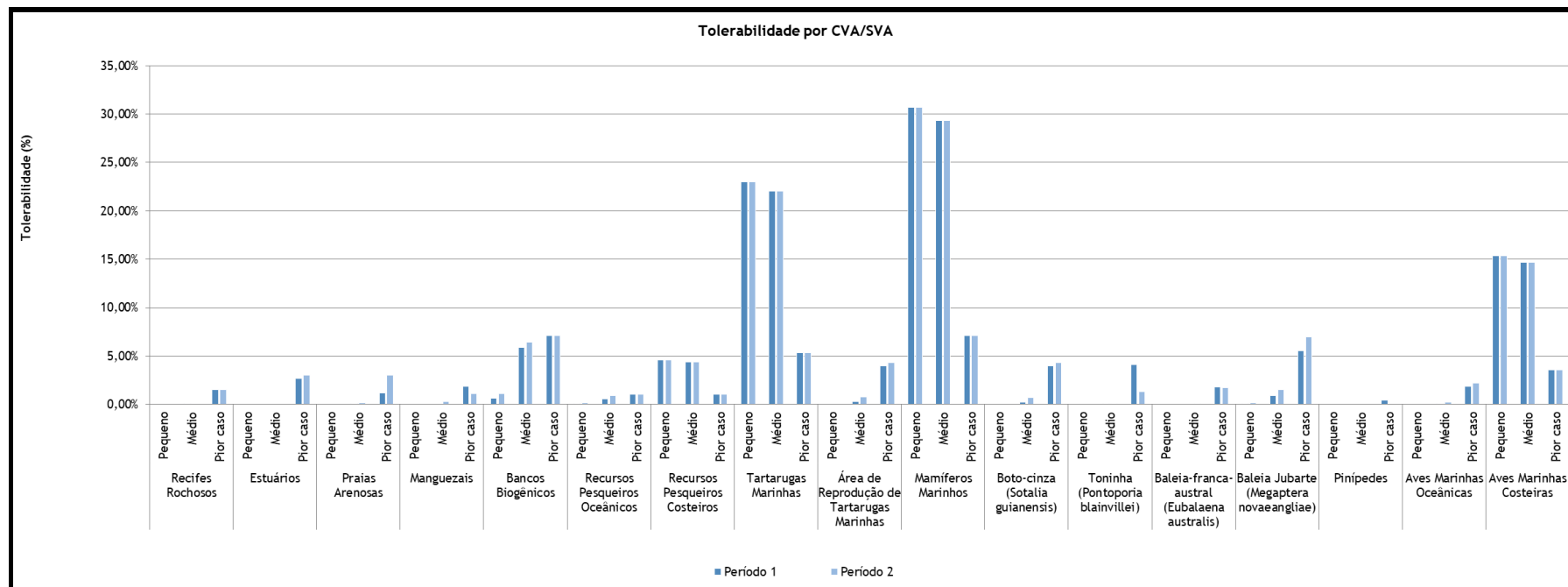


Figura II.9-60 – Tolerabilidade (Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência) para cada CVA e SVA.

Coordenador:

Gerente:




Técnico:

Pode-se observar que os Tempos de Ocorrência em geral foram bem elevados, apresentando, em sua maioria, mais de 3 casas decimais. A exceção foi nos 4 CVAs com o maior Risco Ambiental: Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. Esse fato ocorre porque o Tempo de Ocorrência é calculado através do inverso do Risco Ambiental, portanto todos apresentaram o mesmo valor: 65,22 anos.

A análise da Tolerabilidade demonstrou que, em geral, os valores foram baixos, tendo os mais elevados sido observados em cenários de pequeno e médio vazamento, porém em nenhum CVA nem SVA a Tolerabilidade ultrapassou o valor de 30%. Esse comportamento se deve ao fato dos valores de Risco Ambiental obtidos serem baixos, o que resultou em altos tempos de ocorrência e, conseqüentemente, nestes valores de tolerabilidade.

As maiores tolerabilidades foram observadas nos cenários de pequeno e médio vazamento para os CVAs: Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. As maiores tolerabilidades encontradas foram de 30,67% e 29,35%, para o CVA de Mamíferos Marinhos, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. Em seguida o CVA de Tartarugas Marinhas que apresentou Tolerabilidades de 23% e 22,01%, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. Por último, é possível observar o CVA de Aves Marinha Costeiras, com 15,33% e 14,68%%, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. O restante dos CVAs e SVAs não apresentou mais que 10% em seu resultados de Tolerabilidade. Importante destacar que embora o CVA de Recursos Pesqueiros Costeiros tenha apresentado um alto valor de risco ambiental e um baixo valor de tempo de recorrência, o seu tempo de recuperação é muito rápido (3 anos), portanto a sua Tolerabilidade não fica alta.

Para os cenários associados aos maiores valores de Tolerabilidade dos três CVAs com os maiores valores, considerou-se um tempo de recuperação de 20 anos, para Mamíferos Marinhos, de 15 anos para Tartarugas Marinhas e de 10 anos para Aves Marinhas Costeiras.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos
---	---	--




Os menores tempos de ocorrência desses CVAs foram 65,22, conforme descrito anteriormente. Isso significa que se estes CVAs fossem atingidos por um desses eventos, eles seriam capazes de se recuperar pelo menos 3 vezes, no caso de Mamíferos Marinhos, 4 vezes para Tartarugas Marinhas e 6 vezes para Aves Marinha Costeiras, antes de serem atingidos novamente por outro evento de mesma magnitude. No caso, por exemplo, do CVA Recursos Pesqueiros Costeiros, cujo tempo de ocorrência mais baixo encontrado foi de 65,22 anos, o tempo de recuperação é de 3 anos, observa-se que caso este componente seja atingido pelo vazamento de pequeno volume, teria a capacidade de se recuperar pelo menos 21 vezes antes de ser atingido novamente por outro evento de mesma magnitude.

II.9.10 - Revisão do Estudo de Análise de Risco

Uma vez que os Riscos Ambientais calculados para a Atividade de Perfuração no Campo de Wahoo, Bacia de Campos, com base nas frequências dos cenários acidentais envolvendo liberação de óleo para o mar, no mapeamento dos CVAs e respectivos tempo de recuperação e probabilidade de ocorrência por magnitude de vazamento de óleo condensado, bem como as respectivas relações Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência dos CVA calculadas foram considerados **toleráveis** para essa região e tipo de atividade a ser implementada, não será necessário revisar o estudo e a análise de riscos no presente Estudo de Impacto Ambiental.

II.9.11 - Plano de Gerenciamento de Riscos

Um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) se define como um conjunto de procedimentos e ações que têm por objetivo reduzir os riscos avaliados na Análise Preliminar de Riscos fazendo com que os níveis de risco se mantenham toleráveis. Considerando-se que o risco é uma combinação da frequência de ocorrência dos cenários acidentais e suas respectivas consequências, 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

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p> 
---	---	---

definido, é abordado por todo um sistema de gestão de segurança ou integrado de Saúde, Meio Ambiente e Segurança (SMS), que contemple em seus elementos a identificação e análise de riscos como ferramenta para o planejamento de SMS de uma organização. É importante observar que o PGR ora proposto será implementado ao longo da atividade.

Os riscos que estão sendo gerenciados são aqueles inerentes ao projeto e que foram levantados na Análise Preliminar de Perigos. O **Quadro II.9-67** relaciona cada um dos cenários acidentais com seus respectivos riscos avaliados e medidas preventivas/mitigadoras associadas.

<p>Coordenador: <i>Leonardo Oliveira Lopes</i></p>	<p>Gerente: <i>Cláudio Araújo</i></p>	<p>Técnico: <i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos</i></p>
--	---------------------------------------	--

Quadro II.9-67 - Riscos avaliados e recomendações associadas.




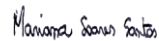
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
01	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.
02	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
03	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (<i>blowout</i>), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico:  
--	--	---

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
04	Risco médio de ocorrência de pequeno vazamento de pó (barita / bentonita).	<p>R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p>
05	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de pó (barita / bentonita).	<p>R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de</p>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
		entrada.
06	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de pó (cimento).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
07	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de pó (cimento).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.
08	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
09	Risco médio de ocorrência de médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto
10	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo diesel para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

Coordenador:

Gerente:

Técnico:



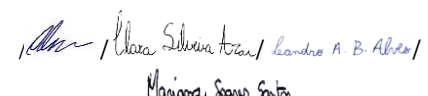
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
11	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo diesel para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto
12	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
13	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo lubrificante.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)
14	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo lubrificante, para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
15	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo hidráulico.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).
16	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
17	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.
18	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo sujo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).

Coordenador:	Gerente:	Técnico:
--------------	----------	----------



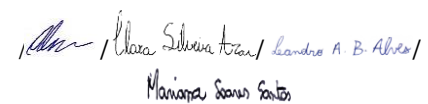
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
19	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo sujo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).
20	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
21	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de produto químico.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--



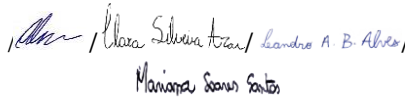
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
22	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo diesel.	<p>R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.</p> <p>R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..</p> <p>R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.</p> <p>R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto</p> <p>R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas.</p> <p>R14) Seguir procedimento operacional para transferência.</p> <p>R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).</p> <p>R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p> <p>R17) Antes da aproximação à unidade marítima, 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>R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
23	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção.	<p>R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.</p> <p>R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..</p> <p>R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.</p> <p>R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto</p> <p>R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas.</p> <p>R14) Seguir procedimento operacional para transferência.</p> <p>R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).</p> <p>R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p> <p>R17) Antes da aproximação à unidade marítima, 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>R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p>

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---



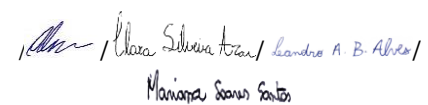
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
24	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de óleo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..
25	Risco médio de ocorrência de grande vazamento de fluido não aquoso.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..
26	Risco baixo de ocorrência de pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) A Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:




RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
27	Risco baixo de ocorrência de médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.
28	Risco baixo de ocorrência de grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--	--	--

Com relação ao Plano de Gerenciamento de Riscos da PRIO, este é composto pelos seguintes itens:

- Definição das Atribuições;
- Inspeções Periódicas;
- Programas de Manutenção (preventiva e corretiva);
- Capacitação Técnica / Treinamentos;
- Processo de Contratação de Terceiros;
- Registro e Investigação de Acidentes;
- Gerenciamento de Mudanças; e
- Sistema de Permissão de Trabalho.

O **Quadro II.9-68** apresenta o item do Programa de Gerenciamento de Riscos relacionado a cada uma das medidas de gerenciamento de riscos, as quais correspondem às recomendações oriundas da APR.

Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
---	---	---

Quadro II.9-68 - Medidas de gerenciamento de riscos/item relacionado.

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R1	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Inspeção Periódica / Programa de Manutenção
R2	Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	Capacitação Técnica / Treinamentos
R3	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R4	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).	Capacitação Técnica / Treinamentos
R5	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R6	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R7	Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO	Capacitação Técnica / Treinamentos
R8	Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R9	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R10	Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R11	Manter peso de fluido adequado.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R12	Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R13	Não realizar transferência em condições de mar adversas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R14	Seguir procedimento operacional para transferência.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R15	Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).	Capacitação Técnica / Treinamentos
R16	Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	Inspeção Periódica / Programa de Manutenção

<p><i>Leonardo Oliveira Lopes</i> Coordenador:</p>	<p><i>Cláudio Araújo</i> Gerente:</p>	<p><i>Leonardo A. B. Alves / Mariana Santos Santos</i> Técnico:</p>
---	--	--

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R17	Antes da aproximação à unidade marítima, 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 / Treinamentos
R18	Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	Inspeção Periódica / Programa de Manutenção
R19	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R20	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R21	Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	Capacitação Técnica / Treinamentos

A seguir é apresentada uma breve descrição de cada um dos itens supramencionados, integrantes do PGR da PRIO.

II.9.11.1 - Definição das Atribuições

É de responsabilidade dos colaboradores da PRIO assegurar que as políticas e procedimentos de SMS da empresa sejam atendidos pelas empresas contratadas, além de:

- Dar exemplo em Saúde, Segurança e Meio Ambiente;
- Utilizar os Equipamentos de Proteção Individual adequados;
- Conduzir auditorias e inspeções de rotina;
- Corrigir as condições e os comportamentos considerados inseguros;
- Notificar formalmente qualquer incidente ou acidente;
- Participar de investigações de incidentes e acidentes quando convocados e participar de eventos de SMS realizados no local de trabalho.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
------------------	--------------	------------------

Em relação às empresas contratadas, estas devem:

- Atender aos requisitos contratuais e legais definidos pela equipe de SMS da PRIO;
- Conduzir as atividades de forma a evitar a ocorrência de incidentes e acidentes;
- Prover pessoal apto e qualificado para a execução das atividades;
- Fornecer equipamentos, ferramentas e instrumentos adequados para a realização eficiente e segura das atividades;
- Assegurar a realização de treinamento de seus colaboradores previamente à utilização de equipamentos, permitindo que as atividades sejam realizadas de forma segura;
- Informar e notificar a PRIO, de imediato, sobre qualquer incidente ou acidente ocorrido;
- Investigar e avaliar todos os incidentes ou acidentes ocorridos durante as atividades, seguindo as diretrizes estabelecidas pela PRIO, apresentando os resultados obtidos; e
- Desenvolver programas para melhoria contínua de SMS, sempre priorizando a segurança de todos.

Ressalta-se que todas as práticas e condições inseguras devem ser notificadas e corrigidas de imediato.

Em relação aos colaboradores das empresas contratadas, é de competência destes:

- Utilizar o Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- Interromper qualquer atividade em que os requisitos de SMS da PRIO não estejam sendo cumpridos ou que represente um risco grave e iminente às condições de SMS;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- Participar dos eventos de SMS da PRIO;
- Estar apto para o trabalho, inclusive com descanso apropriado e estado mental adequado; e
- Informar a ocorrência de qualquer incidente ou acidente ao seu supervisor imediato.

De acordo com as normas de SMS da PRIO, nenhum visitante deve acessar a área operacional desacompanhado, e todos devem receber orientações quanto ao uso de EPIs, vias de acesso, rotas de fuga e ponto de encontro, alarmes e procedimentos gerais de emergência, riscos das áreas acessadas e medidas de prevenção, sinalização preventiva, procedimentos em caso de incidentes e regras e locais destinados ao fumo.

II.9.11.2 - Inspeções Periódicas

O objetivo das inspeções técnicas periódicas é verificar a condição técnica dos equipamentos e sistemas e determinar a existência de qualquer não conformidade em relação aos requisitos exigidos, minimizando, desta forma, a probabilidade de falha dos equipamentos e sistemas considerados críticos para a segurança das atividades. Além disso, as inspeções periódicas têm o papel de verificação do cumprimento das regras estabelecidas pelos órgãos de regulamentação, além de permitir a apresentação de propostas de melhoria.

As inspeções técnicas devem abranger as seguintes áreas:

- Sistemas e equipamentos de controle do poço;
- Elétrica/automação;
- Sistemas/estruturas marinhas;
- Aparelhos de elevação/guindastes; e
- Sistemas de geração e distribuição de energia.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



A periodicidade para a realização das inspeções periódicas varia conforme a relevância da atividade a ser auditada, devendo ser conduzida por funcionários que não possuam responsabilidade direta com a atividade que esteja sendo auditada.




Os resultados da auditoria devem ser verificados pelos funcionários envolvidos na atividade. Além disso, as ações corretivas e preventivas para os pontos levantados durante a inspeção realizada devem ser executadas pelo responsável pela área inspecionada. Por fim, é importante mencionar que todos os resultados das inspeções realizadas devem ser registrados e armazenados, ficando disponíveis para consultas futuras, sempre que necessário.

II.9.11.3 - Programas de Manutenção (Preventiva e Corretiva)

O Programa de Manutenção da PRIO tem por objetivo assegurar a manutenção, preventiva e corretiva, adequada dos equipamentos da plataforma, atendendo, desta forma, às exigências legais e especificações técnicas de segurança e qualidade definidas pelos fabricantes, além de estender a vida útil dos equipamentos e minimizar seus tempos de parada decorrentes de problemas técnicos. Dentre as principais ações que norteiam a decisão pela execução de operações de manutenção pode-se citar:

- Otimizar os processos de gerenciamento de ativos dos equipamentos e de todo o custo de vida dos ativos;
- Assegurar que os riscos e os requisitos de segurança estejam incluídos e avaliados no Programa de Manutenção; e
- Alinhar a disponibilidade de ativos com os requisitos de negócio.

A manutenção preventiva ou planejada abrange todos os sistemas cuja falha operacional inesperada possa resultar em uma situação perigosa envolvendo a segurança do pessoal ou da Unidade Marítima, poluição e a execução do serviço.

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

Os trabalhos de manutenção planejada são atualizados conforme necessário, de forma a incluir experiências operacionais, informações de campo, orientações do fabricante e mudanças nas exigências para equipamentos ou manutenções. A meta é que essas tarefas representem as melhores práticas de manutenção disponíveis e atualizar continuamente as tarefas com manutenção mais baseadas em condições, de informações que se recebe de campo (através do próprio monitoramento com base em condição) ou de fornecedores.

Já a manutenção corretiva se dá quando existe a necessidade de paralisação não programada do equipamento ou instalação, para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. A correção deverá ocorrer no menor tempo possível, de forma segura e confiável.

A equipe operacional / equipe de manutenção observará a necessidade de manutenção corretiva, por exemplo, quando:

- Se está efetuando manutenção preventiva;
- Existe um defeito aparente no equipamento ou desempenho menor que o esperado, ou;
- Existe quebra ou falha súbita do equipamento.

As empresas contratadas pela PRIO devem garantir que os procedimentos operacionais, manuais ou qualquer outro documento técnico referente à instalação, aos seus sistemas, estruturas e equipamentos estejam acessíveis para consulta dos colaboradores responsáveis pela manutenção. Cabe também às empresas contratadas garantir o monitoramento e a avaliação dos resultados das manutenções de seus equipamentos e sistemas.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



II.9.11.4 - Capacitação Técnica / Treinamentos




A de capacitação técnica dos funcionários tem por objetivo garantir que todos os funcionários da empresa estejam devidamente treinados, instruídos e conscientizados para a execução de suas tarefas da maneira mais segura possível, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes ou danos à saúde humana.

Os funcionários são capacitados através de um sistema de treinamento corporativo, o qual prioriza os aspectos de segurança, como proteção contra incêndio, salvamento de vidas, sobrevivência e proteção do meio ambiente, destacando-se os seguintes itens como principais assuntos abordados:

- Equipamentos de proteção individual;
- Equipamentos de resgate/salvatagem;
- Combate a incêndio;
- Espaços confinados;
- Trabalho seguro;
- Proteção contra quedas;
- Operações com guindaste;
- Manuseio e transporte de materiais perigosos; e
- Segurança em serviços de instalações elétricas.

Além dos treinamentos supramencionados, existem treinamentos específicos para funções relacionadas com outras atividades, como as de operação e controle do poço.

No caso de contratação de terceiros, estes também deverão passar por processo de treinamentos adequados (específico para execução da função desejada, em práticas de

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

trabalho seguro e em respostas ambientais e emergenciais), essenciais para a obtenção da capacitação necessária, conscientização e garantia de segurança do trabalho.

É importante mencionar que os treinamentos são periodicamente revistos para verificação da eficácia de suas implantações e necessidade de eventuais mudanças.

II.9.11.5 - Processo de Contratação de Terceiros




As empresas terceirizadas contratadas precisam atender todos os regulamentos de segurança das autoridades locais e internacionais, além das próprias diretrizes e políticas de SMS da PRIO. A fim de se garantir que estas cumpram com as qualificações necessárias, existe um programa de avaliação de alguns importantes critérios, sendo alguns destes:

- Histórico prévio da empresa;
- Qualidade dos bens e serviços fornecidos pela empresa;
- Existência de programa de qualidade e certificação;
- Requisitos de responsabilidade e seguros adequados;
- Atendimento aos requisitos do sistema de SMS da PRIO; e
- Aprovação em auditoria.

As empresas contratadas deverão garantir a realização de suas atividades com segurança, assegurar a manutenção dos equipamentos e executar as atividades de forma segura e eficaz.

II.9.11.6 - Registro e Investigação de Acidentes

Um acidente é qualquer evento inesperado que cause danos ao meio ambiente, à saúde, à integridade física das pessoas, ao patrimônio da empresa ou de terceiros. Todo acidente ocorrido durante as operações de perfuração no Campo de Wahoo deverá ser

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

comunicado e notificado à PRIO o quanto antes e ser investigado com total comprometimento e apoio da liderança.

A investigação e a análise de acidentes devem ser conduzidas de forma consistente e formal de forma a reduzir a possibilidade de recorrência destes incidentes. Os incidentes a serem investigados são aqueles que se enquadram nos seguintes grupos:

- Acidentes relacionados à SMS;
- Funcionários gravemente feridos; e
- Requisitos contratuais que levem a investigações realizadas por equipes independentes.




Investigações devem ser iniciadas, sempre que se julgar necessário, para outros acidentes que não se enquadrem nas classes listadas anteriormente, devendo as investigações analisar todas as partes da sequência de eventos. Além disto, todos os níveis da análise devem ser revistos de forma a assegurar que as medidas corretivas possam ser identificadas e implementadas.

O relatório do acidente ou incidente deve conter, além das informações básicas, o parecer da comissão de investigação, um plano de ação claro e objetivo e as lições aprendidas.

Ressalta-se que após a aprovação final do relatório, a empresa contratada deverá encaminhar à PRIO uma cópia do relatório de investigação gerado.

II.9.11.7 - Gerenciamento de Mudanças

O Gerenciamento de Mudanças abrange as funções, responsabilidades e processos de trabalho que precisam ser aplicados em conjunto com as especificações de alterações técnicas, modificações ou instalação de sistemas ou equipamentos a bordo da unidade.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

O procedimento de Gerenciamento de Mudanças assegura que as mudanças permanentes sejam identificadas, avaliadas, verificadas e registradas de forma que não ocorram efeitos indesejáveis no sistema de funcionamento, prevenindo a ocorrências de riscos para os funcionários, para o meio ambiente e para aspectos econômicos.

De uma forma geral, o procedimento de Controle de Mudança deve ser utilizado nas seguintes circunstâncias:

- Descrição da mudança proposta, incluindo sua justificativa e a especificação do projeto, quando aplicável;
- Avaliação dos perigos e do impacto global nas atividades, antes da implementação das modificações;
- A autorização para as mudanças propostas deve ser emitida por nível gerencial, utilizando-se formulários específicos, que deverão ser mantidos arquivados.
- Atualização dos procedimentos e documentos afetados pela mudança;
- Treinamento e comunicação para todos cujo trabalho seja afetado pelas mudanças; e
- Para mudanças temporárias, deve haver previsão, revisões e nova autorização, caso a duração prevista necessite ser ampliada.

Por sua vez, o procedimento de Controle de Mudança não é requerido nas seguintes situações:

- Manutenções de rotina;
- Reparo em equipamentos (manutenção corretiva), enquanto não houver alteração em suas especificações;
- Soldagem de estruturas de aço em estruturas que não sejam de rolamento de carga;
- Alterações nos parâmetros operacionais nos sistemas de software;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- Alterações temporárias, tais como inibição, desvio ou lock out.




Ressalta-se que é obrigação das empresas contratadas pela PRIO garantir que o processo de gerenciamento de mudanças seja documentado e arquivado, estando sempre disponível para consulta por parte da PRIO ou dos órgãos fiscalizadores.

II.9.11.8 - Sistema de Permissão de Trabalho

O Sistema de Permissão para Trabalho (PT) tem como objetivo principal garantir que qualquer trabalho a ser executado seja planejado, preparado, executado e conduzido de forma segura, garantindo o controle de perigos nas operações. Em linhas gerais, a PT é uma autorização formal, que especifica o local, a data, o horário e o tipo de atividade a ser realizada, documenta a identificação dos riscos e atesta que todas as medidas preventivas necessárias foram providenciadas.

Com o Sistema de Permissão para Trabalho assegura-se que todos os funcionários envolvidos nas atividades da PRIO sejam capazes de identificar riscos e pôr em prática as medidas de segurança necessárias relacionadas às potenciais situações de perigo. Adicionalmente, o Sistema de Permissão para Trabalho, autoriza e aprova as responsabilidades designadas e definidas, bem como as medidas de controle para mitigar os perigos identificados. Dentre as principais regras de Permissão para Trabalho pode-se citar:

- Sempre que possível uma solicitação de Permissão para Trabalho deve ser revista no dia anterior ao início do trabalho planejado. Com esta medida garante-se que o gerenciamento tenha uma visão geral de todo o trabalho planejado. Ao revisar a aplicação do Sistema de Permissão para Trabalho, deve-se considerar o possível aumento do nível de risco da instalação causado por atividades simultâneas;

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

- Todas as permissões de trabalho devem ser suspensas caso haja acionamento do alarme geral. Outras atividades que requeiram a suspensão do Sistema de Permissão para Trabalho devem incluir (mas não se limitar) ao acionamento de alarmes do sistema de gás do poço, à transferência de óleo e ao abastecimento de combustível;
- Uma Permissão para Trabalho tem uma validade de doze horas, podendo ser estendido por um período máximo de quatro horas;
- A Permissão para Trabalho deve ser fixada no local de trabalho juntamente com qualquer documentação de apoio existente;
- O escopo do trabalho realizado não deve exceder o que tenha sido estipulado na Permissão para Trabalho; e
- A Permissão para Trabalho deve ser auditada, documentando-se as discrepâncias identificadas.

É obrigação das empresas contratadas pela PRIO garantir que um Sistema de Permissão de Trabalho esteja documentado e implementado em suas atividades, de modo a proporcionar um ambiente de trabalho seguro. As empresas devem implementar sistemática de auditoria das PTs emitidas.

O Sistema de Permissão de Trabalho das empresas prestadoras de serviço contratadas pela PRIO deve contemplar:

- Trabalho sobre o mar ou com risco de queda no mar;
- Abertura de linhas ou equipamentos que contenham ou tenham contido substâncias inflamáveis, combustíveis, tóxicas ou qualquer outro qualquer outro tipo de substância nociva à saúde;
- Entrada em espaços confinados;

Coordenador:





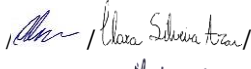
Gerente:



Técnico:




- Operações em sistemas pressurizados;
- Qualquer tipo de trabalho a quente (soldagem, corte, aquecimento) fora da oficina de soldagem;
- Qualquer trabalho que implique fontes de ignição dentro da área classificada, como manutenção elétrica, uso de ferramentas elétricas manuais e funcionamento de motor a explosão, dentre outros;
- Trabalho envolvendo materiais radioativos e explosivos;
- Trabalho envolvendo manuseio, bombeio ou injeção de ácidos ou solventes durante operação de estimulação ou de outra natureza;
- Operações de manutenção que desabilitem sistemas críticos de segurança, como, por exemplo, sistemas de detecção de fogo e gás e de comunicação, equipamentos de salvatagem e de combate a incêndio;
- Operações de mergulho e veículos subaquáticos de controle remoto (*Remotely Operated Vehicle – ROV*);
- Qualquer dos trabalhos citados nesse procedimento, em qualquer área da unidade, quando uma situação potencialmente perigosa é antecipada, por causa do próprio trabalho ou das operações adjacentes;
- Qualquer trabalho em circuitos e equipamentos elétricos que possam ser perigosos à vida, dada a impossibilidade de isolar o circuito;
- Trabalhos que impliquem o uso de martelo pneumático;
- Serviços de pintura;
- Serviços que envolvam riscos de contato com produtos químicos perigosos (ácidos, oxidantes, inflamáveis, entre outros);

 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico:
---	---	---

- Jateamento/Hidrojateamento;
- Trabalho em altura;
- Transferência de óleo diesel e fluidos sintéticos como os à base de parafinas;
- Serviços em altura por cesta de trabalho;
- Trabalhos a quente realizados em equipamentos ou em recipientes que contenham ou tenham contido substâncias inflamáveis, combustíveis ou tóxicas, mesmo que esteja em área considerada liberada;
- Toda atividade com uso de marreta;
- Içamento de carga acima de 10 toneladas ou de carga total superiora 75% da capacidade do equipamento;
- Içamento de carga por dois ou mais equipamentos em conjunto (içamento simultâneo); ou ainda, içamento de carga de geometria complexa;
- Aduchamento de cabos; e
- Operações simultâneas na mesma área.

A PT deverá ser implementada por todas as empresas contratadas pela PRIO nas seguintes situações:

- Quando não existirem procedimentos operacionais para a realização da tarefa ou quando, após consultar o procedimento operacional existente, verificar que os métodos e as medidas de proteção recomendados não estão implementados e/ou são suficientes;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:





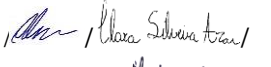
- Antes da execução de tarefas de intervenção sob qualquer condição anormal de trabalho, como condições meteorológicas adversas, trabalho noturno e operações simultâneas; e
- Sempre que a tarefa exigir a emissão de uma Permissão de Trabalho (PT).

A PT deverá ser assinada por todos os profissionais executantes antes do início da atividade, devendo esta permanecer no local durante toda a execução da tarefa.

A PT deve ser revisada e/ou encerrada quando ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- For verificado o não atendimento aos requisitos estabelecidos na PT;
- Mudanças nas condições de trabalho e/ou evolução dos riscos;
- As condições na área onde se executam os trabalhos apresentarem novas situações de riscos;
- Ocorrência de situação de emergência no local abrangido pela PT;
- Houver alguma alteração referente ao escopo inicial do trabalho; e
- Se o trabalho não for concluído dentro do turno de trabalho.

Após o encerramento da tarefa, deve-se encaminhar a PT à supervisão/chefia imediata, para acompanhamento e arquivamento.

<p>Coordenador: </p>	<p>Gerente: </p>	<p>Técnico: </p>
---	---	---

ÍNDICE | II.10 - Plano De Emergência Individual - PEI.....1/1

Coordenador:

Leonardo Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Marlon S. de S. Nunes

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ANEXOS

- Anexo II.10-1 Plano de Emergência Individual – PEI (PRIO)
- Anexo II.10-2 Plano de Emergência para Vazamento de Óleo - PEVO (PRIO)

Coordenador:

Demarco Oliveira Lopes

Gerente:

Cláudio Araújo

Técnico:

Marcelo S. de S. Nunes

II.10 - PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL - PEI

Em atendimento ao Item II.10 Plano de Emergência Individual - PEI, do Termo de Referência (TR) IBAMA, SEI nº13511306 (Processo nº 02001.016238/2022-96) para elaboração do EAP relativo à atividade de perfuração marítima no Campo de Wahoo, Bacia de Campo. Neste item é apresentado ainda o item II.10.1 Plano de Proteção à Fauna – PPAF.

O PEI e o PPAF são aplicáveis em todas as atividades de perfuração marítima desenvolvidas pela PRIO. O PEI (**Anexo II.10-1**) foi elaborado com base nos requisitos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 398/2008 e considera os incidentes de poluição por óleo cujas as consequências fiquem restritas à Unidade Marítima. Destaca-se que de forma complementar, os incidentes que possam ultrapassar os limites e a capacidade de resposta da Unidade Marítima são apresentados no **Anexo II.10-2** Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da PRIO – PEVO-PRIO.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:

