PREFEITURA DE
Itapema

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE MEIA PRAIA, EM ITAPEMA/SC

Atendimento às condicionantes da Licença Ambiental Prévia nº 3895/2024

Condicionante nº 11 – Plano de Emergência Individual (PEI)



Setembro/2025

CARUSO

Sumário

1. INTRODUÇÃO 7

1.1 DADOS DO EMPREENDEDOR 8

1.2 DADOS DA OBRA 8

1.3 DADOS DA CONSULTORIA AMBIENTAL 8

1.4 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR 9

2. PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL (PEI) 11

2.1 OBJETIVO GERAL 12

3. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO 12

3.1 INFORMAÇÃO DO PROJETO E LOCALIZAÇÃO DA AREA DE TRABALHO 13

3.2 DESCRIÇÃO DOS ACESSOS À INSTALAÇÃO 15

4. HIPÓTESES ACIDENTAIS 17

4.1 SUBSTÂNCIAS ENVOLVIDAS 18

4.2 CENÁRIOS ACIDENTAIS 20

4.2.1 DESCARGA DE PIOR CASO 24

5. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE 25

5.1 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS 26

5.2 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS 29

5.3 SENSIBILIDADE DAS ÁREAS 33

6. INFORMAÇÕES E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA 40

6.1 SISTEMAS DE ALERTA DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO 40

6.2 COMUNICAÇÃO DO INCIDENTE 42

6.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE RESPOSTA (EOR) 45

6.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DE RESPOSTA 46

6.4.1 RECURSOS MATERIAIS 46

6.4.2 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI 47

6.5 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE RESPOSTA 48

6.5.1 Procedimentos para interrupção da descarga de óleo 49
6.5.2 Procedimentos para contenção do derramamento de óleo 51
6.5.3 Procedimentos para recolhimento do óleo derramado....54
6.5.4 Procedimentos para dispersão mecânica e química do óleo derramado 57
6.5.5 Procedimentos para monitoramento da mancha de óleo derramado 58
6.5.6 Procedimento para Abastecimento de Combustível 60
6.5.7 Procedimentos para proteção de áreas vulneráveis....61
6.5.8 Procedimentos para proteção das populações....63
6.5.9 Procedimentos para proteção da fauna....63
6.5.10 Procedimentos para limpeza das áreas atingidas 64
6.5.11 Procedimentos para coleta e disposição dos resíduos gerados....67
6.5.12 Procedimentos para deslocamento dos recursos 69
6.5.13 Procedimentos para registro das ações de resposta 70
6.5.14 Procedimentos para obtenção e atualização de informações relevantes 71
7. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES 73
7.1 CRITÉRIOS PARA ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES DE COMBATE A EMERGÊNCIA 73
7.2 PROCEDIMENTOS PARA DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS EMPREGADOS NAS OPERAÇÕES DE COMBATE A EMERGÊNCIA....73
7.3 PROCEDIMENTOS PARA DEFINIÇÃO DE AÇÕES SUPLEMENTARES....74
8. PROGRAMA DE TREINAMENTO....74
8.1 Conteúdo Programático 75
8.2 EXercícios Práticos e Simulações 75
8.3 Resultados Esperados....76
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76
10.ANEXOS....77

Lista de Figuras

Figura 1. Localização das tubulações flutuantes para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC. 7

Figura 2. Localização da jazida sedimentar a ser utilizada na alimentação artificial de Meia Praia em Itapema/SC. 14

Figura 3. Localização das tubulações flutuantes para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC. 15

Figura 4. Localização dos principais acessos à Meia Praia, Itapema/SC.....16

Figura 5. Localização dos pontos de risco de derramamento de óleo para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC. 19

Figura 6. Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida. 27

Figura 7. Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno no ponto de recalque. 27

Figura 8. Probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.....28

Figura 9. Probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno no engate. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa. 29

Figura 10. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de maior alcance da mancha na área da jazida – 60 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo. 30

Figura 11. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de toque na costa mais rápido da mancha na área da jazida – 24 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo. 31

Figura 12. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de maior alcance da mancha na praia – 60 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo. 32

Figura 13. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 1 hora após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo. 33

Figura 14. Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo - de Penha à Ilha de Santa Catarina - SC SAN 18 (2007), com destaque em vermelho a região de Itapema. 36

Figura 14. Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo - de Penha à Ilha de Santa Catarina - SC SAN 18 (2007), com destaque em Itapema. 37

Figura 15. Fluxograma de ações a incidentes ou alerta. 41

Figura 16. Fluxo de Comunicação. 43

Figura 17. Árvore de Tomada de Decisões do plano de ação. 50

Lista de Quadros

Quadro 1. Dados da equipe técnica multidisciplinar responsável pelo documento.....10

Quadro 2. Informações básicas sobre os responsáveis pelo PEI do empreendimento. 13

Quadro 3. Coordenadas geográficas central da obra.....13

Quadro 4. Vértices da poligonal norte da jazida, definida para a obra de engorda da Praia de Itapema/SC. 14

Quadro 5. Coordenadas dos pontos de recalque do material dragado para praia.....15

Quadro 6. Caracterização das fontes potenciais de risco. 19

Quadro 7. Coordenadas geográficas dos pontos de risco.....19

Quadro 8. Planilhas da APP - Hipótese acidental 01 a 06: Vazamento de óleo devido à vazamento ou rompimento dos reservatórios de óleo de embarcações.....21

Quadro 9. Planilhas da APP - Hipótese acidental 07 a 12: Vazamento de óleo devido colisão de navio com barcos de apoio ou com tubulação de recalque. 21

Quadro 10. Planilhas da APP - Hipótese acidental 13 a 16: Vazamento de óleo devido à falha mecânica ou humana durante abastecimento. 22

Quadro 11. Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.....26

Quadro 12. Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) com seus respectivos códigos de cores e tipos de substrato. Fonte: MMA, 2007.....34

Quadro 13. Entidades ou órgãos para acionamento em caso de emergência.....43

Quadro 14. Exemplo de formulário de comunicação inicial do incidente – Registro de Atendimento a Emergência. 44

Quadro 15. Cadeia de responsabilidades dentro da Estrutura Organizacional de Resposta.....45

Quadro 16. Ações e procedimentos do Comandante após avaliação do incidente. 50

Quadro 17. Correlação entre aparência, espessura e volume de óleo contido em uma mancha, utilizado pelo ITOPF.....59

Quadro 18. Técnicas de limpeza conforme ambiente afetado. 66

1. INTRODUÇÃO

O empreendimento em licenciamento refere-se à obra de **alimentação artificial de Meia Praia**, no município de Itapema/SC (Figura 1). O objetivo da obra é de ampliar a faixa de areia, reforçar a proteção costeira e garantir condições adequadas de uso recreativo da praia. O material de enchimento será dragado de jazida submarina situada a cerca de 19 km da área do projeto, a mesma utilizada no alargamento da Praia Central de Balneário Camboriú através de uma draga autotransportadora de arrasto e sucção do tipo TSHD (*Trailing Suction Hopper Dredger*).

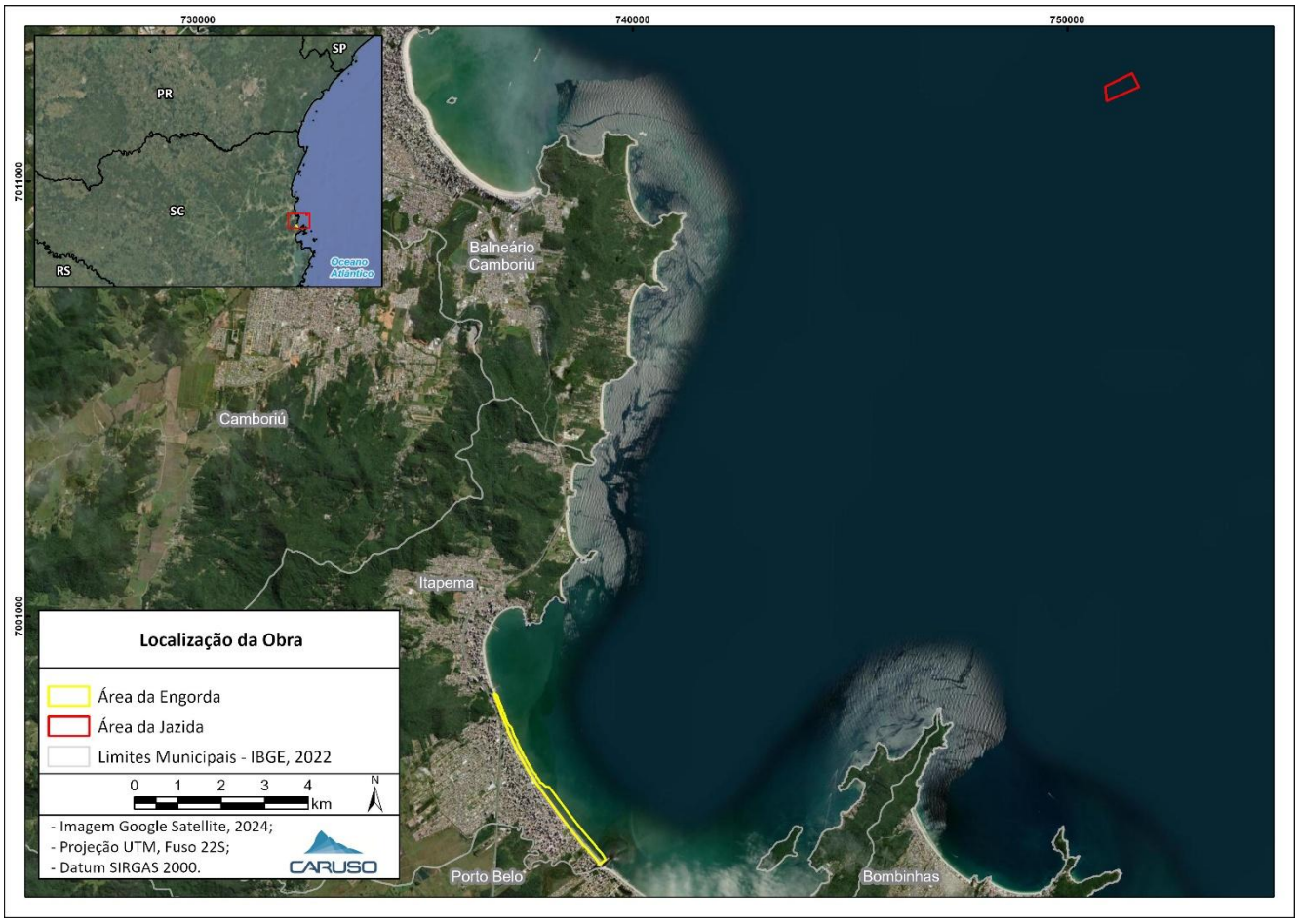


Figura 1. Localização das tubulações flutuantes para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC.

A TSHD apresenta elevada produtividade, robustez e autonomia operacional, sendo adequada para áreas costeiras e de mar aberto, embora apresente custos de mobilização elevados, exigência de tripulação especializada e restrições para materiais duros ou coesos. Ressalta-se que o presente PEI é elaborado considerando o cenário da operação com a utilização desse tipo de draga. Entretanto, cada embarcação possui

seu próprio PEI específico. Assim, com a definição da empresa executora e da draga a ser efetivamente empregada, o presente documento deverá ser complementado e articulado ao PEI da própria embarcação.

Em cumprimento à condicionante nº 11 da Licença Ambiental Prévia nº 3895/2024, emitida pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), este documento apresenta o Plano de Emergência Individual (PEI), elaborado em conformidade com a Resolução CONAMA nº 398/2008. O PEI contempla modelagem de dispersão de óleo para cenários acidentais, definição de recursos humanos e materiais, fluxos de comunicação, medidas de recuperação, políticas de treinamento e mecanismos de gestão e atualização.

1.1 DADOS DO EMPREENDEDOR

RAZÃO SOCIAL	PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA
CNPJ	82.572.207/0001-03
ENDEREÇO	Avenida Nereu Ramos, nº 134. CEP: 88.220-000 – Itapema/SC
FONE/FAX	(47) 3268 8000
RESPONSÁVEL LEGAL	Carlos Alexandre de Souza Ribeiro

1.2 DADOS DA OBRA

DENOMINAÇÃO	Alimentação artificial de Meia Praia de Itapema/SC utilizando a Jazida Sedimentar de Balneário Camboriú/SC
LOCALIZAÇÃO	Meia Praia, Itapema/SC

1.3 DADOS DA CONSULTORIA AMBIENTAL

A empresa CARUSO Soluções Ambientais & Tecnológicas, inscrita no CNPJ sob o nº 02.550.302/0001-69, no CTF/AIDA nº 3.917/98, no CREA/SC nº 048.059-8, no CREA 3ª Região (SC e RS) e CRBio nº 030458-03/2007, é representada por seu sócio-diretor, Geólogo Dr. Francisco Caruso Gomes Júnior, inscrito no CPF/MF sob o nº 543.640.517-72 e com registro no CREA/SC nº 26.850-0.

A empresa se dedica à prestação de serviços e consultoria nas áreas de meio ambiente, oceanografia, biologia, geologia, engenharia e mineração. O objetivo maior da empresa tem sido atender à crescente demanda de empreendimentos públicos e privados, entre as quais destacam-se obras costeiras (restauração de praias, portos, molhes e emissários submarinos), empreendimentos turísticos (condomínios e

marinas), industriais (plantas fabris e aterros industriais) e de energia (linhas de transmissão, subestações e usinas), atividades econômicas consideradas essenciais para o desenvolvimento nacional.

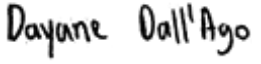
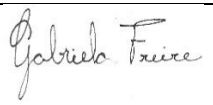
A CARUSO encontra-se estabelecida na rua Dom Jaime Câmara, nº 170, 12º, 11º, 10º, 9º e 5º andares, Centro, Florianópolis/SC. O telefone/fax para contato é (48) 3223-4620 e o e-mail: contato@carusojrea.com.br. Demais informações a respeito da empresa podem ser obtidas na página eletrônica www.carusojrea.com.br.

NOME OU RAZÃO SOCIAL	CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA
CNPJ	02.550.302/0001-69
ENDEREÇO	Rua Dom Jaime Câmara, Nº 170 – 12° Andar, Centro. CEP: 88.015-120 – Florianópolis/Sc.
TELEFONE	(48) 3223-4620
E-MAIL	contato@carusojrea.com.br
RESPONSÁVEL LEGAL	Francisco Caruso Gomes Júnior
E-MAIL	caruso@carusojrea.com.br
DIRETORA TÉCNICA	Carolina Claudino dos Santos
E-MAIL	carolina.claudino@carusojrea.com.br
TELEFONE	(48) 3223-4620 / (48) 99994-0169

1.4 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

O Quadro 1 apresenta a equipe técnica multidisciplinar envolvida nos trabalhos de campo e gabinete para a execução deste estudo ambiental. As Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) são apresentadas no Anexo 1.

Quadro 1. Dados da equipe técnica multidisciplinar responsável pelo documento.

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO/ FUNÇÃO	CTF IBAMA	REGISTRO NO CONSELHO DE CLASSE	ART	ASSINATURA
Francisco Caruso Gomes Jr.	Geólogo, Dr. / Coordenação Geral / Responsável Legal	163.516	CREA/SC 026850-0	10053285-3	
Carolina Claudino dos Santos	Bióloga, MBA em Auditoria, Gestão e Perícia Ambiental / Diretora Técnica	2664893	CRBio 63.918-03	2025/07095	
Dayane Dall'Ago Conejo e Silva	Oceanógrafa, Mestra em Engenharia Ambiental / Gerente do projeto	5473533	AOCEANO nº 2135	10728	
Ana Carolina Massulini Acosta	Geóloga, Mestra em Geologia / Coordenadora do projeto e Responsável Técnica	8344399	CREA/SC 186181-5	10071863-5	
Lais Pool da Silva Freitas	Engenheira Civil Costeira e Portuária, Mestra em Geociências, Técnica em Geoprocessamento / Analista responsável pela elaboração do PEI	8506575	CREA/SC 203335-8	10055204-3	
Gabriela Figueiredo Freire	Oceanógrafa, Mestre em Oceanografia / Técnica responsável pela elaboração do PEI e nos Estudos de Modelagem Ambiental	8344399	-	-	
Lucas Ferreira da Silveira	Oceanógrafo / Estudos de Modelagem Ambiental	-	AOCEANO nº 2036	-	-

2. PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL (PEI)

O presente Plano de Emergência Individual (PEI), foi elaborado de acordo com a Resolução CONAMA n° 398, de 11 de junho de 2008 e seus Anexos, conforme determinado em seu Artigo 1º:

> "Art. 1º Os portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, plataformas, as respectivas instalações de apoio, bem como sondas terrestres, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares deverão dispor de plano de emergência individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, na forma desta resolução."

Sendo assim, a obra de alimentação artificial de Meia Praia, por se caracterizar como uma obra de dragagem voltada à recomposição da faixa arenosa, com execução em curto prazo e não estando incluída entre os empreendimentos obrigados a possuir PEI conforme o Art. 1º da Resolução CONAMA nº 398/08, teve seu plano elaborado seguindo as diretrizes previstas no ANEXO IV da mesma resolução. Esse procedimento garante o atendimento ao disposto no parágrafo 1º do Art. 5º, referente à elaboração do Plano de Emergência Individual Simplificado.

O presente documento contempla não apenas os procedimentos e ações de resposta a incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, mas também as medidas voltadas à redução de riscos de forma a garantir padrões de segurança considerados adequados.

O Plano de Emergência Individual – PEI deve assegurar, desde sua aprovação, a capacidade operacional para executar, de forma imediata, as ações de resposta em casos de incidentes de poluição por óleo, abrangendo diferentes tipos e magnitudes de ocorrência. Para tanto, são previstos recursos próprios, humanos e materiais, que poderão ser reforçados por meio da mobilização de recursos complementares de terceiros, mediante acordos previamente estabelecidos. As ações de resposta foram definidas a partir da elaboração de cenários no ambiente aquático, considerando situações nas principais áreas de atuação das atividades, como jazida, áreas de engate às tubulações de recalque, bem como no local de abastecimento.

Além disso, o PEI justifica-se frente ao estabelecimento do dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para a resposta, a organização e os fluxos de comunicação, as estratégias de recuperação das áreas impactadas, as diretrizes de capacitação e treinamento das equipes, bem como os mecanismos de gestão e atualização contínua do plano. Dessa forma, busca-se garantir não apenas a pronta resposta a emergências, mas também a manutenção de elevados padrões de segurança ambiental nas atividades de instalação da obra de alargamento de Meia Praia.

2.1 OBJETIVO GERAL

O PEI tem como objetivo estabelecer as ações a serem executadas em eventuais emergências ambientais durante as instalações da obra de alimentação de praia de Meia Praia em Itapema/SC, que tenham potencial para afetar a integridade física da população, causar danos ao patrimônio ambiental ou estrutural e/ou terceiros.

São objetivos específicos:

- Incorporar as práticas previamente descritas no PEI na rotina de trabalho das instalações da obra.
- Minimizar os danos à saúde e segurança do trabalhador e danos ao meio ambiente, em virtude a eventos de derramamento de óleo e derivados;
- Promover ações para evitar que situações de acidentes, internas ou externas, às instalações contribuam para o seu agravamento;
- Propiciar respostas rápidas e eficazes em situações de emergência;
- Promover treinamentos aos funcionários e colaboradores para ação em caso de eventos emergenciais.

3. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Dentre as atividades desenvolvidas para a instalação da obra de alargamento de praia de Meia Praia, em Itapema/SC, no âmbito do processo de dragagem, as que representam riscos (cenários) de acidentes que resultem em contaminação do corpo hídrico por óleo e demais produtos perigosos estão:

- Vazamento de combustível marítimo, proveniente de colisão ou falha mecânica;
- Vazamento de combustível marítimo durante o abastecimento da draga.

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 398/2008, o Plano de Emergência Individual deverá ser elaborado de acordo com o seguinte conteúdo mínimo: Identificação da Instalação (instalação, empresa responsável pela operação da instalação, representante legal da instalação, coordenador de operação das ações de resposta, localização em coordenadas geográficas e situação, e descrição dos acessos à instalação) apresentadas no Quadro 2; Cenários acidentais; e Informações e procedimentos para resposta.

Quadro 2. Informações básicas sobre os responsáveis pelo PEI do empreendimento.

Empreendimento	
Nome	Alimentação artificial de Meia Praia de Itapema/SC
Endereço	Meia Praia, Itapema/SC
Contato	(47) 3268 8000
Empresa Responsável pela Instalação	
Nome	A definir.
Endereço	
Contato	
Responsável Legal pela Instalação	
Nome	Carlos Alexandre de Souza Ribeiro
Cargo/Função	Prefeito da Prefeitura Municipal de Itapema
Endereço	Avenida Nereu Ramos, nº 134. CEP: 88.220-000 – Itapema/SC
Contato	(47) 3268 8000
Coordenador das Ações de Resposta (Gerente de Projeto)	
Nome	A definir.
Cargo/Função	
Endereço	
Contato	

De acordo com a Resolução CONAMA nº 398/2008, deverão constar no PEI informações obrigatórias sobre o nome, endereço completo e contato da empresa responsável pela operação de instalação, bem como o nome, cargo, endereço completo e contato do coordenador das ações de resposta. Contudo, tais informações somente poderão ser definidas após a escolha da empresa executora da obra, a qual será também responsável pela indicação da draga a ser utilizada.

3.1 INFORMAÇÃO DO PROJETO E LOCALIZAÇÃO DA AREA DE TRABALHO

Localizada no litoral de Santa Catarina, no município de Itapema, a obra de alargamento de praia de Meia Praia oferecerá a ampliação da faixa de areia, reforço a proteção costeira e condições ideais de uso recreativo. O local de implantação da obra está localizado entre o rio Taboleiro dos Oliveiras e o rio Parquê, totalizando aproximadamente 4,7 km de extensão. As coordenadas geográficas centrais da obra são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Coordenadas geográficas central da obra.

Pontos	Latitude (DATUM WGS-84)	Longitude (DATUM WGS-84)
Área da Jazida	26°58'47.09"S	48°28'0.03"O

O material de enchimento será dragado de jazida submarina situada a cerca de 19 km da área do projeto, a mesma utilizada no alargamento da Praia Central de Balneário Camboriú (Quadro 4 e Figura 2). A execução será realizada por draga autotransportadora de arrasto e sucção do tipo TSHD, equipada com cisterna

de armazenamento temporário e sistemas de aspiração com cabeçotes de jato d'água e/ou dentes mecânicos. O material de enchimento será despejado na praia através de tubulações flutuantes, também chamadas de recalque ou *pipelines*, de aproximadamente 2,3 km, com pontos de bombeamento instalados próximos à isóbata de 10 m (Quadro 5 e Figura 3).

Quadro 4. Vértices da poligonal norte da jazida, definida para a obra de engorda da Praia de Itapema/SC.

VÉRTICES	COORDENADAS UTM – DATUM SIRGAS 2000 – Zona 22 S	
	X (m)	Y (m)
V-01	751487,177	7013487,050
V-02	750870,922	7013180,517
V-03	750907,661	7012848,521
V-04	751645,627	7013172,126

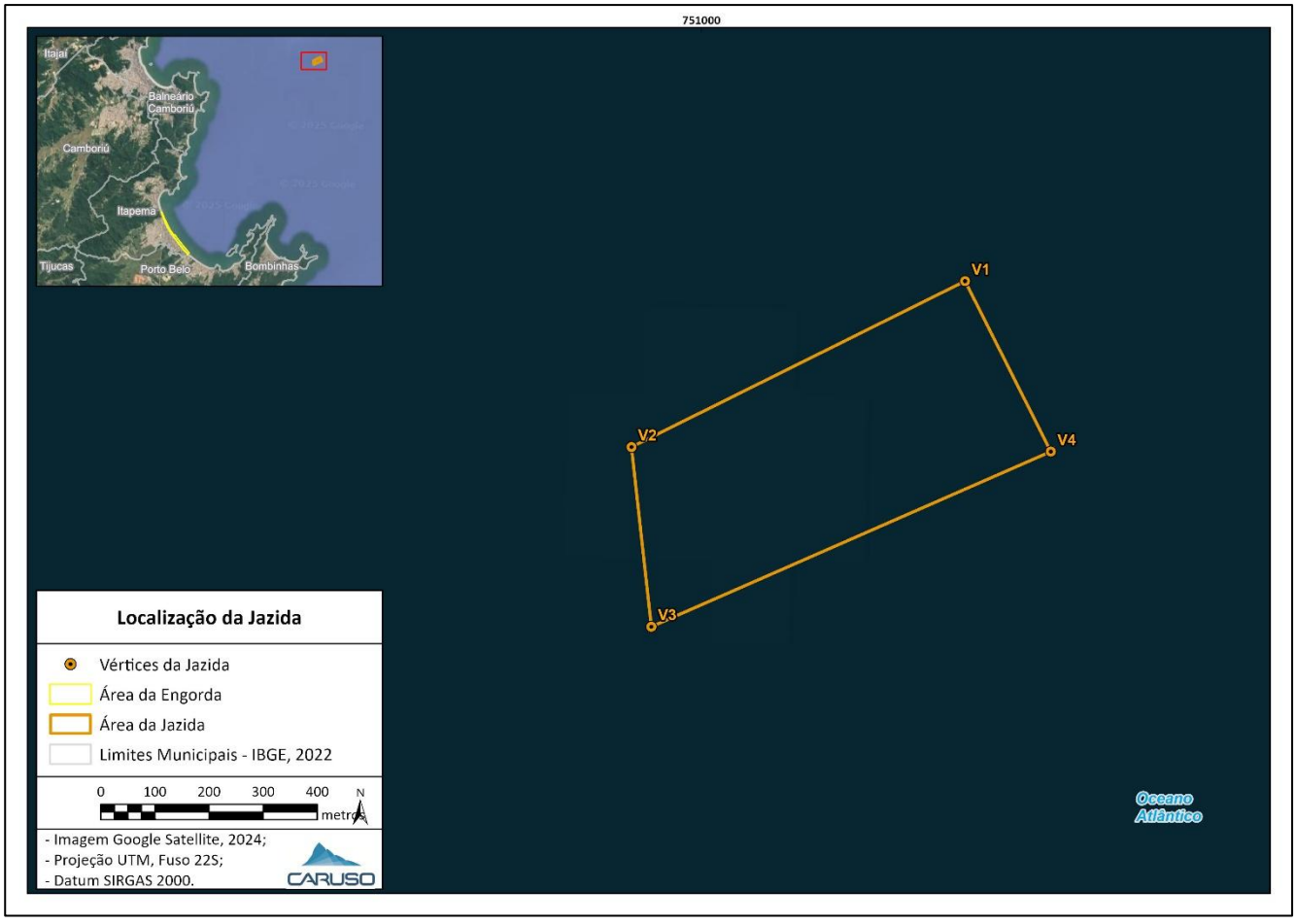


Figura 2. Localização da jazida sedimentar a ser utilizada na alimentação artificial de Meia Praia em Itapema/SC.

Quadro 5. Coordenadas dos pontos de recalque do material dragado para praia.

PONTOS DE RECALQUE		
PONTO	**LATITUDE**	**LONGITUDE**
1	7000201,86	738772,94
2	6997399,59	740372,46



Figura 3. Localização das tubulações flutuantes para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC.

3.2 DESCRIÇÃO DOS ACESSOS À INSTALAÇÃO

O Município de Itapema possui conexão terrestre com diversas regiões de Santa Catarina e do Brasil, tendo como principal eixo a BR-101, rodovia estruturante do Sul do país. O acesso terrestre à Meia Praia se dá predominantemente por essa rodovia, que interliga o estado às regiões Norte e Sul do Brasil. A BR-101 é conectada à Avenida Governador Celso Ramos e à Avenida Hironildo Conceição dos Santos continuada pela Avenida Nereu Ramos, que, em conjunto, permitem o acesso às ruas e avenidas perpendiculares que conduzem diretamente à praia (Figura 4).



Figura 4. Localização dos principais acessos à Meia Praia, Itapema/SC.

4. HIPÓTESES ACIDENTAIS

As consequências de incidentes envolvendo derramamento de óleo no ambiente marinho podem variar de impactos localizados até situações de maior abrangência, a depender do volume liberado, das condições oceanográficas e meteorológicas no momento do acidente e da proximidade de áreas sensíveis. Considera-se que a chegada do óleo à costa constitui o cenário mais crítico, podendo afetar ecossistemas frágeis como praias arenosas, costões rochosos e desembocaduras de rios, além de comprometer atividades econômicas e sociais.

Para a avaliação desses cenários, foram utilizadas ferramentas de modelagem de dispersão de óleo, capazes de estimar a trajetória, o destino e a evolução físico-química das manchas em função de parâmetros ambientais (vento, maré, ondas e correntes). Esses modelos permitem identificar a probabilidade de contato do óleo com áreas costeiras sensíveis, bem como o tempo estimado para o seu deslocamento até a linha de costa.

O emprego da modelagem é essencial tanto para a definição de cenários de risco no âmbito do PEI quanto para orientar a resposta em tempo real, possibilitando o pré-posicionamento de barreiras e equipamentos de contenção, a mobilização de recursos humanos e materiais e a proteção de áreas prioritárias. Dessa forma, a análise conduzida assegura que os riscos potenciais sejam identificados e que suas consequências sejam avaliadas de maneira consistente com as condições operacionais e ambientais da região de estudo.

A magnitude dos eventos contemplados no PEI bem como as suas respectivas consequências estão diretamente associadas à tipologia dos acidentes possíveis de ocorrer durante as atividades rotineiras desenvolvidas no âmbito da obra de alimentação da Meia Praia e pela interação de diversas variáveis.

Cenário acidental:

- Características ambientais e sensibilidade dos ecossistemas próximos;
- Estado de preservação natural do ambiente;
- Atividades desenvolvidas na região;
- Características oceanográficas;
- Condições meteorológicas;
- Aspectos socioeconômicos.

Substâncias manipuladas:

- Periculosidade intrínseca da substância;
- Comportamento do produto no ambiente;
- Quantidade vazada;
- Quantidade recolhida.

O comportamento do óleo na água é determinado pelas condições de contorno existentes, determinado pelas condições de maré, profundidade e entorno da obra. As áreas possivelmente atingidas pelo óleo, no caso de ocorrência dos cenários acidentais previstos, foram identificadas por meio da utilização de modelos de transporte e dispersão de óleo, que estão contidos no Anexo 2 – Relatório de Modelagem de Dispersão de Óleo.

4.1 SUBSTÂNCIAS ENVOLVIDAS

Para a os cenários acidentais, a substância envolvida foi o óleo diesel marítimo cuja Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) encontra-se no Anexo 3. A especificação resumida doo Óleo Diesel Marítimo encontra-se na sequência:

- Sinônimo: Óleo combustível 1-D;
- Fórmula molecular: mistura de hidrocarbonetos;
- Família química: hidrocarboneto;
- Aparência: líquido levemente viscoso, marrom amarelado, com odor semelhante ao óleo lubrificante e flutua na água;
- Código ABNT - ONU: 1268.

O Quadro 6 apresenta a caracterização da fonte potencial de risco, descrevendo a natureza da atividade, os materiais envolvidos, as condições operacionais e os possíveis agentes causadores de impacto. Entre os elementos caracterizados, destaca-se o tipo de óleo considerado na modelagem: óleo combustível marítimo MF-380, com densidade máxima de 0,991 g/cm³, ponto de ebulição entre 121 e 600 °C, ponto de fulgor de 60 °C (método vaso fechado) e insolubilidade em água.

Quadro 6. Caracterização das fontes potenciais de risco.

Tipo de operação	Tipo de navio envolvido	Tipo de óleo envolvido	Volume máximo de óleo
Operação de dragagem e disposição de sedimentos para alimentação artificial da praia de Itapema (SC)	Draga autotransportadora de arrasto e sucção - TSHD	Óleo Combustível Marítimo MF-380	1.400 m³

Foram definidos pontos críticos de risco associados às operações de dragagem e bombeamento de sedimentos para a faixa de praia. Considerou-se um ponto central na jazida de areia e outro nas proximidades da faixa de praia, correspondente ao ponto de bombeamento 1 (Figura 3). As coordenadas desses pontos estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 7. Coordenadas geográficas dos pontos de risco.

DATUM SIRGAS 2000 – ZONA 22 S		
Pontos	**X (m)**	**Y (m)**
Área da Jazida	751438,70	7013285,33
Tubulação de recalque	738772,94	7000201,86

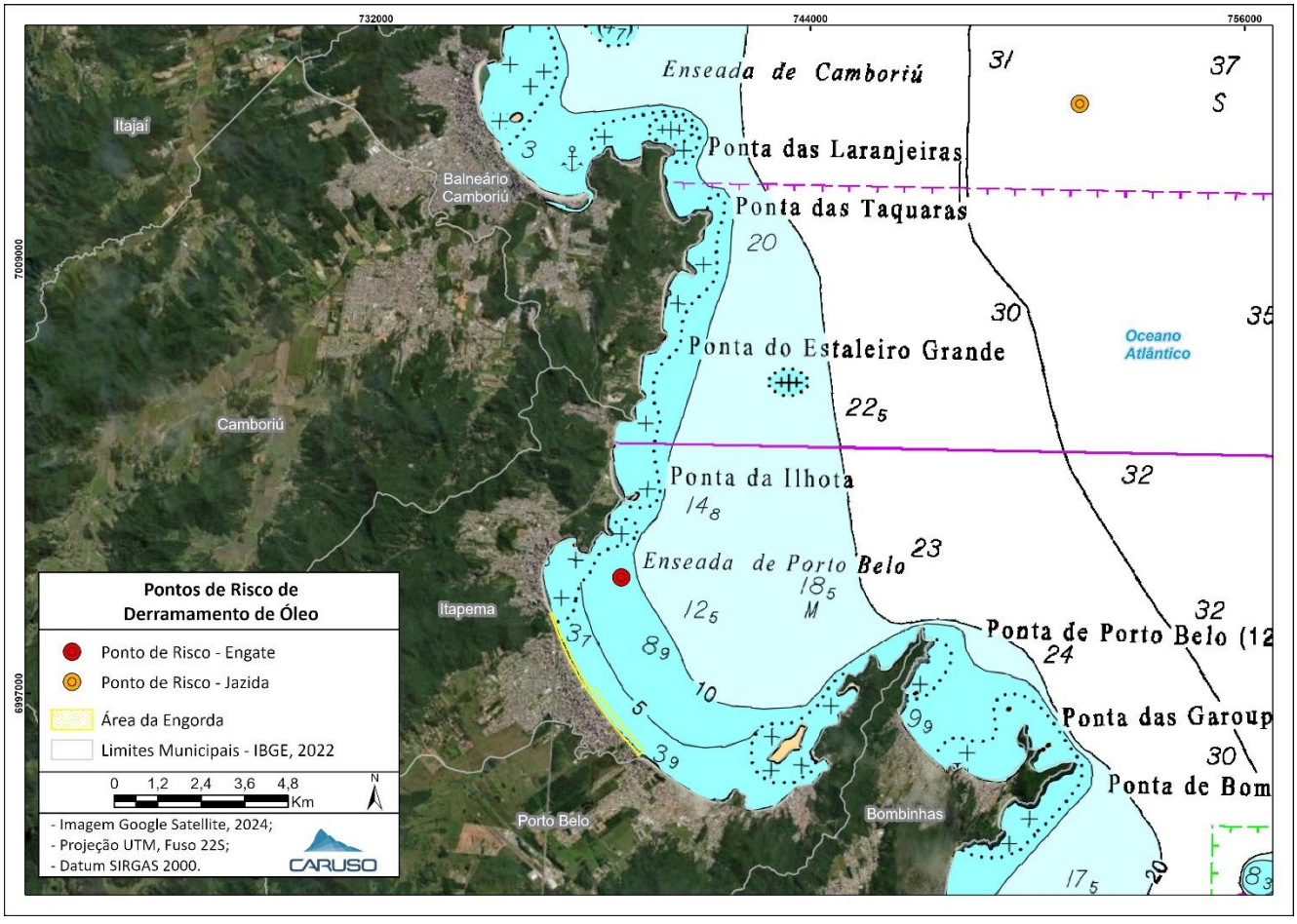


Figura 5. Localização dos pontos de risco de derramamento de óleo para a obra de alimentação artificial de praia em Meia Praia, Itapema/SC.

O ponto de engate às tubulações de recalque foi selecionado com base no critério de proximidade às áreas costeiras sensíveis, representando o cenário mais crítico para avaliação dos potenciais impactos ambientais. A definição desses pontos foi realizada a partir da modelagem dos cenários de derramamento de óleo estipulados, de modo a garantir representatividade frente às condições operacionais e ambientais da área de estudo.

4.2 CENÁRIOS ACIDENTAIS

Para a atualização dos cenários acidentais específicos para derramamento de óleo no mar, o empreendimento realizou uma Análise Preliminar de Perigos (APP), com uma análise qualitativa dos perigos potenciais ao Meio Ambiente, relacionados às atividades de dragagem, havendo desta maneira a identificação dos riscos associados às atividades que possam causar episódios de poluição de óleo no mar.

Neste levantamento, os riscos são listados com base nos possíveis impactos ambientais, como neste caso a poluição de águas, com suas causas prováveis e as medidas mitigadoras sugeridas. A APP, específica para o Plano de Emergência Individual, listou os principais aspectos de comprometimento ambiental que as instalações, substâncias e atividades associadas venham a oferecer, não sendo considerados, necessariamente, outros riscos não pertinentes ao escopo do trabalho, como, por exemplo, os ocupacionais.

Dentro de seu escopo, a APP é capaz de delinear um quadro geral das situações de risco, de forma a subsidiar decisões posteriores da obra e determinar a capacidade e recursos para uma resposta à incidente de vazamento de óleo no mar. As planilhas relacionadas da APP estão colacionadas conforme o Quadro 8 a Quadro 10.

Quadro 8. Planilhas da APP - Hipótese acidental 01 a 06: Vazamento de óleo devido à vazamento ou rompimento dos reservatórios de óleo de embarcações.

Análise Preliminar de Perigos (APP)						
Companhia: A definir				Operação: Atividade de dragagem		
Referência: NAVEGAÇÃO DE EMBARCAÇÃO NA JAZIDA					Data: agosto/2025	Revisão: 0
Aspecto	**Aspecto Ambiental**	**Possíveis Causas**	**Modos de Detecção**	**Possíveis Impactos**	**Recomendações / Medidas Preventivas**	**Nº Cenário**
Pequeno vazamento de óleo no mar	Verão	Falha mecânica, ou pequena colisão.	Visual ou sistema da draga	Danos materiais e Contaminação de óleo no mar.	- Manutenção preventiva nos equipamentos da draga; - Verificação do fluxo de embarcações; - Presença de kits com equipamentos para controle e combate a vazamento de óleo no mar; - Plano de atendimento a emergência que contempla vazamentos de óleo no mar; - Realizar periodicamente simulados que envolvam vazamentos de óleo.	01
	Inverno					02
Médio vazamento de óleo no mar	Verão	Falha mecânica, ou colisão.				03
	Inverno					04
Grande vazamento de óleo no mar	Verão	Colisão severa com rompimento de reservatório ou tanque de óleo.				05
	Inverno					06

Quadro 9. Planilhas da APP - Hipótese acidental 07 a 12: Vazamento de óleo devido colisão de navio com barcos de apoio ou com tubulação de recalque.

Análise Preliminar de Perigos (APP)						
Companhia: A definir				Operação: Atividade de dragagem		
Referência: ENGATE E BOMBEAMENTO NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE					Data: agosto/2025	Revisão: 0
Aspecto	**Aspecto Ambiental**	**Possíveis Causas**	**Modos de Detecção**	**Possíveis Impactos**	**Recomendações / Medidas Preventivas**	**Nº Cenário**
Pequeno vazamento de óleo no mar	Verão	Falha mecânica, ou pequena colisão.	Visual ou sistema da draga	Danos materiais e Contaminação de óleo no mar.	- Manutenção preventiva nos equipamentos da draga; - Verificação do fluxo de embarcações; - Presença de kits com equipamentos para controle e combate a vazamento de óleo no mar; - Plano de atendimento a emergência que contempla vazamentos de óleo no	07
	Inverno					08
Médio vazamento de óleo no mar	Verão	Falha mecânica, ou colisão.				09
	Inverno					10

Análise Preliminar de Perigos (APP)						
Companhia: A definir				Operação: Atividade de dragagem		
Referência: ENGATE E BOMBEAMENTO NA TUBULAÇÃO DE RECALQUE					Data: agosto/2025	Revisão: 0
Aspecto	**Aspecto Ambiental**	**Possíveis Causas**	**Modos de Detecção**	**Possíveis Impactos**	**Recomendações / Medidas Preventivas**	**Nº Cenário**
Grande vazamento de óleo no mar	Verão	Colisão severa com rompimento de reservatório ou tanque de óleo.			mar; - Realizar periodicamente simulados que envolvam vazamentos de óleo.	11
	Inverno					12

Quadro 10. Planilhas da APP - Hipótese acidental 13 a 16: Vazamento de óleo devido à falha mecânica ou humana durante abastecimento.

Análise Preliminar de Perigos (APP)						
Companhia: A definir				Operação: Atividade de dragagem		
Referência: ABASTECIMENTO DA DRAGA					Data: agosto/2025	Revisão: 0
Aspecto	**Aspecto Ambiental**	**Possíveis Causas**	**Modos de Detecção**	**Possíveis Impactos**	**Recomendações / Medidas Preventivas**	**Nº Cenário**
Pequeno vazamento de óleo no rio	Enchente	Falha mecânica, ou humana.	Visual	Danos materiais e Contaminação de óleo no rio.	- Manutenção preventiva nos equipamentos do sistema de abastecimento; - Presença de kits com equipamentos para controle e combate a vazamento de óleo no rio; - Plano de atendimento a emergência que contempla vazamentos de óleo no rio; - Realizar periodicamente simulados que envolvam vazamentos de óleo.	13
	Vazante					14
Médio vazamento de óleo no rio	Enchente	Falha mecânica, ou humana.				15
	Vazante					16

Essas hipóteses acidentais estão relacionadas às operações de dragagem e bombeamento de sedimentos par a praia através de tubulação flutuante, considerando o uso de dragas auto-propulsoras de porte compatível com a área de estudo. Foram analisados cenários de derramamento de óleo combustível marítimo MF-380, caracterizado por densidade máxima de 0,991 g/cm³, ponto de ebulição entre 121 e 600 °C, ponto de fulgor de 60 °C (vaso fechado) e insolubilidade em água.

As hipóteses contemplam derrames semi-instantâneos (em uma janela de 0,1 hora) e contínuos, em consonância com a metodologia de modelagem do OSIS, abrangendo diferentes regimes de maré e variabilidade sazonal. Com base nos dados de ventos obtidos do modelo de reanálise ERA5 (COPERNICUS/ECMWF), nas variações de maré estimadas pelo modelo global TPXO 7.2 (via ferramenta TMD) e nas correntes costeiras locais registradas por ADCP, verificou-se que, embora os ventos de quadrante norte ocorram ao longo de todo o ano, sua predominância é maior nos meses de verão, enquanto os ventos mais intensos, oriundos do quadrante sul, são característicos do inverno. Essa diferenciação sazonal também se reflete nos padrões hidrodinâmicos locais, razão pela qual a divisão entre verão e inverno foi estabelecida como representativa para a aplicação em questão, contemplando a variabilidade ambiental relevante ao estudo.

Os volumes simulados foram definidos em conformidade com a Resolução CONAMA nº 398/08, sendo:

- Pequeno porte: 8 m³;
- Médio porte: 200 m³;
- Pior Caso: 1.400 m³ (capacidade máxima de combustível das dragas empregadas).

O critério de parada das simulações foi estabelecido em 60 horas, correspondente ao prazo máximo para a mobilização de recursos de contenção e resposta definido pela Resolução CONAMA nº 398/08. Não foram aplicados cortes de espessura da mancha nem considerada a utilização prévia de barreiras de contenção ou dispersantes.

As simulações probabilísticas, apresentadas no Relatório de Modelagem, contemplaram a variabilidade de condições meteorológicas e hidrodinâmicas locais, incorporando regimes de maré distintos. Para cada cenário probabilístico, foram realizadas 300 simulações, distribuídas em condições representativas dos períodos de verão/inverno ou seca/cheia.

Dentre as hipóteses acidentais avaliadas, destacam-se:

- derrames associados a falhas em operações de abastecimento;
- acidentes durante manobras ou movimentação das embarcações de apoio;

- colisão de dragas ou embarcações auxiliares;
- fissuras no casco ou em linhas de combustível durante as atividades.

Essas hipóteses representam situações realísticas e consistentes com o porte da atividade, assegurando que a avaliação de risco considere tanto incidentes de menor monta quanto eventos de grande magnitude capazes de afetar áreas costeiras sensíveis.

Sendo assim, a partir da identificação das fontes potenciais de incidentes de poluição por óleo, foram identificadas 12 hipóteses significativas para a operação de dragagem e disposição de sedimentos para alimentação artificial da praia de Itapema (SC), que foram divididas conforme volume e localizações propostas, caracterizados nos quadros a seguir. Ressalta-se que ambos se enquadram em operações e atividades com navios.

4.2.1 DESCARGA DE PIOR CASO

A definição dos volumes segue os cálculos apresentados na Resolução CONAMA n° 398/2008. O cálculo do volume do derramamento correspondente à descarga de pior caso (Dpc) deve ser realizado com base nos seguintes critérios:

- No caso de navios, foi considerado como volume de pior caso a capacidade integral do maior volume de óleo abastecido da maior embarcação com previsão de uso, passível de ser atingido em caso de abalroamento ou colisão com outras embarcações.

Dentre as hipóteses acidentais definidas na Seção 4.2, o cálculo do volume do derramamento correspondente a descarga de pior caso foi o das hipóteses acidentais 05, 06, 11 e 12 que envolvem cenários de colisão com ruptura do tanque de combustível atingido.

O volume de óleo envolvido é da ordem de 1400 m³, uma vez que este é o volume de abastecimento máximo nos tanques da principal embarcação envolvida na atividade de dragagem. Este volume considerado como "de pior caso" é bastante conservador, pois considera ruptura do casco e rompimento total do tanque atingido, cuja probabilidade é bastante remota.

Outras operações de abastecimento possuem valores inferiores a descarga de pior caso considerada e tem sua frequência em função da operação da draga, ocorrendo de forma programada e com utilização de cerco preventivo. A operação de abastecimento e embarque de óleo nos navios é programada para ser realizada somente no período diurno e durante o horário administrativo, com o departamento de segurança monitorando as operações.

Volume de pior caso (Vpc)

$$Vpc = V1$$

Em que Vpc é o volume do derramamento correspondente à descarga de pior caso, e V1 é capacidade máxima de óleo abastecido no reservatório de maior capacidade da draga (incluindo totalidade dos tanques dos navios).

$$Vpc = 1400\ m^3$$

A descarga de pior caso foi considerada conforme definição de volume máximo, embora não seja esperado dano no tanque de óleo combustível da draga, devido à baixa velocidade em que ocorrem as manobras em questão. Pode-se considerar, num caso extremo, que ocorrerá uma fissura na emenda do tanque ou solda, abaixo da linha d'água, provocada pela colisão de um navio contra o casco de outro, com um volume de vazamento bastante inferior. Assim, o cenário de Pior Caso corresponde ao derramamento integral do volume máximo de combustível, configurando-se como situação limite de referência para planejamento e resposta.

5. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

A sensibilidade da linha de costa ao óleo está relacionada às características geomorfológicas dos ambientes costeiros, a sua importância ecológica, à persistência natural do óleo e as condições de limpeza e remoção. Os ambientes encontrados na região da enseada de Itapema são trechos de praia exposta e costão rochoso vegetado, especialmente no ponto de engate a tubulação de recalque a norte da área de engorda. Os ambientes predominantes são as águas marinhas, que estão sujeitas principalmente às correntes e ondas locais. Ambos os ambientes costeiros são colonizados pela fauna e exercem funções antrópicas como lazer e econômicas.

Segundo a Resolução CONAMA n° 398/2008, a análise de vulnerabilidade deve considerar a sensibilidade da área ao óleo e a probabilidade dessas áreas serem atingidas, através de modelagem numérica. Tendo como referência o Relatório e Modelagem de Dispersão de Óleo para a Alimentação Artificial da praia de Itapema, realizado pela CP – Coastal Port Engenharia, em agosto de 2025 e específica para este PEI, foi possível obter curvas de contorno, com a probabilidade da presença de óleo no rio na área marinha adjacente as instalações da obra, quando da ocorrência de vazamento de óleo.

As simulações de deriva de mancha de óleo foram conduzidas nos modos probabilístico e determinístico, com critérios definidas de acordo com a legislação nacional que rege a atividade principalmente a Resolução CONAMA n° 293, Resolução CONAMA n° 398 e IT ELPN/IBAMA n° 023/02, que versa sobre as

diretrizes para a apresentação da modelagem hidrodinâmica e de óleo no mar no contexto do licenciamento ambiental.

5.1 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

As simulações no modo probabilístico consideram a variabilidade das forçantes ambientais. Logo, as simulações de comportamento da mancha são realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas, divididas em duas condições principais, correspondendo aos períodos de verão e inverno. Salienta-se que nestes períodos estão inclusos os diferentes regimes de maré atuantes na região de estudo. Para que se pudesse incorporar a variabilidade dessas forçantes, foi realizada uma série de 300 simulações para cada cenário probabilístico. No Quadro 11 são apresentados os cenários probabilísticos simulados neste estudo.

Quadro 11. Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.

#	CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m^3)	LOCAL	DURAÇÃO DO VAZAMENTO	ESTAÇÃO	TEMPO (h)
1	JAZ_8_INV	*MF-380*	8	Jazida	Instantâneo	Inverno	60
2	JAZ_8_VER		8			Verão	
3	JAZ_200_INV		200			Inverno	
4	JAZ_200_VER		200			Verão	
5	JAZ_PC_INV		1.400			Inverno	
6	JAZ_PC_VER		1.400			Verão	
7	PRA_8_INV		8	Engate na tubulação de recalque		Inverno	
8	PRA_8_VER		8			Verão	
9	PRA_200_INV		200			Inverno	
10	PRA_200_VER		200			Verão	
11	PRA_PC_INV		1.400			Inverno	
12	PRA_PC_VER		1.400			Verão	

As simulações probabilísticas realizadas para os cenários de pequeno, médio e crítico vazamento (8, 200 e 1.400 m^3), tanto na área da jazida quanto no ponto de engate da tubulação de recalque, indicaram que as condições mais desfavoráveis ocorrem no período de inverno, devido à maior intensidade das correntes sazonais. Entre os cenários avaliados, o de maior alcance corresponde ao derramamento crítico de 1.400 m^3 na jazida, que representa o volume total de combustível armazenado nas dragas, e o de toque mais rápido a costa o de derramamento crítico na área de engate nas tubulações flutuantes.

A probabilidade de tempo até o primeiro contato da mancha com a linha de costa, para estes cenários, estão apresentadas na Figura 6 e Figura 7, enquanto a distribuição espacial da probabilidade de

Direitos Autorais Lei nº 9610/98, art. 7°

ocorrência de óleo no mar encontra-se na Figura 8 e Figura 9. Nestas figuras, os pontos vermelhos representam os locais de primeiro contato e os pontos azuis as demais áreas afetadas pela mancha.

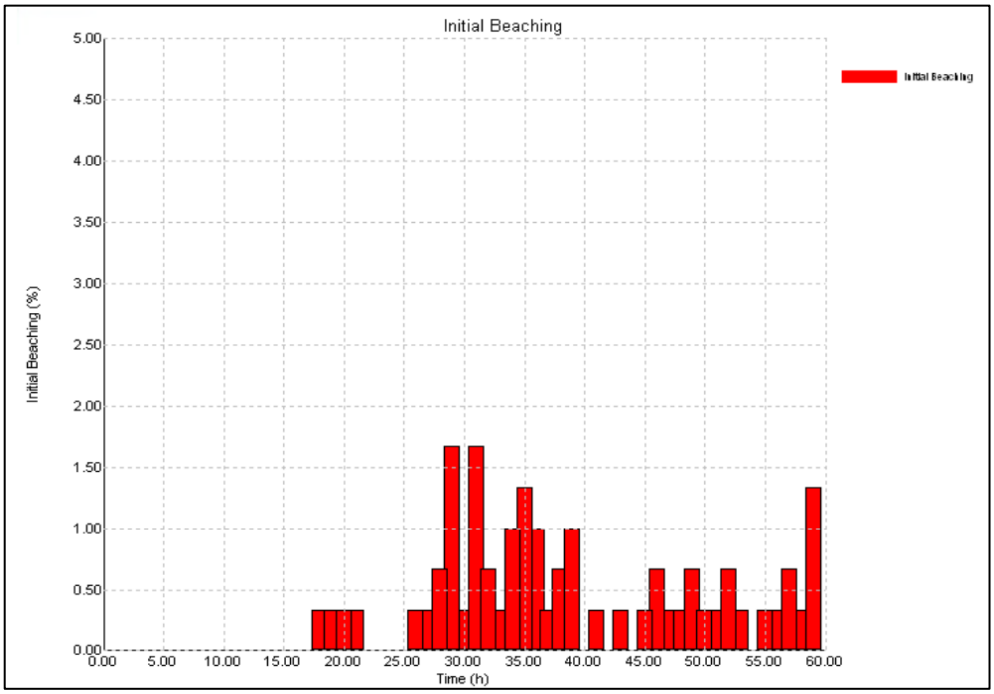


Figura 6. Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida.

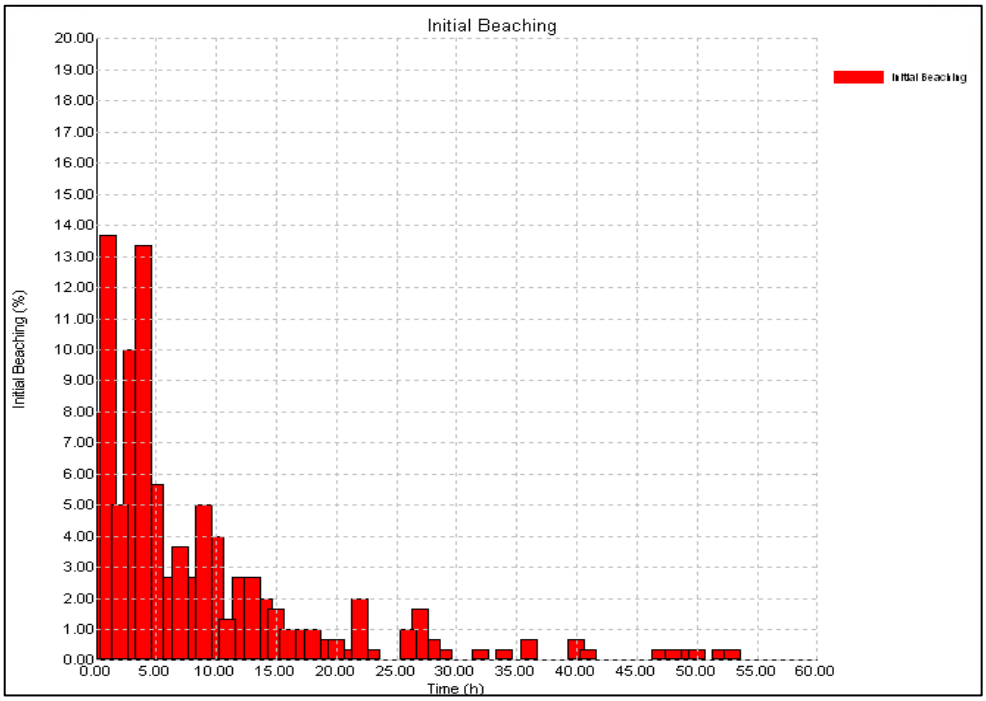


Figura 7. Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno no ponto de recalque.

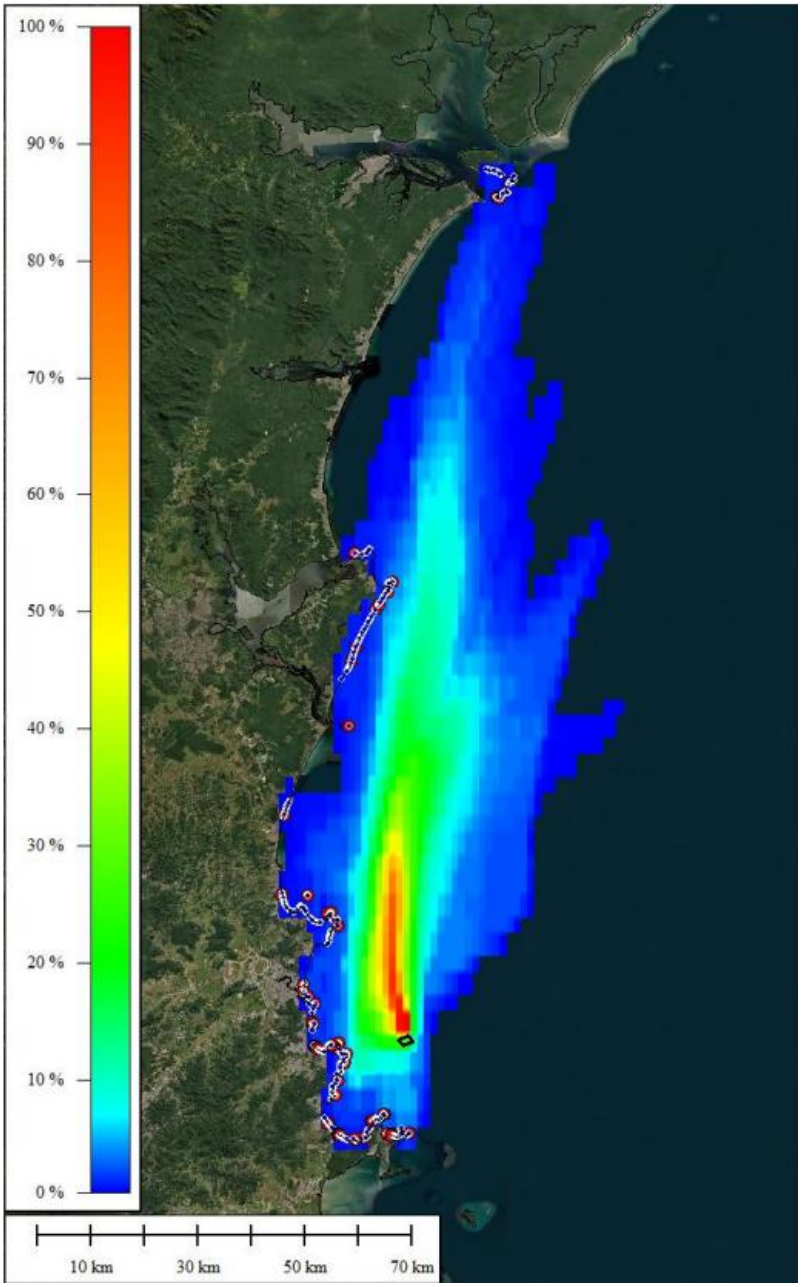


Figura 8. Probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

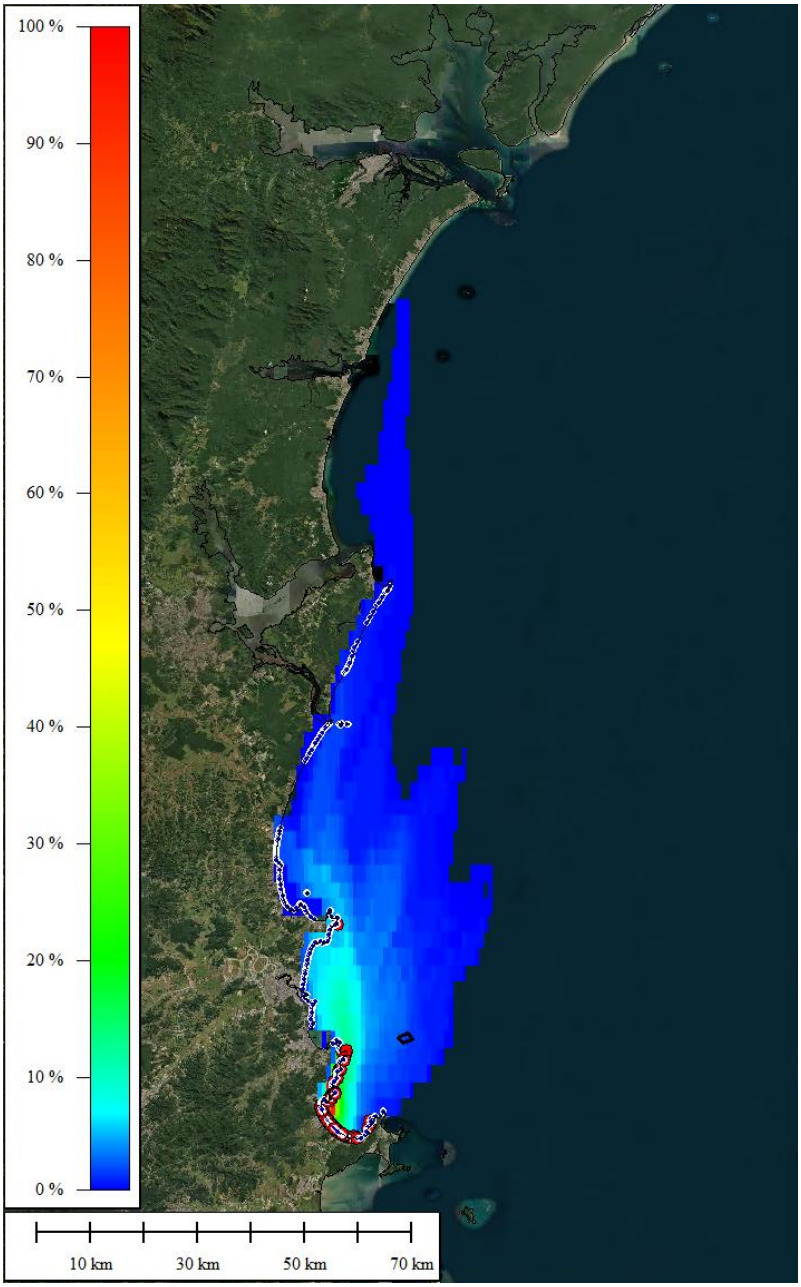


Figura 9. Probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno no engate. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

5.2 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS

Com o objetivo de compreender a trajetória e o destino da mancha gerada no cenário crítico de 1.400 m³, foram também realizadas simulações determinísticas para os dois pontos de risco avaliados (jazida e ponto de recalque). Ao todo, foram analisados quatro cenários de dispersão, considerando as situações de maior alcance e de menor tempo até o toque na costa. Os resultados completos e detalhados estão disponíveis no Relatório de Modelagem (Anexo 2).

- **Cenário 1 – Maior alcance (jazida)**: após o derramamento, a mancha se desloca para o norte, atingindo a Baía da Babitonga em cerca de 11 horas. Em seguida, alcança a Ilha do Mel entre 35 e 47 horas após o evento, permanecendo em contato com trechos da costa paranaense até pelo menos três dias após o início do vazamento (Figura 10).

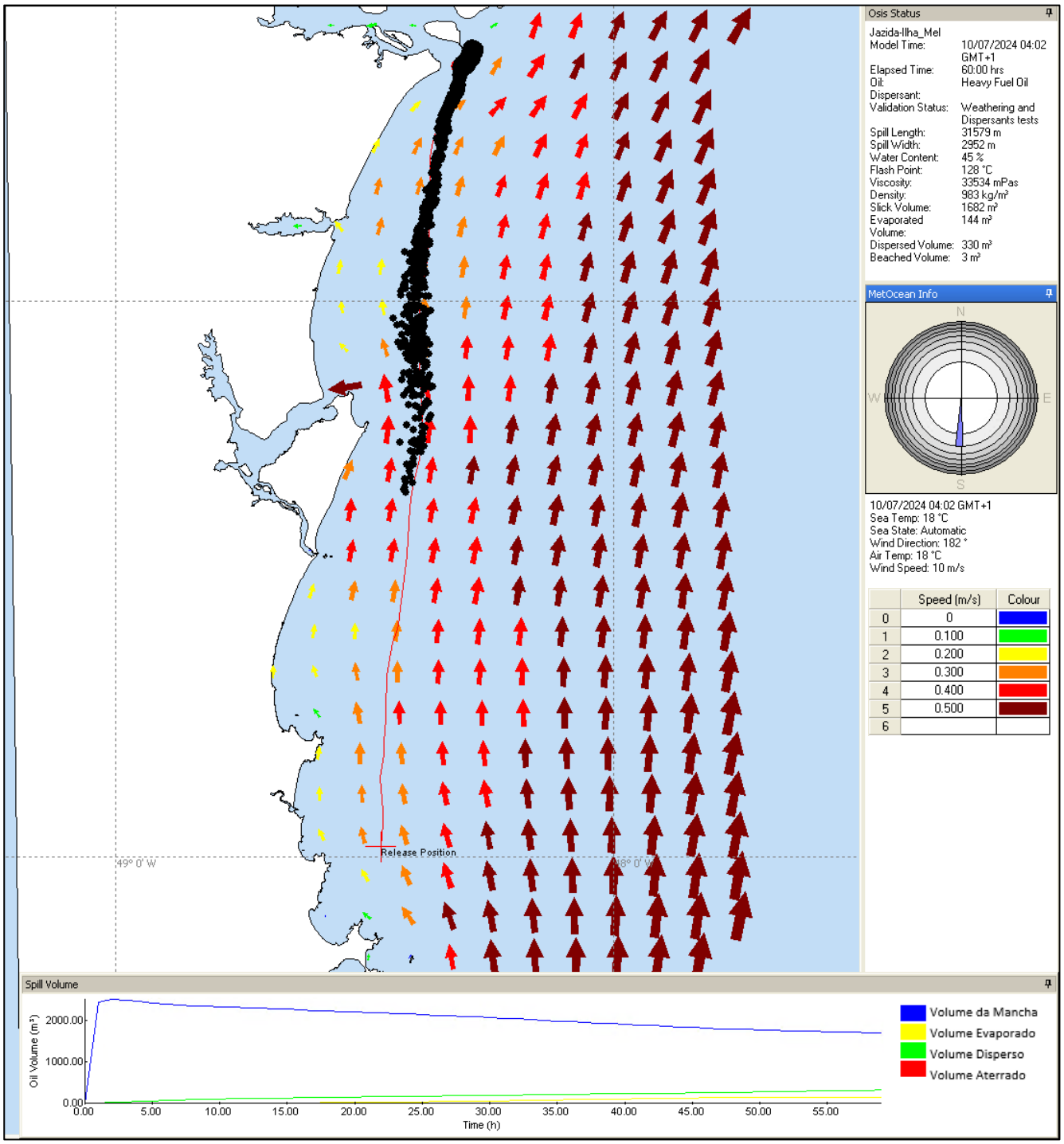


Figura 10. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de maior alcance da mancha na área da jazida – 60 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo.

- **Cenário 2 – Menor tempo até a costa (jazida)**: a mancha se desloca com as correntes, alcançando o costão rochoso ao sul de Balneário Camboriú aproximadamente 23 horas e 40 minutos após o derramamento (Figura 11).

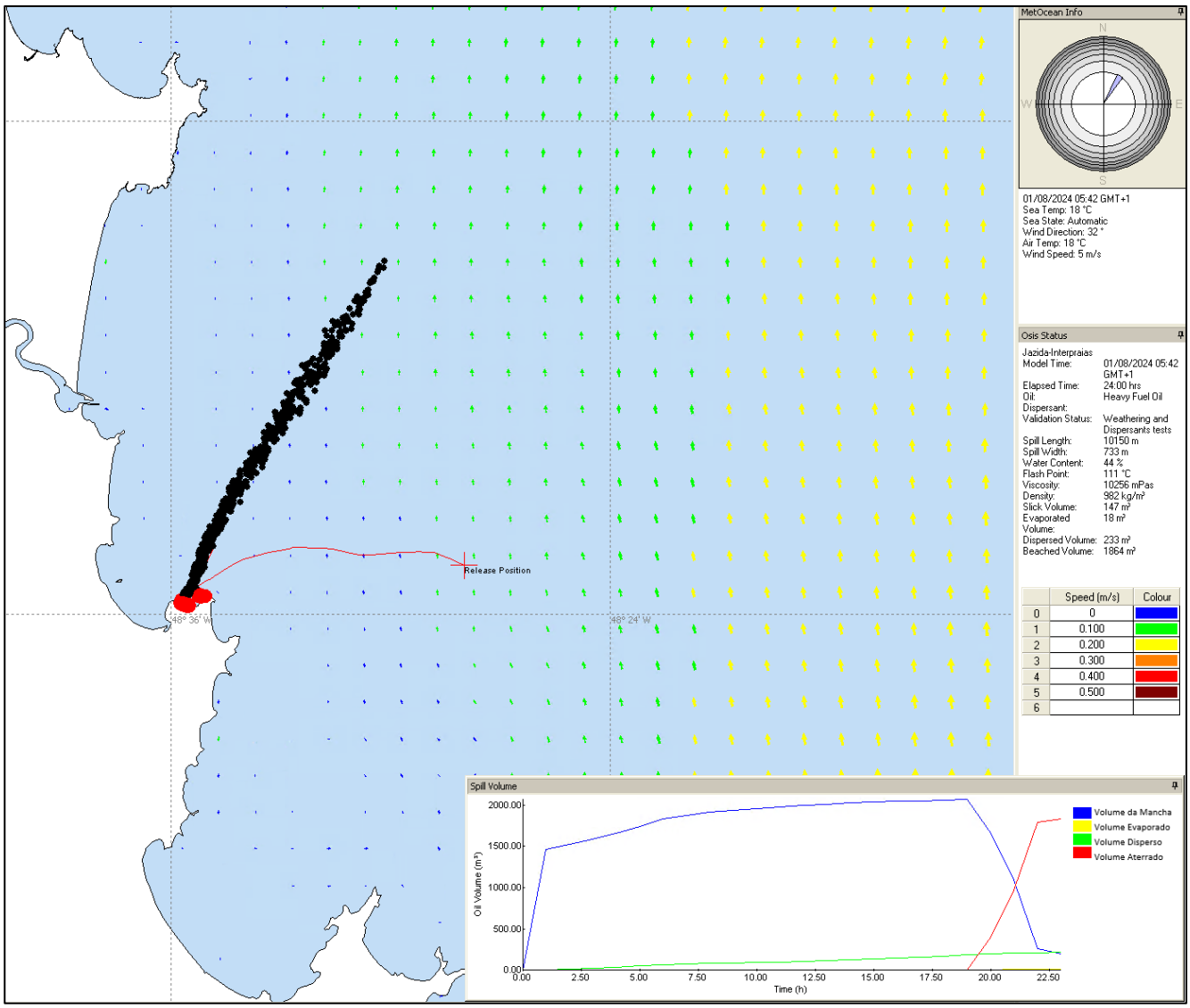


Figura 11. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de toque na costa mais rápido da mancha na área da jazida – 24 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo.

- **Cenário 3 – Maior alcance (ponto de recalque)**: a mancha deixa a enseada de Itapema em direção ao norte, atingindo a costa de São Francisco do Sul cerca de 60 horas após o derramamento (Figura 12). Após 80 horas, a mancha pode se espalhar por toda a costa do município, incluindo Barra do Sul.

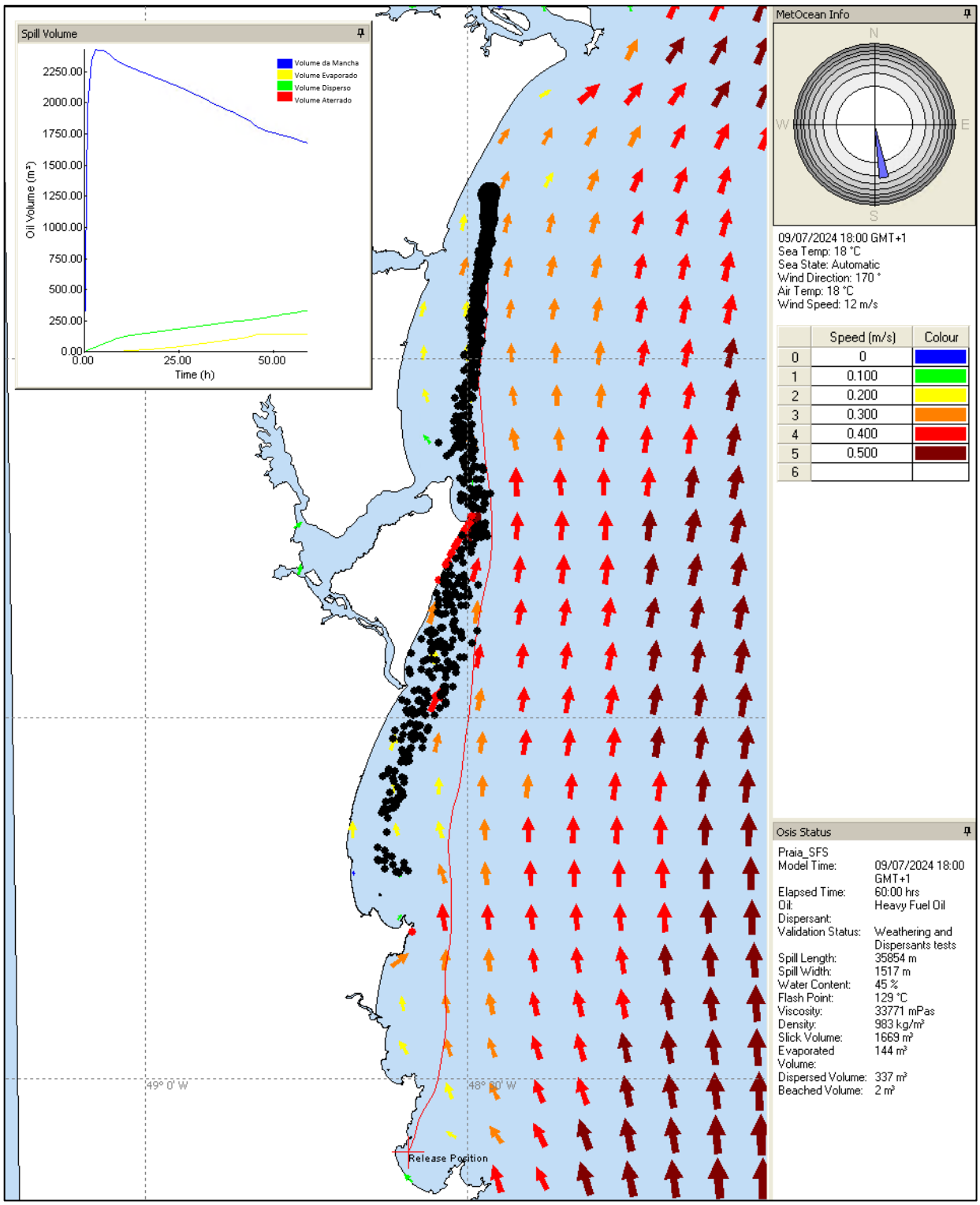


Figura 12. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de maior alcance da mancha na praia – 60 horas após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo.

- **Cenário 4 – Menor tempo até a costa (ponto de recalque)**: a mancha alcança o costão rochoso da Ilha do Pirata, em Itapema, em apenas 40 minutos (Figura 13). Posteriormente, atinge o costão de Ilhota em aproximadamente 1 hora e 40 minutos, permanecendo em contato com essa região até cerca de 3 horas após o derramamento.

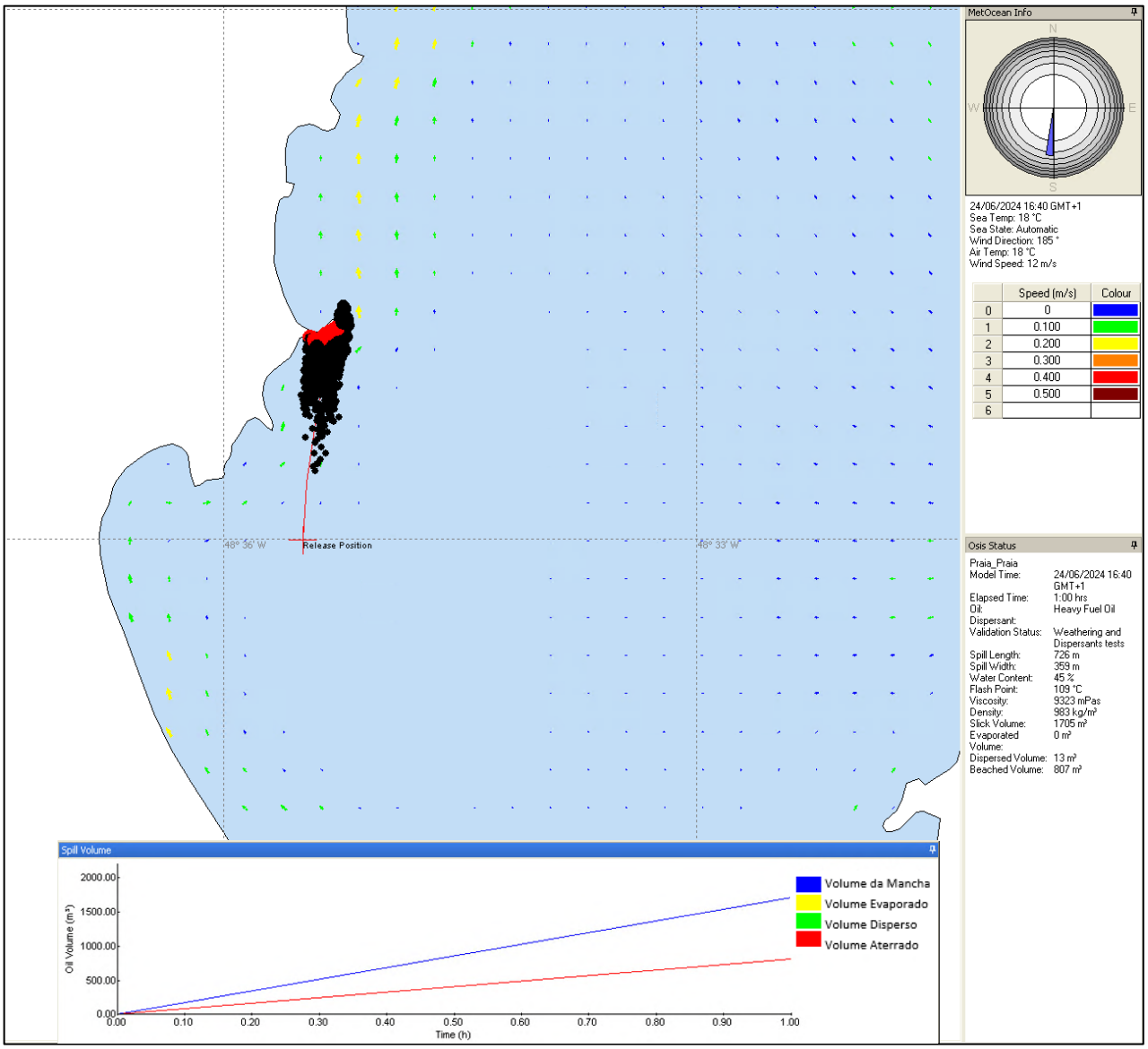


Figura 13. Trajetória do óleo ao longo do tempo – cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 1 hora após o derrame. Setas: indicam a direção e intensidade das correntes. Pontos pretos: partículas simuladas. Pontos vermelhos: partículas que tocam a costa. Linha vermelha no mapa: trajetória da mancha de óleo.

5.3 SENSIBILIDADE DAS ÁREAS

No contexto de possíveis cenários de derramamento de óleo em Itapema em decorrência da obra de dragagem para alimentação de praia, torna-se fundamental a utilização do Índice de Sensibilidade do Litoral

(ISL) como ferramenta de apoio ao planejamento ambiental (Quadro 12). Esse índice permite classificar os diferentes trechos da linha de costa conforme sua vulnerabilidade a impactos, levando em consideração fatores como morfologia costeira, declividade, tipo de sedimento e exposição às ondas e marés.

Com essa abordagem, é possível identificar desde áreas de menor sensibilidade, como trechos arenosos expostos de alta energia, até setores altamente vulneráveis, a exemplo de ambientes abrigados e com elevada fragilidade ecológica. A aplicação do ISL em Itapema contribui, assim, para subsidiar planos de contingência e estratégias de resposta rápida, garantindo maior eficiência na proteção ambiental e na redução de danos em situações emergenciais.

Quadro 12. Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) com seus respectivos códigos de cores e tipos de substrato. Fonte: MMA, 2007.

COR	ÍNDICE	TIPOS DE COSTA
	ISL 1	- Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos - Falésias em rochas sedimentares, expostas - Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
	ISL 2	- Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos - Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado etc.)
	ISL 3	- Praias dissipativas de areia média a fina, expostas - Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo “long beach”) - Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos - Campos de dunas expostas
	ISL 4	- Praias de areia grossa - Praias intermediárias de areia fina a média, expostas - Praias de areia fina a média, abrigadas
	ISL 5	- Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais - Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação - Recifes areníticos em franja
	ISL 6	- Praias de cascalho (seixos e calhaus) - Costa de detritos calcários - Depósito de tálus - Enrocamentos (“rip-rap”, guia corrente, quebra-mar) expostos - Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
	ISL 7	- Planície de maré arenosa exposta - Terraço de baixa-mar
	ISL 8	- Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada - Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada - Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados - Enrocamentos (“rip-rap” e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
	ISL 9	- Planície de maré arenosa / lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas - Terraço de baixa-mar lamoso abrigado - Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
	ISL 10	- Deltas e barras de rio vegetadas - Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas - Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum - Marismas - Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)

As Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), de uso internacionalmente consagrado, constituem ferramentas essenciais e fonte primária de informações para o planejamento de contingência e para a implementação de ações de resposta a incidentes de poluição por óleo (MMA, 2007). A área de influência direta da obra de alimentação artificial de Meia Praia e seus arredores está mapeada pelo MMA através da Carta Operacional de sensibilidade Ambiental ao derramamento de Óleo da Bacia de Santos (Figura 14).

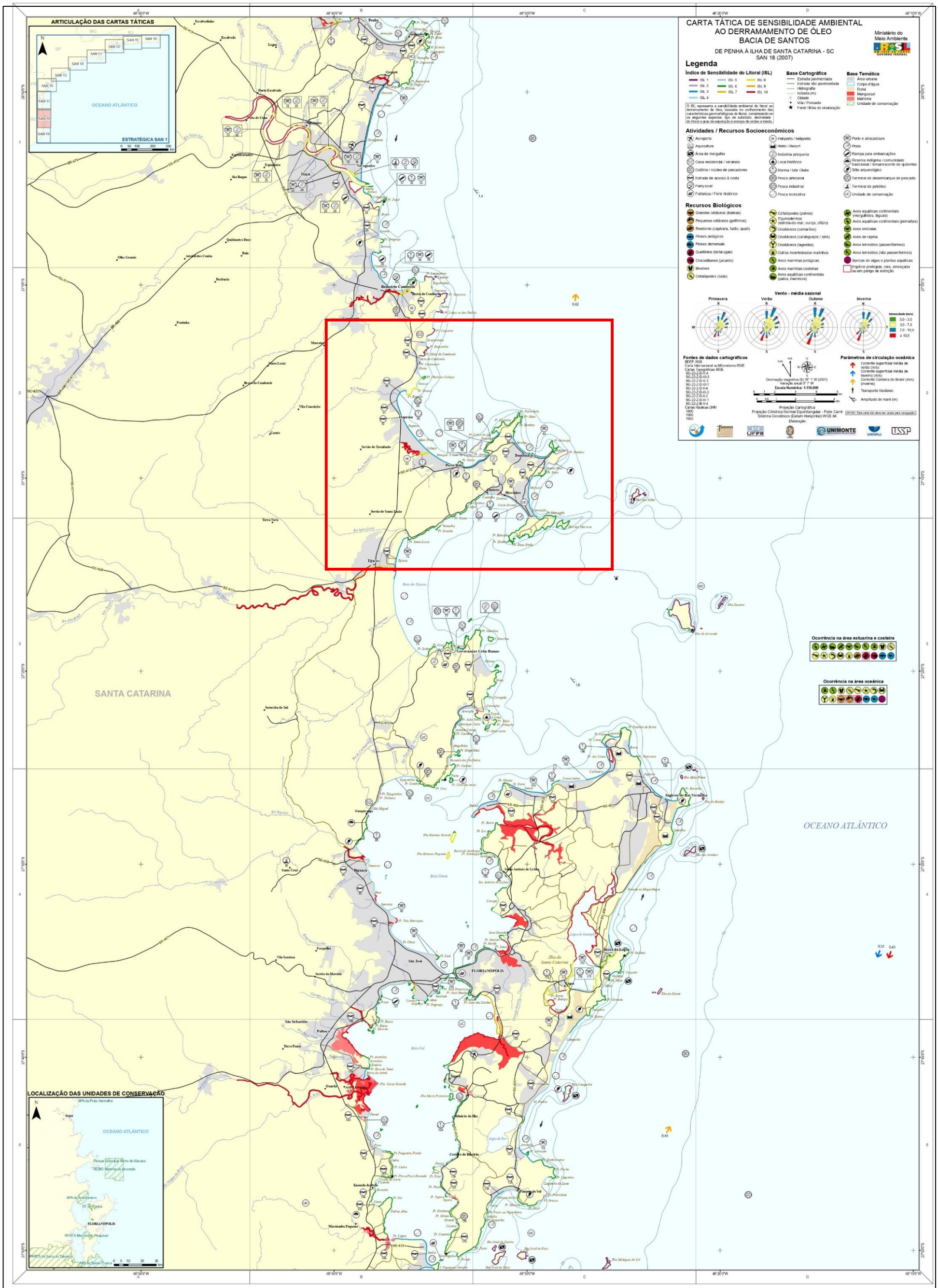


Figura 14. Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo - de Penha à Ilha de Santa Catarina - SC SAN 18 (2007), com destaque em vermelho a região de Itapema.

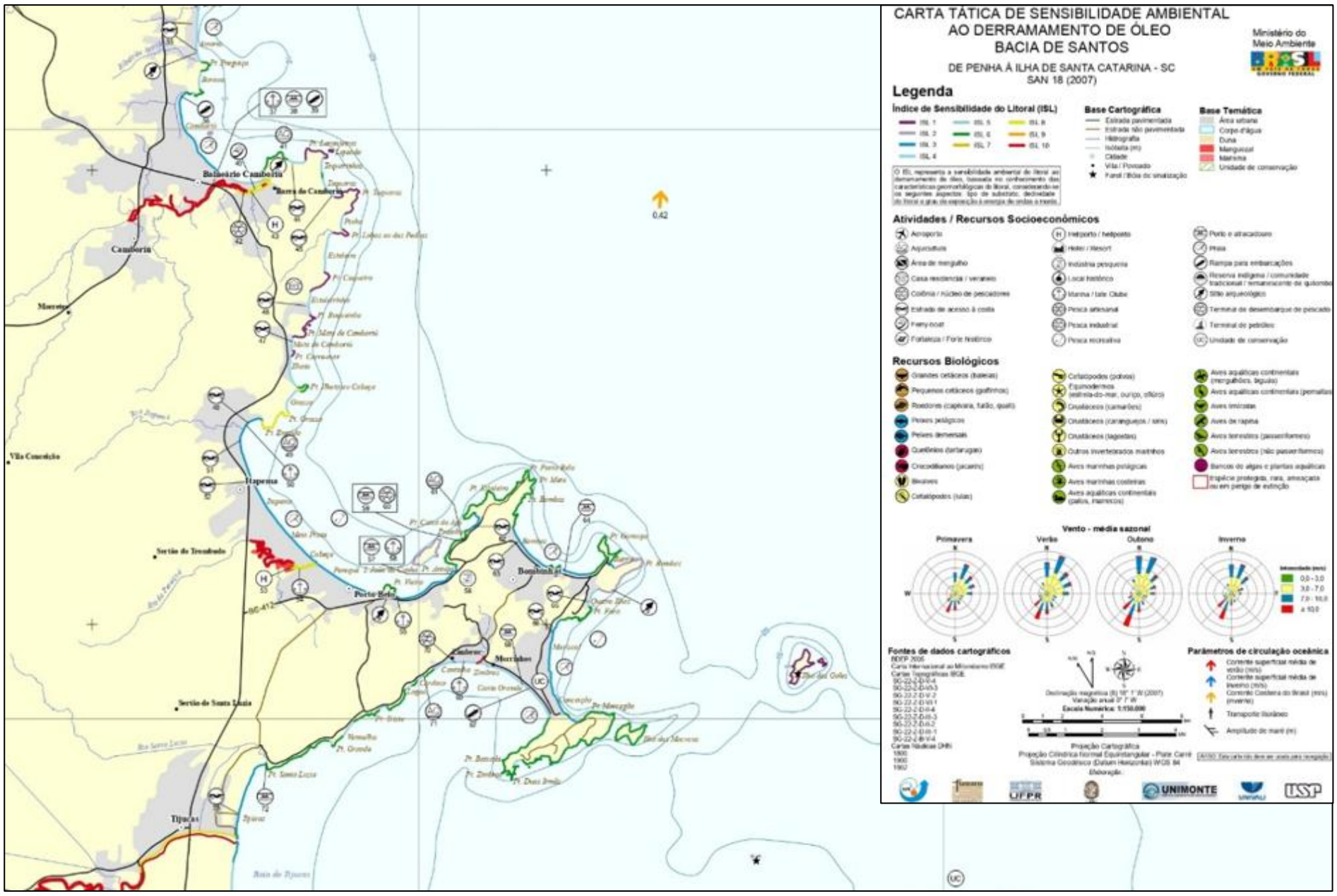


Figura15.Carta Tática de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo - de Penha à Ilha de Santa Catarina - SC SAN 18 (2007), com destaque em Itapema.

DireitosAutoraisLeinº9610/98,art.7°

A Carta SAO classifica a Praia de Itapema com **ISL-3**, categoria típica de praias dissipativas de areia média a fina, expostas à ação de ondas e ressacas. Esses ambientes incluem faixas arenosas não vegetadas, restingas isoladas ou múltiplas em feixes alongados do tipo *long beach*, além da possibilidade de ocorrência de escarpas e taludes íngremes associados às formações do Grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos, bem como campos de dunas expostas. Já o costão rochoso ao norte da enseada de Itapema é classificado como **ISL-8**, caracterizado por escarpas e encostas de rocha lisa ou não lisa, taludes íngremes de areia e enrocamentos artificiais, em geral em áreas mais abrigadas.

Nos cenários de simulação de dispersão de óleo, diferentes trechos do litoral apresentaram classificações variadas. No Cenário 1, em que a mancha alcança a Baía da Babitonga e a Ilha do Mel, observam-se setores classificados entre **ISL-1** e **ISL-3** na baía, enquanto a Ilha do Mel apresenta classes de **ISL-3** a **ISL-6**, atingindo **ISL-9** no interior do corpo hídrico. No Cenário 3, que também representa maior alcance, a mancha chega ao litoral de São Francisco do Sul, dentro do Parque Estadual Acaraí, área classificada como **ISL-4**. Já o Cenário 2, em que a mancha atinge o costão de Balneário Camboriú, corresponde a áreas de **ISL-6**, enquanto no Cenário 4, de menor tempo até o contato, a Ilha do Pirata e Ilhota são classificadas, respectivamente, como **ISL-6** e **ISL-1**.

Nos diferentes ambientes costeiros classificados pela Carta SÃO e que podem ser atingidos em caso de derramamento de óleo durante a obra de alimentação artificial da Praia de Meia Praia, conforme indicado pela modelagem numérica, o comportamento potencial do óleo e as estratégias de resposta apresentam variações significativas. Esses aspectos dependem principalmente da geomorfologia local, da permeabilidade do substrato e do grau de exposição à energia de ondas e marés, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo MMA (2007):

- **ISL-1 (costões ou estruturas lisas e íngremes expostas às ondas):** a penetração de óleo é praticamente inexistente ou de curta permanência, já que a ação das ondas promove sua remoção natural de forma rápida. Assim, o impacto tende a ser baixo e, em geral, não há necessidade de ações intensivas de limpeza.
- **ISL-3 (praias dissipativas de areia média a fina, não vegetadas e expostas):** nesses ambientes, a penetração de óleo é geralmente inferior a 10 cm. O soterramento costuma ser limitado, mas em situações de tempestades pode ocorrer recobrimento temporário após eventos erosivos. A fauna da zona entremarés pode sofrer impactos significativos. Embora a remoção natural também seja rápida, a limpeza manual ou com veículos é indicada quando houver acúmulo visível.

- **ISL-4 (praias de areia fina a média, abrigadas):** apresentam maior vulnerabilidade devido ao menor grau de exposição às ondas. O óleo pode penetrar até 25 cm e formar camadas intercaladas de sedimento contaminado, exigindo escavações de maior volume para remoção. Além disso, a presença de óleo tende a persistir por mais tempo, aumentando o risco sobre a biota entremarés. A limpeza é complexa e pode agravar a contaminação ao misturar óleo e sedimento.
- **ISL-5 (praias mistas de areia, cascalho ou conchas):** possuem permeabilidade média a alta, permitindo que o óleo penetre até 50 cm. Em substratos irregulares, o óleo pode permanecer retido por longos períodos, com remoção natural apenas em eventos de tempestade. O processo de limpeza é dificultado pela profundidade de infiltração, podendo causar erosão adicional ou problemas de descarte.
- **ISL-6 (praias de cascalho, depósitos de tálus e enrocamentos expostos):** nesses locais, a elevada permeabilidade permite penetração de até 1 metro. O óleo tende a persistir por longos períodos, principalmente se soterrado e não removido por tempestades subsequentes. A limpeza apresenta grandes dificuldades, e em enrocamentos expostos pode ser necessária a aplicação de jateamento de água sob pressão como medida parcial.
- **ISL-9 (planícies de maré arenosas ou lamosas abrigadas):** devido à baixa permeabilidade e presença de sedimentos finos saturados de água, a penetração do óleo é limitada. No entanto, o acúmulo na zona de preamar pode gerar impactos severos na biota, seja por toxicidade (óleos leves) ou asfixia (óleos pesados). A remoção natural é extremamente lenta, e as tentativas de limpeza mecânica geralmente agravam o problema ao empurrar o óleo para camadas mais profundas.

Além disso, a Carta Estratégica de Sensibilidade ao Óleo adota ainda uma simplificação em três níveis de sensibilidade: baixo, médio e alto. De acordo com o MMA (2007), tanto costões rochosos, como o localizado próximo à linha de recalque da obra, quanto praias arenosas expostas, como a de Itapema, apresentam baixa sensibilidade. Nos cenários de simulação, observou-se que a Baía da Babitonga e a Ilha do Mel possuem trechos de baixa a média sensibilidade, podendo alcançar nível alto em áreas internas abrigadas. Em São Francisco do Sul, predomina a classificação de baixo impacto, enquanto no costão de Balneário Camboriú a sensibilidade varia de baixa a média. No cenário de contato com a Ilha do Pirata e Ilhota, a classificação também varia entre baixa e média.

A Carta SAO ainda evidencia que a região de Itapema é influenciada pela Corrente Costeira do Brasil, com velocidade média de aproximadamente 0,42 m/s, fluindo predominantemente para o norte. Esse padrão se soma ao regime sazonal de ventos, bem representado nas rosas de vento: na primavera e no verão, predominam ventos de leste e nordeste, com intensidades entre 3,0 e 7,0 m/s; já no outono e inverno, os ventos de sul e sudeste são mais frequentes, frequentemente ultrapassando 7,0 m/s. Essa alternância reforça a forte variabilidade oceano-meteorológica da região, fundamental para compreender a dispersão de contaminantes.

Além da geomorfologia, a avaliação da sensibilidade ambiental ao óleo também integra fatores bióticos e socioeconômicos. Entre os aspectos econômicos mais relevantes em Itapema estão o turismo de praia, a pesca artesanal e recreativa, marinas e atividades de aquicultura. Do ponto de vista biológico, a região abriga ampla diversidade de fauna costeira e estuarina, incluindo aves marinhas, aquáticas e continentais (como mergulhões, biguás, aves de rapina e limícolas), além de bivalves, cefalópodes, equinodermos, crustáceos, peixes pelágicos e demersais, quelônios e mamíferos terrestres, como capivaras e quatis. Muitas dessas espécies encontram-se em categorias de proteção, vulnerabilidade ou ameaça de extinção.

Assim, o mapeamento de recursos biológicos e socioeconômicos associado às cartas de sensibilidade permite identificar áreas prioritárias para proteção, considerando tanto os ciclos de vida da fauna quanto os usos humanos do espaço costeiro. Ambientes de elevado valor recreacional, áreas de conservação, marinas, sítios arqueológicos e zonas de pesca e aquicultura figuram entre os setores que exigem maior atenção em planos de contingência frente a possíveis derramamentos de óleo.

6. INFORMAÇÕES E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA

6.1 SISTEMAS DE ALERTA DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO

Tendo em vista que o sucesso de qualquer operação emergencial, referente a derrames de produtos derivados de petróleo no mar ou solo, está associado à rápida resposta das equipes de intervenção. Este PEI conta com uma infraestrutura adequada às necessidades e inclui um sistema de comunicação eficiente, o qual permite a constante troca das informações entre o coordenador da emergência e as equipes, resultando no correto desencadeamento das ações de combate.

A embarcação certamente irá possuir sistema próprio de alerta composto por rádio, telefone celular, e alarmes para informar os demais tripulantes e pessoal externo em terra que uma emergência está em curso. Assim, ao ser observada por qualquer funcionário ou prestador de serviço da draga a ocorrência de situações adversas que possam resultar ou já tenham causado um derramamento de produtos oleosos, alerta-

se imediatamente o Comandante via rádio ou telefone, ou aciona-se o alarme, de modo que este realize uma avaliação inicial da ocorrência e assume a condução dos trabalhos, de acordo com o impacto de risco potencial observado.

Uma vez informada do incidente, a Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) adotará as medidas cabíveis, em função do tipo de ocorrência, e no caso de vazamento no mar ou rio, avalia-se a quantidade estimada de óleo vazado, condições meteorológicas, período do dia, posição da embarcação (se envolvida) e envolvidos. Se for verificado a necessidade de atuação maior, poderá ser acionado o Porto de Itajaí ou outro departamento de segurança marítima a ser definido posteriormente. Na sequência apresenta-se um resumo do desencadeamento de Ação de Alerta – Observação de derramamento de óleo, através de fluxograma de ações (Figura 16).

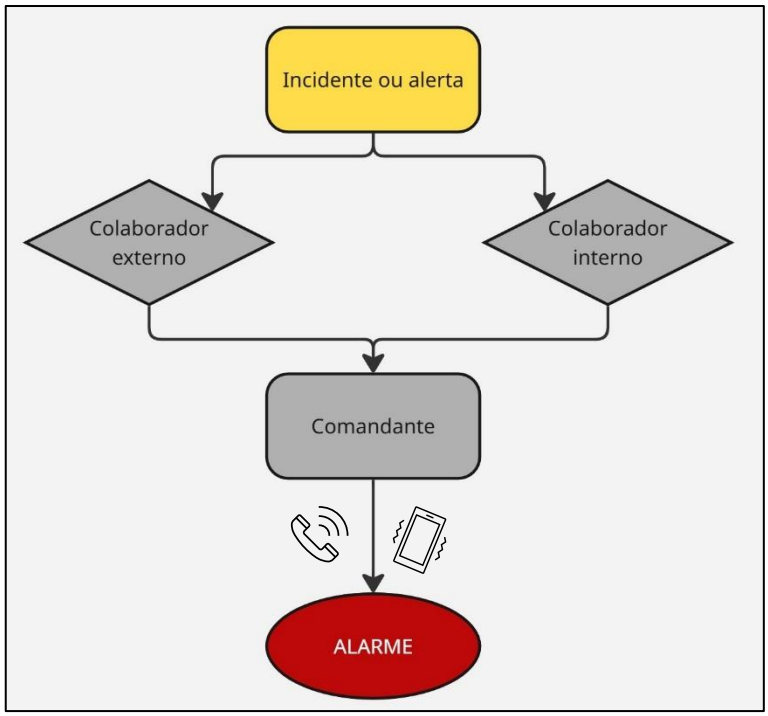


Figura 16. Fluxograma de ações a incidentes ou alerta.

Cabe ressaltar que sempre que ocorrer a intervenção da equipe de combate, ela deverá atuar em conjunto com os demais órgãos públicos e empresas privadas envolvidos no atendimento, observando sempre as respectivas atribuições técnicas, competências legais e rotinas operacionais constantes neste plano.

6.2 COMUNICAÇÃO DO INCIDENTE

Quando é detectado um incidente de derrame de óleo e o alarme é acionado, inicia-se o plano de chamada através do contato com o Comandante. De acordo com a MARPOL 73/78, cabe ao Comandante relatar os detalhes do incidente, sem demora, ao Estado Costeiro mais próximo através do canal de comunicação mais rápido disponível. Essa pessoa é também responsável pela equipe de resposta e de realizar os contatos com os demais envolvidos com o Plano. Ao ser definida uma situação de emergência a primeira atividade é fazer a identificação e localização do evento. Na observação de um derrame de óleo no mar, os funcionários e prestadores de serviço devem possuir a devida orientação para comunicar o ocorrido e passar as informações mínimas necessárias ao Comandante.

Parte da comunicação inicial de incidente deverá ser realizada através de acesso informatizado através do Sistema Nacional de Emergências Ambientais – SIEMA, do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA, sendo preenchido o formulário online. Na ocorrência de poluição por óleo em águas, a comunicação inicial do incidente também deve ser feita ao Órgão Ambiental (IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina), a Capitania dos Portos e a Agência Nacional do Petróleo com base no Formulário de Comunicação (Art. 22 da Lei Federal 9.966 de 28/04/2000). O Comandante verifica os dados e/ou as informações contidas no formulário e informa o Setor de Comunicação da Draga, autorizando a comunicação.

As etapas seguem o seguinte fluxo, conforme fluxograma na Figura 17. O acionamento de órgãos externos é realizado conforme solicitação do Comandante. A relação dos setores essenciais e órgãos externos que poderão ser comunicados e/ou acionados em caso de emergência segue o disposto no Quadro 13.

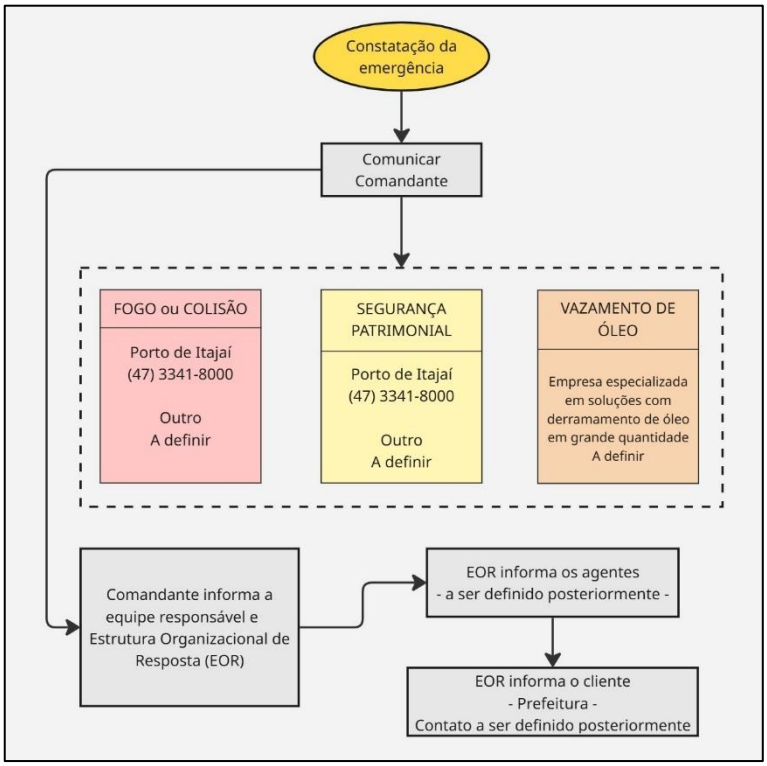


Figura 17. Fluxo de Comunicação.

Quadro 13. Entidades ou órgãos para acionamento em caso de emergência.

ENTIDADE / ÓRGÃO	TELEFONE	E-MAIL
Centro de Operações da Defesa Civil Estadual	(48) 4009-9816	codec@defesacivil.sc.gov.br
Corpo de Bombeiros	193	-
Defesa Civil Estadual	(48) 3244-0600	defesacivilsc@ccv.sc.gov.br
Defesa Civil Municipal	199	-
Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí	(47) 3348-0129 / 3348-2870	secom@delitajai.mar.mil.br
Disk Ambulância	192	-
IMA - Sede Administrativa	(48) 3224-8299	-
IBAMA - Escritório Regional de Itajaí	(47) 3348-6058 / 3348-1204	-
PETROBRÁS - Emergência Ambiental	0800-711050 / 3341-3500 / 3346-5024	-
Polícia Federal	(47) 3249-6705	-
Polícia Militar	190	-
Porto de Itajaí	(47) 3341-8009	-
Praticagem	(47) 3247-3213 /3247	-
Prefeitura Municipal de Itapema	(47) 3268-8000	-
Terminal Braskane	(47) 3344-8200 / 3344-8219	-
Terminal Dow Química	(47) 3346-1118	-
Terminal Petrobrás	(47) 3341-3500 / 3341-3601	-

Imediatamente após a detecção da situação de emergência, o Comandante determina a parada das operações em andamento, trabalhos, obras e atividades em pontos de interferência, de forma a garantir que as ações de atendimento a emergência sejam realizadas com efetividade e tenham o caráter de prioridade. O

Comandante ou uma pessoa por ele indicada, coleta as informações e no seu devido tempo as registra através do preenchimento do Registro de Atendimento a Emergência (RAE), que atende ao Apêndice I do Anexo I da Resolução CONAMA nº 398/08, conforme Quadro 14.

Quadro 14. Exemplo de formulário de comunicação inicial do incidente – Registro de Atendimento a Emergência.

Registro de Atendimento a Emergência	
I – Identificação da instalação que originou o incidente	
Nome da instalação: ☐ Sem condições de informar	
II – Data e hora da primeira observação	
Hora:	Data: ___/___/_____
III – Data e hora estimadas do incidente	
Hora:	Data: ___/___/_____
IV – Localização geográfica do incidente	
Latitude:	Longitude:
V – Óleo derramado	
Tipo de óleo:	Volume estimado:
VI – Causa provável do incidente	
☐ Sem condições de informar Descrição (se aplicável):	
VII – Situação atual da descarga do óleo	
☐ Paralisada ☐ Não foi paralisada ☐ Sem condições de informar	
VIII – Ações iniciais tomadas	
☐ Acionado o Plano de Emergência Individual ☐ Outras providências: ☐ Sem evidência de ação/providência até o momento	
IX – Data e hora da comunicação	
Hora:	Data: ___/___/_____
X – Identificação do comunicante	
Nome completo: Cargo/emprego/função na instalação:	
XI – Outras informações julgadas pertinentes	
Assinatura:	

Imediatamente após receber a comunicação, o Comandante solicita o acionamento integral ou parcial da EOR via sinal sonoro, rádio ou telefone, ou se necessário, aciona a empresa especializada diretamente, conforme magnitude do incidente.

6.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE RESPOSTA (EOR)

A Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) define a equipe encarregada de colocar em prática o Plano de Emergência em situações de emergência. Esse grupo é formado por profissionais previamente capacitados, familiarizados com os procedimentos descritos no Manual de Contingência, e responsáveis por coordenar, supervisionar e executar todas as ações necessárias em caso de ocorrência, como contenção, limpeza, recuperação ambiental, descarte adequado de resíduos e comunicação com os órgãos competentes.

A coordenação geral cabe ao Gerente do Projeto, que responde diretamente por todas as questões relacionadas à segurança e proteção ambiental. Entre suas atribuições estão a definição clara de funções e responsabilidades, a indicação e preparo dos integrantes do Grupo de Resposta e, quando necessário, a delegação de tarefas a membros da equipe de gestão.

Nos casos de acidentes ou incidentes ocorridos referentes a dragagem, a liderança imediata do processo será exercida pelo Comandante da draga, que deverá acionar as autoridades competentes e manter comunicação direta com a base administrativa ou com o responsável de segurança do trabalho. Na ausência deste último, a responsabilidade passa para o Gerente do Projeto, que poderá assumir diretamente as funções ou designar outro profissional apto para a execução do plano.

Por fim, o fluxograma de resposta a emergências (Figura 17) apresenta a cadeia de comunicação e os contatos telefônicos dos responsáveis em cada etapa, assegurando a rápida mobilização da equipe diante de qualquer ocorrência. A cadeia de responsabilidades dentro da EOR é detalhada no Quadro 15.

Quadro 15. Cadeia de responsabilidades dentro da Estrutura Organizacional de Resposta.

Gerente do Projeto	É o responsável máximo pela segurança e proteção ambiental no empreendimento. Suas atribuições incluem: • definir claramente funções e responsabilidades da equipe de resposta; • selecionar, treinar e mobilizar o Grupo de Resposta; • delegar responsabilidades quando necessário; • garantir a comunicação com autoridades competentes; • coordenar os recursos disponíveis para resposta a emergências.

Comandante da Draga	Chefe imediato das ações de resposta a bordo. Tem como principais atribuições: • liderar a execução das ações de emergência dentro da embarcação; • notificar prontamente as autoridades competentes; • manter comunicação com a base administrativa e o Gerente do Projeto; • coordenar a tripulação no cumprimento do Plano de Emergência; • garantir a segurança da embarcação e dos envolvidos.
Oficial de Segurança do Trabalho	Responsável pelo suporte técnico-operacional em situações de emergência. Suas atribuições incluem: • orientar o Comandante e a tripulação sobre os protocolos de segurança; • coordenar medidas de contenção, limpeza e descarte adequado de resíduos; • monitorar o cumprimento das normas de segurança ocupacional; • assessorar na comunicação com autoridades ambientais e trabalhistas.
Equipe de Resposta	Grupo treinado e mobilizado pelo Gerente do Projeto para atuar em emergências. Suas principais atribuições são: • executar tarefas de contenção, limpeza e recuperação ambiental; • apoiar a triagem, acondicionamento e destinação de resíduos; • cumprir as orientações do Comandante da draga ou do oficial de segurança; • garantir a rápida execução das medidas de mitigação previstas no plano.
Comunicação/ Contato Oficial	• Responsável por gerenciar o fluxo de informações durante a emergência; • centralizar a comunicação com órgãos públicos, entidades ambientais e a comunidade; • auxiliar na documentação e registro de todas as ocorrências; • apoiar a coordenação na solicitação de recursos externos, quando necessário.

6.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DE RESPOSTA

6.4.1 RECURSOS MATERIAIS

Em situações de incidentes com derramamento de óleo, a embarcação principal (draga) deverá estar equipada com kits móveis de emergência (SOPEP), destinados à contenção imediata e à limpeza subsequente. Esses kits serão distribuídos estrategicamente nas áreas de trabalho, de forma a evitar que o óleo derramado alcance, direta ou indiretamente, o meio marinho.

A composição e a quantidade dos kits, bem como sua localização a bordo, deverão ser definidas no ato da contratação da empresa executora e da escolha da draga, e apresentadas em forma de mapa esquemático. Os kits poderão conter, no mínimo:

- **Barreiras de contenção para convés:** utilizadas ao redor de máquinas e equipamentos, impedindo que vazamentos no convés atinjam o curso d'água.
- **Barreiras flutuantes de contenção:** aplicadas na superfície da água para limitar a dispersão da mancha de óleo.

- **Mantas absorventes:** instaladas em torno ou sob equipamentos com risco de vazamento, eficazes tanto em solo quanto na água, também úteis para a separação óleo/água e limpeza de rotina.
- **Absorventes granulares:** aplicados sobre áreas contaminadas para absorção temporária. Após ação, o material deve ser recolhido mecanicamente e destinado como resíduo oleoso.
- **Dispersantes químicos:** quando tecnicamente justificado e autorizado pelos órgãos ambientais competentes.
- **Recursos de apoio a bordo:** macacões, óculos de proteção, luvas, botas, máscaras, jaquetas, sacos para resíduos, entre outros itens básicos de segurança.

Cabe ressaltar que a quantidade de barreiras, recolhedores, absorventes e dispersantes deverá ser dimensionada conforme os cenários acidentais previstos e as estratégias de resposta. Devem estar previstas também alternativas de armazenamento temporário, como tanques infláveis flutuantes ou embarcações de apoio equipadas com reservatórios adequados.

Em situações que ultrapassem a capacidade de resposta imediata da embarcação, deverá ser acionada uma empresa especializada em contenção de óleo de larga escala, previamente contratada para atender emergências ambientais. Além disso, qualquer derramamento que não seja completamente contido a bordo e resulte em difusão direta para o meio ambiente deverá ser prontamente comunicado pelo representante da empresa executora ao cliente e às autoridades competentes.

6.4.2 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Em conformidade com a Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6), todos os trabalhadores envolvidos em operações de contenção e resposta a derramamentos deverão utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados. Os EPIs básicos incluem:

- Calçado de segurança;
- Luvas de proteção impermeáveis;
- Capacete;
- Macacão de manga longa ou roupa de trabalho adequada;

- Máscara de proteção respiratória;
- Óculos de segurança.

Equipamentos adicionais poderão ser exigidos de acordo com a gravidade do incidente e as características do produto derramado. Todos os EPIs deverão estar disponíveis em número suficiente para a tripulação e equipe de apoio, sendo definidos e ajustados no ato de contratação da empresa executora, da draga e da tripulação responsável.

6.5 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE RESPOSTA

Esta seção tem como objetivo apresentar, de forma clara e sistemática, os procedimentos a serem adotados em caso de derramamento de óleo durante as atividades previstas. Os protocolos descritos contemplam desde a interrupção imediata da fonte de vazamento até as ações de contenção, recolhimento, limpeza e destinação adequada dos resíduos, sempre priorizando a segurança da equipe envolvida e a proteção ambiental.

A estrutura dos procedimentos busca atender aos cenários acidentais previamente considerados, estabelecendo rotinas específicas para o controle da poluição e para a proteção de áreas e espécies sensíveis. Técnicas complementares, como o uso de barreiras mecânicas ou de produtos dispersantes, poderão ser aplicadas desde que justificadas tecnicamente e devidamente aceitas pelo órgão ambiental competente.

Dessa forma, este item organiza-se em etapas que incluem: interrupção do derramamento; contenção e recolhimento do óleo derramado; proteção das áreas sensíveis e da fauna; limpeza das áreas atingidas; coleta, armazenamento temporário e disposição final dos resíduos gerados. Essas medidas poderão ser realizadas com recursos próprios ou com o apoio de terceiros previamente contratados, mediante acordos legais firmados, garantindo assim uma resposta rápida, eficiente e em conformidade com a legislação ambiental vigente.

Cabe ressaltar que, de acordo com a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição de Navios / MARPOL 73/78, os navios devem possuir um "Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Óleo". Sendo assim, a empresa executora da obra é responsável pela escolha de draga que possua tal documentação.

6.5.1 PROCEDIMENTOS PARA INTERRUPÇÃO DA DESCARGA DE ÓLEO

A interrupção imediata da fonte de vazamento é a primeira medida a ser adotada em qualquer ocorrência de derramamento de óleo. Uma vez identificada a origem da fuga, deverão ser acionados os mecanismos de contenção, como o fechamento de válvulas, tamponamento de suspiros, reparo ou substituição de mangueiras e demais componentes envolvidos. Os métodos de interrupção de vazamentos de óleo e seus derivados podem ser divididos em primários ou secundários. Métodos Primários: transferência de óleo entre tanques, tamponamento de tanques e tamponamento de suspiros. Métodos Secundários: adernagem, abicagem ou derrabamento da embarcação.

PROCEDIMENTO GERAL DE RESPOSTA

- Identificação do acidente;
- Comunicação imediata do evento;
- Acionamento do Grupo de Resposta;
- Avaliação preliminar do cenário acidental;
- Controle da emergência com medidas iniciais de contenção;
- Ações de fechamento e isolamento da fonte.

Para eventos de pequeno porte (até 8 m³ de óleo derramado), a equipe deverá adotar os procedimentos e equipamentos previstos no plano de emergência, assegurando a contenção, recolhimento do óleo e limpeza das áreas afetadas. O Comandante da draga será responsável por interromper todas as operações em andamento e coordenar as ações de resposta imediata.

Após a detecção do vazamento, todas as atividades relacionadas devem ser interrompidas. Nos primeiros 10 minutos, os operadores deverão tentar conter a fuga. Caso a tentativa não seja eficaz, ou haja risco de contaminação direta no meio aquático, o plano de ação emergencial deverá ser imediatamente iniciado, conforme fluxograma da Figura 18.

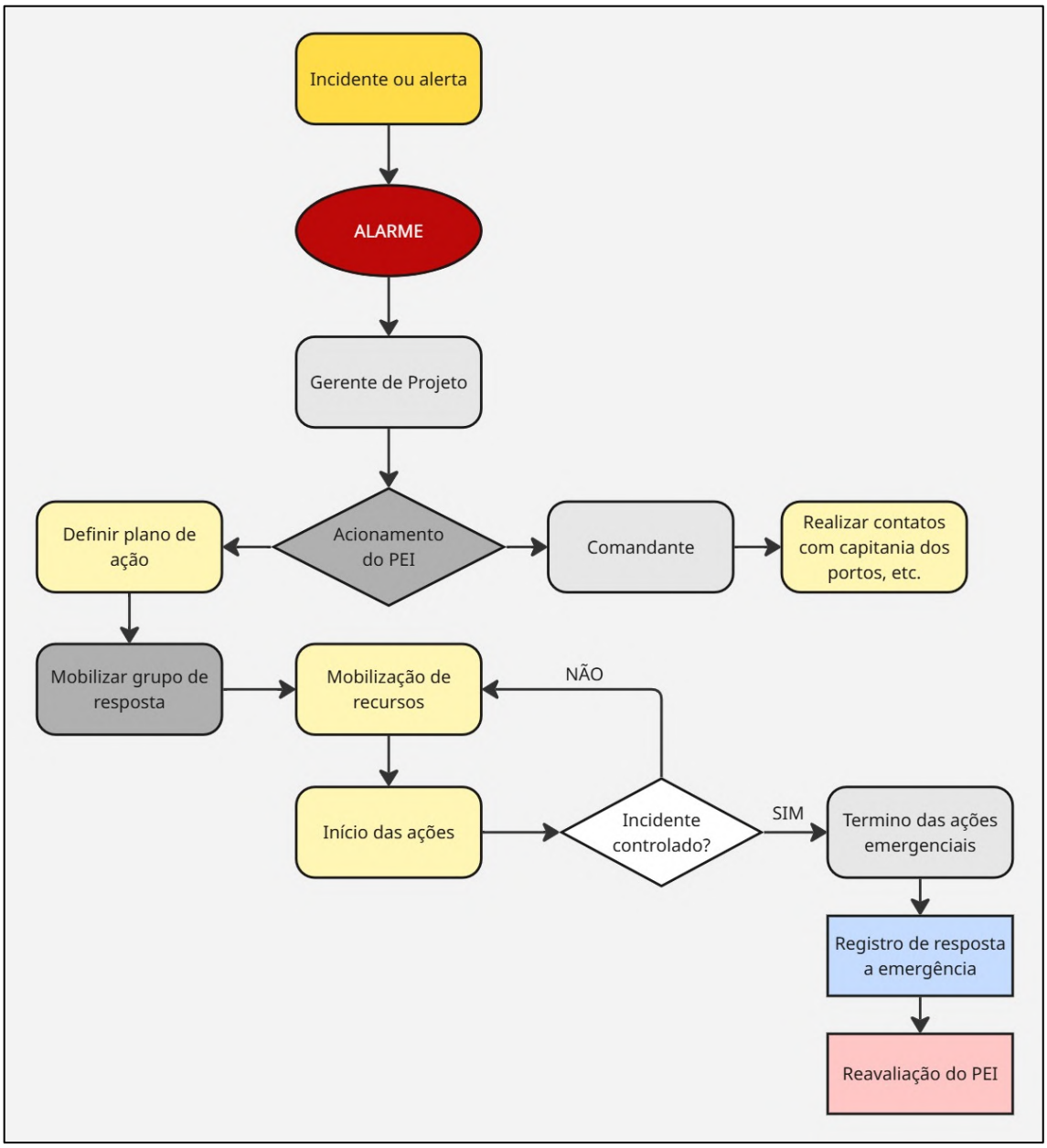


Figura 18. Árvore de Tomada de Decisões do plano de ação.

Uma vez confirmada a descarga ou identificada uma mancha de óleo no mar, o Gerente do Projeto deverá avaliar a magnitude do incidente e decidir pelas ações descritas no Quadro 16.

Quadro 16. Ações e procedimentos do Comandante após avaliação do incidente.

OCORRÊNCIA	PROCEDIMENTO
Vazamento proveniente da draga	- Comunicar imediatamente o Comandante. - Interromper todas as operações em curso. - Solicitar intervenção técnica para interromper o vazamento ou transferir o óleo para outro tanque.
Vazamento proveniente de embarcações de	- Comunicar os comandantes da draga e da embarcação de apoio.

OCORRÊNCIA	PROCEDIMENTO
apoio	- Paralisação imediata das atividades. - Solicitar intervenção técnica para interromper a fuga ou transferir o óleo para outro tanque.
Vazamento proveniente do abastecimento	- Comunicar o Comandante da draga e a empresa responsável pelo abastecimento. - Notificar a Guarda Portuária. - Interromper imediatamente o bombeio, drenando o resíduo da mangueira para tanque adequado ou recipiente seguro. - Solicitar ações emergenciais de recuperação e recolhimento do material derramado.

De acordo com a gravidade do evento, o Gerente do Projeto e/ou o Comandante poderá acionar, parcial ou totalmente, a Estrutura Organizacional de Resposta (EOR), garantindo que todas as medidas de contenção e combate sejam executadas de forma eficaz. Em situações envolvendo o mar ou rios, a equipe deverá avaliar as condições ambientais e a magnitude do sinistro, iniciando ações emergenciais enquanto aguarda o apoio da empresa especializada previamente contratada para operações de combate a derramamentos de hidrocarbonetos no meio aquático.

6.5.2 PROCEDIMENTOS PARA CONTENÇÃO DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO

Contenção é o procedimento que consiste em delimitar e confinar o produto derramado, utilizando barreiras específicas para evitar sua dispersão. Os procedimentos para contenção de vazamentos de óleo são priorizados para evitar que eles não alcancem corpos hídricos. Todas as pessoas envolvidas na execução das ações previstas nos procedimentos para contenção da descarga de óleo na área operacional devem fazer uso de EPI. Estes procedimentos são objetos de treinamento específico das equipes de trabalho e podem ser descritos em conformidade aos componentes da EOR.

A contenção do óleo é feita com o auxílio de barreiras, cercando o óleo contra a maré, tendo como objetivo maior a proteção de áreas sensíveis. As barreiras de contenção constituem ferramentas fundamentais no controle de emergências envolvendo derramamentos de óleo. Seu uso tem como finalidade principal reduzir os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, potencializar a eficiência das operações de recolhimento. A escolha do modelo mais adequado dependerá das características específicas do local afetado, em conformidade com a norma ASTM[1] F2683-11 (2017) - Guia Padrão para Seleção de Barreiras para Resposta a Derramamentos de Óleo. Ressalta-se ainda que essas barreiras podem ser dispostas na água em diferentes arranjos, tanto para a

[1] American Society for Testing and Materials – Sociedade Americana de Testes e Materiais.

contenção e coleta do poluente quanto para a proteção de áreas sensíveis sob o ponto de vista ambiental e econômico.

Em caso de vazamentos de pequena monta, a Equipe de Resposta deverá:

- Ao chegar ao local do vazamento, analisar a situação do vazamento;
- Definir a melhor técnica de contenção a ser adotada, considerando local atingido, volume vazado, o volume do óleo e as condições meteorológicas (vento, chuvas e correnteza);
- Definir a área de contenção, cercar o óleo sobrenadante no mar;
- Utilizar a embarcação de apoio para lançar no rio as barreiras absorventes sintéticas unidas, de forma a montar um cordão de isolamento;
- Escorar uma extremidade do cordão de isolamento na embarcação;
- Descrever um círculo com o cordão ao redor da mancha de óleo, retornando à extremidade livre ao encontro da extremidade ancorada;
- Avaliar as condições da área de costado eventualmente atingida, mantendo o Gerente de Projeto informado sobre a situação.

Neste caso, deve-se observar a maré, pois a contenção deverá ser feita sempre a jusante do local do incidente, considerando a direção das correntes de maré. Condições de vento, marés, presença de chuva e outros fatores que podem influenciar na movimentação da mancha norteiam as ações de contenção, que devem ser priorizadas. Ressalta-se que, caso os procedimentos de descontaminação não estejam concluídos antes da mudança da maré, a equipe de resposta deverá estender uma segunda linha de barreiras flutuantes de forma a confinar o contaminante entre as duas barreiras.

AÇÕES DO GRUPO DE RESPOSTA

- Ao chegar ao local do vazamento, iniciar o 1° combate ao vazamento;
- Definir a melhor técnica de contenção a ser adotada, considerando local atingido, volume vazado, o volume do óleo e as condições meteorológicas (vento, chuvas e correnteza);

- Utilizar a embarcação de apoio para iniciar a operação de lançamento das barreiras, definindo caso a caso, a melhor forma de aproximação da mancha de óleo;
- Definir a área de contenção, cercar o óleo sobrenadante no mar, utilizando as barreiras de contenção;
- Realizar o monitoramento da atmosfera para detecção de vapores, gases e explosividade;
- Concentrar o produto vazado dentro do cerco da barreira;
- Orientar a equipe quanto ao correto posicionamento das barreiras e suas configurações, visando evitar o espalhamento do produto vazado;
- Determinar a suspensão da operação de contenção, em função de condições meteorológicas desfavoráveis ou outras que possam comprometer a segurança do pessoal envolvido, orientando a adoção de estratégias alternativas;
- Avaliar continuamente a eficácia das operações de contenção, mantendo o Gerente de Projeto informado;
- Caso as condições de mar permitam, utilizar o recolhedor de óleo e iniciar o recolhimento de óleo com auxílio do barco de apoio;
- Solicitar recursos adicionais, humanos ou materiais, ao Gerente de Projeto.

AÇÕES DO APOIO TÉCNICO (Saúde, Segurança e Meio Ambiente):

- Orientar os envolvidos no combate a emergência o uso dos EPIs;
- Fornecer os EPIs adequados para novos integrantes da equipe de atendimento a emergência, inclusive protetor solar (orientar para o uso nas partes do corpo externa, reaplicando o produto a cada 3 horas);
- Orientar as equipes nas questões de saúde e segurança;
- Auxiliar o Gerente de Projeto na avaliação dos recursos materiais.

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO:

- Definir a necessidade e o perímetro de isolamento da área;
- Solicitar ao Grupo de Segurança Patrimonial que isole a área indicada, orientando que mantenha a área livre de pessoas que não pertençam a equipe da emergência;
- Definir e providenciar a disponibilização no local dos recursos humanos e materiais a serem utilizados na emergência, incluindo o controle para o registro e acesso do eventual uso de recursos externos.

AÇÕES DOS ENVOLVIDOS NAS AÇÕES DE RESPOSTA:

- Seguir as orientações do Gerente de Projeto;
- Se necessário, solicitar recursos adicionais ao Gerente de Projeto;
- Manter contato constante com o Gerente de Projeto, informando-o e mantendo-o atualizado sobre o andamento das ações de resposta.

6.5.3 PROCEDIMENTOS PARA RECOLHIMENTO DO ÓLEO DERRAMADO

As ações de recolhimento têm como finalidade a remoção do óleo derramado em meio aquático, buscando reduzir sua dispersão e mitigar potenciais impactos sobre áreas sensíveis. Dependendo do volume liberado e das propriedades do produto, poderão ser empregados métodos manuais, equipamentos de sucção (ex.: recolhedores tipo *skimmers*) ou materiais absorventes (mantas, barreiras etc.).

O procedimento define as orientações operacionais a serem seguidas pela Equipe de Atendimento à Emergência (EAR) de modo a garantir eficiência e rapidez na contenção e retirada do poluente. A utilização de cada recurso deverá considerar a gravidade do acidente, as condições locais e a necessidade de acionamento de apoio externo quando a capacidade interna for excedida.

É importante ressaltar que combates em corpos d'água lóticos (rios), são associados mais ao desvio da mancha para a margem do que ao cerco de mancha, necessitando proporcionalmente de uma menor quantidade de barreiras do que em combates no mar. A remoção do óleo derramado, no rio (caso de o sinistro ocorrer durante a atividade de abastecimento da draga) deverá ser feita, preferencialmente, por processo manual, com a utilização de material absorvente.

Os materiais absorventes deverão ser aplicados diretamente sobre a mancha de óleo, sendo posteriormente recolhidos após atingirem sua capacidade máxima de saturação. Esses insumos são mais indicados para situações de pequeno porte, nas quais a resposta pode ser conduzida de forma rápida e direcionada. A execução dessas atividades deve ser realizada apenas por profissionais treinados, garantindo segurança e eficiência. Nos casos em que o volume derramado ultrapassar o limite considerado pequeno (< 8 m^3), o Gerente de Projeto poderá solicitar reforço externo, inclusive de empresas especializadas, de modo a complementar os recursos já mobilizados pela obra.

Quando houver necessidade de maior capacidade de recolhimento, poderão ser empregados recolhedores mecânicos, em conjunto com barreiras de contenção, assegurando a remoção ágil do produto e reduzindo o risco de propagação para áreas ambientalmente sensíveis identificadas no item 5.3. Assim, após a instalação e estabilização do sistema de contenção, os recolhedores devem ser posicionados conforme disponibilidade. Além de equipamentos do tipo *skimmer,* podem ser previstos para armazenamento do material recolhido: navio-tanque, navio com tanque para estocagem, balsas com caminhão-tanque, tanque inflável, entre outros.

Os recolhedores de óleo do tipo *skimmers* são dispositivos que separam o óleo da água para que ele seja coletado para fins de recuperação ou remediação. Eles podem extrair o óleo por meio de uma variedade de tecnologias, incluindo materiais oleofílicos, escovas, correias, cordas e vertedouros. A escolha do tipo de recolhedor, no caso de *skimmer*, deverá se dar de acordo com a norma ASTM F1778-97 (2020) - Guia padrão para seleção de *skimmers* para resposta a derramamentos de óleo.

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Orientar os envolvidos no combate a emergência o uso dos EPIs;
- Providenciar os EPIs adequados para novos integrantes da equipe de atendimento a emergência, inclusive protetor solar (orientar para o uso nas partes do corpo externa, reaplicando o produto a cada três horas);
- Orientar as equipes nas questões de saúde e segurança;
- Auxiliar o Grupo de Resposta na avaliação dos recursos materiais.

AÇÕES DO GRUPO DE RESPOSTA

- Coordenar e orientar as operações de recolhimento e armazenamento provisório do produto vazado;
- Definir as técnicas e equipamentos a serem utilizados, seja em mar ou no rio. Para tal, considerar as seguintes informações para definição da melhor técnica de recolhimento:
    - Tipo de produto vazado;
    - Volume vazado;
    - Condições meteorológicas; e,
    - Espalhamento e deslocamento da mancha.
- Se necessário, solicitar ao Gerente de Projeto, o acionamento de empresas especializadas ou entidades externas;
- Determinar a suspensão da operação de recolhimento, em função de condições meteorológicas desfavoráveis ou outras que possam comprometer a segurança do pessoal envolvido;
- Orientar o Gerente de Projeto a adotar estratégias alternativas de combate à emergência;
- Manter o Gerente de Projeto informado sobre a evolução da emergência, condições de corrente de maré, intensidade dos ventos e condições do óleo sobrenadante;
- Manter comunicação com os integrantes da Equipe de Emergência, no mínimo a cada uma hora;
- Avaliar criteriosamente a situação antes de definir por encerrar as operações de recolhimento;
- Para vazamentos após o cerco da mancha (realizado com barreiras de contenção), recolher o material vazado utilizando o equipamento disponível e de acordo com o volume de óleo vazado (*skimmer*, bombas e/ou barcos recolhedores, por exemplo);
- Utilizar conjuntamente, barreiras de contenção e barreiras de absorção, caso apareçam manchas fragmentadas e que não possam ser recolhidas, somente absorvidas;

- Conforme a localização do produto a ser recolhido, a equipe deve se aproximar do local, e lançar os travesseiros absorventes, deixando-os pelo tempo necessário para a melhor absorção, ou utilizar equipamentos recolhedores em caso de maiores volumes;
- Continuamente, o Grupo de Resposta deve avaliar a eficácia das operações de recolhimento;
- Manter o Gerente de Projeto informado e, se necessário, solicitar recursos adicionais, humanos ou materiais, ao setor de segurança;
- Após recolher o produto vazado, providenciar a transferência do mesmo para as instalações em terra, onde ficarão recolhidos até o procedimento final de disposição descrito no item 6.5.11;
- Manter contato constante com o Gerente de Projeto, informando-o e mantendo-o atualizado sobre o andamento das ações de resposta.

6.5.4 PROCEDIMENTOS PARA DISPERSÃO MECÂNICA E QUÍMICA DO ÓLEO DERRAMADO

Os procedimentos de dispersão de óleo têm como finalidade acelerar a fragmentação da mancha na coluna d'água, reduzindo sua permanência na superfície e minimizando riscos de contato com áreas ambientalmente sensíveis. Para tanto, podem ser empregados meios mecânicos ou, em situações específicas, agentes químicos dispersantes.

A Resolução CONAMA n° 398, indica que a descrição dos procedimentos deverá levar em conta os regulamentos da Resolução CONAMA n° 269/2000. Contudo, esta foi revogada pela CONAMA n° 472/2015 que regulamenta o uso de dispersantes químicos em derrames de óleo no mar. Assim, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 472/2015, a aplicação de dispersantes químicos somente é admitida quando as técnicas convencionais de contenção e recolhimento se mostrarem ineficazes ou inviáveis, devendo, em qualquer circunstância, contar com autorização prévia do IBAMA.

No caso da dispersão mecânica, este procedimento não é recomendado para derramamentos em rios ou em áreas costeiras rasas, ou com proximidade de margens e presença de áreas vulneráveis, priorizando-se, nestes contextos, a contenção e o recolhimento do produto. Assim esta técnica não está prevista neste PEI.

6.5.5 PROCEDIMENTOS PARA MONITORAMENTO DA MANCHA DE ÓLEO DERRAMADO

O monitoramento da mancha de óleo derramado é etapa fundamental para subsidiar a tomada de decisão durante as ações de resposta, permitindo avaliar sua evolução, estimar o volume presente e identificar riscos às áreas vulneráveis. Os procedimentos descritos a seguir contemplam monitoramento visual, uso de imagens e registros fotográficos, coleta de amostras e, quando aplicável, modelagem matemática, em conformidade com as diretrizes estabelecidas neste PEI.

A periodicidade do monitoramento deve ser definida de acordo com a gravidade da emergência, sendo recomendada a realização de, no mínimo, três registros diários em período diurno (início, meio e fim da jornada de trabalho). O acompanhamento contínuo deve considerar as condições de maré, ventos e correntes, que influenciam diretamente na movimentação e dispersão do óleo.

PROCEDIMENTOS GERAIS

- O monitoramento deverá incluir observações visuais diretas (via embarcação ou pontos estratégicos em terra), registros fotográficos e, quando necessário, imagens de satélite ou sobrevoos para áreas extensas ou de alta sensibilidade.
- Todas as informações deverão ser registradas em formulários padronizados, contemplando: extensão da mancha, volume estimado, deslocamento, cor, espessura aparente e estágio de degradação.
- A coleta de amostras de água e óleo, quando necessárias, deverá ser realizada em pontos representativos, visando análises laboratoriais de confirmação de composição e avaliação de impactos ambientais.
- Sempre que houver divergência significativa em relação aos cenários previstos, deve-se considerar a aplicação de modelagem matemática para atualização das projeções de deslocamento e dispersão.

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Designar profissional responsável pelo monitoramento visual da mancha por meio de embarcações de apoio;

- Designar profissionais adicionais para observações a partir de pontos em terra (margens, manguezais, costões e praias), quando aplicável;
- Solicitar o monitoramento periódico da qualidade do ar (presença de vapores, gases e risco de explosividade);
- Avaliar a necessidade de monitoramento aéreo ou por satélite, especialmente quando houver manchas fragmentadas ou de difícil alcance;
- Planejar e providenciar a coleta de amostras de óleo e água para análises químicas e ambientais, quando necessário;
- Determinar a frequência de registro e consolidar as informações em relatórios de acompanhamento;
- Avaliar, quantificar e monitorar o dano ambiental.

AÇÕES DO GRUPO DE RESPOSTA

- Manter comunicação periódica com o Gerente de Projeto, no mínimo a cada uma hora;
- Fornecer informações sobre localização, aspecto visual e evolução da mancha;
- Auxiliar no registro fotográfico e na coleta de amostras, quando requisitado.

O registro das observações deve ser realizado em formulários específicos de monitoramento, contendo informações sobre a posição da mancha (coordenadas geográficas), sua extensão superficial estimada, coloração, espessura e volume associado, conforme referência apresentada no *Manual Response to Marine Oil Spills* do ITOPF. A aparência visual da mancha é um dos principais parâmetros utilizados para inferir sua espessura e volume: manchas prateadas indicam películas extremamente finas, enquanto emulsões alaranjadas e marrons representam espessuras elevadas e grande quantidade de óleo retido na superfície.

Quadro 17. Correlação entre aparência, espessura e volume de óleo contido em uma mancha, utilizado pelo ITOPF.

APARÊNCIA	COLORAÇÃO	ESPESSURA APROXIMADA (mm)	VOLUME APROXIMADO (m^3/km^2)
Película	Prateada	0, 0001	0,1
Filete	Iridescente	0, 003	0,3
Mancha densa	Negra/ marrom escura	0,1	100
Emulsão-mousse	Marrom/alaranjada	>1	>1000

A modelagem matemática constitui ferramenta de apoio para previsão do deslocamento da mancha e avaliação de cenários de risco. Uma modelagem inicial já foi realizada para os pontos críticos identificados neste PEI (Anexo 2). Novas simulações deverão ser conduzidas sempre que as condições meteoceanográficas ou as características da mancha divergirem significativamente das previsões anteriores.

6.5.6 PROCEDIMENTO PARA ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL

As embarcações envolvidas na obra deverão adotar procedimentos mínimos de abastecimento, de forma a garantir a segurança operacional e a prevenção de derramamentos de óleo. Ressalta-se que, no caso específico da draga, cujo abastecimento geralmente ocorre em portos próximos à região — deverão ser rigorosamente observados os procedimentos de segurança estabelecidos pelo respectivo porto. A definição do local e dos protocolos detalhados de abastecimento será responsabilidade da empresa executora, a partir da escolha da draga a ser empregada na obra.

Contudo, os seguintes procedimentos mínimos são esperados:

- Utilização de bandeja antiderrame sob a mangueira de conexão durante o abastecimento;
- Disponibilização de extintores em local de fácil acesso;
- Presença de equipe responsável pela segurança da operação;
- Realização de checklist específico antes da conexão das mangueiras e do início do bombeamento de combustível.

Além disto, em cada procedimento de abastecimento de combustível devem ser cumpridas as seguintes instruções operacionais de segurança:

- O comandante da embarcação e o fornecedor de combustível devem manter contato contínuo durante toda a operação;
- É expressamente proibido fumar, gerar faíscas ou realizar atividades que produzam calor durante o abastecimento;
- Garantir ventilação adequada e uso obrigatório de EPI pela equipe envolvida;
- Inspecionar previamente a mangueira e o tipo de conexão a serem utilizados;

- O comandante da draga deve notificar os responsáveis sobre o início e o término da operação;
- Todas as atividades de abastecimento devem ser registradas no Relatório Diário de Operações (RDO).

Em caso de derrame por ruptura da mangueira de abastecimento ou outra falha, as seguintes ações mínimas devem ser aplicadas:

- Acionar imediatamente o número de emergência, comunicando todas as partes envolvidas;
- Interromper o fluxo de combustível por meio do fechamento das válvulas e providenciar o reparo imediato da falha;
- Isolar a área afetada, garantindo a evacuação de pessoas não envolvidas e a sinalização com placas de advertência, quando necessário;
- Realizar a limpeza do local e o recondicionamento da área afetada;
- Determinar a causa do incidente e avaliar os danos ambientais e operacionais ocasionados.

6.5.7 PROCEDIMENTOS PARA PROTEÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS

Os procedimentos de proteção de áreas vulneráveis foram elaborados considerando os cenários acidentais previstos neste PEI, bem como os equipamentos e materiais de resposta relacionados no item 6.4. A definição das ações leva em conta as áreas sensíveis identificadas nos Mapas de Vulnerabilidade Ambiental (item 5.2) e a evolução provável da mancha de óleo obtida nas Simulações Probabilísticas (item 5.1).

A atuação tem como objetivo principal minimizar os impactos sobre áreas de relevância ambiental, social e econômica potencialmente atingidas por descargas de pior caso. Para tanto, são estabelecidos protocolos que orientam desde a mobilização de recursos humanos e logísticos até a instalação de barreiras de contenção e absorção em pontos estratégicos, visando restringir a propagação do produto e proteger áreas prioritárias.

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Analisar as informações do incidente e verificar o ponto de vazamento;
- Analisar as condições meteorológicas no local;
- Solicitar ao Grupo de Resposta o deslocamento de recursos humanos e materiais até os locais ameaçados e definidos para lançamento das barreiras de contenção e/ou absorção, visando à proteção desses locais;
- Viabilizar recursos externos adicionais para proporcionar o adequado atendimento às ações de proteção das áreas vulneráveis;
- Analisar as áreas de maior sensibilidade ambiental a derrames de óleo próximas à evolução provável da mancha de óleo e priorizar a proteção destas áreas;
- Consultar, para a tomada de decisão, o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental local, apresentados no item 5.3 – Sensibilidade das Áreas;
- Verificar o provável espalhamento da mancha no item 5.1 – Simulações Probabilísticas;
- Verificar as áreas passíveis de serem atingidas em um derrame de óleo e orientar o Gerente de Projeto para o lançamento de barreiras de contenção e/ou barreiras de absorção para proteção das áreas;
- Orientar as equipes embarcadas para o lançamento de barreiras de contenção ou barreiras de absorção para evitar o espalhamento da mancha no ambiente do entorno, ou para locais próximos, conforme condições de maré e vento;
- Registrar as informações realizadas para atendimento a emergência no Formulário de Registro de Atendimento a Emergência (RAE – item 6.2).

AÇÕES DO GRUPO DE RESPOSTA

- Definir as equipes que atuarão nas diversas frentes de proteção;
- Deslocar as equipes até os locais que deverão ser protegidos;
- Solicitar ao Gerente de Projeto recursos externos para auxiliar na proteção das áreas vulneráveis;

- Periodicamente, entrar em contato com o Gerente de Projeto para avisar da presença ou não de produto vazado no local.

6.5.8 PROCEDIMENTOS PARA PROTEÇÃO DAS POPULAÇÕES

De acordo com a Resolução CONAMA n° 398/2008, nos cenários acidentais em que as análises identificarem risco potencial à segurança de populações, deverão ser adotados procedimentos específicos para sua proteção, em conformidade com as diretrizes do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC). Assim, os seguintes procedimentos devem ser realizados pelo Gerente de Projeto:

- Avaliar o provável espalhamento da mancha com base no Anexo 2 – Relatório de Modelagem de Dispersão de Óleo;
- Consultar o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental para verificar áreas sensíveis, conforme item 5.3;
- Identificar as populações em risco em função do incidente;
- Orientar o lançamento de barreiras de contenção visando proteger áreas habitadas e comunidades ribeirinhas;
- Orientar o lançamento de barreiras para salvaguardar áreas de pesca no rio;
- Articular-se com os órgãos públicos competentes para definir medidas de proteção às populações afetadas;
- Providenciar, quando necessário, serviços de transporte, acomodação e alimentação às comunidades impactadas.

6.5.9 PROCEDIMENTOS PARA PROTEÇÃO DA FAUNA

Em situações de emergência envolvendo derramamento de óleo, devem ser adotadas medidas imediatas para reduzir os impactos sobre ambientes sensíveis e a fauna local. Para isso, podem ser utilizadas barreiras de contenção e/ou barreiras absorventes com o objetivo de isolar áreas vulneráveis e minimizar a propagação do poluente. Caso haja risco de contaminação da fauna, é indispensável o acionamento de instituições externas ou prestadores de serviços especializados em resgate e reabilitação, de forma a garantir a adequada descontaminação de animais oleados.

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Identificar, em função da magnitude da emergência e da previsão de deslocamento da mancha, a fauna que poderá estar vulnerável (mergulhões, biguás, pernaltas, aves de rapina etc.) aos efeitos do incidente;
- Definir a necessidade de contratação de empresas especializadas e/ou especialistas para realizar o monitoramento da fauna da região durante a emergência;
- Realizar o monitoramento da fauna da região, principalmente nas proximidades do incidente e observar se há fauna se aproximando do local do incidente. O monitoramento deve ser realizado utilizando-se binóculos e/ou telêmetro para melhor identificação da fauna e sua distância estimada do local;
- Priorizar ações de afastamento da fauna da área afetada, evitando a contaminação;
- Em caso de contaminação, acionar um médico-veterinário para integrar a equipe de resposta;
- Elaborar, quando necessário, um plano específico para resgate e descontaminação da fauna, o qual deve ser submetido à análise e aprovação do órgão ambiental competente.

6.5.10 PROCEDIMENTOS PARA LIMPEZA DAS ÁREAS ATINGIDAS

Quando o derramamento de óleo alcançar praias, margens ou áreas costeiras, deverão ser adotadas ações imediatas de limpeza, de forma manual ou mecanizada, considerando as características ambientais e do solo. Em situações específicas, poderá ser necessária a remoção de material contaminado, incluindo solo e sedimentos.

As ações de recuperação visam acelerar a restauração do ambiente impactado, reduzir a exposição da população a substâncias nocivas e minimizar a ocorrência de impactos secundários. Para isso, podem ser aplicadas diferentes técnicas de limpeza, como o uso de absorventes, dispersantes e solventes, selecionadas conforme a gravidade da emergência e as condições locais. Ressalta-se que os resíduos coletados deverão ser armazenados de forma adequada até sua destinação final.

A escolha do método deve considerar:

- tipo de óleo derramado;
- características geomorfológicas da área afetada;
- sensibilidade da biota local;
- usos socioeconômicos da região;
- acessibilidade e disponibilidade de equipamentos;
- custo da operação.

A adoção de técnicas inadequadas pode intensificar os danos ambientais, por isso toda limpeza só deve ser realizada após a contenção ou remoção do óleo presente na água, evitando retrabalho e nova contaminação (LOPES, 2007).

Entre os procedimentos empregados estão: limpeza natural, remoção manual, aplicação de materiais absorventes, bombeamento a vácuo, uso de *skimmers*, jateamento com água, jateamento com areia, corte de vegetação, queima controlada (*in situ*), abertura de trincheiras, remoção de sedimentos, biorremediação e aplicação de dispersantes. A escolha deve estar alinhada às recomendações técnicas, como as descritas no manual da CETESB *Ambientes Costeiros Contaminados por Óleo – Procedimentos de Limpeza* (LOPES, 2007).

Os protocolos de limpeza estão estruturados de acordo com a Estrutura Organizacional de Resposta (EOR), garantindo a sequência lógica das ações e a redução de impactos.

AÇÕES DO DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA DO TRABALHO

- Avaliar o ambiente impactado e selecionar técnicas de limpeza compatíveis com a sensibilidade local, recursos biológicos e interesses socioeconômicos;
- Consultar o manual de referência da CETESB: Ambientes Costeiros Contaminados por Óleo - Procedimentos de Limpeza;
- Solicitar autorização prévia ao órgão ambiental competente para a execução das ações;
- Definir zonas de emergência (quente, morna e fria);
- Designar equipes e áreas de atuação conforme a estratégia definida;
- Estabelecer rotas de acesso que minimizem impactos adicionais ao ambiente;

- Informar o Gerente de Projeto sobre as ações a serem implementadas;
- Orientar as equipes de limpeza sobre os métodos adequados para cada tipo de ambiente (Quadro 18).

Quadro 18. Técnicas de limpeza conforme ambiente afetado.

ISL	TIPO DE AMBIENTE	MÉTODO DE LIMPEZA
1	Costão rochoso liso, exposto, alta declividade, estruturas artificiais lisas	Limpeza natural
2	Costão rochoso liso, declividade média/baixa, exposto	Remoção de depósitos na faixa de preamar
3	Praia dissipativa de areia média a fina, exposta, dunas ou taludes íngremes	Equipamentos mecânicos, limpeza natural, bombeamento a vácuo, absorventes naturais, recolhimento na faixa de preamar
4	Praias de areia grossa, ou intermediárias de areia fina a média	Limpeza natural, bombeamento a vácuo, recolhimento manual, absorventes naturais
5	Praia mista de areia e cascalho	Limpeza natural, bombeamento a vácuo, recolhimento manual, absorventes naturais
6	Depósito de tálus, enrocamento exposto	Lavagem com água
7	Planície de maré arenosa exposta, terraço de baixa-mar	Avaliação caso a caso
8	Escarpa de rocha lisa ou não lisa, taludes arenosos e enrocamentos abrigados	Limpeza natural, bombeamento a vácuo, remoção manual, absorventes naturais, lavagem sem pressão
9	Planície de maré arenosa/lamosa abrigada e áreas úmidas costeiras não vegetadas	Limpeza natural
10	Deltas, barras de rio vegetadas e manguezais	Remoção natural extremamente lenta

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Garantir que as operações de limpeza sejam rápidas e eficazes, com mínima interferência ambiental;
- Designar, em conjunto com a Segurança do Trabalho, a área de instalação do corredor de descontaminação (zona morna), caso haja risco de contaminação de EPIs;
- Orientar as equipes para remover apenas óleo e materiais contaminados;

- Definir áreas de armazenamento temporário, devidamente sinalizadas;
- Coordenar a coleta e o controle de resíduos;
- Conduzir inspeções terrestres para verificar possíveis impactos sobre a fauna.

AÇÕES DO GRUPO DE RESPOSTA

- Executar as orientações repassadas pelo Gerente de Projeto e Segurança do Trabalho;
- Separar materiais contaminados e não contaminados, garantindo identificação e armazenamento adequado ao final de cada jornada;
- Utilizar o corredor de descontaminação para higienização ou descarte de EPIs impregnados;
- Em praias, empregar pás, carrinhos de mão e sacos para remoção de areia contaminada;
- Aplicar mantas absorventes ou turfa em poças de óleo durante a maré baixa, evitando escavações desnecessárias;
- Utilizar mantas absorventes também para limpeza de equipamentos, acondicionando o material junto aos resíduos contaminados.

6.5.11 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

As operações de resposta a emergências envolvendo derramamento de óleo resultam na geração de diferentes tipos de resíduos, que devem ser devidamente coletados, acondicionados, transportados, classificados, descontaminados e destinados de forma ambientalmente adequada, em conformidade com as normas vigentes e com as diretrizes do Programa de Gerenciamento de Resíduos da obra.

Entre os resíduos passíveis de geração destacam-se:

- produto recolhido (óleo livre ou emulsificado);
- solo contaminado;
- materiais e equipamentos contaminados, incluindo EPIs;

- substâncias químicas utilizadas nas operações;
- demais resíduos oriundos das atividades de combate e limpeza.

Após o recolhimento, os resíduos deverão ser encaminhados a áreas previamente definidas para armazenamento temporário, devendo estas atender, no mínimo, aos seguintes critérios:

- possuir área compatível com o volume de resíduos previsto;
- estar localizada, preferencialmente, próxima ao local do incidente, garantindo fácil acesso;
- dispor de piso impermeabilizado ou proteção por mantas absorventes/lonas plásticas, de modo a evitar nova contaminação;
- ser devidamente sinalizada e isolada para impedir acesso não autorizado.

Procedimentos específicos por tipo de resíduo

- **Produto recolhido (óleo e água oleosa):** deve ser acondicionado em tambores, bombonas, caminhões-tanque ou tanques de armazenamento provisório, até seu encaminhamento para destinação final em empresa licenciada.
- **Solo contaminado:** deve ser retirado, acondicionado em recipientes apropriados e armazenado em local autorizado, para posterior tratamento ou disposição final em áreas licenciadas pelo órgão ambiental competente.
- **Materiais e equipamentos contaminados (incluindo EPIs):** devem ser separados, identificados e, quando possível, submetidos a processos de descontaminação. Quando a descontaminação não for viável, devem ser encaminhados como resíduos contaminados para destinação adequada.
- **Substâncias químicas utilizadas:** restos de dispersantes, solventes ou outros insumos empregados no combate deverão ser segregados, acondicionados e destinados conforme legislação ambiental aplicável.
- **Turfas adsorventes e barreiras absorventes contaminadas:** devem ser recolhidas e acondicionadas em bombonas plásticas adequadas (ex.: polietileno), preferencialmente destinadas à incineração em empresas especializadas.

As barreiras flutuantes e demais equipamentos contaminados deverão ser encaminhados ao lavador de veículos do empreendimento, o qual deve estar equipado com separador água-óleo e sistema de tratamento para o efluente gerado, evitando a dispersão secundária de contaminantes.

O transporte dos resíduos até instalações licenciadas deve ser realizado por empresas autorizadas, obedecendo às normas de segurança e transporte de produtos perigosos. A destinação final será definida conforme a natureza de cada resíduo, devendo ocorrer exclusivamente em áreas previamente autorizadas pelo órgão ambiental competente. Todos os resíduos coletados deverão ser devidamente identificados e registrados em planilhas ou sistemas de controle, especificando origem, tipo, volume e forma de destinação, garantindo rastreabilidade e conformidade legal.

6.5.12 PROCEDIMENTOS PARA DESLOCAMENTO DOS RECURSOS

Nos cenários de derramamento de óleo cujos volumes ultrapassem a capacidade de resposta interna, o Gerente de Projeto deverá acionar imediatamente uma empresa especializada neste tipo de situação. A partir da chegada da equipe contratada, a coordenação do Plano de Emergências será transferida ao gestor terceirizado, responsável pela administração das ações e pela adoção dos procedimentos técnicos adequados ao cenário emergencial.

Para cenários de menor porte, a resposta será conduzida pela própria equipe interna de colaboradores, devidamente treinada, utilizando os recursos já disponíveis em estoque, dispensando, portanto, o deslocamento de recursos externos. Os recursos necessários para o combate à emergência envolvendo óleo estão organizados nas seguintes categorias:

- Veículos para transporte de equipamentos, materiais e resíduos;
- Máquinas e embarcações de apoio;
- Equipamentos e materiais de contenção, recolhimento e acondicionamento de resíduos (líquidos e sólidos);
- Materiais para limpeza de áreas contaminadas;
- Recipientes e kits de equipamentos para combate à emergência;
- Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Veículos para transporte de pessoas e suprimentos (alimentação e água).

AÇÕES DO GERENTE DE PROJETO

- Garantir que os recursos materiais e equipamentos estejam permanentemente em prontidão e armazenados em locais de fácil acesso;
- Assegurar a disponibilidade de contêineres com equipamentos e materiais destinados ao combate a emergências;
- Coordenar o deslocamento de recursos materiais, humanos e equipamentos, considerando as estratégias operacionais definidas e os prazos de atendimento;
- Garantir o fornecimento de alimentação e água à Estrutura Organizacional de Resposta;
- Providenciar transporte de recursos, pessoal e equipamentos para as áreas atingidas, bem como infraestrutura de apoio para a equipe de resposta;
- Contratar, de forma direta ou indireta, recursos adicionais para transporte rodoviário, marítimo ou aéreo, conforme necessário;
- Contratar, de forma direta ou indireta, recursos complementares para execução das ações de combate ao vazamento;
- Definir locais apropriados em campo para armazenamento temporário de recursos adicionais, assegurando o devido isolamento e segurança dessas áreas;
- Verificar a entrega e disponibilização dos recursos solicitados nos locais previamente definidos;
- Registrar e controlar todas as solicitações de recursos, através do Registro de Atendimento à Emergência (RAE).

6.5.13 PROCEDIMENTOS PARA REGISTRO DAS AÇÕES DE RESPOSTA

O registro adequado e sistemático das ações de resposta é fundamental para garantir a rastreabilidade das atividades executadas, subsidiar a avaliação de eficácia do Plano de Emergência e embasar a elaboração do relatório final do evento. Imediatamente após a ocorrência do incidente, o Gerente de Projeto deverá assegurar que todos os procedimentos adotados sejam devidamente documentados, incluindo:

- Registro da comunicação inicial do incidente e das medidas imediatas adotadas;

- Descrição detalhada das atividades de contenção, recolhimento, transporte e destinação dos resíduos;
- Identificação dos recursos materiais, humanos e logísticos mobilizados;
- Registros fotográficos e audiovisuais das áreas atingidas, das ações realizadas e da evolução do atendimento;
- Relatórios de inspeções preliminares e de monitoramento das áreas impactadas;
- Fichas técnicas e demais documentos utilizados durante o atendimento.

Após a finalização das atividades emergenciais, todos os integrantes da Estrutura Organizacional de Resposta deverão preencher o formulário de Registro de Atendimento à Emergência (RAE) conforme exemplo de modelo no Quadro 14 do item 6.2, descrevendo suas atividades e ações desempenhadas ao longo do processo de resposta, incluindo registros escritos e fotográficos.

Esse material servirá de base para a elaboração do **Relatório Final do Incidente**, o qual deverá conter:

- Análise crítica da resposta adotada;
- Lições aprendidas;
- Pontos de melhoria para atualização do Plano de Emergência;
- Recomendações para prevenir reincidências.

Esse procedimento garante a transparência e a melhoria contínua do sistema de resposta, além de atender às exigências legais e às melhores práticas de gestão ambiental e de segurança.

6.5.14 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES RELEVANTES

A obtenção e atualização contínua de informações são etapas fundamentais para a definição das estratégias de resposta a incidentes com derramamento de óleo, garantindo maior eficiência no combate e suporte à elaboração de relatórios técnicos e legais. O Oficial de Segurança do Trabalho, indicado pelo Gerente de Projeto, será o responsável por centralizar, organizar e manter permanentemente atualizados os dados e informações relevantes, incluindo contatos de emergência, parâmetros ambientais e registros técnicos.

Durante um incidente, deverão ser obtidas e atualizadas, no mínimo, as seguintes informações:

- **Condições ambientais:**
    - Informações hidrográficas, hidrodinâmicas, meteorológicas e oceanográficas;
    - Dados de marés (altura, período e fase), direção e velocidade de correntes, direção e intensidade dos ventos;
    - Condições climáticas em tempo real, incluindo precipitação e visibilidade.
- **Descrição do impacto**:
    - Grau de intemperização do óleo (evaporação, dispersão, emulsificação etc.);
    - Infiltração no solo e aderência em superfícies ou estruturas;
    - Áreas e ecossistemas atingidos (praias, costões, estuários etc.);
    - Situação da fauna e flora afetadas, indicando espécies mais vulneráveis;
    - Condição de vítimas ou pessoas expostas;
    - Quantidade estimada de óleo ou produto perigoso envolvido no incidente.
- **Monitoramento da qualidade do ar:**
    - Avaliação periódica da presença de vapores e gases;
    - Verificação de explosividade e riscos associados à inflamabilidade.

As informações sobre as condições das marés serão obtidas junto à Marinha do Brasil, através do centro de hidrografia (DHN) ou através de boias de monitoramento próximas ao local com envio de dados em tempo real. As informações sobre as condições meteorológicas e climáticas serão obtidas por meio dos seguintes órgãos:

- EPAGRI – Empresa de Pesquisas Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina;
- UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí, laboratório de Climatologia;
- CHM - Centro de Hidrografia da Marinha;
- CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

Deverão estar permanentemente atualizadas e disponíveis para toda a equipe de resposta:

- Telefones de todos os responsáveis internos ligados ao Plano de Emergência;

- Contatos do IBAMA e demais órgãos ambientais competentes;
- Delegacia da Capitania dos Portos;
- Praticagem e empresas de rebocadores;
- Prestadoras de serviços especializados;
- Órgãos e unidades de saúde (principais hospitais e centrais de emergência).

7. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES

A conformidade das medidas preventivas e de controle será acompanhada de forma contínua, por meio de inspeções realizadas ao longo da instalação da obra. O objetivo é monitorar preventivamente os riscos identificados, avaliar a eficácia das ações implementadas e assegurar que os procedimentos adotados estejam em conformidade com os requisitos legais e ambientais vigentes.

7.1 CRITÉRIOS PARA ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES DE COMBATE A EMERGÊNCIA

A decisão de encerrar as operações de resposta a uma emergência é de competência exclusiva do Gerente de Projeto. Para que o encerramento seja autorizado, devem ser atendidos os seguintes requisitos:

- Confirmação pelas equipes de resposta de que todas as ações previstas no Plano de Emergência Individual foram devidamente executadas;
- Anuência do órgão ambiental competente, formalizando o encerramento das atividades de resposta.

Em determinadas situações, ainda que as ações de resposta sejam concluídas, pode ser necessário manter atividades de monitoramento ambiental por um período adicional, a fim de acompanhar a recuperação da área impactada. O escopo e a duração dessas atividades serão definidos em conjunto com o órgão ambiental.

7.2 PROCEDIMENTOS PARA DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS EMPREGADOS NAS OPERAÇÕES DE COMBATE A EMERGÊNCIA

Após a decisão de encerramento, o Gerente de Projeto deverá coordenar a desmobilização dos recursos empregados, observando os seguintes procedimentos:

- Identificar os equipamentos que necessitam de **descontaminação** (lavagem, limpeza ou tratamento específico), assegurando que sejam realizados em local adequado e licenciado;
- Orientar as equipes quanto ao processo de **retirada e armazenamento** dos materiais utilizados;
- Garantir o **retorno gradual às atividades normais da obra**, restabelecendo a rotina operacional com segurança;
- Assegurar que os **resíduos gerados** durante o atendimento à emergência sejam devidamente identificados, acondicionados e armazenados em local apropriado;
- Solicitar, quando necessário, as **autorizações junto ao órgão ambiental** para destinação final dos resíduos, em consonância com o **Programa de Gerenciamento de Resíduos** da obra.

7.3 PROCEDIMENTOS PARA DEFINIÇÃO DE AÇÕES SUPLEMENTARES

O encerramento das operações de resposta deve ser seguido por um processo de avaliação crítica do desempenho do PEI, conduzido pelo Gerente de Projeto em conjunto com a Estrutura Organizacional de Resposta. As etapas incluem:

- Formação de um grupo de avaliação, composto por integrantes da EOR, para analisar a eficiência das ações executadas;
- Elaboração de um Relatório Final do Incidente, com registro das lições aprendidas, oportunidades de melhoria e recomendações para atualização do PEI;

O Gerente de Projeto, em conjunto com os Técnicos de Segurança, deverá elaborar esse relatório detalhado com análise crítica do desempenho do plano. O documento deverá ser protocolado junto ao órgão ambiental competente em até 30 (trinta) dias após o encerramento das operações.

8. PROGRAMA DE TREINAMENTO

O Programa de Treinamento tem como finalidade capacitar todos os colaboradores envolvidos nas obras de Alimentação da Praia de Meia Praia para atuarem de forma preventiva e corretiva diante de incidentes

de poluição por óleo. Busca-se, ainda, promover a conscientização ambiental e a adoção de boas práticas operacionais que minimizem riscos e impactos ambientais.

8.1 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

O treinamento poderá ser incorporado a um dos programas ambientais do PBA, garantindo que todos os trabalhadores recebam orientações iniciais antes do início de suas atividades. Entre os temas a serem tratados durante os treinamentos, destacam-se:

- Aspectos e impactos ambientais relevantes associados às atividades da obra;
- Procedimentos de gestão de resíduos (segregação, coleta, armazenamento e descarte);
- Estratégias de minimização de geração de resíduos;
- Práticas de gerenciamento de substâncias químicas perigosas;
- Protocolos de prevenção e resposta a derramamentos de óleo.

Além disso, em treinamentos específicos voltados à resposta emergencial, poderão ser abordados:

- Tipos de equipamentos de contenção e recuperação de óleo;
- Métodos de aplicação e limitações do uso de dispersantes;
- Procedimentos de limpeza em áreas costeiras;
- Técnicas de armazenamento temporário, transporte e destinação de resíduos oleosos;
- Cuidados com a segurança ocupacional durante as operações de resposta.

8.2 EXERCÍCIOS PRÁTICOS E SIMULAÇÕES

Com frequência definida pelo Gerente de Projeto, serão realizados diálogos de segurança relacionados às atividades críticas e, quando aplicável, exercícios simulados de derramamento de óleo, com o objetivo de:

- Testar a prontidão das equipes;
- Avaliar a eficiência dos procedimentos previstos no Plano de Emergência Individual;
- Promover a melhoria contínua a partir das lições aprendidas.

8.3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que, ao final dos treinamentos, todos os colaboradores estejam aptos a:

- Reconhecer situações de risco relacionadas a derramamentos de óleo;
- Aplicar corretamente os procedimentos de prevenção e resposta;
- Operar equipamentos básicos de contenção e recolhimento;
- Adotar práticas de trabalho que contribuam para a proteção ambiental e a segurança coletiva.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2007. Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima de Santos.

LOPES, Carlos Ferreira; MILANELLI, João Carlos Carvalho; POFFO, Iris Regina Fernandes. *Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007. 120 p. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/wp- content/ uploads/sites/22/ 2013/12/ambientes-costeiros.pdf >. Acesso em: setembro de 2025.

10. ANEXOS

Anexo 1. Anotações de Responsabilidade Técnica.

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2025 **10053285-3**
Inicial
Equipe - ART Principal

1. Responsável Técnico

FRANCISCO CARUSO GOMES JUNIOR
Título Profissional: Geólogo
RNP: 2503549063
Registro: 026850-0-SC

Empresa Contratada: CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS E ENG
Registro: 048059-8-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: Avenida Nereu Ramos
Nº: 134
Complemento:
Bairro: Centro
Cidade: ITAPEMA
UF: SC
CEP: 88220-000
Valor: R$ 347.409,46
Ação Institucional:
Contrato: 044/2025
Celebrado em: 23/05/2025
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: RUA DOM JAIME CAMARA
Nº: 170
Complemento:
Bairro: CENTRO
Cidade: FLORIANOPOLIS
UF: SC
CEP: 88015-120
Data de Início: 23/05/2025
Previsão de Término: 03/01/2026
Coordenadas Geográficas:
Finalidade:
Código:

4. Atividade Técnica

Estudo
Coordenação de Serviços
Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)

Coordenação — Projeto
Dragagem
Dimensão do Trabalho: 482.000,00 Metro(s) Cúbico(s)

Coordenação — Análise
Solos
Dimensão do Trabalho: 25,00 Unidade(s)

Coordenação — Amostragem
Solos
Dimensão do Trabalho: 25,00 Unidade(s)

Coordenação
Hidrologia - Modelagem hidrológica
Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)

5. Observações

Coordenador da consultoria em engenharia costeira e ambiental para licenciamento da obra de alargamento da orla de Meia Praia/Itapema, com PEI, modelagem e programas ambientais.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 271,47 | Data Vencimento: 18/08/2025 | Registrada em: 07/08/2025
Valor Pago: R$ 271,47 | Data Pagamento: 08/08/2025 | Nosso Número: 14002504000360777

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.
FLORIANOPOLIS - SC, 07 de Agosto de 2025

FRANCISCO CARUSO GOMES JUNIOR:54364051772
Assinado de forma digital por FRANCISCO CARUSO GOMES JUNIOR:54364051772
Dados: 2025.08.20 10:56:56 -03'00'

FRANCISCO CARUSO GOMES JUNIOR
543.640.517-72

gov.br
Documento assinado digitalmente
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 29/08/2025 12:34:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 9ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2025/07095**

CONTRATADO

2.Nome: CAROLINA CLAUDINO DOS SANTOS		3.Registro no CRBio: 063918/09-D	
4.CPF: 052.229.519-36	5.E-mail: carolina.claudino@carusojrea.com.br		6.Tel: (47)3207-1412
7.End.: JORNALISTA MANOEL DE MENEZES 1750		8.Compl.: CASA 05	
9.Bairro: BARRA DA LAGOA	10.Cidade: FLORIANOPOLIS	11.UF: SC	12.CEP: 88061-701

CONTRATANTE

13.Nome: PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 82.572.207/0001-03	
16.End.: AVENIDA NEREU RAMOS 134		
17.Compl.:	18.Bairro: CENTRO	19.Cidade: ITAPEMA
20.UF: SC / 21.CEP: 88220-000	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;

24.Identificação : COORDENAÇÃO TÉCNICA DA CONSULTORIA EM ENGENHARIA COSTEIRA E AMBIENTAL PARA LICENCIAMENTO DA OBRA DE ALARGAMENTO DA ORLA DE MEIA PRAIA, ITAPEMA/SC.

25.Município de Realização do Trabalho: ITAPEMA	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: GEÓLOGO, OCEANÓGRAFO, ENGENHEIRO COSTEIRO, GEÓGRAFO
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Oceanografia; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO TÉCNICA DA CONSULTORIA EM ENGENHARIA COSTEIRA E AMBIENTAL PARA LICENCIAMENTO DA OBRA DE ALARGAMENTO DA ORLA DE MEIA PRAIA, ITAPEMA/SC, COM PEI, MODELAGEM AMBIENTAL E PROGRAMAS AMBIENTAIS. PROGRAMAS ELABORADOS: PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM (SUBPROGRAMA DE CONTROLE AMBIENTAL DA ATIVIDADE DE DRAGAGEM E SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DISPERSÃO DA PLUMA DE SEDIMENTOS) E PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO DA HIDRODINÂMICA DA JAZIDA.

32.Valor: R$ 10.000,00	33.Total de horas: 240	34.Início: MAI/2025	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:

Assinatura do Profissional

Documento assinado digitalmente
gov.br CAROLINA CLAUDINO DOS SANTOS
Data: 28/08/2025 15:57:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Data:

Assinatura e Carimbo do Contratante

Documento assinado digitalmente
gov.br ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 29/08/2025 12:34:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

37. LOGO DO CRBio

CRBio-09

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /

Data: / /

Assinatura do Profissional

Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 5838.7720.8034.8661

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio09.org.br

DHT | Declaração de Habilitação Técnica

A Associação Brasileira de Oceanografia – AOCEANO, pessoa jurídica de direito privado inscrita no CNPJ sob nº 90.221.151/0001-62, com sede à Avenida Rui Barbosa, 372, Sala 04, Bairro Praia dos Amores, Balneário Camboriú (SC), no uso de suas atribuições legais, especialmente conforme estabelecem as alíneas "a", "b", "c" e "d" do artigo 2º do seu Estatuto Social, e ainda, com fundamento na Lei 11.760 de 31 de julho de 2008, que dispõe sobre a regulamentação do exercício da profissão de Oceanógrafo, assim como as Diretrizes Curriculares Nacionais estabelecidas pela Resolução nº 02 de 12 de julho de 2018, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação/MEC, que relacionam as habilidades e competências do profissional Oceanógrafo(a)/Oceanólogo(a), bem como no artigo 5º, XIII, da Constituição da República de 1988, que garante o livre exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, uma vez atendida as qualificações profissionais que a lei estabelecer, e, mesmo sendo dispensável qualquer exigência além do dispositivo constitucional em apreço,

DECLARA QUE:

Dayane Dall'Ago Conejo e Silva, inscrita na Associação Brasileira de Oceanografia- AOCEANO, sob o nº 2135, portadora do diploma de graduação de Oceanografia, expedido pela Universidade do Vale do Itajaí, concluído no ano de 2011, está devidamente habilitada para o exercício regular da Oceanografia, nos termos da Lei nº 11.760, de 31 de julho de 2008.

Declara também que a profissional acima qualificada é a gerente do projeto, através da empresa CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS & ENGENHARIA LTDA inscrita no CNPJ sob o nº 02.550.302/0001-69, do serviço de **consultoria em engenharia costeira e ambiental para licenciamento da obra de alargamento da orla de Meia Praia/Itapema, com elaboração de PEI (Plano de Emergência Individual), modelagem ambiental e programas ambientais; e elaboração dos seguintes programas: Programa de Monitoramento da Atividade de Dragagem (Subprograma de Controle Ambiental da Atividade de Dragagem e Subprograma de Monitoramento da Dispersão da Pluma de Sedimentos) e Programa de Acompanhamento da Hidrodinâmica da Jazida, Itapema, SC**, trabalho previsto para ser realizado no período entre 23/5/2025 e 3/1/2026 tendo como contratante a empresa PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA, inscrita no CNPJ sob o nº 82.572.207/0001-03.

Balneário Camboriú (SC), 29 de agosto de 2025.

gov.br Documento assinado digitalmente
DAYANE DALL AGO CONEJO E SILVA
Data: 29/08/2025 11:24:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 29/08/2025 12:36:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

[ASSINADO DIGITALMENTE]

AOCEANO
90.221.151/0001-62
CNPJ

Dayane Dall'Ago Conejo e Silva
066.646.839-70
CPF

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEMA
82.572.207/0001-03
CNPJ

- Em conformidade com a MP 2.200-2 e Lei n° 14.063/20, este documento foi assinado digitalmente pela AOCEANO através de certificação digital.
- As demais assinaturas e a guarda do documento são de responsabilidade do profissional.
- A validação das assinaturas eletrônicas pode ser realizada no site: https://validar.iti.gov.br

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2025 **10071863-5**
Inicial
Equipe - ART 10053285-3

1. Responsável Técnico

ANA CAROLINA MASSULINI ACOSTA
Título Profissional: Geóloga
RNP: 2520618566
Registro: 186181-5-SC

Empresa Contratada: CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS E ENG
Registro: 048059-8-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: Avenida Nereu Ramos
Nº: 134
Complemento:
Bairro: Centro
Cidade: ITAPEMA
UF: SC
CEP: 88220-000
Valor: R$ 347.409,46
Ação Institucional:
Contrato: 044/2025
Celebrado em: 23/05/2025
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: RUA DOM JAIME CAMARA
Nº: 170
Complemento:
Bairro: CENTRO
Cidade: FLORIANOPOLIS
UF: SC
CEP: 88015-120
Data de Início: 23/05/2025
Previsão de Término: 03/01/2026
Coordenadas Geográficas:
Finalidade:
Código:

4. Atividade Técnica

Análise	Projeto			
Dragagem		Dimensão do Trabalho:	482.000,00	Metro(s) Cúbico(s)
Planejamento	Do Monitoram. Ambiental			
Dragagem		Dimensão do Trabalho:	482.000,00	Metro(s) Cúbico(s)
Análise				
Solos		Dimensão do Trabalho:	25,00	Unidade(s)
Coordenação	Amostragem			
Solos		Dimensão do Trabalho:	25,00	Unidade(s)
Análise	Projeto			
Hidrologia - Modelagem hidrológica		Dimensão do Trabalho:	1,00	Unidade(s)
Planejamento				
Controle Ambiental em Geologia		Dimensão do Trabalho:	1,00	Unidade(s)

5. Observações

Coordenação técnica da elaboração de estudos de engenharia costeira e ambiental para licenciamento da obra de alargamento da orla de Meia Praia/Itapema, com PEI, modelagem e programas ambientais.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 103,03 | Data Vencimento: 01/09/2025 | Registrada em: 20/08/2025
Valor Pago: R$ 103,03 | Data Pagamento: 22/08/2025 | Nosso Número: 14002504000380586

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.
FLORIANOPOLIS - SC, 20 de Agosto de 2025

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA CAROLINA MASSULINI ACOSTA
Data: 26/08/2025 14:58:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

ANA CAROLINA MASSULINI ACOSTA
423.536.988-16

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 29/08/2025 12:34:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2025 **10055204-3**

Inicial

Equipe - ART 10053285-3

1. Responsável Técnico

LAIS POOL DA SILVA FREITAS

Título Profissional: Eng. Civ. Cost. Port.

RNP: 2521995886

Registro: 203335-8-SC

Empresa Contratada: CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS E ENG

Registro: 048059-8-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Itapema

CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03

Endereço: Avenida Nereu Ramos

Nº: 134

Complemento:

Bairro: Centro

Cidade: ITAPEMA

UF: SC

CEP: 88220-000

Valor: R$ 347.409,46

Ação Institucional:

Contrato: 044/2025 Celebrado em: 23/05/2025 Vinculado à ART:

Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Prefeitura Municipal de Itapema

CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03

Endereço: RUA DOM JAIME CAMARA

Nº: 170

Complemento:

Bairro: CENTRO

Cidade: FLORIANOPOLIS

UF: SC

CEP: 88015-120

Data de Início: 23/05/2025 Previsão de Término: 03/01/2026 Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

4. Atividade Técnica

Projeto

Dragagem

Dimensão do Trabalho: 482.000,00 Metro(s) Cúbico(s)

Levantamento Diagnóstico Ambiental

Solos

Dimensão do Trabalho: 25,00 Unidade(s)

Estudo Análise

Modelagem hidrodinâmica em ambiente aquático

Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)

Planejamento Do Monitoram. Ambiental

Dragagem

Dimensão do Trabalho: 482.000,00 Metro(s) Cúbico(s)

Planejamento Do Monitoram. Ambiental

Aterro hidraulico

Dimensão do Trabalho: 482.000,00 Metro(s) Cúbico(s)

Planejamento

Controle ambiental

Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)

5. Observações

Coordenador da consultoria em engenharia costeira e ambiental para licenciamento da obra de alargamento da orla de Meia Praia/Itapema, com PEI, modelagem e programas ambientais.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA

Valor ART: R$ 103,03 | Data Vencimento: 18/08/2025 | Registrada em: 08/08/2025
Valor Pago: R$ 103,03 | Data Pagamento: 12/08/2025 | Nosso Número: 14002504000362753

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 08 de Agosto de 2025

Documento assinado digitalmente

gov.br **LAIS POOL DA SILVA FREITAS**
Data: 19/08/2025 17:40:11-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

LAIS POOL DA SILVA FREITAS
034.483.070-50

Documento assinado digitalmente

gov.br **ANA MARIA MOTTER PEREIRA**
Data: 29/08/2025 12:34:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2025 **10083244-8**
Inicial
Equipe - ART 10053285-3

1. Responsável Técnico

PEDRO HENRIQUE MACHADO PORATH
Título Profissional: Geógrafo
RNP: 2512878554
Registro: 125447-2-SC

Empresa Contratada: CARUSO JR. ESTUDOS AMBIENTAIS E ENG
Registro: 048059-8-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: Avenida Nereu Ramos
Nº: 134
Complemento:
Bairro: Centro
Cidade: ITAPEMA
UF: SC
CEP: 88220-000
Valor: R$ 347.409,46
Ação Institucional:
Contrato: 044/2025
Celebrado em: 23/05/2025
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Prefeitura Municipal de Itapema
CPF/CNPJ: 82.572.207/0001-03
Endereço: RUA DOM JAIME CAMARA
Nº: 170
Complemento:
Bairro: CENTRO
Cidade: FLORIANOPOLIS
UF: SC
CEP: 88015-120
Data de Início: 23/05/2025
Previsão de Término: 03/01/2026
Coordenadas Geográficas:
Finalidade:
Código:

4. Atividade Técnica

Coordenação	Execução	Análise	Estudo

Geoprocessamento

Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)

Elaboração	Estudo	Análise

Sistema de informações geográficas - SIG

Dimensão do Trabalho: 1,00 Unidade(s)



5. Observações

Coordenador de geoprocessamento para projeto em engenharia costeira e ambiental para licenciamento da obra de alargamento da orla de Meia Praia/Itapema, com PEI, modelagem e programas ambientais.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA

Valor ART: R$ 103,03 | Data Vencimento: 08/09/2025 | Registrada em: 27/08/2025
Valor Pago: R$ 103,03 | Data Pagamento: 27/08/2025 | Nosso Número: 14002504000392697

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 27 de Agosto de 2025

Documento assinado digitalmente
gov.br
PEDRO HENRIQUE MACHADO PORATH
Data: 29/08/2025 07:41:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PEDRO HENRIQUE MACHADO PORATH
052.789.429-08

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 29/08/2025 12:36:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Anexo 2. Relatório de modelagem de dispersão de óleo.

CONTROLE DE REVISÕES

TE: TIPO DE EMISSÃO

A - PRELIMINAR
B - PARA APROVAÇÃO
C - PARA CONHECIMENTO
D - PARA COTAÇÃO
E - PARA CONSTRUÇÃO
F - CONFORME COMPRADO
G - CONFORME CONSTRUÍDO
H - CANCELADO

REV.	TE	DESCRIÇÃO	ELAB.	VER.	APR.	AUT.	DATA
0	B	EMISSÃO INICIAL	LS	LS	LS	LS	13/08/2025

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA COASTALPORT ENGENHARIA, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DE SUA FINALIDADE.

A IMPRESSÃO OU REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO TORNA A CÓPIA NÃO CONTROLADA.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4
2 DADOS DE ENTRADA 4
2.1 VENTOS 4
2.2 MARÉS 6
2.3 VAZÕES FLUVIOMÉTRICAS 7
3 MODELAGEM NUMÉRICA. 12
3.1 MODELO DELFT3D 13
3.1.1 MODELO HIDRODINÂMICO DELFT3D-FLOW 13
3.2 GRADES NUMÉRICAS E BATIMETRIA 13
3.3 CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO 16
3.4 BASES HIDRODINÂMICAS 17
4 MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO 20
4.1 DADOS DE ENTRADA 23
4.2 PONTOS DE RISCO E VOLUMES 24
4.3 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO SELECIONADO 25
4.4 CRITÉRIO DE PARADA ADOTADO NAS SIMULAÇÕES 25
4.5 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS 26
4.5.1 JAZIDA – VOLUME DE 8 M³ - INVERNO 26
4.5.2 JAZIDA – VOLUME DE 8 M³ - VERÃO 28
4.5.3 JAZIDA – VOLUME DE 200 M³ - INVERNO 30
4.5.4 JAZIDA – VOLUME DE 200 M³ - VERÃO 32
4.5.5 JAZIDA – VOLUME DE 1.400 M³ - INVERNO 34
4.5.6 JAZIDA – VOLUME DE 1.400 M³ - VERÃO 36

4.5.7 PRAIA – VOLUME DE 8 M³ - INVERNO 38
4.5.8 PRAIA – VOLUME DE 8 M³ - VERÃO 40
4.5.9 PRAIA – VOLUME DE 200 M³ - INVERNO 42
4.5.10 PRAIA – VOLUME DE 200 M³ - VERÃO 44
4.5.11 PRAIA – VOLUME DE 1.400 M³ - INVERNO 46
4.5.12 PRAIA – VOLUME DE 1.400 M³ - VERÃO 48
4.6 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS 50
4.6.1 CENÁRIO 1 – JAZIDA – MAIOR ALCANCE 51
4.6.2 CENÁRIO 2 – JAZIDA – TOQUE MAIS RÁPIDO 61
4.6.3 CENÁRIO 3 – PRAIA – MAIOR ALCANCE 68
4.6.4 CENÁRIO 4 – PRAIA – TOQUE MAIS RÁPIDO 77
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 87
6 REFERÊNCIAS 88

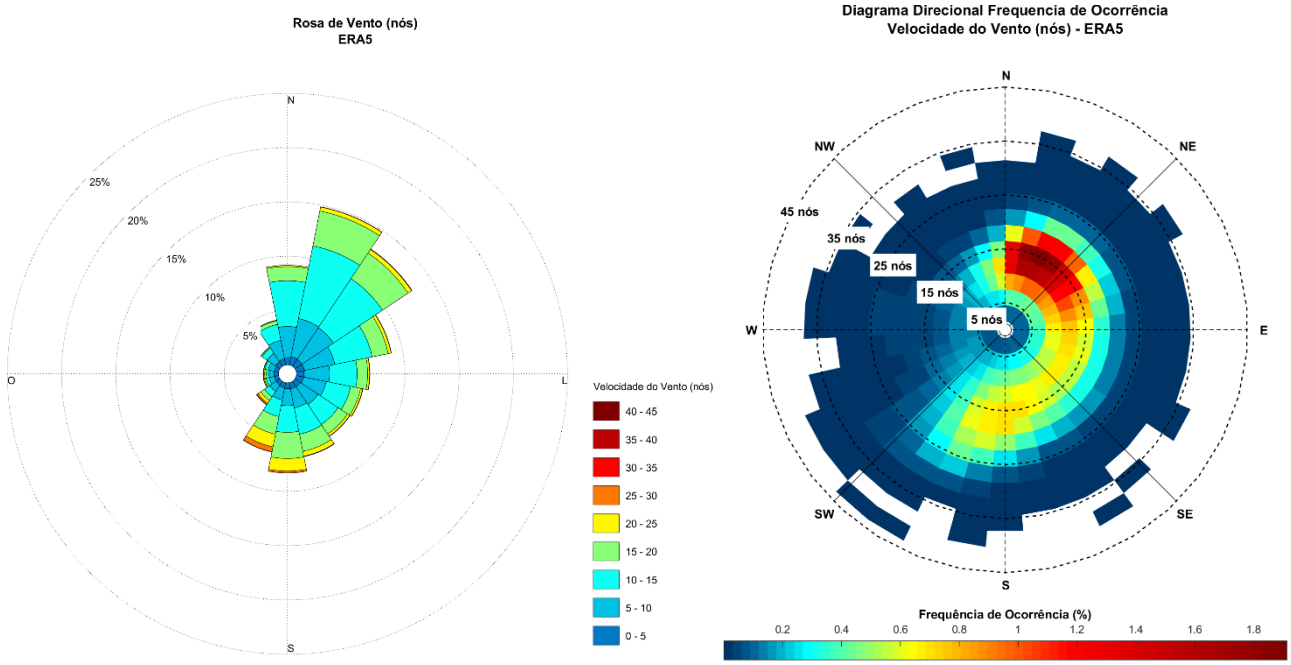
1 INTRODUÇÃO

O presente relatório é parte integrante do escopo do contrato firmado entre a CoastalPort Engenharia LTDA e a Caruso Soluções Ambientais e Tecnológicas, cujo objeto é o fornecimento de serviços técnicos de simulações de dispersão de óleo para cenários acidentais associados à operação de dragagem e disposição de sedimentos para alimentação artificial da praia de Itapema (SC), através de modelagem numérica. Neste relatório são apresentados os métodos aplicados e resultados obtidos com a modelagem numérica para avaliar cenários probabilísticos e determinísticos da dispersão de óleo.

2 DADOS DE ENTRADA

2.1 VENTOS

Foi realizada uma análise do regime de ventos nas cercanias de Florianópolis, com base em dados do modelo de reanálise ERA5 da COPERNICUS/ECMWF. Os dados foram obtidos na coordenada 27,0° S e 47,0° W, para os anos de 1940 a 2023. Os dados foram analisados e são apresentados na Figura 1 na forma de rosas direcionais, diagrama direcional de frequência de ocorrência e curva de probabilidade acumulada de velocidades dos ventos. Na mensais e na Figura 2 na forma de rosas sazonais de ventos. Observa-se que os ventos mais frequentes são do quadrante norte, com incidência em todas as estações do ano, mas principalmente nos meses de verão. Já os ventos mais intensos ocorrem do quadrante sul, sendo mais frequentes nos meses de inverno.



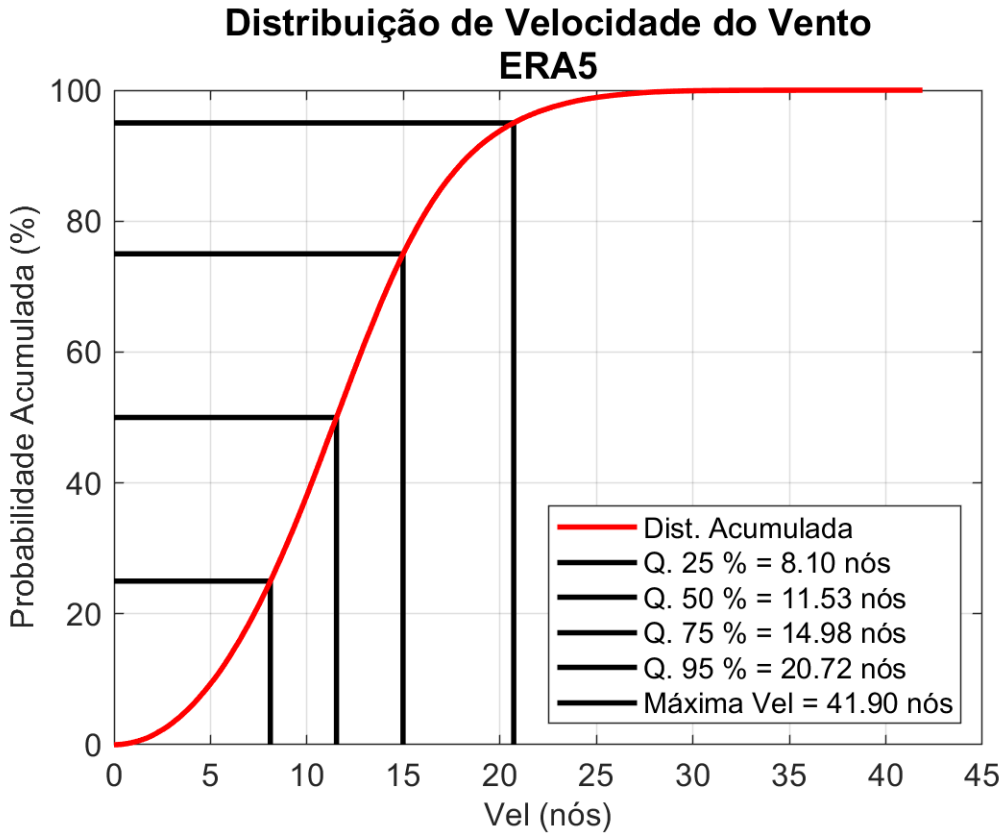


Figura 1: Rosa, diagrama direcional de frequência de ocorrência e curva de probabilidade acumulada de velocidades dos ventos de 1940 a 2023.

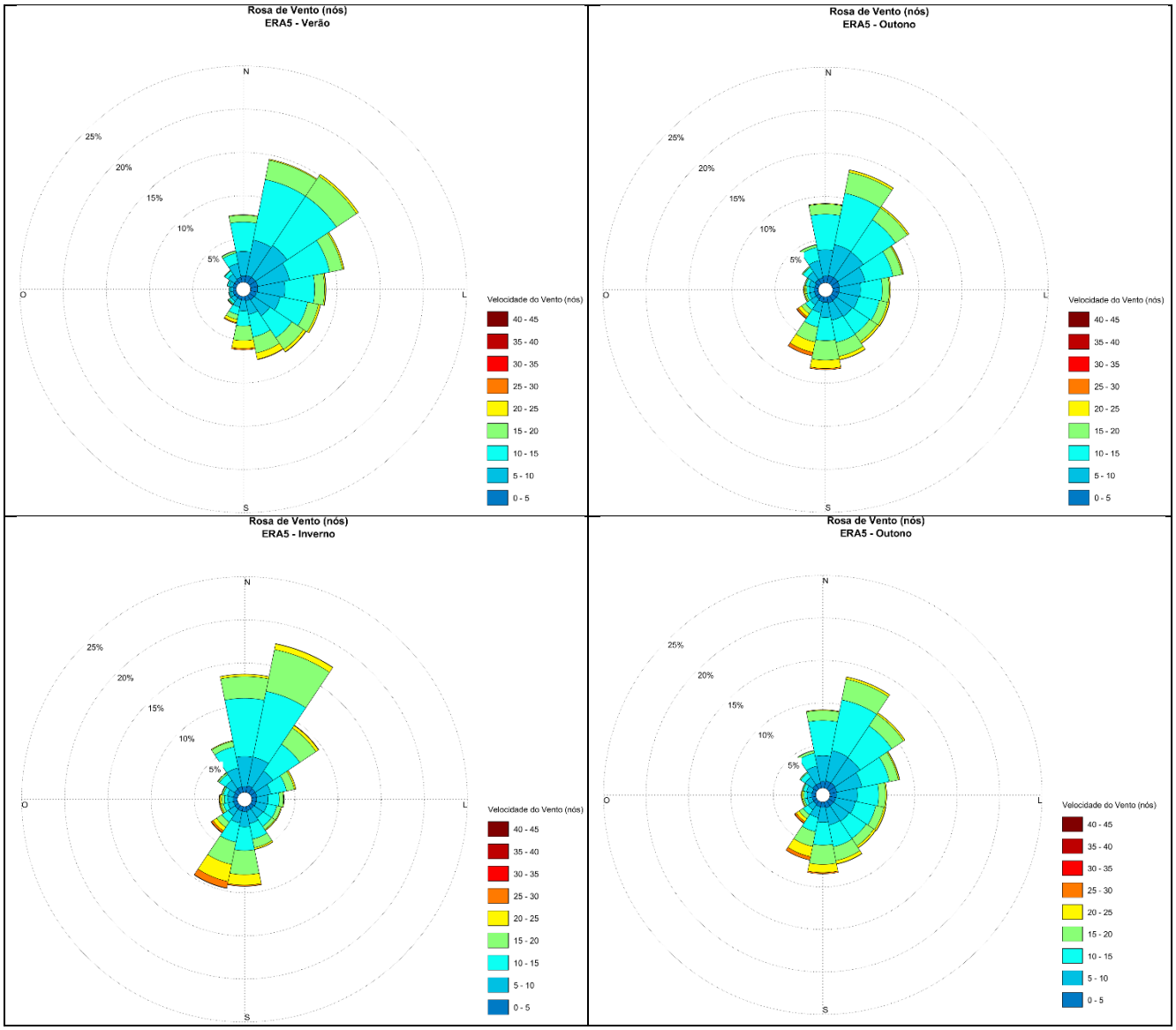


Figura 2: Rosas sazonais de ventos para os anos de 1940-2023.

2.2 MARÉS

As marés da área de estudo são classificadas como micro-marés apresentando amplitudes menores que 2 m. O regime de marés da região é semi-diurno, apresentando duas preamares e duas baixa-mares ao dia. Os dados de marés para forçante do modelo hidrodinâmico foram obtidos do modelo de marés global TPXO 7.2, através da ferramenta TMD, para os limites norte e sul da fronteira *offshore* do modelo numérico. Foram obtidas informações de 8 constituintes harmônicas primarias (M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1 e Q1), 3 constituintes não-lineares (M4, MS4 e MN4) e 2 constituintes de longo período

(Mf e Mm) para dois pontos ao largo do litoral, sendo um (ao Sul) na região do município de Garopaba, em Santa Catarina, e outro (ao Norte) no limite entre os estados do Paraná e São Paulo. Além destes dados de forçante do modelo foram utilizados para gerar séries temporais de nível d'água conforme apresentado na Figura 3.

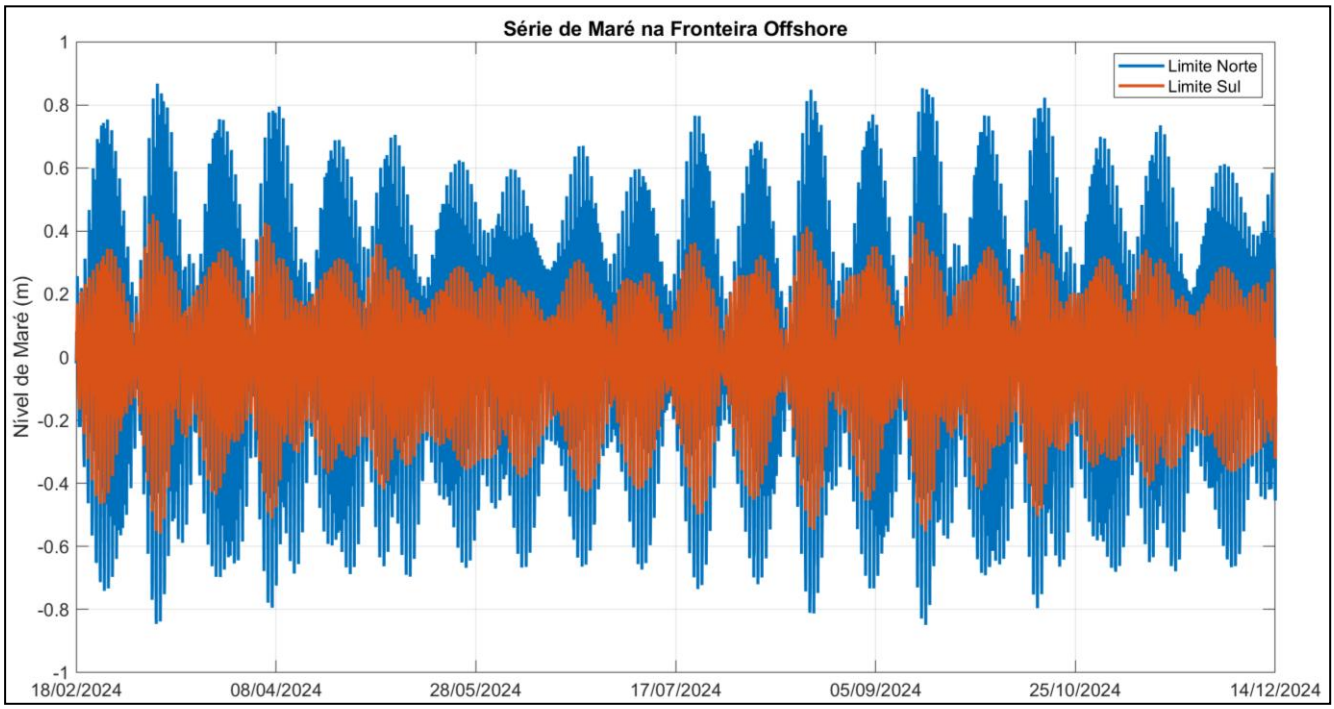


Figura 3: Dados de maré astronômica usados como forçante do modelo

2.3 VAZÕES FLUVIOMÉTRICAS

Para a aplicação de dados de vazão no modelo hidrodinâmico da região, foram primeiramente comparadas séries de vazão do rio Itajaí-Açu provenientes de diferentes fontes: dados da ANA extraídos pelo HIDROWEB para a estação de Blumenau dados monitorados pela UNIVALI numa estação em Indaial, e por fim, com a série de dados extraídos de um modelo, o Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB), apresentado pela primeira vez por Collischonn et al. (2007).

As séries da ANA apresentam dados desde novembro de 2018 à janeiro de 2020. Os dados possuem diversas interrupções, especialmente durante eventos de alta vazão. Muitos dos eventos mais energéticos da série não foram registrados. A série fornecida pela UNIVALI apresenta dados de novembro de 1998 a dezembro de 2015, também com algumas interrupções nas medições. E por fim o MGB, com dados históricos reconstruídos para os anos de 1990 a 2009.

Este modelo opera delimitando unidades de bacias hidrográficas, cada uma contendo ao menos um rio com uma planície de inundação associada e um balanço vertical hidrológico. As combinações do uso do solo e da terra em cada bacia são categorizadas como unidade de resposta hidrológica, com os balanços de água e energia calculados para cada unidade m^3s^{-1} (SIQUEIRA et al., 2018).

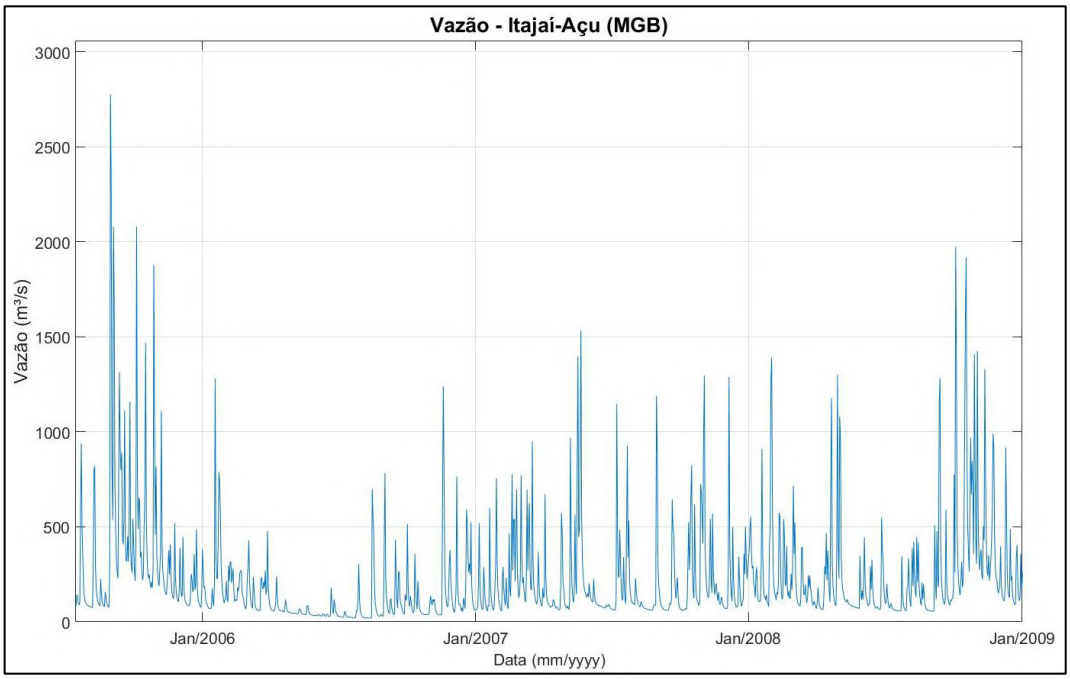


Figura 4: Exemplo de série de vazão do rio Itajaí-Açu (MGB).

A comparação entre os dados é apresentada na Figura 5, Figura 6 e Figura 7. Nos gráficos reconstruídos com as séries temporais da ANA, é notável como a ausência de alguns eventos extremos na série “empurram” a estatística para baixo, subestimando os eventos. Já as distribuições de frequência acumulada das vazões para as séries temporais da UNIVALI e do MGB se mostram bastante similares, com vazões inferiores à 565,71 m^3s^{-1} ocorrendo em 90% do tempo para o MGB e 579,48 m^3s^{-1} para os dados da UNIVALI. Com essas observações foi constatado que o MGB representa bem a vazão da região do estudo, com a vantagem de apresentar uma série temporal mais longa e ininterrupta. Esse mesmo modelo foi utilizado também para a caracterização das vazões do rio Itajaí-Mirim, outro afluente do estuário relevante para os estudos hidrodinâmicos da região (Figura 8).

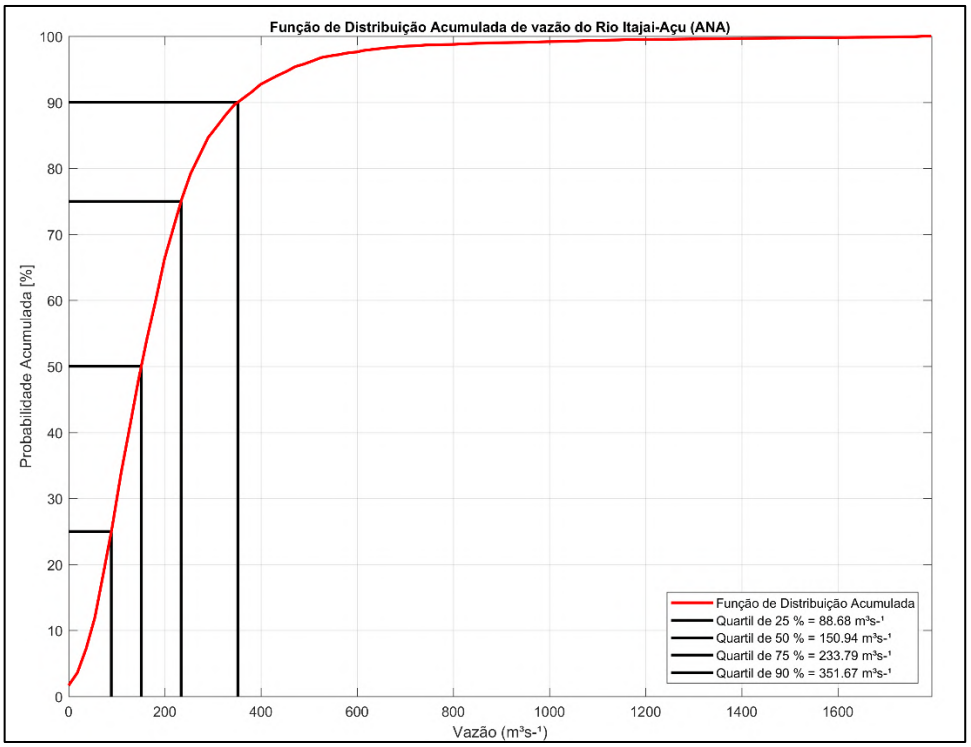


Figura 5. . Curva de distribuição acumulada de vazão do Rio Itajaí-Açu obtida pelos dados da ANA.

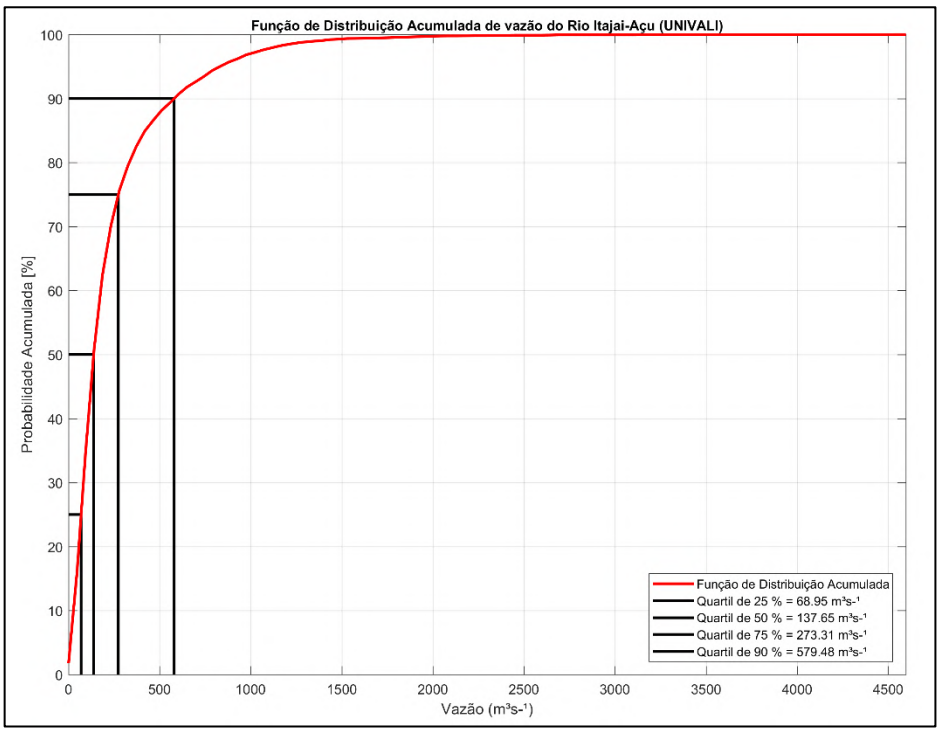


Figura 6. Curva de distribuição acumulada de vazão do Rio Itajaí-Açu obtida pelos dados da UNIVALI.

De acordo com o MGB, a unidade de resposta hidrológica da unidade de bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu mostra que o padrão de descarga do rio possui alta variabilidade ao longo do tempo, com períodos de secas e alguns picos de vazão acima de 1000 m^3s^{-1}. Em 50% do tempo as vazões são de até 109,84 m^3s^{-1} e em 95% do tempo de até 815,98 m^3s^{-1}. Para a unidade de bacia do rio Itajaí-Mirim, a descarga fluvial possui menos força, atingindo vazões extremas de aproximadamente 400 m^3s^{-1}. Em 50% do tempo o rio Itajaí-mirim apresenta vazões inferiores a 20,18 m^3s^{-1} e em 95%, as vazões são de até 136,95 m^3s^{-1}.

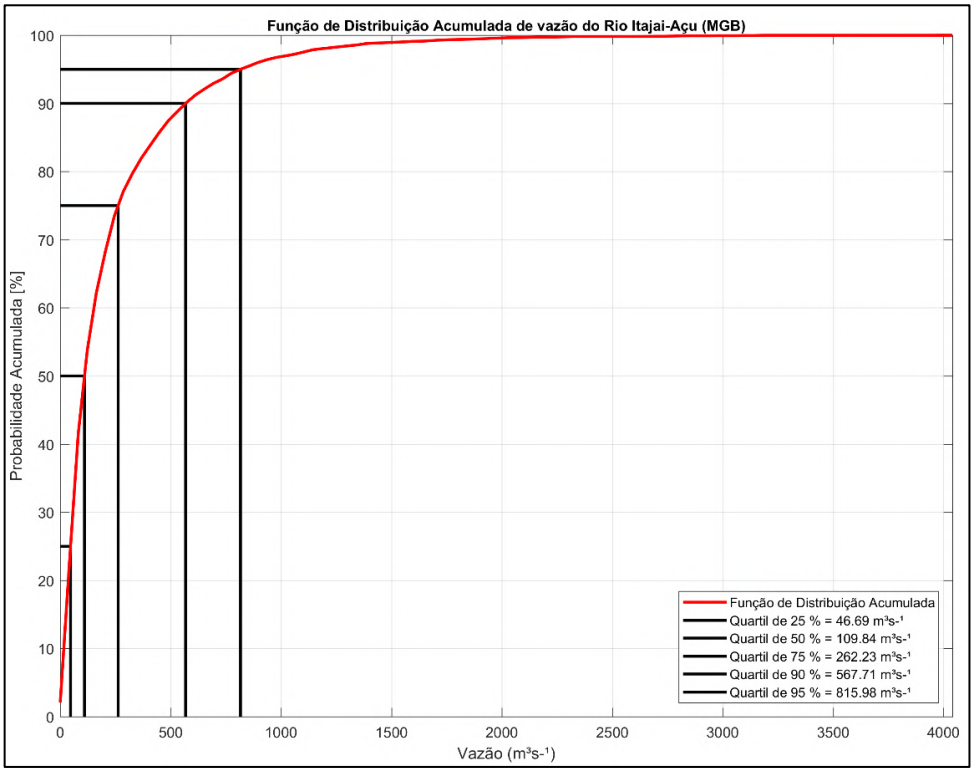


Figura 7. Curva de distribuição acumulada de vazão do io Itajaí-Açu obtida pelo Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB).

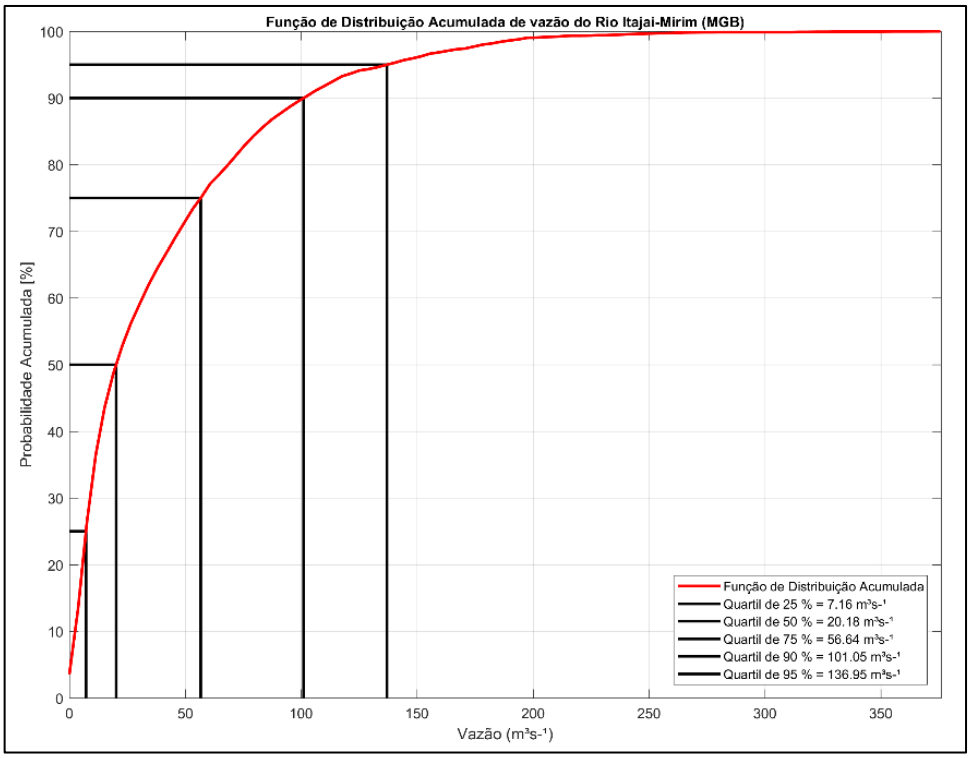


Figura 8. Curva de distribuição acumulada de vazão do rio Itajaí-Mirim obtida pelo Modelo Hidrológico de Grandes Bacias (MGB).

Para subsidiar as simulações hidrodinâmicas de um ano típico foram consideradas séries de vazões médias mensais, considerando a contribuição dos Rios Itajaí Açu e Itajaí Mirim, conforme apresentado na Figura 9.

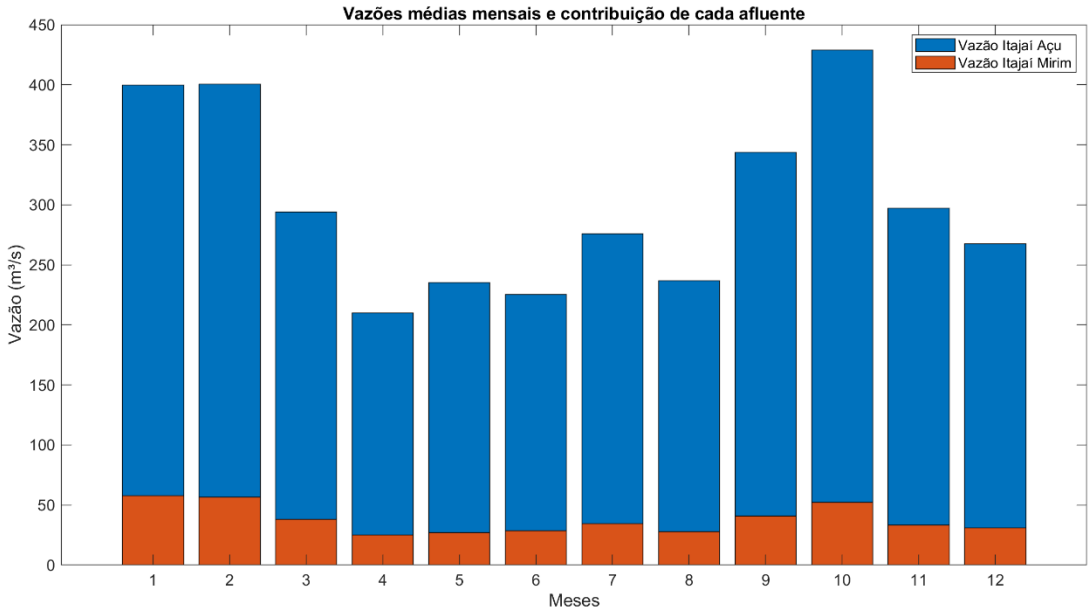


Figura 9: Séries de vazões médias mensais, com representação das contribuições dos rios Itajaí Açu e Itajaí Mirim.

3 MODELAGEM NUMÉRICA.

Para o presente estudo foi utilizado o modelo numérico Delft3D, desenvolvido pela Deltares, em Delft, Holanda. O Delft3D constitui em um avançado sistema de modelos numéricos 2D/3D (duas e três dimensões) que inclui vários módulos para possibilitar a simulação de processos costeiros complexos, tais como geração e propagação ondas, hidrodinâmica, transporte de sedimentos e mudanças da morfologia (erosão e deposição sedimentar, variação da linha de costa).

O modelo se baseia nas equações 3D de águas rasas, equações 3D de difusão-advecção para concentrações em suspensão (suspended transport) e uma equação separada para transporte de fundo (bed-load transport). O modelo é capaz de integrar o transporte de sedimentos e as alterações do fundo, a cada passo de tempo de cálculo, e é altamente recomendado para o desenvolvimento de estudos em ambientes costeiros. Isso porque possibilita o acoplamento direto com o modelo espectral de ondas SWAN, calculando também os processos de interação onda-corrente, além de incorporar uma técnica robusta de cálculo de células inundadas e secas (flood and dry cells). Vários outros processos, tais como fricção do vento e correntes de densidade, também são incluídos na formulação.

3.1 MODELO DELFT3D

3.1.1 MODELO HIDRODINÂMICO DELFT3D-FLOW

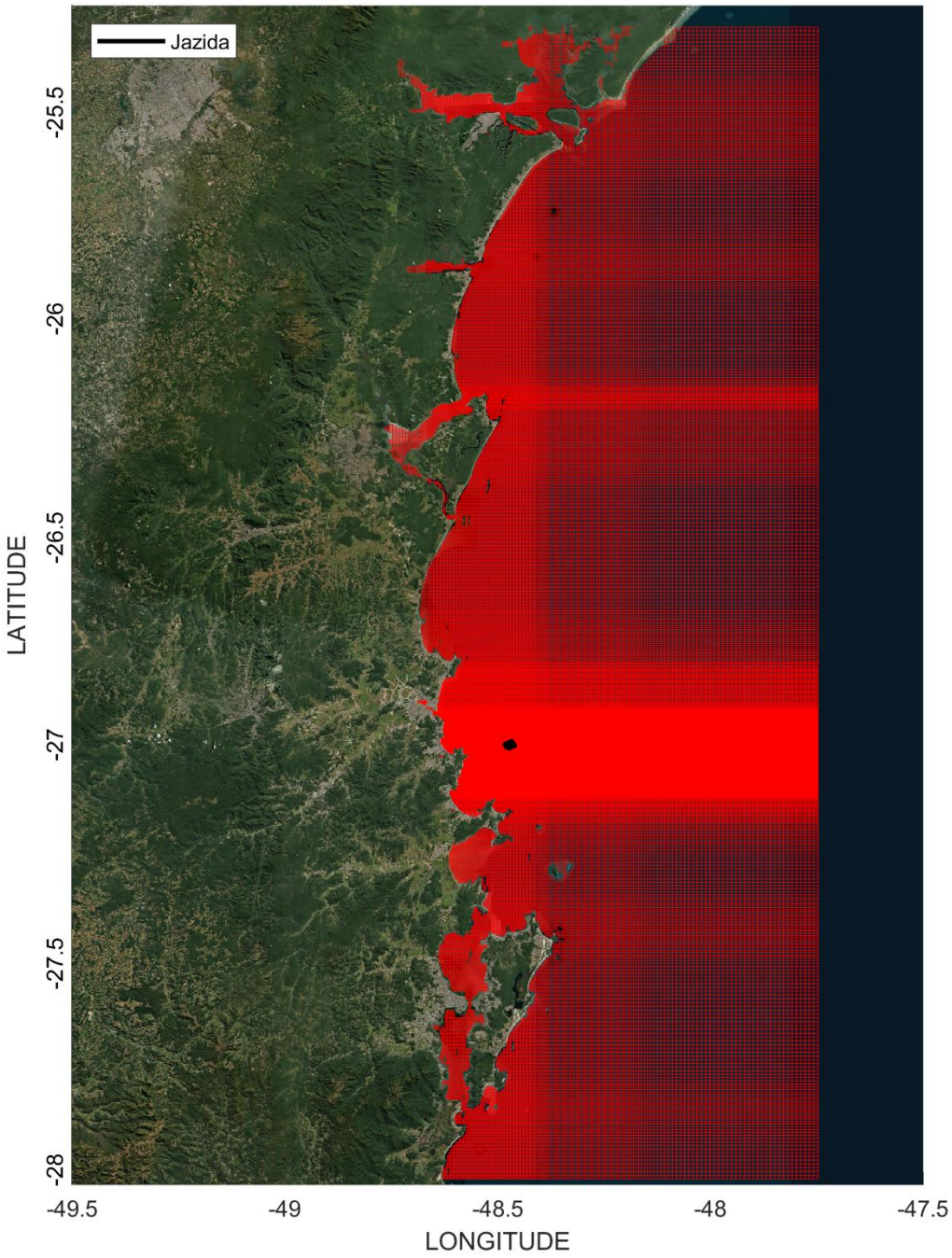
O módulo hidrodinâmico Delft3D-FLOW resolve um sistema de equações de águas rasas em modo bidimensional (ou integrado em vertical) e tridimensional. O sistema de equações consiste nas equações horizontais de movimento (conservação do momento), na equação de continuidade, equações de transporte para constituintes conservativos e um modelo de fechamento turbulento. A equação vertical de momento é reduzida à relação de pressão hidrostática e as acelerações verticais são assumidas como sendo pequenas em relação à aceleração da gravidade. Isso faz com que o Delft3D-FLOW seja adequado para a predição de fluxos em mares rasos, áreas costeiras, estuários, lagos, rios e lagoas.

O usuário pode escolher a resolução das equações hidrodinâmicas em grades cartesianas retangulares, curvilineares ortogonais (boundary fitted) ou esféricas (LESSER et al., 2004). Este modelo foi extensivamente calibrado e validado através de experimentos de campo e de laboratório e é considerado o estado-da-arte em modelagem hidrodinâmica.

3.2 GRADES NUMÉRICAS E BATIMETRIA

Para realizar as simulações hidrodinâmica foi desenvolvida grade numérica cobrindo a região desde o município de Garopaba - Santa Catarina até a divisa do litoral dos estados do Paraná e São Paulo. A grade possui 211 x 632 elementos de cálculo e resolução variável de 1000 a 175 m (Figura 10).

Para determinação das profundidades ao longo da plataforma continental adjacente à Ilha de Santa Catarina foram obtidos dados de cartas náuticas emitidas pela Marinha do Brasil. Além dos dados das cartas náuticas, foram considerados dados batimétricos disponibilizados pela contratante para a região de implantação da marina. Os dados de batimetria obtidos através das cartas náuticas e outras fontes foram interpolados nas grades numéricas, sendo o resultado desta interpolação apresentado na Figura 11.



V

Figura 10: Grade numérica do modelo hidrodinâmico.

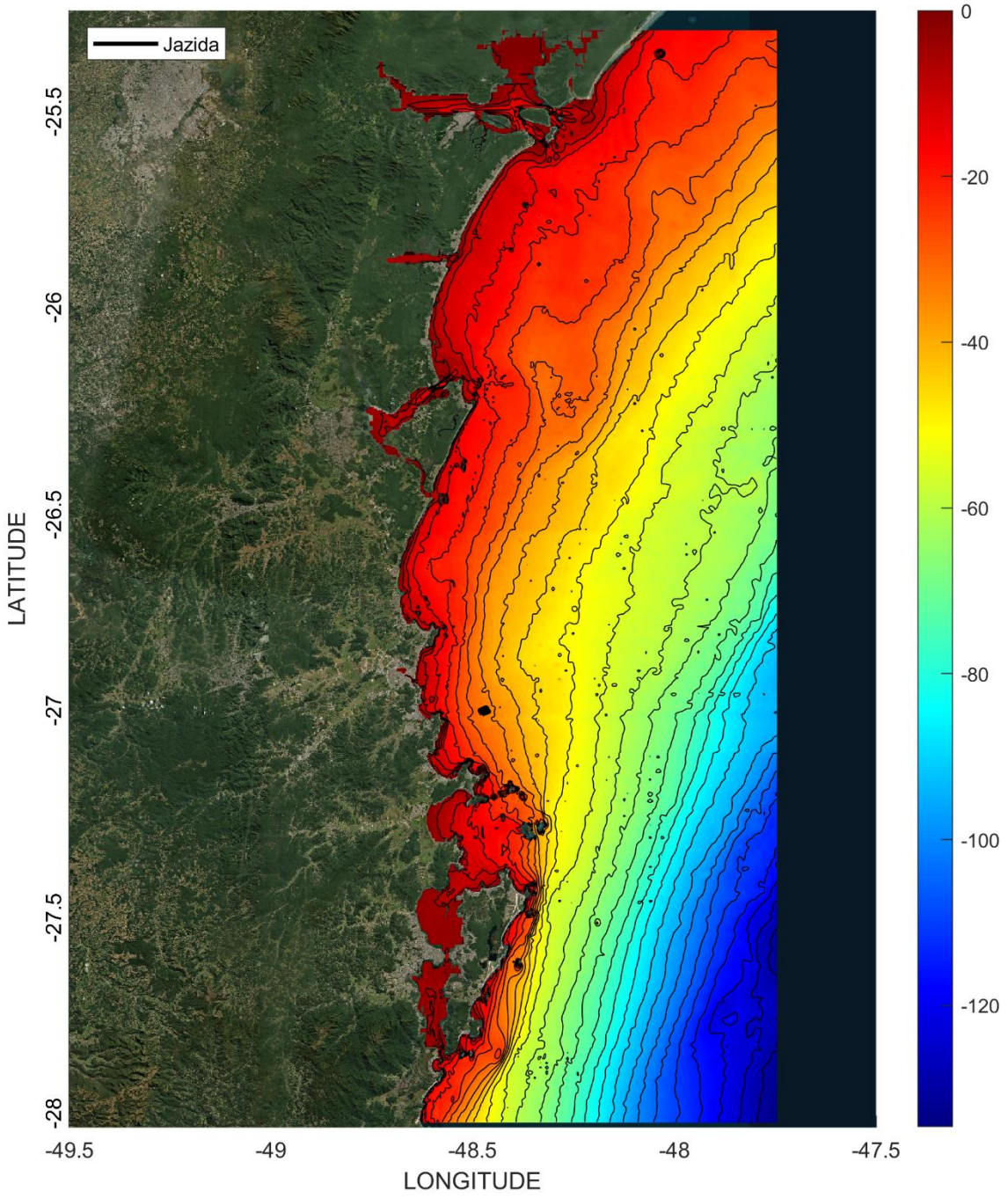


Figura 11: Resultado da interpolação da batimetria na grade.

3.3 CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO

A calibração de um modelo numérico consiste em avaliar a sua capacidade em representar os processos locais, comparando resultados obtidos pela modelagem com dados obtidos *in situ.* Uma vez calibrado, entende-se que o modelo está apto a reproduzir os padrões da área de estudo para períodos diferentes daqueles em que se possui medições, permitindo simular situações futuras para avaliação da provável resposta do ambiente em condições hipotéticas.

Na calibração do modelo hidrodinâmico foram utilizados para a comparação entre dados medidos e modelados: dados de elevação de nível, magnitude e direção das correntes coletados por equipamento de ADCP pela empresa SLI em 2019.Os dados medidos de ADCP foram posicionados junto ao fundo, compreendendo o período de 31/10/2019 à 03/12/2019, totalizando 33 dias de fundeio. Este período compreendeu ciclos completos de maré, incluindo condições de sizígia e quadratura, sendo suficiente para uma calibração de boa qualidade. O período de calibração do modelo foi de 15 de novembro à 29 de novembro de 2019.

Nas Figura 12 e na Figura 13, são apresentas as comparações das velocidades médias das camadas do modelo numérico com os dados medidos. A calibração das correntes nos ADCPs Brava e Navegantes para o período são satisfatórias, apresentando RMSE menor que 25% em todas as comparações.

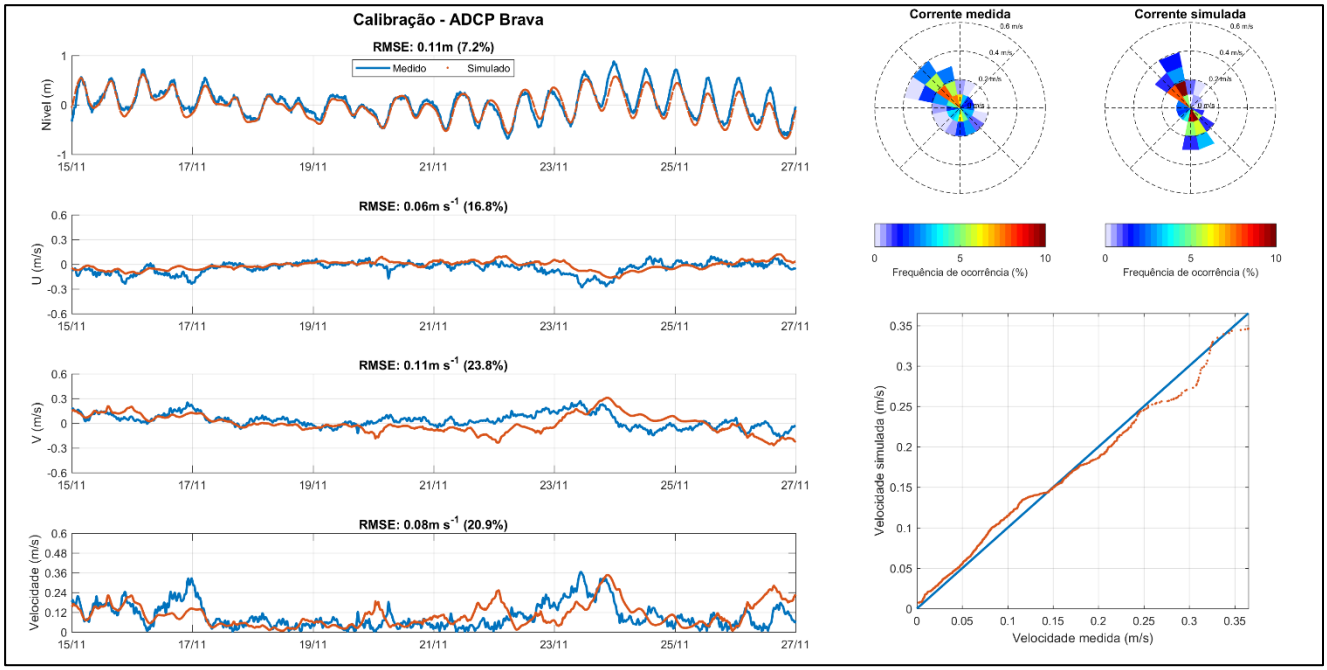


Figura 12. Calibração das correntes do modelo hidrodinâmico no ponto do ADCP da Brava.

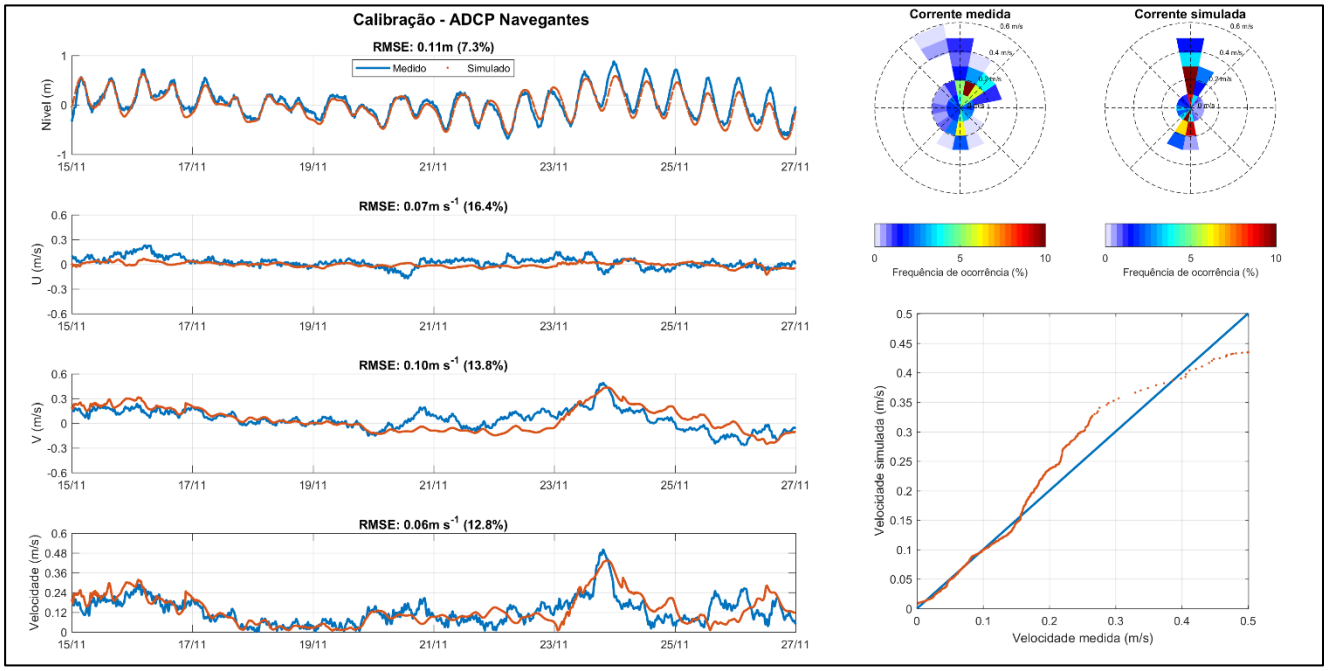


Figura 13. Calibração das correntes do modelo hidrodinâmico no ponto do ADCP de Navegantes.

3.4 BASES HIDRODINÂMICAS

Para subsidiar a simulação da dispersão de óleo no mar foram geradas bases hidrodinâmicas de períodos representativos de inverno e verão. Para cada estação as bases hidrodinâmicas contemplam 3 meses de correntes ao longo de todo o domínio numérico simulado. Exemplos de campos de correntes das bases hidrodinâmicas são apresentados na Figura 14 e na Figura 15.

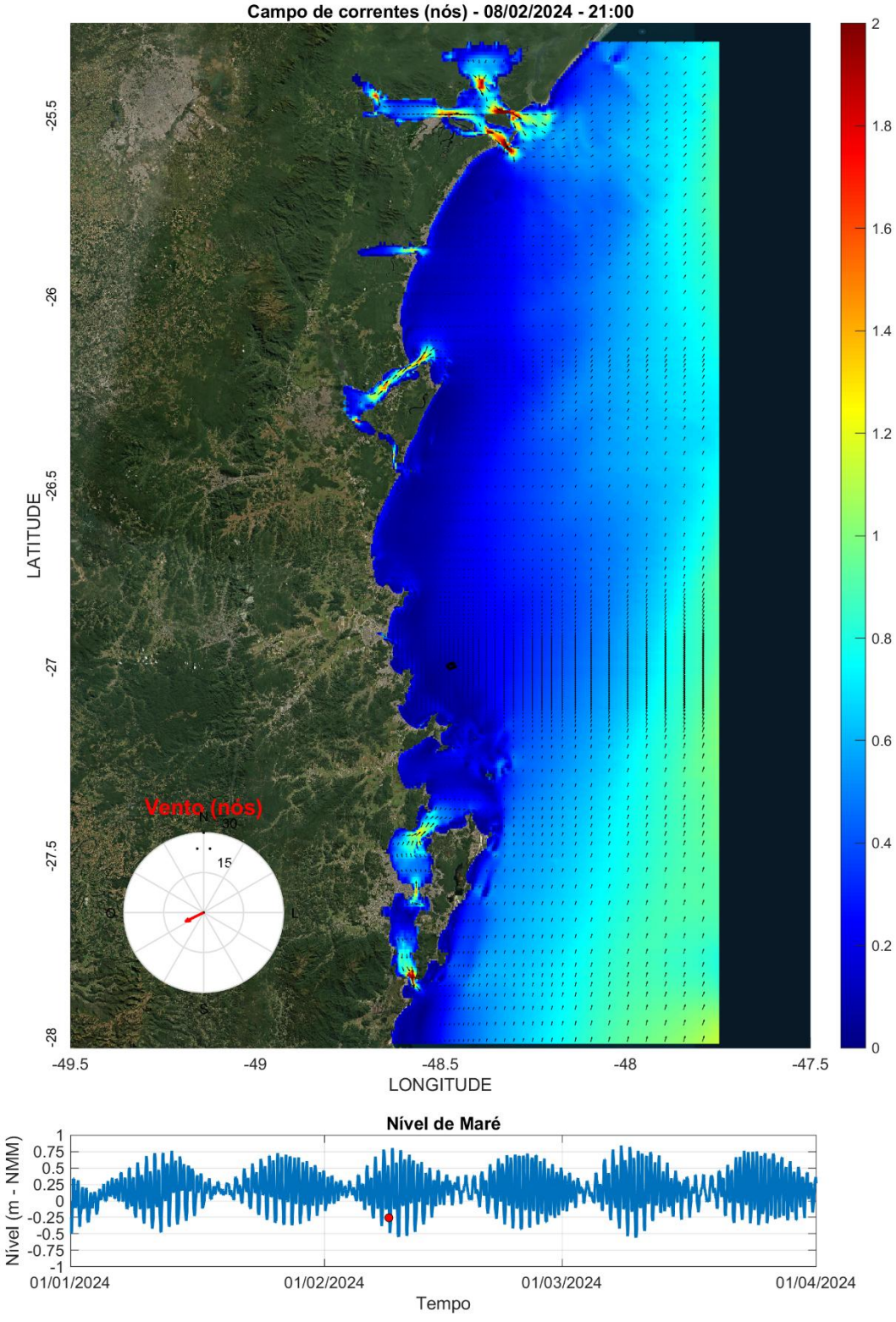


Figura 14: Exemplo de campo de correntes de vazante de sizígia durante o verão, com vento NE.

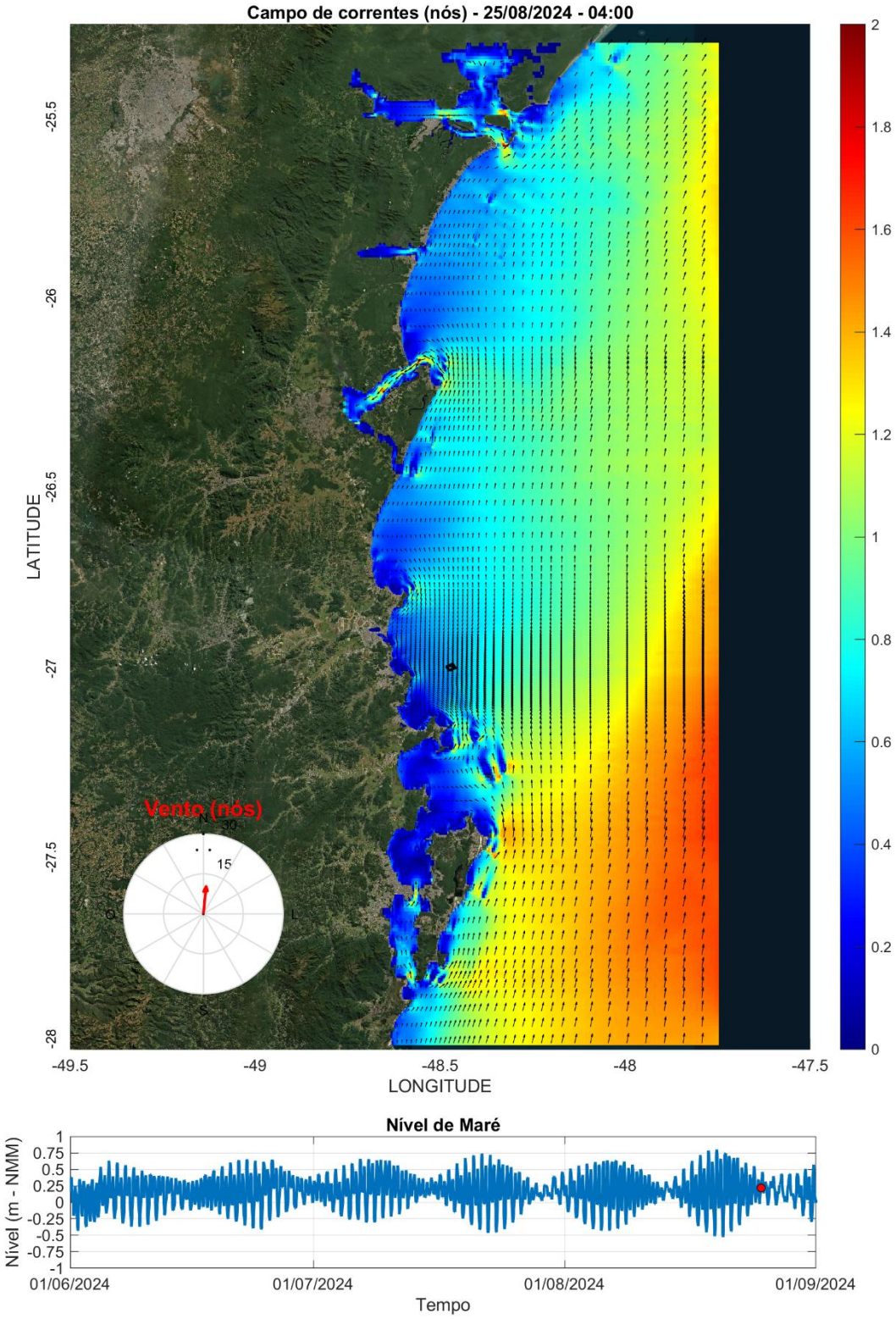


Figura 15: Exemplo de campo de correntes de enchente de quadratura durante o inverno, com vento S.

4 MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO

O risco de derramamento de óleo no ambiente marinho é uma infeliz consequência da crescente demanda por este recurso natural vital. Em muitas regiões, a produção, instalações de armazenamento e rotas de navegação estão próximas de zonas costeiras, onde os derrames de petróleo podem ser potencialmente desastrosos. Um requisito fundamental para a implementação de uma resposta bem-sucedida a um derramamento de óleo é a capacidade de mobilizar os recursos adequados para as regiões costeiras em risco antes de o óleo atingir a costa. A chave fundamental para alcançar esse objetivo é conhecer do tempo necessário para o impacto na costa, localização e extensão do impacto, bem como o estado físico do óleo provável que chegará às praias e outras regiões sensíveis. Os modelos de derramamento de óleo fornecem a ferramenta ideal para apoiar operações de combate a derrames de óleo, dando informações sobre a trajetória e destino de derramamentos marinhos, o impacto na costa e as propriedades físicas do óleo. Em modo operacional, os modelos se tornam uma fonte primária de informação, capaz de orientar as operações de resposta. Alternativamente, em planos de contingência os modelos são valiosíssimos para testar a validade e a eficácia dos planos de ação propostos e o treino eficiente de pessoal através de exercícios realísticos de resposta.

Entre 1988 e 1994, o *Warren Spring Laboratory*, do Reino Unido, desenvolveu um conjunto de modelos com o objetivo de prever as conseqüências de uma série de calamidades ocorridas no mar. Os modelos predizem a trajetória e o destino de óleos derramados, uma vasta gama de produtos químicos não-persistentes transportados a granel, produtos químicos persistentes e deriva de objetos flutuantes. Em abril de 1994 o *Warren Spring Laboratory* fundiu-se com *AEA Technology (AEAT)* e os modelos foram transferidos para o *AEAT (Centro Nacional de Tecnologia Ambiental)*, onde continuaram a ser desenvolvidos.

Atualmente, o modelo de deriva de óleo, o ***Oil Spill Information System (OSIS)***, é executado em ambiente Windows, em qualquer PC ou sistema compatível. O OSIS é o resultado de um desenvolvimento conjunto com a *British Maritime Technology (BMT)*. Os outros modelos, denominados coletivamente Eurospill, são executados em ambiente DOS em um PC.

O ***OSIS*** está disponível comercialmente e é usado por uma variedade de usuários finais, incluindo diversas organizações de resposta, como a *UK Marine Pollution Control Unit (MPCU)* e *Oil Spill Response*, órgãos do governo (por exemplo Oman), e pelas companhias de petróleo, tais como Shell, British Petroleum, Total e Maxus na Indonésia. Todas as versões do Eurospill são usadas pelo MPCU e a versão de óleo e produtos químicos não-persistentes foi distribuída a todos os Estados Membros da Comunidade Européia. O OSIS é um sistema de modelos que pode ser utilizado em Planos de Contingência, Planos de Emergência com acompanhamento em tempo real, Planos de Emergência Individuais, Relatório de Controle Ambiental e Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) no Brasil e em qualquer região do mundo.

O objetivo mais comum de um modelo de deriva de óleo ou vazamento de produto químico é o de prever a trajetória e o destino da mancha e é particularmente valioso quando uma indicação das áreas litorâneas ameaçadas é obtida. Uma mancha presente em mar aberto pode impactar o litoral a uma

distância considerável do local de derrame, ou pode nunca chegar à costa: há muitos fatores envolvidos, fazendo uma previsão rigorosa um processo complexo. Um modelo pode indicar o resultado mais provável de um derrame, auxiliando no sentido de alertar as autoridades competentes para a limpeza das praias, manguezais e costões rochosos, a colocação de equipamentos de resposta no mar, em locais apropriados, ou mesmo sugerindo que nenhuma resposta é necessária. Também é importante na determinação da escala de resposta requerida e da quantidade e distribuição do óleo em uma mancha.

No passado, os processos de dispersão e espalhamento de uma mancha foram considerados separadamente. Os trabalhos de Blokker (1964) e Fay (1971), modificados por Lehr et al (1984), desenvolveram métodos para prever o espalhamento baseados em forças que atuam sobre o petróleo em si. Um regime de três fases foi proposto, com as fases dependendo das forças dominantes de espalhamento (gravidade e tensão superficial) e das forças de retardamento (inércia e viscosa). A técnica assume um espalhamento uniforme em todas as direções, dando, conseqüentemente, manchas circulares. Modificações de Lehr (Op. cit.) para o método permitiram que a forma fosse alterada para algo mais realista, mas as hipóteses continuaram as mesmas. O movimento de uma mancha é adicionado à difusão, com parâmetros ambientais, como velocidade e direção do vento e velocidade e direção das correntes, simplesmente advectando toda a mancha da mesma forma. A simplicidade da abordagem levou à sua adoção generalizada, apesar de existirem poucas evidências concretas para sustentação das formulações. Dados observacionais foram limitados a estudos laboratoriais e em águas calmas e testes de mar posteriormente mostraram que o método é falho para condições típicas e reais. Problemas com a abordagem de Fay (1971) foram amplamente discutidos por Elliott et al. (1986).

Mais recentemente, foi modelada a influência dos processos de difusão na superfície, na camada de cisalhamento, região na qual a turbulência domina a circulação, difusão e dispersão de poluentes. Esta abordagem permite ao modelo incluir, separadamente, a influência dos ventos, ondas e correntes de maré, melhorando sua validade em uma gama de condições ambientais. Ensaios no mar efetuados pelo *Warren Spring Laboratory* mostraram esta abordagem como sendo mais realística, com modelos capazes de simular o movimento e propagação de uma mancha de forma convincente.

O modelo de transporte Eurospill e OSIS foi desenvolvido conjuntamente pelo *Warren Spring Laboratory*, *Unit for Coastal and Estuarine Studies (University College North Wales)* e *Stazione Oceanografica* (Itália).

A técnica convencional de modelagem poderia ser resolvida através de um método de diferenças finitas, a equação da difusão/advecção:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} + v\frac{\partial C}{\partial y} + w\frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k_h \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_h \frac{\partial C}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k_v \frac{\partial C}{\partial z}\right) + \delta_s - \delta_r$$

onde u, v e w são termos advectivos, K_h e K_v são coeficientes de difusão horizontal e vertical, respectivamente, e δ_s e δ_r são termos fonte e sumidouro, respectivamente. No OSIS, no entanto, os diferentes termos são determinados a partir de um modelo de acompanhamento aleatório das partículas e de modelos de caracterização da compressibilidade dos fluidos (*bulk properties models*).

Os processos físicos oceanográficos modelados são considerados os processos mais importantes na simulação da advecção e difusão de um poluente no ambiente marinho. As ações de maré, ondas e ventos, juntamente com o efeito das correntes e turbulência são modeladas no OSIS e o movimento previsto, considerando a dispersão lateral e vertical de uma mancha, mostrou uma boa representação de processos reais, tal como observado após derrames acidentais e testes no mar realizados pelo WSL e AEAT.

Os parâmetros oceanográficos são usados para construir um campo de velocidades tridimensional, no qual o movimento das parcelas individuais, que representam elementos da mancha, pode ser monitorado (rastreamento de partículas). Um elemento aleatório simulando a turbulência é aplicado, o qual pode aumentar ou diminuir a propagação de uma mancha (*random walk*).

Evidencias de que uma porção de óleo ou produto químico pode ser considerada como gotas individuais, que serão transportados pelas correntes e processos de turbulência na coluna d'água foram fornecida por Forrester (1986) que observou gotas de óleo embaixo de uma mancha a profundidades superiores a 20 m. Evidência adicional é proveniente do trabalho realizado com o uso de um sistema sonar (Thorpe, 1984), que mostra que a penetração em profundidade (em metros) de bolhas de ar é igual à velocidade do vento (em m.s-1). Mais recentemente, medições de tamanhos de gotas de óleo in situ têm sido realizadas pelo WSL (Lunel, 1993).

O OSIS foi projetado em uma configuração modular de forma que diferentes tipos de modelos, bem como um conjunto de ferramentas sofisticadas de dados ambientais, possam ser acoplados dependendo do problema e da situação em estudo. Através de sua interface gráfica, permite ao usuário a especificação dos cenários, animação das trajetórias, correntes e vento, importar e exportar dados ambientais, definição da grade computacional para qualquer área dentro do domínio, incluir ou editar as características dos óleos registrados no banco de dados, apresentar dados contidos em objetos georreferenciados (SIG) e determinar o impacto ambiental em recursos naturais. As funções do SIG permitem ao usuário a entrada, manipulação e exibição de objetos na tela através de pontos, linhas e polígonos georreferenciados ao domínio definido pelo cenário. A cada objeto podem ser atribuídos dados em formato de texto, valores numéricos ou arquivos a partir de *links* externos.

O OSIS inclui os seguintes módulos:

Standard Spill Model – permite a simulação de um cenário de vazamento pontual sob um único conjunto de condições meteorológicas e oceanográficas;

Draw Spill Model – permite a simulação da trajetória e intemperismo do óleo a partir de uma dimensão horizontal inicial conhecida.

Backtrack Model – possibilita que um vazamento seja rastreado de forma reversa no tempo, para que sua fonte seja identificada;

Floating Object – permite a predição de trajetória de um objeto flutuante sob um conjunto de condições meteorológicas e oceanográficas.

Adicionalmente, dois módulos estocásticos são disponíveis:

Stochastic Wind Rose Model – permite a simulação de um cenário de vazamento pontual sob diferentes condições meteorológicas e oceanográficas prováveis (definidas a partir da porcentagem de ocorrência de diferentes intensidades e direções do vento);

Stochastic Time Series Model – permite a simulação de um cenário de vazamento pontual sob um número especificado de cenários, selecionados randomicamente a partir de uma série temporal de condições meteorológicas e oceanográficas variáveis.

O modelo de deriva de óleo prevê o transporte e intemperismo do óleo a partir de derrames instantâneos e contínuos. As estimativas demonstram a localização e espessura do óleo versus o tempo. O modelo estima a variação temporal da espessura da mancha e o balanço da massa de óleo ou a quantidade de óleo sobre a superfície do mar, na coluna de água, evaporado, na costa, e fora da área de estudo versus o tempo. Os processos de transformações biogeoquímicas no modelo incluem dispersão, evaporação, entranhamento, dispersão natural e emulsificação.

Utilizando-se o OSIS em modo estocástico (ou probabilístico), é possível considerar a variabilidade das forçantes ambientais no deslocamento da mancha. As múltiplas trajetórias simuladas são utilizadas para a produção de curvas de contorno, demonstrando a probabilidade da presença de óleo em cada ponto da área de estudo. As probabilidades de presença de óleo e tempo de deslocamento da mancha podem ser correlacionadas a recursos naturais armazenados no banco de dados (SIG), de forma a auxiliar na avaliação de impactos ambientais em termos da probabilidade da presença de óleo em recursos importantes.

Maiores detalhes sobre os processos resolvidos pelo modelo OSIS são apresentados em documento anexo.

4.1 DADOS DE ENTRADA

Os conjuntos de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- localização geográfica do ponto de derrame;
- duração do derrame;
- volume derramado;
- tipo de óleo;

- duração da simulação;
- opções de resposta (*e.g.* dispersantes);
- campo de correntes;
- arquivo de dados meteorológicos;
- parâmetros de simulação:
- número de partículas

Os resultados de cada simulação correspondem, então, a um único cenário, definido pelo arquivo de entrada de dados e parâmetros do modelo.

4.2 PONTOS DE RISCO E VOLUMES

Neste estudo foi considerado um ponto de risco no centro da jazida de areia e nas proximidades da praia, no ponto de bombeamento do material, cujas coordenadas foram especificadas pela equipe da CoastalPort Engenharia, representando o despejo no ponto mais próximo das áreas costeiras sensíveis (Tabela 1).

Tabela 1. Coordenadas geográficas (WGS 84) dos pontos de risco.

PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE
Jazida	26° 58.8’ S	048° 28.0’ W
Praia	27° 06.0 S	048° 35.5’ W

Os volumes utilizados nas simulações foram definidos de acordo com a Resolução CONAMA[1] nº 398/08 (Brasil, 2008):

- Pequeno: 8 m³;
- Médio: 200 m³.
- Pior Caso: 1.400 m³

[1] Conselho Nacional do Meio Ambiente.

A capacidade de combustível das dragas a serem empregados na dragagem são de até 1.400 m³, sendo este o cenário de Pior Caso conforme estabelecido pela CONAMA 398/08. Para as simulações realizadas com os volumes de 8 m³, 200 m³ e 1.400 m³ foi considerado o vazamento total semi-instantâneo, ocorrendo dentro de uma janela de 0,1 hora.

4.3 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO SELECIONADO

As simulações foram realizadas com Óleo Combustível Marítimo do tipo MF-380, cujas características encontram-se definidas na Tabela 2, abaixo, e documento anexo.

Tabela 2. Características do óleo simulado.

PARÂMETRO	VALOR
Nome do Produto	ÓLEO COMBUSTÍVEL MARÍTIMO MF-380.
Natureza Química	Mistura de substâncias de petróleo
Densidade (g/cm^3)	0,991 máx
Ponto de ebulição	121 – 600°C
Ponto de fulgor	60°C (Método vaso fechado)
Solubilidade (na água)	Insolúvel em Água

4.4 CRITÉRIO DE PARADA ADOTADO NAS SIMULAÇÕES

O critério de parada adotado nas simulações foi o tempo de 60 hs para o acompanhamento da mancha de óleo (tempo máximo para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados na Resolução CONAMA nº 398/08).

Não foi adotado nenhum corte de espessura do óleo para as simulações e não foi considerado o uso de barreiras de sistemas de contenção ou dispersantes.

4.5 SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

As simulações no modo probabilístico consideram a variabilidade das forçantes ambientais. Logo, as simulações de comportamento da mancha são realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas, divididas em duas condições principais, correspondendo aos períodos de verão e inverno ou, no caso, período de seca e cheia. Salienta-se que nestes períodos estão inclusos os diferentes regimes de maré atuantes na região de estudo. Para que se pudesse incorporar a variabilidade dessas forçantes, foi realizada com o modelo ***OSIS*** uma série de 300 simulações para cada cenário probabilístico. Na Tabela 3 são apresentados os cenários probabilísticos simulados neste estudo.

Tabela 3. Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.

#	CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m^3)	LOCAL	DURAÇÃO DO VAZAMENTO	ESTAÇÃO	TEMPO (H)
1	**JAZ_8_INV**	*MF-380*	8	Jazida	Instantâneo	Inverno	60
2	**JAZ_8_VER**	*MF-380*	8	Jazida	Instantâneo	Verão	60
3	**JAZ_200_INV**	*MF-380*	200	Jazida	Instantâneo	Inverno	60
4	**JAZ_200_VER**	*MF-380*	200	Jazida	Instantâneo	Verão	60
5	**JAZ_PC_INV**	*MF-380*	1.400	Jazida	Instantâneo	Inverno	60
6	**JAZ_PC_VER**	*MF-380*	1.400	Jazida	Instantâneo	Verão	60
7	**PRA_8_INV**	*MF-380*	8	Praia	Instantâneo	Inverno	60
8	**PRA_8_VER**	*MF-380*	8	Praia	Instantâneo	Verão	60
9	**PRA_200_INV**	*MF-380*	200	Praia	Instantâneo	Inverno	60
10	**PRA_200_VER**	*MF-380*	200	Praia	Instantâneo	Verão	60
11	**PRA_PC_INV**	*MF-380*	1.400	Praia	Instantâneo	Inverno	60
12	**PRA_PC_VER**	*MF-380*	1.400	Praia	Instantâneo	Verão	60

4.5.1 JAZIDA – VOLUME DE 8 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 8 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de inverno são apresentadas na Figura 16, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 17.

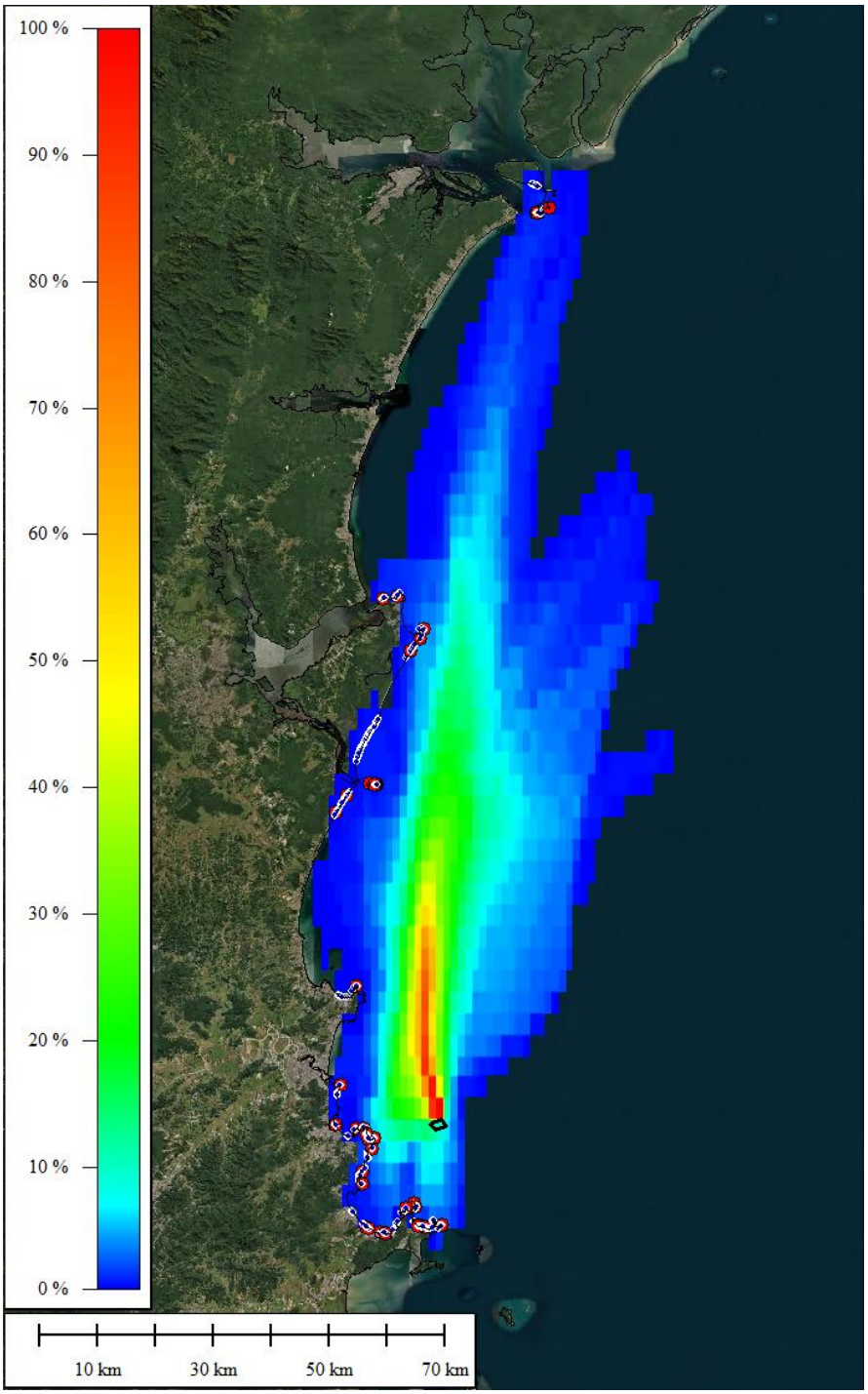


Figura 16: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 8 m³ no período de inverno na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

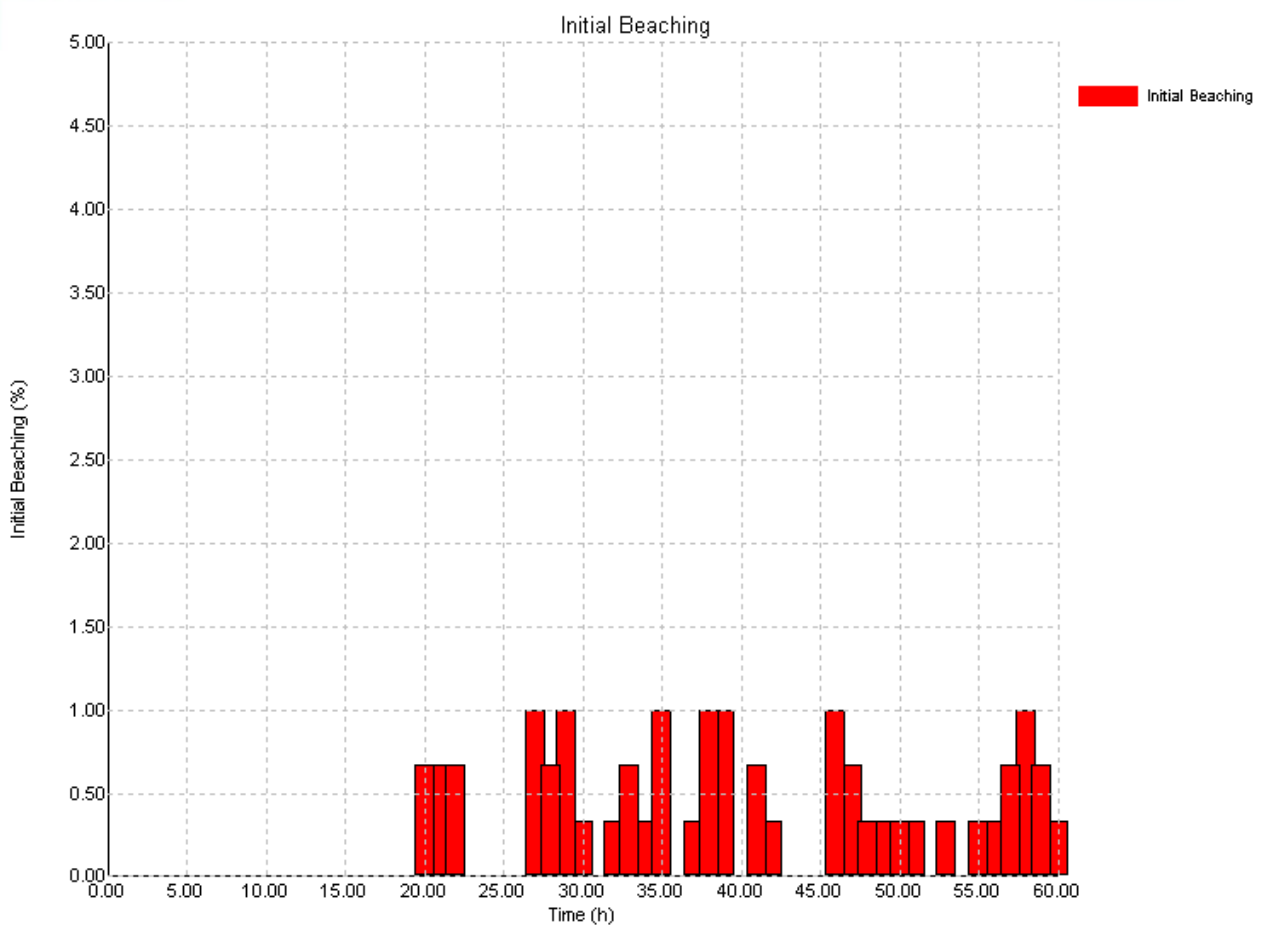


Figura 17: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 8 m³ no período de inverno na jazida.

4.5.2 JAZIDA – VOLUME DE 8 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 8 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de verão são apresentadas na Figura 18, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 19.

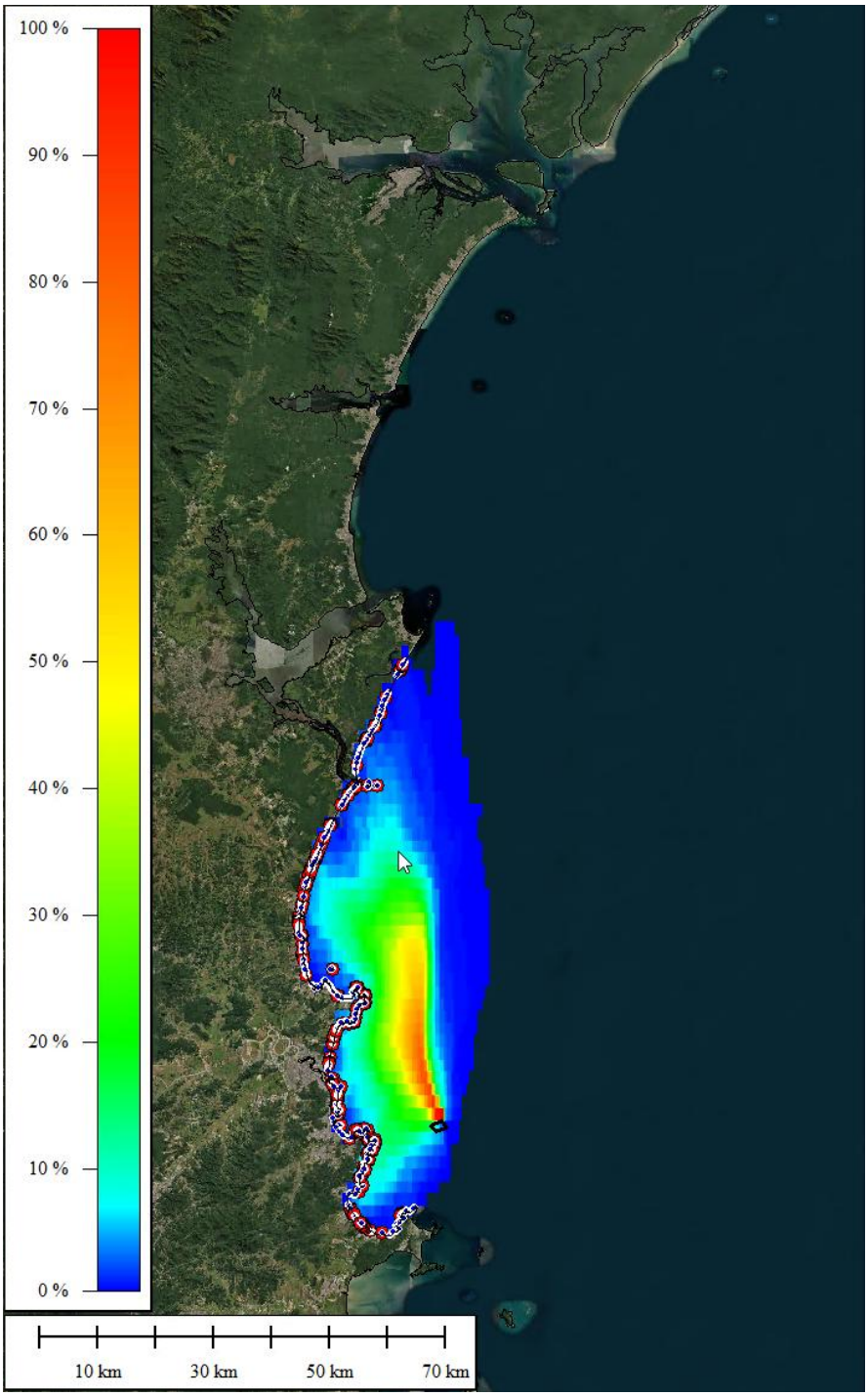


Figura 18: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 8 m³ no período de verão na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

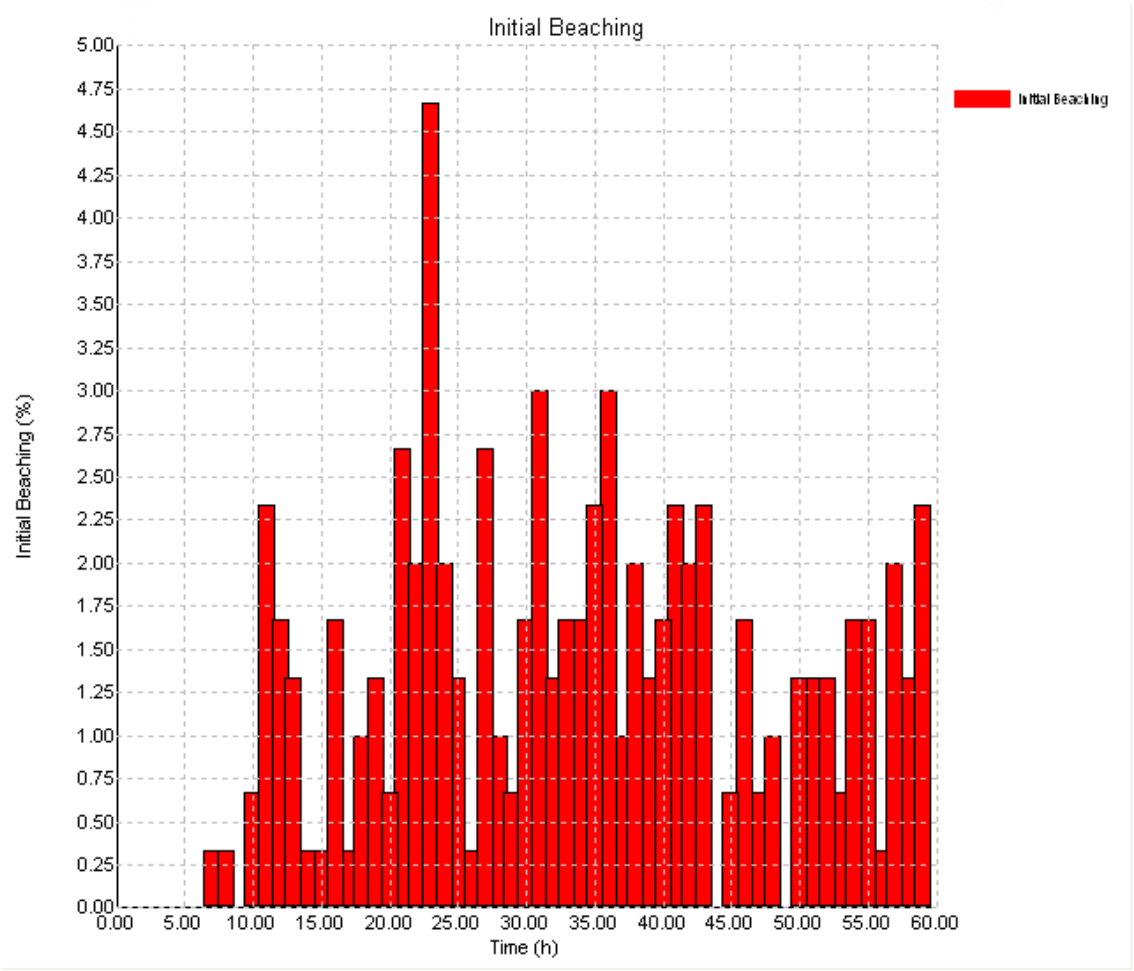


Figura 19: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 8 m³ no período de verão na jazida.

4.5.3 JAZIDA – VOLUME DE 200 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 200 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de inverno são apresentadas na Figura 20, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 21.

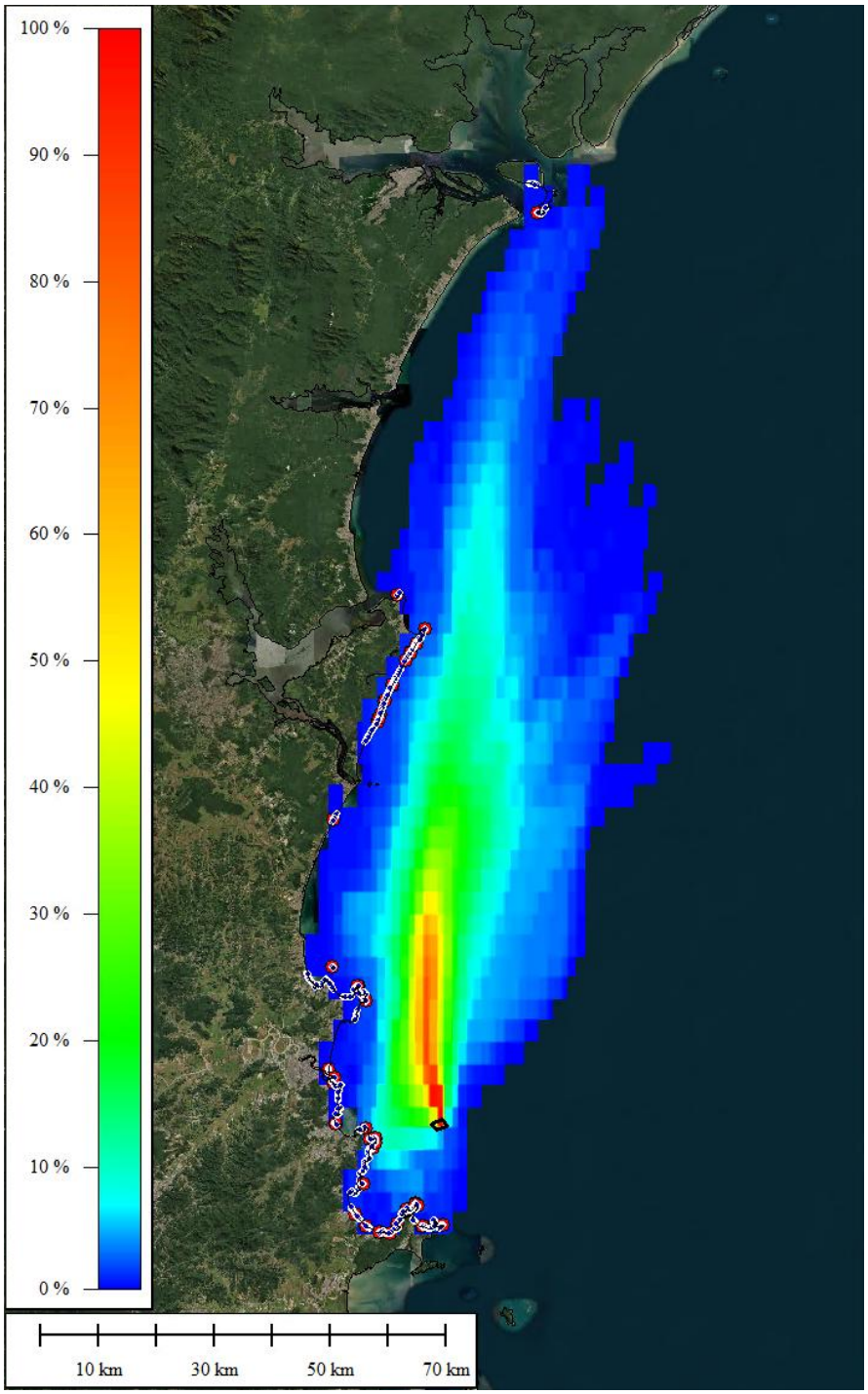


Figura 20: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 200 m³ no período de inverno na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

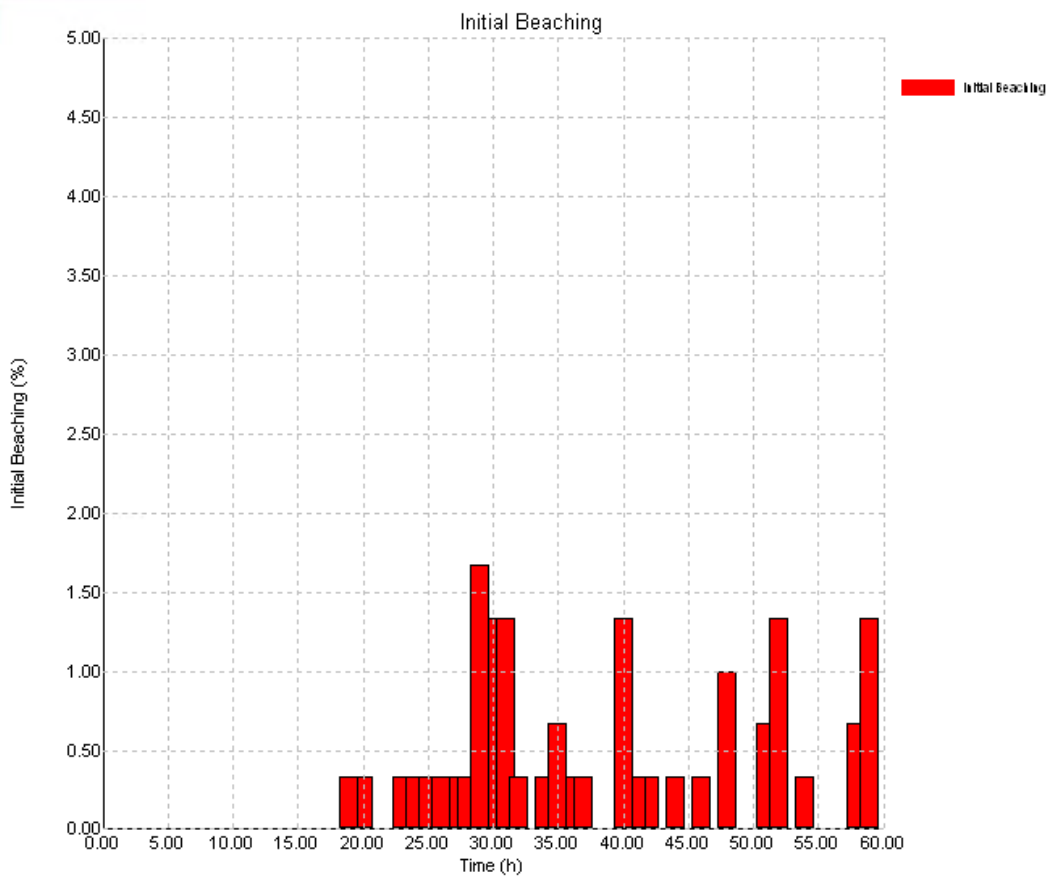


Figura 21: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 200 m³ no período de inverno na jazida.

4.5.4 JAZIDA – VOLUME DE 200 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 200 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de verão são apresentadas na Figura 22, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 23.

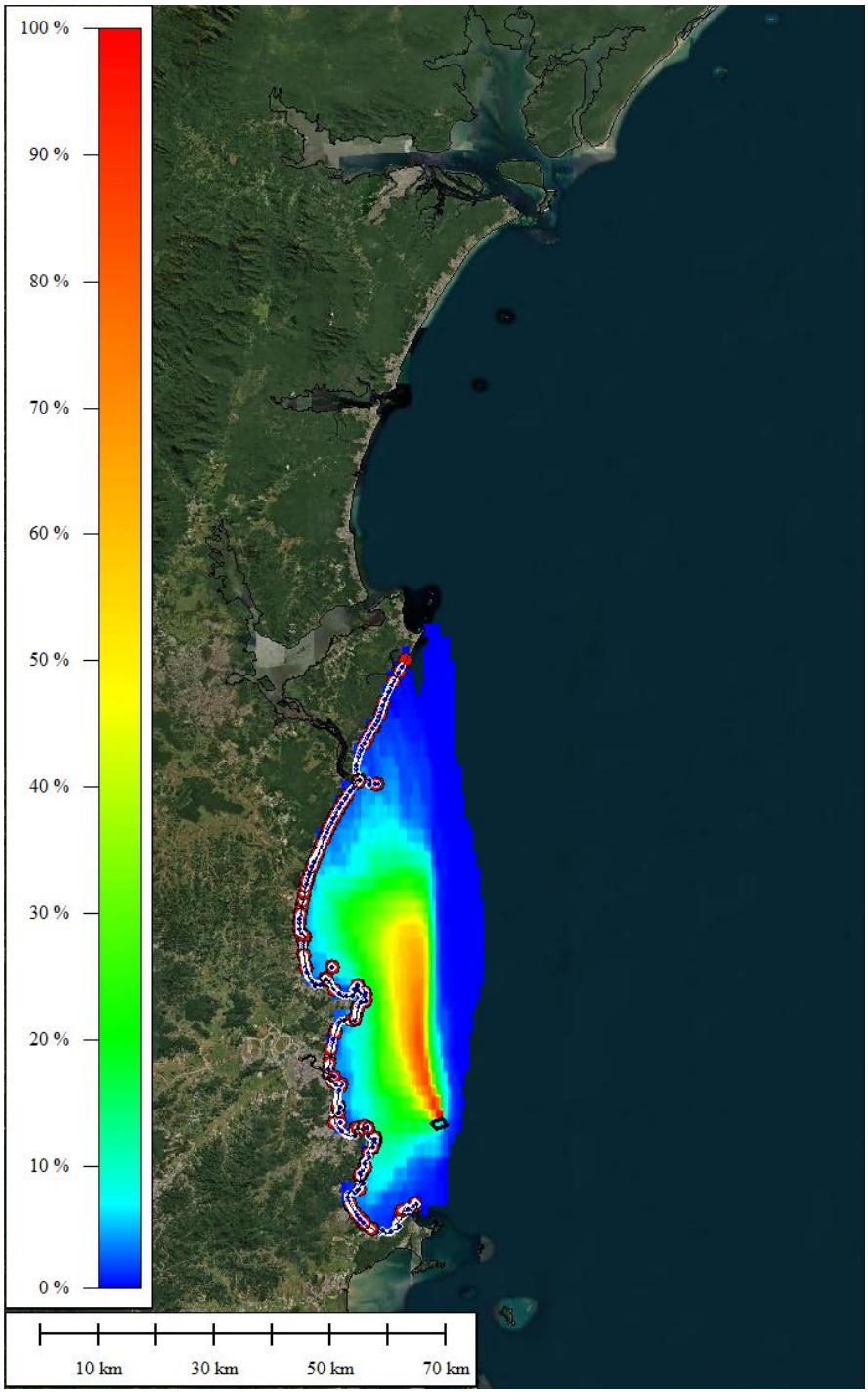


Figura 22: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 200 m³ no período de verão na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

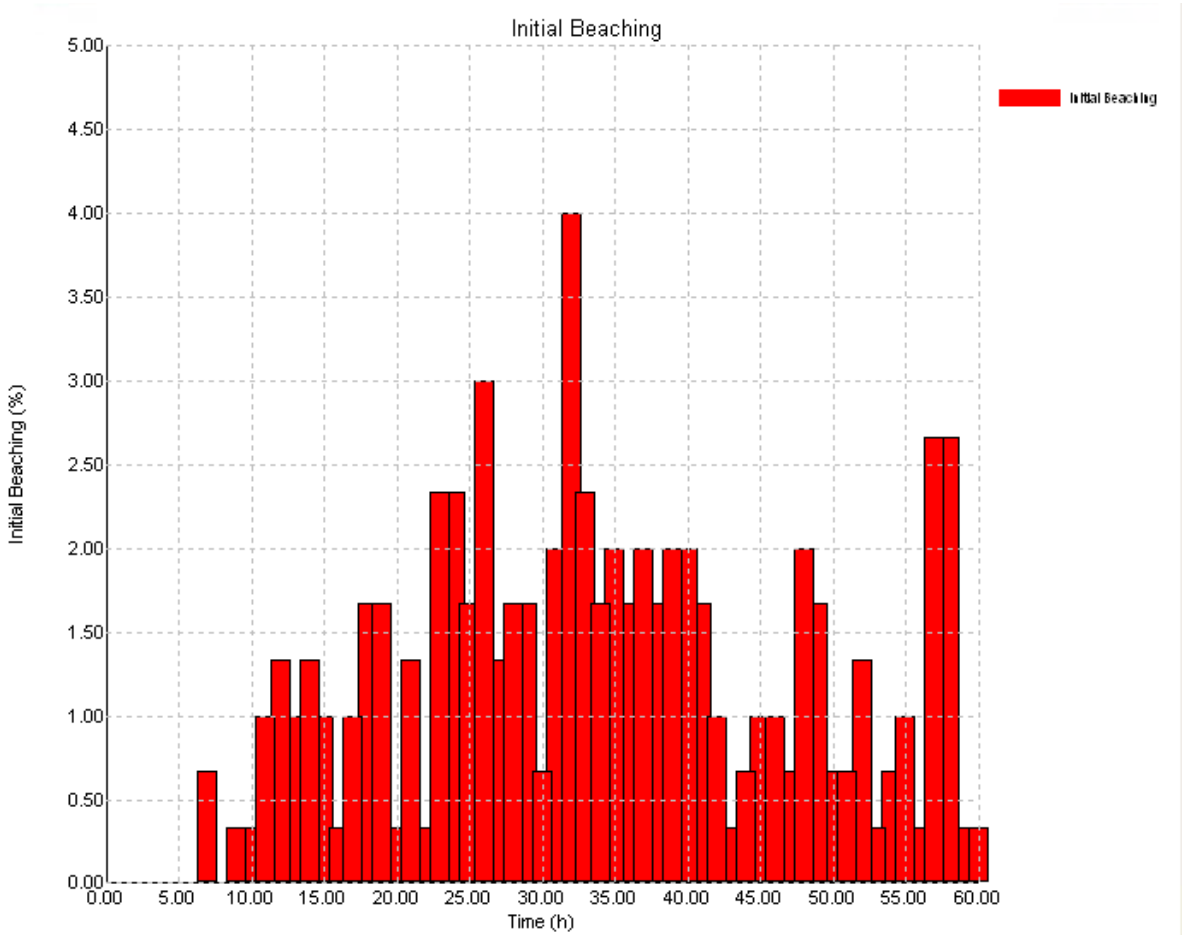


Figura 23: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 200 m³ no período de verão na jazida.

4.5.5 JAZIDA – VOLUME DE 1.400 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 1.400 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de inverno são apresentadas na Figura 24, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 25.

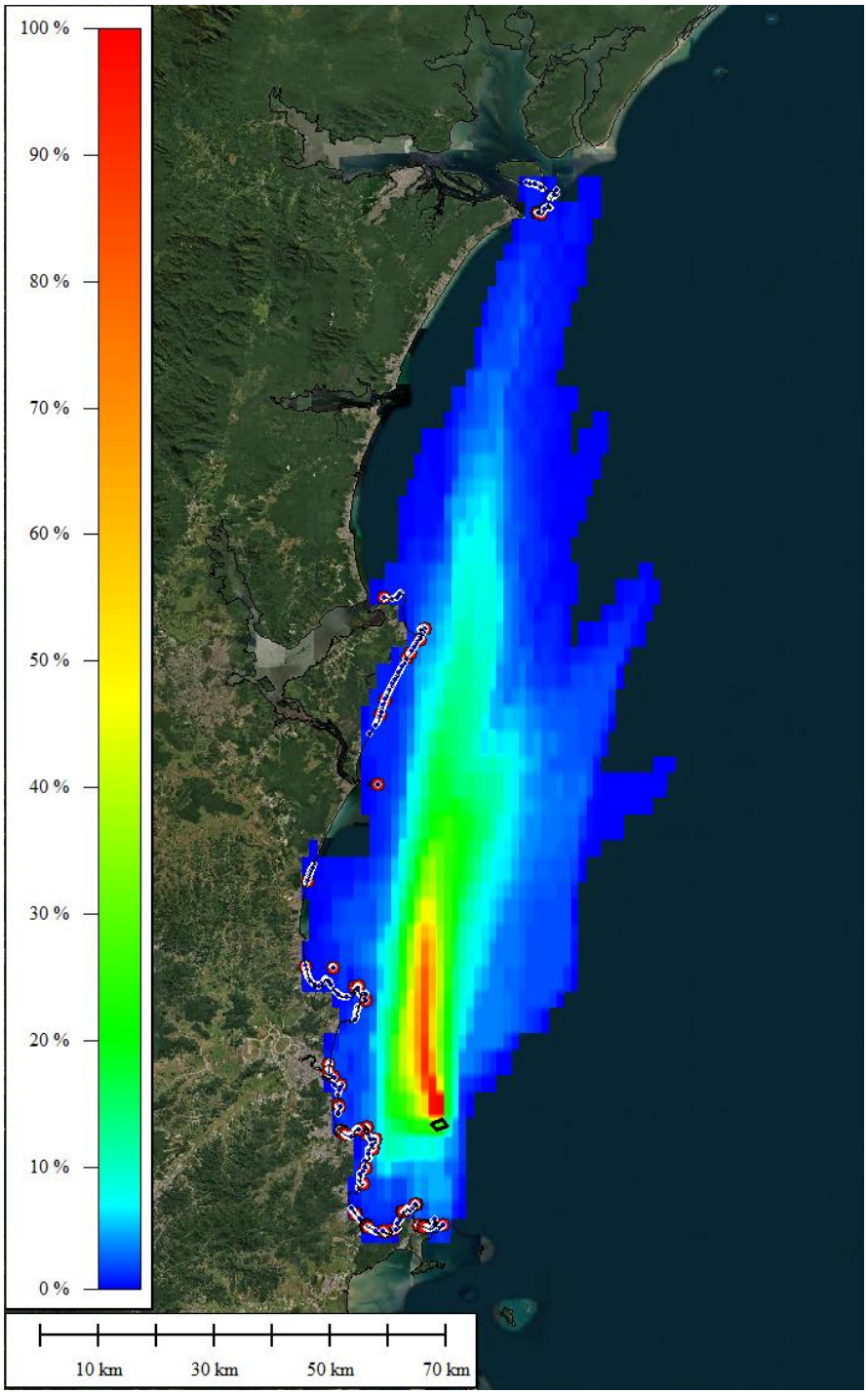


Figura 24: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

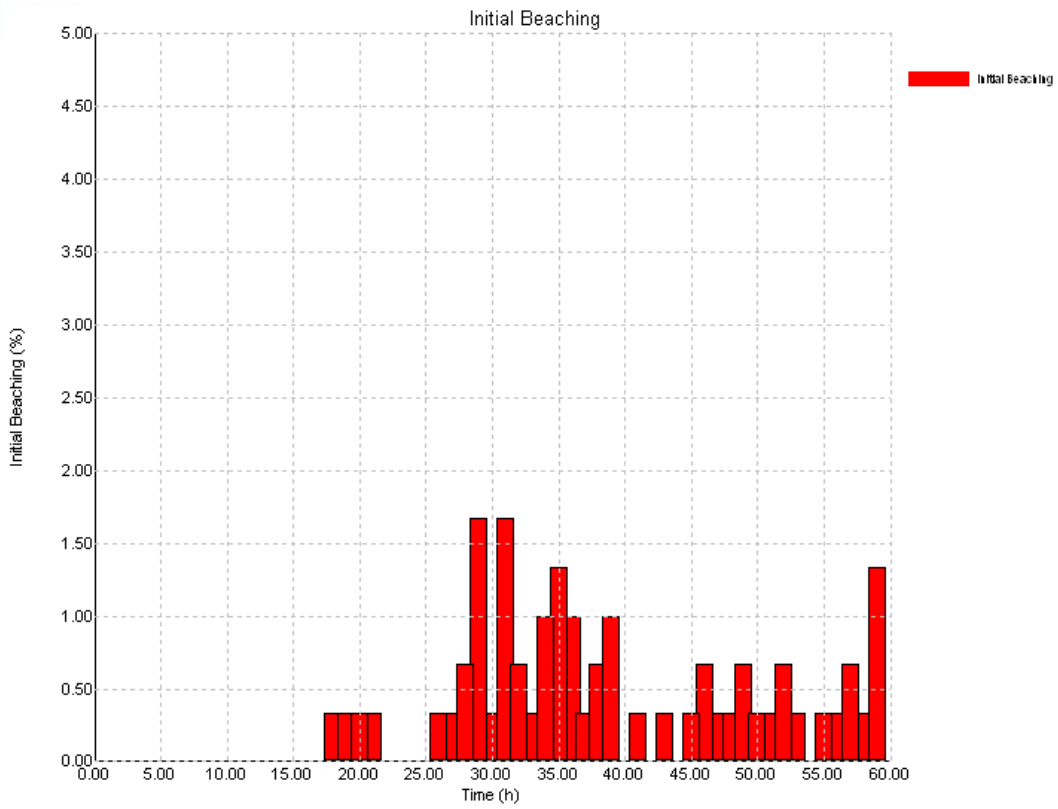


Figura 25: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na jazida.

4.5.6 JAZIDA – VOLUME DE 1.400 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 1.400 m³ de óleo combustível marítimo na jazida no período de verão são apresentadas na Figura 26, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 27.

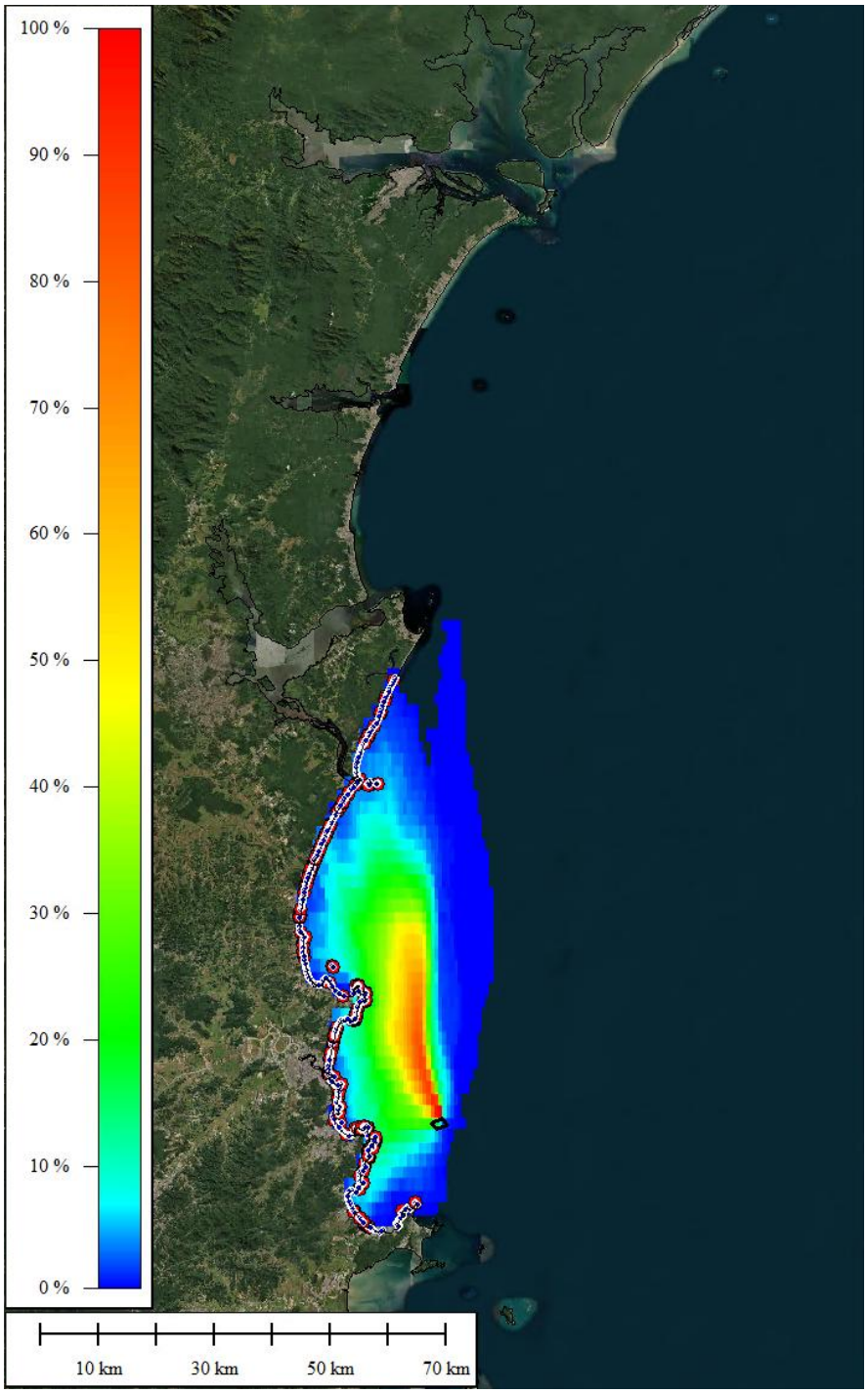


Figura 26: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de verão na jazida. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

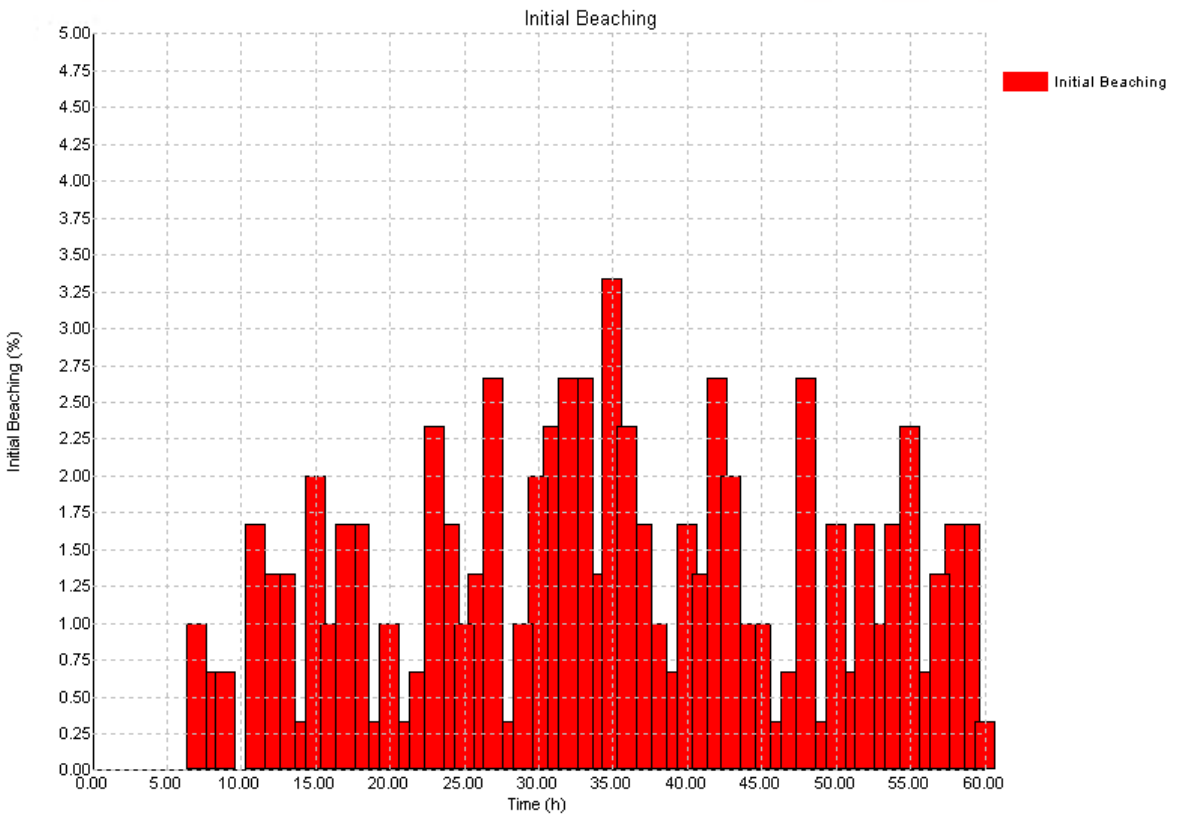


Figura 27: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de verão na jazida.

4.5.7 PRAIA – VOLUME DE 8 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 8 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de inverno são apresentadas na Figura 16, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 17.

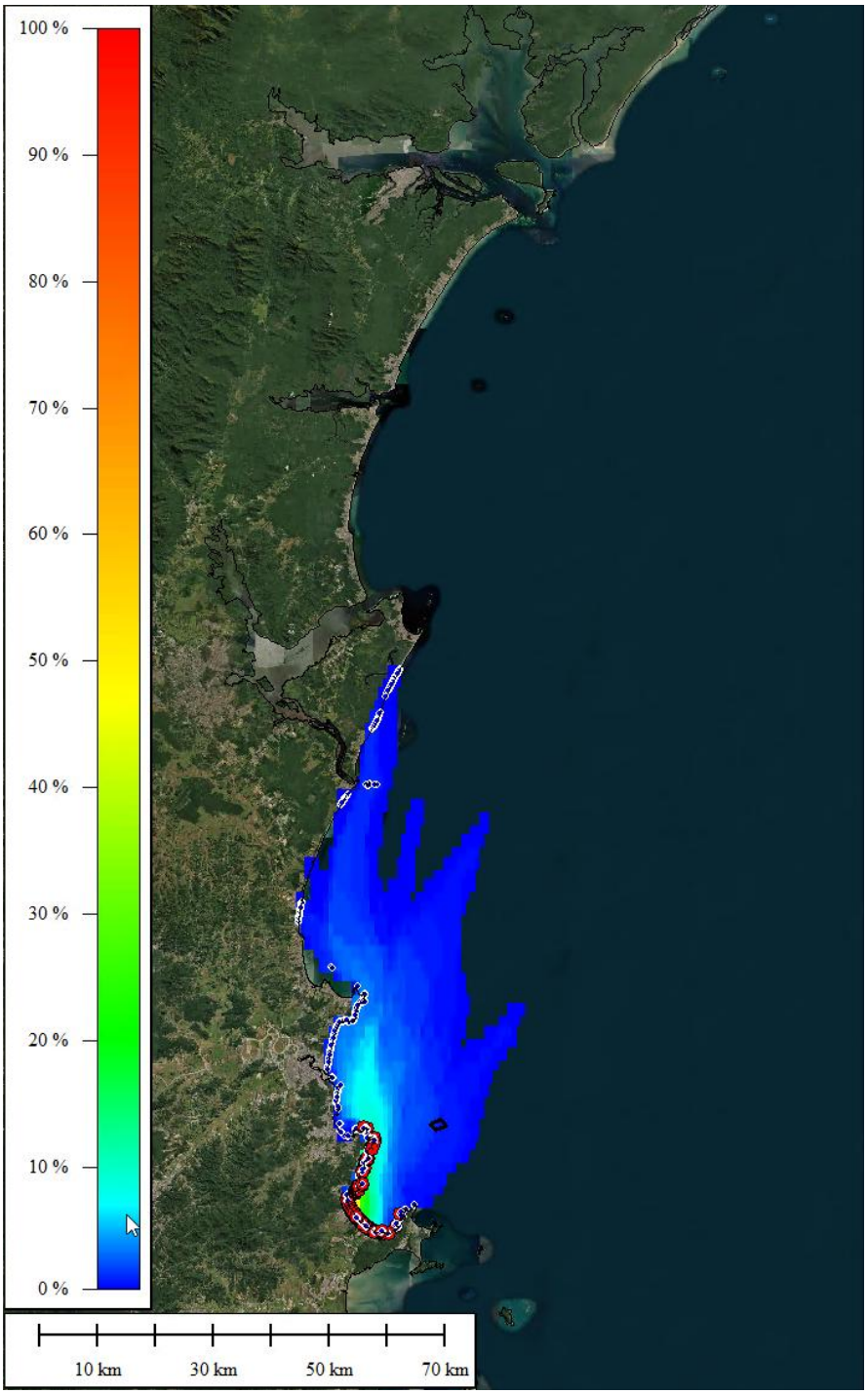


Figura 28: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 8 m³ no período de inverno na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

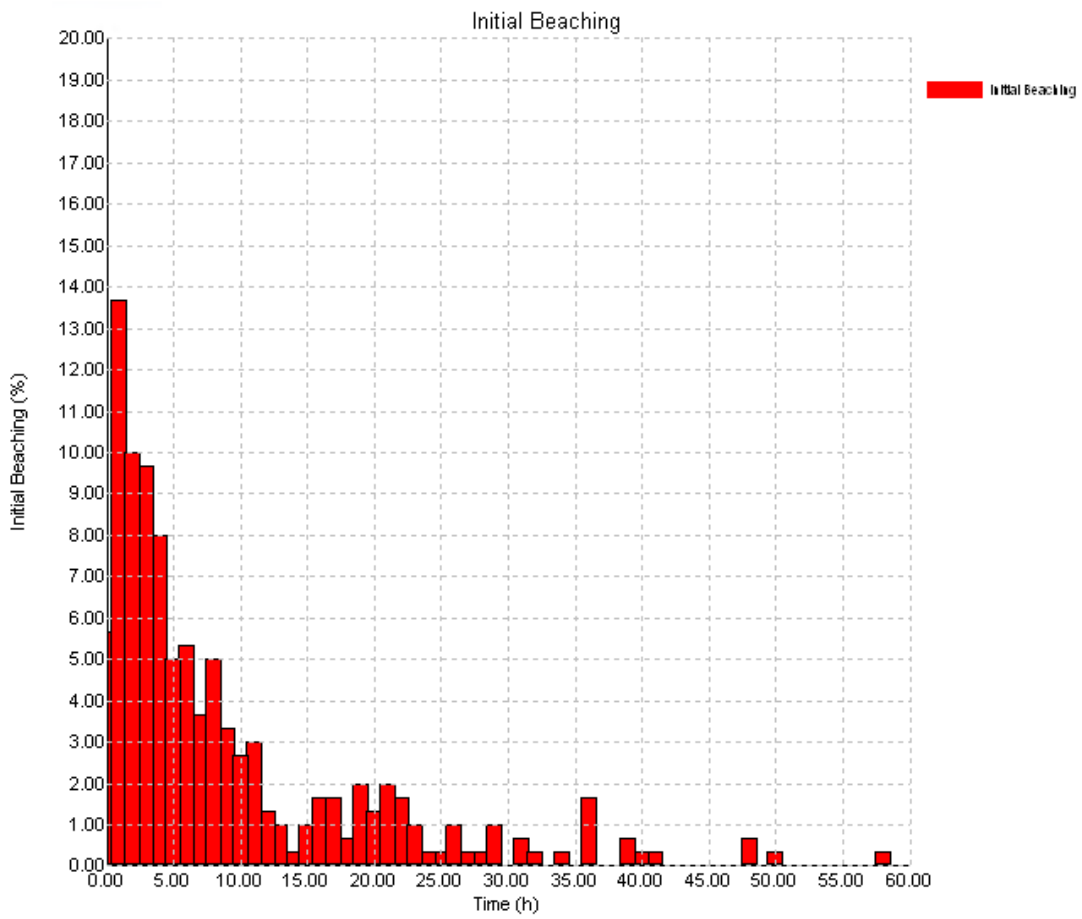


Figura 29: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 8 m³ no período de inverno na praia.

4.5.8 PRAIA – VOLUME DE 8 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 8 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de verão são apresentadas na Figura 18, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 19.

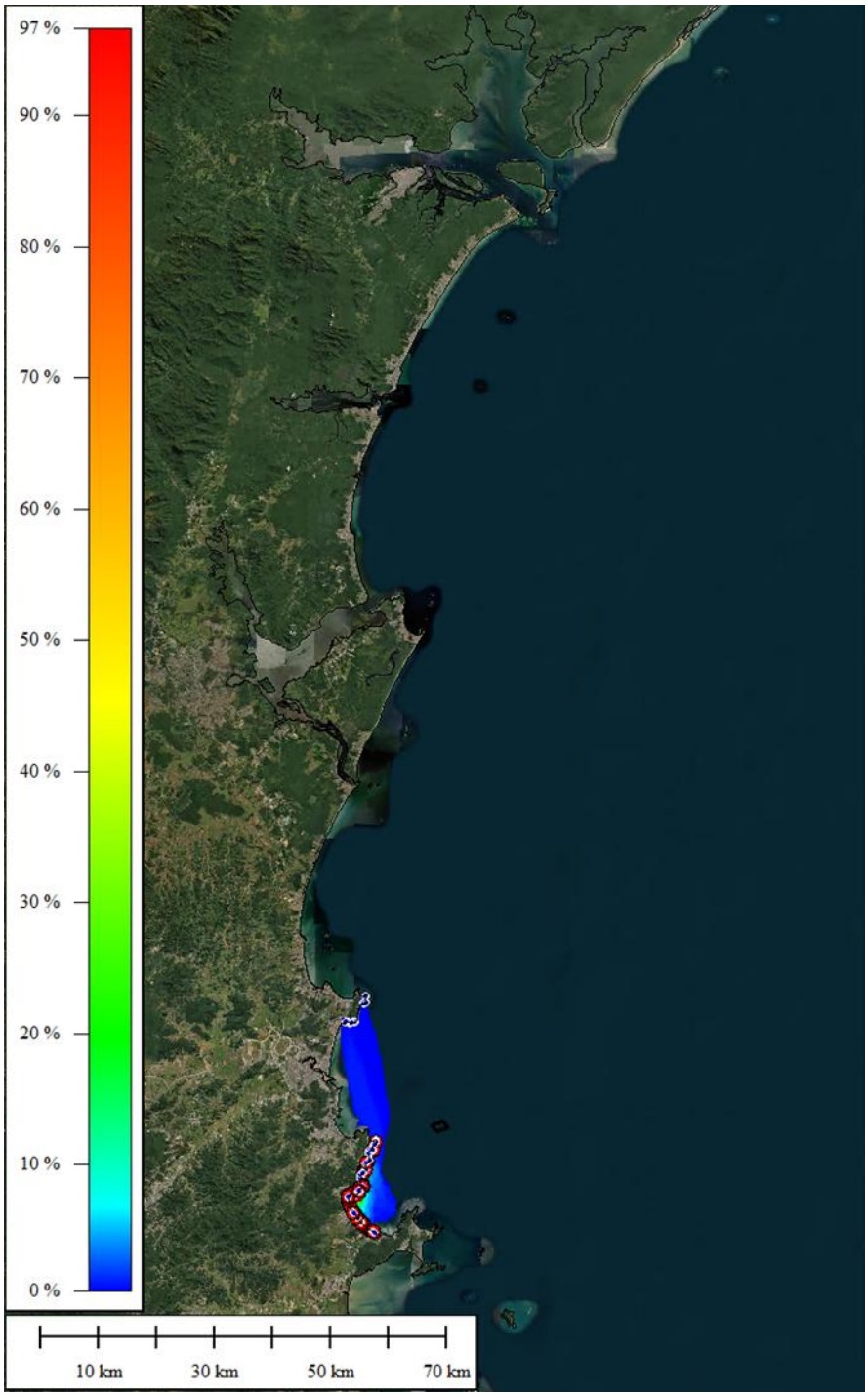


Figura 30: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 8 m³ no período de verão na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

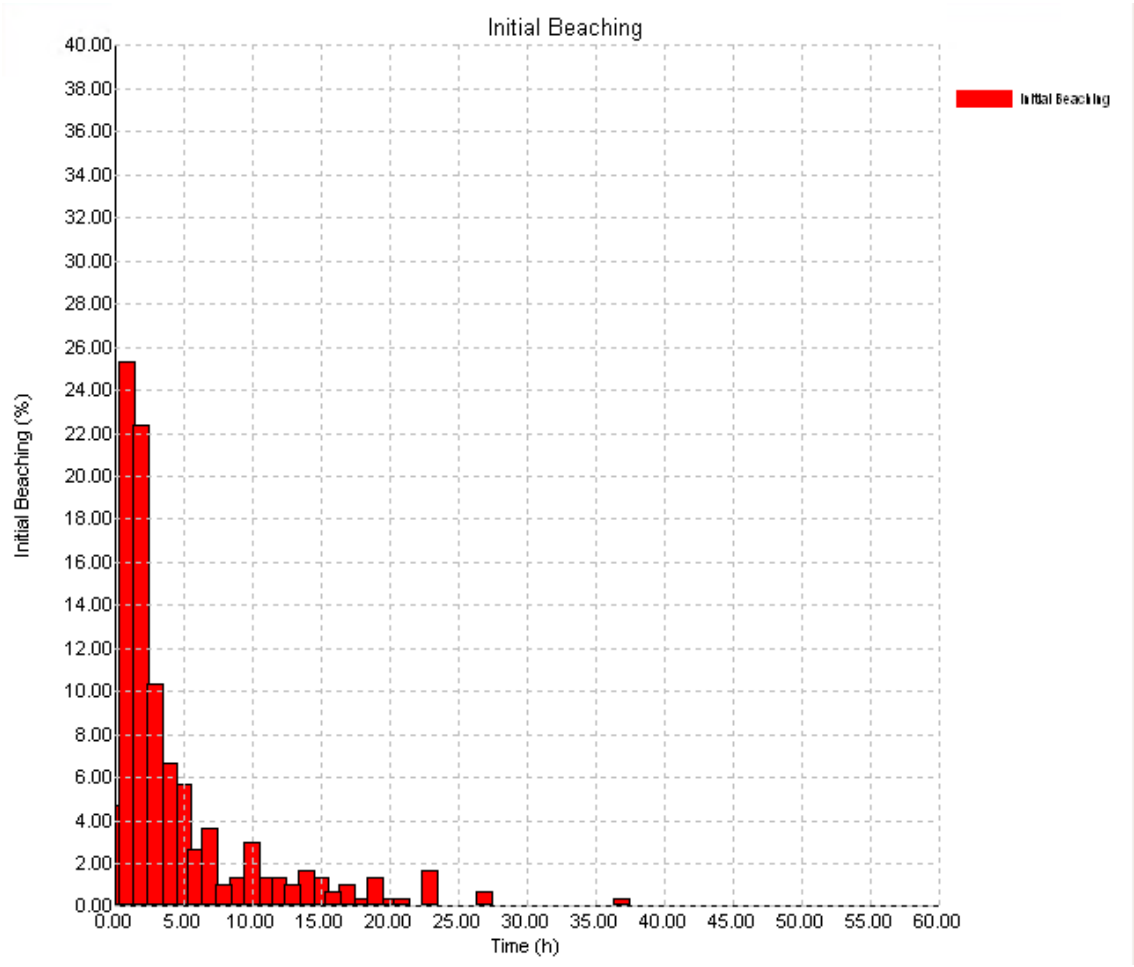


Figura 31: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 8 m³ no período de verão na praia.

4.5.9 PRAIA – VOLUME DE 200 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 200 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de inverno são apresentadas na Figura 20, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 21.

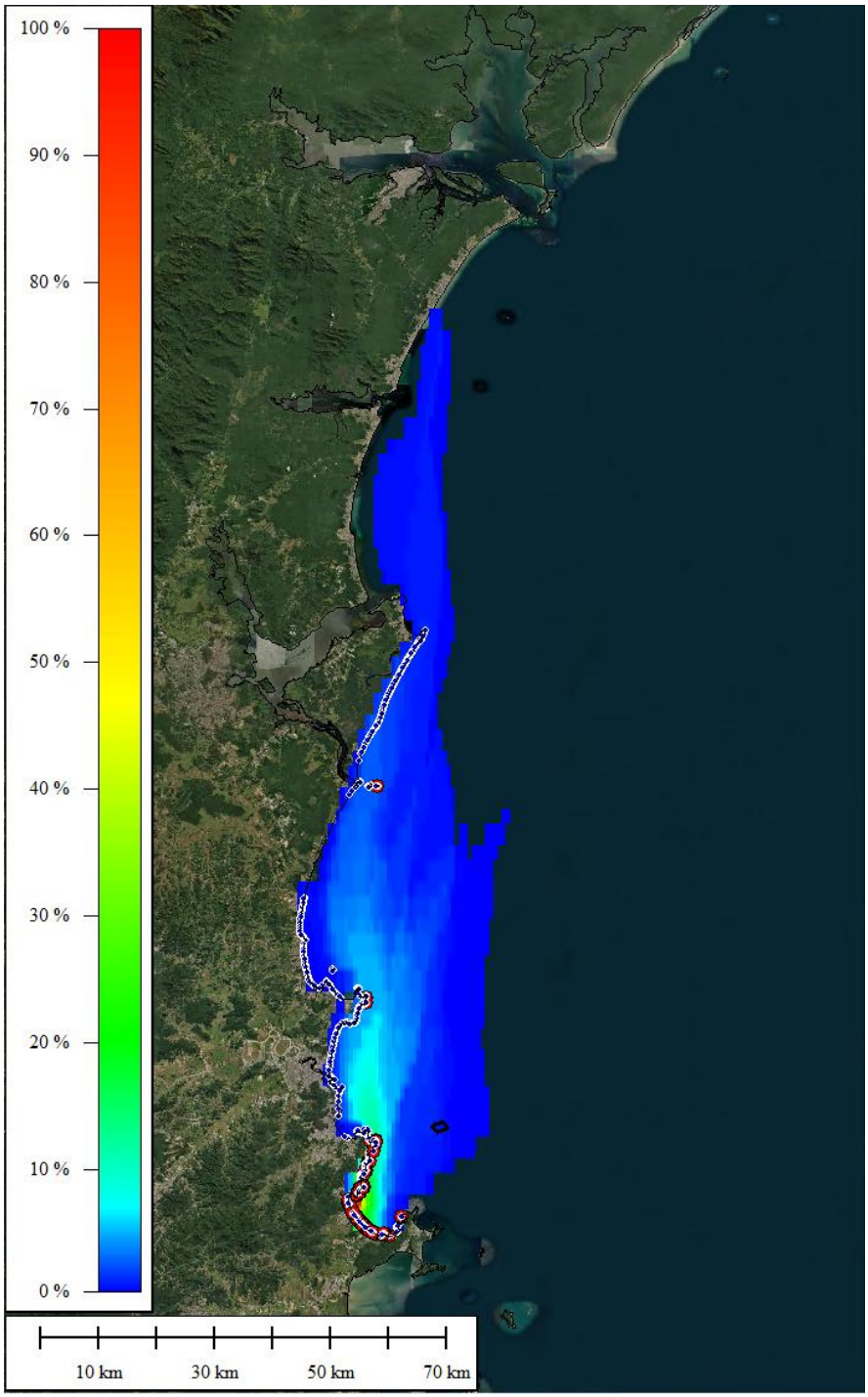


Figura 32: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 200 m³ no período de inverno na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

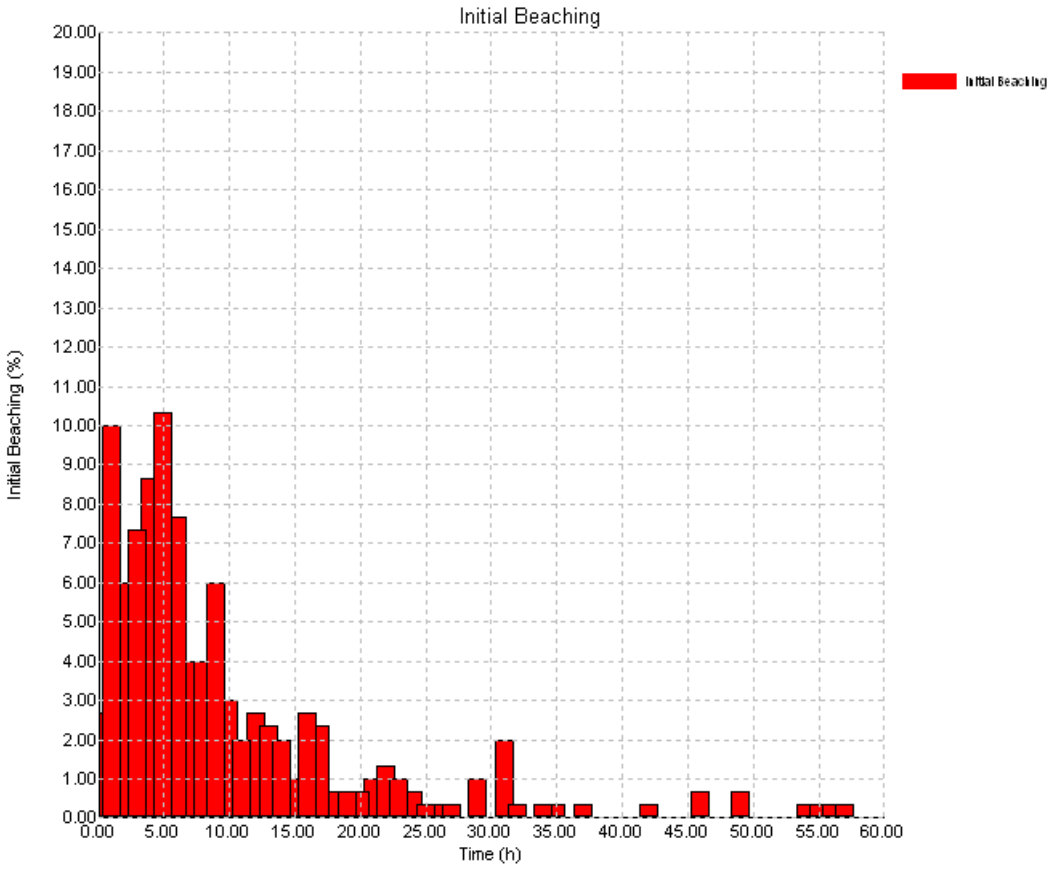


Figura 33: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 200 m³ no período de inverno na praia.

4.5.10 PRAIA – VOLUME DE 200 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 200 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de verão são apresentadas na Figura 22, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 23.

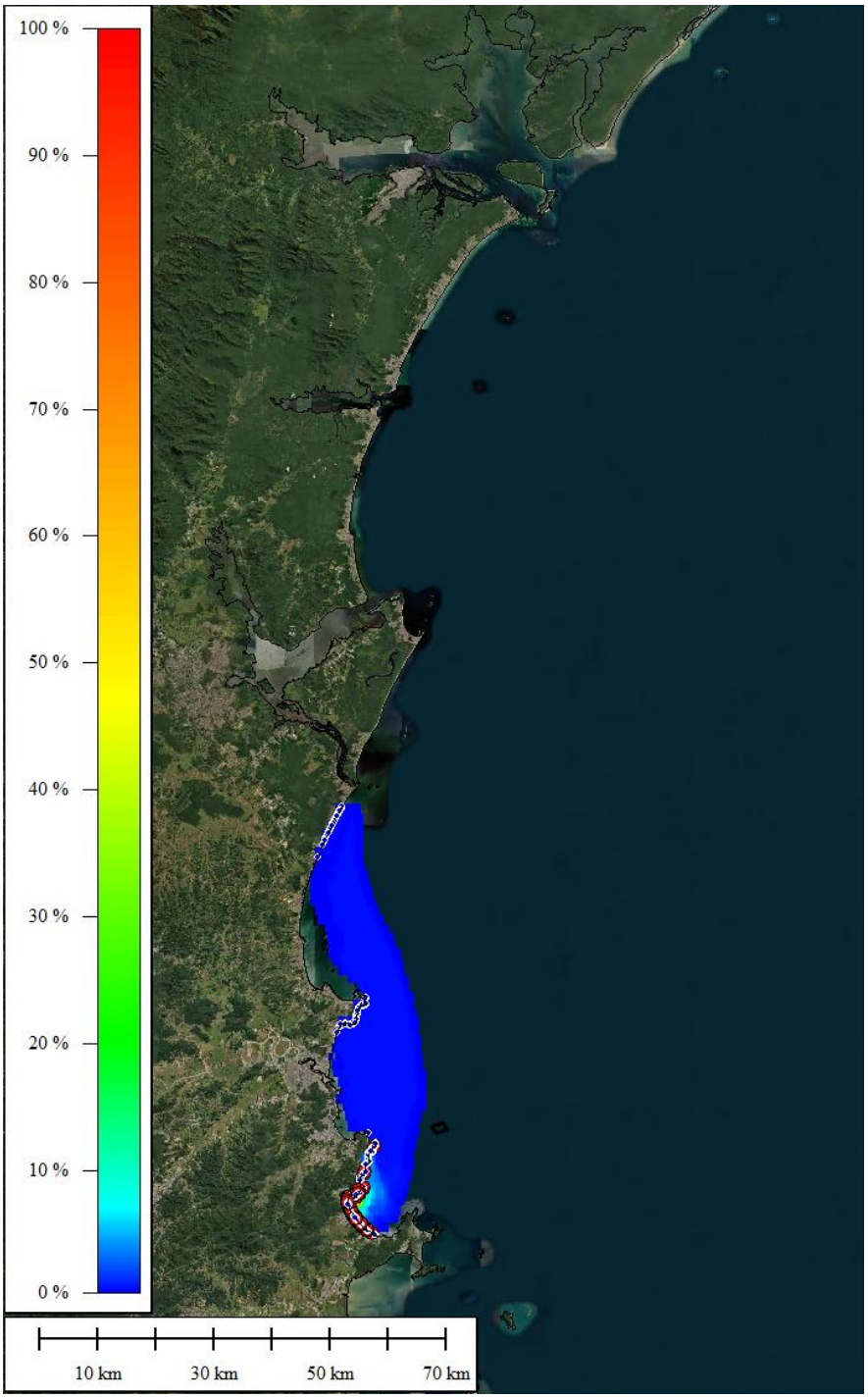


Figura 34: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 200 m³ no período de verão na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

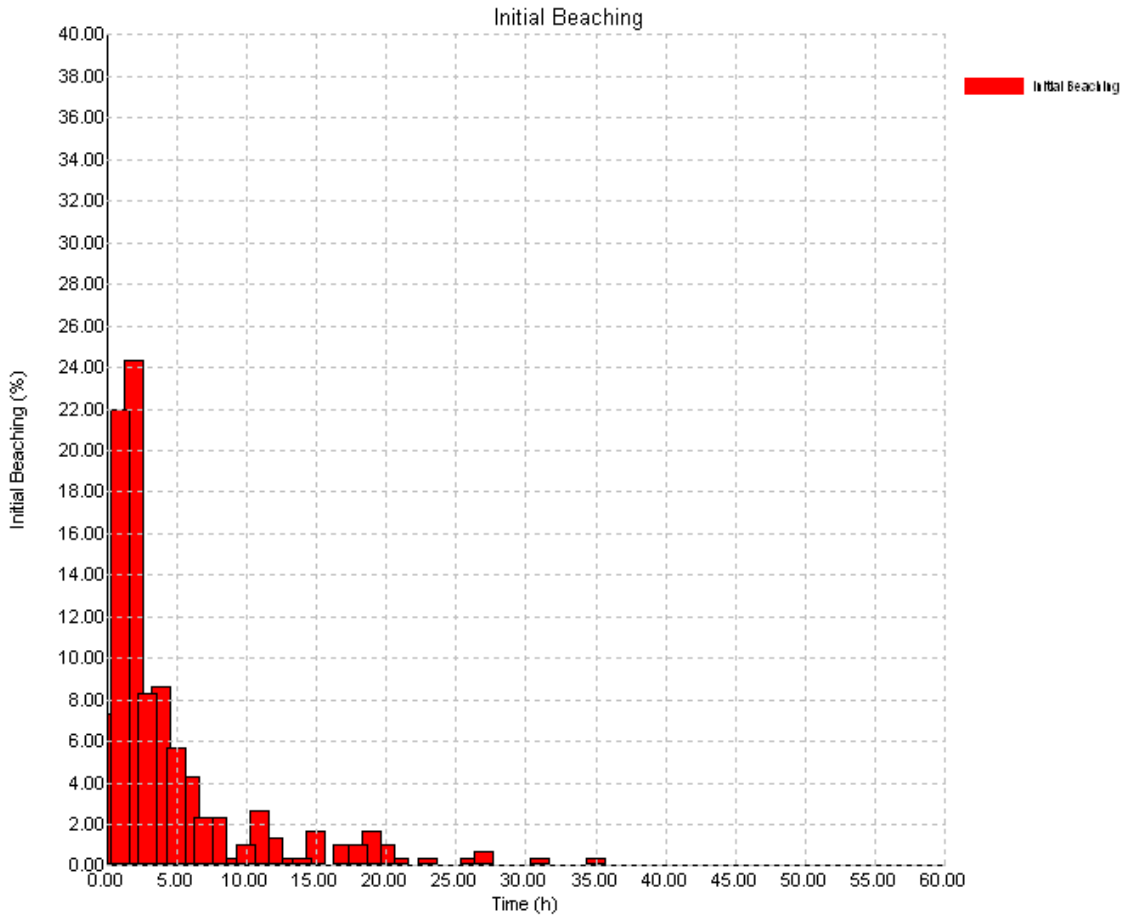


Figura 35: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 200 m³ no período de verão na praia.

4.5.11 PRAIA – VOLUME DE 1.400 M³ - INVERNO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 1.400 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de inverno são apresentadas na Figura 24, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 25.

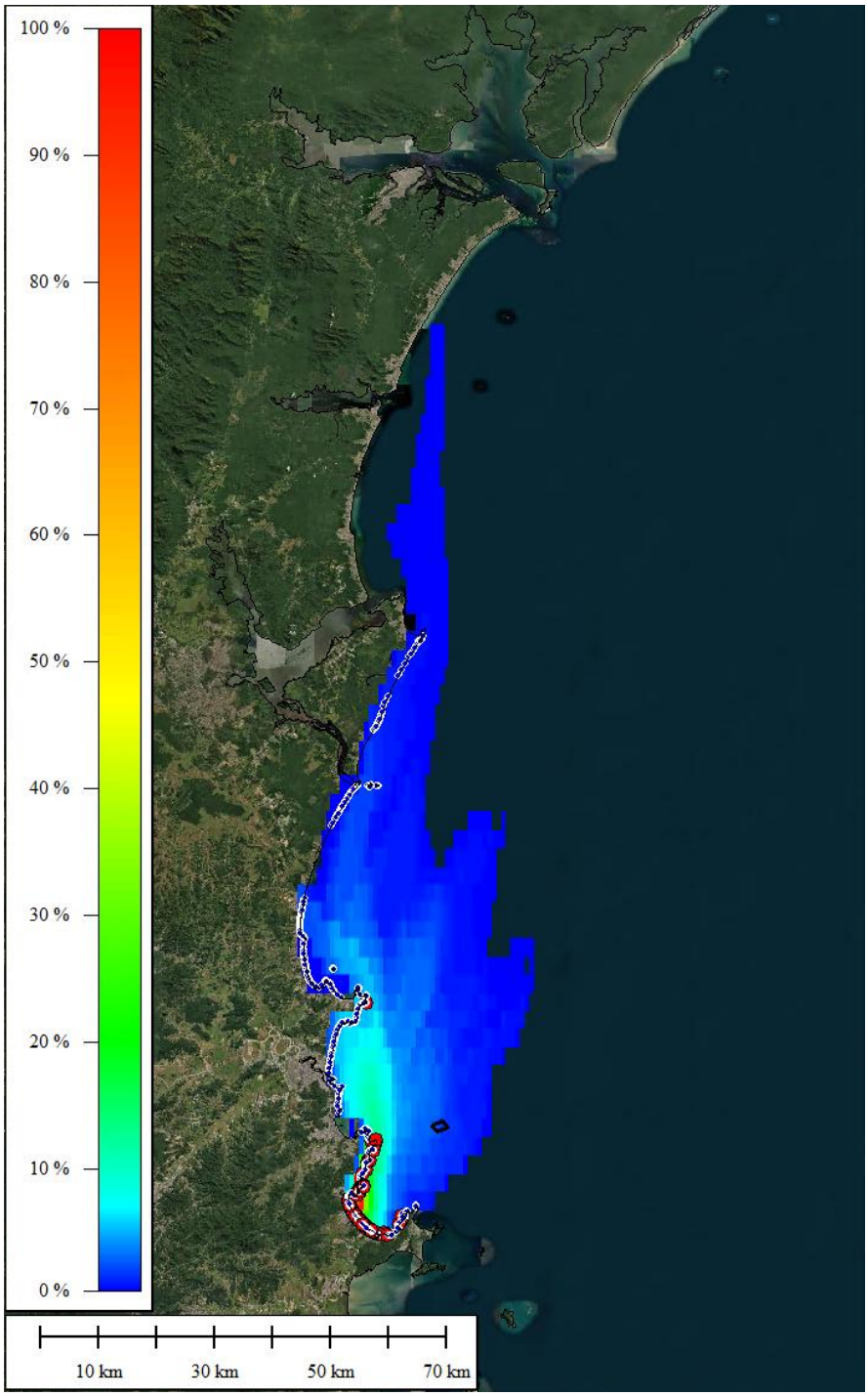


Figura 36: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

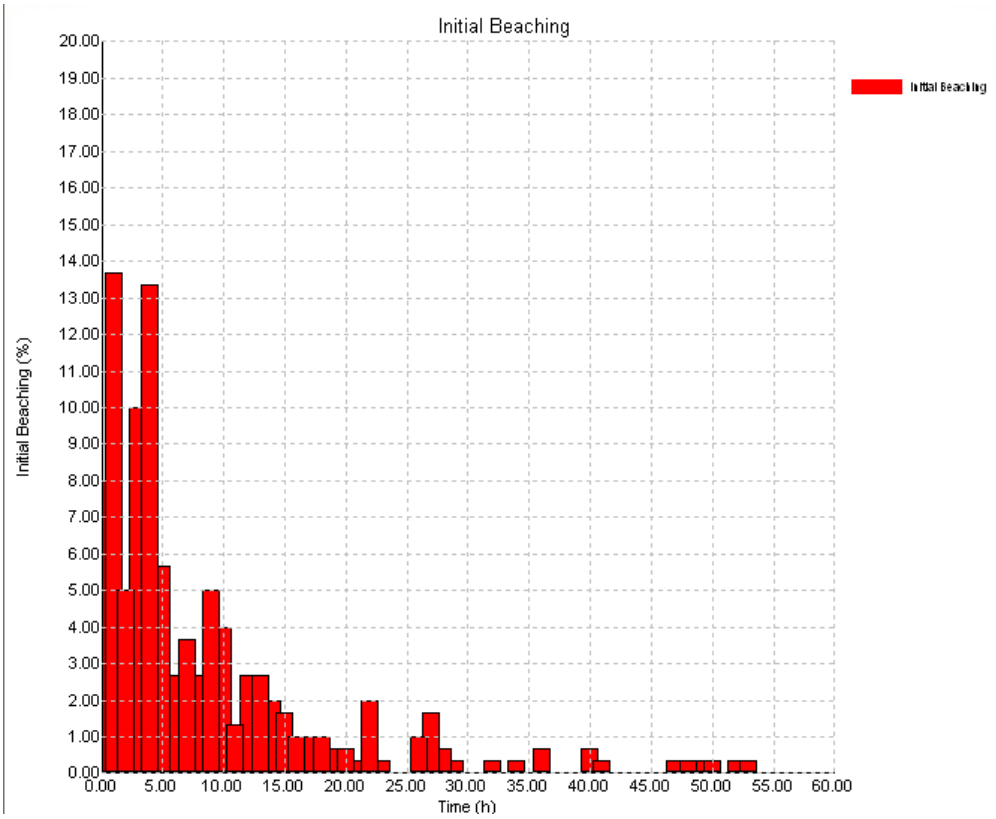


Figura 37: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de inverno na praia.

4.5.12 PRAIA – VOLUME DE 1.400 M³ - VERÃO

Os resultados das simulações probabilísticas de vazamento de 1.400 m³ de óleo combustível marítimo na praia no período de verão são apresentadas na Figura 26, com a probabilidade do tempo de toque na costa apresentada na Figura 27.

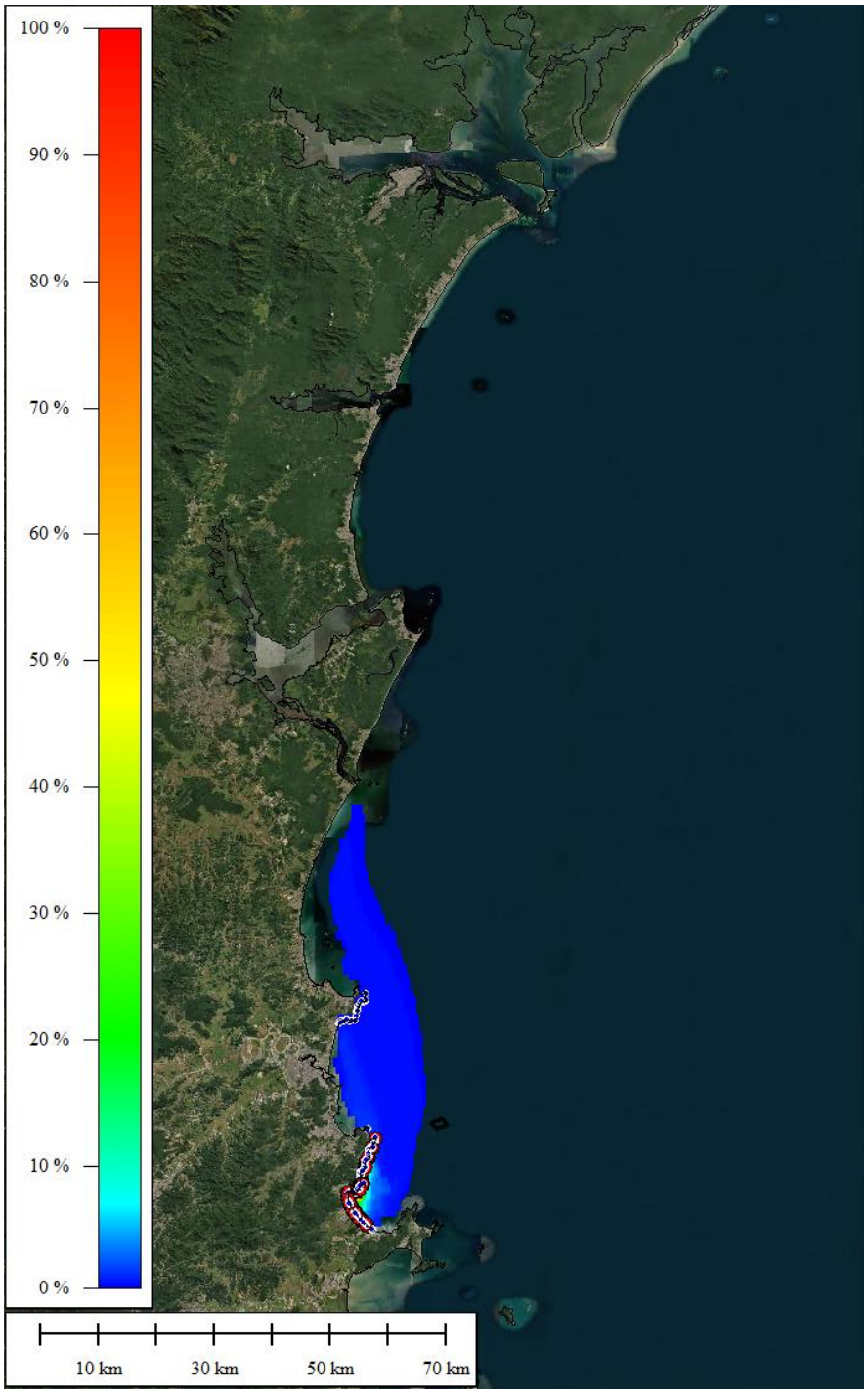


Figura 38: Mapa de probabilidade de presença de óleo no mar para o cenário de vazamento de 1.400 m³ no período de verão na praia. Os pontos vermelhos indicam pontos de primeiro contato e os azuis os demais com ocorrência de óleo na costa.

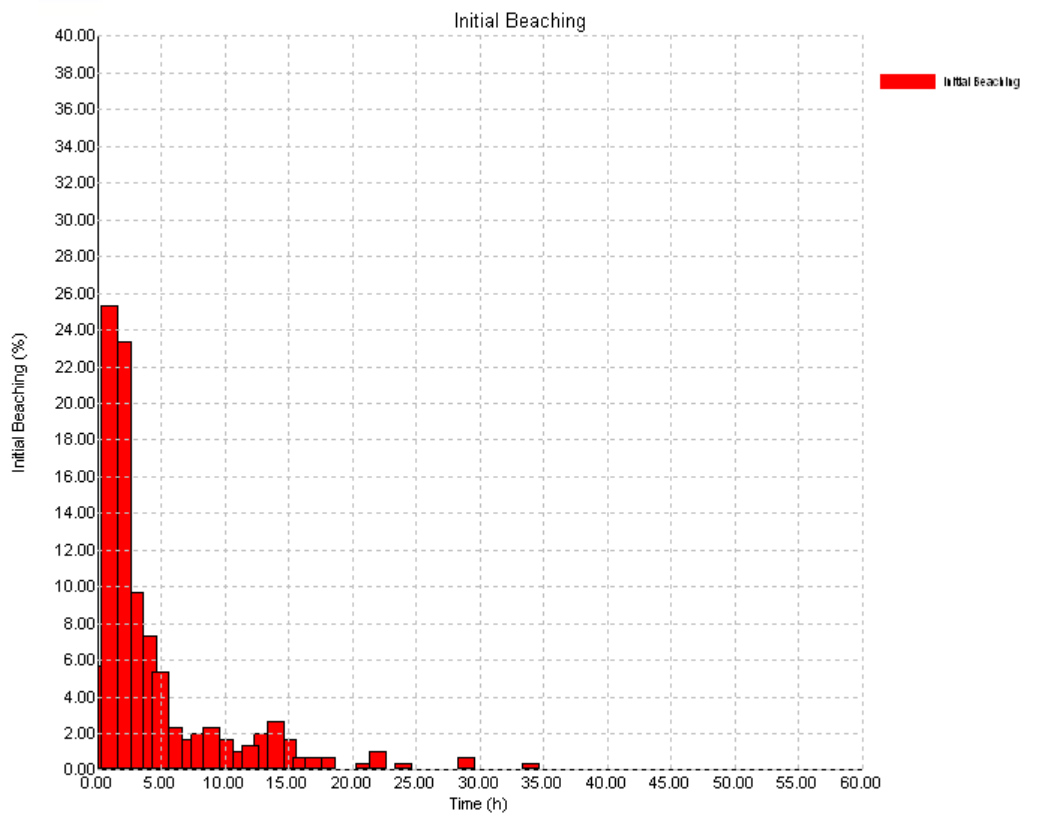


Figura 39: Probabilidade de tempo até o toque na costa para os cenários de vazamento de 1.400 m³ no período de verão na praia.

4.6 SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS

Com o objetivo de se conhecer a trajetória e o destino de uma mancha de óleo gerada a partir de um derramamento hipotético do volume de pior caso, de 1.400 m³, que representa o volume total de combustível das dragas, são apresentados os resultados das simulações determinísticas para os dois pontos de risco estudados. Os resultados do modelo são apresentados em forma de dispersão da mancha do óleo ao longo do tempo, contadas a partir do início do derrame. Para esses cenários, não é considerada nenhuma ação de resposta ou contenção do óleo derramado através do uso de barreiras ou dispersantes.

Foram avaliados 4 cenários de dispersão determinística, considerando cenários de toque na costa com maior distância e com menor tempo, para cada ponto avaliado

Nos mapas os campos de correntes são apresentados com a escala de cores descrita na Figura 40. A mancha é representada pelas partículas pretas, sendo delineada uma linha vermelha considerando a advecção do centroide de massa da mancha ao longo do tempo. Quando há toque na costa, as partículas se tornam vermelhas, passam a ser consideradas como aderidas e não participam mais da simulação. O volume de óleo vai sendo convertido ao longo do tempo entre volume da mancha, volume evaporado, volume dispersado ou volume aderido à costa, tendo as proporções exibidas em gráficos ao longo do tempo. A simulação é paralisada quando o percentual de óleo no mar se torna insignificante. Destaca-se que o volume total aparece como sendo superior àquele considerado no incidente de derrame (2.500 m³ contra o caso hipotético de 1.400 m³). Isso acontece pois há um entranhamento de água de 45% no óleo ao longo do tempo, fazendo com que o volume total da mancha seja maior do que o volume exclusivamente de óleo derramado.

	Speed (m/s)	Colour
0	0	
1	0.100	
2	0.200	
3	0.300	
4	0.400	
5	0.500	
6		

Figura 40: Escala de cores dos mapas de correntes.

4.6.1 Cenário 1 – Jazida – Maior Alcance

Para avaliar a trajetória da mancha de com toque na costa na ilha do Mel e Litoral Paranaense, foi reproduzida uma simulação de derrame no dia 07/07/2024 às 17:02. A trajetória do óleo ao longo do tempo é apresentada da Figura 41 até a Figura 49, sendo que os pontos pretos indicam as partículas simuladas e os pontos vermelhos as partículas que tocam a costa. Na Figura 50 é apresentada a distribuição de óleo na água, evaporado, dispersado e na costa ao longo do tempo.

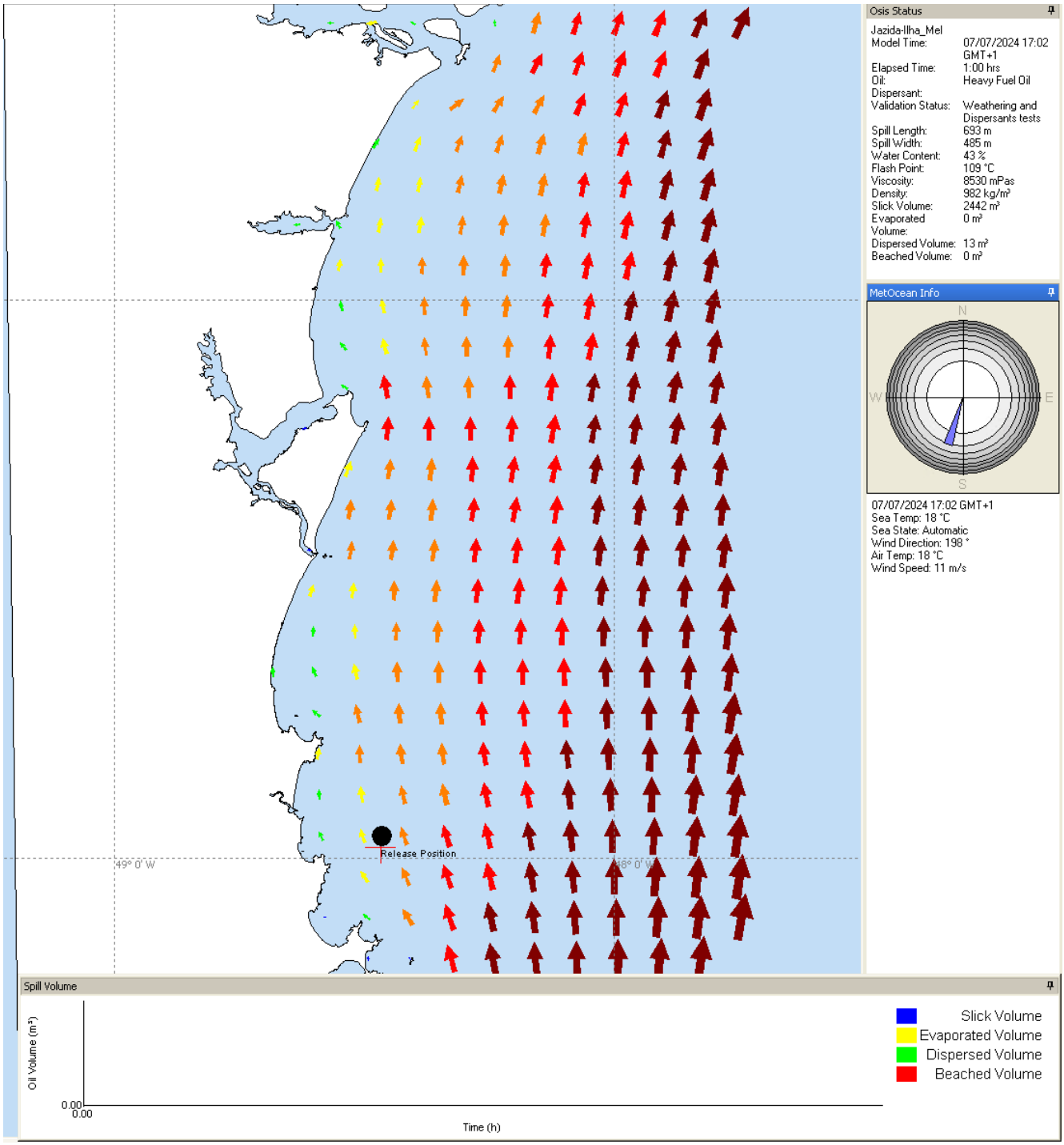


Figura 41: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 1 hora após o derrame.

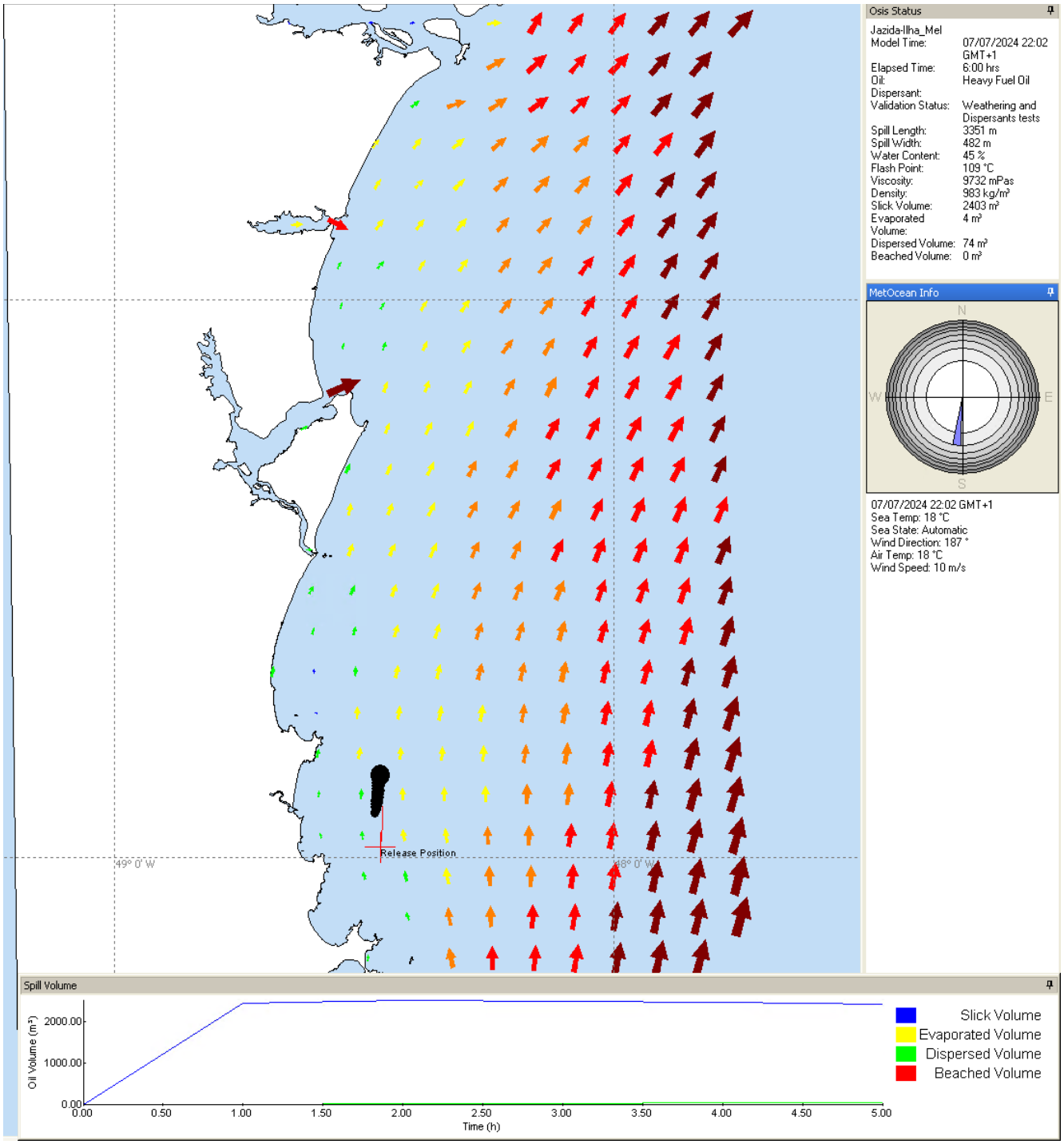


Figura 42: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 6 horas após o derrame.

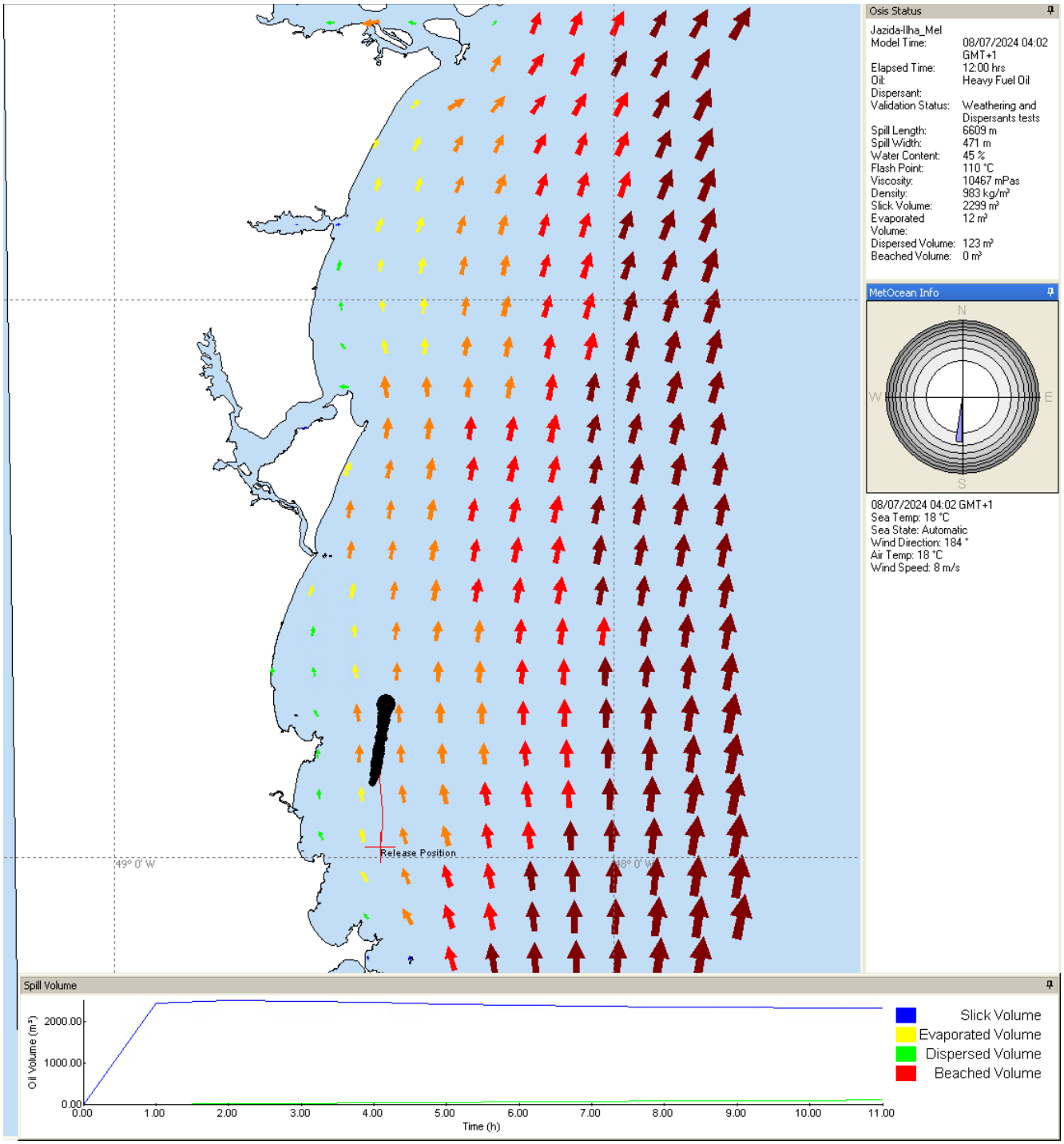


Figura 43: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 12 horas após o derrame.

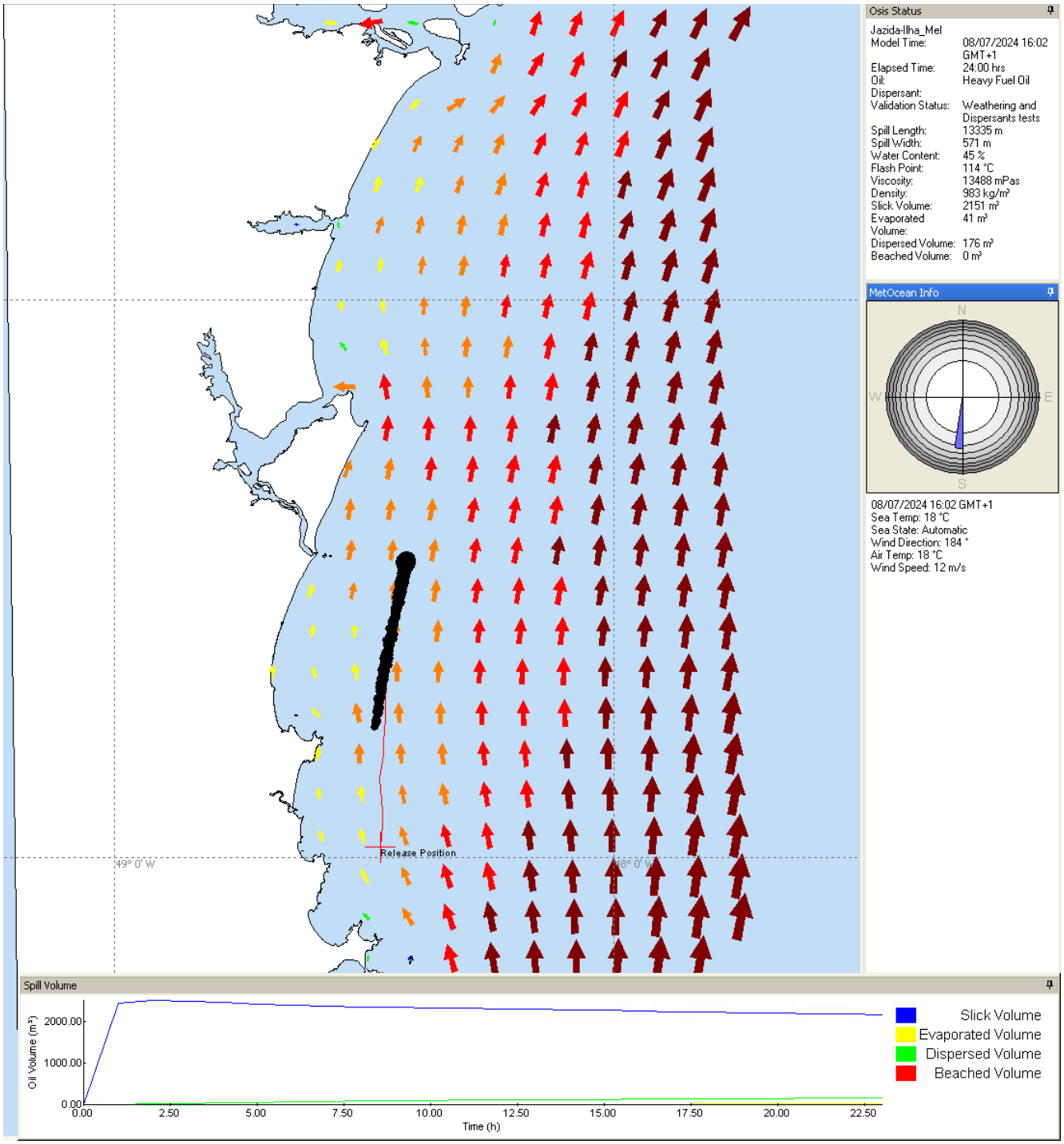


Figura 44: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 24 horas após o derrame.

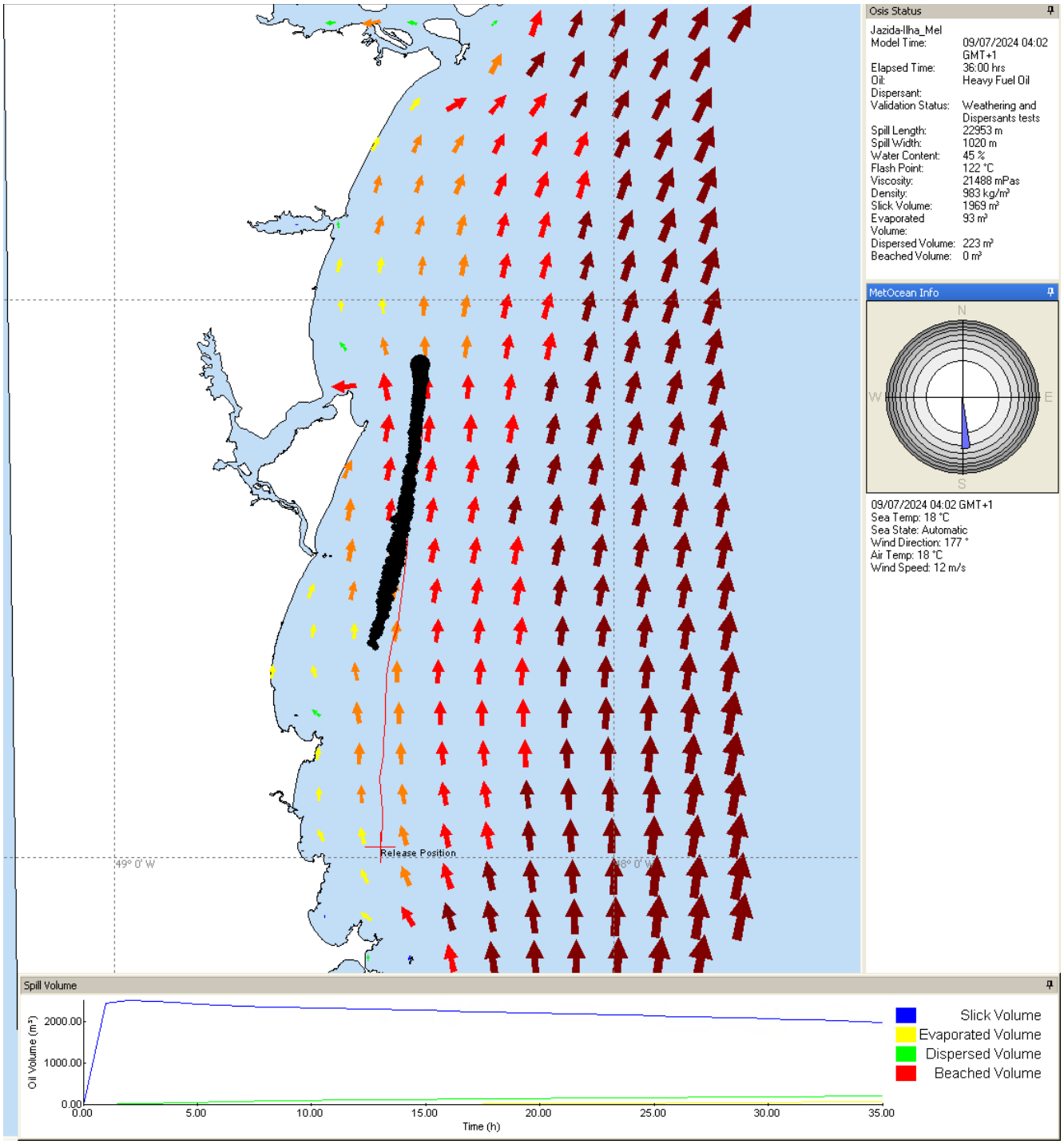


Figura 45: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 36 horas após o derrame.

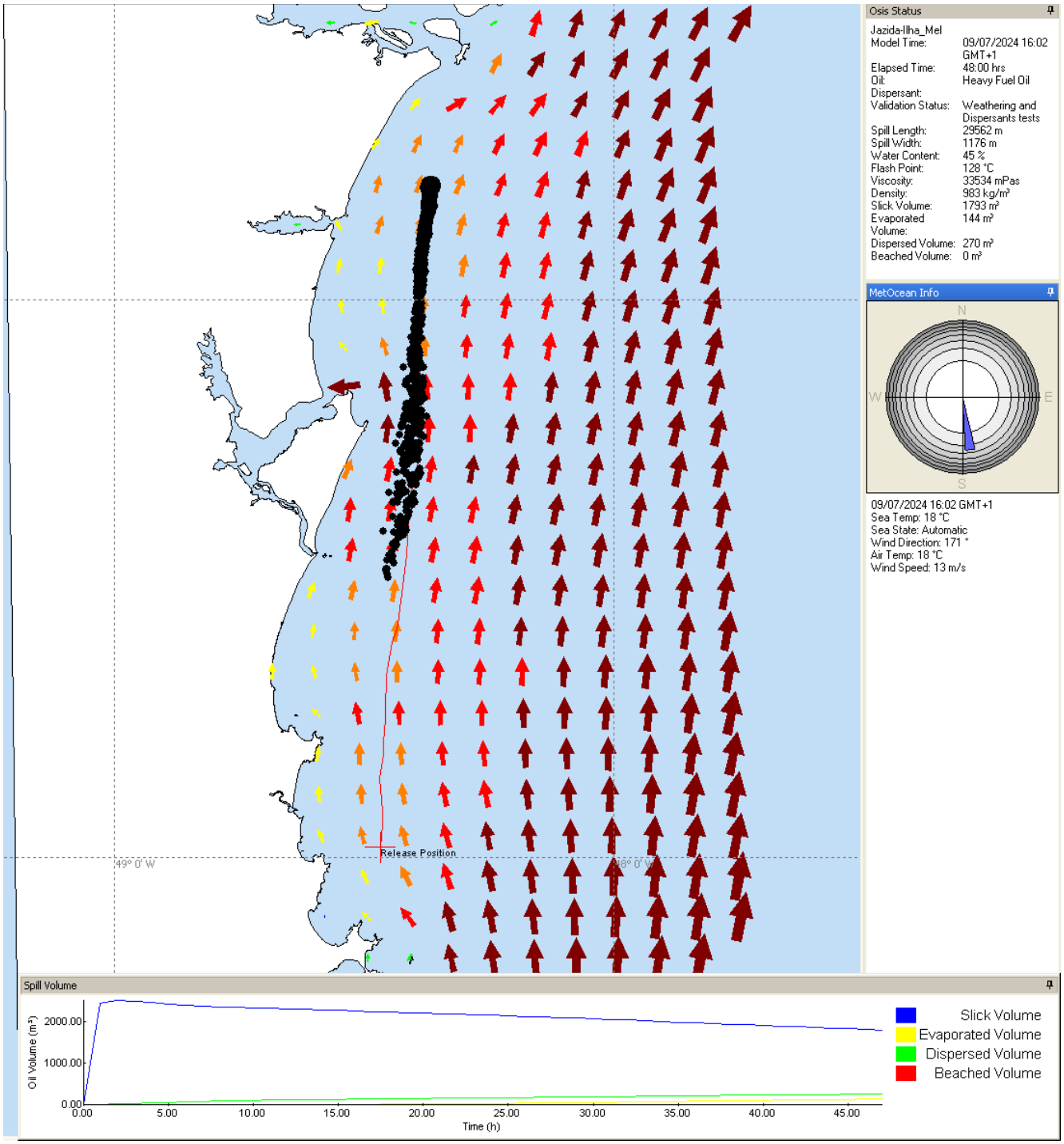


Figura 46: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 48 horas após o derrame.

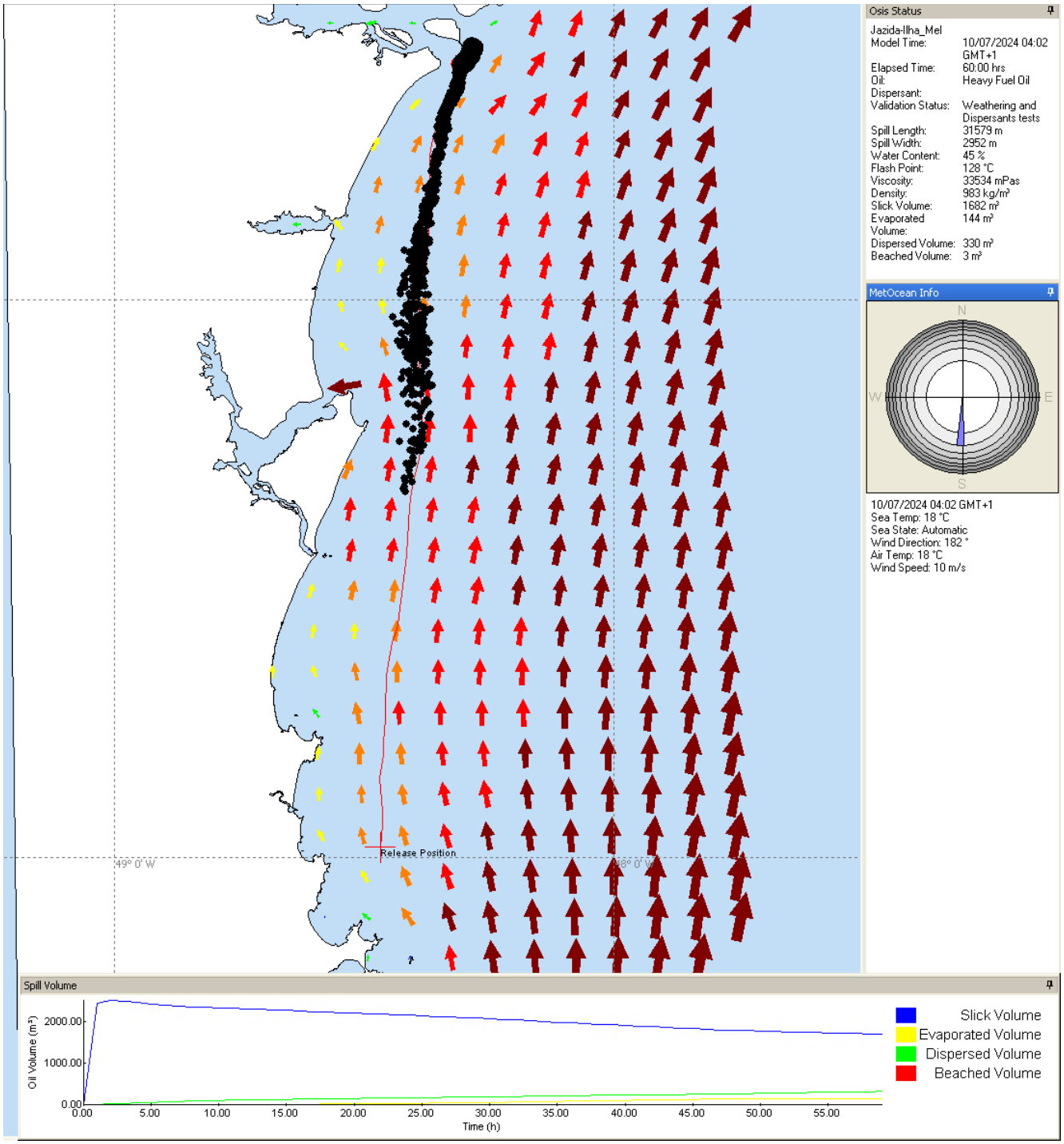


Figura 47: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 60 horas após o derrame.

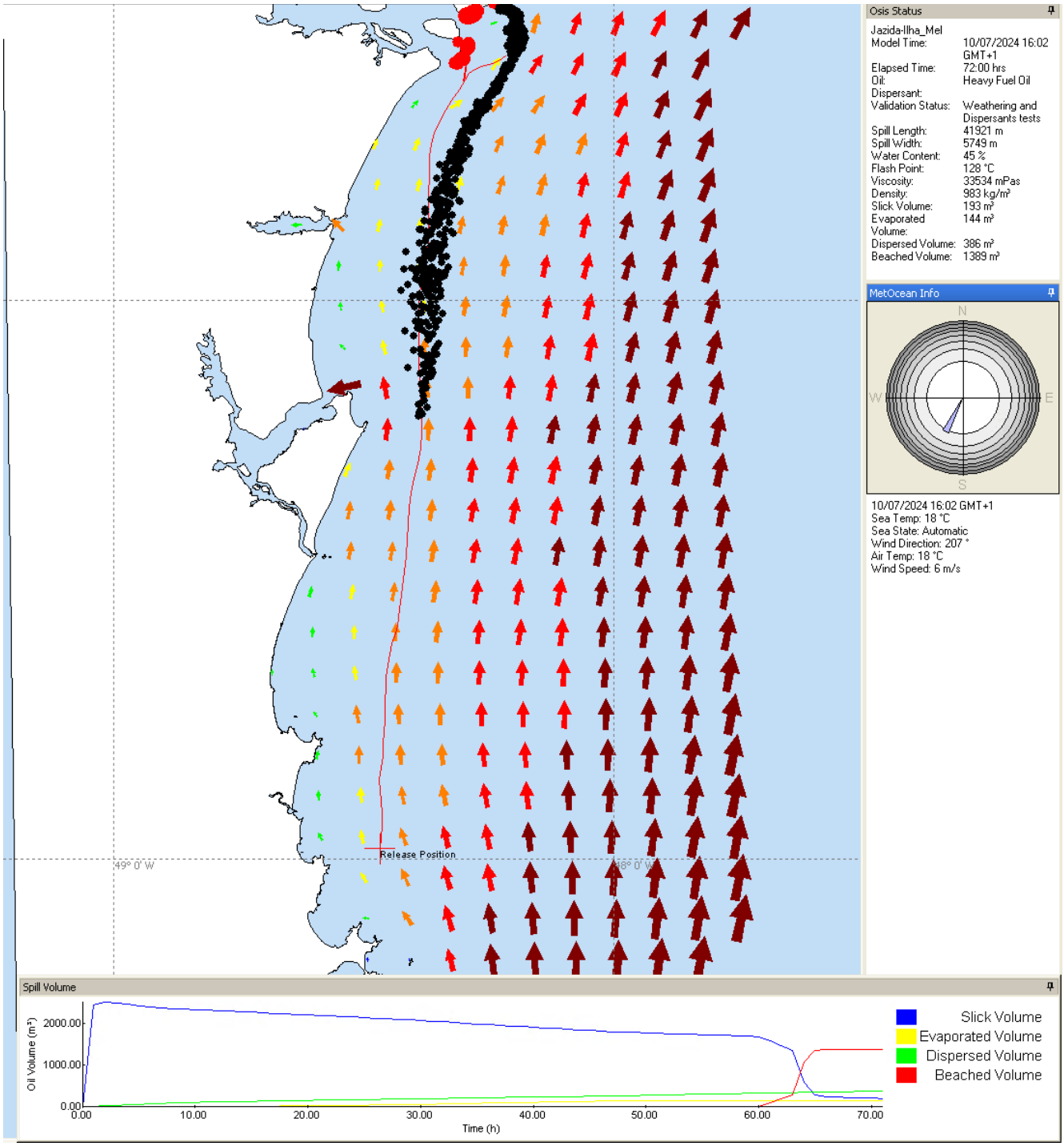


Figura 48: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 72 horas após o derrame.

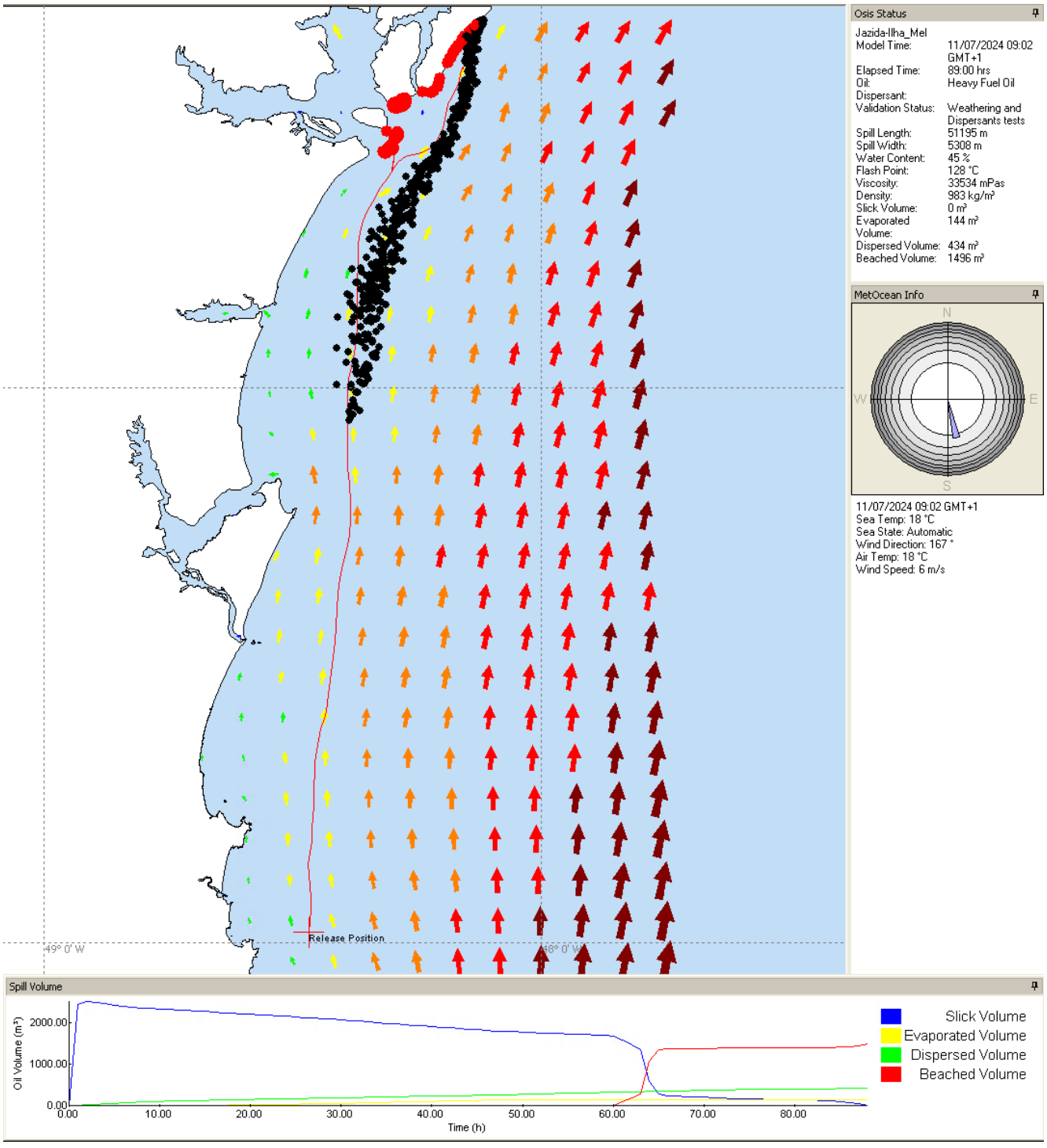


Figura 49: Cenário de maior alcance da mancha na jazida – 89 horas após o derrame.

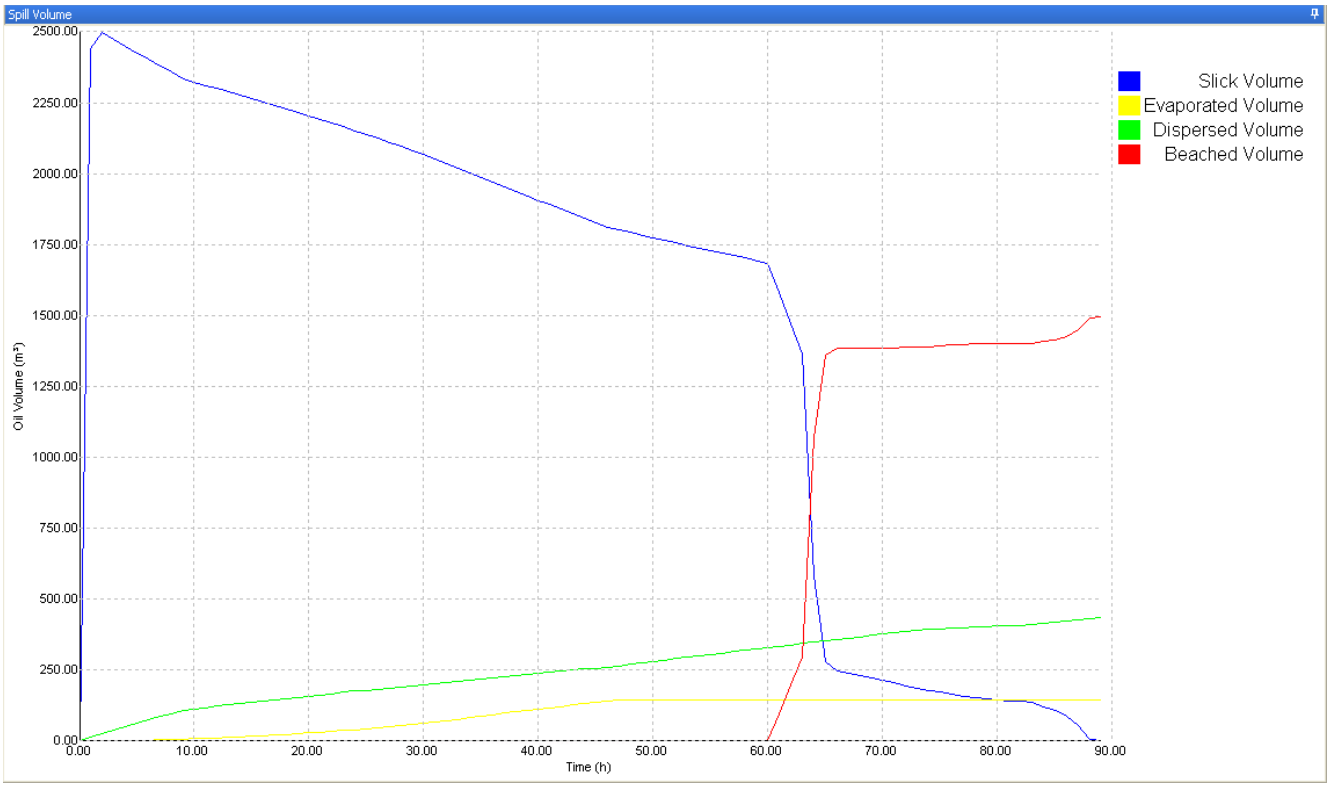


Figura 50: Balanço de massa do óleo ao longo da simulação do cenário 1.

4.6.2 Cenário 2 – Jazida – Toque mais rápido

Para avaliar a trajetória da mancha de com toque na costa mais rápido para derrame na jazida, foi reproduzida uma simulação de derrame no dia 31/07/2024 às 06:02. A trajetória do óleo ao longo do tempo é apresentada da Figura 51 até a Figura 56, sendo que os pontos pretos indicam as partículas simuladas e os pontos vermelhos as partículas que tocam a costa. Na Figura 57 é apresentada a distribuição de óleo na água, evaporado, dispersado e na costa ao longo do tempo.

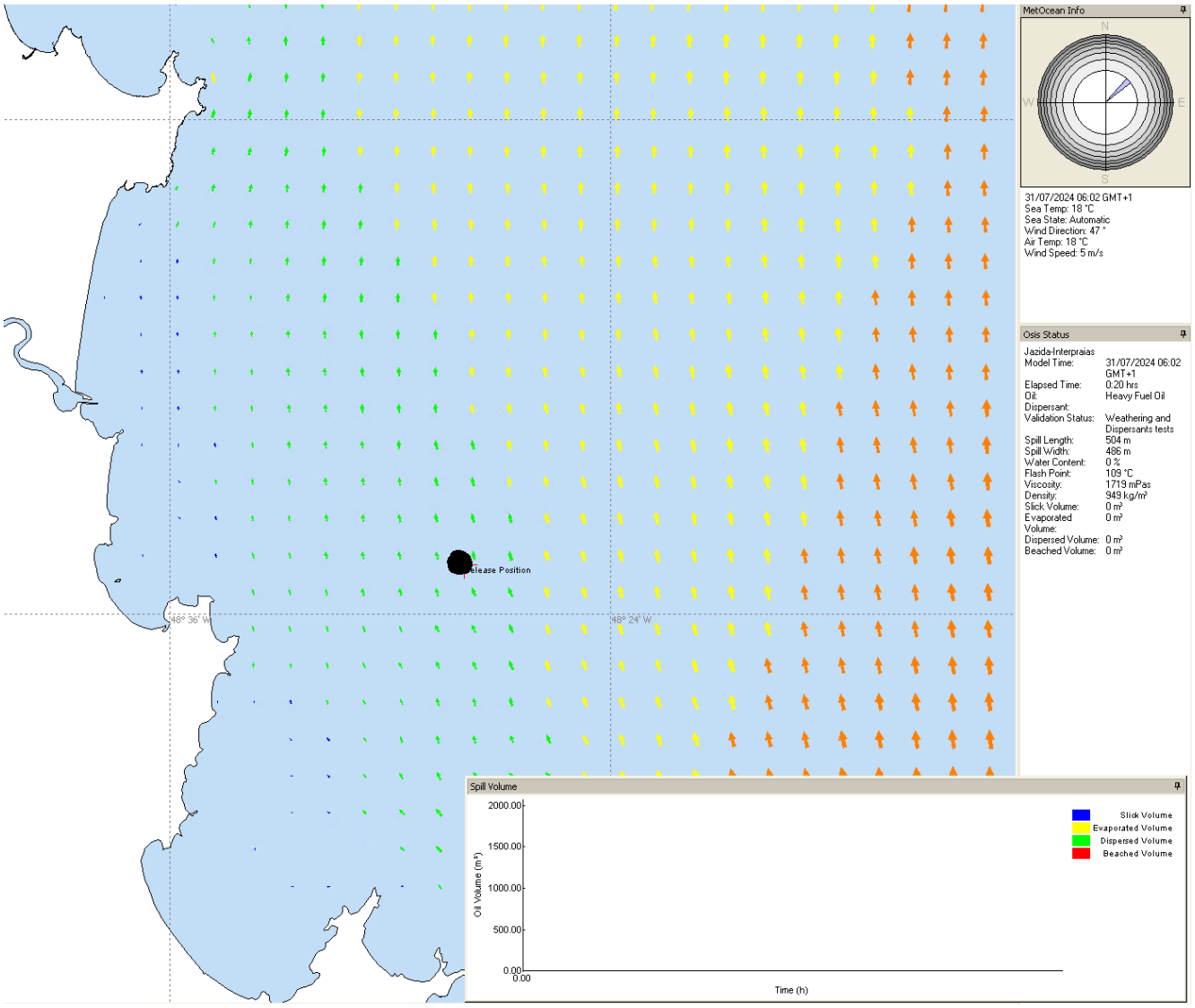


Figura 51: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 20 minutos após o derrame.

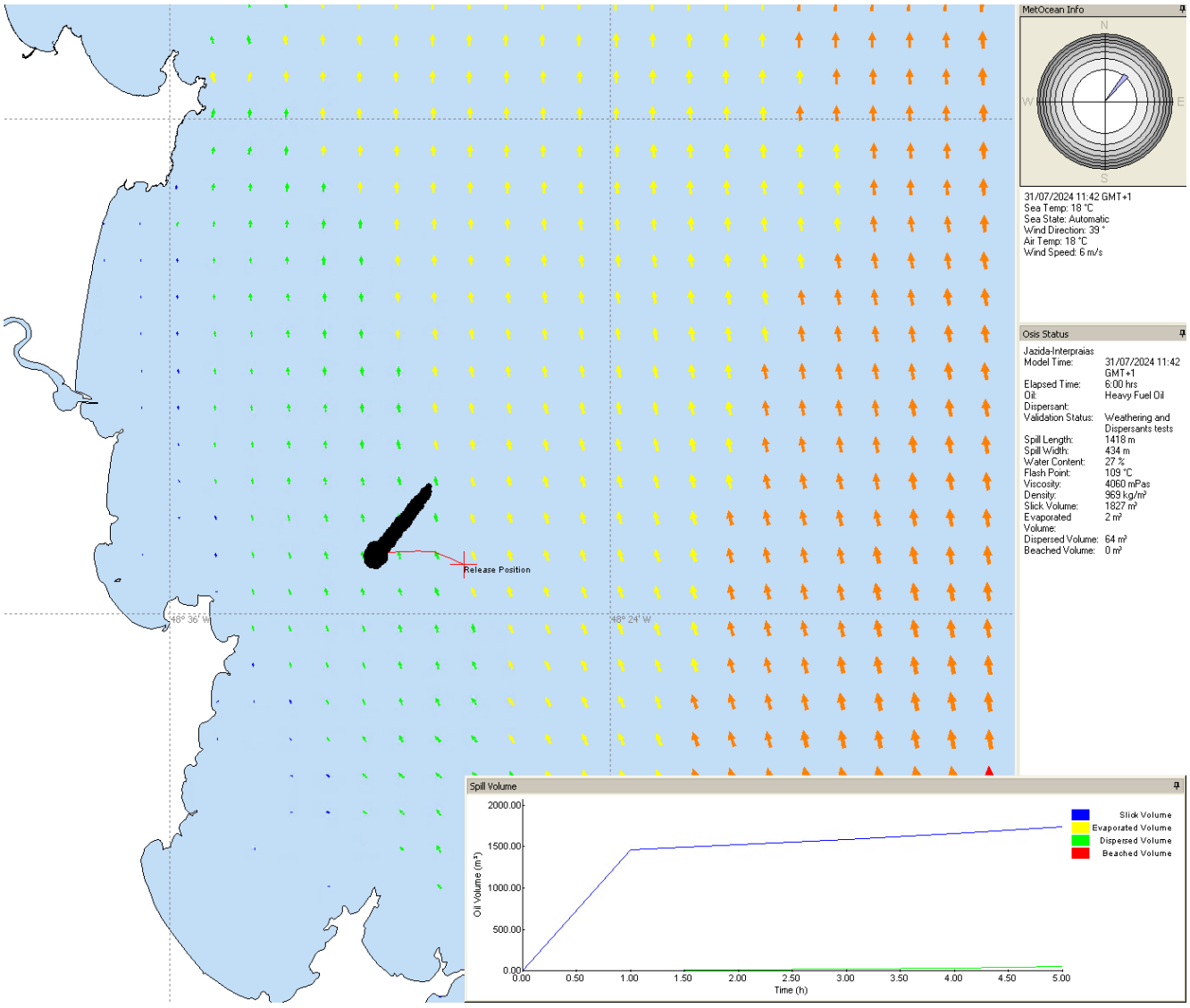


Figura 52: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 6 horas após o derrame.

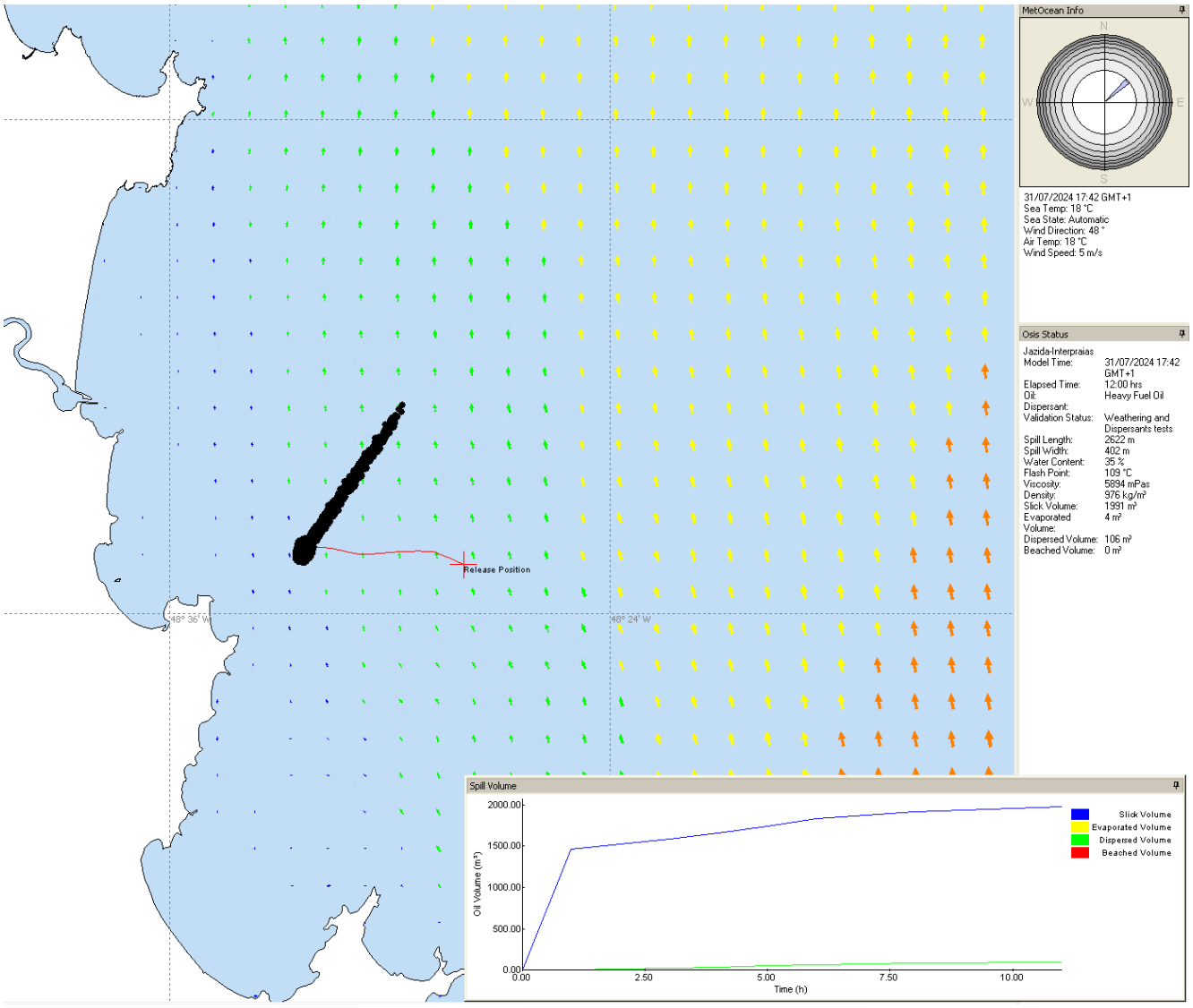


Figura 53: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 12 horas após o derrame.

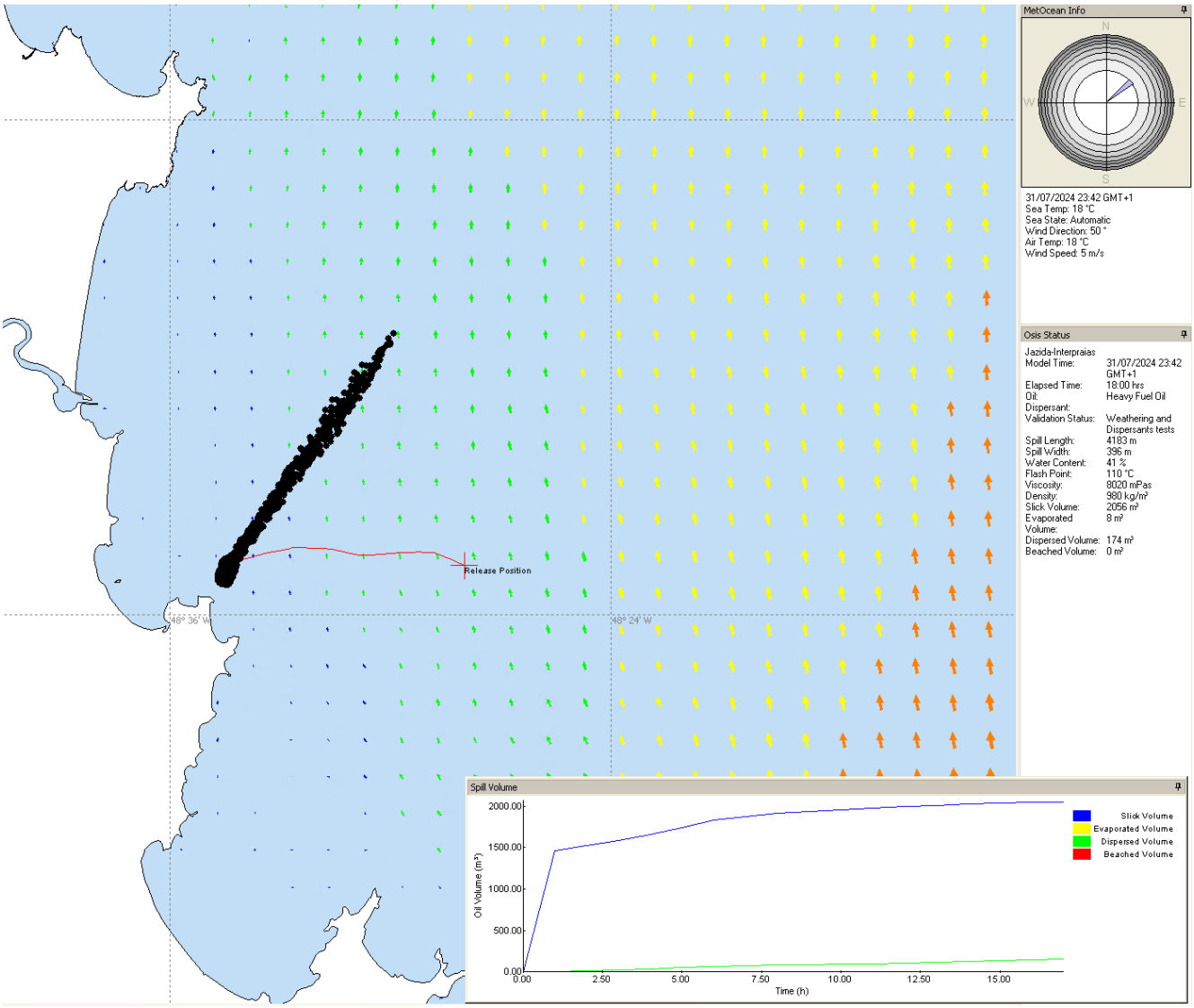


Figura 54: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 18 horas após o derrame.

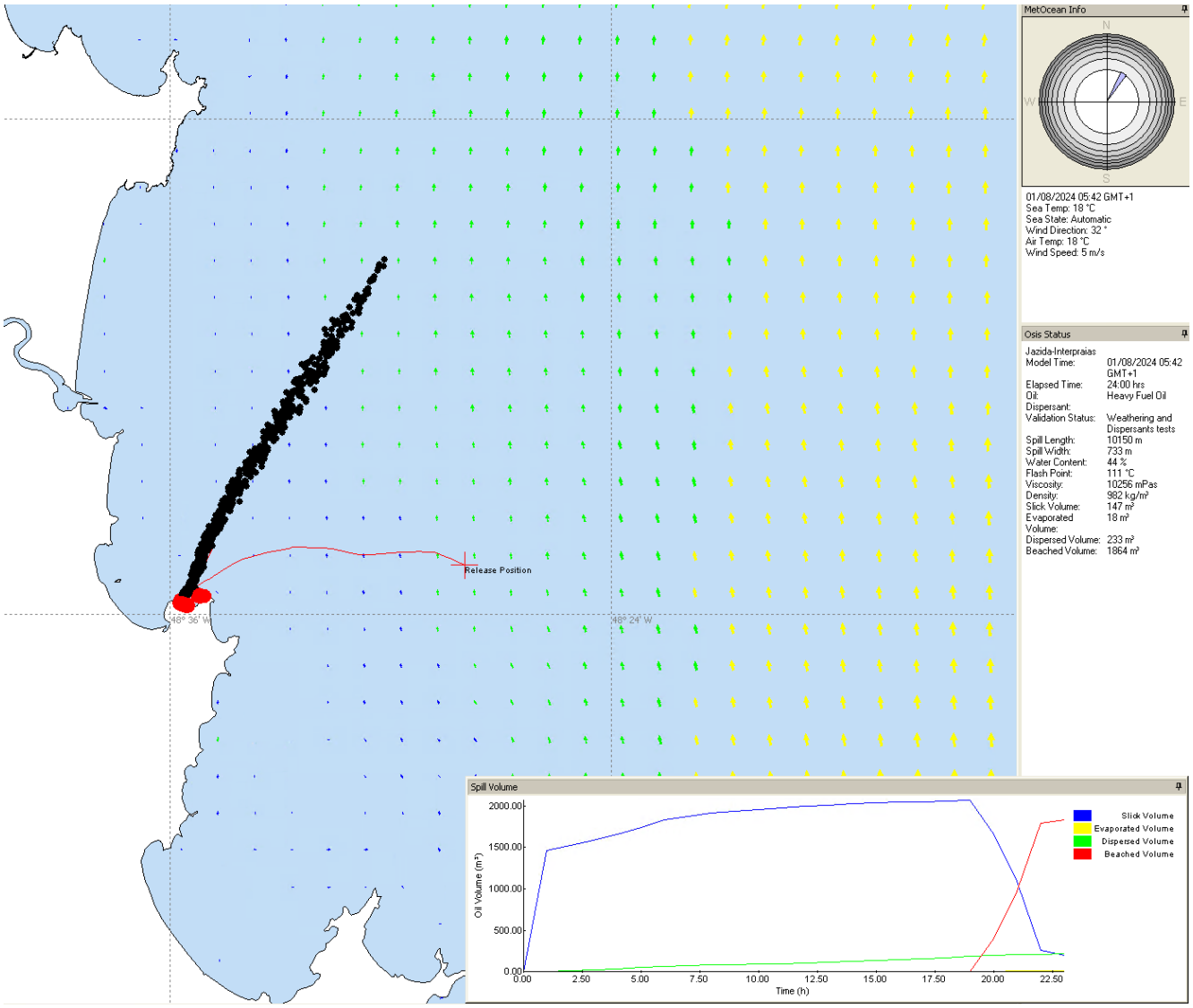


Figura 55: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 24 horas após o derrame.

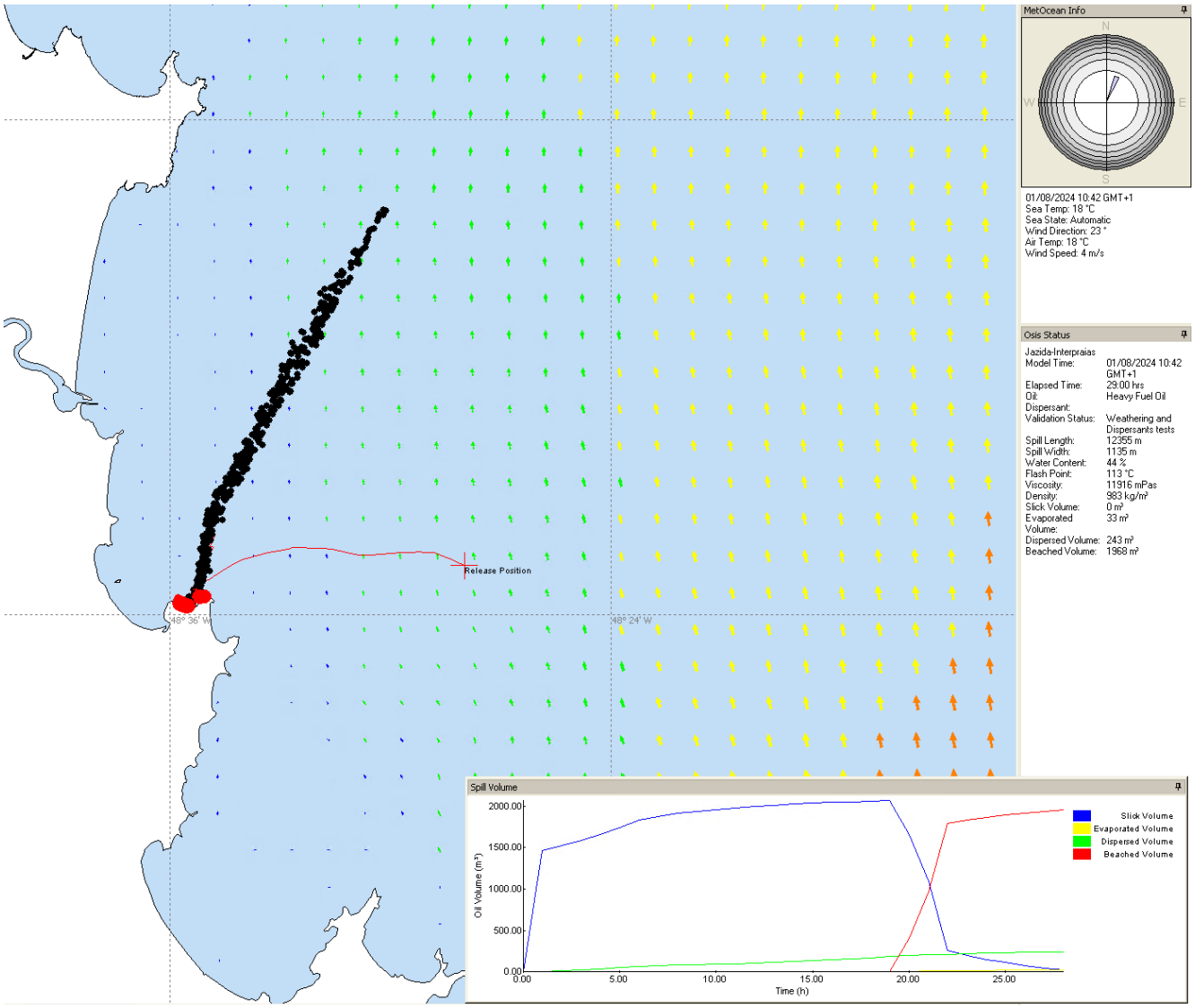


Figura 56: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na jazida – 29 horas após o derrame.

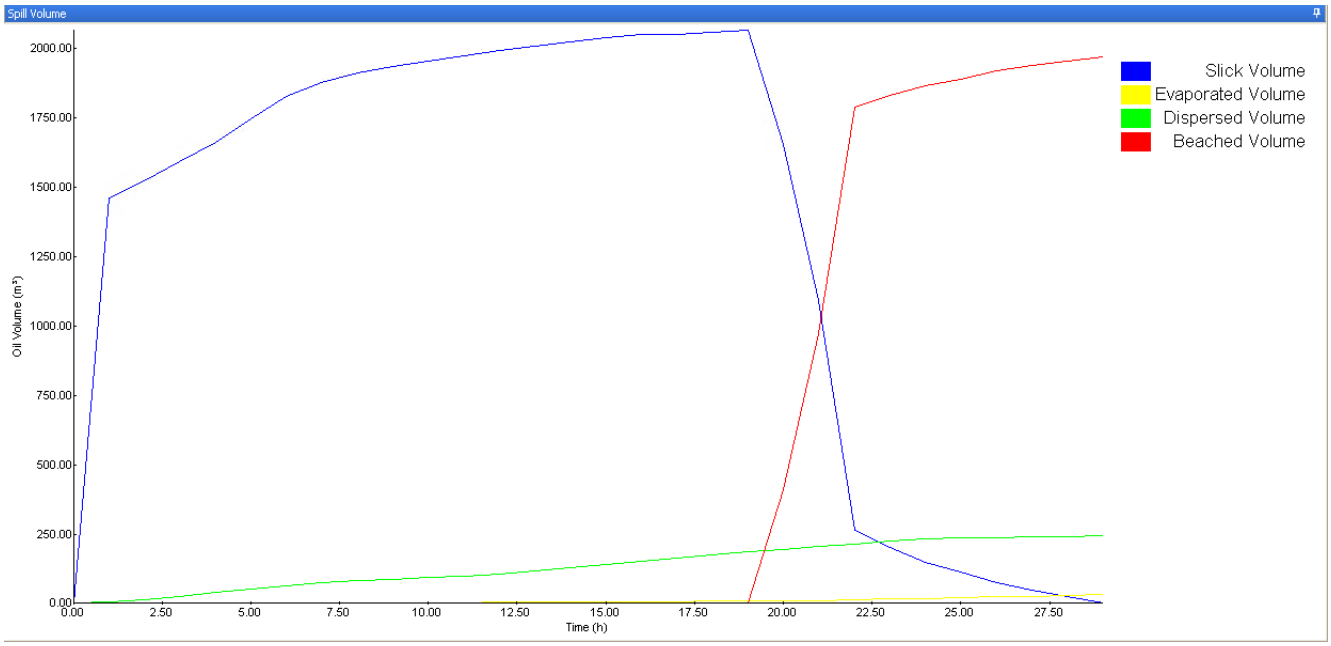


Figura 57: Balanço de massa do óleo ao longo da simulação do cenário 2.

4.6.3 Cenário 3 – Praia – Maior Alcance

Para avaliar a trajetória da mancha de com maior alcance para derrame na praia, foi reproduzida uma simulação de derrame no dia 07/07/2024 às 06:00. A trajetória do óleo ao longo do tempo é apresentada da Figura 58 até a Figura 65, sendo que os pontos pretos indicam as partículas simuladas e os pontos vermelhos as partículas que tocam a costa. Na Figura 66 é apresentada a distribuição de óleo na água, evaporado, dispersado e na costa ao longo do tempo.

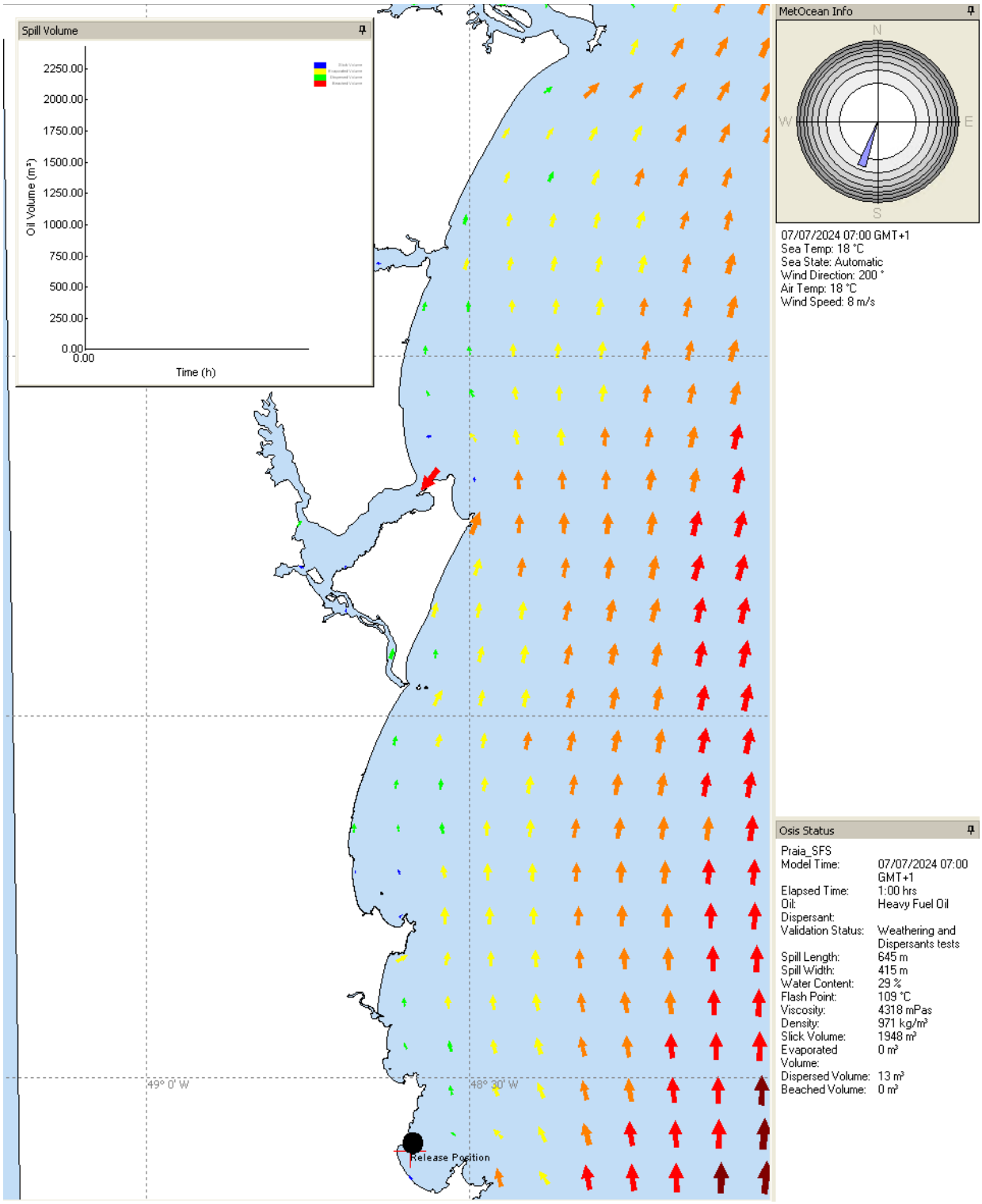


Figura 58: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 1 hora após o derrame.

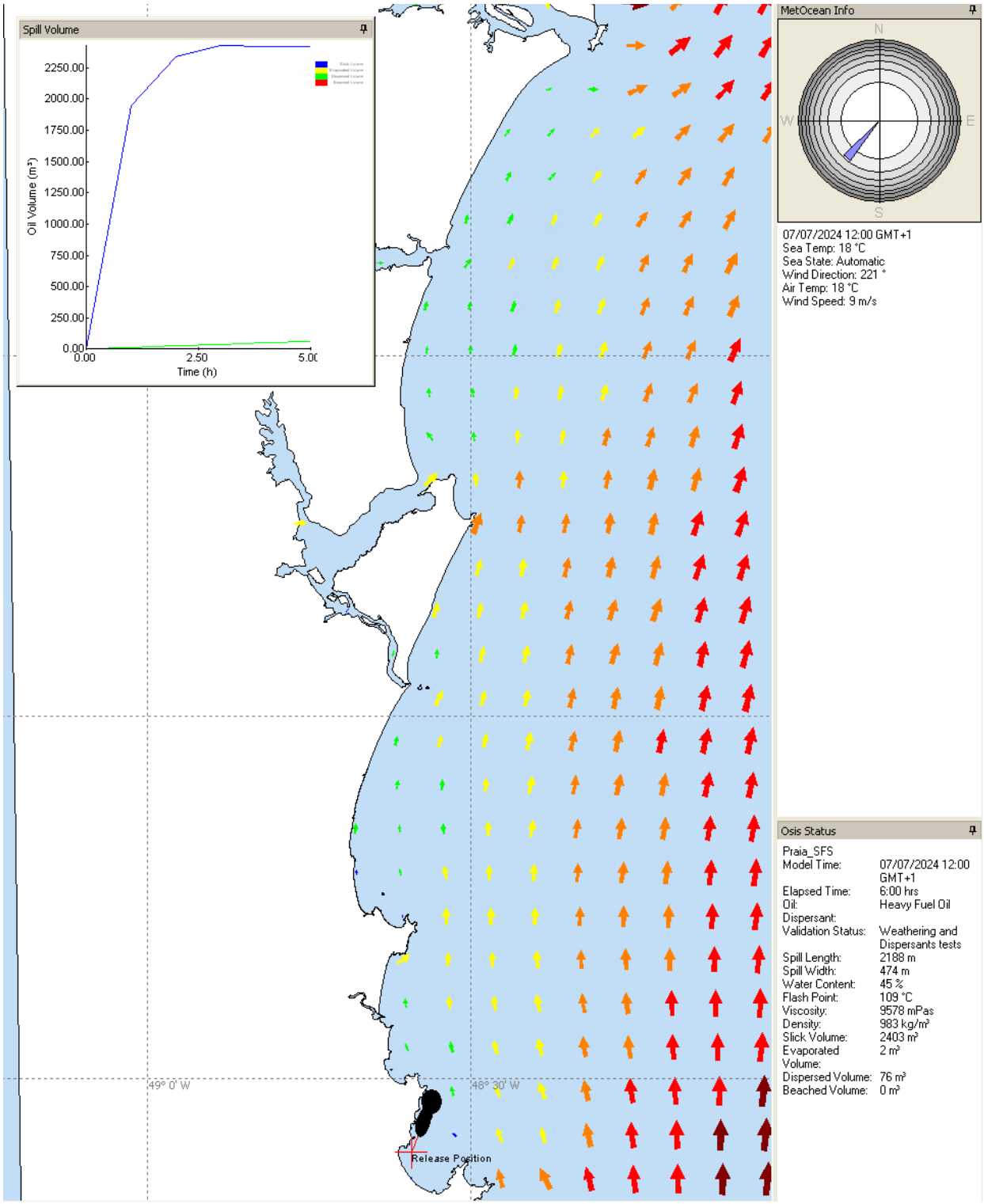


Figura 59: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 6 horas após o derrame.

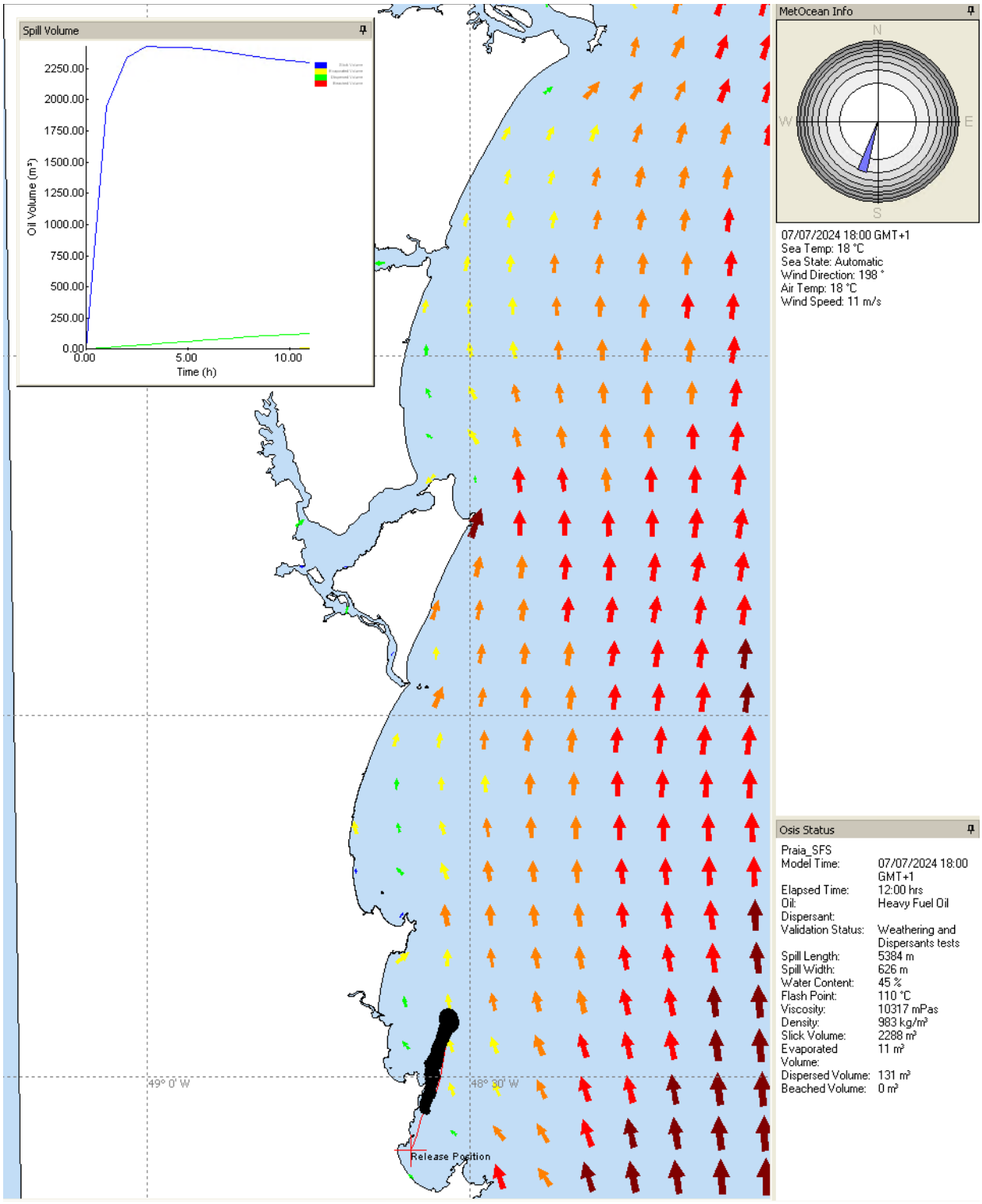


Figura 60: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 12 horas após o derrame.

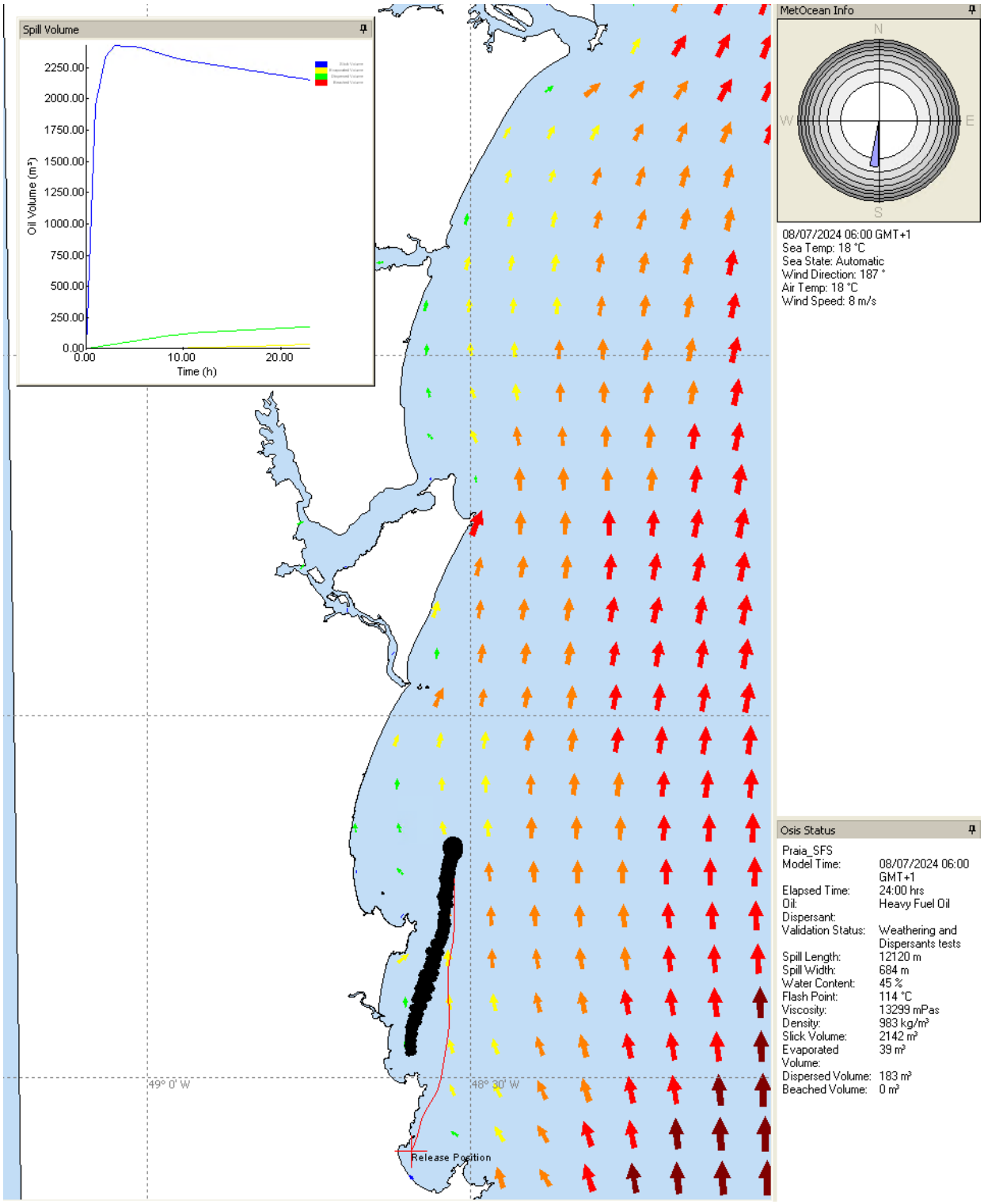


Figura 61: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 24 horas após o derrame.

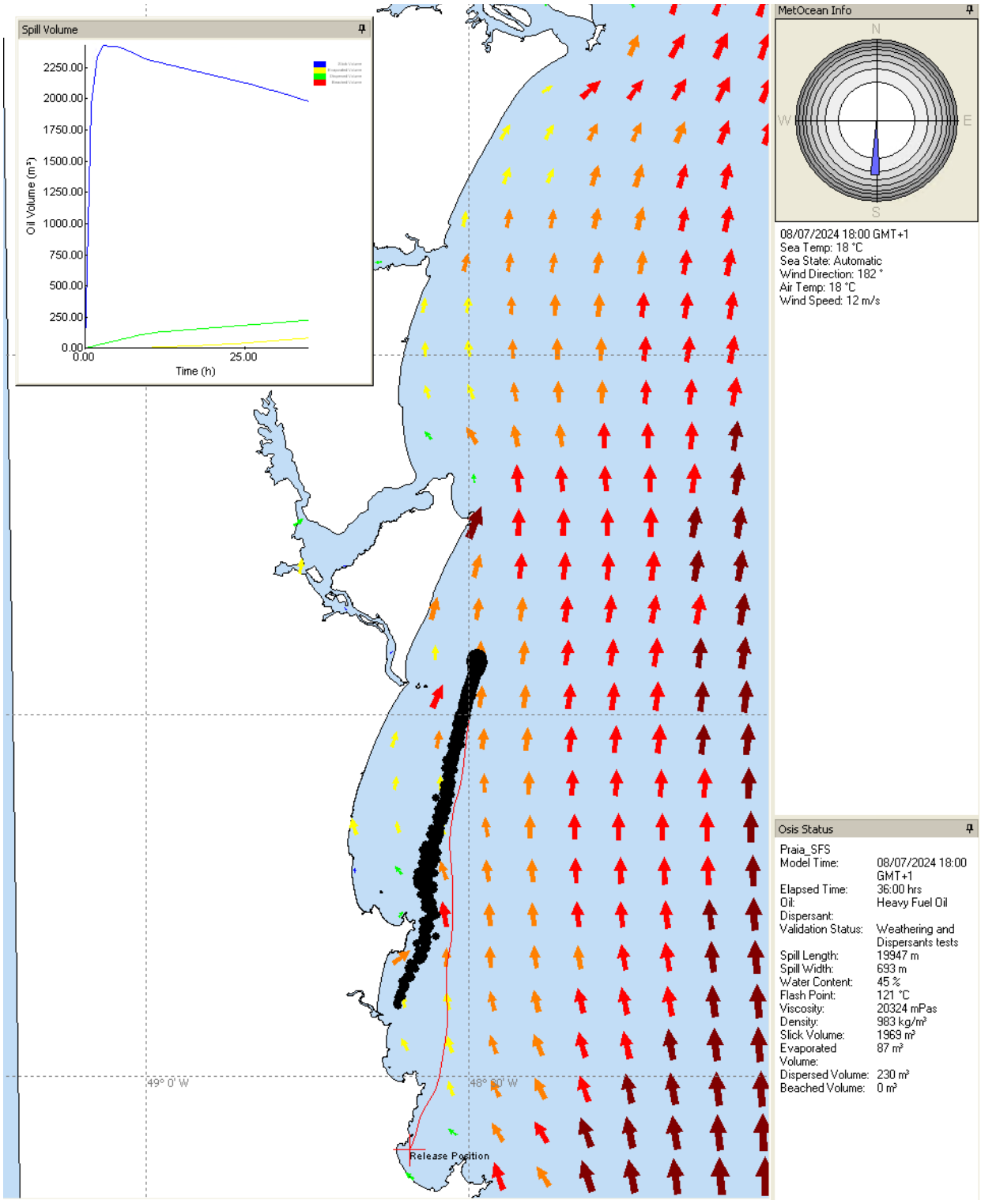


Figura 62: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 36 horas após o derrame.

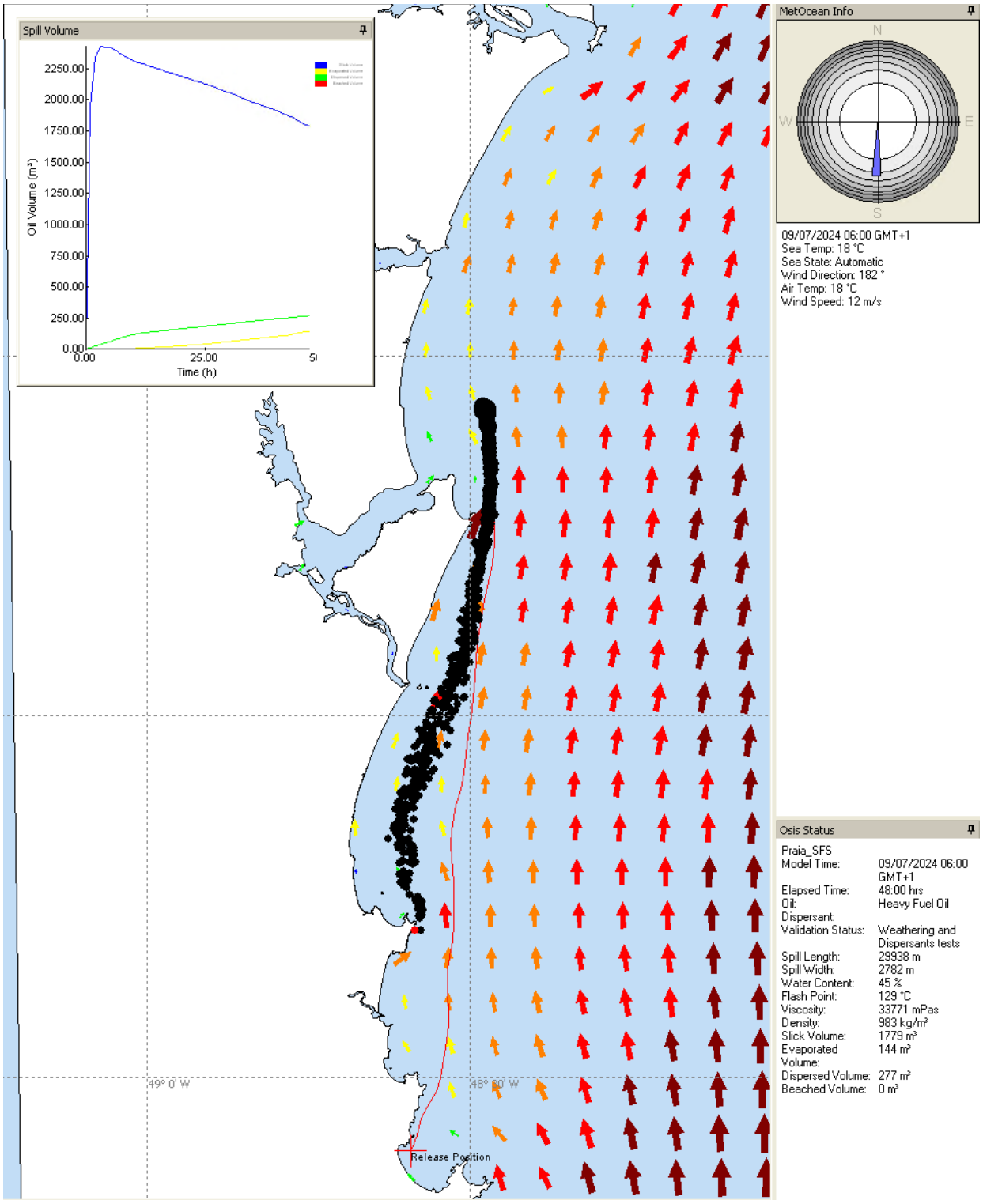


Figura 63: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 48 horas após o derrame.

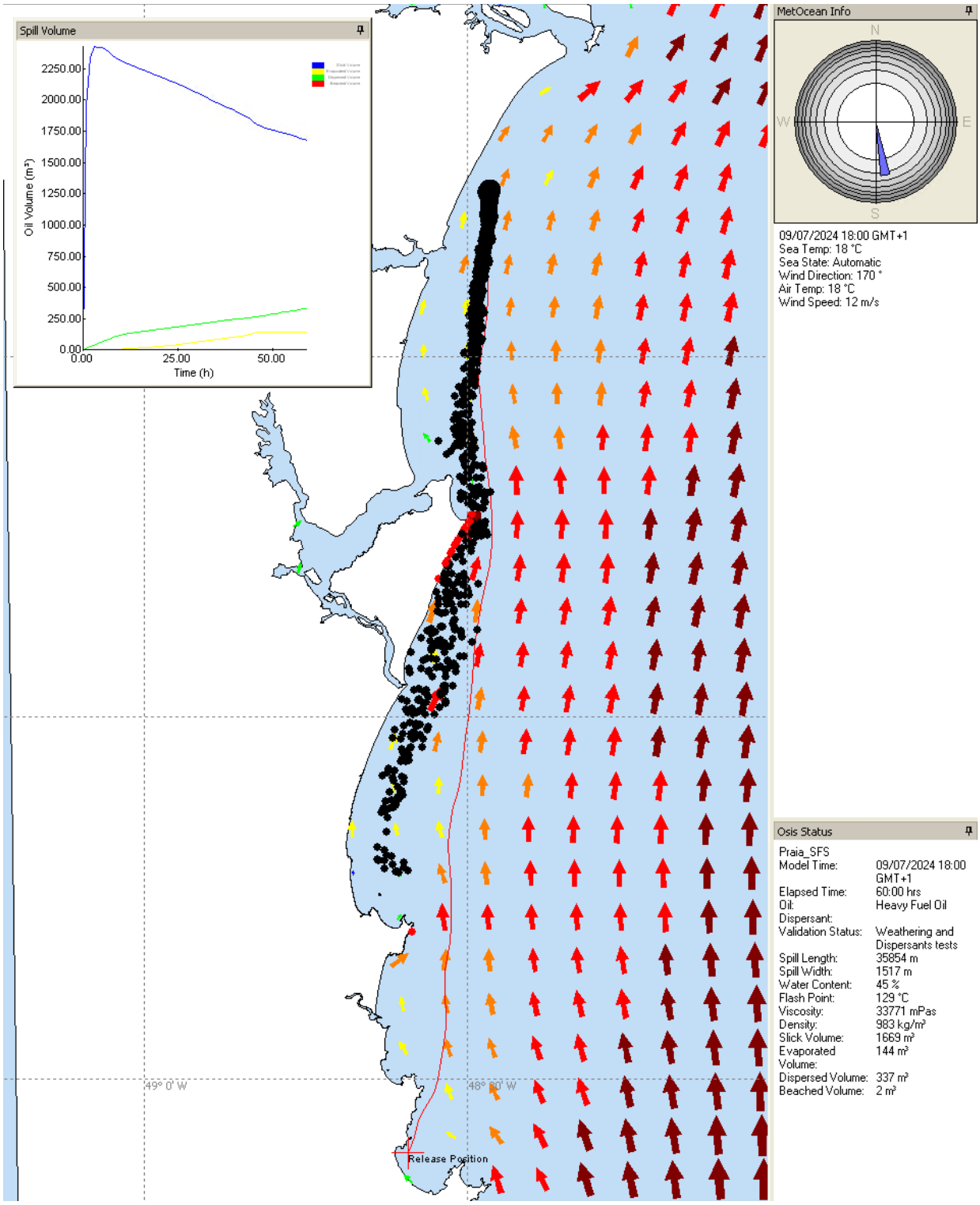


Figura 64: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 60 horas após o derrame.

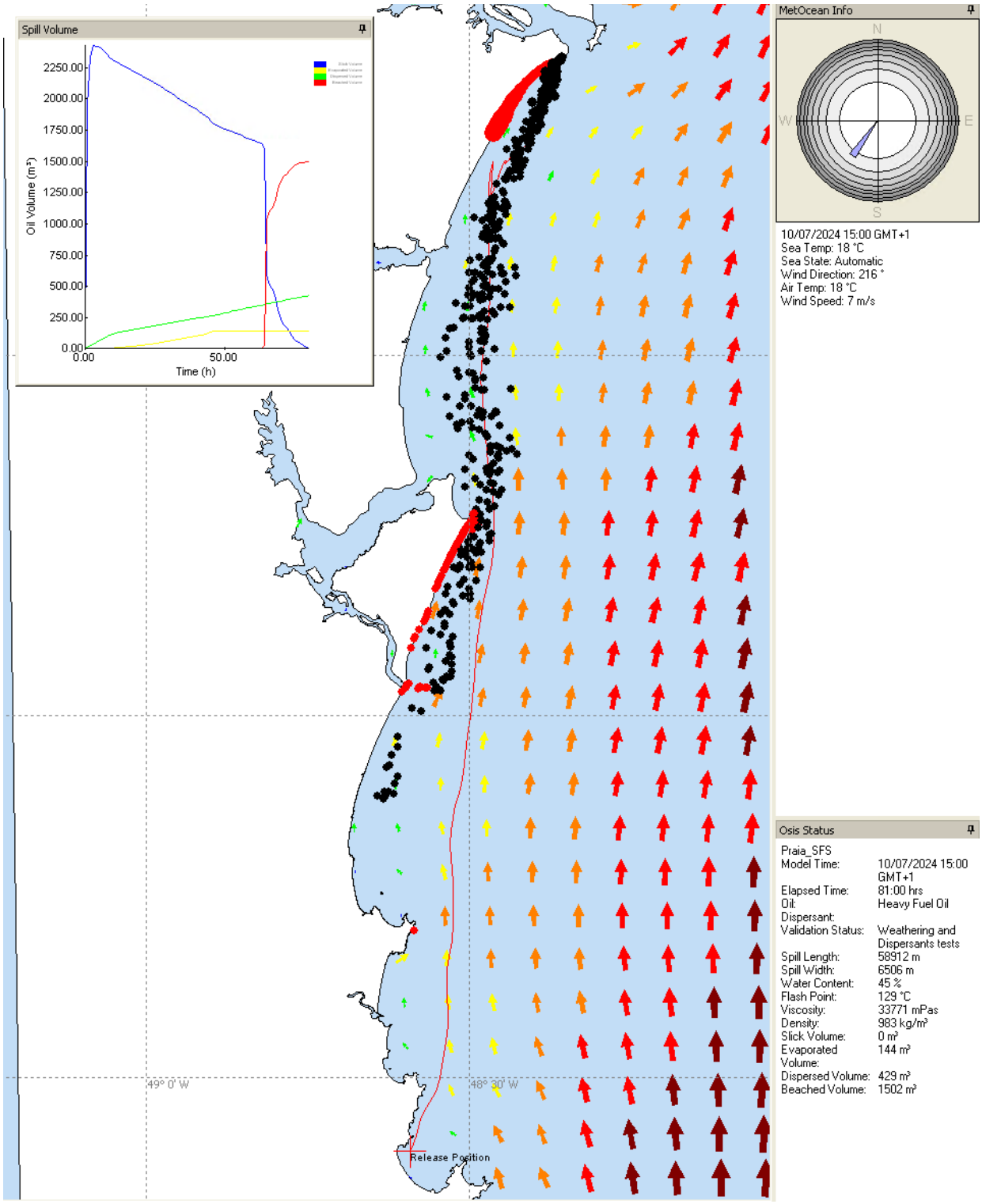


Figura 65: Cenário de maior alcance da mancha na praia – 81 horas após o derrame.

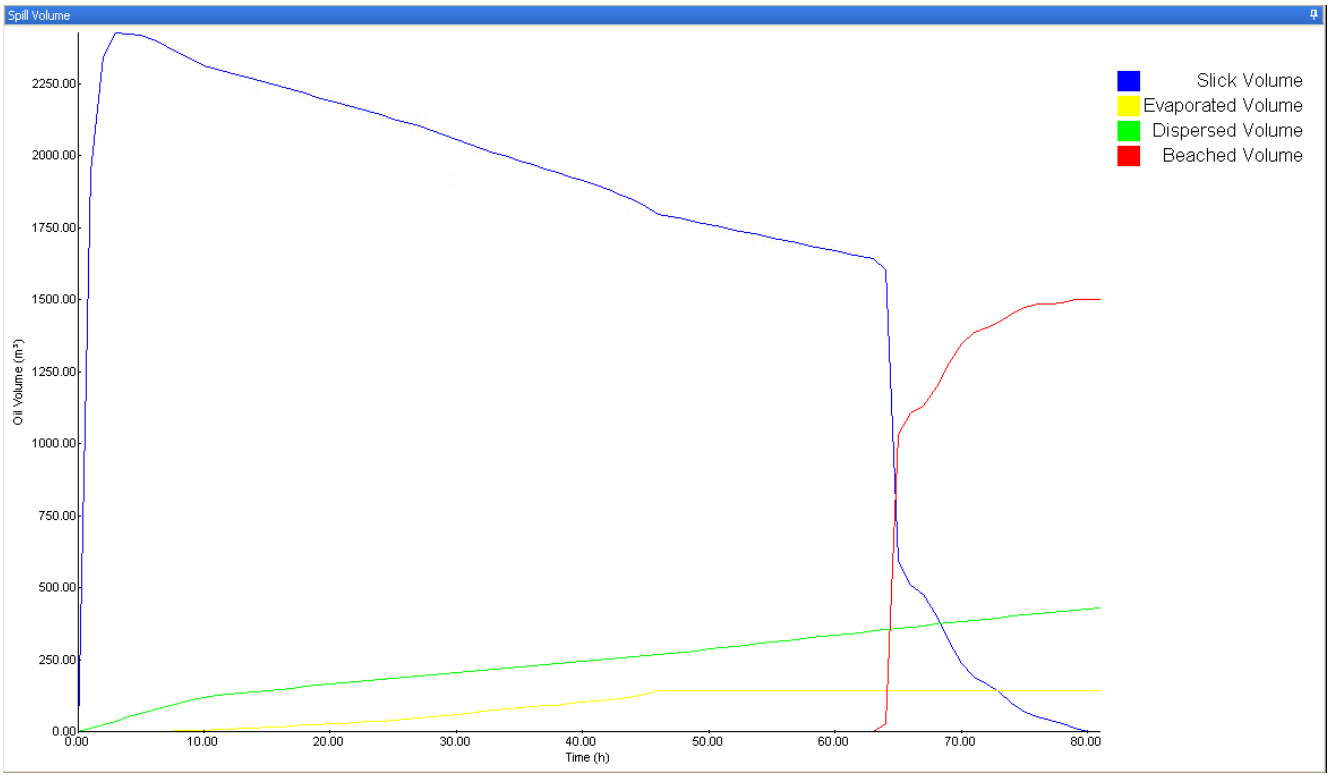


Figura 66: Balanço de massa do óleo ao longo da simulação do cenário 3.

4.6.4 Cenário 4 – Praia – Toque mais rápido

Para avaliar a trajetória da mancha de com toque na costa mais rápido para derrame na praia, foi reproduzida uma simulação de derrame no dia 24/06/2024 às 16:00. A trajetória do óleo ao longo do tempo é apresentada da Figura 67 até a Figura 75, sendo que os pontos pretos indicam as partículas simuladas e os pontos vermelhos as partículas que tocam a costa. Na Figura 76 é apresentada a distribuição de óleo na água, evaporado, dispersado e na costa ao longo do tempo.

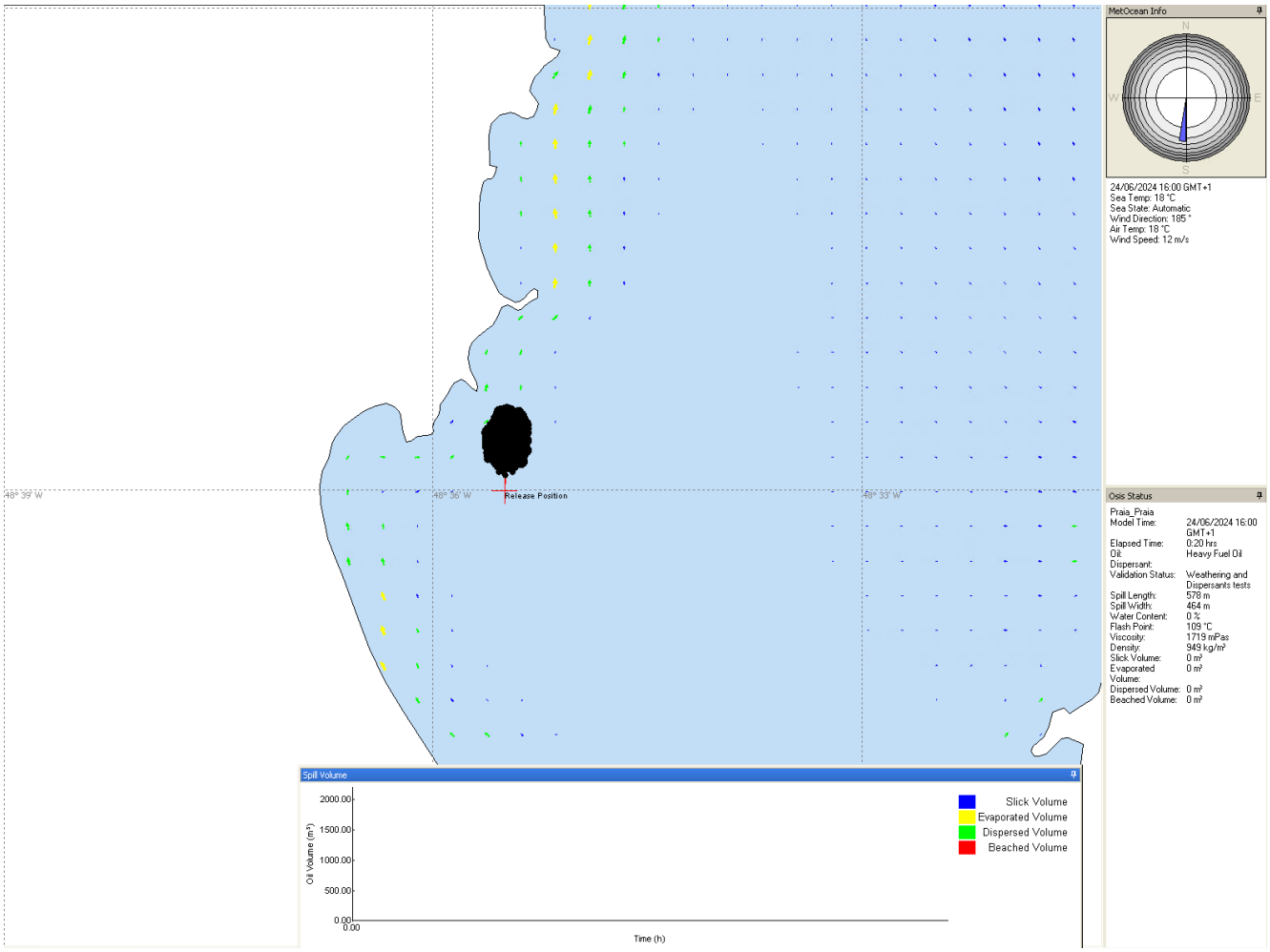


Figura 67: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 20 minutos após o derrame.

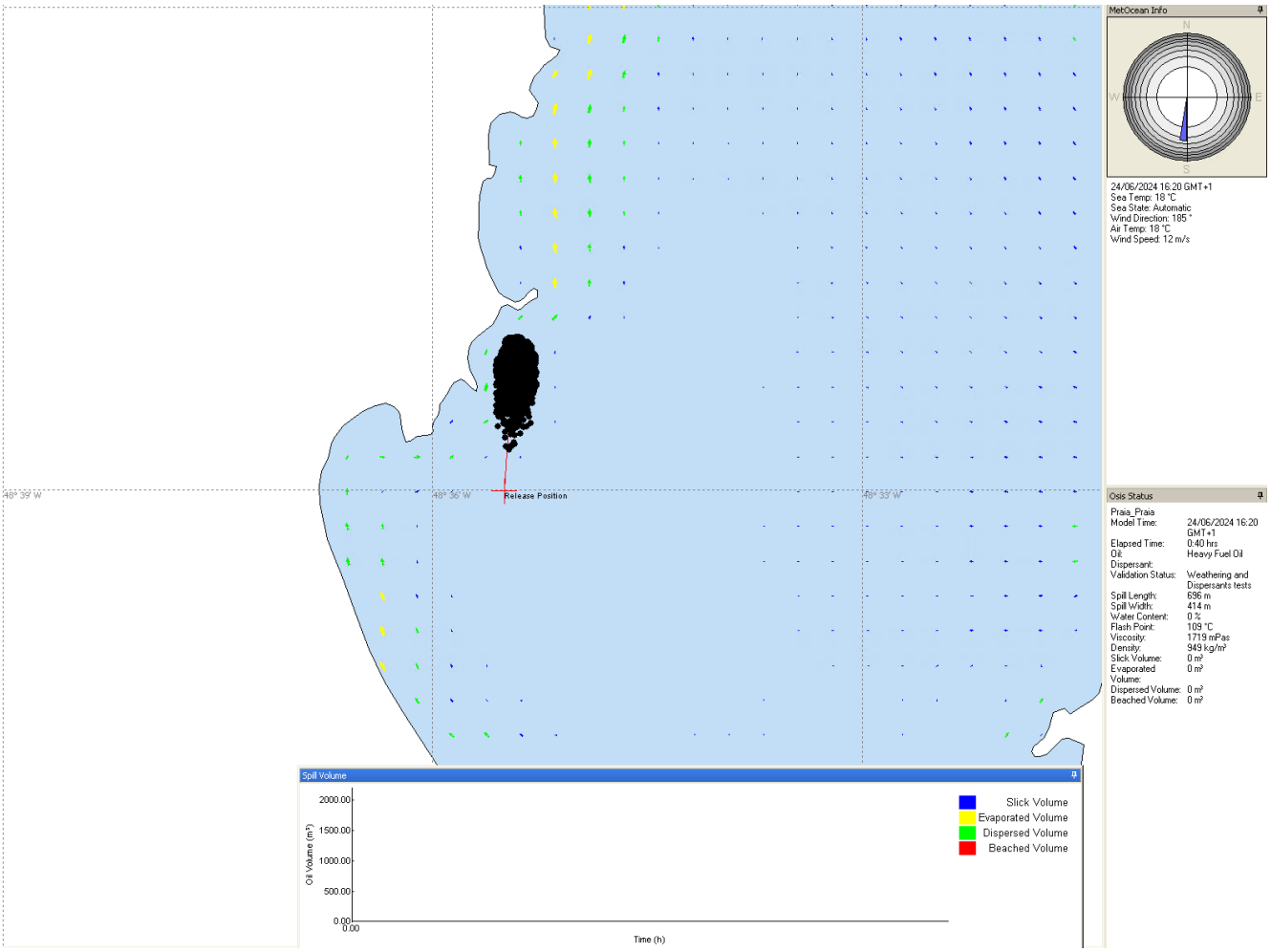


Figura 68: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 40 minutos após o derrame.

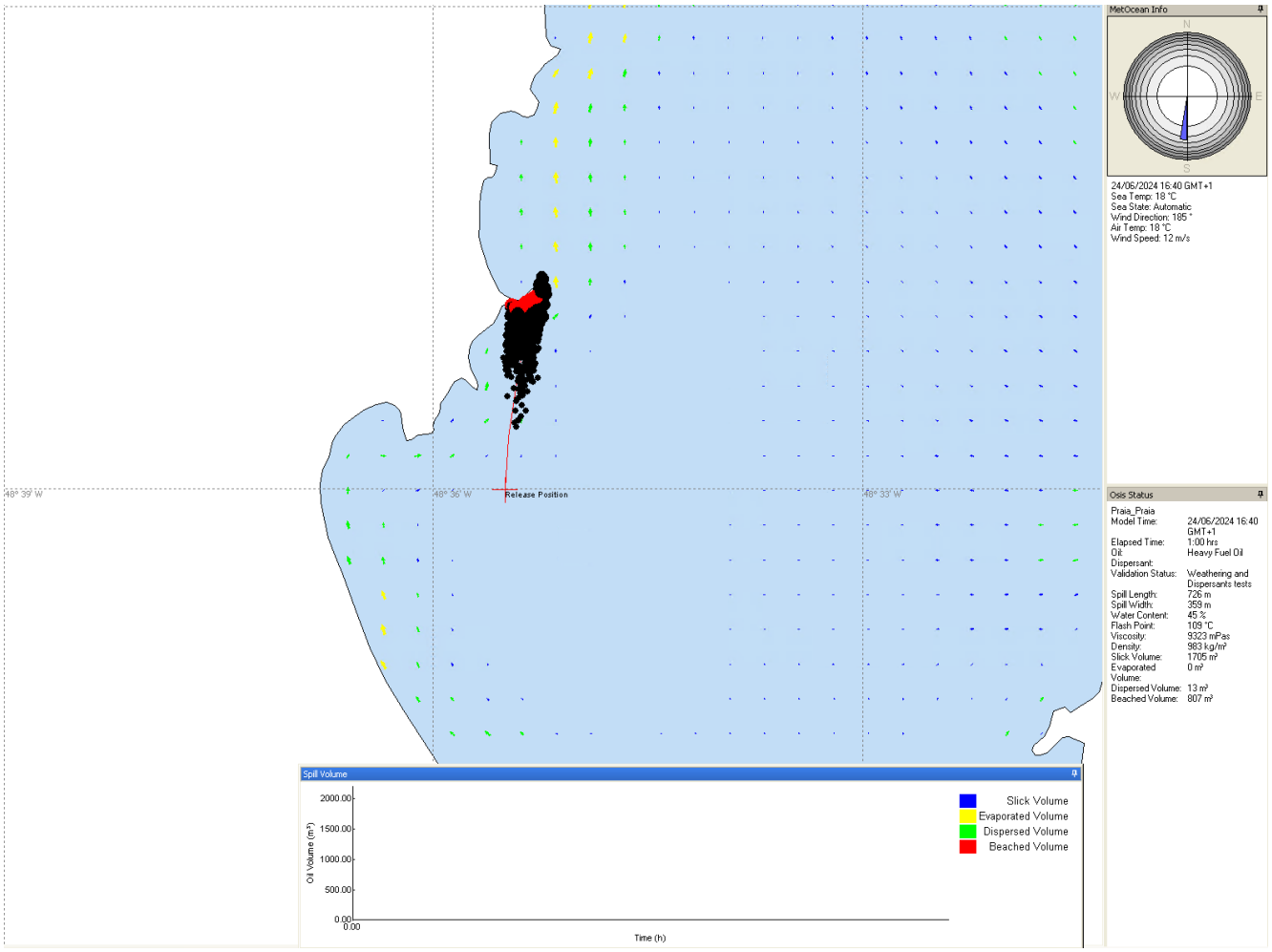


Figura 69: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 1 hora após o derrame.

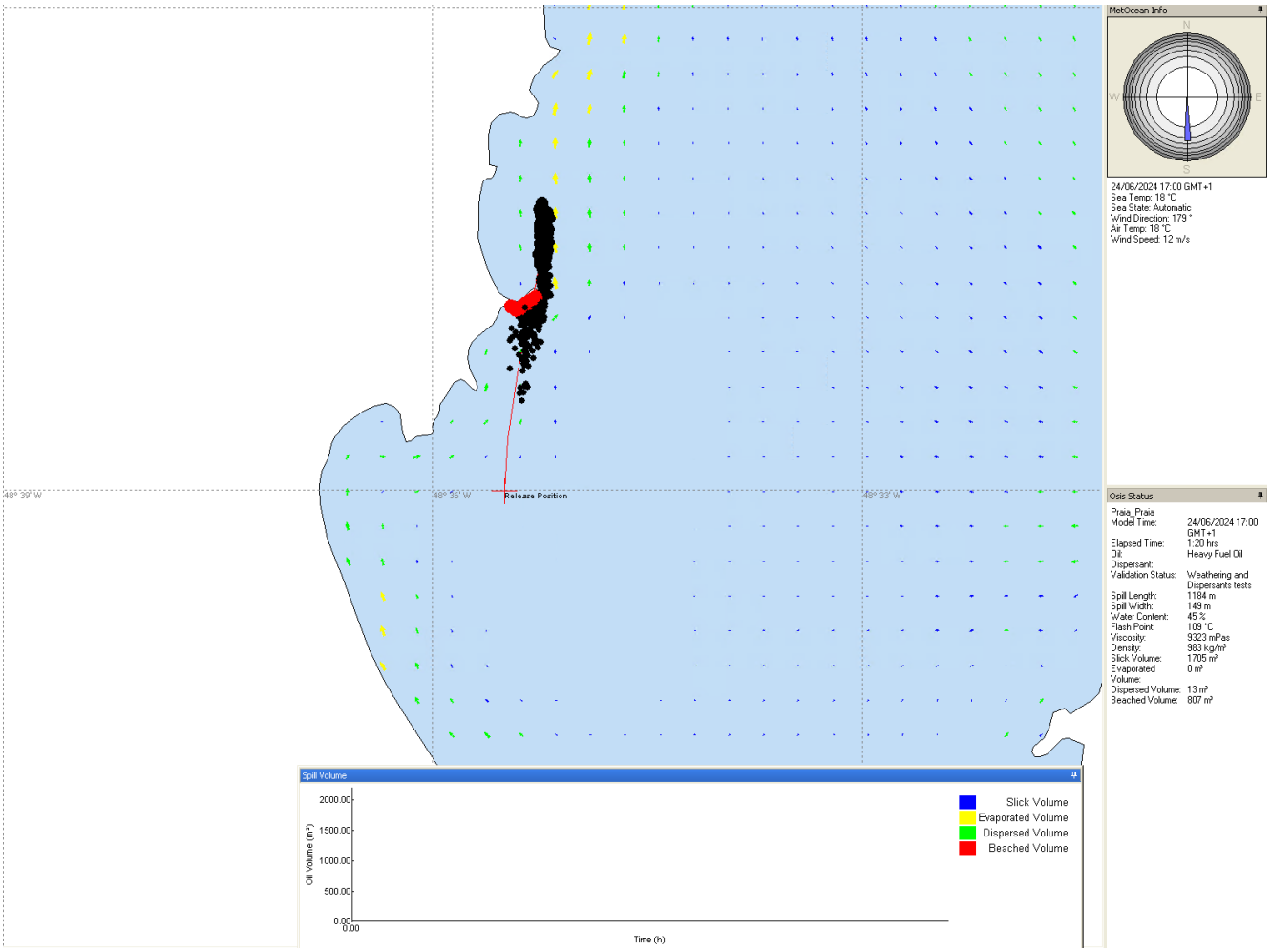


Figura 70: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 1 hora e 20 minutos após o derrame.

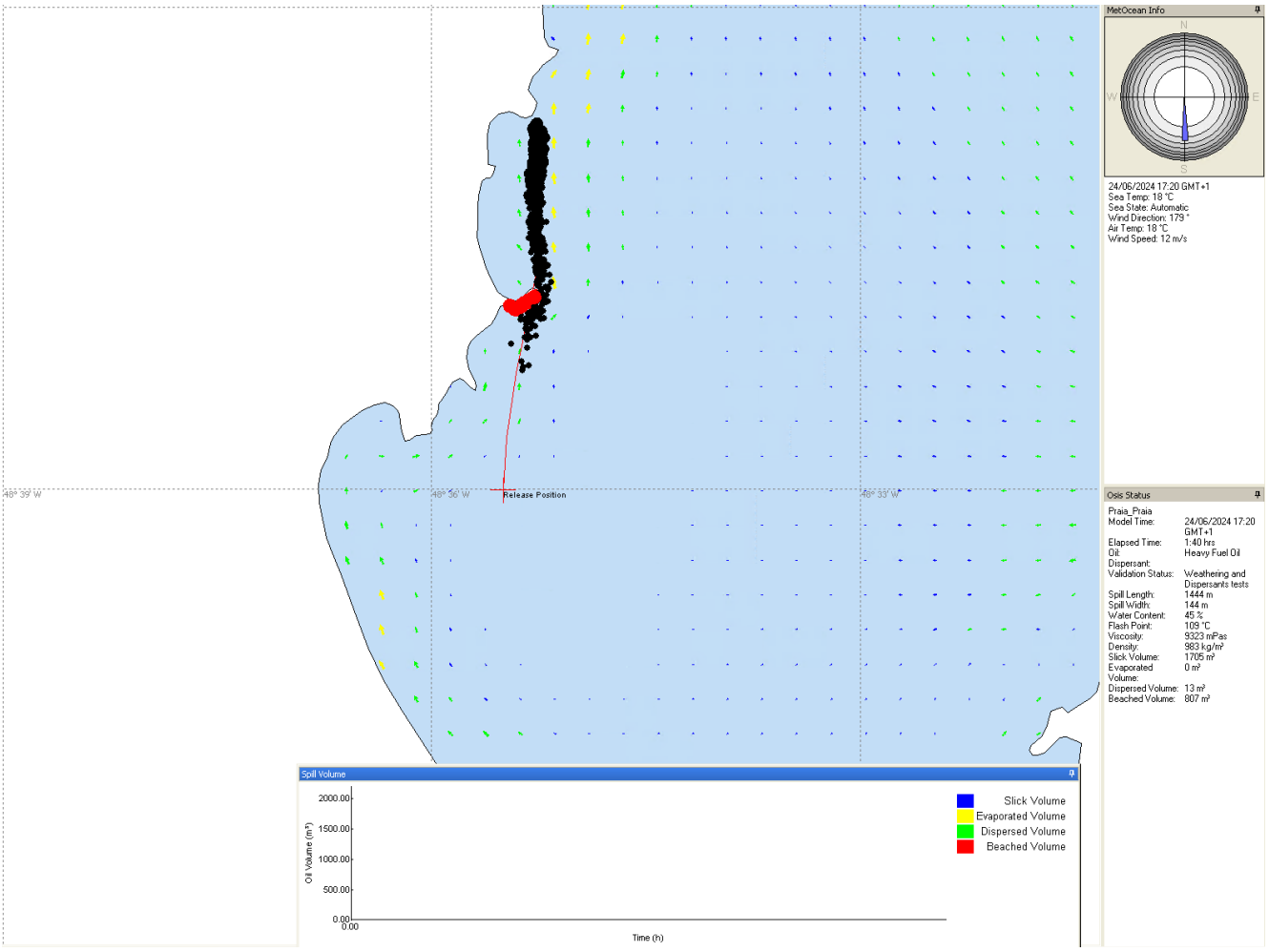


Figura 71: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 1 hora e 40 minutos após o derrame.

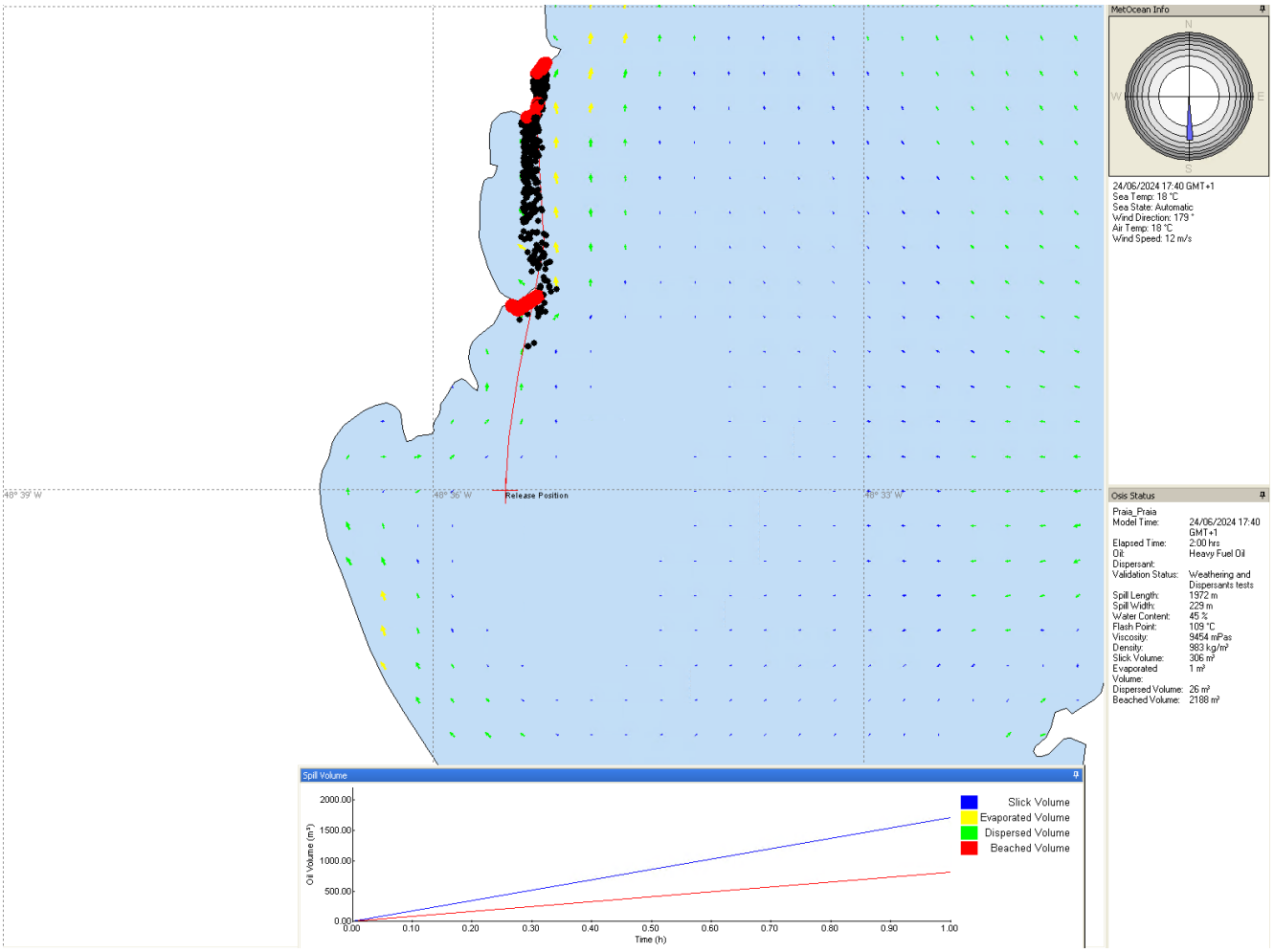


Figura 72: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 2 horas após o derrame.

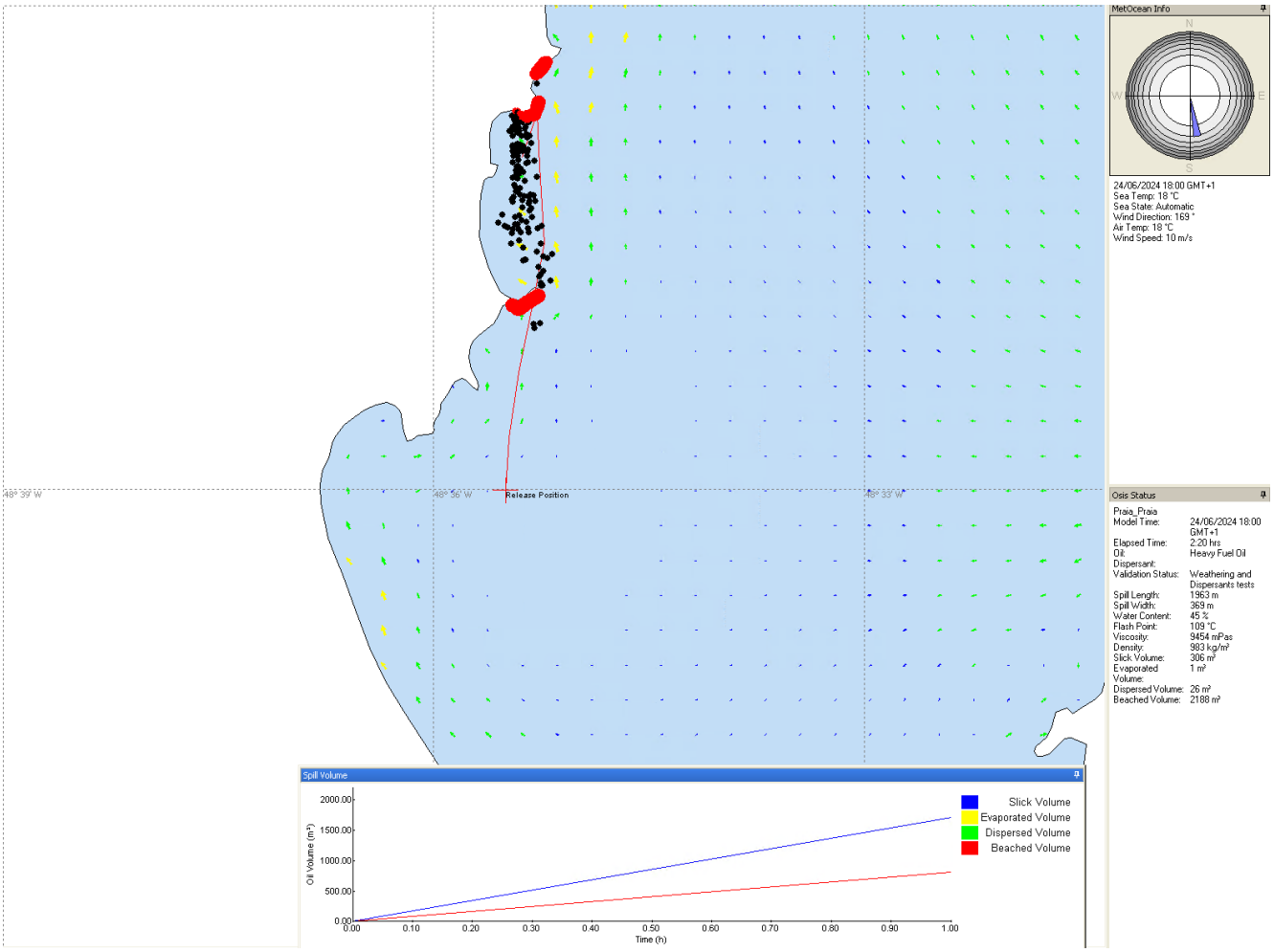


Figura 73: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 2 horas e 20 minutos após o derrame.

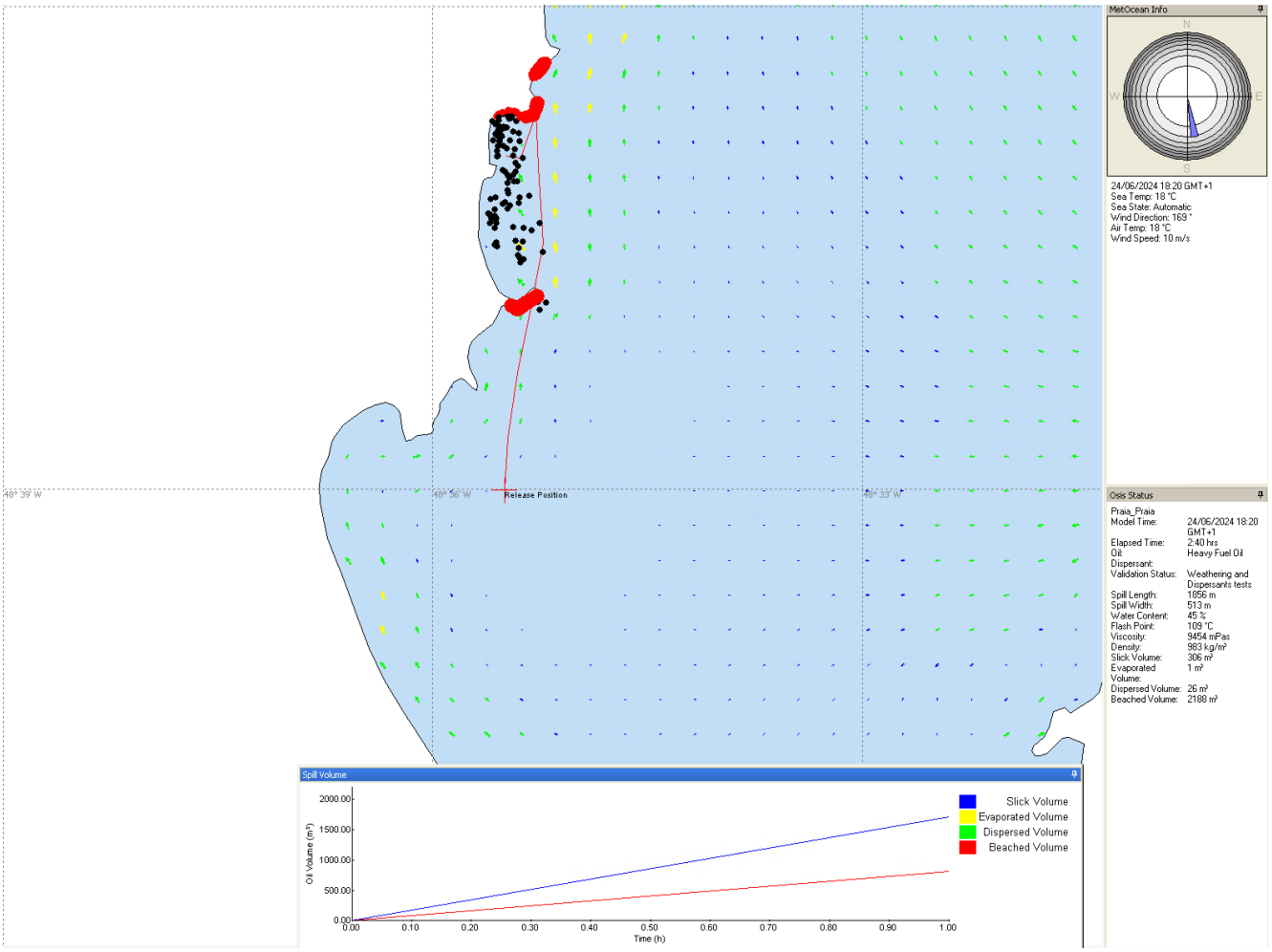


Figura 74: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 2 horas e 40 minutos após o derrame.

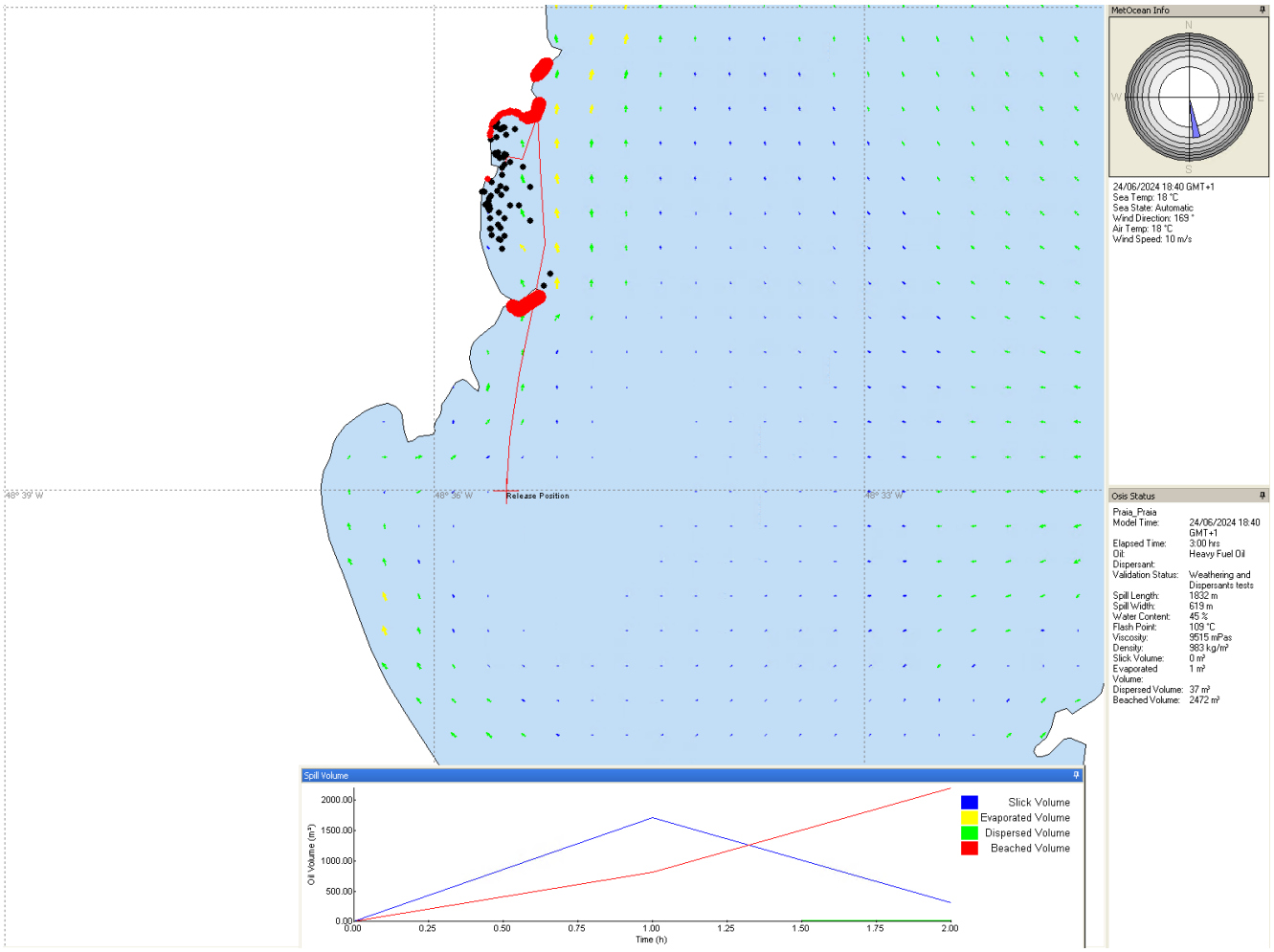


Figura 75: Cenário de toque na costa mais rápido da mancha na praia – 3 horas após o derrame.

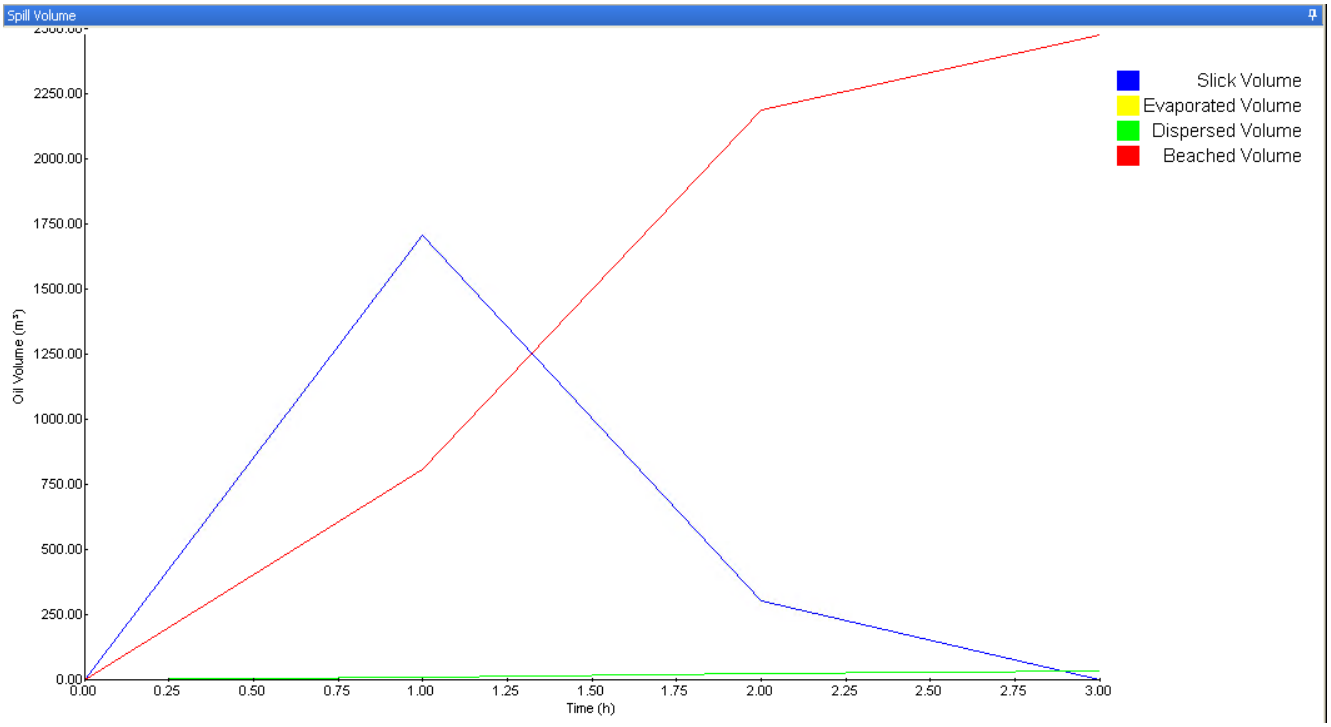


Figura 76: Balanço de massa do óleo ao longo da simulação do cenário 4.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi elaborado um modelo hidrodinâmico do litoral dos estados de SC e PR, para avaliação das condições hidrodinâmicas e do comportamento da dispersão de combustíveis no mar em caso de acidente durante a operação de dragagem e disposição de material para alimentação artificial da praia de Itapema. O modelo foi extensivamente calibrado e validado, representando de forma satisfatória o comportamento das correntes e níveis de maré medidos em monitoramentos meteoceanográficos em pontos ao longo da área de interesse.

Com o modelo calibrado e validado foram geradas bases hidrodinâmicas dos períodos representativos de inverno e verão, cobrindo períodos de 4 meses em cada estação. Tais bases foram importadas no modelo de deriva de óleo *Oil Spill Information System* (OSIS), desenvolvido pela *British Maritime Technology* (BMT). Foram realizadas simulações probabilísticas a partir da avaliação de 300 cenários aleatórios em cada estação para vazamentos de 8 m³, 200 m³ e 1.400 m³ de óleo combustível marítimo MF-380. Verificou-se que a abrangência da mancha de óleo nas duas situações de volumes e nas duas estações do ano, sendo verificada uma abrangência muito mais ampla durante os meses de inverno do que durante o verão, seja para casos de derrame na jazida (durante a operação de dragagem) ou na praia (durante a operação de despejo). No inverno, em algumas situações específicas, a mancha poderia atingir o litoral do Paraná, com toque na costa na região da Ilha do Mel

e cercanias em aproximadamente 60 horas após o incidente. Já no verão, o máximo alcance se dá até a ilha de São Francisco do Sul (para derrame na jazida) ou no município de Balneário Barra do Sul (para derrame na praia). Com isso ressalta-se a importância de conter a mancha com a maior brevidade possível, pois a dispersão pode fazer com que a mancha atinja quilômetros de extensão e tenha um alcance expressivo, em escala interestadual.

As simulações com derrame na praia indicam uma tendencia de concentração das probabilidades na região da enseada de Itapema-Porto Belo e na região do Interpraias de Balneário Camboriú. Em algumas situações o óleo pode ser inteiramente aderido à costa em até 3 horas, o que demanda uma resposta rápida para evitar danos a áreas ambientalmente sensíveis.

6 REFERÊNCIAS

BLOKKER, P.C., 1964. Spreading and evaporation of petroleum products on water. Antwerp: in Proceedings of the Ninth International Harbour Conference.

BRASIL, 2008. Resolução CONAMA no 398, de 11 de junho de 2008. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 12 jun. 2008.

ELLIOTT, A.J., HURFORD, N. and PENN, C.J., 1986. Shear Diffusion and the Spreading of Oil Slicks. Mar.Pollut. Bull., 17 (7), 308-313.

ELLIOTT, A.J., 1986. Shear Diffusion and the Spread of Oil in the Surface Layers of the North Sea. Dt. Hydrogr. Zeit., 39, Part H3, 113-137.

FAY, J.A., 1971. Physical Processes in the Spread of Oil on a Water Surface. Washington D.C.: in Proceedings of the Joint Conference on Prevention and Control of Oil Spills, pp 463-468, American Petroleum Institute.

FORRESTER, W.D, 1986. Distribution of suspended oil particles following the grounding of the oil tanker Arrow. J. Mar. Res. 29,151-170.

FEMAR, 2000. Catálogo da Estações Maregráficas Brasileiras: 281p.

LEHR, W.J., FRAGA, R.J., BELEN, M.S. and CEKIRGE, H.M., 1984. A New Technique to Estimate Initial Spill Size Using a Modified Fay-type Spreading Formula. Mar. Pollut. Bull., 15 (9), 326-329.

LESSER, G.R. 2009. An Approach to Medium-Term Coastal Morphological Modeling. TU Delft, PhD Thesis.

LESSER, G.R.; ROELVINK. J.A.; VAN KESTER, J.A.T.M. & STELLING, G.S. 2004. Development and Validation of a Three-Dimensional Morphological Model. Coastal Engineering. Vol. 51. P. 883-915.

LUNEL T., 1993. Dispersion. Oil droplet size measurements at sea. pp 1023-1056. Proceedings 16th Arctic and Marine Oil Spill Technical Seminar. Environment Canada.

THORPE S.A. On the determination of Ky in the near-surface ocean from acoustic measurements of bubbles. J. Phys. Oceanogr. 14, 855-863.

WL | Delft Hydraulics. Delft3D-FLOW, 2007. Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments. Deltares, Holanda.

WL | Delft Hydraulics, 2007. Delft3D-RGFGRID – Generation and manipulation of curvilinear grids for FLOW and WAVE. Deltares, Holanda.

Anexo 3. Ficha FISPQ – óleo diesel marítimo.

Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

1 - IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: ÓLEO DIESEL MARÍTIMO

Código interno de identificação: BR0106

Principais usos recomendados para a substância ou mistura: Uso em transporte Marinho

Nome da empresa: PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A.

Endereço: Rua Correa Vasques 250
20211-140 - Cidade Nova - Rio de Janeiro (RJ).

Telefone: 0800 78 9001

Telefone para emergências: 08000 24 44 33

2 - IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

- Classificação de perigo do produto: Líquidos inflamáveis – Categoria 3

Corrosivo/irritante à pele – Categoria 2

Carcinogenicidade – Categoria 2

Toxicidade para órgãos-alvo específicos – Exposição única - Categoria 3

Perigo por aspiração – Categoria 1

- Sistema de classificação adotado: Norma ABNT-NBR 14725-Parte 2:2009.

Sistema Globalmente Harmonizado para a Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, ONU.

Outros perigos que não resultam em uma classificação: Não apresenta outros perigos

ELEMENTOS APROPRIADOS DA ROTULAGEM

- Pictogramas:



- Palavra de advertência: PERIGO

- Frases de perigo: Líquido combustível.

Provoca irritação à pele.

Suspeito de provocar câncer.

Pode provocar irritação das vias respiratórias.

Pode provocar sonolência ou vertigem.

Pode ser fatal se ingerido e penetrar nas vias respiratórias.

- Frases de precaução:

Mantenha afastado de calor, faíscas e chama. Não fume.

Não inale fumos ou gases.

Evite o contato com olhos e pele.

Lave as mãos cuidadosamente após o manuseio.

Não coma, beba ou fume durante a utilização deste produto.

Utilize apenas ao ar livre ou em locais bem ventilados.

3 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES

>>>SUBSTÂNCIA DE PETRÓLEO

Nome químico comum ou nome técnico: Gasóleos

Grupo de substância de petróleo: Gasóleos e óleos destilados são misturas complexas de petróleo, compostas primariamente de hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos) ou aromáticos com cadeia carbônica composta de 9 a 30 átomos de carbono e ponto de ebulição entre 150 e 471ºC.

Sinônimo: Combustível diesel; óleo diesel.

Número de registro CAS: 68334-30-5

Impurezas que contribuam para o perigo:

Componente	Concentração (%)	CAS
Hidrocarbonetos parafínicos	-	NA
Hidrocarbonetos naftênicos;	-	NA
Hidrocarbonetos aromáticos	10 - 40	NA
Compostos de enxofre	MÁX. 0,1%(p/p)	NA
Aditivos	-	NA

4 - MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Inalação: Remova a vítima para local arejado e mantenha-a em repouso. Monitore a função respiratória. Se a vítima estiver respirando com dificuldade, forneça oxigênio. Se necessário aplique respiração artificial. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Contato com a pele: Remova as roupas e sapatos contaminados. Lave a pele exposta com grande quantidade de água, por pelo menos 15 minutos. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Contato com os olhos: Lave com água corrente por pelo menos 15 minutos, mantendo as pálpebras abertas. Retire lentes de contato quando for o caso. Procure atenção médica imediatamente. Leve esta FISPQ.

Ingestão: Lave a boca da vítima com água em abundância. NÃO INDUZA O VÔMITO. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Sintomas e efeitos mais importantes, agudos ou tardios: Pode causar irritação das vias aéreas superiores se inalado com tosse, dor de garganta e falta de ar. Pode causar irritação à pele com vermelhidão e dor. Pode causar leve irritação ocular. Pode causar efeitos narcóticos. Pode ser fatal se aspirado.

Notas para médico: Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Mantenha a vítima em repouso e aquecida. Não forneça nada pela boca a uma pessoa inconsciente. O tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos, metabólicos, além de assistência respiratória.

5 - MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meios de extinção: Apropriados: Compatível com pó químico, espuma para hidrocarbonetos, neblina d'água e dióxido de carbono (CO2). Não recomendados: Jatos d'água de forma direta. Água diretamente sobre o líquido em chamas.

Perigos específicos da mistura ou substância:	Produto combustível e muito perigoso quando exposto a calor excessivo ou outras fontes de ignição. Pode acumular carga estática por fluxo ou agitação. Os vapores do líquido aquecido podem incendiar-se por descarga estática. Os vapores são mais densos que o ar e tendem a acumular-se em áreas baixas ou confinadas, como bueiros e porões. Podem deslocar-se por grandes distâncias provocando retrocesso da chama ou novos focos de incêndio tanto em ambientes abertos como confinados. Os contêineres podem explodir se aquecidos. Quando aquecido pode liberar sulfeto de hidrogênio.
Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio:	Equipamento de proteção respiratória do tipo autônomo (SCBA) com pressão positiva e vestuário protetor completo. Contêineres e tanques envolvidos no incêndio devem ser resfriados com jatos d'água.

6 - MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais

Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência:	Isole o vazamento de fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume no local. Não toque nos recipientes danificados ou no material derramado sem o uso de vestimentas adequadas. Evite inalação, contato com os olhos e com a pele. Utilize equipamento de proteção individual conforme descrito na seção 8.
Para o pessoal de serviço de emergência:	Utilizar EPI completo, com luvas de PVC, óculos de proteção com proteção lateral.vestimenta de segurança para proteção de todo o corpo.
Precauções ao meio ambiente:	Evite que o produto derramado atinja cursos d'água e rede de esgotos.
Métodos e materiais para contenção e limpeza:	Utilize barreiras naturais ou de contenção de derrame. Colete o produto derramado e coloque em recipientes próprios. Adsorva o produto remanescente, com areia seca, terra, vermiculite, ou qualquer outro material inerte. Coloque o material adsorvido em recipientes apropriados e remova-os para local seguro. Para destinação final, proceder conforme a Seção 13 desta FISPQ.
Diferenças na ação de grandes e pequenos vazamentos:	Não há distinção entre as ações de grandes e pequenos vazamentos para este produto.

7 - MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

MEDIDAS TÉCNICAS APROPRIADAS PARA O MANUSEIO

Precauções para manuseio seguro: Manuseie em uma área ventilada ou com sistema geral de ventilação/exaustão local. Evite formação de vapores ou névoas. Evite exposição ao produto. Evite contato com materiais incompatíveis. Use luvas de proteção contra respingos, roupa de proteção, proteção ocular, proteção facial como indicado na Seção 8.

Medidas de higiene: Lave as mãos e o rosto cuidadosamente após o manuseio e antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização. Remova a roupa e o equipamento de proteção contaminado antes de entrar nas áreas de alimentação.

Condições de armazenamento seguro, incluindo qualquer incompatibilidade

Prevenção de incêndio e explosão: Mantenha afastado do calor, faísca, chama aberta e superfícies quentes. Não fume. Mantenha o recipiente hermeticamente fechado. Aterre o vaso contentor e o receptor do produto durante transferências. Utilize apenas ferramentas anti-faiscante. Evite o acúmulo de cargas eletrostáticas. Utilize equipamento elétrico, de ventilação e de iluminação à prova de explosão.

Condições adequadas: Mantenha o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. O local de armazenamento deve conter bacia de contenção para reter o produto, em caso de vazamento. Mantenha os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável, isento de materiais combustíveis e com dique de contenção para reter em caso de vazamento. Não é necessária adição de estabilizantes e antioxidantes para garantir a durabilidade do produto. Este produto pode reagir, de forma perigosa, com alguns materiais incompatíveis conforme destacado na Seção 10.

Materiais para embalagens: Não especificado.

8 - CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Parâmetros de controle:

Limites de exposição ocupacional:

Ingredientes	TLV – TWA (ACGIH)	TLV – STEL (ACGIH)
Névoa de óleo	5mg/m^3	10mg/m^3

Indicadores biológicos: Não estabelecidos.

Medidas de controle de engenharia:	Promova ventilação combinada com exaustão local, especialmente quando ocorrer formação de vapores/névoas do produto. É recomendado tornar disponíveis chuveiros de emergência e lava olhos na área de trabalho.
Medidas de controle de engenharia:	
Medidas de proteção pessoal	
Proteção dos olhos/face:	Óculos de proteção com proteção lateral.
Proteção da pele e do corpo:	Vestimenta protetora adequada e luvas de proteção de PVC.
Proteção respiratória:	Recomenda-se a utilização de respirador com filtro para vapores orgânicos para exposições médias acima da metade do TLV-TWA. Nos casos em que a exposição exceda 3 vezes o valor TLV-TWA, utilize respirador do tipo autônomo (SCBA) com suprimento de ar, de peça facial inteira, operado em modo de pressão positiva. Siga orientação do Programa de Prevenção Respiratória (PPR), 3ª ed. São Paulo: Fundacentro, 2002.
Perigos térmicos:	Não apresenta perigos térmicos.

9 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Aspecto(estado físico, forma e cor):	Líquido límpido (isento de materiais em suspensão).
Odor e limite de odor:	Característico.
:	
pH:	Não aplicável.
Ponto de fusão/ponto de congelamento:	Não disponível.
Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:	Não disponível.
Ponto de fulgor:	66 ºC (mín). Método; vaso fechado, NBR 7974
Taxa de evaporação:	Não disponível.
Inflamabilidade (sólido; gás):	Produto inflamável.
:	
Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:	Não disponível.

Pressão de vapor:	Não disponível.
Densidade de vapor:	Não disponível.
Densidade relativa:	0,82 - 0,88 @ 20 ºC; Método NBR-7148.
Solubilidade(s):	Insolúvel em água. Solúvel em solventes orgânicos.
Coeficiente de partição – n-octanol/água:	Log kow: 7,22 (dado estimado).
Temperatura de auto-ignição:	Não disponível.
Temperatura de decomposição:	400ºC.
Viscosidade:	1,6 - 6,0 Cst @ 40 ℃; Método: NBR-10441.
Outras informações:	Faixa de destilação: 100 – 400 ºC a 101,325 kPa (760 mmHg); Método NBR-9619

10 - ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade e reatividade.	Produto estável em condições normais de temperatura e pressão. Não sofre polimerização.
Possibilidade de reações perigosas:	Não são conhecidas reações perigosas com relação ao produto
Condições a serem evitadas:	Temperaturas elevadas. Fontes de ignição. Contato com materiais incompatíveis.
Materiais/substâncias incompatíveis:	Agentes oxidantes fortes como peróxidos, cloratos e ácido crômico.
Produtos perigosos da decomposição:	Hidrocarbonetos leves e pesados e coque. Quando aquecido pode liberar sulfeto de hidrogênio.

11 - INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Toxicidade aguda:	Não é esperado que o produto apresente toxicidade aguda.
Corrosão/irritação da pele:	Pode causar irritação à pele com vermelhidão e dor no local atingido.
Lesões oculares graves/ irritação ocular:	Pode causar leve irritação ocular.
Sensibilização respiratória ou da pele:	Não é esperado que o produto provoque sensibilização respiratória ou à pele.

Mutagenicidade em células germinativas	Não classificado como mutagênico
Carcinogenicidade:	Suspeito carcinógeno humano (Grupo 2B - IARC).
Toxicidade à reprodução:	Não é esperado que o produto apresente toxicidade à reprodução.
Toxicidade para órgãos-alvo específicos – exposição única:	Pode provocar irritação das vias respiratórias. Pode provocar sonolência ou vertigem com dor de cabeça e tontura.
Toxicidade para órgãos-alvo específicos – exposição repetida:	Pode causar dermatite após contato repetido e prolongado com a pele.
Perigo por aspiração:	Pode ser fatal se ingerido e penetrar nas vias respiratórias.

12 - INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto

Ecotoxicidade:	Não é esperado que o produto apresente ecotoxicidade
Persistência e degradabilidade:	É esperada baixa degradação e alta persistência.
Potencial bioacumulativo:	É esperado potencial de bioacumulação em organismos aquáticos.
	Log kow: 7,22 (dado estimado).
Mobilidade no solo:	Não determinada
Outros efeitos adversos:	Em caso de grandes derramamentos o produto pode ser perigoso para o meio ambiente devido à possível formação de uma película do produto na superfície da água diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido.

13 - CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos recomendados para tratamento e disposição aplicados ao:

Produto:	Devem ser eliminados como resíduos perigosos de acordo com a legislação local. O tratamento e a disposição devem ser avaliados especificamente para cada produto. Devem ser consultadas legislações federais, estaduais e municipais, dentre estas: Resolução CONAMA 005/1993, Lei nº12.305, de 02 de agosto de 2 010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos).
Restos de produtos:	Manter restos do produto em suas embalagens originais, fechadas e dentro de tambores metálicos, devidamente fechados, de acordo com a legislação aplicável. O descarte deve ser realizado conforme o estabelecido para o produto, recomendando-se as rotas de processamento em cimenteiras e a incineração.

Embalagem usada:

Nunca reutilize embalagens vazias, pois elas podem conter restos do produto e devem ser mantidas fechadas e encaminhadas para serem destruídas em local apropriado. Neste caso, recomenda-se envio para rotas de recuperação dos tambores ou incineração.

14 - INFORMAÇÕES SOBRE O TRANSPORTE

Regulamentações nacionais e internacionais

Terrestre:

Resolução n° 420 de 12 de Fevereiro de 2004 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), *Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos e suas modificações.*

Hidroviário:

DPC - Diretoria de Portos e Costas (Transporte em águas brasileiras)

Normas de Autoridade Marítima (NORMAM)

NORMAM 01/DPC: Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto

NORMAM 02/DPC: Embarcações Empregadas na Navegação Interior

IMO – "International Maritime Organization" (Organização Marítima Internacional)

International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) – Incorporating Amendment 34-08; 2008 Edition.

Aérea:

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil – Resolução nº129 de 8 de dezembro de 2009.

RBAC Nº175 – (REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL) - TRANSPORTE DE ARTIGOS PERIGOSOS EM AERONAVES CIVIS.

IS N° 175-001 – INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR - IS

ICAO – "*International Civil Aviation Organization*" (Organização da Aviação Civil Internacional) – Doc 9284-NA/905

IATA - "*International Air Transport Association*" (Associação Internacional de Transporte Aéreo)

Dangerous Goods Regulation (DGR).

Nº ONU:

Não classificado como perigoso para transporte nos diferentes modais.

15 - REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações:

Decreto Federal nº 2.657, de 3 de julho de 1998

Norma ABNT-NBR 14725-4:2012

Lei n°12.305, de 02 de agosto de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos).

Decreto n°7.404, de 23 de dezembro de 2010.

Portaria nº 229, de 24 de maio de 2011 – Altera a Norma Regulamentadora nº 26.

16 - OUTRAS INFORMAÇÕES

Esta FISPQ foi elaborada baseada nos conhecimentos atuais do produto químico e fornece informações quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.

Adverte-se que o manuseio de qualquer substância química requer o conhecimento prévio de seus perigos pelo usuário. Cabe à empresa usuária do produto promover o treinamento de seus empregados e contratados quanto aos possíveis riscos advindos do produto.

Siglas:

ACGIH - *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

CAS - *Chemical Abstracts Service*

DL_{50} - Dose letal 50%

IARC – *International Agency for Research on Cancer*

STEL – *Short Term Exposure Limit*

TLV - *Threshold Limit Value*

TWA - *Time Weighted Average*

NA – *Não Aplicável*

Bibliografia:

[ACGIH] AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. Disponível em: http://www.acgih.org/TLV/. Acesso em: dezembro de 2010.

[ECB] EUROPEAN CHEMICALS BUREAU. Diretiva 67/548/EEC (substâncias) e Diretiva 1999/45/EC (preparações). Disponível em: http://ecb.jrc.it/. Acesso em: dezembro de 2010.

[EPI-USEPA] ESTIMATION PROGRAMS INTERFACE Suite - United States Environmental Protection Agency. Software.

[HSDB] HAZARDOUS SUBSTANCES DATA BANK. Disponível em: http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB. Acesso em: dezembro de 2010.

[IARC] INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Disponível em: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php. Acesso em: dezembro de 2010.

[IPCS] INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY – INCHEM. Disponível em:

http://www.inchem.org/. Acesso em: dezembro de 2010.

[IPIECA] INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION. Guidance on the application of Globally Harmonized System (GHS) criteria to petroleum substances. Version 1. June 17th, 2010. Disponível em: http:// www.ipieca.org/system/files/publications/ghs_guidance_17_june_2010.pdf. Acesso em: dezembro de 2010.

[NIOSH] NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL AND SAFETY. International Chemical Safety Cards. Disponível em: http://www.cdc.gov/niosh/. Acesso em: dezembro de 2010.

[NITE-GHS JAPAN] NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY AND EVALUATION. Disponível em: http://www.safe.nite.go.jp/english/ghs_index.html. Acesso em: dezembro de 2010.

[PETROLEUM HPV] PETROLEUM HIGH PRODUCTION VOLUME. Disponível em: http://www.petroleumhpv.org/pages/petroleumsubstances.html. Acesso em: dezembro, 2010

[REACH] REGISTRATION, EVALUATION, AUTHORIZATION AND RESTRICTION OF CHEMICALS. Commission Regulation (EC) No 1272/2008 of 16 December 2008 amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals.

[SIRETOX/INTERTOX] SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RISCOS DE EXPOSIÇÃO QUÍMICA. Disponível em: http://www.intertox.com.br. Acesso em: dezembro de 2010.

[TOXNET] TOXICOLOGY DATA NETWORKING. ChemIDplus Lite. Disponível em: http://chem.sis.nlm.nih.gov/. Acesso em: dezembro de 2010.

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANA MARIA MOTTER PEREIRA
Data: 13/08/2026 12:36:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br