



PLANO BÁSICO AMBIENTAL PORTO SUL

ELABORAÇÃO DO PLANO BÁSICO AMBIENTAL DO
PORTO SUL E DOS ESTUDOS COMPLEMENTARES
NECESSÁRIOS À SOLICITAÇÃO DA SUA LICENÇA
DE IMPLANTAÇÃO

PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL

PORTO SUL

PROGRAMA BÁSICO AMBIENTAL - PBA

PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL

Abril de 2014

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3
1. INTRODUÇÃO	4
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	5
2. OBJETIVO	7
3. PREMISSAS.....	8
4. METODOLOGIA.....	8
4.1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO	8
4.2. CENÁRIOS ACIDENTAIS	9
4.2.1. Cenários Acidentais Oriundos das Atividades e/ou Operações.....	9
4.3. INFORMAÇÕES E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA	10
4.3.1. <u>Sistemas de Alerta de Derramamento de Óleo</u>	10
4.3.2. <u>Comunicação do Incidente</u>	11
4.3.3. <u>Estrutura Organizacional de Resposta</u>	16
4.3.4. <u>Dimensionamento da Capacidade de Resposta</u>	20
4.3.5. <u>Equipamentos e Materiais de Resposta</u>	20
4.3.6. <u>Procedimentos Operacionais de Resposta</u>	22
4.4. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES	27
4.4.1. <u>Critérios para Decisão quanto ao Encerramento</u>	27
4.4.2. <u>Procedimentos para Desmobilização</u>	27
4.4.3. <u>Procedimentos para Ações Suplementares</u>	27
4.5. MAPAS, PLANTAS, ANÁLISE E CARTA.....	28
4.6. OUTRAS INFORMAÇÕES	28
4.7. TREINAMENTO	29
4.7.1. <u>Treinamentos Teóricos</u>	29
4.7.2. <u>Exercícios Práticos Individuais</u>	29
4.7.3. <u>Exercícios de Liderança e Coordenação</u>	30
4.7.4. <u>Exercícios Simulados</u>	30
5. RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PLANO	30
6. RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

ANEXOS

- Anexo 1 - Anexos da Resolução CONAMA n o 398/08
- Anexo 2 - Análise de Vulnerabilidade Ambiental
- Anexo 3 - Recursos para Contenção (Situação < 8 m³)
- Anexo 4 - Carta de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (SAO)
- Anexo 5 - CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF IBAMA
- Anexo 6 - Modelagem de Derrame de Óleo no porto Sul, Ilhéus (BA)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 -	Localização do Porto Sul.....	5
Figura 1.2 -	Empreendimento Objeto de Licença de Implantação	6
Figura 4.1 -	Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação	10
Figura 4.2 -	Estrutura Organizacional de Resposta	16

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 -	Distâncias entre o Empreendimento e algumas localidades estratégicas	9
Quadro 4.2 -	Contatos do Empreendimento	12
Quadro 4.3 -	Órgãos ambientais, autoridades e demais contatos importantes que devem ser comunicados, quando da ocorrência de um incidente de vazamento de óleo	13
Quadro 4.4 -	Modelo de Comunicação Inicial do Incidente por Vazamento de Óleo	14
Quadro 4.5 -	Modelo de Registro de Informações Relevantes	15
Quadro 4.6 -	Modelo de Registro das Ações de Resposta	15
Quadro 4.7 -	Equipamentos para combate a derramamentos de óleo.....	21
Quadro 4.8 -	Características do óleo diesel marítimo	28
Quadro 4.9 -	Características do óleo tipo Bunker	28

APRESENTAÇÃO

Os Programas que constituem o Plano Básico Ambiental – PBA do Porto Sul são apresentados em conformidade com a Licença Prévia Ibama nº. 447/2012. São abordados, no âmbito do PBA, 38 Programas listados a seguir:

- 1 Programa Ambiental para a Construção
- 2 Programa Compensatório de Plantio
- 3 Programa de Adequação da Infraestrutura das Comunidades do Entorno do Empreendimento
- 4 Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Terrestre
- 5 Programa de Apoio à Contratação de Mão de Obra Local
- 6 Programa de Apoio ao Empreendedorismo
- 7 Programa de Auditoria Ambiental
- 8 Programa de Capacitação da Mão de Obra Local
- 9 Programa de Compensação Ambiental
- 10 Programa de Compensação da Atividade Pesqueira
- 11 Programa de Comunicação e Interação Social
- 12 Programa de Controle de Erosão e Assoreamento
- 13 Programa de Educação Ambiental
- 14 Programa de Emergência Individual (PEI)**
- 15 Programa de Gerenciamento de Efluentes
- 16 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)
- 17 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)
- 18 Programa de Gestão Ambiental (PGA)
- 19 Programa de Gestão e Monitoramento da Linha de Costa
- 20 Programa de Implantação dos Sistemas Locais de Habitação e Planos Locais de Habitação
- 21 Programa de Mitigação das Interferências no Sistema Viário
- 22 Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira
- 23 Programa de Monitoramento da Batimetria
- 24 Programa de Monitoramento da Biota Aquática
- 25 Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre
- 26 Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar
- 27 Programa de Monitoramento das Águas e Sedimentos
- 28 Programa de Monitoramento de Flora
- 29 Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações
- 30 Programa de Prevenção à Exploração Sexual
- 31 Programa de Prospecção e Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial
- 32 Programa de Reassentamento e Desapropriação
- 33 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)
- 34 Programa de Reorientação da Atividade Turística no Litoral Norte
- 35 Programa de Reposição da Vegetação de Nascentes, Matas Ciliares e Manguezais
- 36 Programa de Resgate de Flora
- 37 Programa de Valorização da Cultura
- 38 Programa de Verificação e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios

1. INTRODUÇÃO

O município de Ilhéus vive um momento de grandes transformações a partir de propostas de desenvolvimento que chegam através de alianças entre as esferas federal, estadual, municipal e a iniciativa privada. O Porto Sul, que será instalado no litoral Norte de Ilhéus para escoar a produção mineral e agrícola do oeste do estado, certamente promoverá mudanças de toda ordem na sua área de instalação e entorno que serão fortemente percebidas pela população local e também pela flutuante.

O Porto Sul modificará não só o espaço territorial, a paisagem da linha da costa, assim como o espaço sociocultural na medida em que abrirá um novo leque de oportunidades para a região com a oferta de mais de cinco mil postos de trabalhos diretos, entre as fases de instalação e operação do empreendimento e, na sequência, a qualificação dessa mão de obra. Promoverá o reaquecimento da economia regional com o aumento do consumo de produtos e serviços, o aquecimento do mercado imobiliário, a demanda por novos bens de consumo e o surgimento de postos de trabalho indiretos. Aos olhos das comunidades diretamente afetadas pelo empreendimento (EIA/RIMA), o Porto Sul é visto mais como uma oportunidade de melhoria da qualidade de vida do que como uma ameaça para quem é trabalhador rural e vive das intempéries da monocultura cacaujeira, ou em assentamentos sem saneamento básico, ou mesmo os que estão na linha da costa e sobrevivem da sazonalidade da demanda turística altamente concentrada na alta estação e cuja oferta turística propriamente dita apresenta-se ainda pouco qualificada.

Por se tratar de uma das principais rotas turísticas da Costa do Cacau desenvolvida pelo Programa de Desenvolvimento do Turismo do Nordeste – Prodetur I, o Litoral Norte de Ilhéus interligado através da Estrada Parque Ilhéus Itacaré (pag. 40. Bahia, 2000), sofrerá uma série de impactos diretos e indiretos, positivos e negativos com a implantação do Porto Sul, a partir do seu próprio poder de transformação da dinâmica socioambiental, na área de influência do empreendimento. É de conhecimento público, nacional e internacional, que as belezas naturais de Ilhéus são o principal ingrediente do leque de atrativos turísticos da região da Costa do Cacau que sempre se destacou também pela preservação da Mata Atlântica como patrimônio natural, estando aí concentrada a terceira maior biodiversidade de espécies arbóreas e arbustivas do planeta (*idem* p. 94).

Até os anos 90, do século passado, as praias do Litoral Norte de Ilhéus eram consideradas de difícil acesso, sendo praticamente desertas e sem fluxo turístico. Somente chegavam ao local quem realmente sabia pilotar veículos na areia. Com a inauguração da BA 001, em 1998, o acesso às praias até o limite do município de Itacaré foi facilitado e a vocação da área para o turismo de “sol e praia” começou a ser desenvolvida com a implantação de uma infraestrutura de apoio em forma de pousadas, bares e restaurantes, ainda que com características de veraneio e atividades turísticas direcionadas para a alta estação. Atualmente, a interligação de Camamu com a BA 001 no sentido sul, para Itacaré veio a facilitar ainda mais o deslocamento do fluxo turístico e encurtar distâncias na região.

1.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Porto Sul é um empreendimento concebido no Planejamento Estratégico do Estado da Bahia e corresponde ao Porto ligado à Ferrovia de Integração Oeste-Leste no Oceano Atlântico. Esta Ferrovia articula este porto marítimo com as regiões produtivas do oeste da Bahia e o Brasil Central. Seus objetivos estruturantes são:

- Reverter o processo de concentração da economia estadual na RMS;
- Reinsere o Estado no mercado nacional e global;
- Rearticular o Estado com seu próprio território;
- Reverter a atual dinâmica de decadência econômica vivida pela região a partir da crise do cacau.

O empreendimento se localiza na Costa Leste do Brasil, no litoral norte do município de Ilhéus-BA, entre as localidades de Aritaguá e Sambaituba, nas proximidades com o Rio Almada. A **Figura 1.1** mostra a localização do empreendimento.

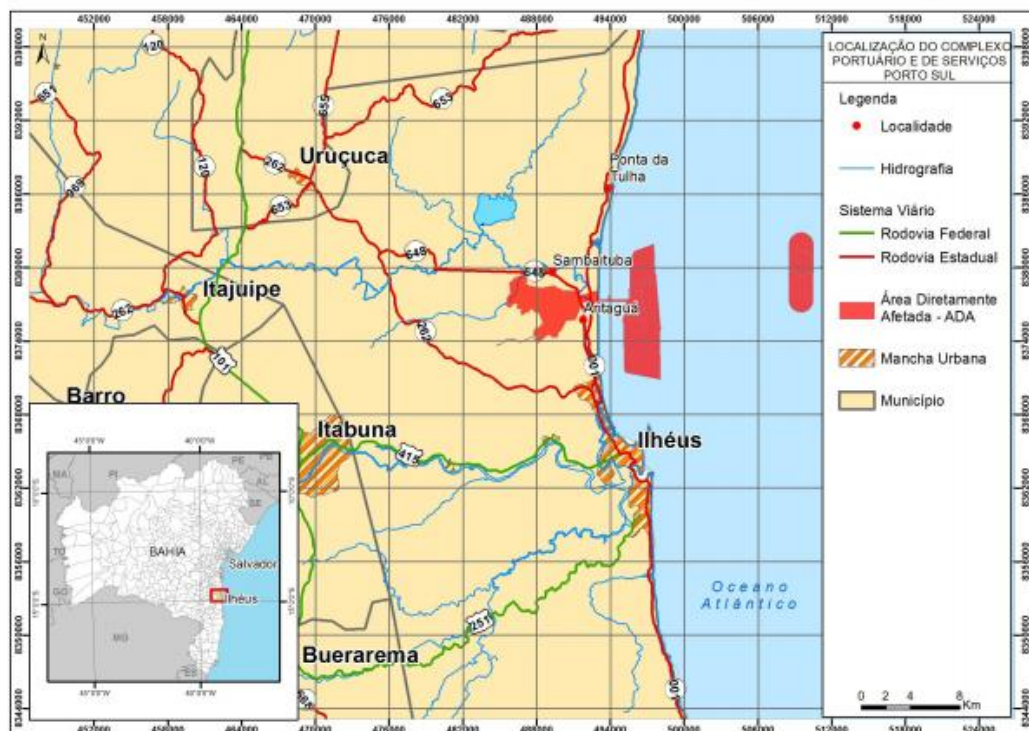


Figura 1.1 - Localização do Porto Sul

Diversos estudos foram realizados durante o processo de obtenção de Licença Prévia. Todos estes estudos foram realizados ponderando de forma integrada as repercussões da implantação e operação do Porto Sul, que inclui um Porto Público e o Terminal Privado da Bahia Mineração. Este processo culminou com a emissão da Licença Prévia nº. 447/12 por parte do IBAMA, em 14 de novembro de 2012.

Nesta nova etapa do processo do licenciamento (Licença de Implantação) estão sendo consideradas as seguintes estruturas para funcionamento geral do Porto Público e do Terminal Privado da BAMIN:

- Acessos rodoviários e ferroviários ao porto, áreas comuns ao Porto Público e a TUP BAMIN;
- Parte dos acessos rodoviários e ferroviários internos ao Porto Público;
- Seções da ponte marítima para atendimento ao terminal da BAMIN e do Porto Público;
- Parte do quebra-mar para atendimento ao terminal da BAMIN e do Porto Público;
- Berço para embarque de minério e dois berços para graneis associados ao Porto Público;
- Berço para embarque do minério da BAMIN;
- Dragagem associada ao canal de acesso e ao lado norte do quebra-mar;
- Corredor central de serviços;
- Estacionamento de caminhões;
- Aduana;
- Estações de tratamento de água e efluentes líquidos e central de resíduos;
- Pedreira;
- Píer provisório;
- Canteiros de obras; e
- Estrutura retroportuária e *offshore* do terminal da BAMIN.

A **Figura 1.2** mostra em verde a área objeto da Licença de Implantação.

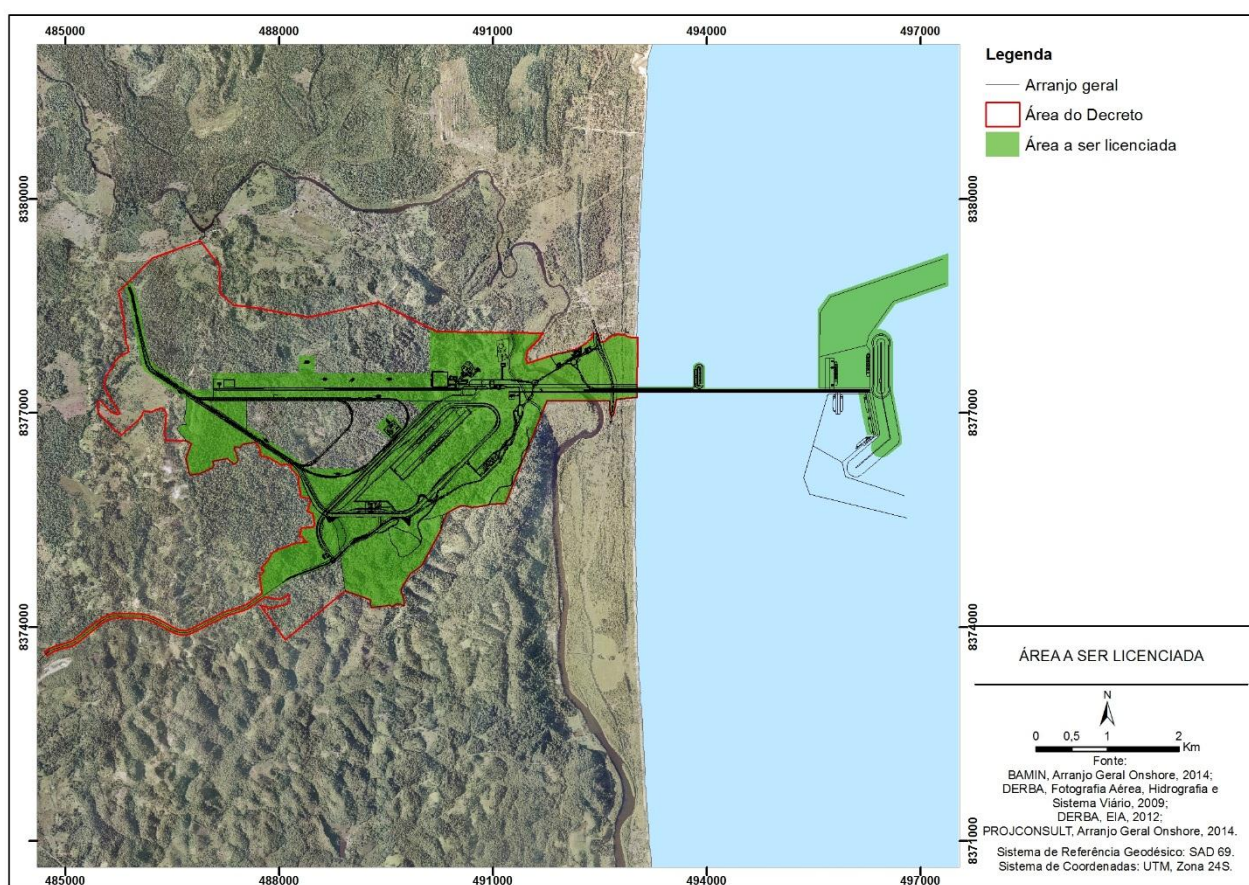


Figura 1.2 - Empreendimento Objeto de Licença de Implantação

Estas estruturas estão detalhadas no Volume 1 deste documento, que apresenta o projeto ora em Licenciamento de Implantação.

Todas as demais estruturas, associadas à operação das cargas a serem movimentadas pelo Porto Público, consideradas no processo da Licença Prévia, deverão ser objeto de licenciamento específico.

2. OBJETIVO

O presente Plano de Emergência Individual - PEI foi desenvolvido para implementar na Instalação Portuária do Porto Sul as ações de contingência em acordo com a Resolução CONAMA 398, de 11 de junho de 2008, do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente.

A metodologia utilizada para a elaboração do PEI acompanha rigorosamente o que estabelece a Resolução CONAMA 398, que dispõe sobre o Conteúdo Mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo, originados em portos e orienta a sua elaboração.

Conforme o Art. 5º, inciso § 2º da Resolução CONAMA nº 398, de 11.06.2008, está disponível no **Anexo 1** a tabela de correspondência entre a estrutura estabelecida no Anexo I, Anexo II e Anexo III da referida resolução e este Plano de Emergência para Vazamento de Óleo.

O objetivo do PEI é organizar, de forma eficaz, as ações de resposta, no tocante ao armazenamento e à transferência de derivados de petróleo, bem como a movimentação de embarcações na área do Empreendimento, para atuar, de forma organizada e eficaz, em situações de emergência envolvendo derrame de óleo em sua área de responsabilidade, em conformidade com o que estabelece a Resolução CONAMA 398, para que a estratégia de combate a ser implementada, possa neutralizar os efeitos do derramamento ou minimizar suas consequências.

As ações de combate e controle às emergências terão prioridade sobre as demais atividades na Instalação Portuária, enquanto perdurar a situação emergencial.

A coordenação do combate e controle da emergência será exercida em tempo integral e com dedicação exclusiva.

Qualquer acidente que apresente agressão ao meio ambiente deve ser imediatamente comunicado às Autoridades Municipais, Órgãos de Controle Ambiental Estadual e Federal e Capitania dos Portos.

Visando o bom funcionamento deste PEI, bem como a avaliação da atuação no combate às emergências, serão desenvolvidos programas de treinamentos e exercícios simulados, com todo o pessoal envolvido no presente Plano, sob a coordenação do Coordenador Local do Plano.

3. PREMISSAS

O dimensionamento da Capacidade de Resposta, bem como as estratégias de combate constantes no PEI, está fundamentado nas diretrizes preconizadas nas seguintes fontes de consulta e referência:

- Resolução CONAMA 398, de 11 de junho de 2008, que dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo originado em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas, e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, bem como suas respectivas instalações de apoio;
- Lei 9966, de 28 de abril de 2000, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

Considerando que o empreendimento está em fase de implantação é importante afirmar que itens específicos deste plano que dependam de definições quanto à identificação de pessoas e contatos deverão ser revisto e complementado antes do início das operações.

4. METODOLOGIA

4.1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

a) Instalação

Nome:	Empreendimento
Endereço:	Será informado quando da implementação deste programa.
Fone/Fax:	

b) Empresa Responsável pela Operação da Instalação

Nome:	Será informado quando da implementação deste programa.
Endereço:	
Fone/Fax:	

c) Representante Legal da Instalação

Nome:	Será informado quando da implementação deste programa.
Endereço:	
Fone/Fax:	

d) Coordenador de Operação das Ações de Resposta

Nome:	Será informado quando da implementação deste programa.
Endereço:	
Fone/Fax:	

e) Localização da Instalação

O **Quadro 4.1** apresenta as distâncias entre a Instalação Portuária e algumas localidades estratégicas.

Quadro 4.1 - Distâncias entre o Empreendimento e algumas localidades estratégicas

Local	X (SAD 69)	Y (SAD 69)	Distância (km)	Tempo
Aeroporto Ilhéus	496631	8362157	16,0	
Aeroporto Salvador	572588	8572635	210,0	
Porto Ilhéus	496617	8365497	12,5	
Porto Salvador	553460	8567429	200,0	

4.2. CENÁRIOS ACIDENTAIS

Cenários Acidentais são oriundos de eventos acidentais, não desejados ou de força maior, que podem ocorrer como consequência de falha humana e/ou de falha de equipamentos em atividades da Instalação Portuária, podendo acarretar impactos negativos ao Meio Ambiente e à Saúde Humana.

4.2.1. Cenários Acidentais Oriundos das Atividades e/ou Operações

As hipóteses acidentais que tem como consequência o vazamento de óleo para o mar são:

- Vazamento de combustível durante operação de transferência devido a vazamento/rompimento do mangote ou conexões;
- Rompimento do tanque de combustível da embarcação devido a encalhe durante as manobras de atracação / desatracação.

Estas hipóteses referem-se aos cenários 36 e 37 da Análise Preliminar de Perigos (APP).

A hipótese acidental considerada de pior caso é o vazamento de 4.113,25 m³ de óleo Bunker devido a rompimento do tanque da embarcação, que apresentou extensão de toque na costa igual a 5,7 km conforme apresentado na **Figura 4.1**.

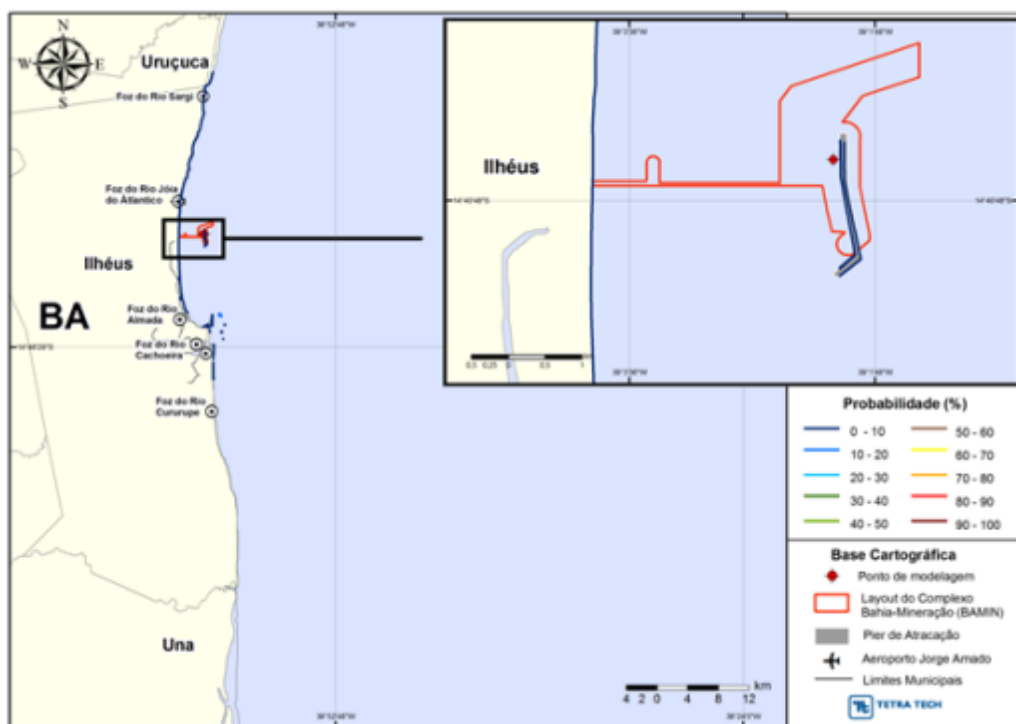


Figura 4.1- Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação

4.3. INFORMAÇÕES E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA

Destinam-se à apresentação dos sistemas, dispositivos de segurança, rotinas e procedimentos adotados para identificar e avaliar incidentes de poluição, de modo a subsidiar a tomada de decisões relativas à declaração de um “Estado de Emergência”, com o acionamento das equipes de resposta e a comunicação do evento ocorrido às autoridades legalmente constituídas, conforme as diretrizes preconizadas neste PEI.

4.3.1. Sistemas de Alerta de Derramamento de Óleo

A identificação de eventuais vazamentos e/ou derramamentos de produtos perigosos no Empreendimento é viabilizada pela aplicação da seguinte rotina:

- Supervisão de toda a movimentação de embarcações, desde a aproximação até a completa atracação ou saída da área do Empreendimento, visando à imediata constatação de quaisquer incidentes de poluição por óleo que coloque, ou possa colocar em risco, a saúde humana e o meio ambiente;
- Rotina de acionamento de sistema de alarme sonoro, com acionadores dispostos em pontos estratégicos das instalações, no caso de constatação ou suspeita de vazamento.

4.3.2. Comunicação do Incidente

A rotina de acionamento e comunicação de incidentes de poluição por óleo na Instalação Portuária obedece à seguinte sequência:

- a) Alarme e comunicação inicial;
- b) Acionamento da equipe de resposta;
- c) Declaração de emergência;
- d) Comunicação do evento ocorrido às autoridades pertinentes.

A constatação de derramamentos deve ser reportada imediatamente, via rádio, telefone ou pessoalmente, ao Coordenador de Operação das Ações de Resposta, que registrará a ocorrência em formulário específico as seguintes informações:

- Hora da primeira observação;
- Local da ocorrência;
- Fonte do vazamento;
- Causa provável do incidente (se disponível);
- Tipo e volume estimado do produto derramado;
- Áreas atingidas;
- Áreas ameaçadas;
- Situação atual;
- Ações iniciais adotadas;
- Existência de vítimas ou danos a terceiros.

4.3.2.1. Declaração de Emergência

De acordo com a situação constatada, o Coordenador de Operação das Ações de Resposta declarará um “Estado de Emergência” compatível com a gravidade do evento e, se necessário, mobilizará os seus assessores, conforme apresentado no item Estrutura Organizacional de Resposta.

4.3.2.2. Modelo de Comunicação Inicial de Incidente

Independentemente da magnitude, alcance e severidade das consequências resultantes, o Coordenador de Operação das Ações de Resposta, ou preposto por ele indicado, dará ciência do incidente aos demais membros integrantes da Estrutura Organizacional de Resposta, registrando o acionamento no formulário “Comunicação Inicial do Incidente”. Entre outras autoridades, deverão ser acionadas o Instituto Meio Ambiente, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, e a Capitania dos Portos de Salvador.

Em função da gravidade da emergência, outras instituições podem ser notificadas ou acionadas, como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros, a Polícia Militar e Civil, Hospitais, etc.

Após o encerramento da operação de resposta ao incidente de poluição por óleo, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA 398, deve ser enviado ao órgão ambiental competente, no

prazo máximo de 30 (trinta) dias corridos, um relatório de análise crítica de desempenho do seu PEI.

O **Quadro 4.2** especifica os contatos da Instalação Portuária, que devem ser comunicados, quando da ocorrência de um incidente de vazamento de óleo.

O **Quadro 4.3** especifica os órgãos ambientais, autoridades e demais contatos importantes que devem ser comunicados, quando da ocorrência de um incidente de vazamento de óleo.

Os **Quadro 4.4**, **Quadro 4.5** e **Quadro 4.6** apresentam, respectivamente, modelos de Comunicação Inicial do Incidente por Vazamento de Óleo, para o Registro de Informações Relevantes e de Registro das Ações de Resposta, em caso de vazamento por óleo.

Quadro 4.2 - Contatos do Empreendimento.

1	COORDENADOR AÇÕES DE RESPOSTA	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
2	ASSESSOR SMS	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
3	ASSESSOR COMUNICAÇÕES	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
4	COORDENADOR LOGÍSTICA	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
5	COORDENADOR OPERAÇÕES	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
6	COORDENADOR ADMINISTRATIVO FINANCEIRO	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
7	BRIGADA EMERGÊNCIA	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	
8	EQUIPE PRIMEIRO SOCORROS	Tel. Empresa	
		Tel. Residencial	
		Tel. Celular	

Quadro 4.3 - Órgãos ambientais, autoridades e demais contatos importantes que devem ser comunicados, quando da ocorrência de um incidente de vazamento de óleo

IBAMA			
INSTITUIÇÃO	TELEFONE	FAX	E-MAIL
Diretoria de Controle Ambiental- Brasília (Linha Verde)	0800-61-8080	-	-
Superintendência do IBAMA da Bahia	(71) 3172-1650	(71) 3172-1750	supes.ba@ibama.gov.br jorge.barbosa@ibama.gov.br celio.pinto@ibama.gov.br
MINISTÉRIO DA DEFESA – MARINHA DO BRASIL			
INSTITUIÇÃO	TELEFONE	FAX	E-MAIL
Capitania dos Portos da Bahia em Salvador	(71) 3507-3777 (71) 3326-1219	(71) 3507-3811 (71) 3507-3812	secom@cpba.mar.mil.br
Delegacia da Capitania dos Portos em Ilhéus	(73) 3222-5100 (73) 3222-5101 (73) 3222-5107	(73) 3222-5121	secom@dliheus.mar.mil.br
ÓRGÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (INEMA)			
INSTITUIÇÃO	TELEFONE	FAX	E-MAIL
INEMA/BA – Dir. de Fiscalização e Monitoramento Ambiental – Coord. de Fiscalização Ambiental e Atendimentos Emergenciais	(71) 3117 -1200 0800-071-1400 (71) 9974-4239	(71) 3117-1264	www.inema.ba.gov.br
GOVERNO DA BAHIA			
INSTITUIÇÃO	TELEFONE	FAX	E-MAIL
Secretaria do Meio Ambiente da Bahia- SEMA	(71) 3115-6288	(71) 3115-3808	ascom.sema@sema.ba.gov.br

Quadro 4.4 - Modelo de Comunicação Inicial do Incidente por Vazamento de Óleo**I – Identificação da embarcação que originou o incidente:**

Nome da embarcação:

 Sem condições de informar**II – Data e hora da primeira observação:**

Hora: Dia/mês/ano:

III – Data e hora estimadas do incidente:

Hora: Dia/mês/ano:

IV – Localização geográfica do incidente:

Latitude:

Longitude:

V – Óleo derramado:

Tipo de óleo:

Volume estimado:

VI – Causa provável do incidente: Sem condições de informar**VII – Situação atual da descarga do óleo:** Paralisada Não foi paralisada Sem condições de informar**VIII – Ações iniciais que foram tomadas:** Acionado Plano de Emergência Individual Outras providências: Sem evidência de ação ou providência até o momento**IX – Data e hora da comunicação:**

Hora:

Dia/mês/ano:

X – Identificação do comunicante:

Nome completo:

Cargo/emprego/função na instalação:

XI – Outras informações julgadas pertinentes:

Quadro 4.5 - Modelo de Registro de Informações Relevantes

Data: / /	Hora:	Relator:
Dinâmica		
<u>Volume/área:</u>	<u>Cor aparente</u>	
<u>Espalhamento:</u> Área: ___ m ²	Brilho Prata: 0,1m ³ / Km ² Brilho Arco-Iris: 0,3m ³ / Km ² Marrom Obs.: / Preta 100m ³ / Km ² Marrom / Laranja: 1.000m ³ / Km ²	
Condições meteo-oceanográficas		
Vento: Dir. ___ °	Vel.: m/s	Temp. do Ar: ___ °C Chuva: () N () S
Maré: () Preamar () Baixa-mar	Altura: m () Sizígia () Quadratura	
Obs.:		
Impactos Ambientais		
<u>Recurso Natural Atingido:</u>		
<u>Recurso Socioeconômico Atingido:</u>		

Quadro 4.6 - Modelo de Registro das Ações de Resposta

DATA:			
COORDENADOR:			
RELATOR:			
INCIDENTE:			
HORA	QUEM	AÇÃO	RESULTADO

4.3.3. Estrutura Organizacional de Resposta

A seguir, são apresentadas as atribuições e responsabilidades inerentes às funções especificadas, sugeridas para a Estrutura Organizacional de Resposta do PEI, conforme visualizada na **Figura 4.2** e quadros em sequência.

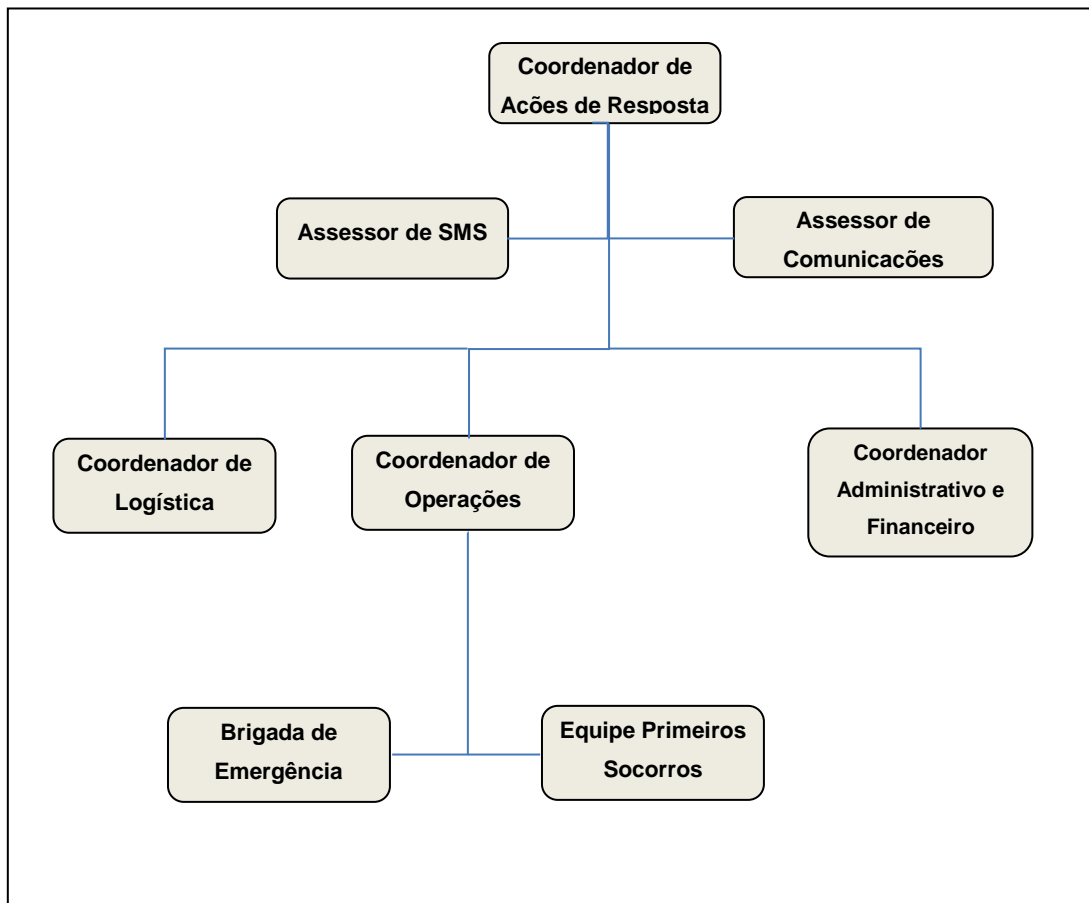


Figura 4.2 - Estrutura Organizacional de Resposta

Função	Coordenador de Ações de Resposta
Qualificação técnica	Treinamento no Procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none">- Responsável pelo gerenciamento do incidente: acionar o Plano, coordenar a EOR e decidir pelo encerramento das operações;- Aprovar a comunicação aos Órgãos Oficiais e garantir que as agências sejam notificadas;- Organizar reuniões diárias com a EOR, para avaliação do andamento do controle do incidente e tomada de decisões;- Responder a todas as decisões baseando-se na política da empresa, assegurando-se das condições de SMS definindo as prioridades imediatas e os objetivos das ações de resposta e estratégias;- Manter-se informado das ações tomadas pelos demais coordenadores visando avaliar a efetividade das ações;- Garantir a implementação dos controles e as medidas de SMS;- Garantir a realização de encontros para a definição da estratégia (reuniões operacionais);- Garantir o revezamento de pessoal para os membros da EOR;- Aprovar e disponibilizar recursos humanos e materiais adicionais quando solicitados;- Responsabilizar-se e aprovar todos os custos gerados pelas ações de resposta;- Responsabilizar-se por todas as informações repassadas externa e internamente sobre o incidente;- Participar das reuniões de planejamento;- Responsabilizar-se pela emissão de relatórios posteriores a emergência;- Responsabilizar-se as ações de resposta, no seu nível de atuação.	

Função	Assessor de SMS
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none">- Manter contato permanente com os coordenadores operacionais, visando monitorar as condições de SMS;- Auxiliar o Coordenador de Ações de Resposta em assuntos relacionados à SMS incluindo as condições de segurança do pessoal envolvido nas ações de resposta;- Auxiliar / Assessorar o Coordenador de Ações de Resposta nas medidas de evacuação do pessoal e/ou comunidades que possam vir a ser afetadas por uma emergência e/ou pelas operações de resposta à emergência;- Auxiliar na definição do isolamento das áreas atingidas;- Auxiliar na implementação de medidas e procedimentos para assegurar condições de SMS para as equipes envolvidas nas ações de resposta;- Definir (e solicitar ao Coordenador de Logística) a mão de obra, equipamentos, materiais, e suprimentos necessários para as operações de segurança;- Garantir que os EPIs apropriados e os procedimentos de uso dos mesmos estejam disponíveis à equipe de resposta- Manter o Coordenador de Ações de Resposta informado sobre o andamento das ações sob sua responsabilidade, assessorando-o na tomada de decisões;- Investigar, reportar, e registrar os incidentes que venham a ocorrer durante as operações de resposta;- Participar das reuniões de planejamento;- Coordenar pedidos de voluntariado;- Oferecer suporte aos voluntários (coordenar com a logística);- Manter um registro de todos os voluntários;- Em casos de ferimentos ou fatalidades na equipe, iniciar ou manter contato com a(s) pessoa(s) ou empregadores (pessoal contratado) e garantir que o(s) nome(s) do(s) acidentado(s) ou doente(s) não sejam divulgados até que suas famílias tenham sido notificadas;- Registrar as ações de resposta no seu nível de atuação.	

Função	Assessor de Comunicações
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none"> - Manter o público interno e externo, inclusive órgãos oficiais, informado a respeito do incidente, sua evolução, controle e encerramento; - Obter aprovação do Coordenador de Ações de Resposta e do Assessor Jurídico antes de divulgar qualquer informação relacionada ao incidente; - Caso um sistema de Comando Unificado seja instituído, estabelecer uma central de informações única com as agências; - Trabalhar com o Coordenador de Logística e com o Coordenador Setor Financeiro/ Administrativo para organizar visitas da imprensa aos locais operacionais casos necessários ou apropriados. Garantir escolta e certificar que as pessoas, imprensa / Vips usem os EPIs apropriados. - Catalogar artigos de jornais, rádio, notícias de televisão, reuniões com a imprensa e resumos; - Garantir que não haja conflito de informações trazendo os questionamentos da imprensa ao Coordenador de Ações de Resposta; - Participar das reuniões de planejamento; - Manter contato com a mídia e com outras organizações que busquem informações sobre o incidente; - Manter o Coordenador de Ações de Resposta informado sobre o andamento das ações sob sua responsabilidade; - Registrar as ações de resposta no seu nível de atuação. 	

Função	Coordenador de Logística
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none"> - Providenciar transporte, hospedagem, alimentação e assistência médica para o pessoal envolvido na resposta ao incidente; - Providenciar facilidades de comunicações e informática a resposta ao incidente; - Providenciar o suprimento de recursos (ex.: materiais, equipamentos, embarcações e serviços) necessários à resposta ao incidente, inclusive de empresas terceirizadas, acordos e outros; - Providenciar a aquisição de imagens de satélite ou outros mapas e dados de plataforma GIS; - Providenciar a identificação e o controle do pessoal envolvido na resposta do incidente; - Providenciar recursos para a higiene, saneamento, saúde e integridade física ao pessoal envolvido na resposta do incidente, atendendo, no mínimo, os requisitos legais vigentes; - Providenciar, se necessário, através do recrutamento de recursos externos, serviços de vigilância e segurança da comunidade afetada; - Providenciar recursos extras quando solicitados; - Estabelecer um sistema de documentação para registro e controle efetivo de entrada e saída de pessoas e equipamentos do local da emergência; - Providenciar a disposição dos resíduos gerados na resposta ao incidente, conforme estabelecido no PCP e na legislação vigente; - Manter o Coordenador de Ações de Resposta informado sobre o andamento das ações sob sua responsabilidade, assessorando-o na tomada de decisões; - Participar das reuniões de planejamento; - Providenciar contratos com os fornecedores, conforme requisitados; - Registrar as ações de resposta no seu nível de atuação. 	

Função	Coordenador Financeiro e Administrativo
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none"> - Prover recursos financeiros para o atendimento à emergência; - Gerenciar todos os aspectos financeiros do incidente; - Informar-se do status e dos recursos utilizados de forma a contabilizar os gastos gerados com a evolução da estratégia e da emergência; - Providenciar análises dos custos envolvidos na operação quando requisitado; - Manter acessíveis planilhas de custos e gastos; - Registrar gastos nas operações de controle do incidente, visando o controle interno e o ressarcimento de seguradoras ou de terceiros; - Contatar as empresas seguradoras e resseguradoras; - Estimar as compensações financeiras aos afetados pelo incidente; - Arquivar todos os documentos gerados pela contratação e pagamentos efetuados durante a emergência; - Manter o Coordenador de Ações de Resposta informado sobre o andamento das ações sob sua responsabilidade; - Trabalhar com o Coordenador Logística para coordenar as necessidades e ordens de compra, verificação de recibos, faturas e pagamentos especiais; - Estabelecer um fundo monetário de trabalho e ativar uma conta especial com a finalidade de fazer pagamentos e requerimentos locais; - Participar das reuniões de planejamento; - Registrar as ações de resposta no seu nível de atuação. 	

Função	Equipe de Primeiros Socorros
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none"> - Responsável pelo atendimento imediato a vítimas; - Manter-se em contato permanente com o Coordenador de Operações informando-o sobre as ações sob sua responsabilidade; - Registrar as ações de resposta, no seu nível de atuação. 	

Função	Coordenador de Operações
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none"> - Coordenar as ações operacionais de resposta; - Definir a estratégia de resposta adequada às características do incidente e da região; - Coordenar as operações juntamente com as agências Federais e Estaduais; - Acionar equipe(s) sob sua coordenação; - Planejar e coordenar a atuação das equipes sob sua responsabilidade; - Manter o Coordenador de Ações de Resposta informado sobre o andamento das ações sob sua responsabilidade; - Propor e executar ações e o acionamento de recursos necessários; - Solicitar ao Coordenador de Logística recursos adicionais necessários para as ações de resposta, de acordo com sua avaliação; - Auxiliar o Assessor de SMS na avaliação / monitoramento das condições de SMS; - Participar das reuniões de planejamento; - Trabalhar no planejamento de desmobilização de equipamentos não utilizados; - Articular-se com o coordenador da Defesa Civil e outras autoridades Municipais, Estaduais e/ou Federais, no local das operações (diretamente ou através da(s) equipe(s) sob sua coordenação); - Elaborar escala de serviço para as equipes sob a sua coordenação; - Registrar as ações de resposta no seu nível de atuação. 	

Função	Brigada de Emergência
Qualificação técnica	Treinamento no procedimento do PEI
Atribuições e Responsabilidades	
<ul style="list-style-type: none">- Responsável pela execução das tarefas determinadas pelo Coordenador de Operações;- Executar os procedimentos de contenção, recolhimento e limpeza do óleo derramado, conforme orientação do Coordenador de Operações;- Proceder ao acondicionamento e destinação dos resíduos, conforme orientação do Coordenador de Operações;- Assegurar o uso de EPIs para os membros da equipe;- Manter-se em contato permanente com o Coordenador de Operações informando-o sobre a evolução do acidente, do andamento das ações sob sua responsabilidade e das ações de resposta implementadas. Quando necessário, solicitar-lhe apoio;- Registrar as ações de resposta, no seu nível de atuação.	

4.3.4. Dimensionamento da Capacidade de Resposta

Para o dimensionamento da capacidade de resposta são consideradas as definições da Resolução CONAMA nº 398/08.

- Barreiras de Contenção

ESTRATÉGIA	QUANTIDADE MÍNIMA
Cerco completo do navio ou da fonte de derramamento	3 x comprimento do maior navio ou da fonte de derramamento, em metros.

- Recolhedores

Portos organizados, demais instalações portuárias e outros terminais: a CEDRO deverá ser dimensionada para descarga pequena. No caso de derramamento de óleo abaixo de 8 m³, a instalação deverá apresentar as ações previstas para garantir a continuidade de resposta ao atendimento da emergência, conforme **Anexo 3**.

4.3.5. Equipamentos e Materiais de Resposta

O **Quadro 4.7** apresenta os equipamentos que devem estar disponíveis na Instalação Portuária para o combate a derramamentos de óleo no mar.

Quadro 4.7 - Equipamentos para combate a derramamentos de óleo

Material Absorvente		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Barreiras absorventes	1000 m	Indicados para óleos leves e utilização área costeira, águas abrigadas e rios.
Mantas absorventes	2.000 (unidades)	
pompom	1.000 m	
Barreiras de Contenção		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Barreira de Contenção para área costeira e abrigada	990 m	Indicada para utilização na área costeira, águas abrigadas e rios.
Outros		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Rádio Portátil	6(unidades)	Sem restrições
Gerador de força	2 (unidades)	Sem restrições
Torre de iluminação	1 (unidade)	Sem restrições
Ancora	5 (unidades)	Sem restrições
Big Bag	50 (unidades)	Sem restrições
Pá	20 (unidades)	Sem restrições
Poitas	50 (unidades)	Sem restrições
Rastelo	20 (unidades)	Sem restrições
Veículo 4x4	1 (unidade)	Sem restrições
Quadriciclo motorizado	2 (unidades)	Sem restrições
Baldes metálicos de 20 lts	20 (unidades)	Sem restrições
Cabo de polipropileno (12 mm)	100 m	Sem restrições
Cabo de polipropileno (16 mm)	50 m	Sem restrições
Carro de mão	5 (unidades)	Sem restrições
Enxada	20 (unidades)	Sem restrições
Estaca	10 (unidades)	Sem restrições
Fita zebrada	20 rolos	Sem restrições
Rodo sem borracha	10 (unidades)	Sem restrições
Tambor metálico de 200 lts c/ tampa	20 (unidades)	Sem restrições
Oil Bag (10m ³)	3 (unidades)	Sem restrições
Vassoura de piaçava	10 (unidades)	Sem restrições
Vassoura para folha	10 (unidades)	Sem restrições
Workboat	1 (unidade)	Sem restrições
Lancha rápida	2 (unidades)	Sem restrições
Bomba de transferência (Vazão mínima de 10 m ³ /h)	2 (unidades)	Sem restrições
Mangueiras com comprimento mínimo de 30 m (compatíveis com a bomba de transferência)	4 (unidades)	Sem restrições

Armazenamento Temporário		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Capacidade de 7 m ³	3 (unidades)	Indicado para utilização na área costeira, águas abrigadas e rios.
Balsa de armazenamento com capacidade de 350 m ³	1 (unidade)	Indicado para utilização na área costeira, águas abrigadas e rios.
Recolhedores		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Recolhedor com correia oleofílica	1 (unidade)	Indicado para utilização na área costeira, águas abrigadas e rios.
Recolhedor com vertedouro com vazão 35 m ³ /h	5 (unidades)	Indicado para utilização na área costeira, águas abrigadas e rios.
Equipamento de Proteção Individual - EPI		
Equipamento	Quantidade	Restrições para Utilização
Bonés	100 (unidades)	Sem restrição
Macacão	100 (unidades)	Sem restrição
Macacão Tyvec	100 (unidades)	Sem restrição
Luvas de Segurança	100 (par)	Sem restrição
Botas de segurança	100 (par)	Sem restrição

4.3.6. Procedimentos Operacionais de Resposta

4.3.6.1. Procedimentos para Interrupção da Descarga de Óleo

Vazamento de óleo combustível do tanque da embarcação

- Ao constatar o vazamento o Comandante da embarcação avariada deverá ser avisado, repassando a este o máximo de informação possível para que este tome as medidas necessárias para a interrupção do vazamento;
- O Comandante da embarcação avariada, se possível, deverá proceder com os procedimentos de realizar a transferência do combustível do tanque avariado para um tanque seguro ou adernar a embarcação visando reduzir o volume disponível para vazamento.

Vazamento de óleo combustível devido operações de transferências externas

- Quando ocorrer durante operação de abastecimento desligar a bomba de transferência e efetuar o bloqueio no mangote;
- Isolar imediatamente a área e desligar todas as possíveis fontes de ignição.

4.3.6.2. Procedimentos para Contenção do Derramamento de Óleo

A contenção do derramamento de óleo compreende a contenção física da mancha de óleo, devendo-se utilizar barreiras de contenção de óleo corretamente dimensionadas em função das condições predominantes locais, barreiras absorventes, às vezes em associação com as barreiras de contenção, ou barreiras absorventes nas margens das imediações. Devem-se utilizar, no mínimo, as quantidades de barreiras definidas no **Quadro 4.7**, estabelecendo a melhor estratégia de combate de contenção das manchas de óleo, de modo a se obter a melhor contenção possível, em função das características do óleo, do seu deslocamento, e de áreas prioritárias a serem protegidas.

As condições de vento, maré e corrente devem ser conhecidas para se prever e evitar um maior grau de espalhamento da mancha, extrapolando a área do Empreendimento.

4.3.6.3. Procedimentos para Proteção de Áreas Vulneráveis

Caso uma mancha de óleo derramado não possa ser contida e recuperada no local de vazamento, ou se disperse e se mova em direção a áreas vulneráveis, os danos ambientais poderão ser minimizados, principalmente com a instalação de barreiras de contenção, as quais poderão ser ancoradas ou arrastadas para desviar a mancha de óleo dessas áreas sensíveis.

Outra opção é a ancoragem de barreiras absorventes.

Para que a disposição das barreiras tenha o melhor rendimento é necessário um planejamento criterioso da sua colocação, selecionando-se os melhores locais para sua disposição.

Na impossibilidade da instalação de tais barreiras, visando à proteção direta do local ameaçado, deve-se, conhecendo a dinâmica do ambiente, dispor as barreiras de contenção de forma que atuem como defletoras da mancha de óleo, direcionando-a para um local ou posição que melhor possa ser contida.

4.3.6.4. Procedimentos para Monitoramento da Mancha de Óleo

O principal método de avaliação de um derramamento de óleo no ambiente é através de relatórios enviados pelas equipes deslocadas para essa finalidade, contendo informações do tempo e condições locais. A frequência da emissão desses relatórios dependerá do volume derramado, das condições do tempo, da proximidade de áreas sensíveis, etc., devendo durar até que todo óleo seja removido.

O monitoramento da mancha de óleo pode ser realizado por vias terrestre, aérea ou através de embarcações, sempre acompanhada de relatório, para que controle total e atual da situação, e utilizando-se todos os meios possíveis de comunicação e localização.

4.3.6.5. Procedimentos para Recolhimento do Óleo

Após a contenção de um derramamento, inicia-se a fase de remoção do óleo do local para seu armazenamento e destinação para um depósito adequado.

O procedimento para recolhimento do óleo vai depender da dispersão do mesmo e da melhor estratégia a ser adotada, podendo ser feito através de recolhedores ou de materiais absorventes. Os recolhedores são do tipo vertedouro, oleofílico, mecânico ou a vácuo. A eficiência no uso dos recolhedores depende das características do produto, principalmente sua viscosidade, e da existência de uma película de óleo de espessura mínima para o recolhedor escolhido, assim, a contenção imediata do óleo com barreiras de contenção ou sua concentração através de arraste com barreiras é fundamental para obtenção de uma boa taxa de recuperação do óleo derramado com recolhedores.

Quanto aos materiais absorventes, também existem diversos tipos, podendo ser sintéticos, orgânicos e inorgânicos. Utilizados a granel ou compactados em mantas ou barreiras, são empregados quando a dispersão ou o volume do óleo não possibilitam mais uma boa recuperação com os recolhedores.

4.3.6.6. Procedimentos para Dispersão Mecânica e Química do Óleo

A dispersão mecânica, utilizando-se de embarcações para quebrar manchas de óleo no meio aquático, só será utilizada em casos extremos e, mesmo assim, somente com anuência do órgão ambiental competente.

A dispersão química com utilização de dispersantes não será efetuada, pois a utilização de dispersantes não é permitida, de acordo com a Resolução CONAMA 269/00, a não ser em consonância com a convenção sobre a salva guarda da vida humana no mar e somente será autorizada se as manchas de óleos estiverem se deslocando para áreas ambientalmente sensíveis, devendo ser aplicado no mínimo a 2.000 m da costa.

4.3.6.7. Procedimentos para Limpeza das Áreas Atingidas

A limpeza das áreas atingidas tem por objetivo minimizar os impactos ambientais adversos, restaurar as funções ecológicas e permitir o uso humano. A limpeza pode ser mais problemática e demorada do que as operações de contenção e recolhimento, podendo, inclusive, acarretar danos ecológicos de maior magnitude do que os que ocorreriam se o óleo fosse deixado degradar naturalmente.

A decisão para o início das operações de limpeza deverá ser fundamentada na análise da sensibilidade socioambiental, considerando-se os aspectos geomorfológicos e físicos do local.

As opções de tratamento disponíveis para limpeza de um derramamento de óleo são: remoção do óleo e dos materiais contaminados, a recuperação por uso de meios mecânicos ou usando

absorvente, o revolvimento do substrato afetado para promover a decomposição, o uso de jato de água em superfícies duras ou rochosas, etc.

4.3.6.8. Procedimentos para Coleta e Disposição dos Resíduos Gerados

Os trabalhos de limpeza no meio aquático e em áreas afetadas em terra originam resíduos contaminados com óleo que requerem manuseio e disposição adequados.

As operações de resposta ao derramamento de óleo devem produzir a menor quantidade de resíduos possível. Existem várias classes e tipos de resíduos presentes num cenário de operações, bem como normas e técnicas de triagem, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final. Podem-se reunir os resíduos encontrados num cenário de resposta em dois grupos principais:

- **Oleosos:** caracterizados por qualquer material que tenha entrado em contato com o óleo, como vegetação, areia, lama e lixo, entre outros;
- **Não oleosos:** gerados pela própria operação de resposta (material descartado, embalagens, restos de alimentos, etc.), lixo e material descartado irregularmente em praias, rios, manguezais, entre outros, e fragmentos de vegetação, como folhas, galhos, troncos.

Atenção deve ser dada quanto ao uso de tratores e niveladores, pois os mesmos causam grande aumento de resíduos, de maneira desnecessária. A limpeza manual pode ser mais demorada e custosa, mas apresenta resultados melhores, tanto na qualidade da resposta quanto na diminuição do volume de resíduos gerados.

Em alguns locais deve-se realizar uma limpeza prévia de detritos antes que estes sejam atingidos pelo óleo. Atenção especial deve ser dada quanto às condições de maré ou mesmo de ressaca e fortes chuvas, que podem aumentar a quantidade de detritos de vegetação, lixo flutuante ou lama, o que resultará no aumento de resíduos oleosos.

4.3.6.9. Procedimentos para Deslocamento dos Recursos

Os recursos materiais disponibilizados para o presente PEI ficam armazenados em área de fácil acesso dentro das instalações do Empreendimento, para que sejam facilmente deslocados para a área de atuação, quando em uma emergência. O transporte para deslocamento desses recursos ocorre com a maior rapidez possível, uma vez que os prováveis cenários de acidentes localizam-se dentro dos limites da empresa e seu entorno imediato.

4.3.6.10. Procedimentos para Obtenção e Atualização de Informações

O acompanhamento da evolução da mancha de óleo será realizado através de constantes vistorias nas áreas afetadas, com a emissão de relatórios diários. A obtenção de informações

pertinentes, relativas a condições meteorológicas e ambientais será através de sites de instituições especializadas, como Diretoria de Hidrografia e Navegação, Instituto Nacional de Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Instituições de Ensino e Pesquisa, entre outras.

4.3.6.11. Procedimentos para Registro das Ações de Resposta

A ocorrência de acidentes e incidentes requer ação corretiva formal, sendo fundamental a elaboração de relatório de avaliação contendo:

- A identificação da não conformidade;
- A identificação das causas e consequência;
- O estabelecimento das ações;
- O registro de alterações em documentos, quando aplicável;
- A verificação da eficácia.

4.3.6.12. Procedimentos para Proteção de Populações

Sempre que ocorrer a possibilidade de que os eventos previstos nos diversos cenários coloquem em risco a integridade das populações circunvizinhas, imediatamente deve ser solicitada uma reunião com a presença dos órgãos ambientais, de segurança pública e das comunidades, para que sejam estabelecidos os procedimentos de segurança para essas populações, de acordo com as diretrizes do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC, disponibilizando-se funcionários da empresa habilitados para informar e alertar as populações nas proximidades do incidente, em colaboração com os órgãos oficiais.

4.3.6.13. Procedimentos para Proteção da Flora e Fauna

Os derrames acidentais de óleo ocasionam sérios problemas para todos os grupos bióticos, especialmente aos grupos florísticos em contato com o meio aquático (fito plâncton, macro algas, plantas aquáticas, gramíneas aquáticas, mata ciliar, mata alagada, manguezal), e ao zooplâncton, bentos, peixes, e invertebrados, répteis, aves e mamíferos que vivem associados aos ambientes aquáticos.

Quando existe risco para os recursos biológicos, em função de um evento de derramamento de óleo, o êxito das operações para reabilitação dos mesmos e uma adequada avaliação dos impactos ambientais ocorridos, dependerão da:

- Avaliação e monitoramento do incidente;
- Identificação dos recursos em risco e os tipos de recursos biológicos que podem precisar de proteção e reabilitação, normalmente citados nas Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo-SAO;
- Evitação do recobrimento dos recursos biológicos pelo óleo;
- Utilização de especialistas nas operações de descontaminação dos recursos biológicos;
- Manutenção de registros, avaliação e criação de informes.

4.4. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES

O encerramento das operações de combate ao óleo derramado será adotado de com um acordo com o órgão ambiental e quando se considerar que as ações de combate não são mais efetivas.

4.4.1. Critérios para Decisão quanto ao Encerramento

As operações serão encerradas, conforme os seguintes critérios:

- Todo óleo possível de ser recolhido foi coletado na operação;
- A limpeza dos locais afetados foi feita até o ponto possível de ser executada;
- Os resíduos gerados tiveram disposição ambientalmente adequada, aprovada pelo órgão ambiental da área;
- Os materiais e equipamentos usados no combate foram descontaminados, limpos ou dispostos;
- Os locais de disposição temporária foram desativados e limpos;
- Houve vistoria na região afetada pelo derrame, juntamente com o órgão ambiental, com a conclusão positiva pelo encerramento da operação;
- A decisão de encerramento for tomada em conjunto com o órgão ambiental.

4.4.2. Procedimentos para Desmobilização

A desmobilização do pessoal e dos equipamentos empregados ocorre quando:

- Já existe a certeza e concordância de que a operação está encerrada;
- O Comando Geral reúne os integrantes de cada grupo e comunica o encerramento das atividades;
- Os integrantes funcionários do Empreendimento são disponibilizados para suas funções de rotina;
- Os integrantes não funcionários são dispensados oficialmente da tarefa;
- Os equipamentos próprios são recolhidos em seus locais de estocagem, após vistoria e constatação de que se encontram limpos e operacionais;
- Os equipamentos de terceiros são formalmente devolvidos, após inspeção onde será constatada sua limpeza, operacionalidade normal e ausência de danos oriundos da operação.

4.4.3. Procedimentos para Ações Suplementares

Ações suplementares são aquelas que não possuem caráter emergencial e que deverão ser suportadas por projetos específicos ou planos a serem determinados pelo órgão ambiental. As exigências formuladas pela autoridade ambiental quanto à execução desses projetos e planos de recuperação de áreas degradadas, serão avaliadas pela empresa, por profissionais capacitados, e implantadas com a anuência do órgão ambiental.

Todas as ações necessárias serão adotadas utilizando, dentro das suas possibilidades, os seus recursos humanos, materiais e financeiros. Se estes recursos suplantarem a própria ofertado Empreendimento, outros profissionais ou empresas poderão ser contratados.

4.5. MAPAS, PLANTAS, ANÁLISE E CARTA

Os mapas de situação geográfica, plantas da instalação, análise de vulnerabilidade (**Anexo 2**) e a carta de sensibilidade ambiental ao óleo - SAO do Empreendimento estão disponíveis no **Anexo 4**.

4.6. OUTRAS INFORMAÇÕES

Os **Quadro 4.8** e **Quadro 4.9** apresentam as propriedades e especificações do óleo diesel marítimo e do óleo tipo Bunker.

Quadro 4.8 - Características do óleo diesel marítimo

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	DIESEL MARITIMO
Densidade a 20°C (g/cm ³)	0,869
Viscosidade dinâmica a 25°C (cP)	1,150
Espessura mínima (mm)	0,1
Tensão interfacial (din/cm)	20,00
Conteúdo máximo de água para formar emulsões (%)	0,00
Ponto de ebulição inicial	453,77
Gradiente da curva de evaporação	241,32
Constante de evaporação A	15,99
Constante de evaporação B	16,25

Quadro 4.9 - Características do óleo tipo Bunker

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	BUNKER
Densidade a 20°C (g/cm ³)	0,971
Viscosidade dinâmica a 25°C (cP)	3.180,00
Espessura mínima (mm)	0,10
Tensão interfacial (din/cm)	39,80
Conteúdo máximo de água para formar emulsões (%)	80,00
Ponto de ebulição inicial	582,30
Gradiente da curva de evaporação	141,51
Constante de evaporação A	27,49
Constante de evaporação B	22,06

4.7. TREINAMENTO

Para depurar as rotinas de acionamento, mobilização e tempo de resposta, aplicação das ações emergenciais de resposta, familiarização com utilização e aplicação dos equipamentos, técnicas de combate, bem como com o ambiente abrangido pelo Terminal, será desenvolvido e aplicado um programa de treinamento específico, com níveis progressivos de dificuldades, enfocando:

- A eficiência no acionamento das coordenações e da equipes de intervenção;
- A avaliação dos eventos a serem atendidos;
- A aplicabilidade e eficiência dos equipamentos e materiais de resposta;
- A capacidade efetiva de comando das coordenações e lideranças;
- A capacidade efetiva de resposta das equipes de intervenção.

Para tanto, este programa será aplicado semestralmente, por meio da realização dos seguintes tipos de exercícios e simulações:

4.7.1. Treinamentos Teóricos

Serão aplicados para todos os envolvidos no PEI, de modo que os envolvidos possam se familiarizar tanto com as suas respectivas atribuições e responsabilidades como com a estrutura organizacional do Plano.

4.7.2. Exercícios Práticos Individuais

Terão por finalidade capacitar e aprimorar os conhecimentos, bem como entrosar as equipes de intervenção, de modo que os técnicos possam exercitar, em conjunto, as seguintes atividades:

- Avaliação inicial da ocorrência;
- Seleção de EPIs, EPCs, equipamentos de combate e coleta, entre outros;
- Demarcação e isolamento de “Zonas Operacionais”;
- Avaliação dos recursos e das técnicas de comunicação aplicadas em situações emergenciais;
- Monitoramento das áreas atingidas e ameaçadas;
- Seleção e aplicação de técnicas de contenção e recolhimento de produtos em ambientes terrestres;
- Seleção e aplicação de técnicas de contenção e recolhimento de produtos inflamáveis sobrenadantes, em ambientes aquáticos;
- Limpeza dos ecossistemas terrestres e aquáticos impactados;
- Descontaminação de equipes e de equipamentos de resposta, incluindo os EPIs, EPCs, veículos, embarcações e demais materiais utilizados em intervenções;
- Gerenciamento para disposição dos resíduos gerados por vazamentos de líquidos inflamáveis sobrenadantes.

4.7.3. Exercícios de Liderança e Coordenação

Terão por objetivo preparar os Coordenadores e Assessores para exercerem as suas respectivas funções no PEI, com especial enfoque na tomada de decisões sob pressão, relacionamento com as equipes comandadas e superiores hierárquicos, bem como de conduta com os representantes de órgãos públicos e imprensa.

4.7.4. Exercícios Simulados

Serão as práticas conjuntas cuja finalidade é testar toda a estrutura organizacional de resposta, além de promover a integração das equipes de intervenção com as suas respectivas lideranças, coordenações e autoridades locais.

Dada à abrangência e complexidade destes exercícios, os mesmos serão implementados gradativamente visando:

- Testar a funcionalidade das rotinas de acionamento;
- Exercitar a mobilização e deslocamento das equipes de intervenção e comando;
- Exercitar ações de respostas restritas às dependências do Empreendimento;
- Exercitar ações de respostas estendidas para o entorno do Empreendimento;
- Exercitar ações de respostas ampliadas para a área de abrangência do PEI, envolvendo os órgãos públicos locais e, se necessário, a outras empresas.

5. RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DO PLANO

Os responsáveis técnicos pela elaboração do presente programa são:

Maurício Luz - Engenheiro / Análisis Consultoria - Cadastro Técnico do IBAMA – 474941 (**Anexo 5**).

Luís Eduardo Guimarães - Engenheiro / Análisis Consultoria - Cadastro Técnico do IBAMA – 4168647 (**Anexo 5**).

6. RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO

O Responsável Técnico pela execução deste Plano é o Coordenador de Ações de Resposta.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 9.966/2000, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo ou outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 de abril de 2000.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de junho de 2008.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1988, Draft - revisão junho de 2002 - Manual On Oil Pollution.

US Coast Guard, 2000 - "FIELD OPERATIONS GUIDE - INCIDENT COMMAND SYSTEM (ICS)".

Netherlands Ministry of Transport Public Works. Oil Spill Slide Rule. Government Publishing Office, The Hague, Netherlands. Order no. LBOSSR1085 (1985).

CARDOSO JÚNIOR, H.G. Análise Bivariada de Extremos de Onda e Vento na Bacia de Campos. 2004. Dissertação de M.Sc - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS, E. J. D.; GODOI, S. S. & IKEDA, Y. 2000. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. Rev. Bras. Oceanogr., 48(2):171-183p.

ANEXOS

Anexo 1 - Anexos da Resolução CONAMA n.º 398/08

Anexo I da Resolução CONAMA n.º 398/08	PEI
1. Identificação da instalação	4.1
2. Cenários acidentais	4.2
3. Informações e procedimentos para resposta	4.3
3.1. Sistemas de alerta de derramamento de óleo	4.3.1
3.2. Comunicação do incidente	4.3.2
3.3. Estrutura organizacional de resposta	4.3.3
3.4. Equipamentos e materiais de resposta	4.3.4
3.5. Procedimentos operacionais de resposta	4.3.6
3.5.1. Procedimentos para interrupção da descarga de óleo	4.3.6.1
3.5.2. Procedimentos para contenção do derramamento de óleo	4.3.6.2
3.5.3. Procedimentos para proteção de áreas vulneráveis	4.3.6.3
3.5.4. Procedimentos para monitoramento da mancha de óleo derramado	4.3.6.4
3.5.5. Procedimentos para recolhimento do óleo derramado	4.3.6.5
3.5.6. Procedimentos para dispersão mecânica e química do óleo derramado	4.3.6.6
3.5.7. Procedimentos para limpeza das áreas atingidas	4.3.6.7
3.5.8. Procedimentos para coleta e disposição dos resíduos gerados	4.3.6.8
3.5.9. Procedimentos para deslocamento dos recursos	4.3.6.9
3.5.10. Procedimentos para obtenção e atualização de informações relevantes	4.3.6.10
3.5.11. Procedimentos para registro das ações de resposta	4.3.6.11
3.5.12. Procedimentos para proteção das populações	4.3.6.12
3.5.13. Procedimentos para proteção da fauna	4.3.6.13
4. Encerramento das operações	4.4
5. Mapas, cartas náuticas, plantas, desenhos e fotografias	4.5
6. Anexos	Anexo 1 e 2 (2.1 A 2.6)
Anexo II da Resolução CONAMA n.º 398/08	PEI
1. Introdução	1 A 3
2. Identificação e avaliação dos riscos	4.2.1
2.1. Identificação dos riscos por fonte	4.2.1
2.2. Hipóteses acidentais	4.2.1
2.2.1. Descarga de pior caso	4.2.1
3. Análise de vulnerabilidade	Anexo 2.3

Anexo I da Resolução CONAMA nº 398/08	PEI
4. Treinamento de pessoal e exercícios de resposta	4.7
5. Referências bibliográficas	4.10
6. Responsáveis técnicos pela elaboração do Plano de Emergência Individual	4.8
7. Responsáveis técnicos pela execução do Plano de Emergência Individual	4.9
Anexo III da Resolução CONAMA nº 398/08	PEI
1. Dimensionamento da capacidade de resposta	4.3.5
2. Capacidade de resposta	ANEXO 2.4
2.1. Barreiras flutuantes	ANEXO 2.4
2.2. Recolhedores	ANEXO 2.4
2.3. Dispersantes químicos	ANEXO 2.4
2.4. Dispersão mecânica	ANEXO 2.4
2.5. Armazenamento temporário	ANEXO 2.4
2.6. Absorventes	ANEXO 2.4
3. Recursos materiais para plataformas	-

Anexo 2 - Análise de Vulnerabilidade Ambiental

I- Análise de Vulnerabilidade

Este anexo apresenta a análise da vulnerabilidade ambiental da Instalação Portuária do Porto Sul localizada nas coordenadas geográficas apresentadas na Tabela I-1

Tabela I-1 – Localização da Instalação Portuária

Latitude	Longitude
14°40'30,00"S	39°02'06,36"W

A Instalação Portuária é um terminal de embarque privativo localizado na região de Aritaguá, em Ilhéus, litoral sul do estado da Bahia. Este terminal terá retro-área, área própria para armazenamento de cargas, dividida em duas partes: a área de processo e a área de infraestrutura. A área de processo é formada pelas instalações de recebimento do minério de ferro e pelas pilhas de estoque do mesmo. Este minério será levado para o píer de embarque off-shore através de uma esteira de transporte totalmente coberta, evitando a suspensão de pó de minério de ferro, mesmo sem este apresentar riscos ao meio ambiente.

Já a área de infraestrutura abrigará as instalações de serviços e utilidades, englobando a torre de controle e operação, as subestações de energia elétrica, bem como os prédios administrativos da portaria, administração, alfândega, arquivo, posto de abastecimento, oficina, vestiários, refeitórios e posto médico.

O píer de embarque off-shore será construído a 3,5 km da praia devido à necessidade dos navios que transportam minério de ferro só poderem atracar em locais com uma profundidade superior a 18 metros.

As simulações consideraram a variabilidade das forçantes ambientais através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas, divididas em duas estações do ano principais, verão e inverno (ver Tabela I-2).

Os volumes utilizados nas simulações foram definidos segundo a Resolução CONAMA nº 398/08 (Brasil, 2008):

- a) Pequeno: 8 m³;
- b) Médio: 200 m³;
- c) Pior caso: 4.113,25 m³ (3.850 toneladas).

As simulações foram conduzidas por 60 horas, ou seja, o tempo máximo preconizado pela Resolução do CONAMA Nº 398/08 (BRASIL, 2008), para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência.

Tabela I-2 – Principais cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames do óleo para a Instalação Portuária.

Cenário	Produto	Volume (m ³)	Estação	Simulação
P1_BUNKER_VER_8	ÓLEO BUNKER	8	Verão	60 horas
P1_BUNKER_VER_200	ÓLEO BUNKER	200	Verão	60 horas
P1_BUNKER_VER_PC	ÓLEO BUNKER	4.113,25	Verão	60 horas
P1_BUNKER_INV_8	ÓLEO BUNKER	8	Inverno	60 horas
P1_BUNKER_INV_200	ÓLEO BUNKER	200	Inverno	60 horas
P1_BUNKER_INV_PC	ÓLEO BUNKER	4.113,25	Inverno	60 horas

Com base nas informações disponíveis para a área em estudo, foram realizadas simulações com óleo do tipo BUNKER. As características deste produto são descritas na Tabela I-3.

Tabela I-3 - Características do óleo do tipo BUNKER.

Parâmetro	Valor
API	19,7
Densidade (g/cm ³ a 20°C)	0,936 g/cm ³

I.1- RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

A seguir são apresentados, nas Figuras I.1-1 e I.1-18, os contornos de probabilidade da presença de óleo na água e na costa, além dos volumes médios e máximos por quilômetro de costa, para os cenários de acidentes a partir da Instalação Portuária, ocorrendo durante os meses de verão e inverno.

São apresentados nesta Análise de Vulnerabilidade os resultados considerados significativos em termos de deslocamento da mancha de óleo. Para maiores detalhes pode ser consultado o relatório completo do estudo de modelagem, apresentado no Anexo 2.6.

A Tabela I-4 apresenta um resumo dos resultados obtidos para a extensão de costa com probabilidade de toque (km) e área superficial dos contornos de probabilidade (km²), dos cenários probabilísticos de verão e de inverno. Observa-se que as simulações conduzidas para o período de inverno apresentaram maiores extensões de costa com probabilidade de toque, quando comparadas para as mesmas hipóteses acidentais simuladas para o período de verão. Em paralelo, as simulações de verão apresentaram as maiores áreas superficiais com probabilidade de óleo.

Isto ocorreu, pois os resultados de inverno apresentaram probabilidades de o óleo atingir regiões mais ao norte do ponto de modelagem, cujos deslocamentos vão de encontro à região litorânea da divisa municipal de Ilhéus e Uruçuca (BA). No verão, observa-se que a mancha de contornos de probabilidade do óleo estende-se mais ao sul, sendo que, após a região do Porto de Ilhéus, a trajetória do óleo tende a seguir paralela à linha de costa.

Associa-se este padrão sazonal dos resultados do óleo ao deslocamento de passagem de sistemas frontais na região. No inverno a mancha alcançou regiões mais ao norte devido à maior frequência e intensidade dos sistemas frontais que atingem a região nesta época. No verão, onde a ocorrência e intensidade dos sistemas frontais são menores, a mancha deslocou-se mais ao sul do ponto de modelagem.

Tabela I-4 - Resultados das simulações probabilísticas para a extensão da costa com probabilidade de toque (km) e para a área superficial com probabilidade de ocorrência de óleo na água (km²).

CENÁRIO	EXTENSÃO DE TOQUE NA COSTA (km)		ÁREA TOTAL NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA (km ²)	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
P1_BUNKER_8	18,9	39,8	192,4	169,1
P1_BUNKER_200	29,7	42,8	258,0	170,6
P1_BUNKER_PC	38,9	49,3	415,5	186,5

A seguir são apresentados os resultados das simulações probabilísticas. Para a melhor compreensão dos resultados obtidos, a apresentação dos mesmos foi dividida conforme a sazonalidade.

Em todas as ilustrações de intervalos de probabilidade de óleo na água e na costa, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20% estão incluídas as probabilidades superiores a 10% e menores ou iguais a 20%.

As ilustrações dos contornos de tempo correspondem ao tempo mínimo de deslocamento de óleo na água calculado (para cada posição da grade) entre todos os cenários determinísticos que compõem o cenário probabilístico. Nestas ilustrações são apresentados os tempos de 2, 6, 12, 36 e 60 horas após o início do derrame, selecionados de acordo com os tempos máximos para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados no Anexo III da Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008).

No geral, observa-se que, independentemente das condições sazonais, o deslocamento do óleo teve direção preferencial no sentido norte-sul. Esse comportamento pode ser associado ao regime hidrodinâmico de correntes na região, como observado nos dados medidos e nos resultados da modelagem hidrodinâmica (TETRA TECH, 2014a, b).

Com relação à probabilidade de toque de óleo na costa, não foram identificadas probabilidades de toque superiores a 20%, sendo que o toque manteve-se principalmente no município de Ilhéus. No entanto, no inverno, onde ocorreu um maior deslocamento do óleo para direção norte, foi possível visualizar toque na parte sul do Município de Uruçuca (BA).

A seguir, da Figura I.1-1 a Figura I.1-9 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas para o período de verão. Pode-se observar correlação entre o volume

derramado e a área superficial da mancha de probabilidade; quanto maior o volume, maior a área superficial.

Também é possível observar que somente o cenário de pior caso apresentou probabilidade de óleo na costa superior a 10%. Ressalta-se que estas maiores probabilidades ficam restritas a estrutura portuária, não sendo identificada na zona de praia do Município de Ilhéus.

Da Figura I.1-1 a Figura I.1-3 são apresentados os resultados da simulação com derrame de 8 m³. O resultado evidenciou que o toque mais ao norte foi próximo à foz do Rio Jóia do Atlântico e o toque mais ao sul, próximo à região da foz do Rio Cururupe.

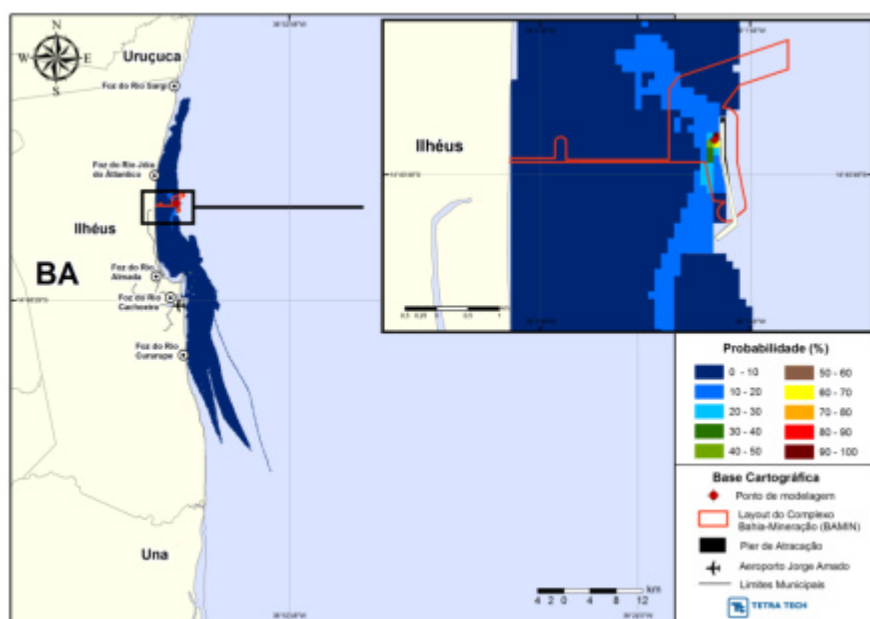


Figura I.1-1 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

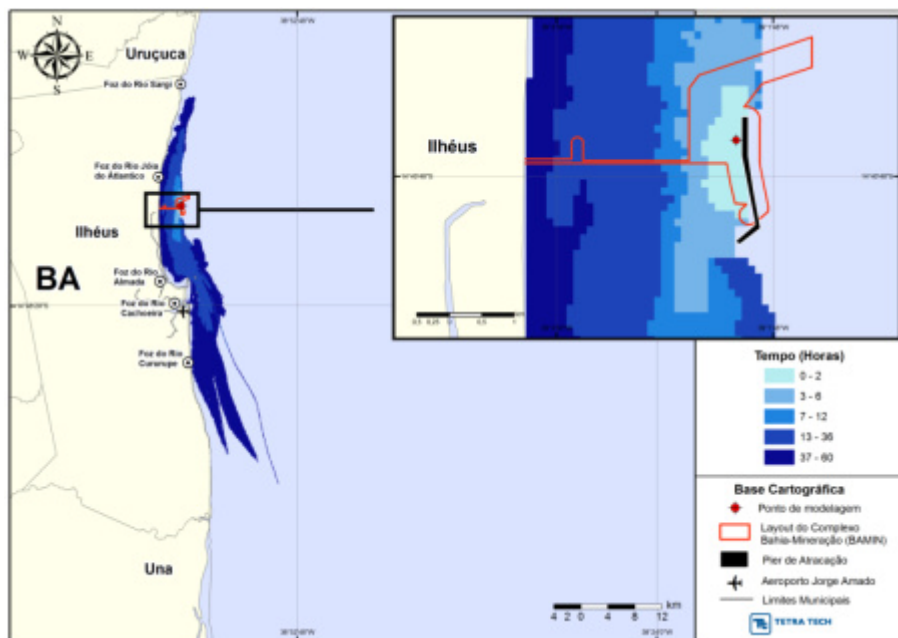


Figura I.1-2 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

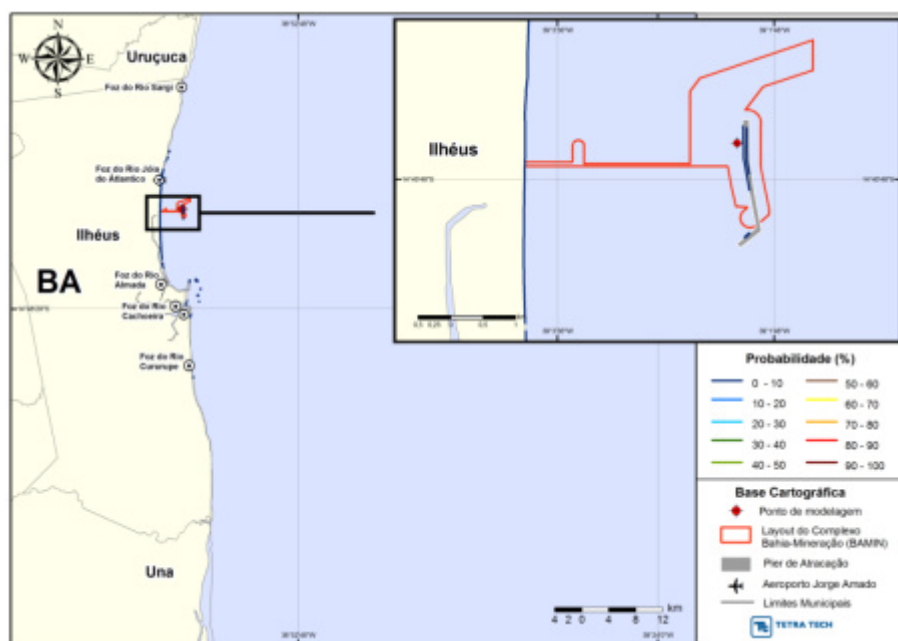


Figura I.1-3 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura I.1-4 a Figura I.1-6 são apresentados os resultados da simulação com derrame de 200 m³. Observa-se que os pontos mais ao norte e sul com probabilidade de toque ainda são próximos à foz do Rio Jóia do Atlântico (limite norte) e a foz do Rio Cururupe (limite sul), porém, sendo um pouco mais afastado do ponto de modelagem quando comparado ao cenário de 8 m³.

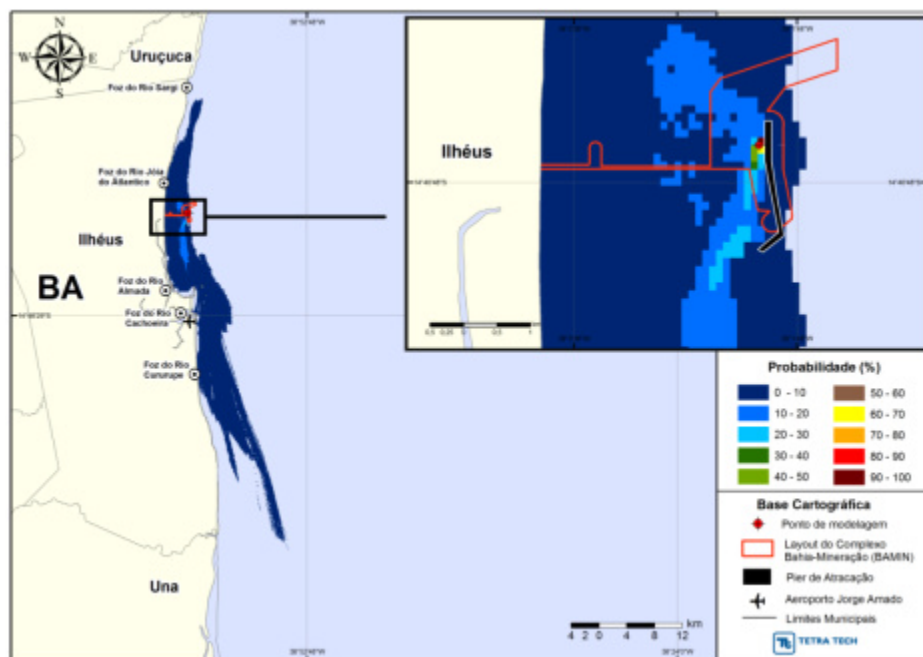


Figura I.1-4 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

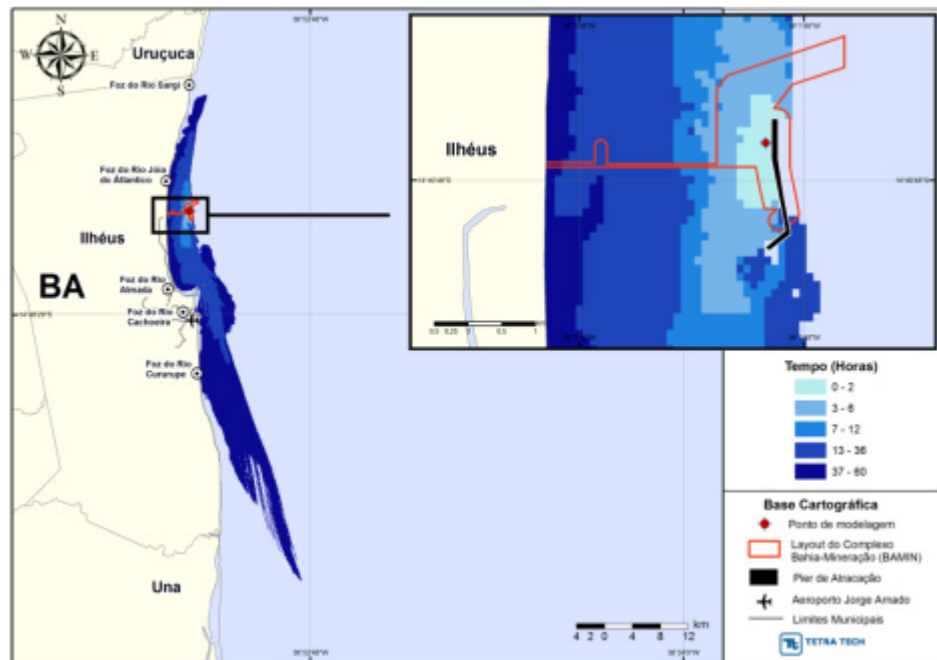


Figura I.1-5 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

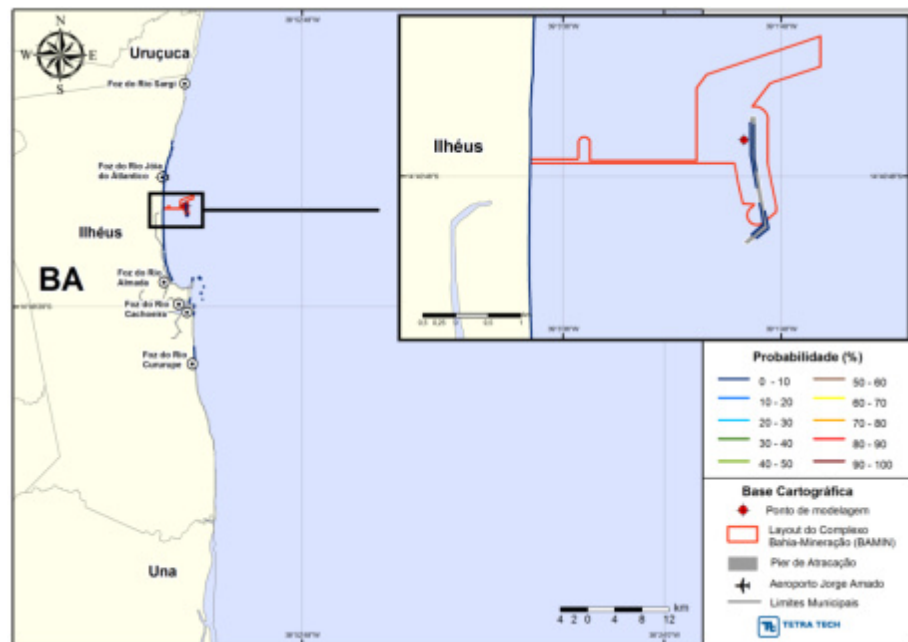


Figura I.1-6 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Por fim, da Figura I.1-7 a Figura I.1-9 são apresentados os resultados da simulação com derrame de pior caso. Observa-se que o resultado de pior caso apresenta uma maior área superficial, sendo que o toque do óleo na costa atinge regiões posteriores aos limites norte e sul identificados nos cenários de 8 m³ e 200 m³. Também é possível visualizar que este cenário apresentou as maiores probabilidades de toque de todo o estudo, dentro da classe de 10% a 20%, na região da estrutura portuária.

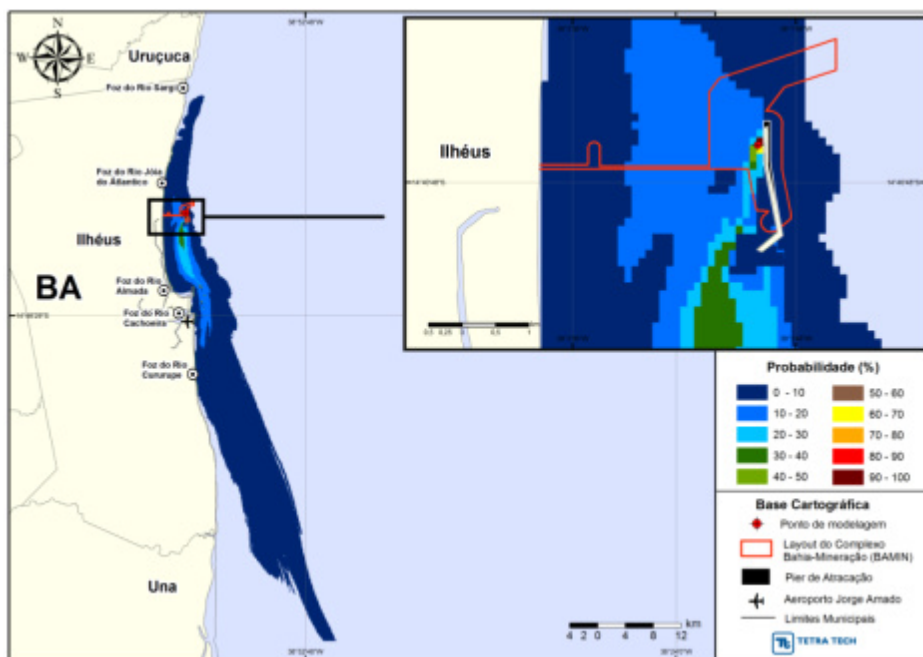


Figura I.1-7 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

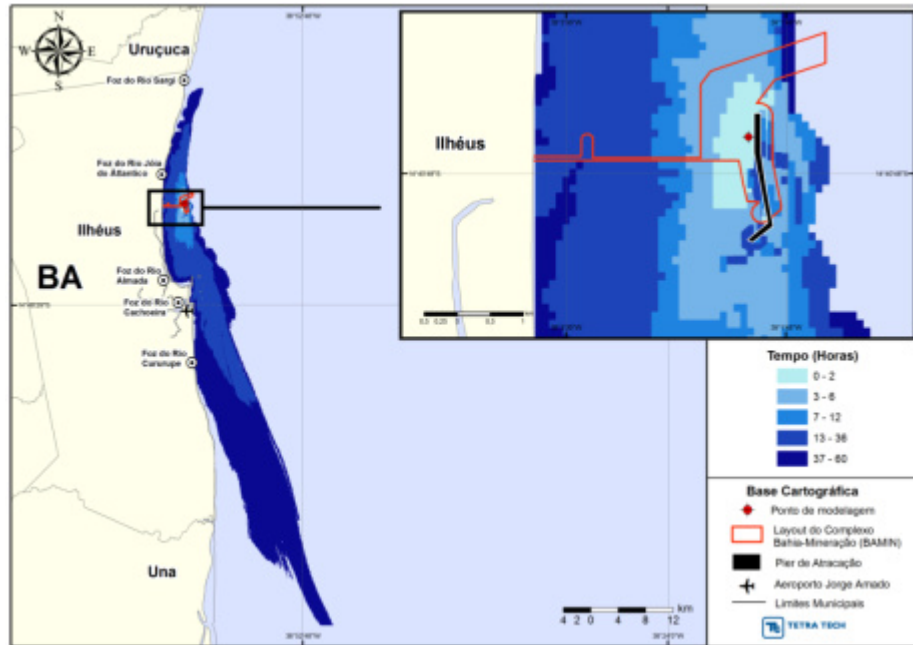


Figura I.1-8 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

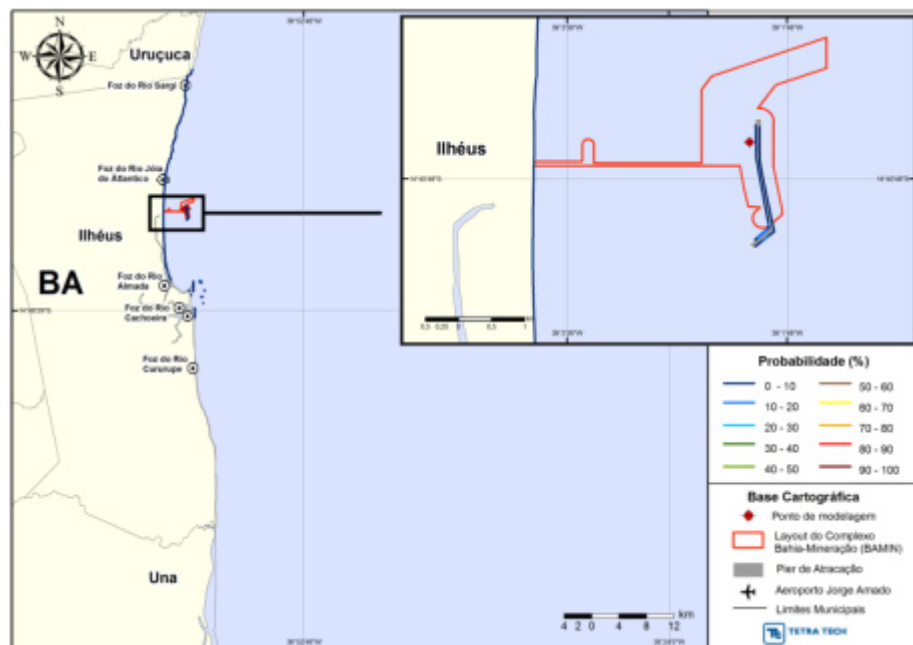


Figura I.1-9 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

A seguir, da Figura I.1-10 a Figura I.1-18 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas para o período de inverno. Novamente pode-se observar correlação entre o volume derramado e a área superficial da mancha de probabilidade. A probabilidade de toque de óleo na costa não foi superior a 10% em todos os cenários de inverno.

Através dos resultados também se pode observar que os cenários de inverno apresentaram regiões de toque mais ao norte quando comparados aos de verão. Conforme explicado anteriormente, isto se deve à maior frequência de ocorrência e intensidade dos sistemas frontais durante o inverno. Todos os cenários de inverno apresentaram probabilidade de toque nos Municípios de Ilhéus e Uruçuca (BA).

Da Figura I.1-10 a Figura I.1-12 são apresentados os resultados da simulação com derrame de 8 m³. Observa-se que o toque de óleo mais ao norte ocorreu bem na divisa dos municípios de Ilhéus e Uruçuca. O toque mais ao sul ficou próximo à região da foz do Rio Cachoeira.

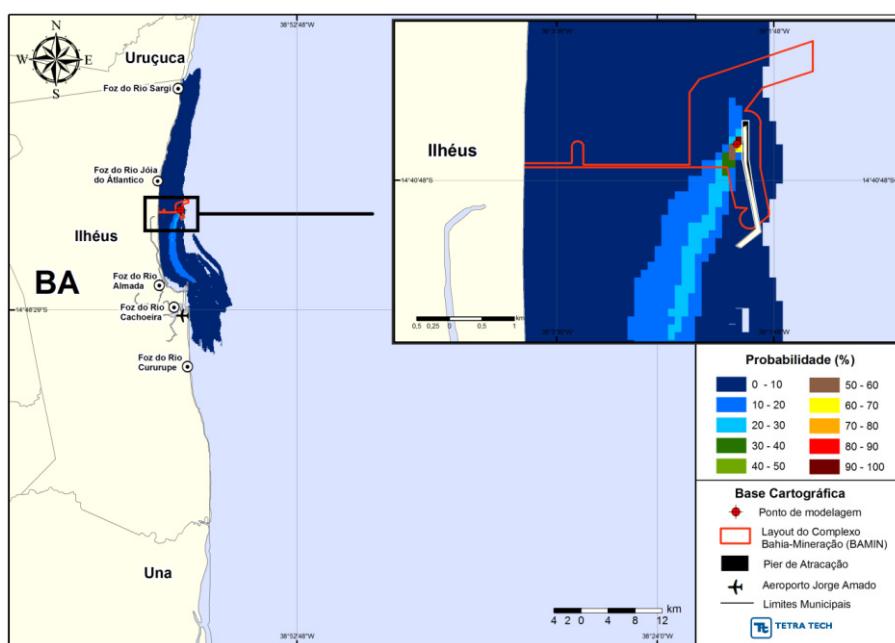


Figura I.1-10 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

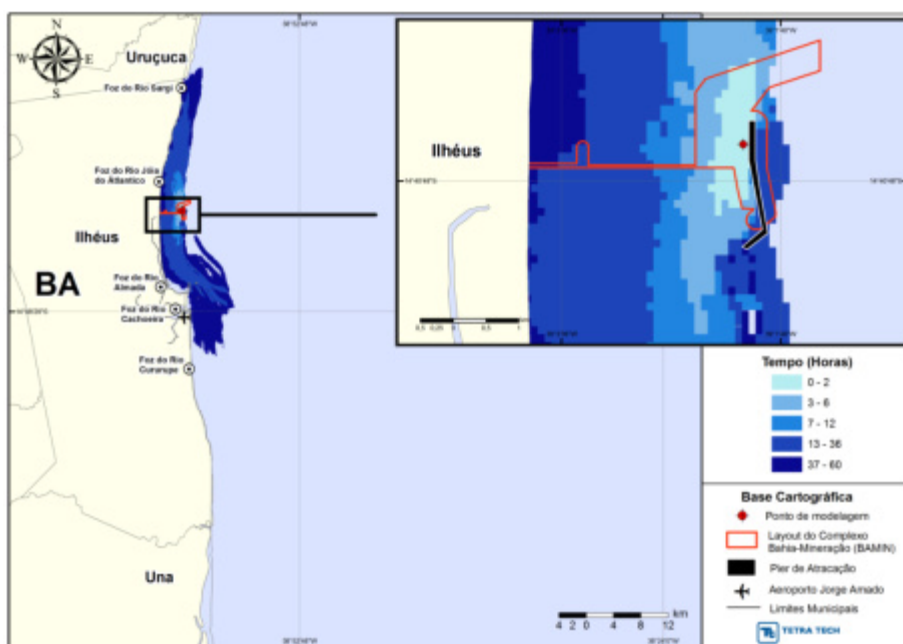


Figura I.1-11 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

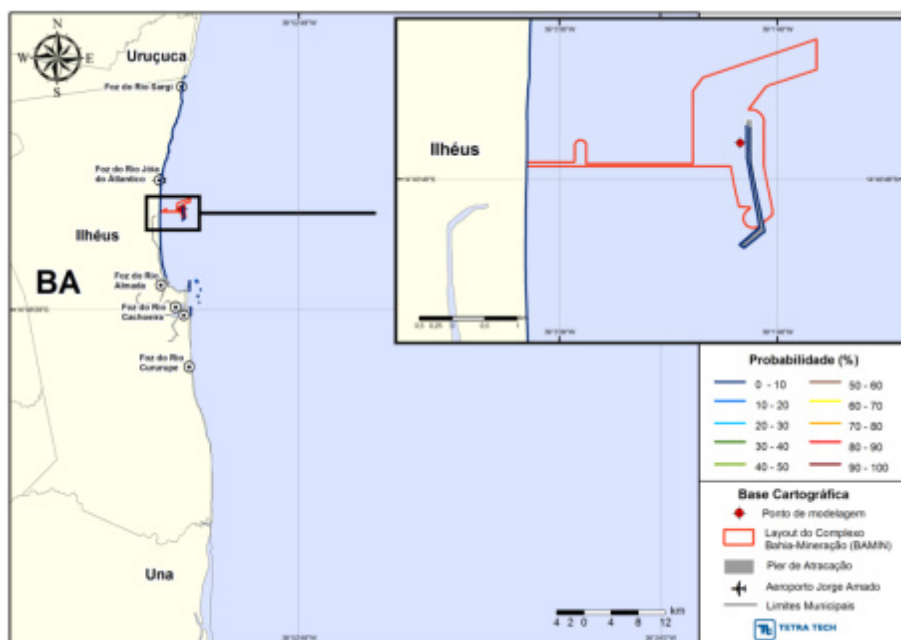


Figura I.1-12 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura I.1-13 a Figura I.1-15 são apresentados os resultados da simulação com derrame de 200 m³. Similar ao padrão identificado nas simulações de verão, observa-se que, os pontos mais ao norte e sul com probabilidade de toque, são próximos ao observado no cenário com derrame de 8 m³, porém, um pouco mais afastados do ponto de modelagem.

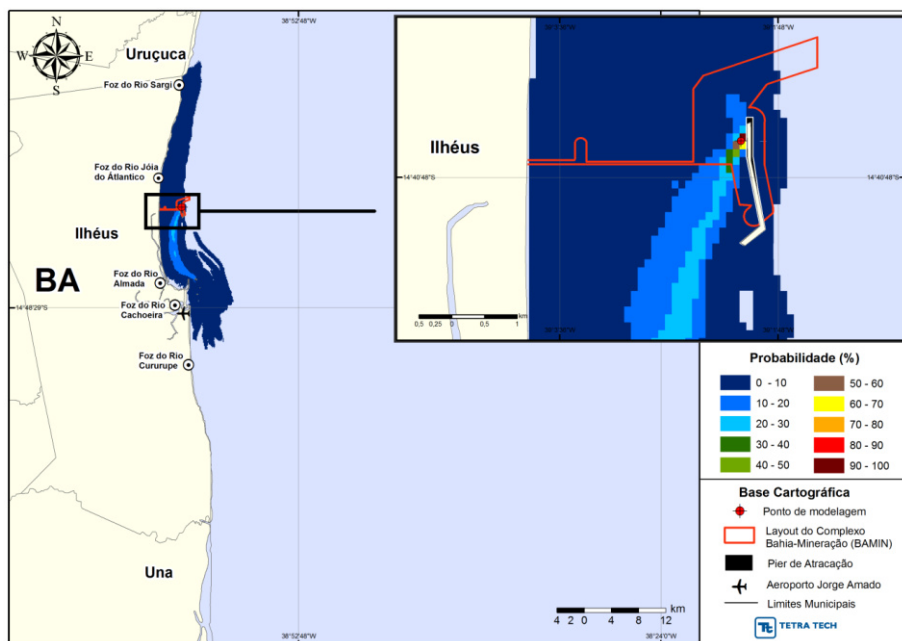


Figura I.1-13 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

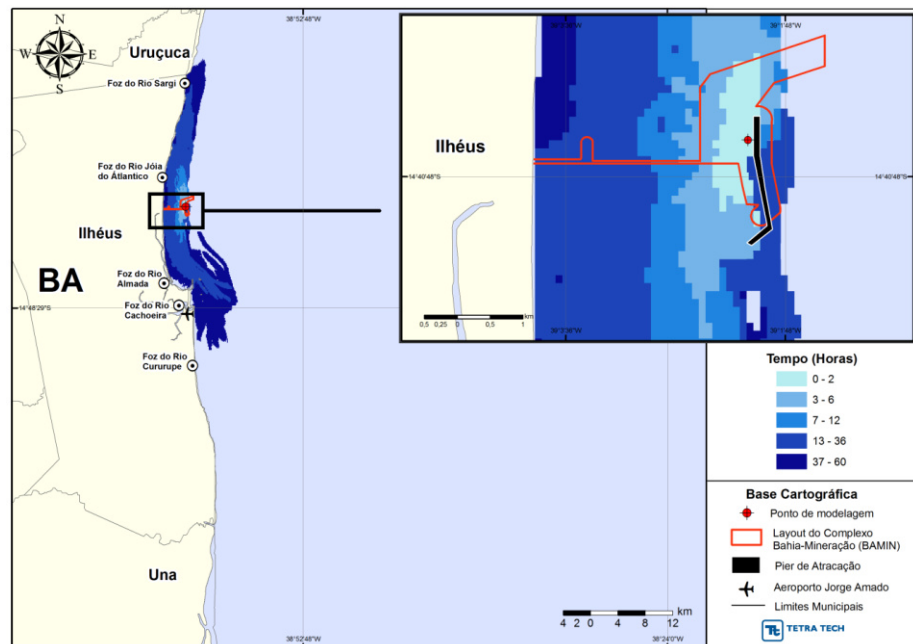


Figura I.1-14 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

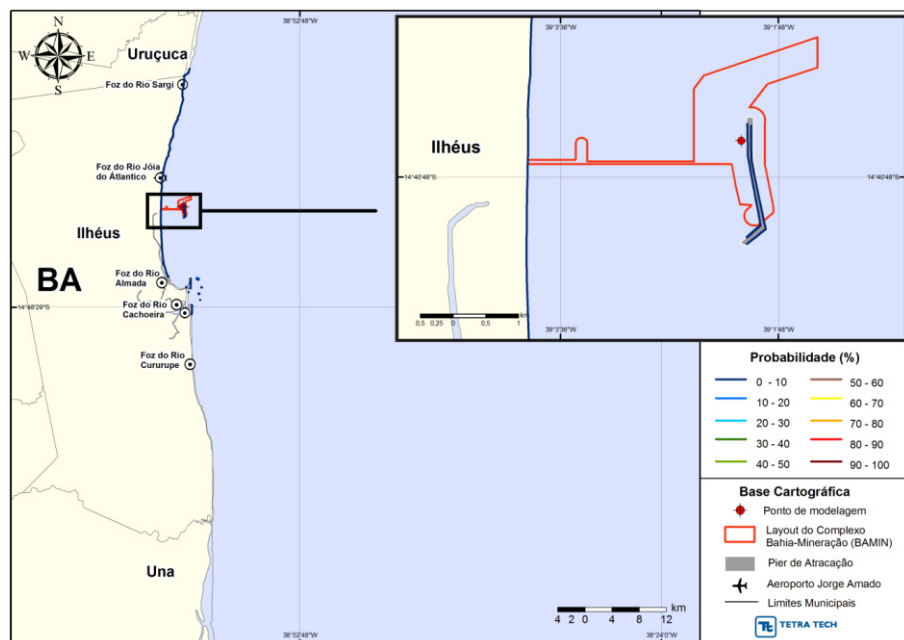


Figura I.1-15 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura I.1-16 a Figura I.1-18 são apresentados os resultados da simulação com derrame de pior caso. Novamente observa-se que o resultado de pior caso apresenta uma maior área superficial, sendo que o toque do óleo na costa atinge

regiões posteriores aos limites norte e sul identificados nos cenários de 8 m³ e 200 m³.

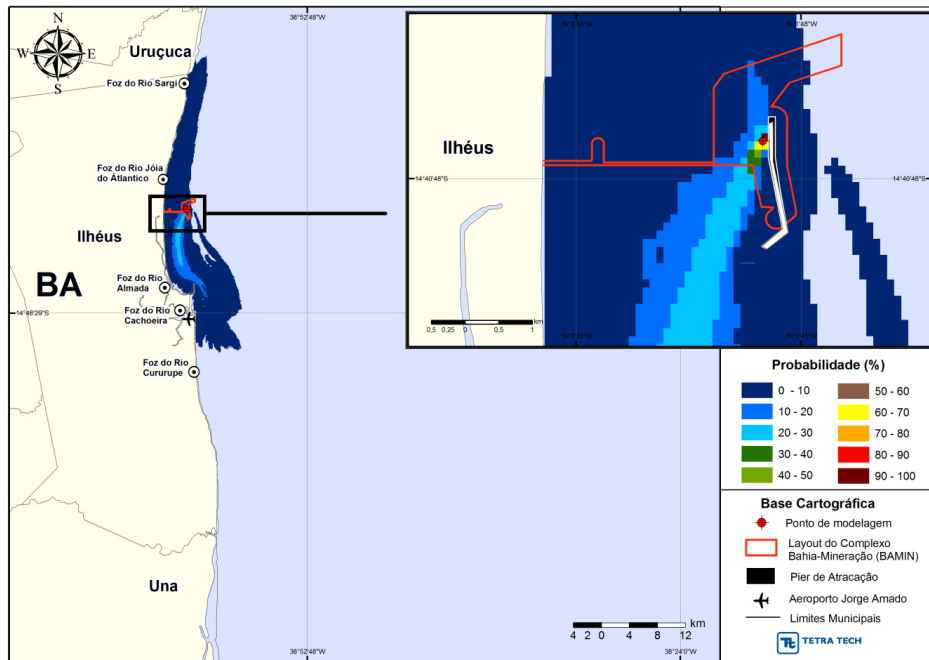


Figura I.1-16 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

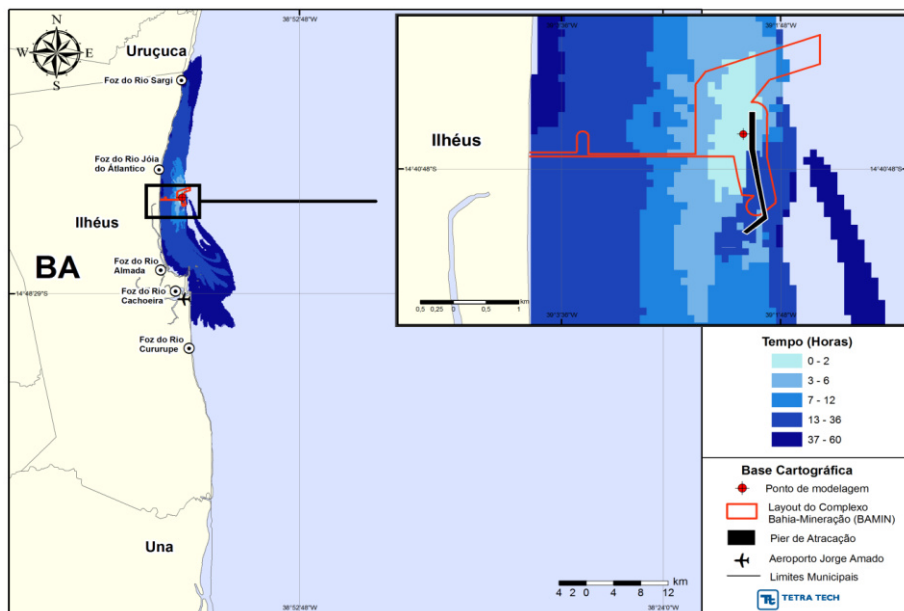


Figura I.1-17 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

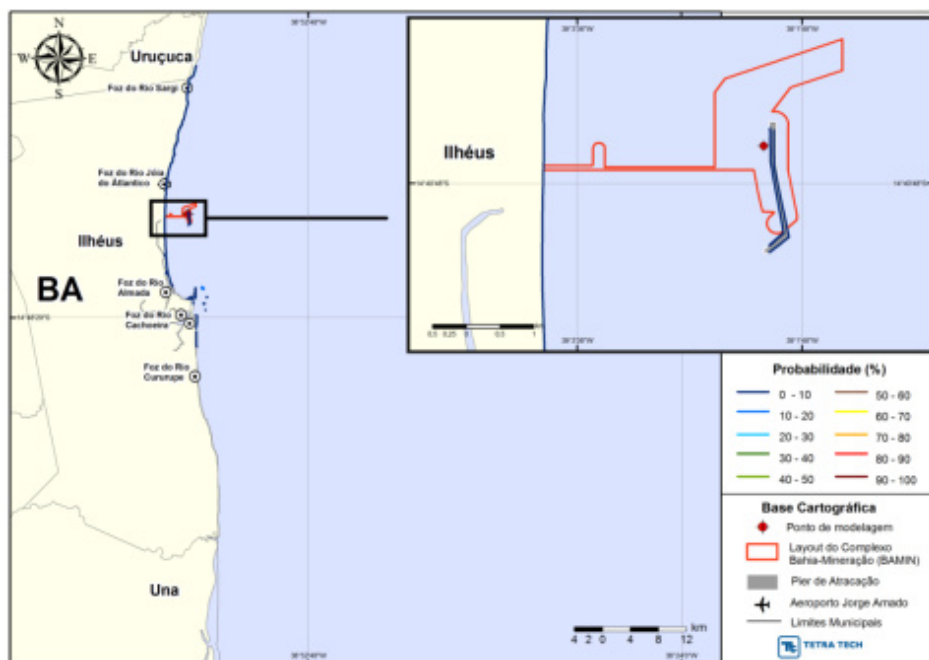


Figura I.1-18 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

No geral, observa-se que, independentemente das condições sazonais, as maiores probabilidades ficaram confinadas próximas ao ponto de modelagem, deslocando-se preferencialmente na direção norte-sul. Esse comportamento pode ser associado ao regime hidrodinâmico de correntes na região, como observado nos dados medidos e nos resultados da modelagem hidrodinâmica.

Os resultados das simulações probabilísticas de verão mostraram maiores com probabilidade de ocorrência de óleo na água (413,4 km², referente ao cenário com derrame de pior caso). Os resultados de inverno mostraram as maiores extensões de costa com probabilidade de toque (49,31 km, referente ao cenário com derrame de pior caso).

Este padrão sazonal identificado nos resultados de óleo está relacionado à maior frequência e intensidade da passagem de sistemas frontais durante o inverno. Os eventos de frente fria propiciam a trajetória do óleo para norte, em direção à região litorânea da divisa municipal de Ilhéus e Uruçuca (BA). No verão, quando a ocorrência e intensidade dos sistemas frontais são menores, observa-se que a ocorrência de óleo mais ao sul, sendo que, após a região do Porto de Ilhéus, a trajetória do óleo tende a seguir paralela à linha de costa.

Com relação à probabilidade de toque de óleo na costa, no geral, as probabilidades não ultrapassaram 10%. Somente o cenário de inverno com derrame de pior caso apresentou toque na classe de 10% a 20%, sendo este localizado na estrutura portuária do empreendimento.

Ainda com relação ao toque, no verão a área atingida ficou restrita ao Município de Ilhéus e no inverno ocorreu probabilidade de toque em Ilhéus e Uruçuca.

Através dos cenários determinísticos observou-se que o cenário de pior caso de inverno apresentou o maior volume de óleo na costa (3.603,1 m³) e também a maior extensão de costa atingida pelo óleo (5.700 m).











Finalmente, vale ressaltar que, nas simulações apresentadas neste estudo, não foram consideradas quaisquer medidas de resposta ou controle para os potenciais acidentes simulados.

1.2 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL

Com relação à sensibilidade ambiental, esta análise buscou avaliar áreas que apresentam as seguintes características: (i) áreas ecologicamente sensíveis; (ii) presença de concentrações humanas; (iii) rotas de transporte marítimo; (iv) áreas de importância socioeconômica; (v) qualidade ambiental da região, com ênfase nas comunidades biológicas e presença de Unidades de Conservação (UC).

Para o estabelecimento do grau de sensibilidade ambiental é adotada a metodologia estabelecida pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) desenvolvida por Michel & Dahlin (1993) e adaptada ao litoral brasileiro por ARAÚJO *et al.* (2001), a qual classifica a sensibilidade costeira conforme Tabela 1.2-2 apresentada a seguir, cuja representação é reconhecida internacionalmente.

Tabela I.2-2 - Esquema de cores para a classificação em ordem crescente da sensibilidade ambiental costeira (Araújo et al., 2001).

1		Costões rochosos lisos; falésias em rochas sedimentares; estruturas artificiais lisas;
2		Terraço rochoso liso ou substrato de declividade média, exposto;
3		Praias dissipativas, de areia fina a média, abrigadas;
4		Praias de areia grossa; praias intermediárias, de areia fina a média, expostas;
5		Praias mistas de cascalho e areia; plataforma de abrasão; superfície irregular ou recoberta de vegetação;
6		Praias de cascalho; depósito de tálus; enrocamentos; plataforma rec. conc. later. ou bioc.
7		Planície de maré arenosa exposta; terraço de baixa-mar exposto;
8		Encosta de rocha lisa abrigada; encosta de rocha não lisa abrigada; enrocamentos;
9		Planície de maré arenosa/lamosa abrigada; terraço de baixa-mar lamoso abrigado;
10		Terrenos alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas, marismas, manguezais.

Desta maneira, conforme pode ser observado, os ecossistemas costeiros são classificados em uma escala crescente de sensibilidade, variando de 1 a 10, baseada na persistência natural do óleo no ambiente, na granulometria do substrato, no grau de dificuldade para a limpeza da área, na presença de espécies de animais e plantas raras e sensíveis ao óleo e, ainda, na existência de áreas específicas de sensibilidade ou valor relacionadas ao seu uso.

Temos Ilhéus e Uruçuca com sensibilidade igual a 3.

I.3 ÁREAS ECOLOGICAMENTE SENSÍVEIS

A região costeira é representada por diferentes características geomorfológicas, ecológicas, de usos do solo e de acesso que se traduzem por diversos níveis de sensibilidade. O grau de influência é percebido tanto do ponto de vista biológico, alterando as condições do ambiente natural, como social, interferindo nos hábitos e valores socioeconômicos.

Considerando-se o uso do solo e o estado de conservação dos ambientes, o grau de sensibilidade ambiental do litoral pode tornar-se potencialmente maior.

Em toda essa região são encontrados diversos ambientes com variados graus de sensibilidade, sobressaindo-se os terrenos alagadiços, banhados, brejos, margens de rios

e lagoas, marismas, manguezais. Tais ambientes ocorrem ao longo das margens fluviais, planícies de maré, de inundação dos rios, restingas e as lagoas. No caso da ocorrência de um derramamento de óleo nessa região tais ambientes deverão ser priorizados nas ações de emergência.

Os problemas de origem antrópica observados na região são semelhantes aos encontrados em outros ambientes estuarinos brasileiros, destacando-se: os aterros e consequente assoreamento; pesca predatória e mariscagem por pessoas externas às comunidades locais; desrespeito à época do defeso dos crustáceos, lixo e o esgotamento sanitário.

A Tabela I.3-1 apresenta um resumo com as principais informações referentes à: (i) sensibilidade; (ii) vulnerabilidade e; (iii) tempo de toque da mancha de óleo considerando o cenário de pior caso (VPC), durante o inverno, na região costeira adjacente ao Porto Sul.

Tabela I.3-1 – Síntese da análise de vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros em caso de descarga de pior caso nos meses de inverno.

NOME DO MUNICÍPIO	TEMPO (HORAS)	PROBABILIDADE (%)	ISL	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
ILHÉUS	13 - 36	00-10	3	APA Lagoa Encantada
URUÇUCA	37 - 60	00 - 10	4	-

I.4 PRESENÇA DE CONCENTRAÇÕES HUMANAS

Na região costeira fronteira ao empreendimento, destacam-se as aglomerações urbanas localizadas em áreas passíveis de serem alcançadas pela mancha.

Caso possivelmente afetadas por um acidente destas proporções, a população local, em grande parte voltada para o turismo sazonal ou atividade de pesca poderá ter sua rotina alterada, sendo, portanto, consideradas como áreas vulneráveis a incidentes de vazamento de óleo.

I.5 QUALIDADE AMBIENTAL DA REGIÃO OCEÂNICA

I.5.1 MANGUEZAIS

Os manguezais do Município de Ilhéus ocupam uma área de aproximadamente 1.272 ha e são formados por espécies dos gêneros Rhizophora, Avicennia e Laguncularia. As áreas mais representativas estão localizadas na zona urbana do município, ao longo das margens e ilhas da porção estuarina dos rios Cachoeira, Santana, Fundão e Almada (FIDELMAN, 1999).

Segundo FIDELMAN (1999), no Rio Santana, manguezais ocupam área de aproximadamente 291,83 ha. Distribuem-se ao longo de suas margens e ilhas (bancos de sedimento), formando faixas de largura variável, por vezes interrompidas por elevações do terreno. As espécies vegetais típicas encontradas foram *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, formando, geralmente, bosques monoespecíficos. *R. mangle* é a espécie dominante. Compreende, predominantemente, *R. mangle* – em alguns locais em associação com indivíduos de *A. schaueriana*.

1.5.2 COMUNIDADES BIOLÓGICAS

QUELÔNIOS

No que tange as tartarugas marinhas, todas as cinco espécies ocorrentes no Brasil (Marcovaldi & Marcovaldi, 1999) foram identificadas pelos pescadores (Tartaruga-cabeçuda; Tartaruga-verde; Tartaruga-oliva; Tartaruga-de-Pente e Tartaruga-de-couro), inclusive a tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), onde muitos entrevistados relataram a mesma como a “tartaruga-de-pele” ou “tartaruga-sem-casco”. No entanto, na última revisão feita por Barata *et al.* (2004), *D. coriacea* foi registrada apenas para a costa de Salvador, e Coelho(2009) também não registrou a espécie para o baixo sul, entre Guaibim e Canavieiras, o que reflete a falta de um monitoramento mais sistemático, afim de confirmar a sua presença na região.

INVERTEBRADOS MARINHOS

Não foram coletadas espécies dulciaquícolas ou estuarinas constantes da lista nacional de ameaçadas de extinção. As espécies mais próximas da lista foram *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium jelskii* e *Macrobrachium olfersi*, uma vez que a lista de espécies ameaçadas indica *Macrobrachium carcinus* como ameaçada para o Brasil e vulnerável em alguns estados. No entanto, ao considerar a Lista da IUCN União Internacional para Conservação da Natureza, foi registrada uma espécie dulciaquícolas ameaçada de extinção (*Trichodactylus fluviativis*), registrada em Aritaguá.

Outras duas espécies que estão classificadas com risco de extinção IN MMA nº5 (Anexo II), porém representam um importante recurso pesqueiro para a região, são o caraguejo-uçá *Ucides cordatus* e o guaiamum *Cardiso maguanhumi*. Para estes ambientes não foram identificadas espécies que possam ser consideradas endêmicas.

PEIXES

Na área de estudo, algumas espécies merecem destaque quanto à importância comercial, pois representam mais da metade de toda produção de pescado ao longo do ano, sendo as mesmas representadas pelas famílias Mugilidae (tainhas), Centropomidae (robalos), Serranidae (meros, garoupas, chernes e badejo), Carangidae (xaréus), Lutjanidae (vermelhos) e Scombridae (atuns e cavalas) (BRASIL 2005; 2007).

O *Diplectrum radiale* (michole-de-areia), pela excelência da sua carne, tem grande importância comercial e pode ser capturado com redes de arrasto, espera ou cerco.

Pela importância na pesca esportiva, vale destacar ainda as famílias Elopidae, Albulidae e Ariidae. O *Elopssaurus*, por ser um peixe bastante comum em águas rasas e estuários, além de serem muito ativos, se constituem em excelentes alvos para a pesca esportiva: são facilmente capturados, embora lutem muito, quando fisgados, o que é um atrativo para os pescadores amadores. A *Albulavulpes* oferece uma das mais atrativas condições de pesca esportiva, pela luta oferecida, pelas técnicas exigidas e pelo rigoroso autocontrole do pescador, que deve adotar extremo silêncio e paciência. Os bagres (*Bagre bagre* e *Bagre marinus*) são bastante importantes na pesca esportiva pela modalidade pesca de arremesso, o que propicia momentos emocionantes para os pescadores, embora possam infligir ferimentos dolorosos por conta dos seus espinhos peitorais (CARVALHO-FILHO, 1997).

AVES MARINHAS

De acordo com um site interativo dedicado à comunidade brasileira de observadores de aves (www.wikiaves.com.br), há o registro fotográfico documentado disponível de oito espécies diretamente dependentes do ambiente marinho para a cidade de Ilhéus: *Charadrius semipalmatus*, *C. wilsonia*, *Pluvialis squatarola*, *Actitis macularius*, *Arenaria interpres*, *Fregata magnificens* e *Sula dactylatra*.

Apenas uma espécie de ave dependente de ambiente marinho foi registrada para a área de estudo: o tesourão (*Fregata magnificens*). Em Aritaguá, três indivíduos da espécie foram observados fora das unidades amostrais, planando em grande altitude acima de paredões rochosos em frente ao Rio Almada, apenas na campanha de inventariamento da estação seca.

A espécie distribui-se por toda a costa litorânea brasileira (SIGRIST, 2009) e, segundo Sick (2001), aproveita-se de correntes ascendentes de vento para planar em grandes altitudes e pescam no mar próximo da costa, nos portos e ao redor de navios pesqueiros. Utilizam galhos de vegetação de ilhas arborizadas para repouso noturno em grandes concentrações de indivíduos, ou mesmo podem pairar em grandes altitudes, à noite. Confeccionam ninhos na parte superior de árvores e arbustos, tufo e moitas de capim mais elevado ou sobre a rocha aberta, sendo as colônias reprodutivas da Bahia conhecidas para o arquipélago de Abrolhos (SICK, 2001). É comum no Estado, durante o inverno, podendo ser observada no continente em até 10 km de distante da costa (LIMA et al., 2004, LIMA, 2006).

CETÁCEOS

Na costa de Ilhéus, atualmente, as pesquisas são concentradas na baía do Pontal e no Porto de Ilhéus, onde já foram realizados estudos sobre ecologia comportamental, estrutura espacial e interações pesqueiras e com embarcações, a maioria voltada para o boto (*Sotalia guianensis*), a espécie de cetáceo mais comum na região (Batista, 2001; Reis, 2002; Assis & Le Pendu, 2007; Santos et al., 2008; Gonçalves, 2009; Santos, 2010; Santos et al., 2010).

Os horários de maior ocorrência dos botos foram 8:00 e 16:00hs (Gonçalves, 2009). Santos *et al.* (2010) relatam que os botos foram observados com maior frequência entre 7 e 8 horas e entre 15 e 17 horas, confirmando os resultados encontrados pelo autor supracitado. Gonçalves (2009) comenta que as atividades predominantes observadas foram à alimentação e o descanso, sendo esses comportamentos afetados pela passagem de diferentes tipos de embarcações. Apesar desse impacto, a autora considera o porto de Ilhéus como tendo um grande valor ecológico para a população de botos locais.

Pendu (2007). Os últimos autores observaram 18 padrões comportamentais relacionados direta ou indiretamente à alimentação dos animais avistados a poucos metros do farol, entre junho e julho de 2007, também no Porto de Ilhéus (14° 46' S 39° 01' W). Tratando-se da dieta, o peixe mais caçado pelo boto segundo os pescadores é a tainha (Mugilidae), seguida de outros peixes pequenos.

Em relação à baleia-jubarte (*M. novaeangliae*), a mesma teve sua população bastante reduzida (Clapham, 1999), apesar de estar em recuperação (Engel *et al.*, 2005). Na área de estudo, sua presença, segundo os pescadores, apresenta seus picos de ocorrência entre o fim de maio e meados de agosto. A mesma utiliza a área como passagem, junto aos filhotes. Estudos têm demonstrado que a baleia-jubarte apresenta maior número de registros a partir da costa do estado do Rio de Janeiro em direção aos Bancos de Abrolhos (Siciliano, 1997). No Brasil, podem ser encontradas no período de inverno e primavera quando ocorre a migração para áreas de reprodução e cria de filhotes (Zerbini *et al.*, 2002; Morete, 2007).

PLÂNCTON

Na zona costeira de Ilhéus o levantamento da comunidade fitoplanctônica identificou um total de 92 taxa, distribuídos em três divisões: 4 Cyanophyta (cianobactérias), 52 Bacillariophyta (diatomáceas) e 36 Dinophyta (dinoflagelados).

BENTOS

Foram registradas no infralitoral algumas espécies de interesse comercial que representam importantes estoques pesqueiros para a região: o camarão *Farfante penaeus paulensis*, o camarão *Xiphopenaeus kroyeri*, a lagosta *Panulirus laevicauda*. Vale ressaltar que todos estes recursos se encontram na lista de sobre exploração. Não foram detectadas espécies introduzidas na macrofauna bêntica de infralitoral avaliadas neste estudo.

Na área em estudo foram identificadas algumas espécies listadas como ameaçadas de extinção, bem como sobreexploradas. O echinodermata *Astropecte sp.* (todas as 3 espécies com registro para a costa de Ilhéus) é indicado pela Instrução Normativa número 5 IBAMA -21/05/2004 (Anexo 1) como ameaçada de extinção. A estrela-do-mar *Luidiase negalensis* é indicada como ameaçada de extinção. Os camarões *Farfante penaeus paulensis* e *Xiphopenaeus kroyeri* são indicados como sobre explorados pela Instrução Normativa número 5 IBAMA -21/05/2004 (Anexo 2). Da mesma maneira a lagosta

Panulirus laevicauda é indicada como sobre explorada pela Instrução Normativa número 5 IBAMA -21/05/2004 (Anexo 2).

I.5.3 PRESENÇA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Nome	Município	Área	Instituição	Ambiente
Parque Estadual da Serra do Conduru	Ilhéus	9.942	Estadual	Mata Atlântica e Ecossistema Costeiro
Parque Municipal Jardim Botânico de Ilhéus	Ilhéus	359	Estadual	Mata Atlântica
APA Lagoa Encantada - Rio Almada	Ilhéus	11.800	Estadual	Ecossistemas Costeiros e Floresta Atlântica
RPPN Fazenda Arte Verde	Ilhéus	10	Federal	Floresta Atlântica
RPPN Fazenda São João	Ilhéus	25	Federal	Floresta Atlântica
RPPN Mãe da Mata	Ilhéus	13,5	Federal	Floresta Atlântica
RPPN Salto Apepique	Ilhéus	118	Federal	Floresta Atlântica
Fazenda do Bicho Preguiça	Ilhéus		Municipal	Floresta Atlântica
RPPN Fazenda Paraíso	Uruçuca	26	Federal	Floresta Atlântica
RPPN Fazenda Sossego	Uruçuca	5	Federal	Floresta Atlântica
RPPN Fazenda São Paulo	Ilhéus	25	Federal	Floresta Atlântica

I.6 TRANSPORTE MARÍTIMO

A seguir são apresentados o principal terminal portuário localizado na região e que contribuem significativamente com o tráfego de embarcações na área com probabilidade de óleo na água.

São apresentadas também informações a respeito das principais rotas de navegação que cruzam a área de estudo, assim como considerações a respeito dos possíveis impactos gerados por um acidente de derramamento no tráfego destas embarcações e nos terminais portuários abordados.

O Porto de Ilhéus localiza-se na Ponta do Malhado, Cidade de Ilhéus, no litoral sul do Estado da Bahia (Latitude: 14° 47'00" S • Longitude: 39° 02'00"W).

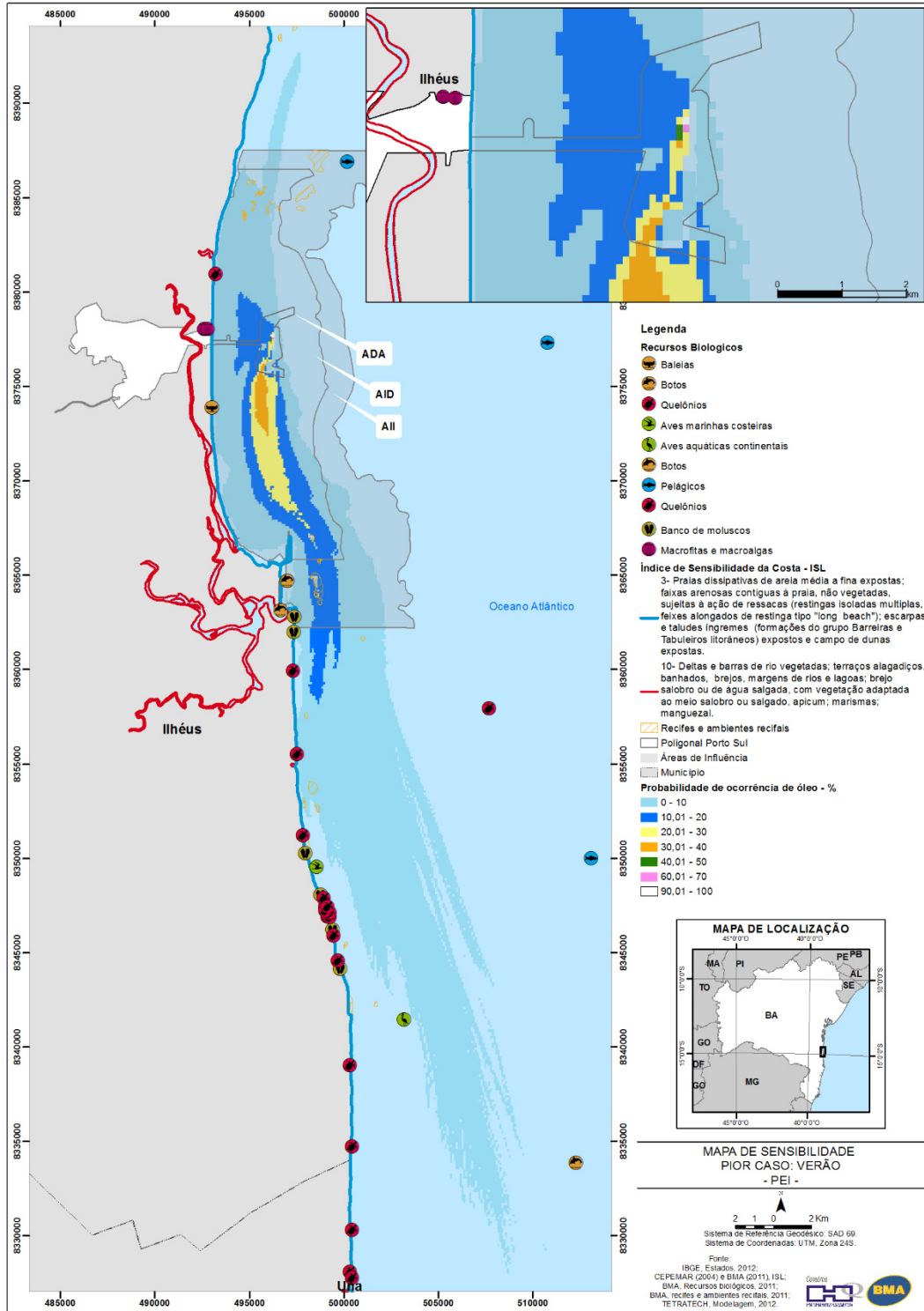
Com um volume de movimentação de carga girando em torno de 1 milhão de toneladas/ano o Porto de Ilhéus, destina-se, quase que exclusivamente, ao escoamento de grãos.

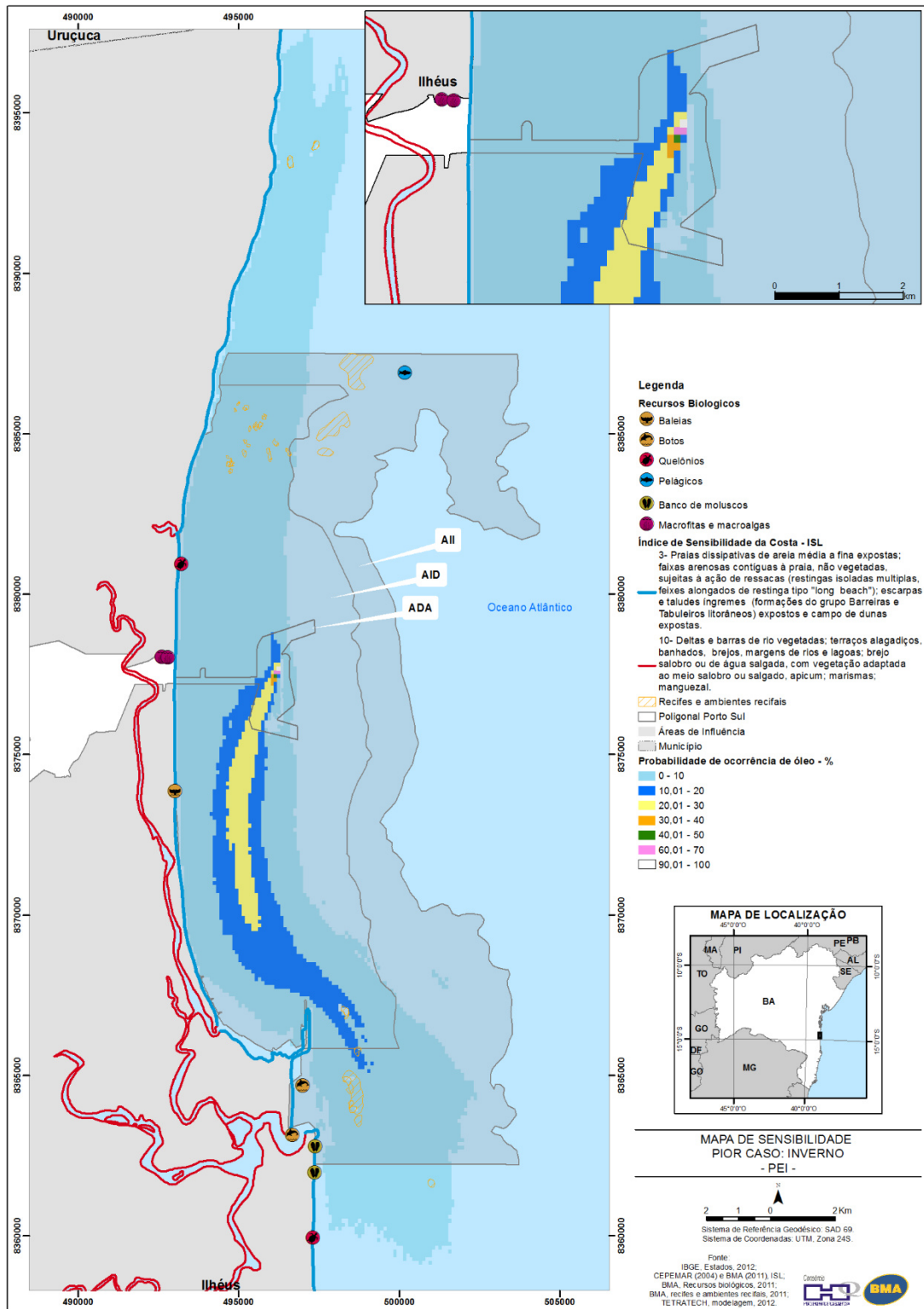
Segundo informações da praticagem da Bahia, a movimentação média nos portos do Estado (Salvador e Ilhéus) está em ascensão pela alavancagem do setor petrolífero nesta região, o qual também demanda significativa movimentação marítima, destacando-se as rotas de navios aliviadores e embarcações de apoio (*supplyboats*), entre os sítios de exploração e produção e os portos localizados na região costeira.

Anexo 3 - Recursos para Contenção (Situação < 8 m³)

- 2 lanchas rápidas;
- 1 workboat;
- 4 recolhedores de óleo de tipos diferentes (vertedouro, escova e discos oleofílicos) com capacidade de 35m³/h cada;
- Barreira de contenção em quantidade mínima de 3 vezes o comprimento do maior navio (1000 metros de barreira);
- 6 tanques montáveis com capacidade de 15 m³ cada.

Anexo 4 - Carta de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (SAO).





Anexo 5 – CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF IBAMA



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4168647	02/04/2014	02/04/2014	02/07/2014

Dados Básicos:

CPF: 744.932.057-68
Nome: Luís Eduardo Rocha Guimarães

Endereço:

Logradouro: Avenida Jardins de Santa Mônica 100, bloco 1, apt. 904
N.º: Complemento:
Bairro: Barra da Tijuca Município: RIO DE JANEIRO
CEP: 22793-095 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	10 - Auditoria Ambiental
2	7 - Controle da Poluição
3	5 - Educação Ambiental
4	11 - Gestão Ambiental
5	8 - Recuperação de Áreas
6	13 - Segurança do Trabalho

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvará e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	<i>bscv.qssj.mbf3.6ld1</i>
-----------------------	----------------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
474941	02/04/2014	02/04/2014	02/07/2014

Dados Básicos:

CPF: 702.300.487-49

Nome: Maurício Bittencourt Luz

Endereço:

Logradouro: Rua Senador Vergueiro 92/204

N.º: Complemento:

Bairro: Flamengo Município: RIO DE JANEIRO

CEP: 22230-001 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	5 - Educação Ambiental
2	11 - Gestão Ambiental
3	10 - Auditoria Ambiental
4	13 - Segurança do Trabalho

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarar e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos floretais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	2ye6.3zan.2v8z.cgbb
-----------------------	---------------------

Anexo 6 – Modelagem de Derrame de Óleo no porto Sul, Ilhéus (BA)

Modelagem de Derrame de Óleo no Porto Sul, Ilhéus (BA)

Revisão 01

Fevereiro/2014





TETRA TECH
Rua Fidalga, 711
Vila Madalena – São Paulo –SP
CEP 05432-070
<http://www.tetrattech.com>



Bahia Mineração
Av. Magalhães Neto, 1752, 15º andar
Salvador - BAHIA
CEP 41810-012
<http://www.bamin.com.br>

Modelagem de Derrame de Óleo para o Porto Sul, Ilhéus (BA)

Equipe Técnica TETRA TECH:

ANA CAROLINA LAMMARDO
EDUARDO A. YASSUDA
DANIELE GENTILE CARODOSO
MARCO ANTÔNIO CORREA
MAURICIO P. LAMMARDO
RENAN BRAGA RIBEIRO
PEDRO FABIANO M. SARMENTO

(Nº IBAMA: 0325047)
(Nº IBAMA: 0094066)
(Nº IBAMA: 5953026)
(Nº IBAMA: 0434236)
(Nº IBAMA: 0272165)
(Nº IBAMA: 4443147)
(Nº IBAMA: 1800416)

Revisão 01
Fevereiro/ 2014

TETRA TECH é responsável pelo conteúdo do presente relatório incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras, e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da TETRA TECH como autora do estudo. Da mesma forma, quando a equipe técnica da TETRA TECH for incorporada na equipe técnica da empresa contratante, esta deverá ser mencionada, e referenciada, como: “consultores da TETRA TECH”. Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a TETRA TECH.

TETRA TECH, 2014. Modelagem de Derrame de Óleo no Porto Sul, Ilhéus (BA). Relatório Técnico, Revisão 01 (24 de fevereiro de 2014). 61pp+Anexo.

ÍNDICE GERAL

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. ÁREA DE ESTUDO.....	10
1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO.....	12
1.2.1. Objetivo Geral	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
2. METODOLOGIA DA MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO.....	13
2.1. DESCRIÇÃO DO MODELO OSCAR.....	13
2.2. DADOS DE ENTRADA DO MODELO.....	16
2.2.1. Grade <i>Habitat</i>	16
2.2.2. Campos de Corrente	17
2.2.3. Campos de Vento.....	18
2.2.4. Ponto de Modelagem e Volumes de Derrame	20
2.2.5. Características do Produto Utilizado	21
2.2.6. Critério de Parada Adotado	22
2.2.7. Descrição dos Cenários Simulados	22
3. RESULTADO DAS SIMULAÇÕES.....	24
3.1. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS	24
3.1.1. Simulações Probabilísticas de Verão	26
3.1.2. Simulações Probabilísticas de Inverno	35
3.2. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS CRÍTICAS	44
3.2.1. Simulações Determinística Crítica de Verão	46
3.2.2. Simulações Determinística Crítica de Inverno.....	51
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5. BIBLIOGRAFIA	60
ANEXO A – DESCRIÇÃO DO MODELO OSCAR	A-1

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do empreendimento e do ponto de modelagem no Porto Sul, Ilhéus (BA).	11
Figura 2 - Grade definindo a interface terra-água (grade habitat) utilizada na modelagem.....	17
Figura 3 - Histograma direcional dos vetores de vento a 10 m para o período de verão de 2009, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).	19
Figura 4 - Histograma direcional dos vetores de vento a 10 m para período de inverno de 2009, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).....	19
Figura 5 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	27
Figura 6 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	28
Figura 7 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	29
Figura 8 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	30
Figura 9 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	31
Figura 10 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	32
Figura 11 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	33
Figura 12 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	34
Figura 13 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	35
Figura 14 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.	36
Figura 15 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	37

Figura 16 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	38
Figura 17 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	39
Figura 18 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	40
Figura 19 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	41
Figura 20 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	42
Figura 21 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	43
Figura 22 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m ³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.....	44
Figura 23 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_8: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 8 m ³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.....	46
Figura 24 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 8 m ³ durante o verão.....	47
Figura 25 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_200: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 200 m ³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.....	48
Figura 26 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 200 m ³ durante o verão.....	49
Figura 27 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_PC: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 4.113,25 m ³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.....	50
Figura 28 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 4.113,25 m ³ durante o verão.....	51
Figura 29 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_8: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 8 m ³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.....	52
Figura 30 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 8 m ³ durante o inverno.....	53
Figura 31 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_200: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 200 m ³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.....	54

Figura 30 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 200 m³ durante o inverno.....55

Figura 33 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_PC: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 4.113,25 m³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.....56

Figura 34 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 4.113,25 m³ durante o inverno.....57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento a 10 m para o período de verão, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).....	20
Tabela 2 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento a 10 m para o período de inverno, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).....	20
Tabela 3 - Coordenadas geográficas (WGS84) do ponto de modelagem considerado no estudo.	21
Tabela 4 - Características do produto utilizado na modelagem de derrame de óleo.....	21
Tabela 5 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.....	23
Tabela 6 - Cenários considerados nas simulações determinísticas críticas de derrames de óleo.	23
Tabela 7 - Resultados das simulações probabilísticas para a extensão da costa com probabilidade de toque (km) e para a área superficial com probabilidade de ocorrência de óleo na água (km ²).	25
Tabela 8 - Resumo dos cenários determinísticos críticos simulados, com suas respectivas extensões de toque na costa.	45

RESUMO

Este relatório apresenta os resultados das simulações numéricas da dispersão de óleo decorrente de potenciais acidentes no Porto Sul, localizado em Ilhéus (BA).

Para a modelagem de dispersão e intemperismo do óleo foram conduzidas simulações probabilísticas considerando duas condições sazonais (verão e inverno), um ponto de modelagem, um tipo de óleo (*bunker*) e três volumes de derrame (pequeno, médio e pior caso). A partir dos resultados probabilísticos foram selecionados os cenários determinísticos críticos de verão e inverno, utilizando como critério a maior massa de óleo na costa.

As simulações foram conduzidas por 60 horas, ou seja, o tempo máximo preconizado pela Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008), para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência.

No geral, observa-se que, independentemente das condições sazonais, as maiores probabilidades na superfície da água ocorreram nas proximidades do ponto de modelagem. Também é possível observar diferenças correlacionadas à variação sazonal, onde os resultados de inverno apresentaram maiores extensões de toque do óleo na costa e os resultados de verão, as maiores áreas com probabilidade de ocorrência de óleo na superfície da água.

1. INTRODUÇÃO

Para dar suporte à Bahia Mineração (BAMIN) na obtenção da Licença de Instalação (LI) do Porto Sul, localizado em Ilhéus (BA), a TETRA TECH apresenta este estudo de modelagem computacional de dispersão de manchas de óleo, a partir de potenciais derrames acidentais envolvendo colisão de embarcações com o píer.

As simulações foram conduzidas através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OSCAR¹, desenvolvido pela SINTEF. Para estudos de modelagem, como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) um conhecimento das características geomorfológicas do local, (b) padrões de circulação local, (c) séries temporais de vento de longa duração e (d) caracterização físico-química do óleo.

A caracterização dos padrões de circulação foi obtida a partir dos resultados do sistema de modelos numéricos Delft3D implementado pela TETRA TECH na região de estudo (TETRA TECH, 2014a). O campo de ventos utilizado na modelagem de deriva de óleo foi determinado a partir de dados de reanálise do CFSR² (SAHA *et al.*, 2010).

O Capítulo 1, além de apresentar os objetivos deste estudo, fornece informações sobre a área em questão. No Capítulo 2 é apresentada a metodologia utilizada no estudo e a descrição do modelo OSCAR. No Capítulo 3 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas críticas. Por fim, o Capítulo 4 discute os resultados obtidos neste estudo e apresenta as considerações finais. As referências bibliográficas são apresentadas no Capítulo 5 e o Anexo A apresenta a descrição do modelo OSCAR.

1.1. ÁREA DE ESTUDO

O Porto Sul e o Terminal de Uso Privativo da BAMIN estarão localizados na Costa Leste do Brasil, no litoral norte do Município de Ilhéus (BA), entre as localidades de Aritaguá, Sambaituba e Ponta da Tulha.

¹ *Oil Spill Contingency and Response: Contingência e Resposta a Derrames de Óleo*

² *Climate Forecast System Reanalysis.*

³ Conselho Nacional do Meio Ambiente.

A Figura 1 apresenta a localização do empreendimento e do ponto de modelagem para o qual foram realizadas as simulações de derrame de óleo no Porto Sul. O ponto de modelagem está localizado na área central do maior berço de atracação da BAMIN (Pier 4), de forma a representar um possível acidente com navios durante as operações da BAMIN no Porto Sul.

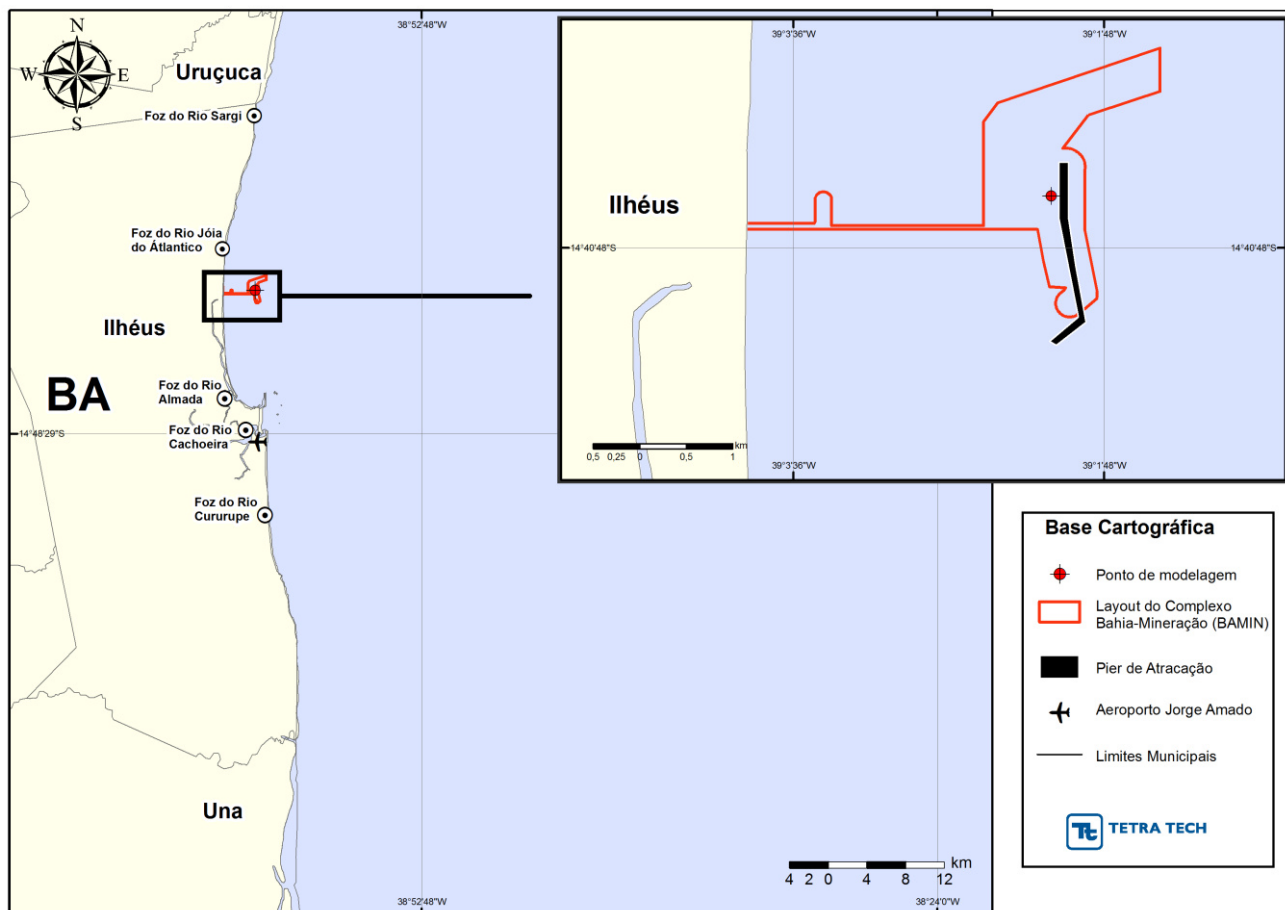


Figura 1 - Localização do empreendimento e do ponto de modelagem no Porto Sul, Ilhéus (BA).

Ressalta-se que a análise dos dados meteorológicos e oceanográficos que serviram de suporte para as modelagens numéricas de derrame de óleo foram apresentados em TETRA TECH (2014b).

1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO

A seguir, são apresentados os objetivos para o qual o estudo foi desenvolvido.

1.2.1. Objetivo Geral

- Dar suporte à Bahia Mineração na obtenção da Licença de Instalação (LI) do Porto Sul, localizado em Ilhéus (BA).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar, através de modelagem computacional, o comportamento do óleo na região de estudo, no caso de derrames acidentais na região do empreendimento envolvendo colisão de embarcações com o píer;
- Fornecer suporte para a elaboração do Plano de Emergência Individual (PEI).

2. METODOLOGIA DA MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO

Neste capítulo é apresentada a metodologia aplicada na modelagem de derrame de óleo. Foram realizadas simulações considerando a futura configuração do empreendimento, a partir de um ponto de modelagem, com derrames de um produto bastante utilizado em navegação de cabotagem na região (óleo combustível tipo *bunker*). Os volumes de derrame representam os volumes pequeno, médio e de pior caso, definidos segundo definidos a Resolução do CONAMA³ n° 398/08 (BRASIL, 2008).

As simulações foram realizadas para os períodos de verão e inverno, sempre com duração de 60 horas.

Na modelagem do derrame de óleo apresentada neste estudo foi utilizado o modelo OSCAR, desenvolvido pela SINTEF⁴, organização Norueguesa sem fins lucrativos baseada em pesquisas multidisciplinares e desenvolvimento em novas tecnologias. O OSCAR foi desenvolvido com a finalidade de dar suporte a Planos de Contingência e respaldo à tomada de decisões em casos de derrames de óleo.

2.1. DESCRIÇÃO DO MODELO OSCAR

As aplicações do OSCAR incluem:

- Estabelecimento de objetivos e critérios quantitativos para fins de regulação e gestão,
- Planos de contingência e treinamentos a derrames de óleo,
- Suporte a ações de resposta a derrames de óleo,
- Avaliação de alternativas de estratégias e logísticas de resposta a derrames de óleo,
- Risco Ambiental e avaliação de Impacto Ambiental,
- Avaliação Ambiental para o uso de dispersantes,
- Análise de custo-benefício e otimização para a compra e disposição de equipamentos,

³ Conselho Nacional do Meio Ambiente.

- Avaliar alternativas de estratégias de resposta procurando aquela que trará menores impactos no ambiente (*Net Environmental Benefit Analysis* - NEBA).

Estas aplicações foram desenvolvidas para atendimento das necessidades da indústria do petróleo, com aplicações já em curso para instalações *offshore*, transporte petroleiro internacional, terminais e refinarias costeiras.

Os componentes principais do sistema são: um modelo de intemperismo do óleo da SINTEF (AAMO *et al.*, 1993; DALING *et al.*, 1990), um modelo tridimensional do destino químico e trajetória do óleo (REED *et al.*, 1995) um modelo de combate ao derramamento de óleo (AAMO *et al.*, 1995, 1996), e modelos de exposição a peixes, ictioplâncton, pássaros e mamíferos marinhos (DOWNING & REED, 1996).

O modelo de intemperismo do óleo e o modelo tridimensional de destino químico consideram o seu fracionamento e calculam a distribuição do poluente na superfície da água, ao longo da linha de costa, na coluna d'água e nos sedimentos. São empregados algoritmos de advecção, espalhamento, emulsificação, volatilização, dispersão, dissolução, adsorção e entranhamento.

O modelo de combate ao derramamento de óleo permite a simulação de cenários probabilísticos e determinísticos com uso de barreiras de contenção, recolhedores de óleo e dispersante químico. Existe, também, um modelo biológico de exposição a peixes, ictioplâncton, pássaros e mamíferos marinhos que mensura o impacto sobre cada grupo de organismos de acordo com a intensidade do derramamento.

Com a finalidade de representar bem o óleo e seus produtos de degradação, o OSCAR combina um grande número de componentes individuais do óleo, pseudocomponentes e metabólitos. Este tipo de abordagem permite que as taxas dos processos de intemperismo sejam calculadas para cada componente, já que, por exemplo, diferentes componentes apresentarão taxas de evaporação ou degradação diferenciadas.

Com relação às previsões de intemperismo empregadas no OSCAR, diversos testes em campo foram realizados para verificar sua confiabilidade, evitando-se resultados irreais (DALING & BRANDVIK, 2001).

⁴ *Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning*: Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial (<http://www.sintef.no>)

O OSCAR já foi aplicado na análise de estratégias de resposta tanto para plataformas de petróleo offshore (AAMO *et al.*, 1995; REED *et al.*, 1995) quanto para terminais costeiros (REED *et al.*, 1996). O modelo utiliza partículas lagrangeanas e “pseudo lagrangeanas” para determinar o transporte, o comportamento e os efeitos dos poluentes através de cálculos de sua distribuição temporal na superfície da água, na coluna d’água, nos sedimentos e ao longo da costa.

O OSCAR emprega algoritmos de espalhamento superficial, advecção, entranhamento, emulsificação e evaporação para determinar o transporte e destino dos compostos. Os contaminantes no fundo são misturados no sedimento, e podem voltar à fase dissolvida na coluna d’água, enquanto que os próximos à superfície podem evaporar para a atmosfera. Na coluna d’água os poluentes sofrem uma turbulência horizontal, relacionada à idade das partículas, e uma turbulência vertical, que é função da profundidade local e da velocidade dos ventos. Além disto, o particionamento entre o dissolvido e adsorvido ao material particulado é calculado com base na teoria de equilíbrio linear. Já a degradação na água e nos sedimentos é representada como um processo de decaimento de primeira ordem.

Para o óleo proveniente de derramamentos, processos como advecção, espalhamento, entranhamento e mistura vertical na coluna d’água não são diretamente dependentes da composição do óleo, embora exista uma tendência a estarem relacionados à macro características como viscosidade e densidade. Outros processos como evaporação, dissolução e degradação são diretamente dependentes da composição do óleo.

A interface de usuário do OSCAR permite a realização de cálculos estatísticos baseados nos resultados de conjuntos de cenários (simulações probabilísticas). Esta parte do sistema pode, por exemplo, ser utilizada para a avaliação de riscos relacionados com as instalações offshore. Ao variar o tempo de derrame para um cenário específico, o efeito da alteração das condições meteorológicas pode ser incluído nas simulações, e uma impressão geral do efeito de um derrame hipotético é obtido. Pode-se, também, optar pela variação da taxa de descarte e a duração deste durante a execução das simulações probabilísticas.

A descrição completa do modelo OSCAR, incluindo sua formulação, é apresentada no Anexo A.

2.2. DADOS DE ENTRADA DO MODELO

O conjunto de dados de entrada e parâmetros do modelo que definem um cenário são:

- ✓ Localização geográfica do ponto de derrame;
- ✓ Data e horário;
- ✓ Duração do derrame;
- ✓ Volume derramado;
- ✓ Tipo de óleo;
- ✓ Duração da simulação;
- ✓ Opções de resposta (e.g., barreiras, sobrevoo, dispersantes);
- ✓ Campo de correntes;
- ✓ Arquivo de dados meteorológicos;
- ✓ Opções de saída;
- ✓ Parâmetros de simulação;

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

2.2.1. Grade Habitat

Para a elaboração dos cenários de deriva para acidentes com óleo simulados neste estudo, foi definida uma grade habitat⁵ (Figura 2) com dimensões de 100 km (X) x 56 km (Y) e resolução de 120 m x 100 m, respectivamente.

⁵ Grade que define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e quais à área de água, com a interface definida pela linha de costa.

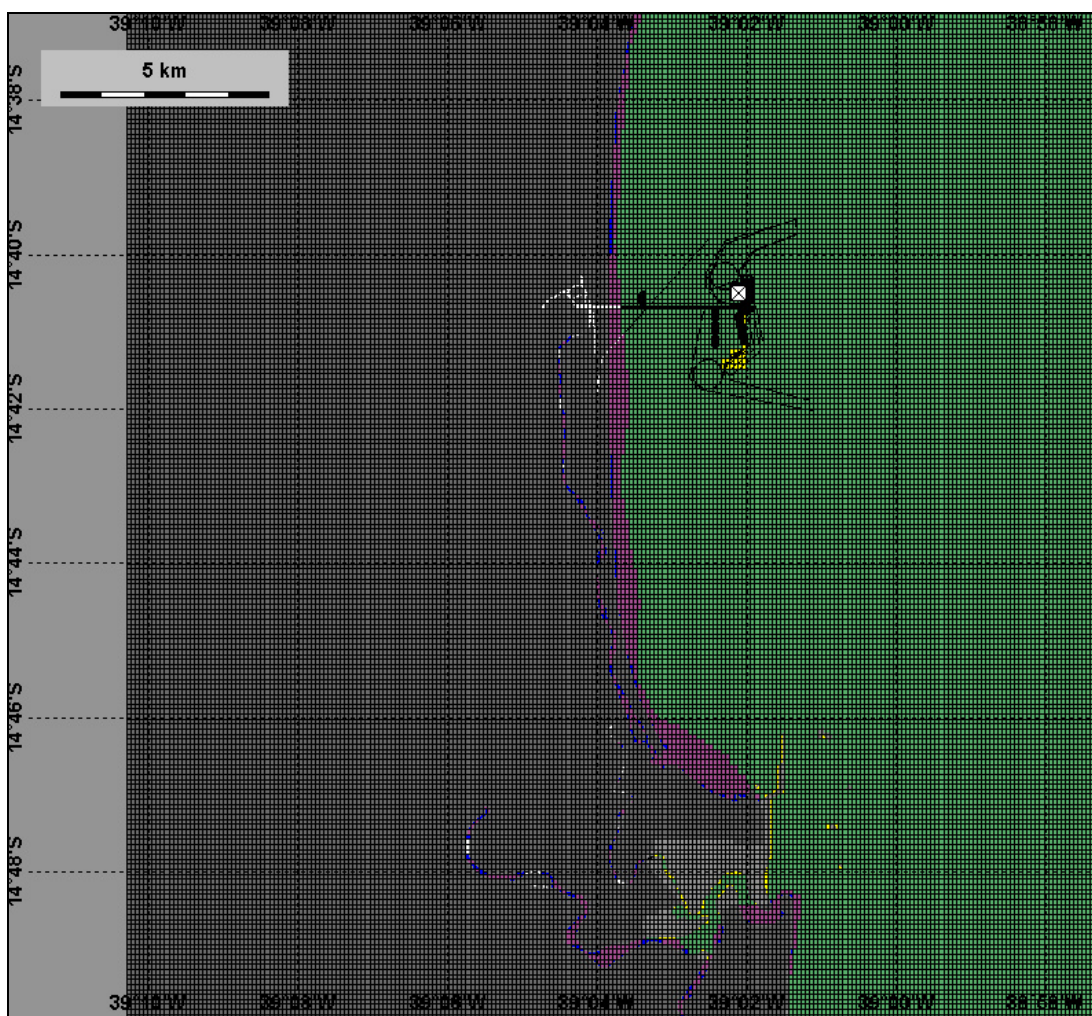


Figura 2 - Grade definindo a interface terra-água (grade habitat) utilizada na modelagem.

2.2.2. Campos de Corrente

Os campos de correntes utilizados na modelagem de derrame de óleo foram gerados através da modelagem hidrodinâmica, como descrito em TETRA TECH (2014a). Para avaliar a sazonalidade das forçantes ambientais nos padrões de circulação e transporte, foram definidos dois campos hidrodinâmicos representativos dos períodos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto).

2.2.3. Campos de Vento

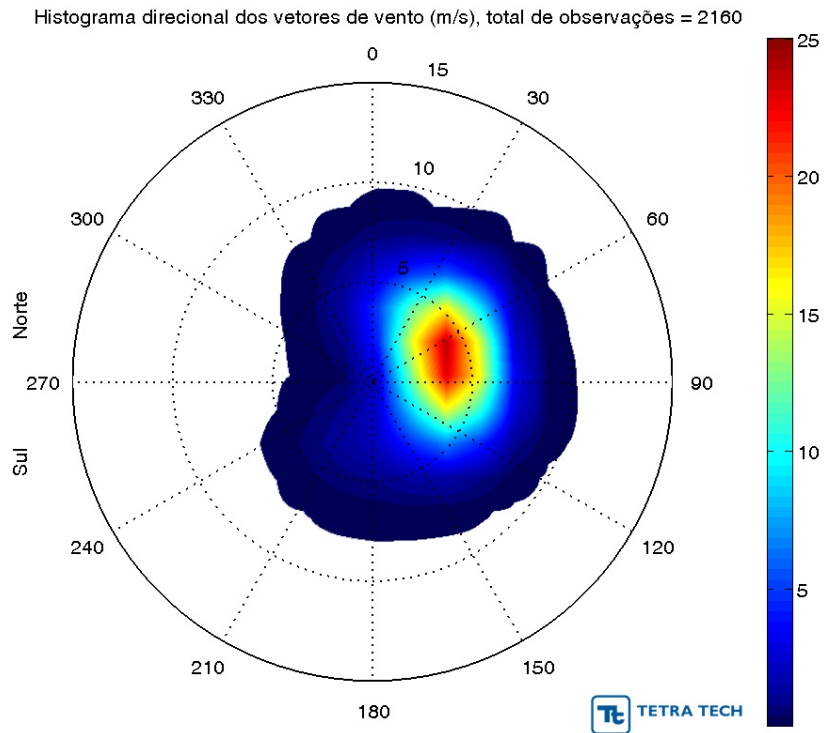
Para a modelagem de derrame de óleo, foram elaborados campos de vento com base em dados do conjunto de reanálises CFSR, desenvolvido pelos centros norte-americanos NCEP/NCAR⁶ com resolução espacial de 0,3° (aproximadamente, 33 km) e intervalos horários. Foram analisados os dados de vento a 10 m nos períodos de janeiro a março de 2009 (verão) e junho a agosto de 2009 (inverno), no ponto de coordenadas 14,8°S e 38,8°W.

A variação sazonal desse conjunto de dados está representada na Figura 3 e Figura 4, onde são mostrados os histogramas direcionais do vento para os períodos de verão e inverno. A Tabela 1 e Tabela 2 apresentam os diagramas de ocorrência conjunta de direção e intensidade do vento associados a cada período.

Nos meses de verão observa-se a predominância de ventos com direções entre E e NE (Figura 3). De acordo com a Tabela 1, os ventos de direções E, ENE e NE representam um total de 64,9% dos dados, com intensidades médias entre 4,2 m/s e 4,5 m/s. As máximas intensidades do vento atingem 7,0 m/s neste período, provenientes também das direções NE e NNE.

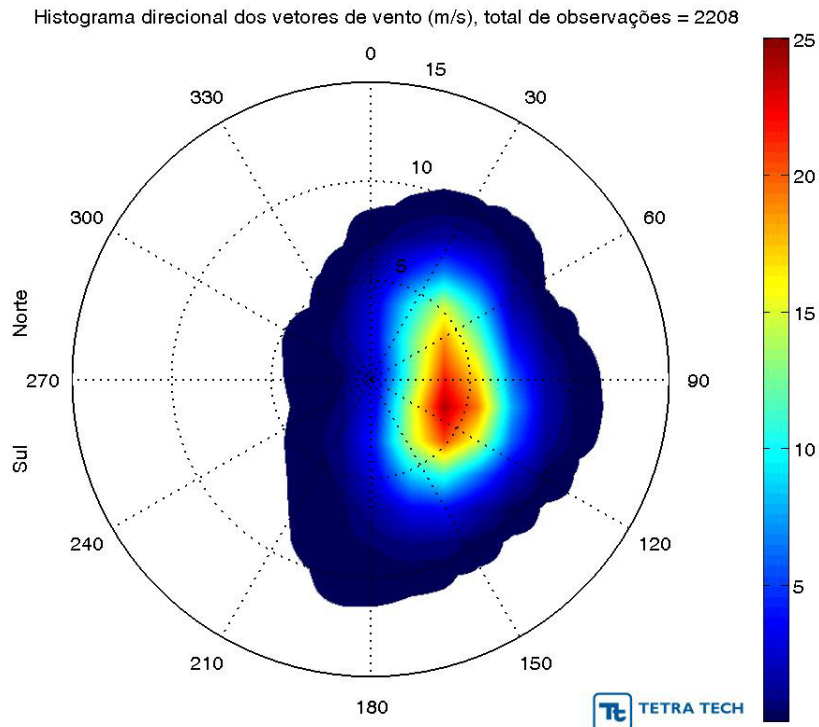
Durante o inverno os ventos de quadrante SE mostram-se mais frequentes e, de maneira geral, mais intensos que no verão (Figura 4). Na Tabela 2 observa-se que os ventos de direções ESE, SE e SSE totalizam 64,0% dos dados, sendo suas intensidades médias de 4,6 m/s a 4,9 m/s. As máximas intensidades neste período atingem 9,0 m/s, provenientes das direções S e SSE.

⁶ National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research.



Direção em graus a partir do norte geográfico - convenção meteorológica

Figura 3 - Histograma direcional dos vetores de vento a 10 m para o período de verão de 2009, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).



Direção em graus a partir do norte geográfico - convenção meteorológica

Figura 4 - Histograma direcional dos vetores de vento a 10 m para período de inverno de 2009, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).

Tabela 1 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento a 10 m para o período de verão, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).

Veloc.(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Pct.	Dir.Méd.
0,0- 1,0	2	2	3	2	1	0	0	1	2	1	2	0	1	2	2	3	24	1,1	355
1,0- 2,0	6	7	10	15	12	9	8	3	1	1	2	0	4	2	7	2	89	4,1	69
2,0- 3,0	8	19	39	40	50	41	14	12	13	3	4	0	1	0	2	5	251	11,6	84
3,0- 4,0	13	41	97	130	116	62	34	20	4	6	4	0	0	0	0	2	529	24,5	77
4,0- 5,0	24	47	141	190	145	91	31	3	3	9	2	0	0	0	0	6	692	32	72
5,0- 6,0	17	32	95	120	91	60	19	1	4	0	0	0	0	0	0	0	439	20,3	72
6,0- 7,0	4	7	63	18	20	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	6	62
Total	74	155	448	515	435	277	109	40	27	20	14	0	6	4	11	18	2153		
Pct.	3,4	7,2	20,8	23,9	20,2	12,9	5,1	1,9	1,3	0,9	0,7	0,0	0,3	0,2	0,5	0,8			
Vel. méd.	4,1	4,1	4,5	4,3	4,2	4,2	3,9	3,1	3,0	3,4	2,6	0,0	1,2	1,2	1,5	2,9			
Vel. máx.	6,4	6,7	7,0	7,0	6,8	6,8	6,1	5,1	5,5	4,5	4,3	0,0	2,1	2,0	2,7	4,9			

Tabela 2 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento a 10 m para o período de inverno, a partir de dados da reanálise do CFSR (dt = 1h).

Veloc.(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Pct.	Dir.Méd.
0,0- 1,0	1	0	1	2	2	2	0	4	1	2	2	1	1	1	2	2	24	1,1	172
1,0- 2,0	11	11	5	10	9	5	13	15	10	6	6	2	1	8	2	3	117	5,3	110
2,0- 3,0	4	9	17	20	20	58	41	28	12	2	5	4	5	1	5	6	237	10,7	113
3,0- 4,0	4	19	31	35	81	105	106	56	26	2	1	0	0	0	0	3	469	21,2	112
4,0- 5,0	1	11	40	56	85	149	126	67	9	0	1	0	0	0	0	1	546	24,7	110
5,0- 6,0	3	7	17	16	36	110	149	102	26	2	0	0	0	0	0	0	468	21,2	128
6,0- 7,0	0	1	9	1	21	77	53	56	7	5	0	0	0	0	0	0	230	10,4	128
7,0- 8,0	0	0	0	2	9	21	14	25	1	1	0	0	0	0	0	0	73	3,3	133
8,0- 9,0	0	0	0	0	0	5	2	12	4	0	0	0	0	0	0	0	23	1	148
Total	24	58	120	142	263	532	504	365	96	20	15	7	7	10	9	15	2187		
Pct.	1,1	2,7	5,5	6,5	12,0	24,3	23,0	16,7	4,4	0,9	0,7	0,3	0,3	0,5	0,4	0,7			
Vel. méd.	2,5	3,5	4,1	3,9	4,3	4,7	4,6	4,9	4,2	3,7	1,9	1,8	2,1	1,4	1,8	2,4			
Vel. máx.	5,2	6,6	7,0	7,4	7,6	8,7	8,8	9,0	9,0	7,3	4,7	2,6	2,7	2,6	2,5	4,0			

2.2.4. Ponto de Modelagem e Volumes de Derrame

Neste estudo foi definido um ponto de modelagem localizado na área central do maior berço de atracação da BAMIN (berço de minério do Píer de Atracação 4), de modo a representar um possível acidente durante as operações da BAMIN no Porto Sul. As coordenadas deste ponto são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Coordenadas geográficas (WGS84) do ponto de modelagem considerado no estudo.

PONTOS DE MODELAGEM	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
P1	Pier de Atracação 4 do Porto Sul	14°40'30,00"S	39°02'06,36"W

Os volumes de derrame utilizados nas simulações foram definidos segundo a Resolução CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008), como:

- ✓ Volume Pequeno: 8 m³;
- ✓ Volume Médio: 200 m³;
- ✓ Volume de pior caso: 4.113,25 m³ (3.850 toneladas).

A liberação de todo o volume de derrame, para os três volumes, foi considerada instantânea, ou seja, no instante inicial das simulações.

2.2.5. Características do Produto Utilizado

A modelagem foi conduzida com derrames de óleo tipo *bunker*. As características do produto são apresentadas na Tabela 4, as quais são provenientes do banco de dados do modelo OSCAR. A escolha da utilização deste produto na modelagem deve-se a sua grande utilização em navegação de cabotagem na região.

Tabela 4 - Características do produto utilizado na modelagem de derrame de óleo.

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	BUNKER
Grau API	19,7
Densidade (g/cm ³) a 20°C	0,936

2.2.6. Critério de Parada Adotado

O tempo de 60 horas para o acompanhamento da mancha de óleo foi o critério de parada adotado nas simulações. Este é o tempo máximo para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga, considerando um vazamento de volume de pior caso, especificado no Item 2.2 do Anexo III da Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008).

2.2.7. Descrição dos Cenários Simulados

As simulações para a determinação da trajetória do óleo foram realizadas utilizando-se o modelo OSCAR nos modos probabilístico e determinístico. No modo probabilístico, o comportamento da mancha de óleo considera as variações meteorológicas e oceanográficas dos períodos definidos para a modelagem: verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto). Para que se pudesse incorporar a variabilidade dessas forçantes, foi realizado com o modelo OSCAR, uma série de 600 simulações determinísticas para cada cenário probabilístico.

A Tabela 5 apresenta os cenários probabilísticos simulados neste estudo. A partir da análise dos resultados probabilísticos foram selecionados os cenários determinísticos críticos, adotando como critério de escolha a simulação que apresentou a maior massa de óleo na costa (Tabela 6).

A terminologia adotada para a identificação dos cenários é apresentada, a seguir:

- P1 indica o ponto de modelagem, está situado no berço de minério do Píer de Atracação 4 do Porto Sul;
- *BUNKER* indica o tipo de óleo considerado;
- VER e INV indicam as condições sazonais verão e inverno;
- DET indica os cenários determinísticos críticos.

Tabela 5 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.

CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m ³)	ESTAÇÃO DO ANO	DURAÇÃO DO DERRAME	TEMPO DE SIMULAÇÃO (HORAS)
P1_BUNKER_VER_8	BUNKER	8,0	Verão	Instantâneo	60
P1_BUNKER_VER_200	BUNKER	200,0	Verão	Instantâneo	60
P1_BUNKER_VER_PC	BUNKER	4.113,25	Verão	Instantâneo	60
P1_BUNKER_INV_8	BUNKER	8,0	Inverno	Instantâneo	60
P1_BUNKER_INV_200	BUNKER	200,0	Inverno	Instantâneo	60
P1_BUNKER_INV_PC	BUNKER	4.113,25	Inverno	Instantâneo	60

Tabela 6 - Cenários considerados nas simulações determinísticas críticas de derrames de óleo.

CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m ³)	ESTAÇÃO DO ANO	DURAÇÃO DO DERRAME	TEMPO DE SIMULAÇÃO (HORAS)
DET_P1_BUNKER_VER_8	BUNKER	8,0	Verão	Instantâneo	60
DET_P1_BUNKER_VER_200	BUNKER	200,0	Verão	Instantâneo	60
DET_P1_BUNKER_VER_PC	BUNKER	4.113,25	Verão	Instantânea	60
DET_P1_BUNKER_INV_8	BUNKER	8,0	Inverno	Instantâneo	60
DET_P1_BUNKER_INV_200	BUNKER	200,0	Inverno	Instantâneo	60
DET_P1_BUNKER_INV_PC	BUNKER	4.113,25	Inverno	Instantânea	60

3. RESULTADO DAS SIMULAÇÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas críticas de potenciais derrames de óleo na área de estudo. Cabe ressaltar que as simulações realizadas consideram a trajetória e o intemperismo de óleo na ausência de medidas de contenção e remoção do mesmo.

3.1. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

Neste item são apresentados os resultados das simulações probabilísticas na forma de mapas com os intervalos de probabilidade da presença do óleo na água, na costa e os tempos de deslocamento do mesmo na superfície da água.

A Tabela 7 apresenta um resumo dos resultados obtidos para a extensão de costa com probabilidade de toque (km) e área superficial dos contornos de probabilidade (km²), dos cenários probabilísticos de verão e de inverno. Observa-se que as simulações conduzidas para o período de inverno apresentaram maiores extensões de costa com probabilidade de toque, quando comparadas para as mesmas hipóteses acidentais simuladas para o período de verão. Em paralelo, as simulações de verão apresentaram as maiores áreas superficiais com probabilidade de óleo.

Isto ocorreu, pois os resultados de inverno apresentaram probabilidades de o óleo atingir regiões mais ao norte do ponto de modelagem, cujos deslocamentos vão de encontro à região litorânea da divisa municipal de Ilhéus e Uruçuca (BA). No verão, observa-se que a mancha de contornos de probabilidade do óleo estende-se mais ao sul, sendo que, após a região do Porto de Ilhéus, a trajetória do óleo tende a seguir paralela à linha de costa.

Associa-se este padrão sazonal dos resultados do óleo ao deslocamento de passagem de sistemas frontais na região. No inverno a mancha alcançou regiões mais ao norte devido a maior frequência e intensidade dos sistemas frontais que atingem a região nesta época. No verão, onde a ocorrência e intensidade dos sistemas frontais são menores, a mancha deslocou-se mais ao sul do ponto de modelagem.

Tabela 7 - Resultados das simulações probabilísticas para a extensão da costa com probabilidade de toque (km) e para a área superficial com probabilidade de ocorrência de óleo na água (km²).

CENÁRIO	EXTENSÃO DE TOQUE NA COSTA (km)		ÁREA TOTAL NA SUPERFÍCIE DA ÁGUA (km ²)	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
P1_BUNKER_8	18,9	39,8	192,4	169,1
P1_BUNKER_200	29,7	42,8	258,0	170,6
P1_BUNKER_PC	38,9	49,3	415,5	186,5

A seguir são apresentados os resultados das simulações probabilísticas. Para a melhor compreensão dos resultados obtidos, a apresentação dos mesmos foi dividida conforme a sazonalidade.

Em todas as ilustrações de intervalos de probabilidade de óleo na água e na costa, o valor correspondente ao limite superior dos intervalos da escala de cores está incluído na classe. Assim, por exemplo, no intervalo de probabilidade de 10-20% estão incluídas as probabilidades superiores a 10% e menores ou iguais a 20%.

As ilustrações dos contornos de tempo correspondem ao tempo mínimo de deslocamento de óleo na água calculado (para cada posição da grade) entre todos os cenários determinísticos que compõem o cenário probabilístico. Nestas ilustrações são apresentados os tempos de 2, 6, 12, 36 e 60 horas após o início do derrame, selecionados de acordo com os tempos máximos para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados no Anexo III da Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008).

No geral, observa-se que, independentemente das condições sazonais, o deslocamento do óleo teve direção preferencial no sentido norte-sul. Esse comportamento pode ser associado ao regime hidrodinâmico de correntes na região, como observado nos dados medidos e nos resultados da modelagem hidrodinâmica (TETRA TECH, 2014a, b).

Com relação à probabilidade de toque de óleo na costa, não foram identificadas probabilidades de toque superiores a 20%, sendo que o toque manteve-se principalmente no município de Ilhéus. No entanto, no inverno, onde ocorreu um maior deslocamento do óleo para direção norte, foi possível visualizar toque na parte sul do Município de Uruçuca (BA).

3.1.1. Simulações Probabilísticas de Verão

A seguir, da Figura 5 a Figura 13 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas para o período de verão. Pode-se observar correlação entre o volume derramado e a área superficial da mancha de probabilidade; quanto maior o volume, maior a área superficial.

Também é possível observar que somente o cenário de pior caso apresentou probabilidade de óleo na costa superior a 10%. Ressalta-se que estas maiores probabilidades ficam restritas a estrutura portuária, não sendo identificada na zona de praia do Município de Ilhéus.

Da Figura 5 a Figura 7 são apresentado os resultados da simulação com derrame de 8 m³. O resultado evidenciou que o toque mais ao norte foi próximo à foz do Rio Jóia do Atlântico e o toque mais ao sul, próximo à região da foz do Rio Cururupe.

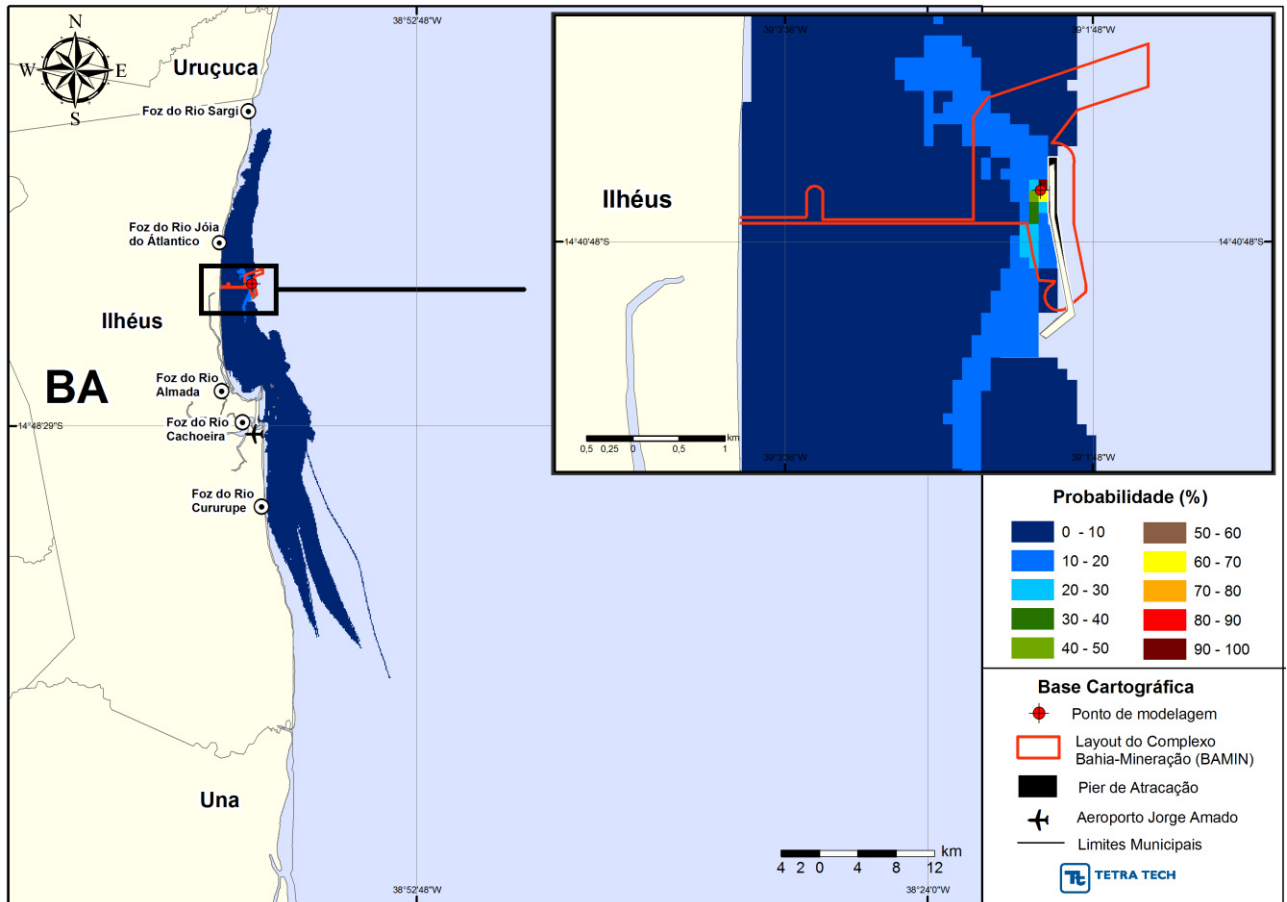


Figura 5 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m^3 (instantâneo), após 60 horas de simulação.

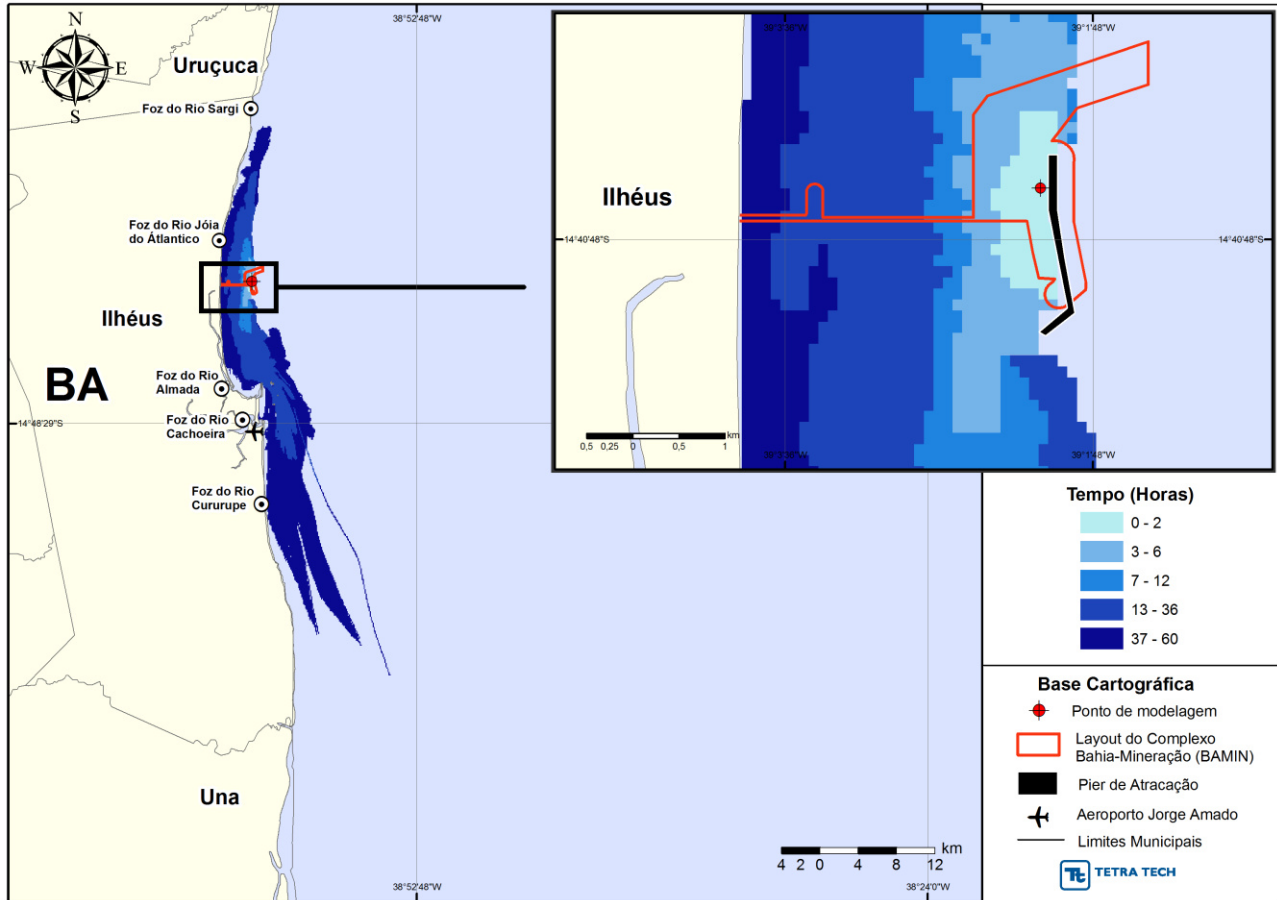


Figura 6 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

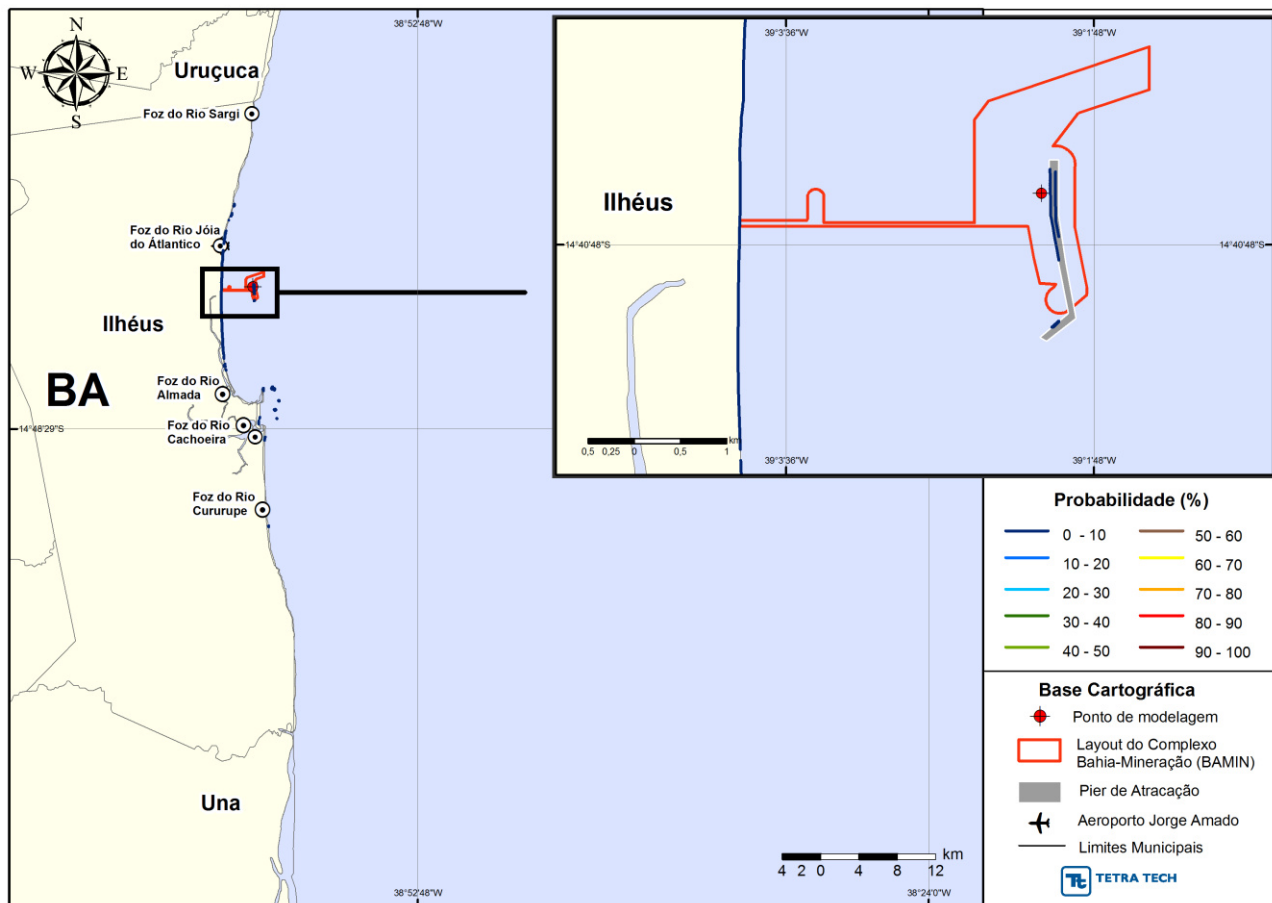


Figura 7 - Cenário P1_BUNKER_VER_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura 8 a Figura 10 são apresentado os resultados da simulação com derrame de 200 m³. Observa-se que os pontos mais ao norte e sul com probabilidade de toque ainda são próximos à foz do Rio Jóia do Atlântico (limite norte) e a foz do Rio Cururupe (limite sul), porém, sendo um pouco mais afastado do ponto de modelagem quando comparado ao cenário de 8 m³.

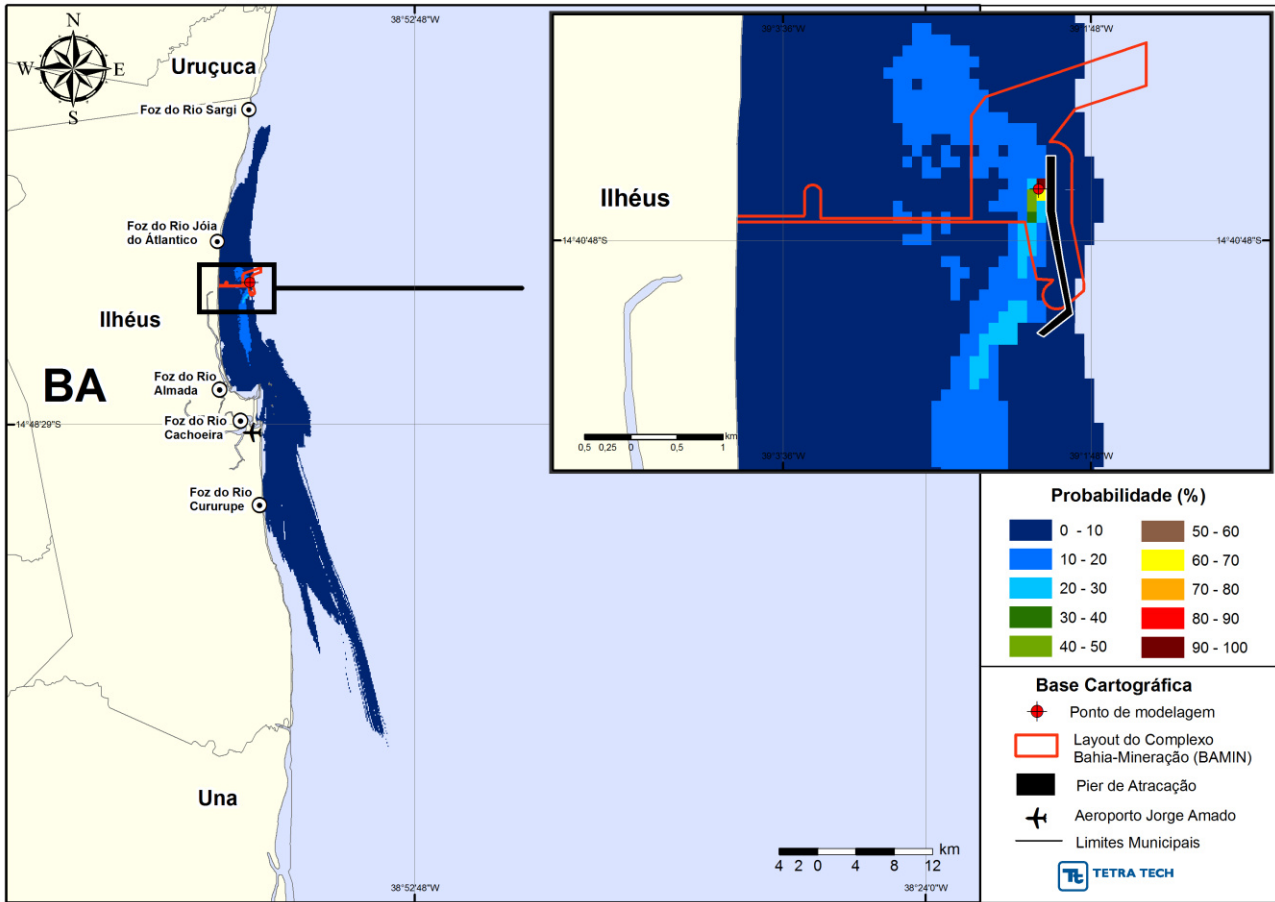


Figura 8 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

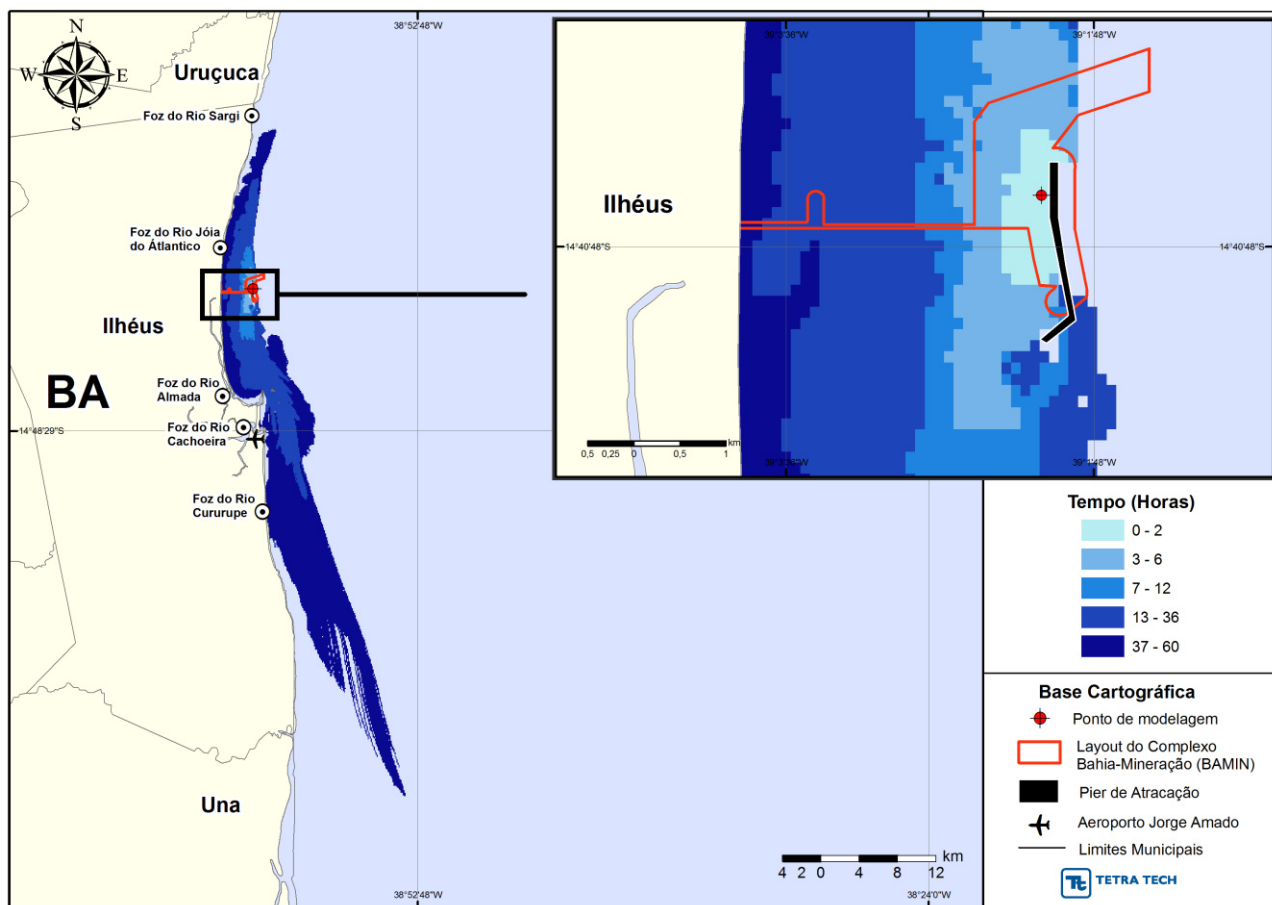


Figura 9 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

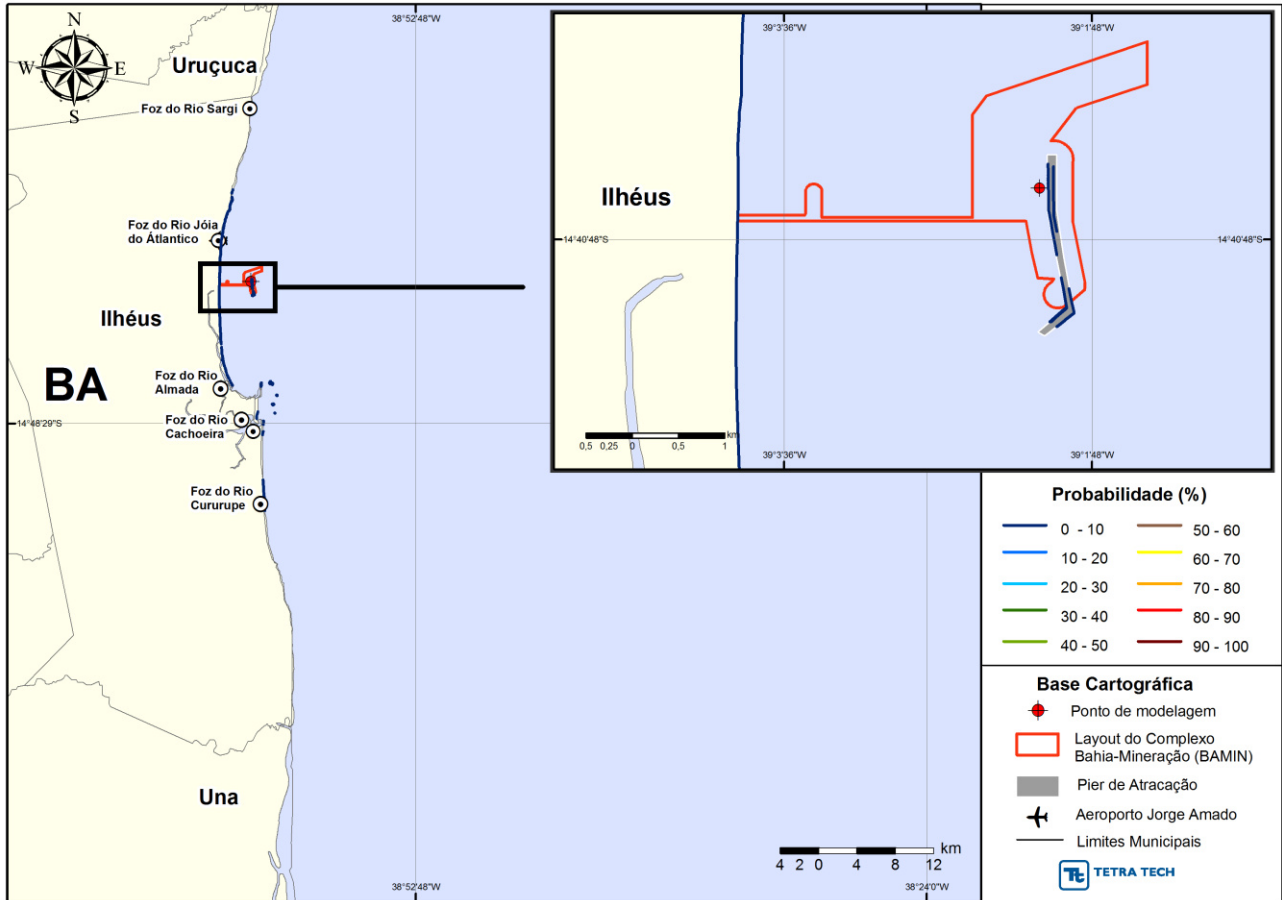


Figura 10 - Cenário P1_BUNKER_VER_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Por fim, da Figura 11 a Figura 13 são apresentado os resultados da simulação com derrame de pior caso. Observa-se que o resultado de pior caso apresenta uma maior área superficial, sendo que o toque do óleo na costa atinge regiões posteriores aos limites norte e sul identificados nos cenários de 8 m³ e 200 m³. Também é possível visualizar que este cenário apresentou as maiores probabilidades de toque de todo o estudo, dentro da classe de 10% a 20%, na região da estrutura portuária.

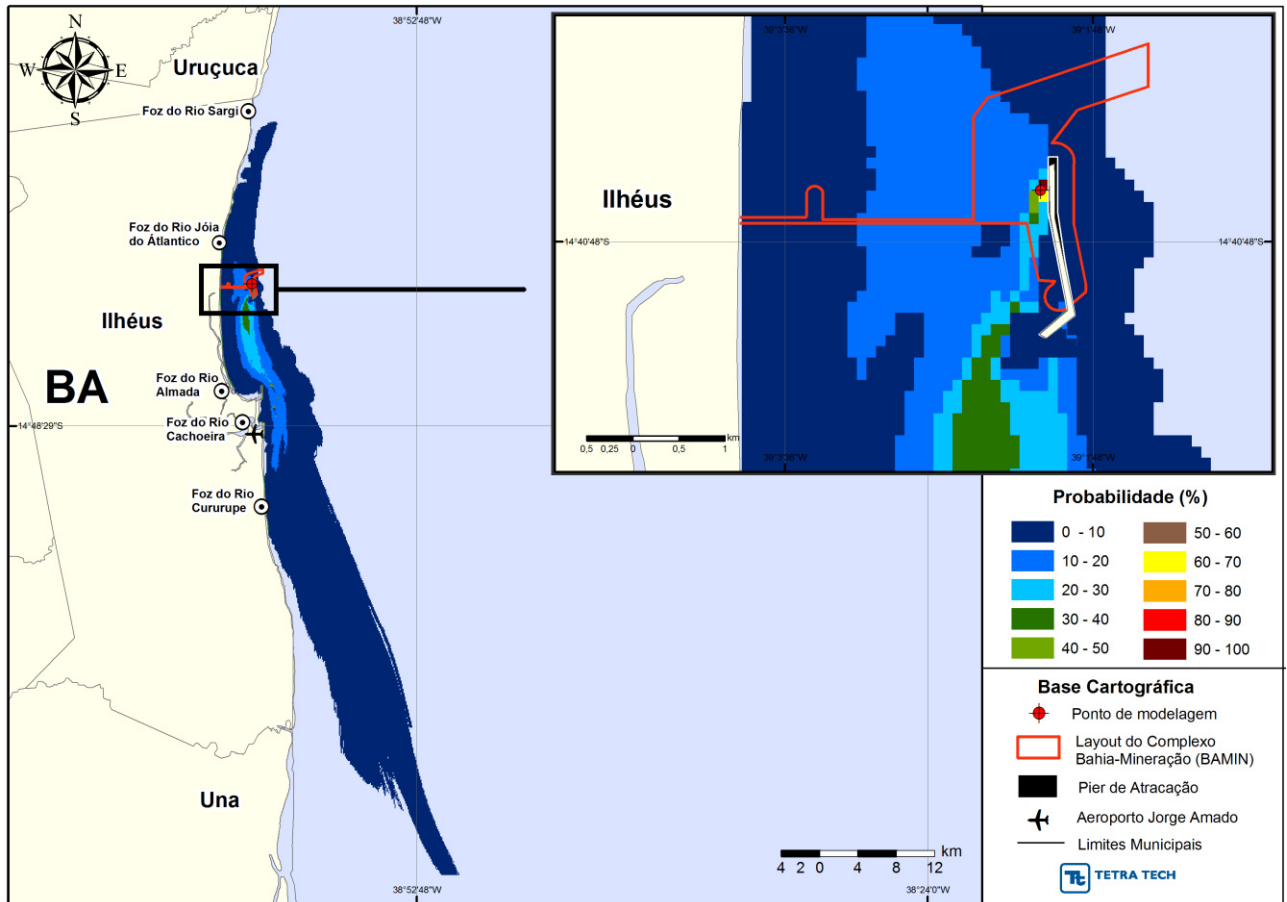


Figura 11 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

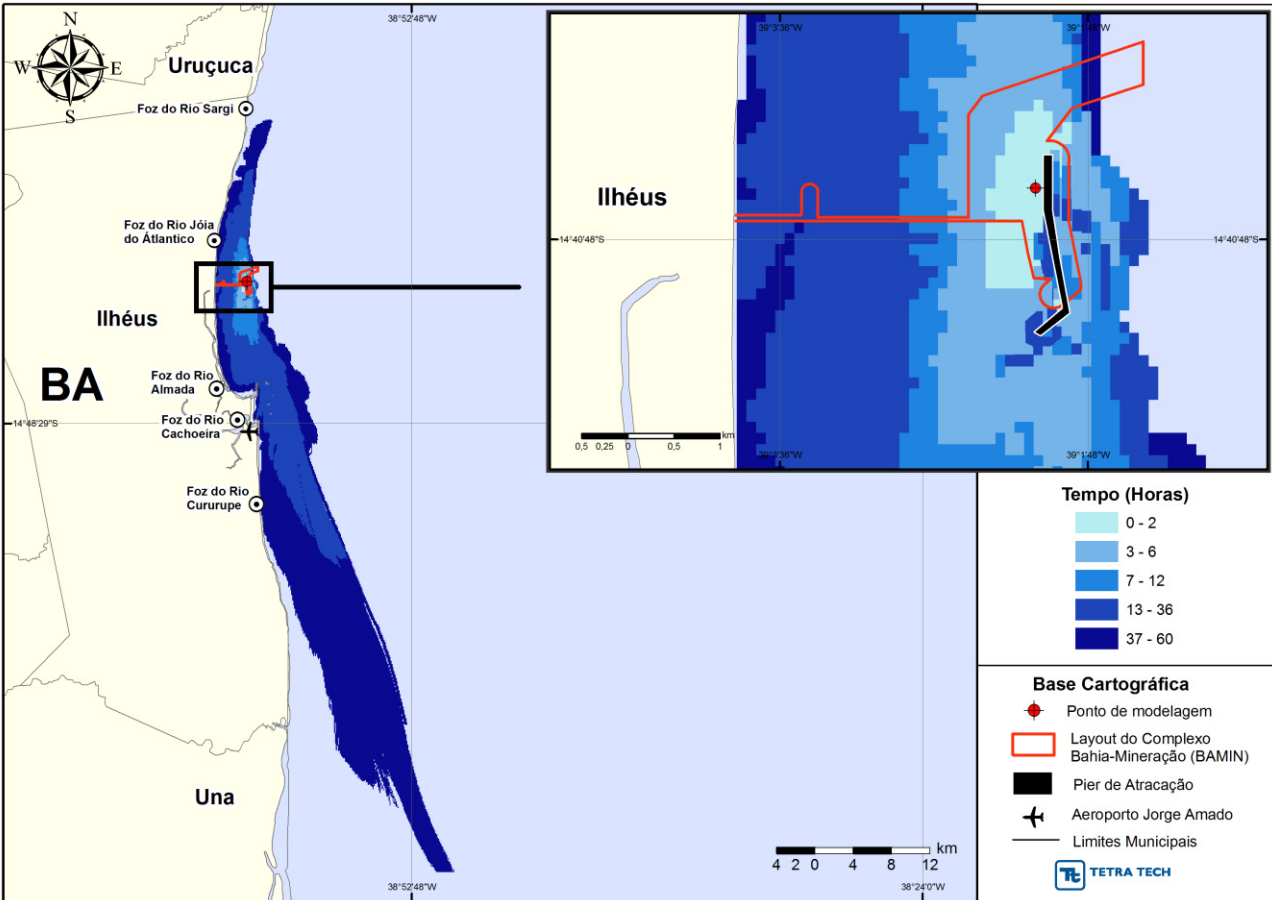


Figura 12 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

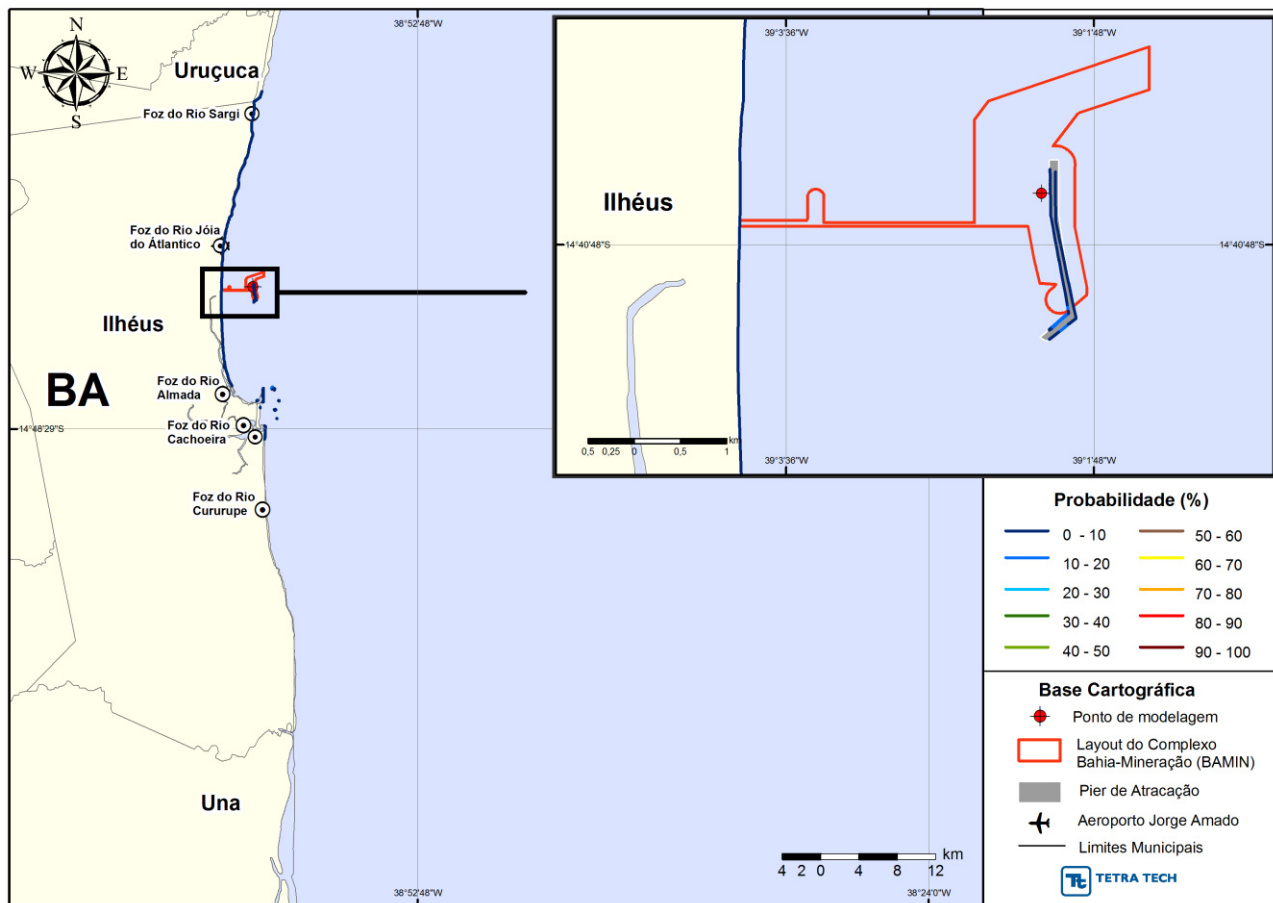


Figura 13 - Cenário P1_BUNKER_VER_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o verão no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

3.1.2. Simulações Probabilísticas de Inverno

A seguir, da Figura 14 a Figura 22 são apresentados os resultados das simulações probabilísticas para o período de inverno. Novamente pode-se observar correlação entre o volume derramado e a área superficial da mancha de probabilidade. A probabilidade de toque de óleo na costa não foi superior a 10% em todos os cenários de inverno.

Através dos resultados também se pode observar que os cenários de inverno apresentaram regiões de toque mais ao norte quando comparados aos de verão. Conforme explicado anteriormente, isto se deve à maior frequência de ocorrência e intensidade dos sistemas frontais durante o inverno. Todos os cenários de inverno apresentaram probabilidade de toque nos Municípios de Ilhéus e Uruçuca (BA).

Da Figura 14 a Figura 16 são apresentados os resultados da simulação com derrame de 8 m³. Observa-se que o toque de óleo mais ao norte ocorreu bem na divisa dos municípios de Ilhéus e Uruçuca. O toque mais ao sul ficou próximo à região da foz do Rio Cachoeira.

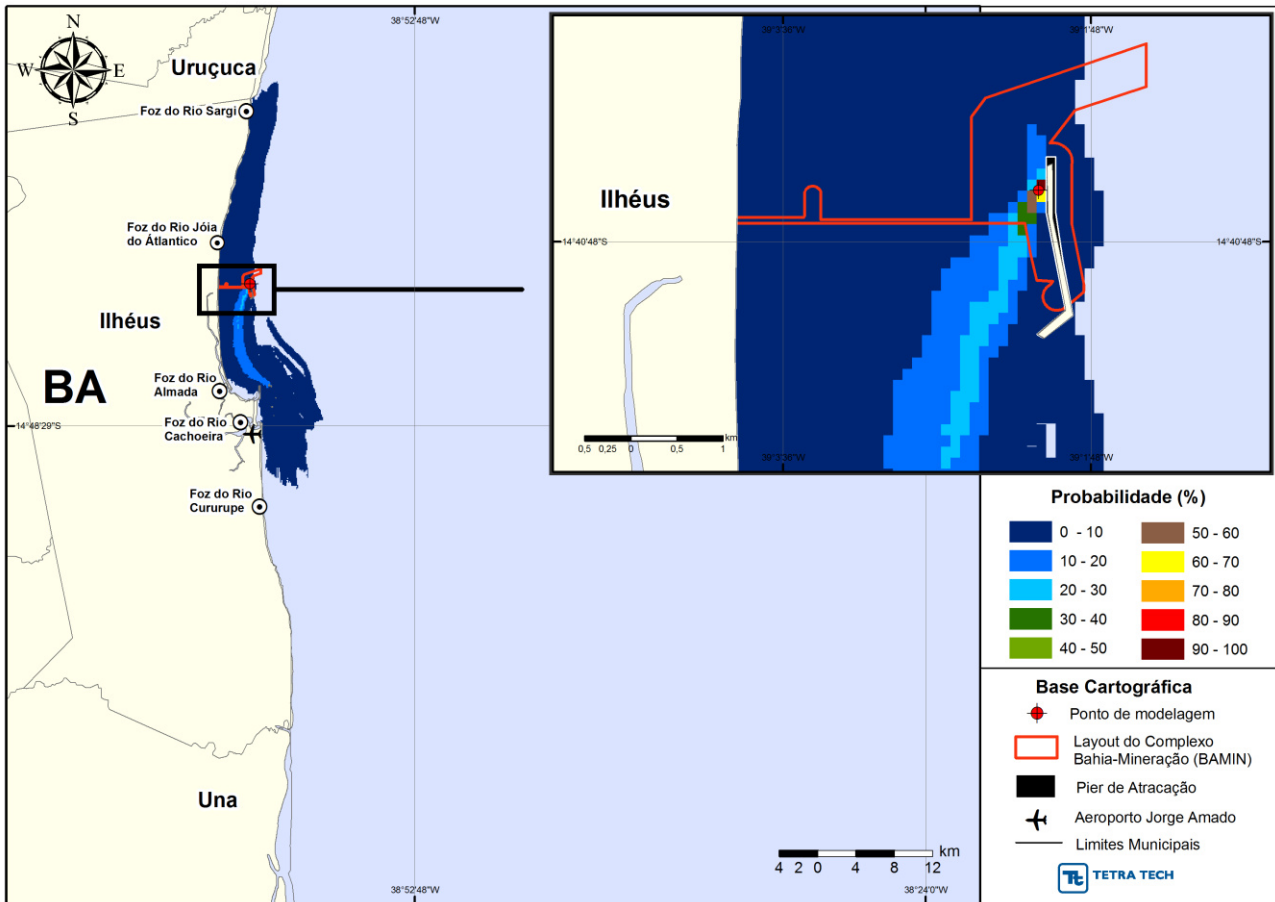


Figura 14 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

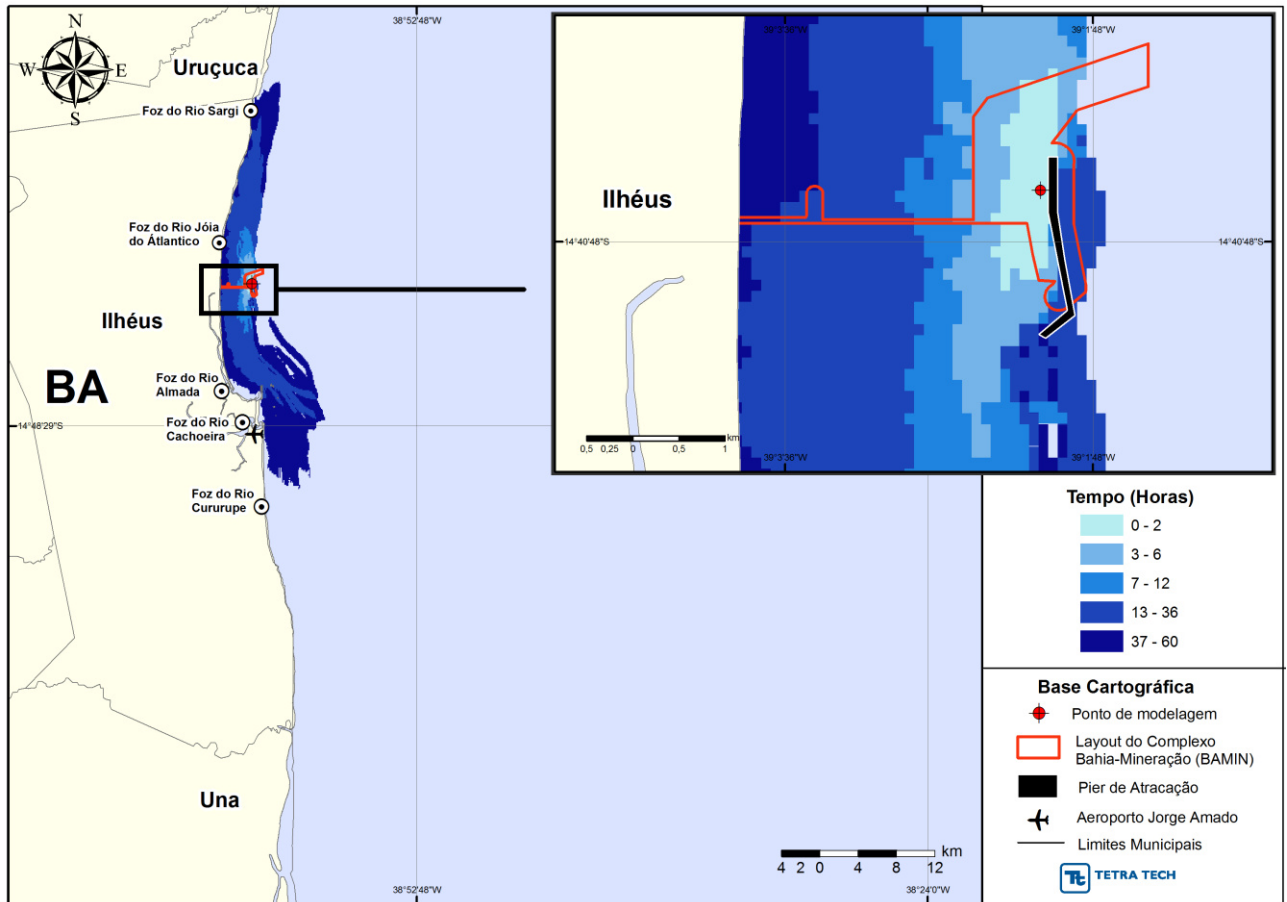


Figura 15 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

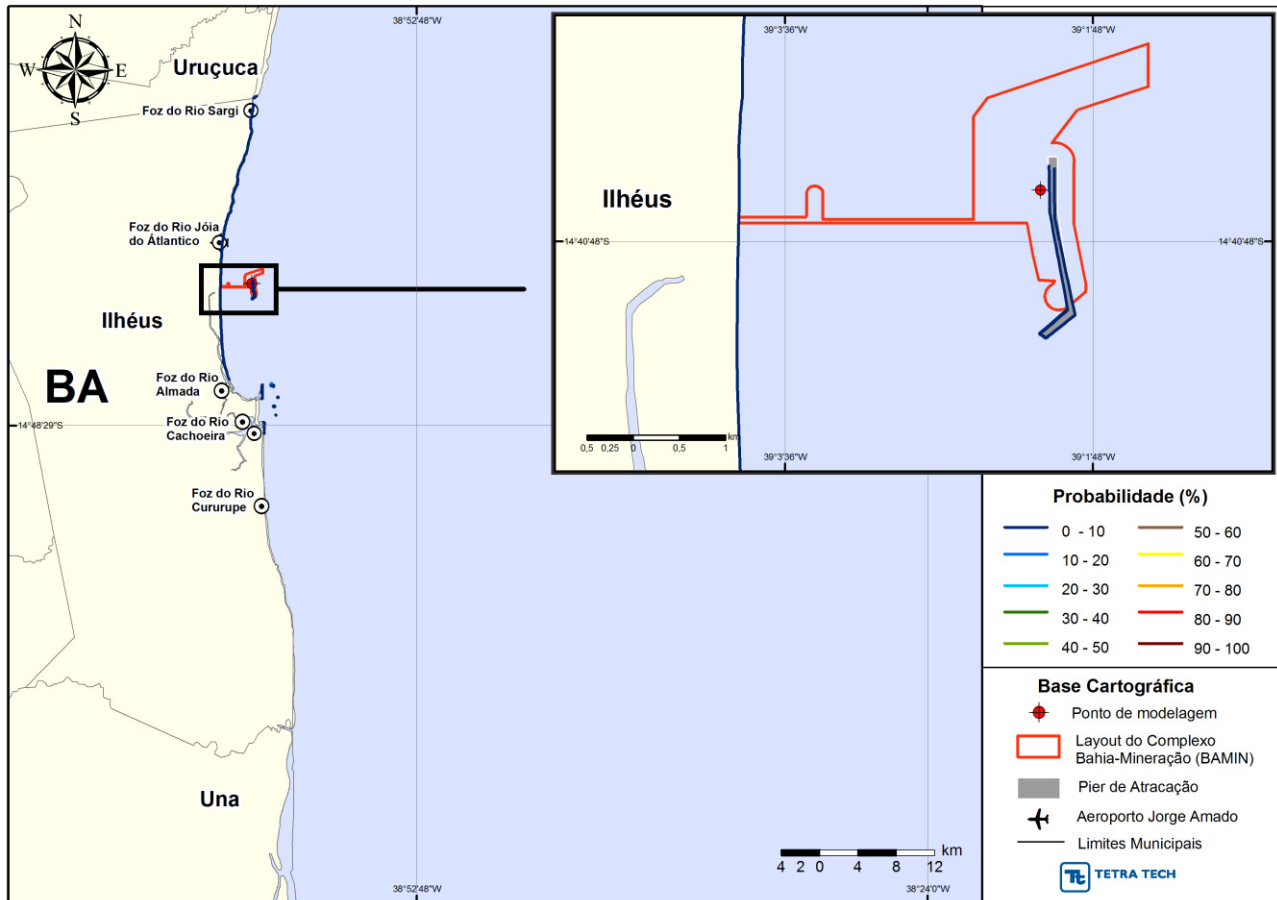


Figura 16 - Cenário P1_BUNKER_INV_8: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 8 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura 17 a Figura 19 são apresentado os resultados da simulação com derrame de 200 m³. Similar ao padrão identificado nas simulações de verão, observa-se que, os pontos mais ao norte e sul com probabilidade de toque, são próximos ao observado no cenário com derrame de 8 m³, porém, um pouco mais afastados do ponto de modelagem.

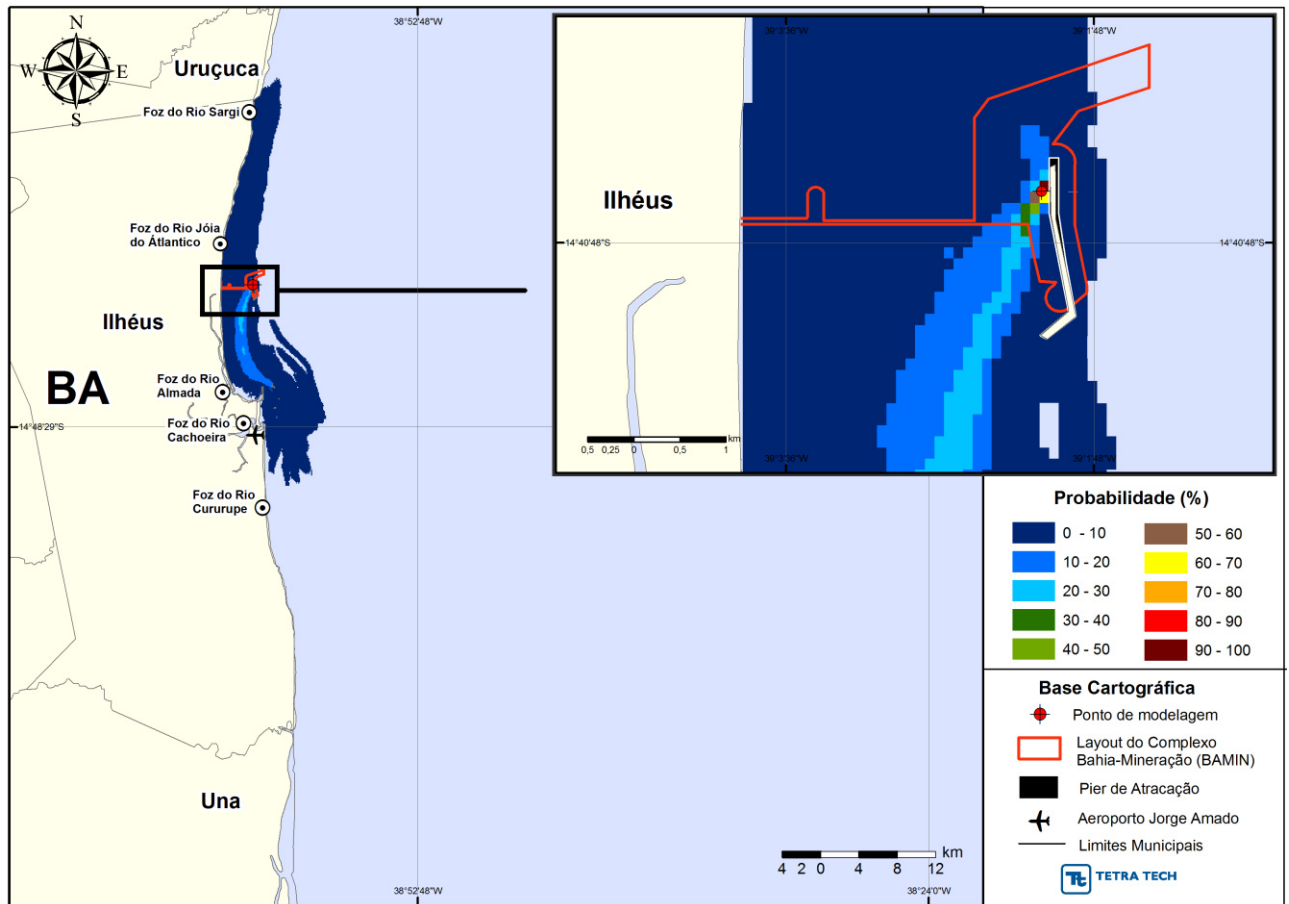


Figura 17 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

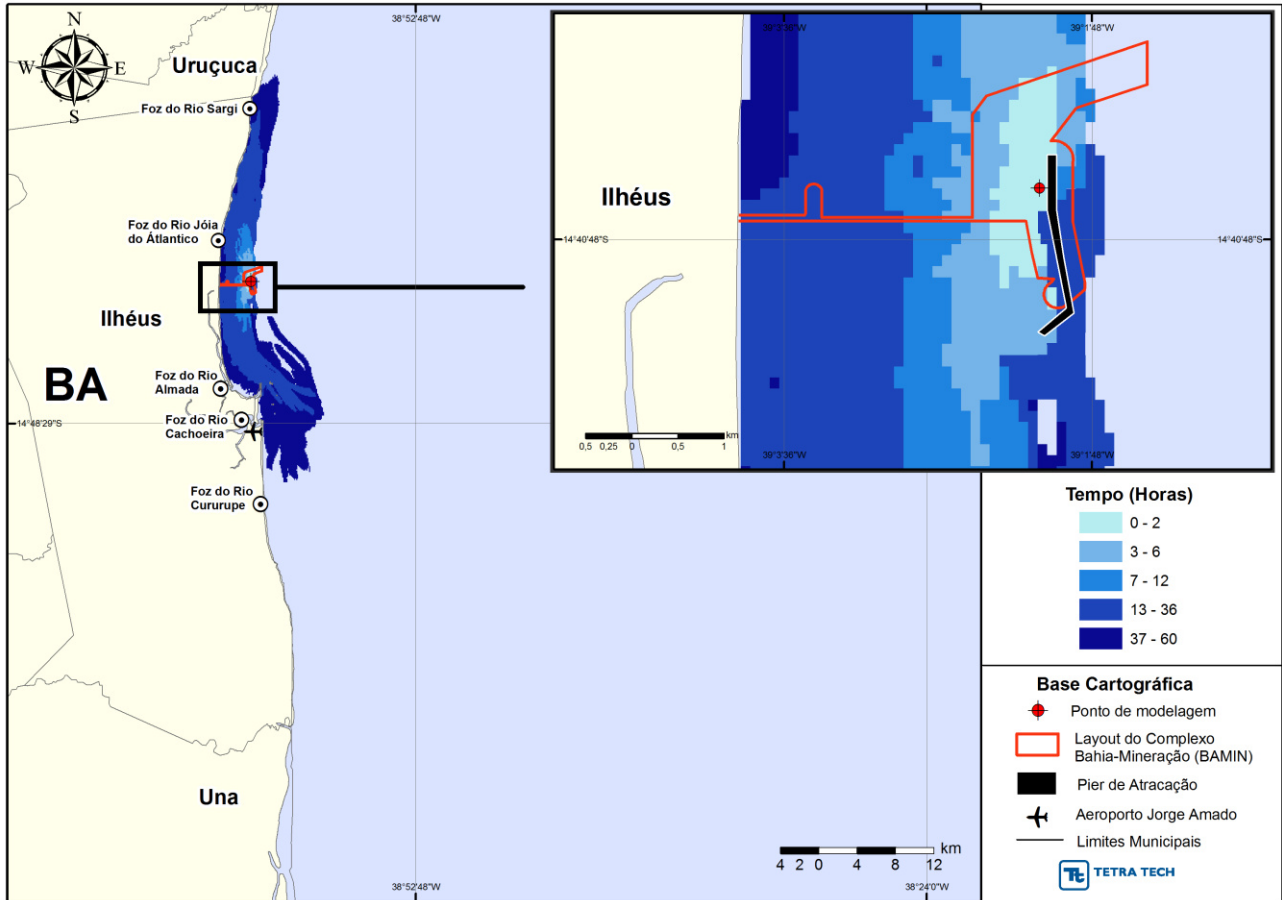


Figura 18 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

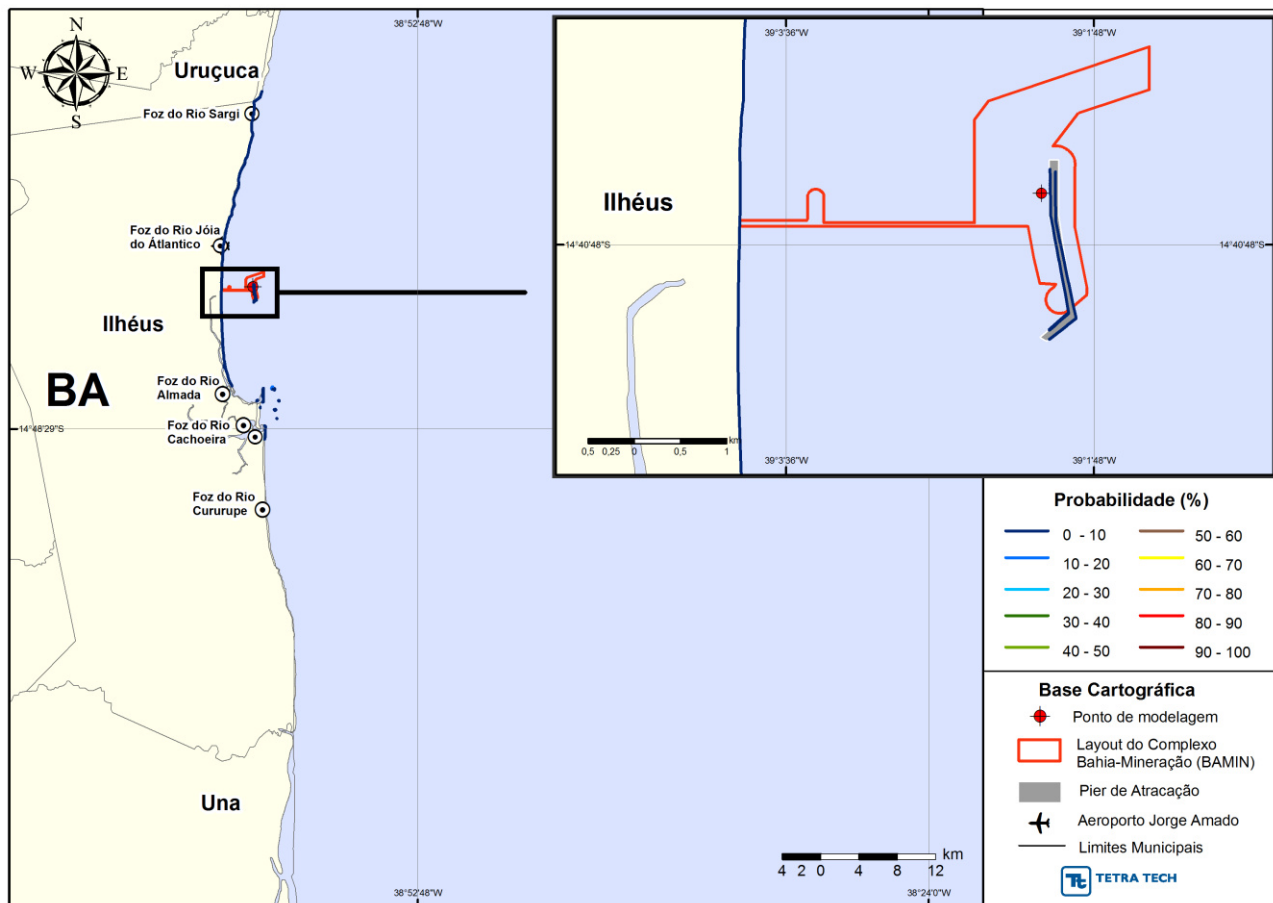


Figura 19 - Cenário P1_BUNKER_INV_200: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 200 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

Da Figura 20 a Figura 22 são apresentado os resultados da simulação com derrame de pior caso. Novamente observa-se que o resultado de pior caso apresenta uma maior área superficial, sendo que o toque do óleo na costa atinge regiões posteriores aos limites norte e sul identificados nos cenários de 8 m³ e 200 m³.

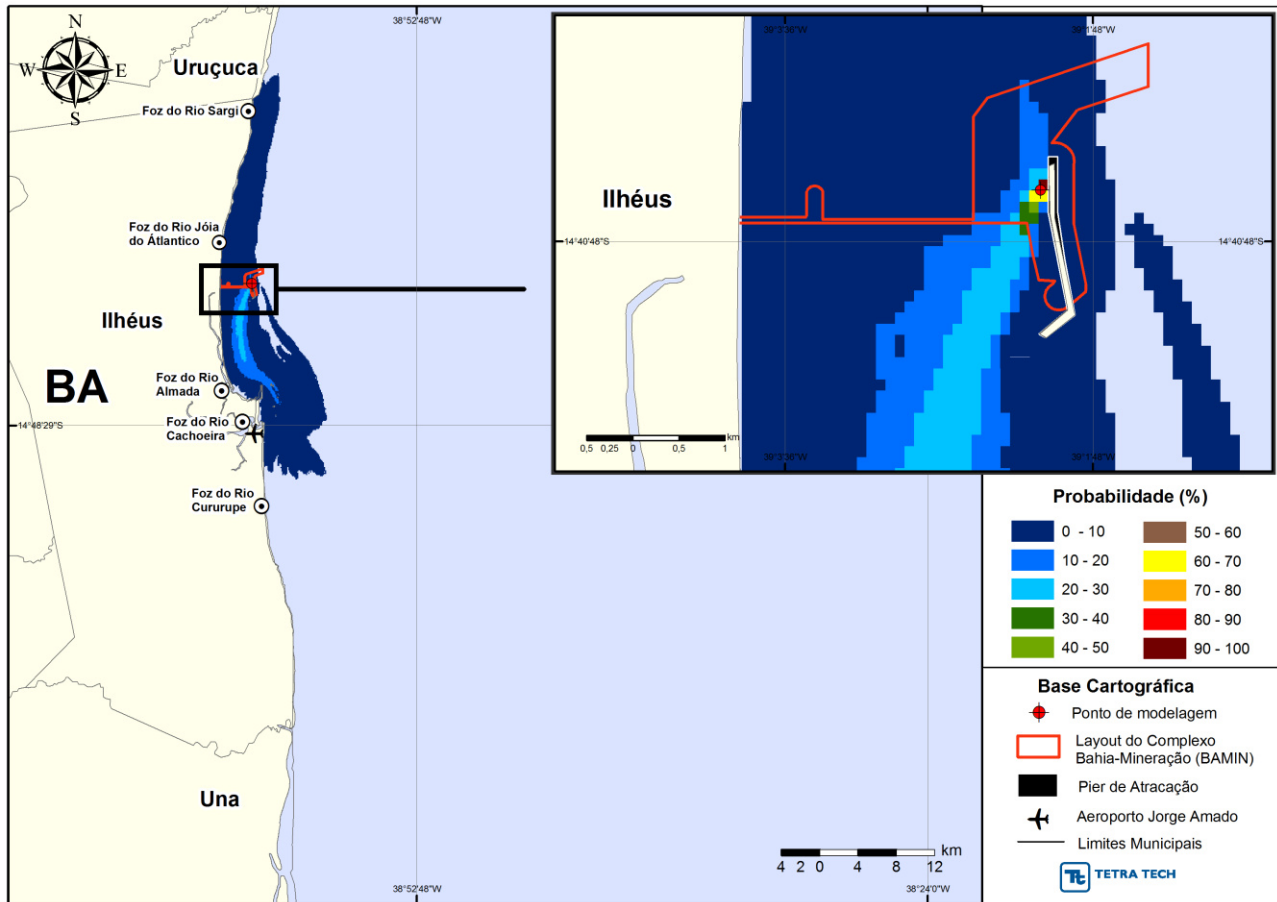


Figura 20 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Contornos de probabilidade de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

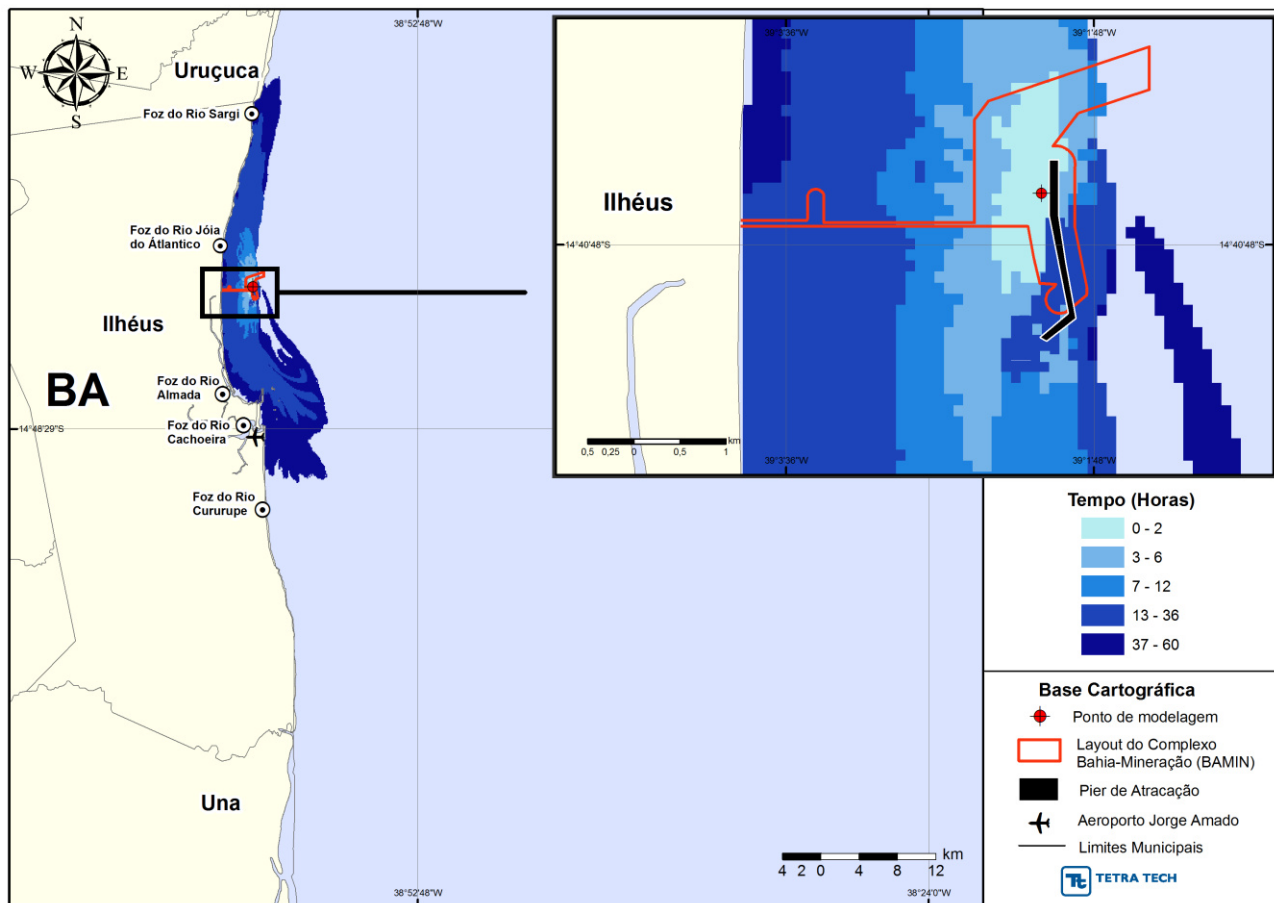


Figura 21 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Contornos de tempo de deslocamento de óleo BUNKER na água para um acidente ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

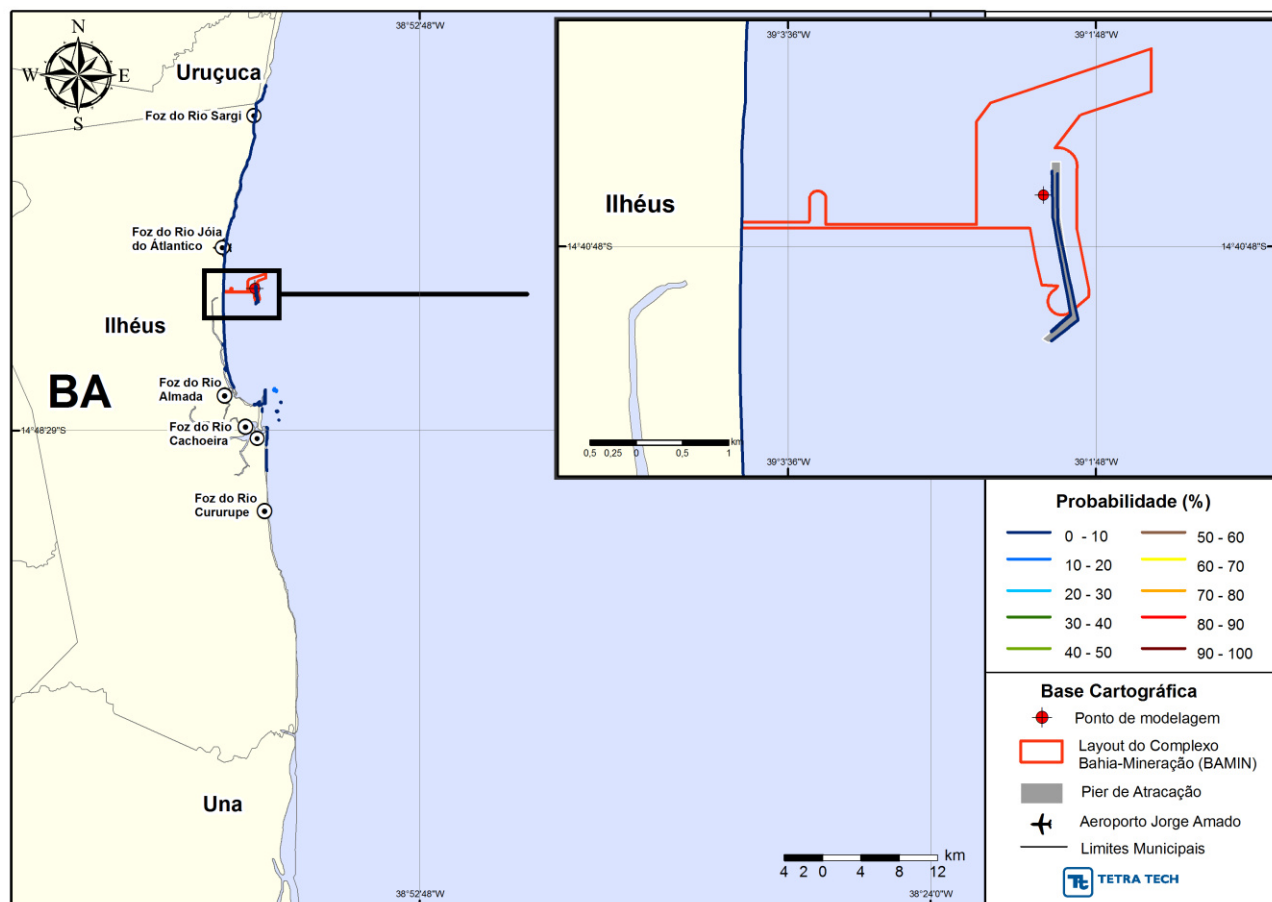


Figura 22 - Cenário P1_BUNKER_INV_PC: Probabilidades de toque de na costa para um acidente com óleo BUNKER ocorrendo durante o inverno no Porto Sul, com derrame de 4.113,25 m³ (instantâneo), após 60 horas de simulação.

3.2. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DETERMINÍSTICAS CRÍTICAS

A análise dos resultados das simulações probabilísticas permitiu identificar os cenários determinísticos críticos para os períodos de verão e de inverno, utilizando como critério a maior massa de óleo na costa. Desta forma, foram realizadas simulações de verão e de inverno com os vazamentos de 8 m³, 200 m³ e 4.113,25 m³ de óleo *bunker*. A duração do derrame foi instantânea e os cenários foram simulados por 60 horas.

Para a definição das datas de início de cada derrame determinístico foi utilizado um resultado interno da rodada probabilística do OSCAR. Este resultado disponibiliza as datas de todas as simulações que compuseram os resultados probabilísticos e algumas estatísticas das respectivas simulações, que, no caso do estudo em questão, utilizou-se

a maior massa de óleo na costa. Conforme poderá ser observar na Tabela 8, no período de verão, o modelo de óleo identificou diferentes datas que proporcionaram a maior massa de óleo na costa para cada hipótese acidental. Já no período de inverno a data foi a mesma para todas as hipóteses acidentais simuladas.

Vale ressaltar que todos os cenários probabilísticos associados a uma sazonalidade foram simulados com as mesmas datas de início de derrame. Porém, devido a diferenças nas trajetórias do óleo, correlacionadas ao volume de derrame, pode-se obter datas diferentes por volume de derrame para condições de criticidade idênticas (maior massa de óleo na costa).

A Tabela 8 apresenta a data de início dos cenários determinísticos críticos de verão e de inverno simulados e suas respectivas extensões de toque na costa e volumes de óleo na costa ao final da simulação. Observa-se que no inverno ocorreu o maior volume de óleo na costa (3.603,1 m³) e também a maior extensão de costa atingida pelo óleo (5.700 m), sendo ambos os resultados identificados no cenário de pior caso.

Tabela 8 - Resumo dos cenários determinísticos críticos simulados, com suas respectivas extensões de toque na costa.

CENARIOS	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	EXTENSÃO DE TOQUE NA COSTA (m)	VOLUME FINAL DE ÓLEO NA COSTA (m ³)
DET_P1_BUNKER_VER_8	01/08/2009 – 14:00 h	393,0	7,5
DET_P1_BUNKER_VER_200	12/01/2009 – 21:00h	3.524,0	194,0
DET_P1_BUNKER_VER_PC	12/01/2009 – 04:00 h	2.100,0	1.673,1
DET_P1_BUNKER_INV_8	01/08/2009 – 14:00 h	1.197,0	7,5
DET_P1_BUNKER_INV_200	01/08/2009 – 14:00 h	2.394,0	192,4
DET_P1_BUNKER_INV_PC	01/08/2009 – 14:00 h	5.700,0	3.603,21

A apresentação dos resultados seguiu o mesmo padrão adotado nas simulações probabilísticas, dividindo os resultados conforme a sazonalidade. Os resultados determinísticos críticos de cada cenário são apresentados em duas figuras. A primeira apresentam os resultados das simulações determinística críticas. Nestas, observa-se a evolução temporal das manchas de óleo dos cenários acidentais para os períodos de 2, 6, 12, 36 e 60 horas após o início do derrame. A segunda figura apresenta-se gráficos com o balanço de massa (óleo na superfície, na coluna d'água, na linha de costa e evaporado); tais gráficos demonstram que, em ambos os períodos simulados, o principal

processo que atua na redução da massa de óleo na água é a interação com a linha de costa.

Salienta-se que as ilustrações de contorno de tempo se referem ao cenário crítico (maior massa na costa) e, portanto, não apresentam o menor tempo de deslocamento do óleo, e sim o tempo necessário para a ocorrência da maior massa de óleo na costa.

3.2.1. Simulações Determinística Crítica de Verão

A seguir, da Figura 23 a Figura 28 são apresentados os resultados das simulações determinísticas para o período de verão. Observa-se que as manchas apresentam diferentes trajetórias, uma vez que cada cenário foi simulado para uma data específica.

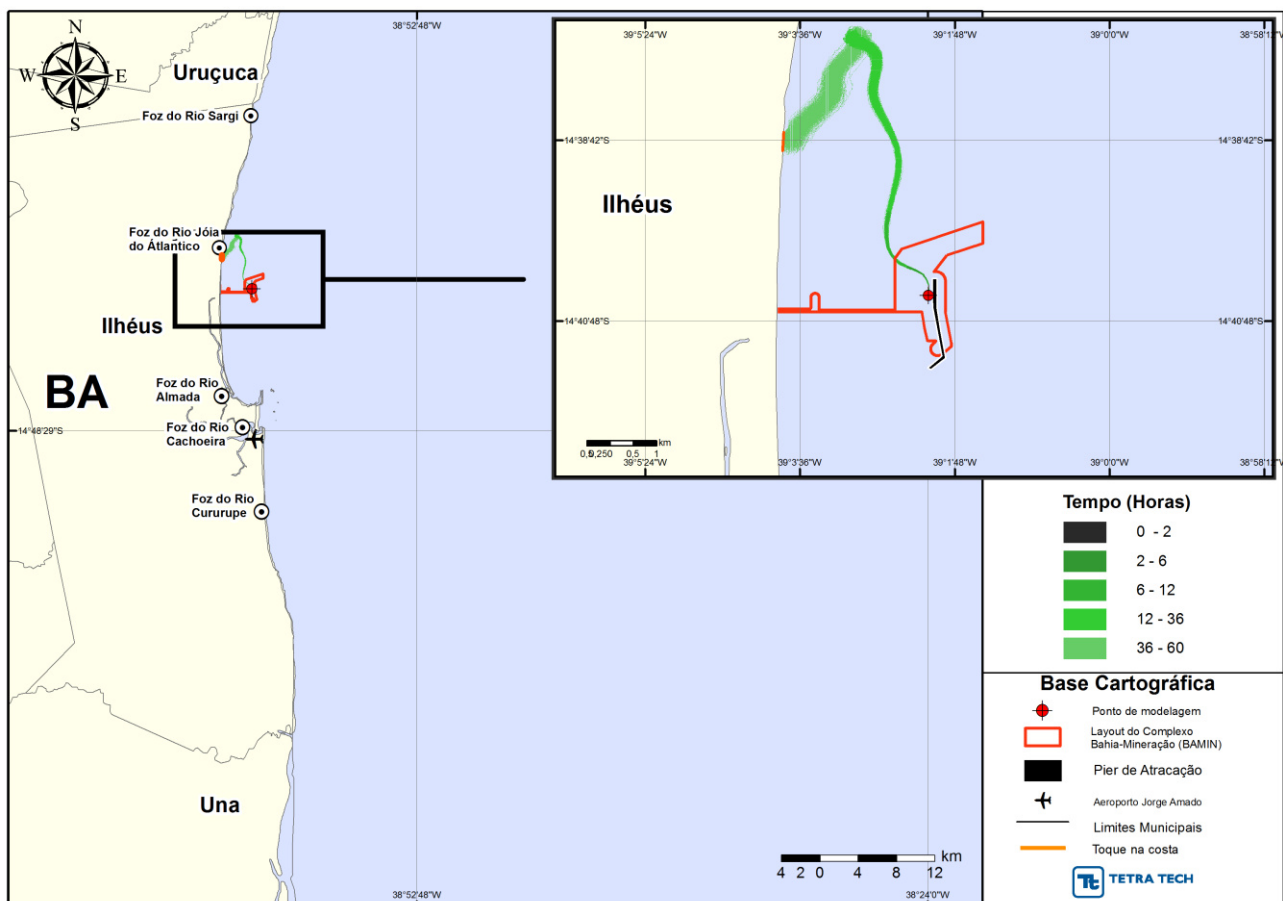


Figura 23 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_8: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 8 m³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.

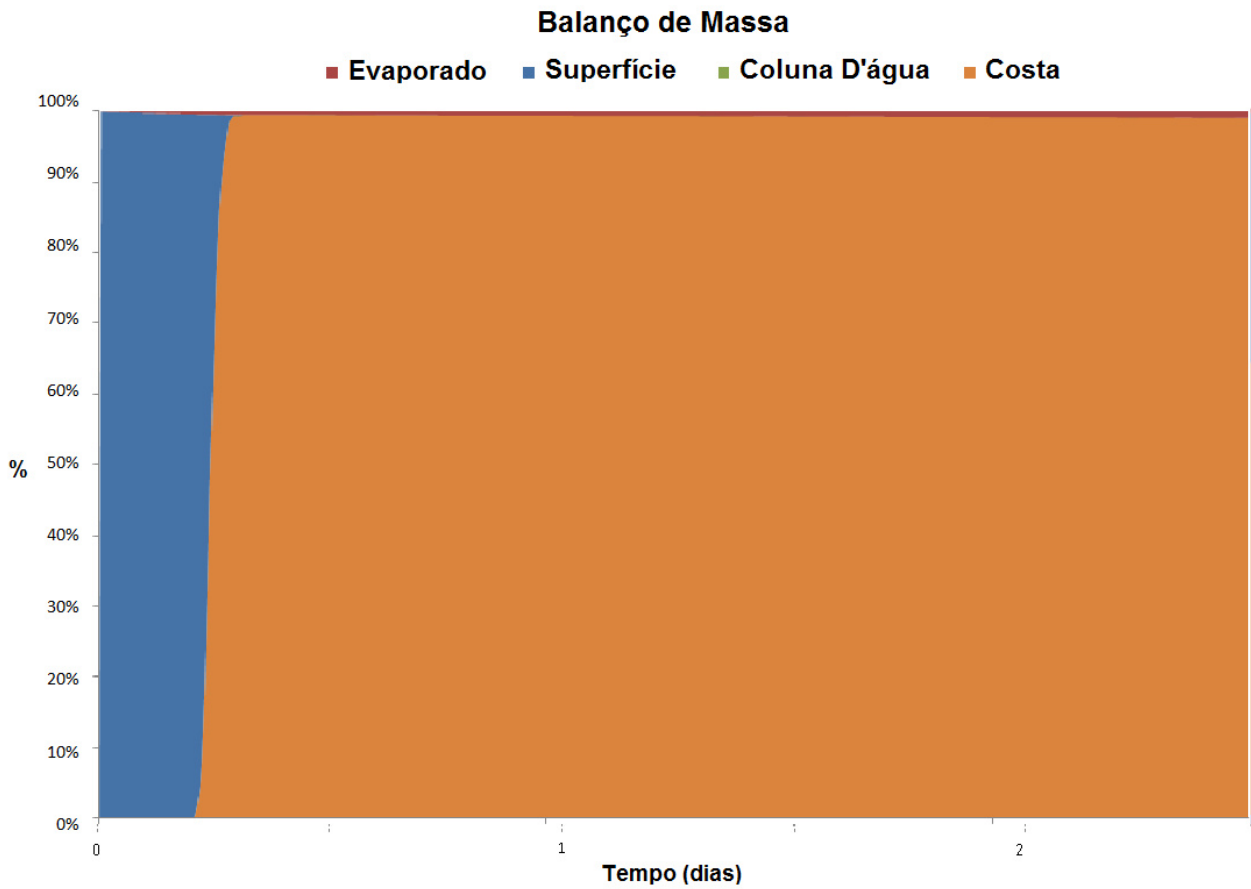


Figura 24 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 8 m³ durante o verão.

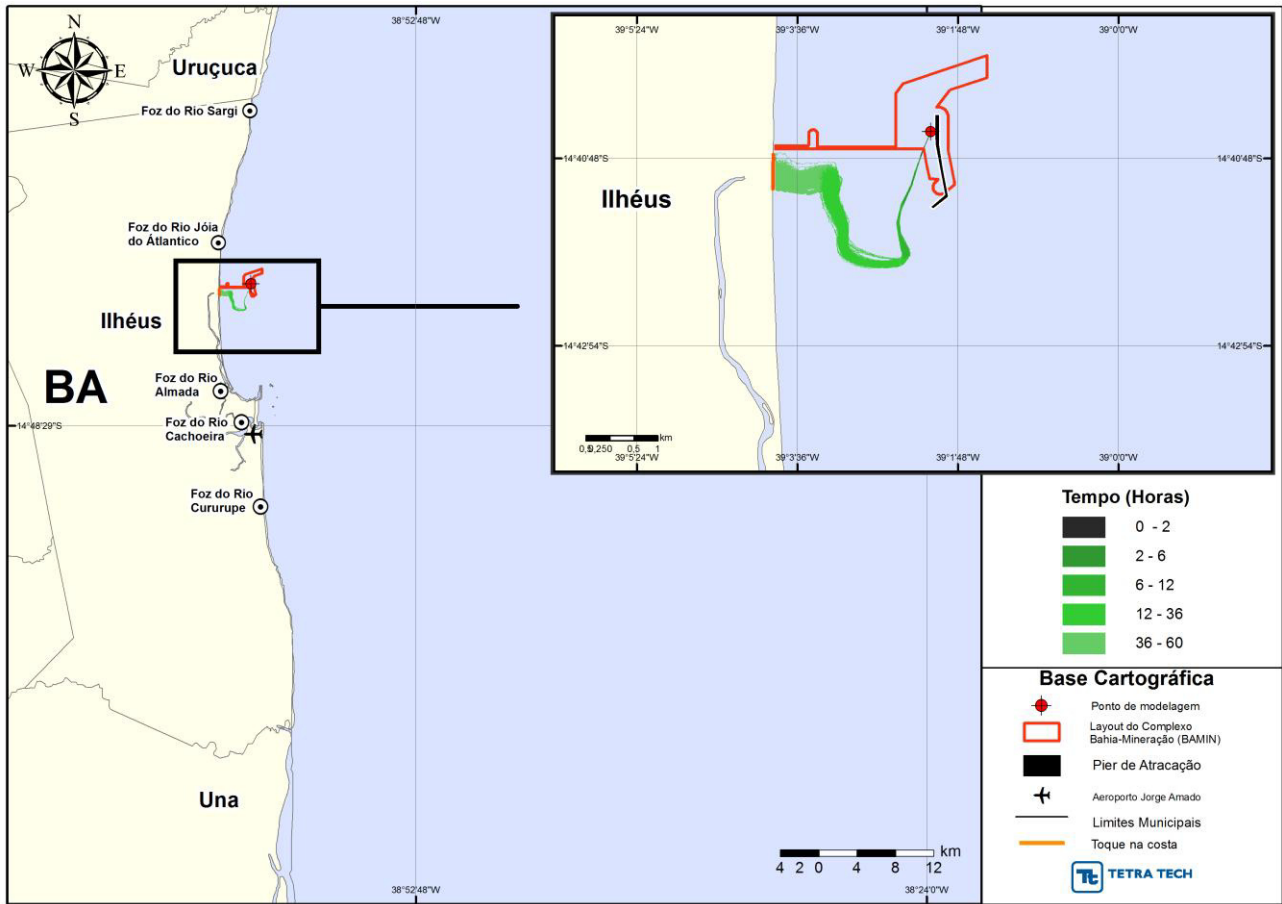


Figura 25 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_200: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 200 m³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.

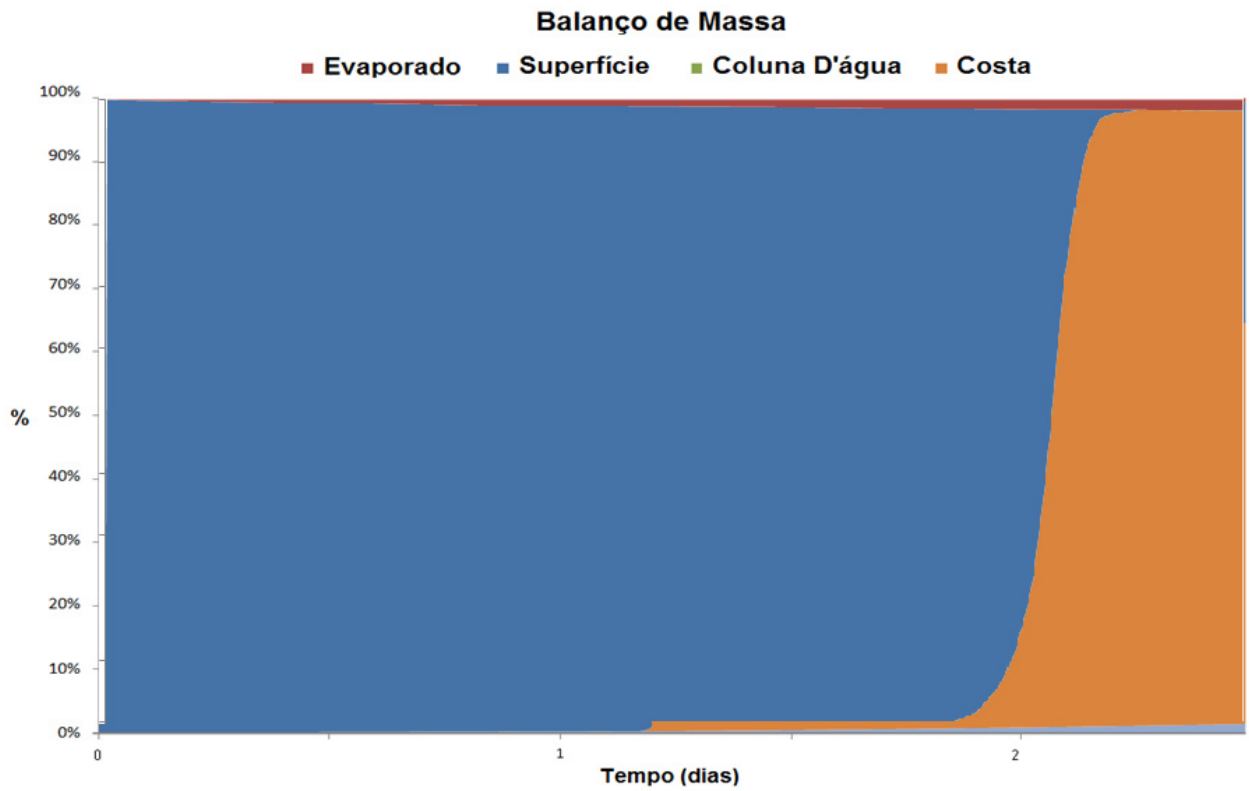


Figura 26 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 200 m³ durante o verão.

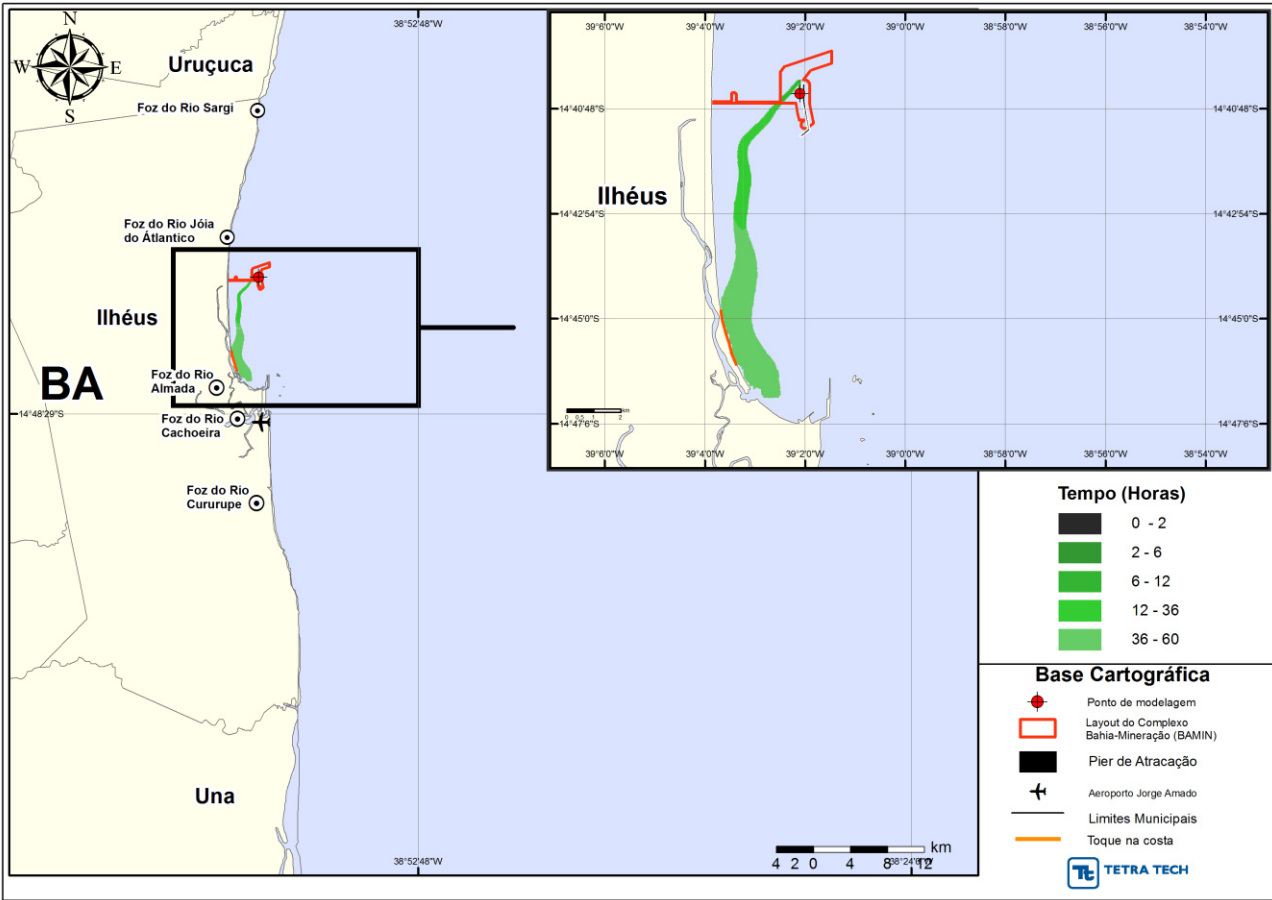


Figura 27 - Cenário DET_P1_BUNKER_VER_PC: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 4.113,25 m³ com óleo BUNKER, verão, até 60 horas após o início da simulação.



Figura 28 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 4.113,25 m³ durante o verão.

3.2.2. Simulações Determinística Crítica de Inverno

A seguir, da Figura 29 a Figura 34 são apresentados os resultados das simulações determinísticas para o período de inverno. Diferentemente do descrito para os cenários determinísticos de verão, nas simulações de inverno, todos os cenários determinísticos críticos forma identificados para uma mesma data. Desta forma, pode-se visualizar que as trajetória são similares, sendo que os domínios de toque aumentam conforme o aumento do volume de derrame.

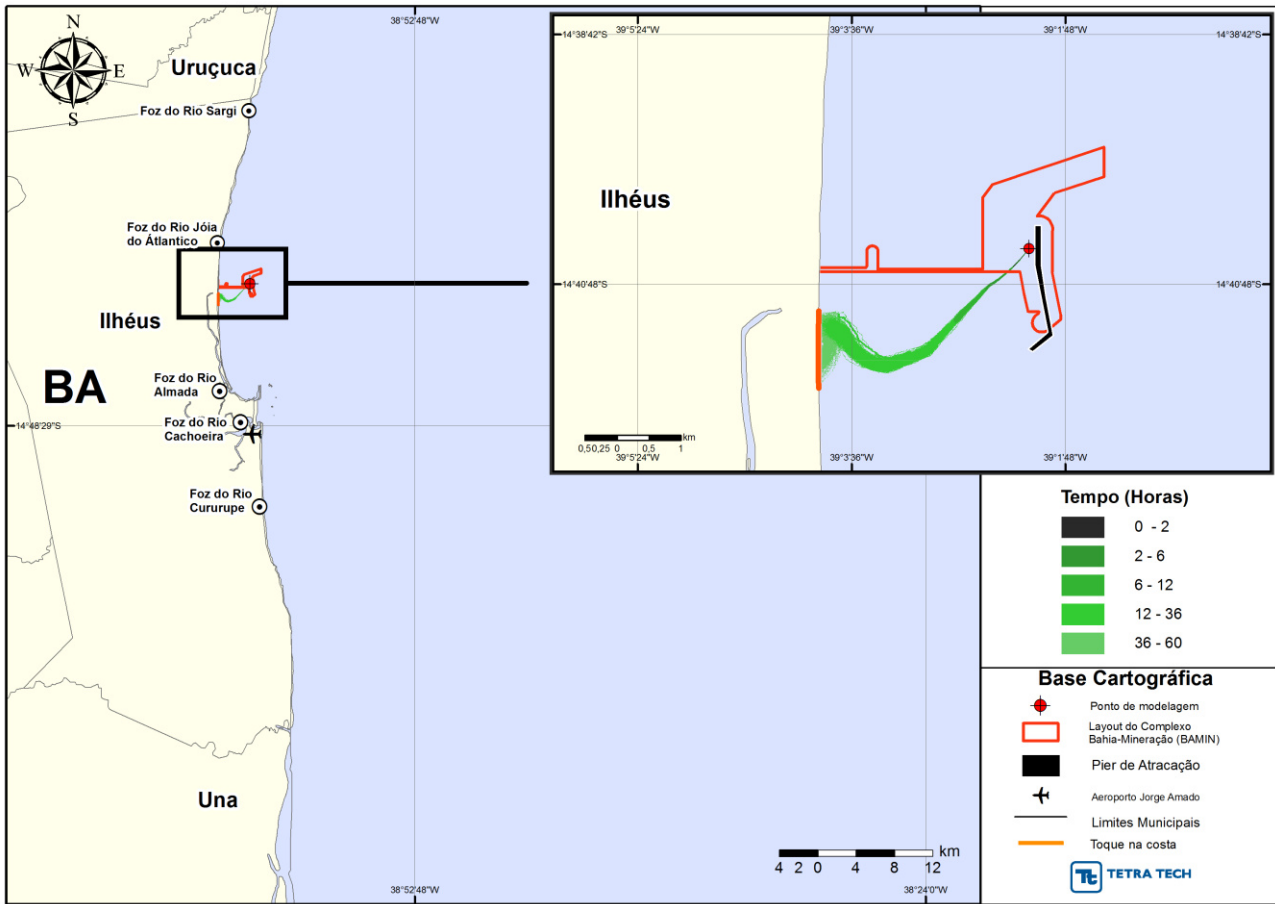


Figura 29 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_8: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 8 m³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.

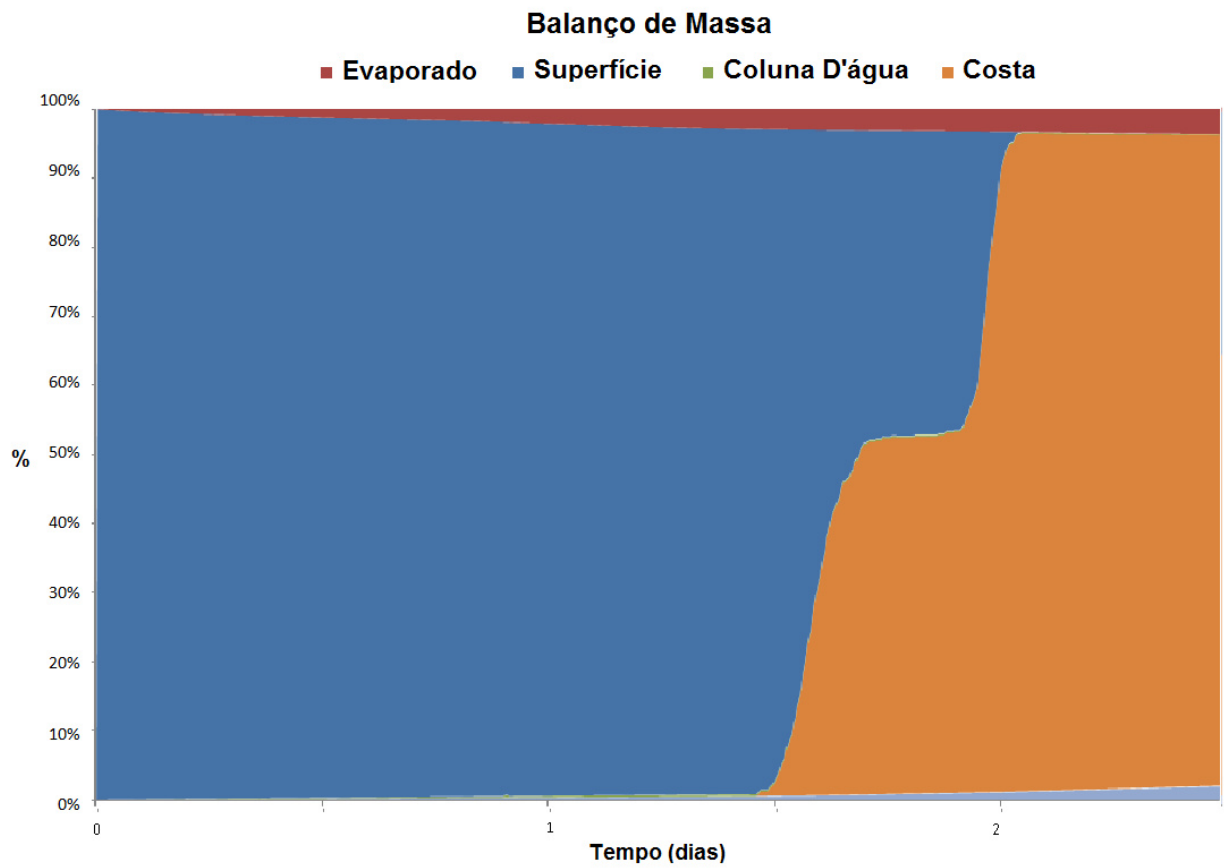


Figura 30 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 8 m³ durante o inverno.

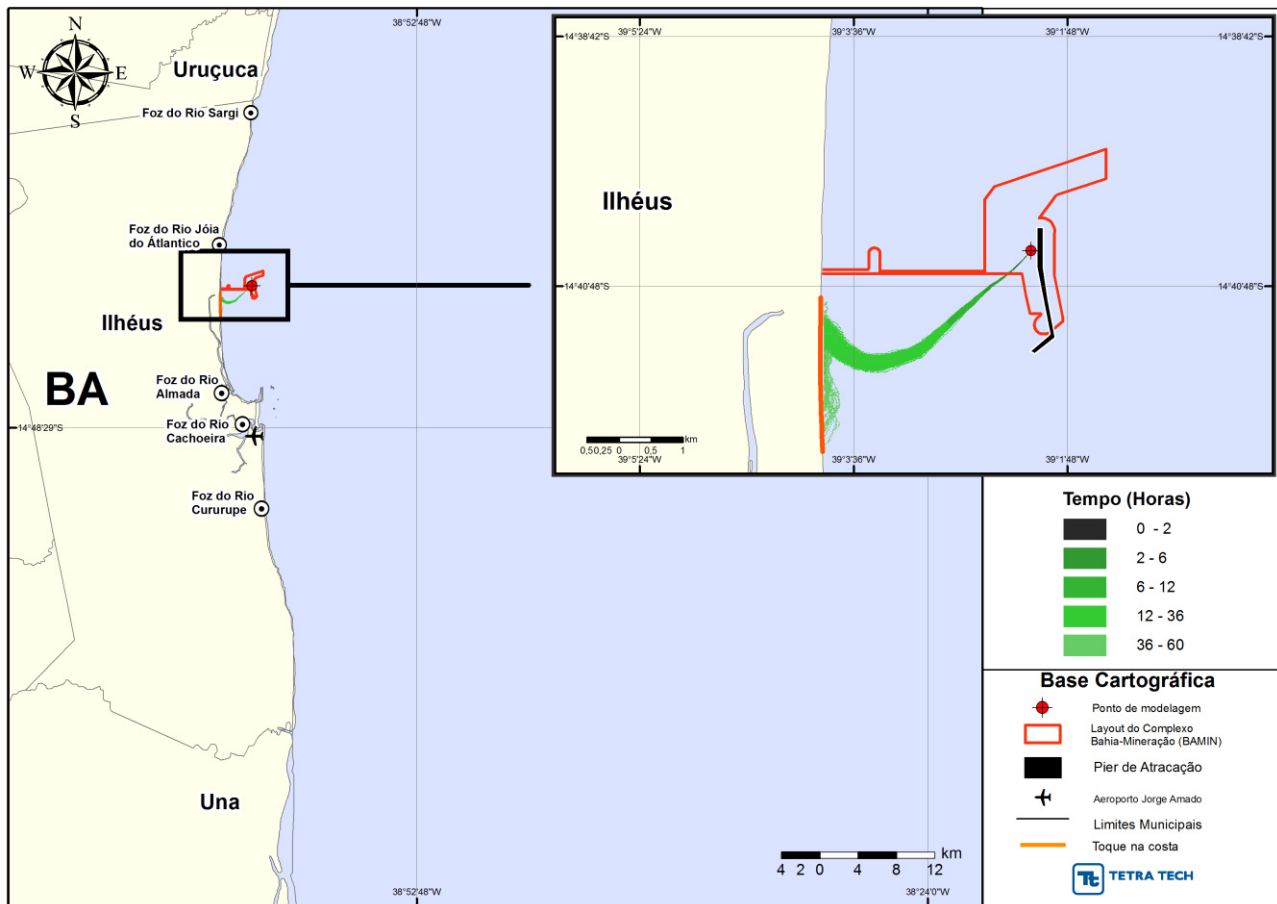


Figura 31 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_200: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 200 m³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.

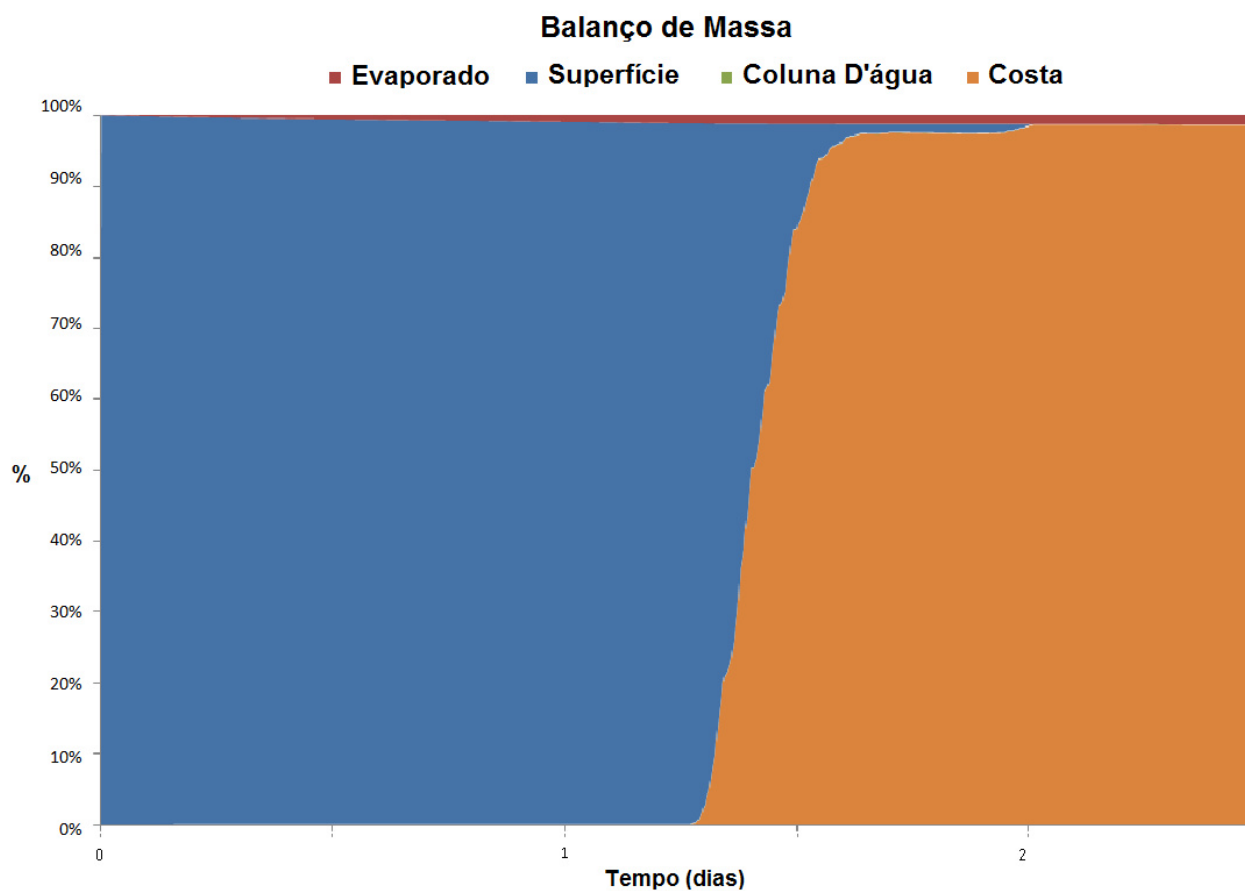


Figura 32 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 200 m³ durante o inverno.

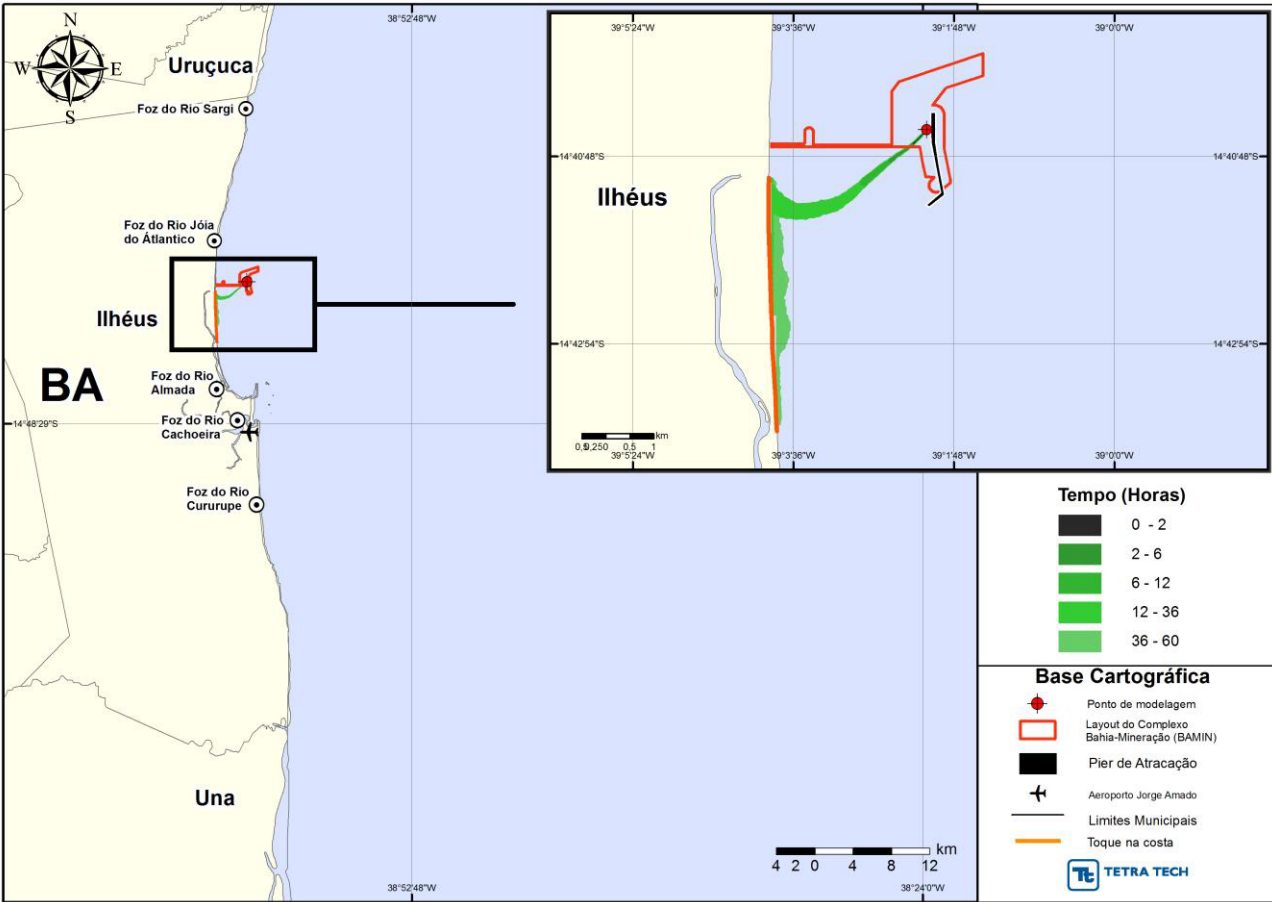


Figura 33 - Cenário DET_P1_BUNKER_INV_PC: Contornos da evolução temporal da mancha de óleo na água para um derrame de 4.113,25 m³ com óleo BUNKER, inverno, até 60 horas após o início da simulação.

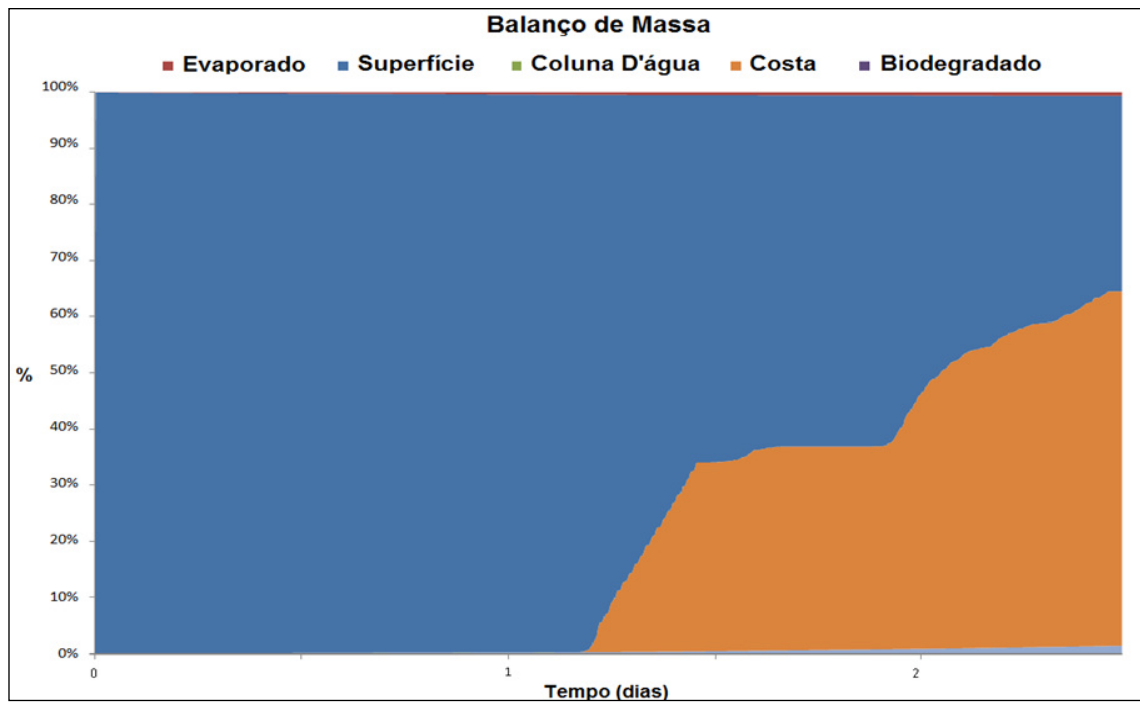


Figura 34 - Balanço de massa para o cenário determinístico crítico com derrame de óleo 4.113,25 m³ durante o inverno.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresenta os resultados das simulações numéricas da dispersão de óleo decorrente de potenciais acidentes no Porto Sul, localizado em Ilhéus (BA).

A modelagem foi conduzida através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OSCAR, desenvolvido pela SINTEF. A caracterização dos padrões de circulação da região foi obtida a partir de resultados do modelo numérico hidrodinâmico Delft3D da Deltares, através de seu módulo hidrodinâmico Delft3D-FLOW. Para a modelagem do transporte de óleo foram utilizados dados dos ventos extraídos de dados de reanálise dos modelos de circulação geral do CFSR

Para determinação dos intervalos de probabilidade de ocorrência do óleo na água e na costa, foram conduzidas simulações probabilísticas considerando duas condições sazonais (verão e inverno), um ponto de modelagem, um tipo produto (*bunker*) e três volumes de derrame (pequeno, médio e pior caso). A partir dos resultados dessas simulações probabilísticas foram selecionados os cenários determinísticos críticos para condições de verão e inverno, utilizando como critério a maior massa de óleo na costa.

As simulações foram conduzidas por 60 horas, ou seja, o tempo máximo preconizado pela Resolução do CONAMA nº 398/08 – Anexo III (BRASIL, 2008), para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência.

No geral, observa-se que, independentemente das condições sazonais, as maiores probabilidades ficaram confinadas próximas ao ponto de modelagem, deslocando-se preferencialmente na direção norte-sul. Esse comportamento pode ser associado ao regime hidrodinâmico de correntes na região, como observado nos dados medidos e nos resultados da modelagem hidrodinâmica.

Os resultados das simulações probabilísticas de verão mostraram maiores com probabilidade de ocorrência de óleo na água (413,4 km², referente ao cenário com derrame de pior caso). Os resultados de inverno mostraram as maiores extensões de costa com probabilidade de toque (49,31 km, referente ao cenário com derrame de pior caso).

Este padrão sazonal identificado nos resultados de óleo está relacionado à maior frequência e intensidade da passagem de sistemas frontais durante o inverno. Os eventos de frente fria propiciam a trajetória do óleo para norte, em direção à região litorânea da divisa municipal de Ilhéus e Uruçuca (BA). No verão, quando a ocorrência e intensidade dos sistemas frontais são menores, observa-se que a ocorrência de óleo mais ao sul, sendo que, após a região do Porto de Ilhéus, a trajetória do óleo tende a seguir paralela à linha de costa.

Com relação à probabilidade de toque de óleo na costa, no geral, as probabilidades não ultrapassaram 10%. Somente o cenário de inverno com derrame de pior caso apresentou toque na classe de 10% a 20%, sendo este localizado na estrutura portuária do empreendimento.

Ainda com relação ao toque, no verão a área atingida ficou restrita ao Município de Ilhéus e no inverno ocorreu probabilidade de toque em Ilhéus e Uruçuca.

Através dos cenários determinísticos observou-se que o cenário de pior caso de inverno apresentou o maior volume de óleo na costa (3.603,1 m³) e também a maior extensão de costa atingida pelo óleo (5.700 m).

Finalmente, vale ressaltar que, nas simulações apresentadas neste estudo, não foram consideradas quaisquer medidas de resposta ou controle para os potenciais acidentes simulados.

5. BIBLIOGRAFIA

- AAMO, O.M.; M. REED, P.S. DALING & O. JOHASEN, 1993.** A Laboratory-Based Weathering Model: PC Version for Coupling to Transport Models. Proceedings of the 1993 Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar, p. 617-626.
- AAMO, O.M.; M. REED & P.S. DALING, 1995.** Evaluation of environmental consequences and effectiveness of oil spills operations with a possible change in first line response at the Veslefrikk field. SINTEF Report n° 95.006, 1995 SINTEF Petroleum Research.
- AAMO, O.M.; K. DOWNING & M. REED, 1996.** Calibration, verification and sensitivity analysis of the IKU Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) model system. Technical Report 42.4048.00/01/96, IKU, Norwegian.
- BRASIL, 2008.** Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 12 jun. 2008.
- DALING, P.S. & P.J. BRANDVIK, 2001.** Weathering of oils at sea: comparisons between field data and model predictions. In: Brebbia, C.A. (Ed.). Oil Spill Modelling and Processes. Southampton: WIT Press. P. 91-106.
- DALING, P.S.; P.J. BRANDVIK, D. MACKAY & O. JOHASEN, 1990.** Characterization of Crude Oils for Environmental Purposes. *Oil and Chemical Pollution*, Vol. 7, p. 119-224.
- DOWNING, K. & M. REED, 1996.** Object-oriented migration modeling for biological impact assessment. *Ecological Modelling*, Vol. 93, p. 203-219.

REED, M.; O.M. AAMO & K. DOWNING, 1995. Calibration and testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System. Proceedings of 19th AMOP Seminar, Edmonton, Alberta, p. 689-726.

REED, M., O.M. AAMO, AND K. DOWNING, 1996. Calibration and Testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System. Proceedings of 19th AMOP Seminar, Edmonton, Alberta. p. 689 – 726.

SAHA S., et al. 2010. The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 91, p.1015–1057. DOI: 10.1175/2010BAMS3001.1.

TETRA TECH, 2014a. Modelagem Hidrodinâmica e Comparação entre Séries Temporais de Correntes no Porto Sul, Ilhéus (BA). Revisão 01 (15 de janeiro de 2014). 65pp+Anexo.

TETRA TECH, 2014b. Caracterização Ambiental e Comparação entre Séries Temporais de Correntes no Porto Sul, Ilhéus (BA). Revisão 02 (20 de janeiro de 2014). 106pp.

ANEXO A – DESCRIÇÃO DO MODELO OSCAR

O modelo OSCAR (*Oil Spill Contingency and Response*) foi utilizado no estudo de modelagem de derrame de óleo no Porto Sul, Ilhéus (BA). Este modelo foi desenvolvido pela SINTEF⁷ com a finalidade de dar suporte a Planos de Contingência e respaldo a tomada de decisões em casos de derrames de petróleo. As aplicações do OSCAR incluem:

- Estabelecimento de objetivos e critérios quantitativos para fins de regulação e gestão,
- Planos de contingência e treinamentos à derrames de óleo,
- Suporte a ações de resposta à derrames de óleo,
- Avaliação de alternativas de estratégias e logísticas de resposta à derrames de óleo,
- Risco Ambiental e avaliação de Impacto Ambiental,
- Avaliação Ambiental para o uso de dispersantes,
- Análise de custo-benefício e otimização para a compra e disposição de equipamentos,
- Avaliar alternativas de estratégias de resposta procurando aquela que trará menores impactos no ambiente (*Net Environmental Benefit Analysis - NEBA*).

Estas aplicações foram desenvolvidas para atendimento das necessidades da indústria do petróleo, com aplicações já em curso para instalações *offshore*, transporte petroleiro internacional, terminais e refinarias costeiras.

Os componentes principais do sistema são: um modelo de intemperismo do óleo da SINTEF (AAMO *et al.*, 1993; DALING *et al.*, 1990), um modelo tridimensional do destino químico e trajetória do óleo (REED *et al.*, 1995), um modelo de combate ao derramamento de óleo (AAMO *et al.*, 1995, 1996), e modelos de exposição a peixes, ictioplâncton, pássaros e mamíferos marinhos (DOWNING & REED, 1996). No presente estudo foi utilizado o modelo de intemperismo do óleo através de cenários probabilísticos e determinísticos.

⁷ *Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning*: Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial (<http://www.sintef.no>)

Pág.	Modelagem de Derrame de Óleo no Porto Sul, Ilhéus (BA)	
A-2 / 15		

O modelo de intemperismo do óleo e o modelo tridimensional de destino químico consideram o seu fracionamento e calculam a distribuição do poluente na superfície da água, ao longo da linha de costa, na coluna d'água e nos sedimentos. São empregados algoritmos de advecção, espalhamento, emulsificação, volatilização, dispersão, dissolução, adsorção e entranhamento.


O modelo de combate ao derramamento de óleo permite a simulação de cenários probabilísticos e determinísticos com uso de barreiras de contenção, recolhedores de óleo e dispersante químico. Existe, também, um modelo biológico de exposição a peixes, ictioplâncton, pássaros e mamíferos marinhos que mensura o impacto sobre cada grupo de organismos de acordo com a intensidade do derramamento.

Com a finalidade de representar bem o óleo e seus produtos de degradação, o OSCAR combina um grande número de componentes individuais do óleo, pseudocomponentes e metabólitos. Este tipo de abordagem permite que as taxas dos processos de intemperismo sejam calculadas para cada componente, já que, por exemplo, diferentes componentes apresentarão taxas de evaporação ou degradação diferenciadas.

Com relação às previsões de intemperismo empregadas no OSCAR, diversos testes em campo foram realizados para verificar sua confiabilidade, evitando-se resultados irreais (DALING & BRANDVIK, 2001).

O OSCAR já foi aplicado na análise de estratégias de resposta tanto para plataformas de petróleo *offshore* (AAMO *et al.*, 1995; REED *et al.*, 1995) quanto para terminais costeiros (REED *et al.*, 1996). O modelo utiliza partículas lagrangeanas e “pseudo lagrangeanas” para determinar o transporte, o comportamento e os efeitos dos poluentes através de cálculos de sua distribuição temporal na superfície da água, na coluna d'água, nos sedimentos e ao longo da costa.

O OSCAR emprega algoritmos de espalhamento superficial, advecção, entranhamento, emulsificação e evaporação para determinar o transporte e destino dos compostos. Os contaminantes no fundo são misturados no sedimento, e podem voltar à fase dissolvida na coluna d'água, enquanto que os próximos à superfície podem evaporar para a atmosfera. Na coluna d'água os poluentes sofrem uma turbulência horizontal, relacionada à idade das partículas, e uma turbulência vertical, que é função da profundidade local e da velocidade dos ventos. Além disto, o particionamento entre o

Revisão 01 02/2014	Tt 13-062	_____	
		Técnico Responsável	

dissolvido e adsorvido ao material particulado é calculado com base na teoria de equilíbrio linear. Já a degradação na água e nos sedimentos é representada como um processo de decaimento de primeira ordem.

Para o óleo proveniente de derramamentos, processos como advecção, espalhamento, entranhamento e mistura vertical na coluna d'água não são diretamente dependentes da composição do óleo, embora exista uma tendência a estarem relacionados à macro características como viscosidade e densidade. Outros processos como evaporação, dissolução e degradação são diretamente dependentes da composição do óleo.

A interface de usuário do OSCAR permite a realização de cálculos estatísticos baseados nos resultados de conjuntos de cenários (simulações probabilísticas). Esta parte do sistema pode, por exemplo, ser utilizada para a avaliação de riscos relacionados com as instalações *offshore*. Ao variar o tempo de derrame para um cenário específico, o efeito da alteração das condições meteorológicas pode se incluído nas simulações, e uma impressão geral do efeito de um derrame hipotético é obtido. Pode-se, também, optar pela variação da taxa de descarte e a duração deste durante a execução das simulações probabilísticas.

A.1. FORMULAÇÃO DO MODELO OSCAR

A advecção é simulada a partir da superposição da velocidade média local e um componente randômico que representa a turbulência no meio ambiente. A velocidade media local, em geral, é a soma das componentes climatológicos, de maré, de vento e de onda (Stokes). O componente de turbulência é computado como:

$$w' = \sqrt{6K/\Delta t} \quad (1)$$

Onde,

K = coeficiente de dispersão estimado para direções verticais e horizontais.

O coeficiente de dispersão horizontal pode ser aproximado utilizando-se dados de difusão de traçadores, relatado por Okubo (1971,1974) e revisto por Bowden (1983).

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

Onde, para K em cm²/s e tempo t em segundos. Kullenberg (1982) cita que o valor máximo dos dados é de 106 cm/s, ou 100 m²/dia.

O coeficiente vertical de difusão turbulenta acima da picnoclina está relacionado às condições das ondas segundo Ichiye (1967):

$$K_z = (0,028H^2)/T \exp(-2kz) \quad (3)$$

Onde,

H = altura de onda;

T = período de onda;

K = número da onda;

Z = profundidade

Abaixo da profundidade da picnoclina, assume-se o valor de Kz é uma constante igual a 10-4m²/s (KULLENBERG, 1984). Na ausência de um picnoclina, a equação Ichiye é assumida para o domínio da superfície ao fundo.

O cálculo da velocidade vertical de gotículas de óleo ou de partículas que afundam é feito a partir da superposição da velocidade randômica turbulenta e da velocidade ascendente ou fixa. A velocidade vertical diferencial é computada a partir da media harmônica de dois extremos e o coeficiente de arraste é função do numero de Reynolds (JOHANSEN, 2000).

$$w_{rise} = 1/(w_1^{-1} + w_2^{-1}) \quad (4)$$

$$w_1 = (d^2g^2)/18v, \text{ para o numero de Reynolds } <1000 \quad (5)$$

$$w_2 = \sqrt{3d|g'|}, \text{ para o numero de Reynolds } >1000 \quad (6)$$

Onde,

$$g' = g(\rho_w - \rho_0)/\rho_w \quad (7)$$

g = aceleração gravitacional (m/s^2);

ρ_w = densidade da água (kg/m^3);

ρ_0 = densidade da gotícula ou do material da partícula (kg/m^3);

ν = viscosidade cinemática da água ($1,8 \times 10^{-6} m^2/s$)

O espalhamento do óleo na superfície do mar envolve a interação entre forças e processos como a gravidade, momento, e viscosidade. A equação unidimensional utilizada para representar o espalhamento transversal de um vazamento contínuo está apresentada na sequência.

$$\chi_{LE} = C_0(g\Delta\rho/(\rho_w^2))^{1/4} * m^{1/2}/(\rho_w\mu_w)^{1/8} * t^{3/8} \quad (8)$$

Onde,

χ_{LE} = largura da seção principal da mancha (m)

g = aceleração gravitacional (m/s^2);

$\Delta\rho$ = diferença de densidade entre água e óleo (kg/m^3)

ρ_w = densidade da água (kg/m^3);

μ_w = viscosidade da água (cP)

m = taxa de liberação da massa/corrente superficial (kg/m)

C_0 = constante de espalhamento.

Essa equação representa o regime de gravidade-viscosidade no processo de espalhamento, e leva em consideração apenas o espalhamento quiescente da porção mais espessa da mancha. O espalhamento turbulento rapidamente ultrapassa esse espalhamento quiescente em importância. O espalhamento turbulento ocorre como resultado de cisalhamentos horizontais e verticais no campo de velocidade em uma mancha de óleo, combinado com o entranhamento e ressuspensão das gotículas de óleo. Como esses processos também estão incluídos, o modelo é capaz de produzir manchas menos espessas com o passar do tempo.

No fenômeno da evaporação, a taxa de evaporação é controlada pela pressão de vapor de seus componentes individuais e suas frações em qualquer localização na superfície da mancha. A taxa de transferência de massa evaporativa é calculada de acordo com a prática de engenharia química:

$$dm_i/dt = K_e P_i A M_i F_i / RT \quad (9)$$

Onde,

m_i = massa associada com a i -ésimo componente de derramamento,

t = tempo (s);

K_e = coeficiente de transferência de massa evaporativa (m/s);

T = temperatura (°K)

P_i = pressão de vapor para o i -ésimo componente (atm)

A = área de superfície da mancha (m²)

M_i = componente de peso molecular i (grama/mol)

F_i = fração molar do componente i restante na mancha

R = constante do gás $8,206 \times 10^5$ atm-m³/mol-°K

O coeficiente de transferência de massa é dependente do vento e é calculado da seguinte forma:

$$K_e = C_d U(t) \quad (10)$$

Onde,

C_d = coeficiente de arrasto da relação ar/mar

$U(t)$ = velocidade do vento (m/s)

O coeficiente de arrasto C_d depende da velocidade do vento:

$$C_d = (U^*/U(t))^2, \text{ onde } U(t) > u_2, \quad (11)$$

O valor de U^* é:

$$CU(t), \text{ para } U(t) < u_1 \quad (12)$$

$$Cu_1 + (Du_2 + Cu_1) * (U(t) - u_1) / (u_2 - u_1), \text{ para } u_1 \leq U(t) \leq u_2 \quad (13)$$

$$DU(t), \text{ para } U(t) > u_2 \quad (14)$$

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

Com relação à dispersão natural, o modelo utilizado para a previsão de entranhamento do óleo é dada pela formulação empírica:

$$Q_{di} = C^* D^{0,57} S F d_i^{0,7} \Delta d \quad (15)$$

Onde,

Q_{di} = taxa de entranhamento por unidade de área de superfície das gotículas de óleo com o range de diâmetro entre $d_i - \Delta d$ e $d_i + \Delta d$ (kg/m^2s)

C^* = coeficiente de entranhamento derivado empiricamente,

D = enérgica de onda dissipada por unidade de área superficial (kg/s^2)

S = fração da superfície do mar coberta pelo óleo;

F = fração da superfície do mar coberta pela arrebenção de ondas por unidade de tempo ($1/s$)

D_i = diâmetro médio das partículas na classe de tamanho i (m)

Δd = intervalo de diâmetro da partícula (m)

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

$$C^* = 4450v - 0,4 \quad (16)$$

Onde,

v = viscosidade cinemática do óleo (m^2/s).

A energia dissipada da arrebenção da onda D é aproximada como:

$$D = 0,0034 \rho_w g H_b^2 \quad (17)$$

Onde,

ρ_w = densidade da água (kg/m^3);

g = aceleração gravitacional (m/s^2);

H_b = altura da onda no momento da arrebenção (m)

A fração F da superfície do mar coberta pela arrebenção das ondas por unidade de tempo é aproximada por:

$$F = 3 * 10^6 U(t)^{3,5} \quad (18)$$

Onde,

$U(t)$ = velocidade do vento (m/s).

O tamanho das gotículas é dado por:

$$d_0 = C_0 v^{0.34} / \sqrt{e} \quad (19)$$

Onde,

v = viscosidade cinemática;

e = taxa de dissipação da energia (escolhido como 1000 J/m³s)

C_0 = aproximadamente 500 para o tamanho mínimo das partículas e 3.400 para o tamanho máximo. As gotículas são divididas em intervalos de tamanho que vão do mínimo tamanho das partículas para o máximo.

Com relação à interação do óleo com o litoral, o processo é desenvolvido de uma maneira simplificada, a partir de um modelo complexo de derramamento de óleo na zona costeira desenvolvido por Reed (1989) e Reed & Gundlach (1989). Baseado nestes estudos estimaram as capacidades de retenção e as taxas de remoção. As capacidades de retenção refletem a declividade da costa e a permeabilidade, além de exposição ao vento e às ondas.

Quando a superfície na mancha encontra a costa, o volume máximo do óleo, V_{max} (m³), que pode ser depositada é calculada como:

$$V_{max} = \delta_i L W_i \quad (21)$$

Onde,

δ_i = capacidade de retenção máxima para a costa tipo i (m);

W_i = largura de deposição para a costa de tipo i (m);

L = comprimento do segmento de costa (m);

O modelo usa a distancia diagonal da célula como uma estimativa do L . Se o segmento de costa encontra-se com sua capacidade máxima de retenção, a mancha continua a ser transportada pelo vento e pela corrente.

A quantidade de óleo removida do segmento de costa i durante um intervalo de tempo Δt é:

$$\Delta m = m_i (1 - \exp[-r_i \Delta t]) \quad (22)$$

Onde,

m_i = massa de óleo no segmento i no início do intervalo de tempo;

r_i = taxa de remoção apropriada para o tipo de costa.

A dissolução, assim como a evaporação, depende da fração molecular de cada componente na gotícula ou superfície da mancha. Adicionalmente a concentração no ambiente se torna importante:

$$dm_i/dt = K_d A (F_i S_i - C_i) \quad (23)$$

Onde,

K_d = coeficiente de dissolução da transferência de massa (m/s);

A = Área da superfície para uma gotícula ou uma superfície da mancha (m²);

F_i = fração molar do componente i remanescente da mancha ou da gotícula;

S_i = solubilidade do i -ésimo componente (g/m³; ppm)

C_i = concentração do ambiente para o i -ésimo componente (g/m³).

Para a superfície da mancha, o coeficiente de transferência de massa K_d é calculada como (THIBODEAUX, 1979):

$$K_d = Sh_i D_i / L \quad (24)$$

Para manchas, na superfície a correlação para o número de Sherwood usada é:

$$Sh_i = \text{Sherwood Number} = 0,578 Re^{0,5} Sc_i^{0,33} \quad (25)$$

Onde,

Re = número de Reynolds = $U_{rel} L / \nu_w$;

Sc_i = número de Schmidt ν_w / D_i

U_{rel} = velocidade relativa entre o óleo e a água (m/s);

L = largura da mancha (m);

ν_w = viscosidade cinemática da água $\sim 8,9 \times 10^{-7}$ m²/s at 25°C

D_i = difusividade molecular do componente i (m²/s)

Para as gotículas, a correlação de transferência de massa para esferas é utilizada para o número de Sherwood:

$$Sh = 2 + 0,347 Re^{0,62} Sc_i^{0,31} \quad (26)$$

Para as gotículas, a velocidade relativa é a velocidade de ascensão (Equação 6) e o diâmetro da mancha substitui a largura da mancha como a característica de comprimento no calculo do numero de Reynolds.

A adsorção, por sua vez, tem um papel importante no transporte e destino dos poluentes no meio aquático. A adsorção determina a extensão do particionamento do poluente entre a fase suspensa particulada e a fase dissolvida e, portanto, modela os efeitos tóxicos, assim como a taxa de remoção dos sedimentos na coluna de água.

A relação entre a concentração de equilíbrio do poluente na fase líquida (C_w) e a concentração de equilíbrio na fase sólida (C_s) pode ser representada com a curva C_s x C_w a uma temperatura constante. Há varias teorias que descrevem as isotermas de adsorção e as duas mais populares são:

Isoterma de Langmuir

$$C_s = (K_1 K_2 C_w) / (1 + K_1 C_w) \quad (27)$$

Isoterma de Freundlich

$$C_s = K_f C_w^{1/n} \quad (28)$$

Onde,

K_f = uma constante.

Em um ambiente aquático, a concentração do poluente C_w na fase líquida é usualmente baixa. Nessas condições, n na equação de Freundlich é igual a 1 e o termo $K_1 C_w$ na equação de Langmuir torna-se insignificante comparável com 1, então ambas as equações podem ser reduzidas à equação:

$$C_s = K_p C_w C_{ss} \quad (29)$$

Onde, a concentração de sedimentos suspensos, C_{ss} , foi separada na definição do coeficiente de partição.

O coeficiente de partição de um componente químico, K_p , não é só função do pH e da temperatura, mas também é afetado pelas características químicas e físicas do sólido adsorvente. Estudos do comportamento de sorção-dessorção dos compostos orgânicos, especialmente os compostos hidrofóbicos e não iônicos, concluíram que o carbono orgânico ou a matéria orgânica contidos no adsorvente é o maior fator determinante do processo de adsorção. Se K_p é normalizado com a fração de carbono orgânico f_{oc} do sólido, então K_{oc} se torna independente do adsorvente:

$$K_{oc} = K_p / f_{oc} \quad (30)$$

Além disso, o coeficiente de partição baseada no carbono orgânico mostra uma excelente correlação com K_{ow} (coeficiente de partição octanol / água) e a solubilidade da água S .

Na volatilização da coluna de água, para cada liberação química, a Lei de Henry é computada:

$$H = P_{vp} / (S / M_w) \quad (31)$$

Onde,

P_{vp} = pressão de vapor (atm);

S = solubilidade (mg/l);

M_w = peso molecular (g/mol)

Se $H < 3 \times 10^{-7}$, a volatilização pode ser negligenciada. Para $H > 3 \times 10^{-7}$, uma constante adimensional, H' da lei de Henry é calculada:

$$H' = H / RT \quad (32)$$

Onde,

R = constante do gás (atm·m³/mol·°K)

T = temperatura (°K)

O coeficiente de troca da fase líquida K_5 é dado por:

$$K_5 = 20 \sqrt{44 / M_w} \quad (33)$$

e o coeficiente da troca da fase gasosa, K6:

$$K_6 = 3000\sqrt{18/M_w} \quad (34)$$

São utilizados para calcular o coeficiente de transferência de massa:

$$K_7 = (H'K_5K_6)/(H'K_6 + K_5) \quad (35)$$

Os coeficientes K5, K6 e K7 são em cm/hora. A transferência de massa da coluna d'água para a atmosfera para este constituinte é:

$$dm/dt = K_7m/d \quad (36)$$

Onde,

m = quantidade de massa do poluente, assumindo distribuição uniforme a uma profundidade d.

A profundidade de volatilização para substâncias dissolvidas possui o limite máximo de metade da altura da onda ou a profundidade difusiva d:

$$d = \sqrt{(2D_z\Delta t)} \quad (37)$$

Onde,

Dz = difusividade vertical (m²/s);

Δt = intervalo de tempo do modelo (s).

A degradação permite a transformação dos múltiplos componentes inseridos no modelo. Embora as taxas de degradação por componente sejam utilizadas, tem-se o conhecimento de que os produtos de degradação podem ser mais solúveis e tóxicos que os componentes originais. A Figura A-1 mostra esquematicamente como as transferências são acomodados no OSCAR, utilizando hidrocarbonetos alifáticos como um exemplo.

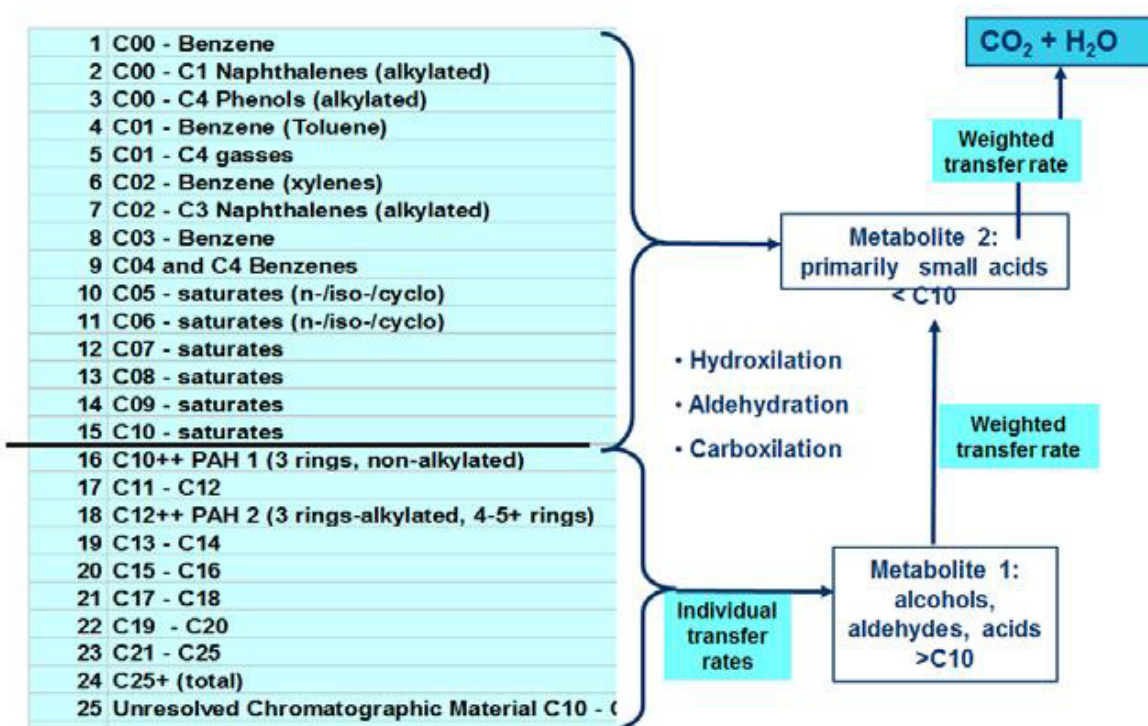


Figura A-1 - Esquematização da degradação de hidrocarbonetos no OSCAR.

A.2. DADOS DE ENTRADA

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

- ✓ Localização geográfica do ponto de derrame;
- ✓ Taxa de derrame;
- ✓ Duração da simulação;
- ✓ Tipo de óleo;
- ✓ Linha de costa;
- ✓ Batimetria;
- ✓ Grade *habitat* / tipo de ambiente (e.g., manguezais, áreas alagáveis, praias);
- ✓ Especificações de respostas (e.g., barreiras, sobrevoo, dispersantes);
- ✓ Campo de correntes;
- ✓ Campo de ventos;
- ✓ Temperatura do mar;
- ✓ Recursos biológicos;
- ✓ Parâmetros de simulação.

A.3 BIBLIOGRAFIA

AAMO, O.M.; M. REED, P.S. DALING & O. JOHASEN, 1993. A Laboratory-Based Weathering Model: PC Version for Coupling to Transport Models. Proceedings of the 1993 Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar, p. 617-626.

AAMO, O.M.; M. REED & P.S. DALING, 1995. Evaluation of environmental consequences and effectiveness of oil spills operations with a possible change in first line response at the Veslefrikk field. SINTEF Report n° 95.006, 1995 SINTEF Petroleum Research.

AAMO, O.M.; K. DOWNING & M. REED, 1996. Calibration, verification and sensitivity analysis of the IKU Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) model system. Technical Report 42.4048.00/01/96, IKU, Norwegian.

BOWDEN, K. F., 1983. Physical Oceanography of Coastal Waters. Ellis Harwood Ltd, UK. 312p.

DALING, P.S. & P.J. BRANDVIK, 2001. Weathering of oils at sea: comparisons between field data and model predictions. In: Brebbia, C.A. (Ed.). Oil Spill Modelling and Processes. Southampton: WIT Press. P. 91-106.

DALING, P.S.; P.J. BRANDVIK, D. MACKAY & O. JOHASEN, 1990. Characterization of Crude Oils for Environmental Purposes. *Oil and Chemical Pollution*, Vol. 7, p. 119-224.

DOWNING, K. & M. REED, 1996. Object-oriented migration modeling for biological impact assessment. *Ecological Modelling*, Vol. 93, p. 203-219.

ICHIYE, T., 1967. "Upper ocean boundary-layer flow determined by dye diffusion". *Phys. Fluids Suppl.* Vol. 10, pp 270-277.

JOHANSEN, Ø., 2000. DeepBlow – A Lagrangian Plume Model for Deep Water Blowouts. *Spill Science & Technology Bulletin*. Vol. 6, No. 2: 103 – 111.

KULLENBERG, G., 1982. Pollutant transfer and transport in the sea. CRC Press, Boca Raton, Fl., Vol. I. 227pp.

OKUBO, A., 1971. Oceanic diffusion diagrams. *Deep Sea Research* 18:789-802.

OKUBO, A., 1974. Some speculation on oceanic diffusion diagrams. In Kullenberg, G. and Talbot, J. (eds), *Physical Processes Responsible for Dispersal of Pollutants in the Sea*. Rapp. Proc. Verb Penn. Cons. *Inter. Expl. Mer.* 167: 77-85.

REED, M., 1989. The physical fates component of the CERCLA Type A model system. *Oil and Chemical Pollution* 5:99-124.

REED, M.; O.M. AAMO & P.S. DALING, 1995. Quantitative analysis of alternate oil spill response strategies using OSCAR. *Spill Science and Technology*, Pergamon Press 2(1): 67-74.

REED, M.; O.M. AAMO & K. DOWNING, 1995. Calibration and testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System. Proceedings of 19th AMOP Seminar, Edmonton, Alberta, p. 689-726.

REED, M., O.M. AAMO, AND K. DOWNING, 1996. Calibration and Testing of IKU's Oil Spill Contingency and Response (OSCAR) Model System. Proceedings of 19th AMOP Seminar, Edmonton, Alberta. p. 689 – 726.

REED, M. & E. GUNDLACH, 1989. Hindcast of the Amoco Cadiz event with a coastal zone oil spill model. *Oil and Chemical Pollution* 5(6):411-449.

THIBODEAUX, L. J., 1979. Chemodynamics. John Wiley and Sons, NY. 501 pp.