

## ÍNDICE

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

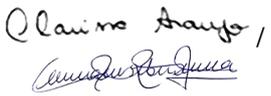
# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## QUADROS

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

## ANEXOS

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

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

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

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

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

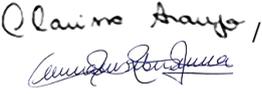
Os impactos operacionais e potenciais serão apresentados em matrizes separadas em subitens que apresentam semelhanças em cada meio, neste caso, serão divididas em meio físico e biótico, e socioeconômico. Essas matrizes apresentam também a classificação dos impactos e uma breve avaliação para justificar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

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

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

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

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

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

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

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

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

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairne Araújo*

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Cláudio Augusto*, *Carolina da Silva*

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Clairne Araújo*

Técnico:

*Clairne Araújo*, *Carolina de Jesus*

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Clairne Araújo*

Técnico:

*Clairne Araújo*, *Carla de Souza*

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

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

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

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

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

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

*Demarcado Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo, [assinatura]*

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

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Clairino Araújo*

Técnico:

*Clairino Araújo /*

### II.7.3 - Considerações Finais

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

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

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

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

Segundo os resultados da modelagem para mancha de pequeno volume (8 m<sup>3</sup>) não foi registrado toque de óleo na costa, enquanto para médio volume (200 m<sup>3</sup>) foi observada probabilidade de toque de óleo inferior a 1,5% na costa nos estados do ES, RJ e SP.

Em relação ao pior cenário (vazamento de 85.853 m<sup>3</sup>) a maior extensão da mancha ocorreu no período 1, onde os ventos frequentes e maiores intensidades das correntes favorecem o alcance do vazamento de óleo em maiores distâncias. Neste período foi registrada probabilidade de toque nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São

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

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

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

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

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

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

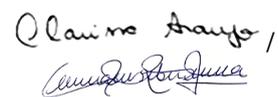
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

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

*Leonardo Oliveira Lopes.*

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

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

*Leonardo Oliveira Lopes*

## ÍNDICE

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## QUADROS

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

## FIGURAS

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

## ANEXOS

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

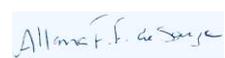
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



## II.8 - ÁREA DE INFLUÊNCIA

### II.8.1 - Introdução

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

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

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

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

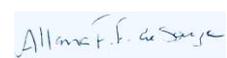
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Allan F. F. de Souza*

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

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

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

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

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

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

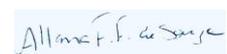
Coordenador:



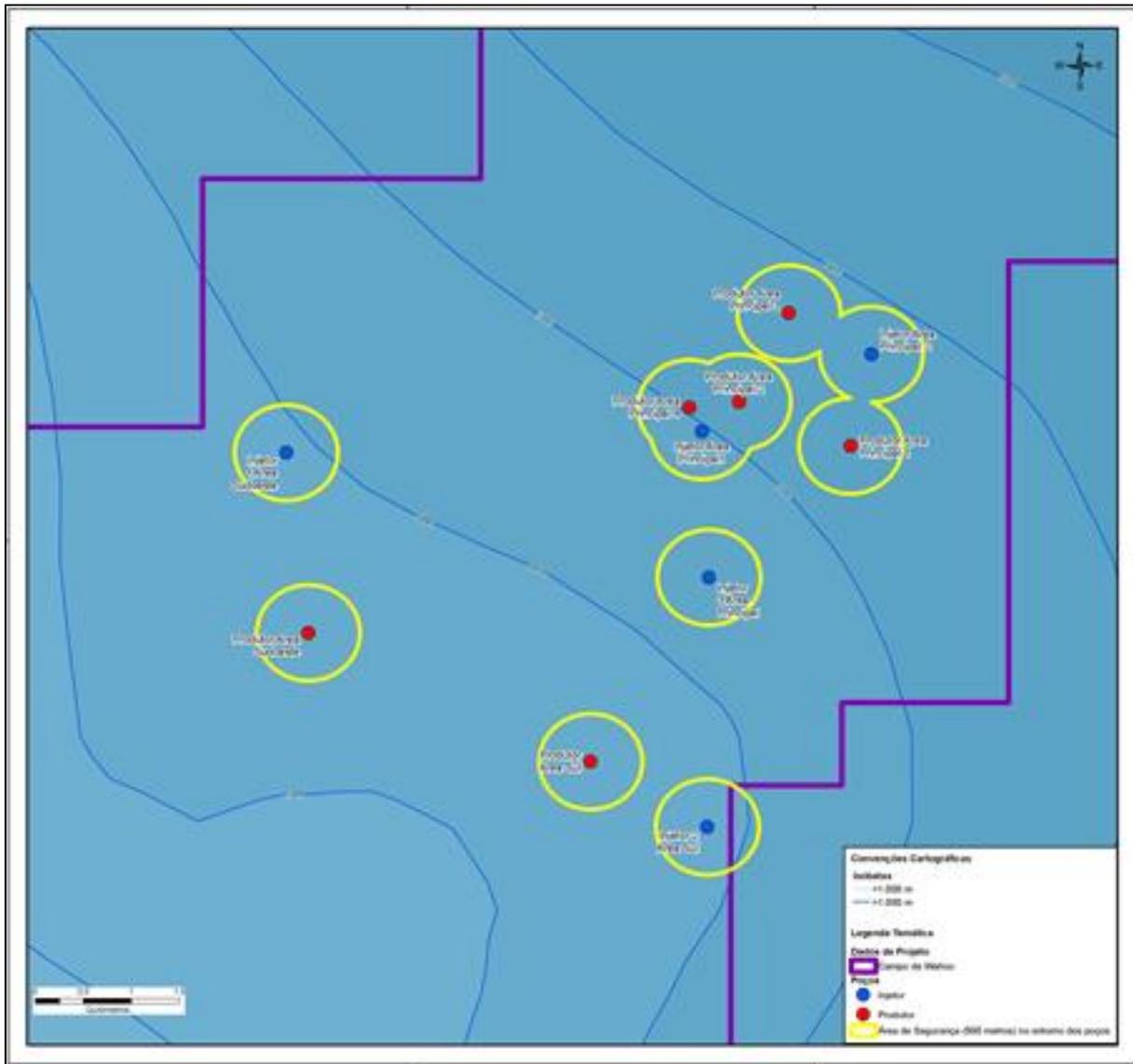
Gerente:



Técnico:



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



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

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

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

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

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

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

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

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

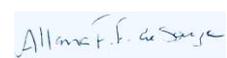
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Características do fundo marinho e a pesca na área dos blocos

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

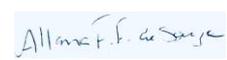
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



### Dinâmica das frotas pesqueiras artesanais dos municípios da Área de Estudo

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

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

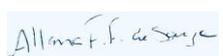
Vale destacar que há a utilização de diferentes petrechos, o que demonstra uma certa preocupação do pescador com a escassez do pescado, pois a utilização de diferentes petrechos possibilita a captura de diferentes espécies e conseqüentemente diminui a necessidade de atuação mais intensa diante de determinadas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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### II.8.2 - Definição dos Limites da Área de Influência

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

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

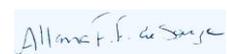
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

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

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

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Allan F. F. de Souza*

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

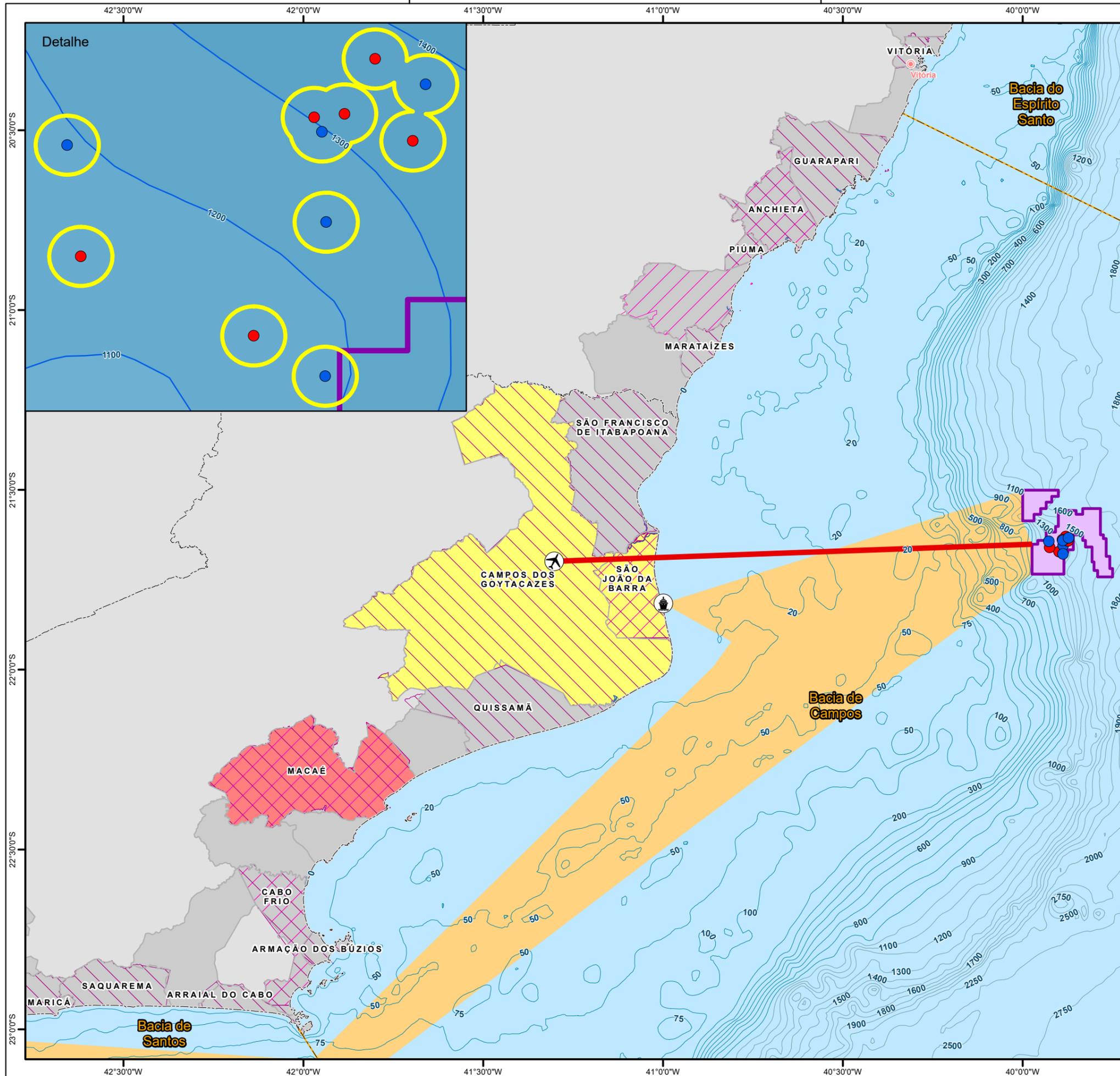
Técnico:

*Allan F. F. de Souza*

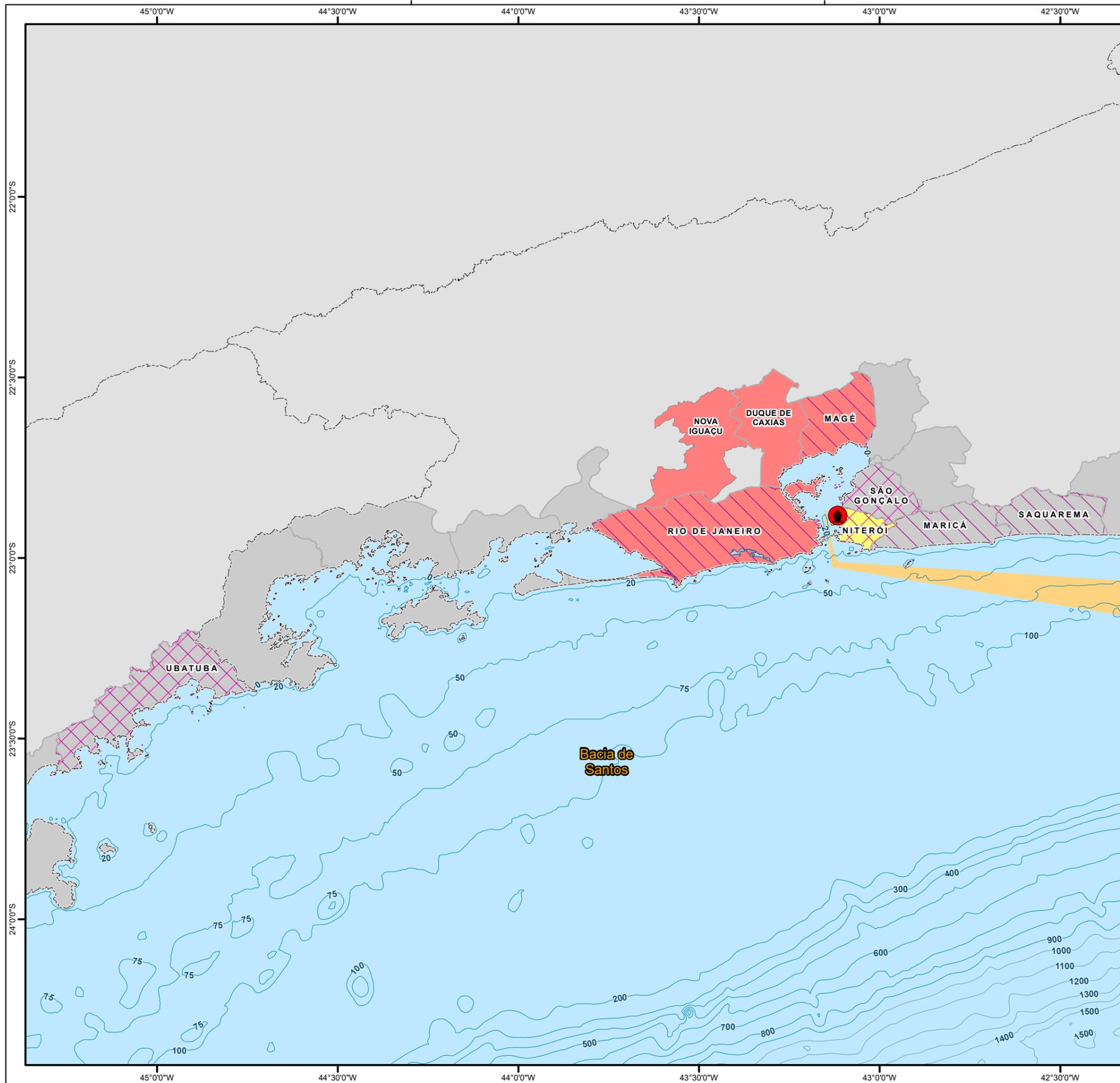
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO (EAP)  
RELATIVO À ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO MARÍTIMA DO CAMPO DE WAHOO  
ESTUDO AMBIENTAL DE PERFURAÇÃO - EAP

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

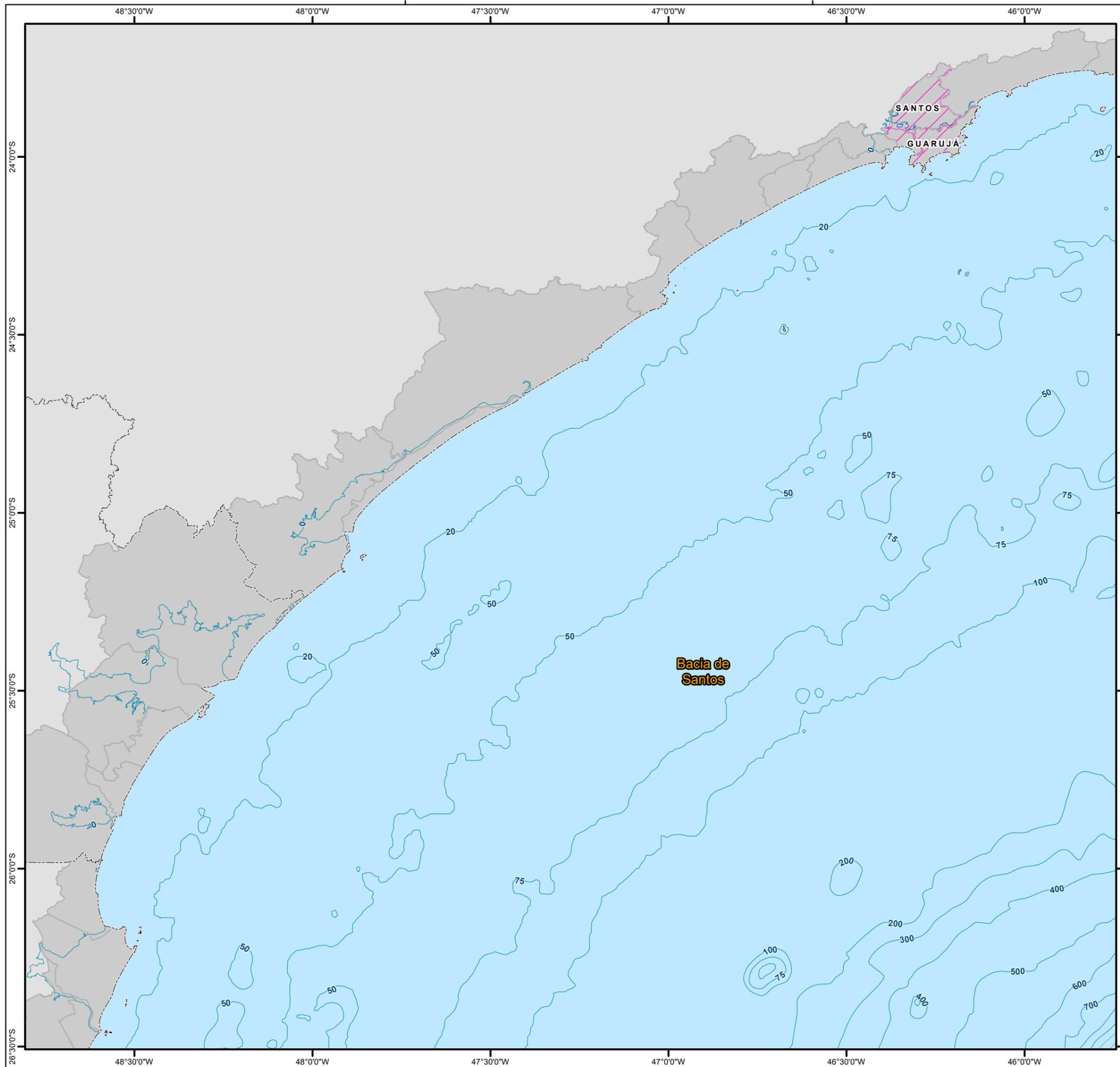
*Leonardo Oliveira Lopes*



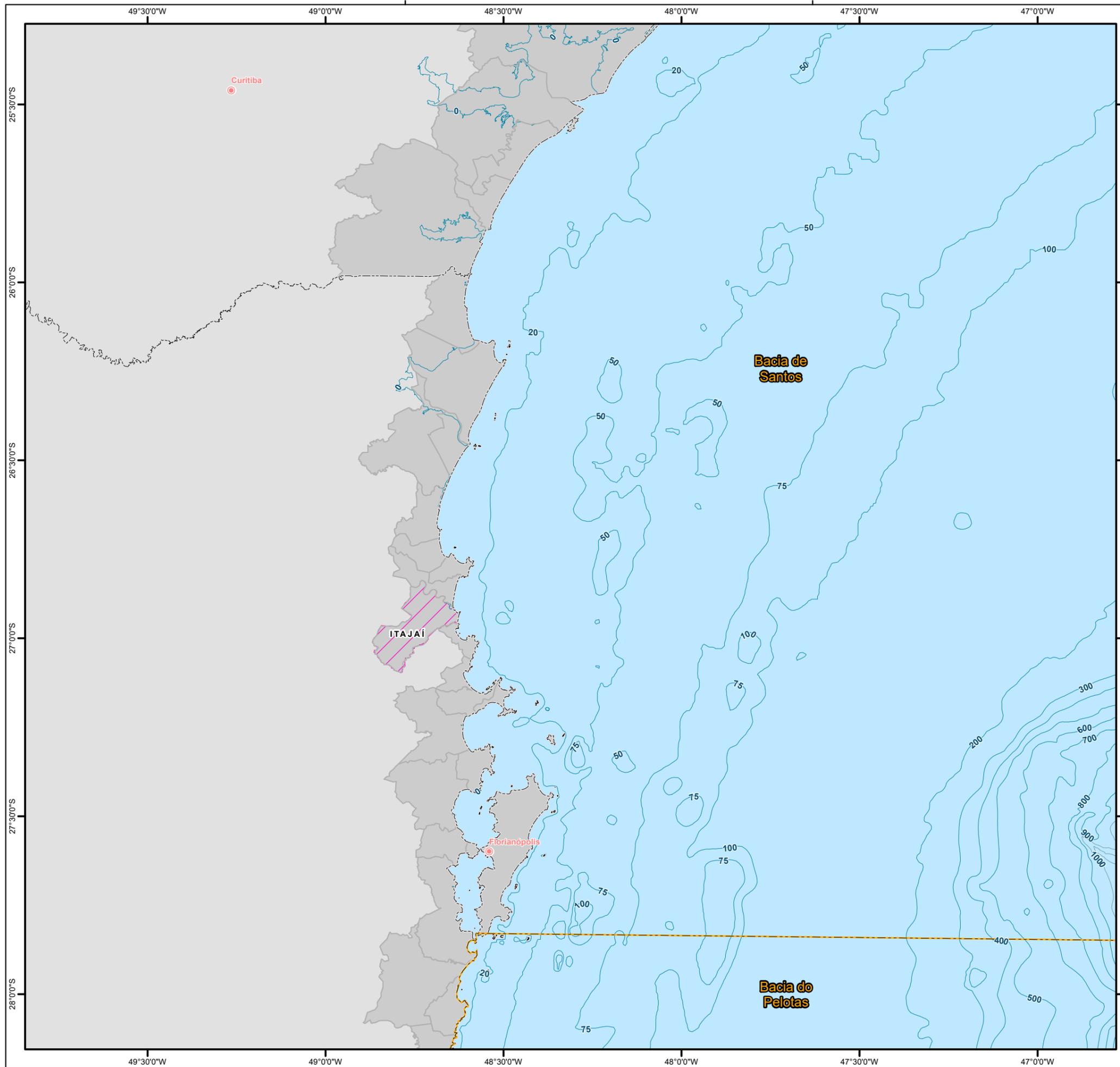
Convenções Cartográficas	
	Capital
	Limite Estadual
	Limite Municipal
	Municípios Costeiros
	Bacias Sedimentares
<b>Isóbatas</b>	
	<1.000 m
	>1.000 m
Legenda Temática	
<b>Dados de Projeto</b>	
	Poços Injetores
	Poços Produtores
	Área de Segurança (500 metros) no entorno da unidade marítima
	Porto do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



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



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



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

## ÍNDICE

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

- II.9.6.1 - Modelagem do Transporte de Óleo no Mar .....135/324
- II.9.7 - Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes de Valor Ambiental .....140/324
- II.9.7.1 - CVA Recifes Rochosos .....144/324
- II.9.7.1.1 - Impactos do Óleo sobre Recifes Rochosos .....145/324
- II.9.7.1.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo..... 146/324
- II.9.7.1.3 - Tempo de Recuperação.....151/324
- II.9.7.2 - CVA Praias Arenosas ..... 155/324
- II.9.7.2.1 - Impactos do óleo sobre praias arenosas.....157/324
- II.9.7.2.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo161
- II.9.7.2.3 -Tempo de Recuperação..... 166/324
- II.9.7.3 - CVA Estuários ..... 166/324
- II.9.7.3.1 - Impactos do Óleo sobre estuários .....167/324
- II.9.7.3.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo169/324
- II.9.7.3.3 -Tempo de Recuperação.....173/324
- II.9.7.4 - CVA Manguezais .....173/324
- II.9.7.4.1 - Impactos do Óleo sobre Manguezais.....174/324
- II.9.7.4.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo.....175/324
- II.9.7.4.3 -Tempo de Recuperação.....180/324
- II.9.7.5 - CVA Bancos Biogênicos.....191/324
- II.9.7.5.1 - Impactos do Óleo sobre Bancos Biogênicos ..... 192/324
- II.9.7.5.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade do Componente 192/324
- II.9.7.5.3 - Tempo de Recuperação .....197/324
- II.9.7.6 - CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos..... 198/324
- II.9.7.6.1 - Impactos do Óleo sobre Recursos Pesqueiros .....198/324
- II.9.7.6.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo.....204/324
- II.9.7.6.3 - Tempo de Recuperação .....211/324
- II.9.7.7 - CVA Mamíferos Marinhos.....212/324
- II.9.7.7.1 - Impactos do Óleo sobre Mamíferos Marinhos .....215/324

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## QUADROS

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

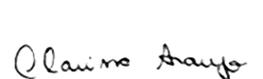
*Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

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

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

Coordenador: 

Gerente: 

Técnico: 

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

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

## FIGURAS

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Olavino Araújo*

Técnico:

*Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

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

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

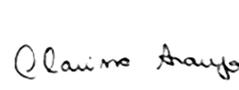
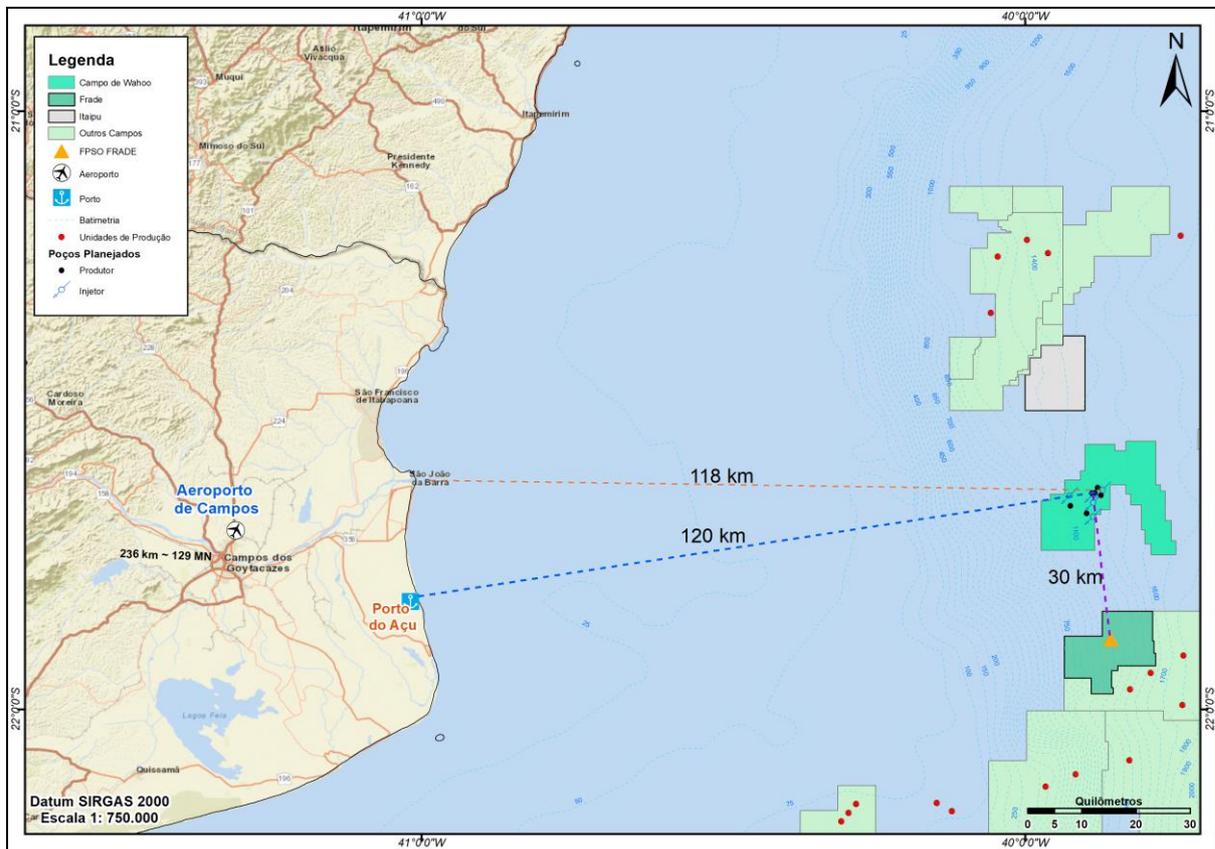
Coordenador: 	Gerente: 	Técnico: 
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

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

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



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

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

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

De acordo com a modelagem realizada para avaliação de toque de óleo na costa decorrente de derramamento, houve probabilidade de chegada de óleo na costa apenas no cenário de médio vazamento (de 8 m<sup>3</sup> a 200 m<sup>3</sup>) e pior caso (*blowout* 85.853 m<sup>3</sup>), não havendo presença de óleo na costa no cenário de pequeno vazamento (8 m<sup>3</sup>). A maior probabilidade de toque de óleo foi no município de Florianópolis, no estado de Santa Catarina, com 56,7% no pior cenário, no período 1. O tempo mínimo de toque foi de 5 dias no pior cenário de vazamento, período 1.

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

### II.9.1 - Metodologia

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

Coordenador:



Gerente:

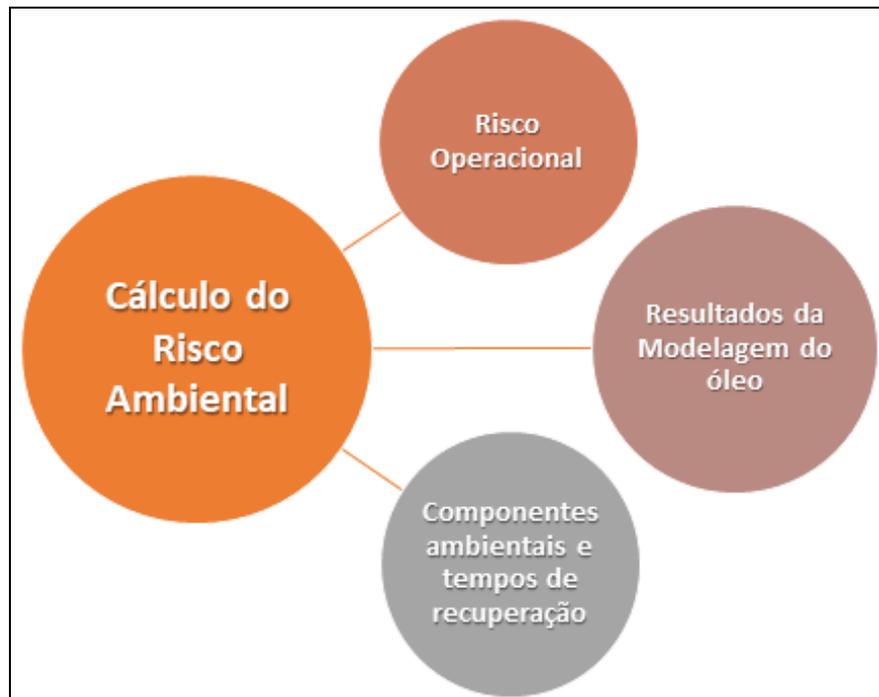


Técnico:



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

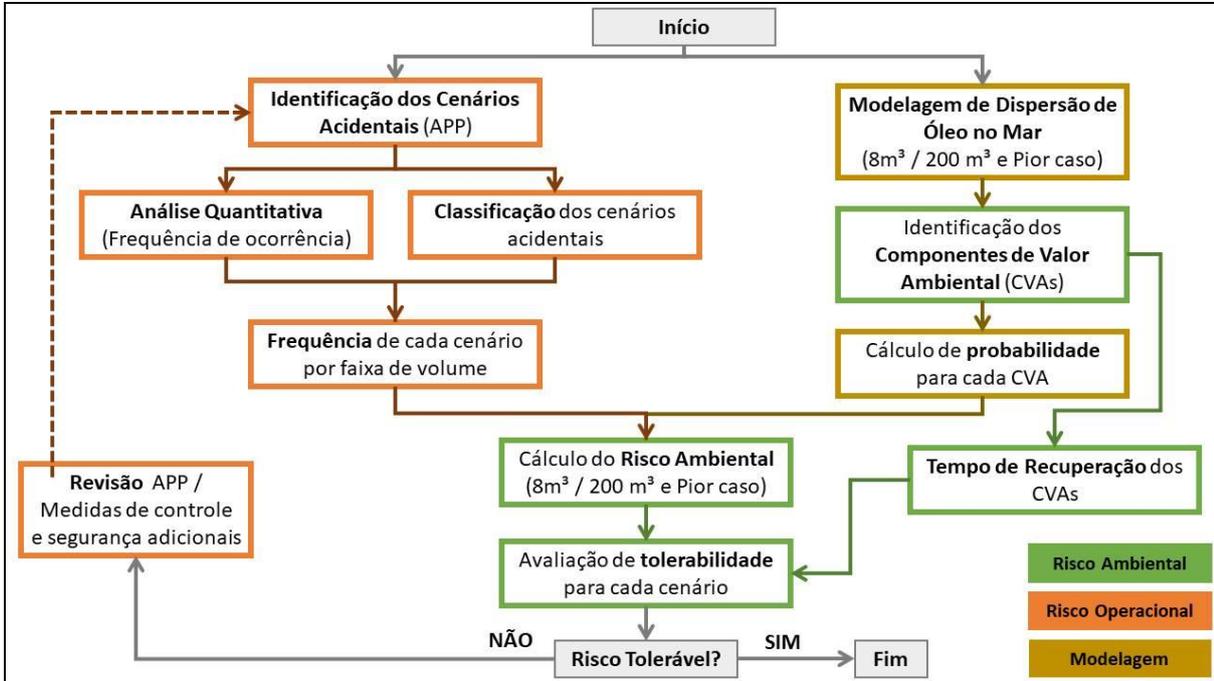
De acordo com a metodologia proposta, o Risco Ambiental é expresso em termos da probabilidade de cada componente ambiental ser atingido por determinadas faixas de volume de óleo. Para tanto, são necessários o cálculo do Risco Operacional, os resultados das Modelagens de Dispersão de Óleo no Mar e a Identificação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



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

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

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



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

**Risco Operacional**

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

- Pequeno Vazamento (Faixa 1): volume vazado ≤ 8 m<sup>3</sup>
- Médio Vazamento (Faixa 2): 8 m<sup>3</sup> < volume vazado ≤ 200 m<sup>3</sup>
- Grande Vazamento (Faixa 3): volume vazado > 200 m<sup>3</sup>.

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

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

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

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

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

### II.9.1.1 - Produtos da Modelagem de Óleo

Os resultados da modelagem da dispersão de óleo no mar também são necessários para a obtenção do Risco Ambiental.

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

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

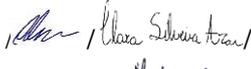
Os resultados da modelagem contemplam dois cenários sazonais (período 1 e período 2) e três faixas de volume. Vale mencionar que a Resolução CONAMA nº 398/08 estabelece três faixas de vazamento: (i) pequeno vazamento (volumes de até 8 m<sup>3</sup>); (ii) médio vazamento (volumes entre 8 e 200 m<sup>3</sup>) e (iii) grande vazamento (volumes superiores a 200 m<sup>3</sup>, categoria para a qual é modelado o volume correspondente ao cenário de pior caso).

### II.9.1.2 - Componentes de Valor Ambiental (CVA)

A identificação dos Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs) de Valor Ambiental foi realizada a partir dos resultados da modelagem de dispersão de óleo e as áreas identificadas como passíveis de serem atingidas. Estas áreas foram determinadas com base nos resultados da simulação de vazamento de óleo para os cenários de volume pequeno (8 m<sup>3</sup>), médio volume (200 m<sup>3</sup>) e de pior caso, nesse estudo sendo considerado o blowout (85.853 m<sup>3</sup>). Para as simulações foi considerado o vazamento contínuo, com a vazão máxima por 30 dias, sem intervenção/contingência, e outros 30 dias adicionais após o término do vazamento, sem ações de resposta, a partir de um evento de blowout no Campo Wahoo, na Bacia de Campos. Foram considerados dois períodos sazonais: período 1, compreendendo os meses de outubro a março; e período 2, compreendendo os meses de abril a setembro. A identificação dos Componentes de Valor Ambiental (CVAs) foi realizada a partir do estudo dos ecossistemas e grupos biológicos que ocorrem na Bacia de Campos, Santos e Espírito Santo, conforme pode ser visto do item de Área de Influência deste estudo.

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

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

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

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

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

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

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

Os componentes e subcomponentes foram divididos entre fixos e aqueles com distribuição dispersa, sendo os CVAs de distribuição dispersa aqueles para os quais não é possível se definir limites claros associados às suas áreas de concentração. O cálculo da probabilidade de presença de óleo para cada CVA com distribuição dispersa, constitui

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

uma média ponderada da probabilidade pela área de interseção dos elementos de grade atingidos pelo óleo em cada CVA, por faixa de volume e por cenário sazonal, como se segue na Equação 1:

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

(1)  
 Prob(x) - Probabilidade de o óleo atingir o CVA x;  
 x - CVA;  
 n - número de elementos de grade com probabilidade de presença de óleo dentro do CVA x;  
 P - Probabilidade de presença de óleo no elemento de grade n;  
 A - Área do elemento de grade n.

Cada elemento de grade tem um valor de probabilidade de presença de óleo e uma área correspondente, equivalente a 3.984.000 km<sup>2</sup>.

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

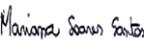
Ressalta-se que os CVAs/SVAs situados nas regiões mais abrigadas, como as estuarinas, também foram considerados como passíveis de serem atingidas por um vazamento de óleo. Nestes casos, a probabilidade considerada foi obtida pelos resultados gerados no estudo de modelagem, considerando o valor obtido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

**II.9.1.3 - Risco Ambiental**

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

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

(2)  
 RA - Risco Ambiental do CVA/SVA x.  
 x - CVA/SVA em determinado vazamento (faixa de volume) e cenário sazonal.  
 F<sub>total-y</sub> - Frequência de ocorrência dos cenários acidentais na faixa de volume y.  
 y - Faixa de volume.  
 Prob - Probabilidade de o óleo atingir o CVA/SVA x.

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

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

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

#### II.9.1.4 - Tempo de Recuperação

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

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

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

Coordenador:



Gerente:



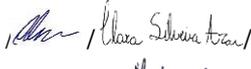
Técnico:



- O tempo de recuperação estabelecido para cada CVA não é necessariamente fixo, ou seja, o ambiente e as características da atividade influenciam a determinação do tempo de recuperação para cada componente. Um exemplo disso é o estabelecimento do tempo de recuperação para um componente como manguezais, que pode variar dependendo do local e área possivelmente impactada pelo vazamento de óleo. Assim, se a simulação de vazamento de óleo em um determinado ambiente indicar que esse irá atingir um manguezal que possui características únicas, é hábitat de espécies endêmicas daquela região e/ou ameaçadas de extinção, tal componente para a AGRA da atividade em questão possuirá um tempo de recuperação diferente daquele estabelecido para outra região, onde existe, por exemplo, uma pressão antrópica muito forte atuando sobre o ecossistema;
- Não se pode considerar um valor de tempo de recuperação igual para vazamentos que se originam perto da costa e para aqueles que se originam longe da costa, uma vez que no segundo caso o óleo sofre o processo de intemperização antes de atingir o litoral, chegando menos tóxico a esse ambiente;
- A existência de um número não significativo de espécies ameaçadas dentro da comunidade, por si só, não aumenta o tempo de recuperação da comunidade como um todo.

**II.9.1.5 - Tempo de Recorrência**

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

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

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

(3)

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

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

x: Identificação do CVA;

y – Faixa de volume.

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

### II.9.1.6 - Tolerabilidade

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

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

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

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

(4)

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

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

x: Identificação do CVA;

y: Faixa de volume.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

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

### II.9.2 - Descrição das Instalações

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

### II.9.3 - Análise Histórica de Acidentes Ambientais

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

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

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

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

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

### II.9.3.1 - Eventos Acidentais com Plataformas do Tipo Semissubmersível

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

#### II.9.3.1.1 - HSE (2009)

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

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

Nesse relatório, os acidentes são relacionados às seguintes ocorrências:

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

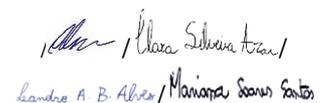
Coordenador:



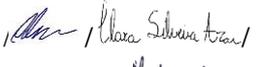
Gerente:



Técnico:



- Emborcamento: Perda de estabilidade transversal, resultando em virada de borco da unidade;
- Colisão: Contato acidental entre unidade *offshore* e embarcação marinha que está passando, quando pelo menos uma delas é propelida ou está sendo rebocada. Exemplos: navio tanque, cargueiro, barco de pesca;
- Contato: Colisões/contatos acidentais entre embarcações engajadas na atividade de óleo e gás na plataforma afetada, p.ex. embarcações de apoio, de suprimentos ou *stand-by*, rebocadores ou helicópteros, e instalações *offshore* (móveis ou fixas);
- Acidente com guindaste: Qualquer evento causado por ou envolvendo guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga;
- Explosão: Sobrepressão;
- Queda de carga: Queda de carga/objetos de guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga. Queda acidental de bote salva-vidas e homem ao mar, também estão incluídos nessa categoria;
- Incêndio: Radiação térmica;
- Afundamento: Perda de flutuabilidade ou afundamento da unidade;
- Acidente de helicóptero: Acidente com helicóptero, tanto no heliponto quanto em contato com a instalação;
- Inundação: Entrada de água na unidade ou enchimento de poço ou outros compartimentos causando potencial perda de flutuabilidade ou problemas de estabilidade;
- Adernamento: Inclinação descontrolada da unidade para um dos bordos;
- Falha de máquinas: Falha de motores ou propulsores, incluindo sistemas de controle;

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

- Perda de posição: Unidade não intencionalmente fora de sua posição esperada ou deriva fora de controle;
- Dano estrutural: Quebra ou falha por fadiga de elementos estruturais;
- Acidente de reboque: Falha ou ruptura do cabo de reboque;
- Problemas no poço: Problema acidental, tal como perda da carga hidrostática ou outros no interior do poço;
- Derramamento/vazamento: Liberação de óleo ou gás para o entorno, a partir do próprio equipamento da unidade/embarcações ou tanques, causando potencial poluição e/ou risco de explosão e/ou incêndio;
- *Blowout*: Fluxo descontrolado de óleo, gás ou outros fluidos do reservatório, ou seja, perda da carga hidrostática ou do BOP ou da válvula de emergência do fundo do poço;
- Outros: Outros eventos não os especificados anteriormente.

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

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

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

Fonte: HSE, 2009.

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

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

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

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

Fonte: HSE, 2009.

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

**Quadro II.9-3 – Número de ocorrências (por unidade-ano) relacionadas a acidentes com plataformas fixas em operação na plataforma continental do Reino Unido.**

Tipo de evento	Período					
	1990 – 1999		2000 – 2007		1990 – 2007	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	133	0,204	14	0,031	147	0,133
Blowout	13	0,020	3	6,6x10 <sup>-3</sup>	16	0,014
Emborcamento	1	1,5x10 <sup>-3</sup>	-	-	1	9,0x10 <sup>-4</sup>
Colisão externa	14	0,021	1	2,2x10 <sup>-3</sup>	15	0,014
Contato	108	0,166	25	0,055	133	0,120
Acidente com guindaste	697	1,070	410	0,902	1.107	1,001
Explosão	10	0,015	-	-	10	9,0x10 <sup>-3</sup>
Queda de carga	851	1,306	547	1,204	1.398	1,264
Incêndio	100	0,153	46	0,101	146	0,132
Afundamento	1	1,5x10 <sup>-3</sup>	-	-	1	9,0x10 <sup>-4</sup>
Encalhe	1	1,5x10 <sup>-3</sup>	-	-	1	9,0x10 <sup>-4</sup>

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

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

Fonte: HSE, 2009.

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

#### II.9.3.1.2 - IOGP (2010)

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

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

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

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

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

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leonardo A. B. Alves / Mariana Santos*

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

- Guindaste: Qualquer evento causado por ou envolvendo guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga;
- Explosão: Sobrepressão;
- Queda de carga: Queda de carga/objetos de guindastes, gruas ou qualquer outro equipamento de içamento de carga. Também estão incluídos nesta categoria Queda acidental de bote salva-vidas e homem ao mar;
- Incêndios: Radiação térmica;
- Perda de flutuabilidade ou naufrágio: Perda de flutuabilidade ou afundamento da unidade;
- Encalhe: Instalação flutuante em contato com o fundo do mar;
- Vazamento interno ao casco: Vazamento contido no interior do casco duplo da embarcação;
- Adernamento: Inclinação descontrolada da unidade para um dos bordos;
- Vazamento de líquido ou gás: Liberação de óleo ou gás para o entorno, a partir do próprio equipamento da unidade/embarcações ou tanques, causando potencial poluição e/ou risco de explosão e/ou incêndio;
- Falha de máquinas / propulsão: Falha de motores ou propulsores, incluindo sistemas de controle;
- Perda de posicionamento / à deriva: Unidade não intencionalmente fora de sua posição esperada ou deriva fora de controle;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:


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

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

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

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

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Fonte: OGP, 2010.

Coordenador:

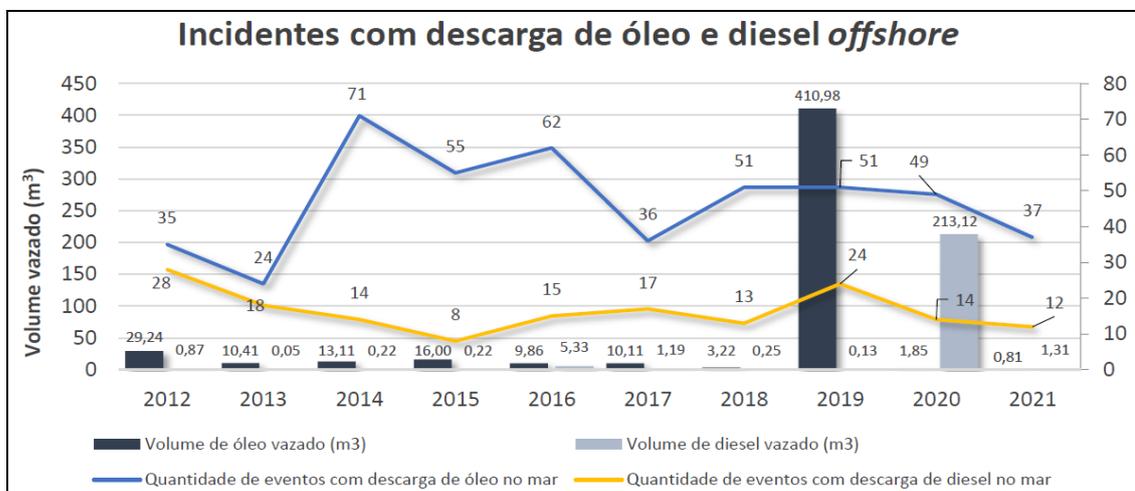
Gerente:

Técnico:

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

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

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



Fonte ANP, 2022.

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

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

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

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

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

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

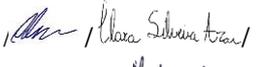
Especificamente no Brasil, cabe destaque a chegada de óleo cru no litoral do NE e do SE brasileiro, em decorrência de um vazamento ocorrido em alto mar, provavelmente além da área do Mar Territorial brasileiro. As manchas começaram a aparecer em agosto de 2019 e atingiram 11 estados e houve registros de óleo em ao menos 12 unidades de conservação<sup>2</sup>, locais estes delimitados para proteção da flora e da fauna e para preservação da biodiversidade.

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

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

<sup>1</sup> Informação disponível em: DEEPWATER HORIZON STUDY GROUP  
[http://ccrm.berkeley.edu/pdfs\\_papers/bea\\_pdfs/dhsgfinalreport-march2011-tag.pdf](http://ccrm.berkeley.edu/pdfs_papers/bea_pdfs/dhsgfinalreport-march2011-tag.pdf). Acesso em março de 2020.

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

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

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

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-Tanque SS Witwater	1968	Panamá (~3,7 km a NE das Ilhas Galeta)	Ruptura	Diesel e Bunker C Oil (~1970 m <sup>3</sup> )	-	<p>O vazamento atingiu praias arenosas, costões rochosos e manguezais das ilhas Galeta. Os ventos fortes causaram um spray de óleo misturado com água do mar que atingiu árvores e arbustos acima da zona de supralitoral (até cerca de 2 m acima da média do nível da maré alta). Árvores de mangue-vermelho e mangue-preto foram severamente atingidas e houve a morte de muitas sementes de mangue-vermelho, da comunidade algal e de invertebrados. Os pesquisadores também observaram tartarugas marinhas mortas nas praias dos manguezais da região após o vazamento, entretanto a real causa dessas mortalidades não foi determinada.</p> <p>Um estudo de acompanhamento realizado 2 meses após o derramamento descobriu que os recifes de coral foram os menos afetados de todas as comunidades estudadas. Uma vez que os recifes se encontram na zona de infralitoral, eles não tiveram contato direto com o óleo e a maré alta além do normal causada pelos ventos fortes ajudou a evitar a contaminação.</p>	[7] e [10]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Exxon-Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, EUA	Encalhe	40.000 m <sup>3</sup> de óleo cru	30.000 km <sup>2</sup> de costa. Foi o maior vazamento em águas norte-americanas, sendo, consequentemente, a resposta a vazamento de óleo mais cara da história (mais de US\$ 2 bilhões).	Vários ecossistemas costeiros foram atingidos, principalmente costões rochosos e praias. Cerca de 1.000 lontras marinhas e 400.000 aves morreram e foram observados danos á longo prazo para a população de peixes. A população residente de baleia Orca sofreu danos diretos e indiretos, resultando na diminuição da sua população.	[1], [2], [3], [5] e [6]
Navio-tanque Vista Bella	1991	Nevis Island, Caribe	Danos no navio	Óleo combustível pesado (2.060 m <sup>3</sup> )	Atingiu 5 jurisdições: Saint Kitts e Nevis, ilhas Sabba e Saint Martin, Saint Bartholomew, as Ilhas Virgens Britânicas e Ilhas Virgens Americanas e Porto Rico.	Praias que são locais de desova de tartarugas marinhas foram atingidas.	[2] e [7]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Sea Empress	1996	Milford Haven, Reino Unido	Encalhe	Óleo cru (83.715 m <sup>3</sup> ), sendo que 4.243-6.078 m <sup>3</sup> de óleo atingiram a costa)	200 km da costa	Vários segmentos foram impactados direta e indiretamente como: <b>Turismo</b> □ devido à rapidez na limpeza associado ao fato dos turistas da região serem "fiéis" ao local, o impacto no turismo foi considerado modesto. <b>Pesca comercial</b> □ houve proibição da pesca comercial e de recreação, assim como a de coleta de algas. Também foi proibida a captura de salmão e truta nos rios dentro da zona impactada. Essas proibições diziam respeito a uma área de 2.100 km <sup>2</sup> . Não foram relatadas mortalidades de peixes, crustáceos ou moluscos que pudessem ser atribuídos ao vazamento do óleo. Entretanto, não há evidência de que a desova dessas espécies não tenha sofrido danos em 1996 ou nos anos subsequentes. <b>Impactos costeiros</b> □ costões rochosos, morte de gastrópodes em sua maioria em áreas de contaminação por óleo fresco (próximas ao vazamento). <b>Aves</b> □ cerca de 7.000 aves contaminadas foram coletadas na área costeira e um número desconhecido morreu no mar.	[1], [2], [3] e [8]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
Navio-tanque Jessica	2001	Ilhas Galápagos, Equador	Encalhe (condições meteorológicas e falha humana)	Óleo combustível leve (600 m³) e intermediário (200 m³)	12 ilhas (450 km)	Cerca de 370 animais foram atingidos pelo combustível como aves, mamíferos e répteis. 79 leões marinhos foram afetados pelo vazamento e 15.000 iguanas marinhas da ilha de Santa Fé foram mortas. Dezenas de milhares de peixes e invertebrados também foram afetados. Devido ao comportamento de muitos animais e a alta toxicidade do óleo, muitos animais podem ter morrido e afundado, não sendo reportados nas estatísticas. A pesca foi afetada em uma pequena escala.	[1], [2] e [9]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Acidente	Ano	Local	Causas	Tipo e Volume de óleo derramado	Localização /Área Atingida	Impactos Observados	Referências Bibliográficas
P-36	2001	Bacia de Campos	Não conformidade quanto a procedimentos operacionais, de manutenção e de projeto	Óleo diesel (1.200 m <sup>3</sup> ) e óleo cru (350 m <sup>3</sup> )	Cerca de 150 km da costa	Em março de 2001 ocorreram duas explosões na plataforma P-36, as quais afetaram uma das colunas da plataforma. O alagamento de parte de seu compartimento provocado pela explosão acarretou em uma inclinação da plataforma, e, conseqüente, afundamento. O derramamento de óleo decorrente do afundamento da plataforma foi combatido com recolhimento de parte do óleo derramado e dispersão química e mecânica da outra parte, o que impediu que chegasse até a costa. Em função da explosão 11 dos tripulantes da plataforma vieram a óbito.	[23] e [24]
Navio-tanque monocasco Prestige	2002	Espanha	Danos do casco devido aos fortes mares no norte da Espanha	Óleo combustível pesado (64.000 m <sup>3</sup> )	1.900 km de costa	O óleo se espalhou por longas distâncias com os ventos e correntes, atingindo, principalmente as costas da Espanha e França. No total, 6 países foram atingidos. Os ecossistemas mais impactados foram os costões rochosos. A pesca foi proibida em 90% da costa. Na França e Espanha também houve impacto no turismo no ano de 2003	[1], [2]

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

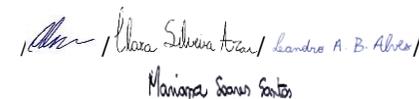
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Manoela Soares Santos

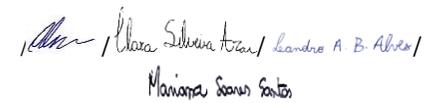
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



### II.9.3.4 - Referências Utilizadas na Coleta de Dados

- [1] SILVA, F.Q.M. 2004. **Produção de biosurfactante por bactérias isoladas de sedimento de mangue (Apa de Guapimirim, RJ)**. Monografia. Bacharelado em Ciências Biológicas – Biologia Marinha. Universidade Federal Fluminense.
- [2] [www.itopf.com](http://www.itopf.com). Acessado em março de 2020
- [3] [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr). Acessado em março de 2020.
- [4] BARCELLOS, L. & SILVA F. O, R. P. 2003. Petrobras wildlife rehabilitation response at Guanabara bay oil spill. *In: International Oil Spill Conference*. 4p.
- [5] MATKIN, C. & SAULITIS, E. 1997. **Killer Whales**. Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council. Restoration Notebook.
- [6] [www.evostc.state.ak.us](http://www.evostc.state.ak.us). Acessado em março de 2020.
- [7] YENDER, R.A. & MEARNS, A. J. 2003. Case Studies of spills that threaten sea turtles. *In: Oil and Sea Turtles*. NOAA. 116pp.
- [8] EDWARDS, R. & WHITE, I. 2009. The sea empress oil spill: Environmental Impact and Recovery. Disponível em: <https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Papers/seaemp.pdf>. Acessado em Março de 2020.
- [9] <http://www.galapagos.to/TEXTS/JESSICA.HTM>. Acessado em março de 2020.
- [10] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2001. **Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations**. 80pp.
- [11] YENDER, R.; LLOYD, A. (2008). **Impacts and response challenges of the tanker SOLAR 1 oil spill, Guimaras, Philippines: Observations of international advisors**. Paper

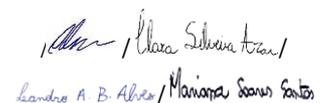
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

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

#### II.9.4 - Identificação dos Cenários Acidentais

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

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

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

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

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

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

Por outro lado, o risco é um conceito definido como combinação de dois outros – a frequência de ocorrência do cenário acidental e a severidade das suas consequências. De fato, o risco é definido como uma função da frequência do cenário acidental e das respectivas consequências:

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

#### II.9.4.1 - Metodologia Empregada

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos eventos perigosos ao meio ambiente relacionados à atividade de perfuração escopo deste processo de licenciamento ambiental foi a Análise Preliminar de Riscos (APR). A APR é uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos

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

indesejáveis, que tenham como consequência danos à integridade física de pessoas, propriedades ou meio ambiente.

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

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

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

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

Um modelo da planilha utilizada na realização da APR é apresentado no **Quadro II.9-6**.

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

**1ª coluna: Perigo**

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

**2ª coluna: Causas**

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

**3ª coluna: Modo de Detecção**

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

**4ª coluna: Efeitos**

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

**5ª coluna: Categoria de Frequência**

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

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

**Quadro II.9-7 – Categorias de Frequência.**

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

**6ª coluna: Categoria de Severidade**

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

**Quadro II.9-8 – Classes de Severidade.**

CATEGORIA DE SEVERIDADE	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO DAS CATEGORIAS	FAIXA DE VOLUME
I	MENOR	Sem danos ou com danos de baixa significância ao meio ambiente.	$0 < V \leq 8 \text{ m}^3$
II	MÉDIA	Pequenos danos ao meio ambiente (rápido restabelecimento do ecossistema e baixo custo de reparo).	$8 < V \leq 200 \text{ m}^3$
III	CRÍTICA	Severos danos ao meio ambiente (médio restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$200 < V \leq 11.200 \text{ m}^3$
IV	CATASTRÓFICA	Grandes danos ao meio ambiente (lento restabelecimento do ecossistema e grande investimento no reparo).	$V > 11.200 \text{ m}^3$

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

### 7ª coluna: Risco

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

**Quadro II.9-9 – Matriz de Riscos.**

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

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

### 8ª coluna: Recomendações

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

### 9ª coluna: Cenário

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

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

#### II.9.4.2 - Formulação dos Cenários Acidentais

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

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

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

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

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

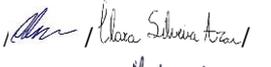
*Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

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

Todos os cenários acidentais identificados foram classificados, com base na Resolução CONAMA nº 398/08, de acordo com o volume de vazamento de óleo:

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

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

**Quadro II.9-10 – Cenários acidentais analisados.**

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

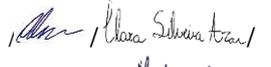
Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

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

#### II.9.4.3 - Volumes Liberados de Óleo

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

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

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

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

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*André A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

- A vazão de transferência de óleo diesel para a unidade de perfuração foi estimada em 90 m<sup>3</sup>/h;
- O tempo máximo de detecção e interrupção do bombeio foi estimado em três minutos;
- O volume máximo de óleo liberado a partir dos tanques dos barcos de apoio foi considerado igual a 200 m<sup>3</sup>, correspondente à capacidade total de armazenamento de um tanque;
- Para o cenário de afundamento das embarcações de apoio, considerou-se como volume máximo de óleo combustível capaz de ser liberado o volume de 500 m<sup>3</sup>, correspondente à capacidade total de armazenamento de óleo diesel dentre as embarcações de apoio previstas para serem empregadas durante a atividade de perfuração;
- Para a determinação da severidade do cenário relacionado ao vazamento de óleo devido ao afundamento/adernamento da unidade de perfuração, considerou-se a soma de todos os tanques de óleo existentes na unidade – óleo diesel, óleo lubrificante, óleo hidráulico e óleo sujo;
- Para a determinação do volume máximo de fluido não aquoso possível de ser liberado em consequência do afundamento/adernamento da unidade de perfuração, considerou-se a soma de todos os tanques de fluido não aquoso existentes na unidade – fluido ativo e fluido reserva;
- Nas liberações de efluente oleoso, conservativamente considerou-se que o inventário do tanque de drenagem oleosa (utilizado para determinar o volume máximo desse sistema) seria composto 100% por óleo;
- Para o cenário acidental referente à transferência de fluido de perfuração da embarcação de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se a possibilidade de

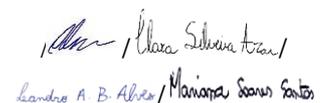
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



ocorrência de um pequeno vazamento, com volume máximo de fluido de perfuração possível de ser liberado de 8 m<sup>3</sup>;

- Para os cenários acidentais relacionados à queda de carga durante as operações de carga e descarga considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno vazamento, com volume máximo de resíduo oleoso e de produtos químicos possível de ser liberado de 5 m<sup>3</sup>.

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

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

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

Conforme mencionado anteriormente, alguns cenários envolvendo vazamentos de óleo identificados na APR não foram considerados para efeitos do cálculo do risco ambiental em função de esses vazamentos ficarem contidos no sistema de drenagem da unidade

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

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

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

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

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

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

## II.9.5 - Avaliação das Frequências de Ocorrência dos Cenários Acidentais

Apresenta-se neste item a Análise Quantitativa de Riscos realizada para a determinação das frequências de ocorrência dos cenários acidentais analisados para a atividade de perfuração com o emprego da unidade marítima de perfuração NORBE VI.

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

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

De posse das frequências de cada cenário foi possível, conjuntamente com as respectivas severidades associadas, determinar o risco operacional associado aos cenários analisados nas planilhas de APR.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



▪ **Cenários 01, 02 e 03**

Para o cálculo do volume de óleo cru e gás liberado em função da perda de controle do poço (blowout) considerou-se uma liberação máxima durante 30 dias a uma taxa de produção de óleo de 2.861,76 m<sup>3</sup>/dia, resultando, portanto, em um volume total de 85.853 m<sup>3</sup> de óleo cru. Dessa forma, têm-se os seguintes cenários de liberação de óleo:

- ▶ **Cenário 01** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 02** - Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).
- ▶ **Cenário 03** - Grande vazamento (até 85.853 m<sup>3</sup>): Severidade Catastrófica (IV).

Com relação à frequência de ocorrência de *blowout*, não é possível fazer distinção entre diferentes magnitudes com base nos dados disponíveis em bancos de dados. Para esta análise, a taxa de frequência para ocorrência de *blowout* foi obtida do IOGP (2019), que fornece o valor de 3,40E-05 por poço de desenvolvimento perfurado. Considerando que a duração média estimada para perfuração de cada poço é de três meses, espera-se a perfuração de no máximo quatro poços por ano, resultando a frequência indicada no **Quadro II.9-13**:

**Quadro II.9-13 – Frequência dos cenários 01, 02 e 03.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
01	1,36E-04	Remota	B
02	1,36E-04	Remota	B
03	1,36E-04	Remota	B

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

▪ **Cenários 04 e 05**

Para a determinação do volume máximo de barita/bentonita possível de ser liberado durante a sua transferência desde os barcos de apoio até a estocagem na unidade de perfuração, considerou-se o volume do maior silo de barita/bentonita existente na unidade marítima *NORBE VI*, o qual possui a capacidade de 42,49 m<sup>3</sup>. Como resultado obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 04** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 05** - Médio vazamento (até 42,49 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Com relação à frequência de ocorrência desses cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração tem-se que as frequências associadas aos cenários 04 e 05 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-14**.

**Quadro II.9-14 – Frequência dos cenários 04 e 05.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
<b>04</b>	1,83E-02	Provável	D
<b>05</b>	5,92E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 06 e 07**

Para a determinação do volume máximo de cimento possível de ser liberado durante a sua transferência desde os barcos de apoio até a estocagem na unidade de perfuração, considerou-se o volume do maior silo de cimento existente na unidade marítima *NORBE VI*, o qual possui a capacidade de 42,49 m<sup>3</sup>. Como resultado obtém-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 06** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

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

► **Cenário 07** – Médio vazamento (até 42,49 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Com relação à frequência de ocorrência desses cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração tem-se que as frequências associadas aos cenários 06 e 07 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-15**.

**Quadro II.9-15 – Frequência dos cenários 06 e 07.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
<b>06</b>	9,41E-03	Ocasional	C
<b>07</b>	2,99E-03	Ocasional	C

■ **Cenários 08 e 09**

Para a determinação do volume máximo de fluido de perfuração possível de ser liberado durante o seu armazenamento e circulação, considerou-se o inventário do maior tanque de fluido da unidade (tanque de lama reserva), o qual possui capacidade de 185,2 m<sup>3</sup>. Embora o fluido de perfuração de base não aquosa possua em média 62% de óleo em sua composição, foi considerado, de forma conservativa, que o fluido de perfuração de base não aquosa seja composto 100% por óleo. Dessa forma, podem ser consideradas duas classes de magnitude para este sistema, cada uma resultando em um cenário acidental, com severidades distintas, conforme a seguir:

► **Cenário 08** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

► **Cenário 09** – Médio vazamento (até 185,2 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 08 e 09 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-16**.

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

**Quadro II.9-16 – Frequência dos cenários 08 e 09.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
08	3,55E-02	Provável	D
09	9,27E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 10, 11 e 12**

O máximo volume de óleo diesel possível de ser liberado a partir do sistema de armazenamento e circulação de óleo diesel, compreendendo a transferência de óleo diesel dos tanques de armazenamento para os diversos consumidores, é de 679,31 m<sup>3</sup>, correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo diesel existente na unidade de perfuração. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 10** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 11** – Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).
- ▶ **Cenário 12** – Grande vazamento (até 679,31 m<sup>3</sup>): Severidade Crítica (III).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 10, 11 e 12 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-17**.

**Quadro II.9-17 – Frequência dos cenários 10, 11 e 12.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
10	1,65E-02	Provável	D
11	4,23E-03	Ocasional	C
12	1,56E-04	Remota	B

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

### ▪ Cenários 13 e 14

O máximo volume de óleo lubrificante possível de ser liberado a partir do sistema de armazenamento e circulação de óleo lubrificante é de 19,64 m<sup>3</sup> (tanque localizado na praça de máquinas), correspondendo ao volume do maior tanque de estocagem de óleo lubrificante existente na unidade de perfuração. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 13** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 14** – Médio vazamento (até 19,64 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 13 e 14 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-18**.

**Quadro II.9-18 – Frequência dos cenários 13 e 14.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
13	4,74E-03	Ocasional	C
14	1,34E-03	Ocasional	C

### ▪ Cenário 15

Para a determinação do máximo volume de óleo hidráulico possível de ser liberado a partir dos tanques de armazenamento, considerou-se o volume de 2,25 m<sup>3</sup>, o qual corresponde à capacidade máxima do tanque de armazenamento de óleo hidráulico existente na unidade de perfuração, resultando no seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 15** – Pequeno vazamento (até 2,25 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

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

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 15 é aquela apresentada no **Quadro II.9-19**:

**Quadro II.9-19 – Frequência do cenário 15.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
15	3,85-04	Remota	B

▪ **Cenários 16 e 17**

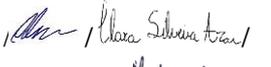
Para a determinação do máximo volume de água oleosa possível de ser liberada a partir do sistema de drenagem de águas oleosas, englobando a coleta, o tratamento e o descarte de efluentes, considerou-se o volume de 9,32 m<sup>3</sup>, o qual corresponde ao inventário de um dos quatro tanques de água de drenagem contaminada existentes na unidade de perfuração, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

▶ **Cenário 16** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

▶ **Cenário 17** - Médio vazamento (até 9,32 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Esses cenários tratam da liberação de um efluente oleoso (água oleosa com teor acima de 15 ppm), ou seja, a concentração de óleo nesse efluente corresponde apenas a um pequeno percentual do volume total liberado. Todavia, para fins de classificação de severidade foi considerado, de forma conservativa, que todo o volume de efluente oleoso liberado seja composto por óleo.

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 16 e 17 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-20**.

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

**Quadro II.9-20 – Frequência dos cenários 16 e 17.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
16	3,71E-03	Ocasional	C
17	9,43E-04	Remota	B

▪ **Cenários 18 e 19**

O volume máximo de óleo sujo possível de ser liberado a partir da unidade de perfuração é de 11,99 m<sup>3</sup>, volume correspondente ao inventário de um dos quatro tanques de água de drenagem contaminada, resultando nos seguintes cenários e respectivas severidades:

- ▶ **Cenário 18** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 19** - Médio vazamento (até 11,99 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 18 e 19 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-21**.

**Quadro II.9-21 – Frequência dos cenários 18 e 19.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
18	2,81E-03	Ocasional	C
19	7,66E-04	Remota	B

▪ **Cenário 20**

Para a determinação do máximo volume de óleo possível de ser liberado quando da ocorrência de queda de tambor ou tanque portátil no mar durante as operações de carga e descarga, considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno

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

vazamento com volume de 5 m<sup>3</sup>, capacidade típica desses recipientes. Como resultado tem-se o seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 20** - Pequeno vazamento (até 5 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 20 é aquela apresentada no **Quadro II.9-22**.

**Quadro II.9-22 – Frequência do cenário 20.**

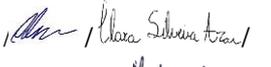
CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
20	6,67E-03	Ocasional	C

▪ **Cenário 21**

Assim como para o Cenário 20, para a determinação do máximo volume de produtos químicos possível de ser liberado quando da ocorrência de queda de tambor, tanque portátil ou big-bag no mar durante as operações de carga e descarga, considerou-se a possibilidade de ocorrência de um pequeno vazamento com volume de 5 m<sup>3</sup>. Como resultado tem-se o seguinte cenário e respectiva severidade:

- ▶ **Cenário 21** - Pequeno vazamento (até 5 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 21 é aquela apresentada no **Quadro II.9-23**.

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

Quadro II.9-23 – Frequência do cenário 21.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
21	6,67E-03	Ocasional	C

### ▪ Cenário 22

Para o cálculo do máximo volume liberado de óleo diesel durante a transferência do barco de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se um vazamento durante três minutos, tempo considerado suficiente para a detecção e interrupção do vazamento, uma vez que a operação é assistida, ou seja, durante a operação de abastecimento da unidade de perfuração há um técnico de prontidão em cada uma das unidades. Com relação à taxa de liberação de óleo, considerou-se a vazão de 90 m<sup>3</sup>/h, a qual corresponde à vazão média de transferência de óleo dentre os barcos de apoio a serem utilizadas na atividade. Dessa forma o volume máximo possível de ser liberado durante a operação de abastecimento da unidade de perfuração é de 4,5 m<sup>3</sup>, resultando no seguinte cenário accidental:

- **Cenário 22** – Pequeno vazamento (até 4,5 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 22 é aquela apresentada no **Quadro II.9-24**.

Quadro II.9-24 – Frequência do cenário 22.

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
22	2,12E-03	Ocasional	C

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

▪ **Cenário 23**

Para a determinação da severidade do cenário associado ao vazamento de fluido de perfuração durante a sua transferência do barco de apoio para a unidade de perfuração, considerou-se a possibilidade de ocorrência de vazamentos de pequena magnitude, tendo sido adotado como volume máximo o limite da categoria de pequenos vazamentos, 8 m<sup>3</sup>. Dessa forma, tem-se o seguinte cenário accidental:

► **Cenário 23** - Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência deste cenário, de acordo com o Anexo 3 - *Identificação dos Cenários Accidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que a frequência associada ao cenário 23 é aquela apresentada no **Quadro II.9-25**.

**Quadro II.9-25 – Frequência do cenário 23.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
23	2,68E-03	Ocasional	C

▪ **Cenários 24 e 25**

Para a determinação do volume máximo de óleo possível de ser liberado em decorrência do afundamento / adernamento da unidade marítima, considerou-se a soma de todos os tanques de óleo existentes na unidade – óleo diesel, óleo lubrificante, óleo hidráulico e óleo sujo – totalizando 2.603,87 m<sup>3</sup>. Já para a determinação do volume máximo de fluido não aquoso possível de ser liberado em consequência do afundamento / adernamento da unidade marítima, considerou-se a soma de todos os tanques de fluido não aquoso existentes na unidade – fluido ativo e fluido reserva – totalizando 1.395,36 m<sup>3</sup>. Dessa forma, tem-se os seguintes cenários accidentais e respectivas severidades:

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

- ▶ **Cenário 24** – Grande vazamento (até 2.603,87 m<sup>3</sup>): Severidade Crítica (III).
- ▶ **Cenário 25** – Grande vazamento (até 1.395,36 m<sup>3</sup>): Severidade Crítica (III).

Com relação à frequência e categoria de ocorrência destes cenários, de acordo com o Anexo 3 – *Identificação dos Cenários Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração* do CADUMP da unidade de perfuração, tem-se que as frequências associadas aos cenários 24 e 25 são aquelas apresentadas no **Quadro II.9-26**.

**Quadro II.9-26 – Frequência dos cenários 24 e 25.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
18	1,62E-03	Ocasional	C
19	1,62E-03	Ocasional	C

#### ▪ **Cenários 26 e 27**

Os cenários correspondentes ao vazamento de óleo diesel devido a furo / ruptura do tanque de armazenamento dos barcos de apoio têm como volume máximo possível de ser liberado 200 m<sup>3</sup>, correspondendo ao volume do maior tanque de armazenamento de óleo diesel dos barcos de apoio previstos para a atividade (o volume máximo da categoria de médio vazamento está sendo considerado de forma conservativa de forma a cobrir novas embarcações de apoio a serem empregadas na atividade, se aplicável).

Dessa forma, tem-se os seguintes possíveis cenários acidentais decorrentes do vazamento de óleo diesel marítimo devido a furo / ruptura do tanque de armazenamento de óleo diesel nos barcos de apoio:

- ▶ **Cenário 26** – Pequeno vazamento (até 8 m<sup>3</sup>): Severidade Menor (I).
- ▶ **Cenário 27** – Médio vazamento (até 200 m<sup>3</sup>): Severidade Média (II).

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

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário acidental, a análise do evento iniciador resultou em frequências de ocorrência de 6,97E-05/ano (pequeno vazamento) e 1,39E-04/ano (médio vazamento), as quais correspondem às taxas de pequeno e médios vazamentos a partir de tanques de armazenamento, de acordo com o HSE *online* (2019). As respectivas classificações das frequências dos cenários estão apresentadas no **Quadro II.9-27**:

**Quadro II.9-27 – Frequência dos cenários 26 e 27.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
26	6,97E-05	Extremamente Remota	A
27	1,39E-04	Remota	B

▪ **Cenário 28**

Para a determinação da severidade do cenário acidental relacionado ao vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade e consequente afundamento das embarcações de apoio, considerou-se a capacidade total de armazenamento de óleo diesel (500 m<sup>3</sup>) nos barcos de apoio tipo previstos para a atividade. Dessa forma, tem-se o seguinte possível cenário acidental:

► **Cenário 28** - Grande vazamento (até 500 m<sup>3</sup>): Severidade Crítica (III).

O volume total de óleo diesel armazenado no barco de apoio engloba o volume de óleo necessário para o consumo próprio da embarcação de apoio e o volume de óleo para abastecimento da unidade de perfuração. Este cenário contempla também a possibilidade de vazamento de fluido de perfuração de base não aquosa a partir das embarcações de apoio. No entanto, foi considerado o volume do maior tanque de óleo diesel em razão de o teor de óleo nesse tipo de fluido ser inferior a 100% (aproximadamente 62%), além do fato de o inventário do tanque de óleo diesel ser superior ao do tanque de fluido de perfuração.

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

Com relação à frequência de ocorrência deste cenário, assim como ocorreu para a determinação da frequência associada ao afundamento da unidade marítima de perfuração, foi utilizado como referência o “Reference Manual Bevi Risk Assessment”, versão 3.2, do *National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)* de 2009. De acordo com essa referência, a frequência para este cenário pode ser obtida pela equação:

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

Onde:

**F** = frequência;

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

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

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

De acordo com estimativas logísticas, durante a realização da atividade de perfuração há previsão de realização de 15 operações de carga/descarga por mês, totalizando 180 operações por ano (N = 180).

Além disso, como o cenário de colisão está associado à aproximação entre a unidade marítima de perfuração e o barco de apoio durante as operações de carga e descarga, a variável T é considerada igual ao número de aproximações para operação de carga/descarga (ou seja, T = N = 180).

Adicionalmente, estimativas logísticas baseadas em outras atividades indicam uma duração máxima de 20 horas para cada operação de descarga (ou seja, t = 20).

Assim, a frequência obtida para o Cenário 28, com a respectiva classificação de frequência, é apresentada no **Quadro II.9-28**.

**Quadro II.9-28 -Frequência do cenário 28.**

CENÁRIO	FREQUÊNCIA		
	Valor (ano <sup>-1</sup> )	Denominação	Categoria
28	4,52E-05	Extremamente Remota	A

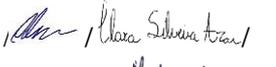
Coordenador:

Gerente:

Técnico:

**II.9.5.1 - Sumários dos Resultados Obtidos**

O **Quadro II.9-29** apresenta a consolidação dos resultados obtidos para a frequência e severidade dos cenários analisados.

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

**Quadro II.9-29 – Sumário dos resultados obtidos para os sistemas e subsistemas analisados.**

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano <sup>1</sup> )	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m <sup>3</sup> )	Denominação	Categoria	
01	I. Perfuração do Poço	I.1 – Controle do Poço	Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (O relatório supramencionado apresenta registros de acidentes <i>out</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	8	Menor	I	Baixo
02			Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>Blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	200	Média	II	Baixo
03			Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>Blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	1,36E-04	Remota	B	85.853	Catastrófica	IV	Médio

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano <sup>1</sup> )	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m <sup>3</sup> )	Denominação	Categoria	
04	II. Plataforma NORBE VI	II.1 - Transferência e Armazenamento de Barita e Bentonita	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita).	1,83E-02	Provável	D	8	Menor	I	Médio
05			Médio vazamento de pó (barita /bentonita).	5,92E-03	Ocasional	C	42,49	Média	II	Médio
06		II.2 -Transferência e Armazenamento de Cimento	Pequeno vazamento de pó (cimento).	9,41E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
07			Médio vazamento de pó (cimento).	2,99E-03	Ocasional	C	42,49	Média	II	Médio
08		II.3 - Armazenamento e Circulação de Fluido	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	3,55E-02	Provável	D	8	Menor	I	Baixo
09			Médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção.	9,27E-03	Ocasional	C	185,2	Média	II	Médio
10		II.4 - Armazenamento e Circulação de Óleo	Pequeno vazamento de óleo diesel.	1,65E-02	Provável	D	8	Menor	I	Médio

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Cláudio Augusto / Cláudio Augusto / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano <sup>1</sup> )	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m <sup>3</sup> )	Denominação	Categoria	
11		Diesel	Médio vazamento de óleo diesel.	4,23E-03	Ocasional	C	200	Média	II	Médio
12	II. Plataforma NORBE VI	II.4 - Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Grande vazamento de óleo diesel.	1,56E-04	Remota	B	679,31	Crítica	III	Médio
13		II.5 - Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante	Pequeno vazamento de óleo lubrificante.	4,74E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
14			Médio vazamento de óleo lubrificante.	1,34E-03	Ocasional	C	19,64	Média	II	Médio
15		II.6 - Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico	Pequeno vazamento de óleo hidráulico.	3,85E-04	Remota	B	2,25	Menor	I	Baixo
16		II.7 - Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas	Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	3,71E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
17			Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm).	9,43E-04	Remota	B	9,32	Média	II	Baixo
18		II.8 - Coleta e Destinação de Óleo	Pequeno vazamento de óleo sujo.	2,81E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
19			Médio vazamento de óleo sujo.	7,66E-04	Remota	B	11,99	Média	II	Baixo

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Alana Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano <sup>1</sup> )	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m <sup>3</sup> )	Denominação	Categoria	
		Sujo								
20		II.9 - Operações de Carga e Descarga	Pequeno vazamento de óleo.	6,67E-03	Ocasional	C	5	Menor	I	Baixo
21			Pequeno vazamento de produto químico.	6,67E-03	Ocasional	C	5	Menor	I	Baixo
22	II. Plataforma NORBE VI	II.10 - Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Pequeno vazamento de óleo diesel.	2,12E-03	Ocasional	C	4,5	Menor	I	Baixo
23		II.11 - Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração	Pequeno vazamento de fluido de perfuração/ completção/ intervenção.	2,68E-03	Ocasional	C	8	Menor	I	Baixo
24		II.12 - Estabilidade da Unidade Marítima	Grande vazamento de óleo.	1,62E-03	Ocasional	C	2.603,87	Crítica	III	Médio

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário	Sistema	Subsistema	Perigo	Frequência Associada			Severidade Associada			Risco
				Valor (ano <sup>1</sup> )	Denominação	Categoria	Volume Máximo (m <sup>3</sup> )	Denominação	Categoria	
25			Grande vazamento de fluido não aquoso.	1,62E-03	Ocasional	C	1.395,36	Crítica	III	Médio
26	III. Atividades de Logística e de Apoio	III.1 – Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio	Pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	6,97E-05	Extremamente Remota	A	8	Menor	I	Baixo
27			Médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	1,39E-04	Remota	B	200	Média	II	Baixo
28		III.2 – Estabilidade dos Barcos de Apoio	Grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento.	4,52E-05	Extremamente Remota	A	500	Crítica	III	Baixo

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

**II.9.5.2 - Planilhas de APR**

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

O **Quadro II.9-30**, apresentado posteriormente às planilhas de APR, contém as recomendações resultantes da análise.

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

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/03				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (Blowout), com espalhamento de óleo no mar. (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>).</li> <li>- Falha de operação do BOP (<i>Blowout Preventer</i>) e dos dispositivos auxiliares.</li> <li>- Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.</li> <li>- Peso de fluido de perfuração insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentação de controle do poço.</li> <li>- Visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental.</li> <li>- Possibilidade de incêndio em poço / <i>flash</i>.</li> </ul>	B	I	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.</li> <li>R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i>.</li> <li>R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</li> <li>R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).</li> <li>R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</li> <li>R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.</li> <li>R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.</li> </ul>	01	

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 01/03				
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
							R11) Manter peso de fluido adequado.	

Coordenador:

*denando Oliveira Lopes*

Gerente:

*Clairino Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/03				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço (Blowout), com espalhamento de óleo no mar. (8 ≤ MV ≤ 200 m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (kick).</li> <li>- Falha de operação do BOP (Blowout Preventer) e dos dispositivos auxiliares.</li> <li>- Falha operacional/humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço.</li> <li>- Peso de fluido de perfuração insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentação de controle do poço.</li> <li>- Visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental.</li> <li>- Possibilidade de incêndio em poça / flash.</li> </ul>	B	II	<p>Baixo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.</li> <li>R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de blowout.</li> <li>R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.</li> <li>R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).</li> <li>R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</li> <li>R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.</li> <li>R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.</li> </ul>	02	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 02/03					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
							R1) Manter peso de fluido adequado.		

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 03/03					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço		SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>Blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar. (200 ≤ GV ≤ 47.700 m³)	- Fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço ( <i>kick</i> ). - Falha de operação do BOP ( <i>Blowout Preventer</i> ) e dos dispositivos auxiliares. - Falha operacional/humana nos procedimentos de	- Instrumentação o de controle do poço. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio explosão	B	IV	Médio	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção,	03	

Coordenador:

*Demarcio Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 03/03					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA I: Perfuração do Poço			SUBSISTEMA I.1: Controle do Poço		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
	retomada do controle ou fechamento do poço. - Peso de fluido de perfuração insuficiente.						manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R11) Manter peso de fluido adequado.			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR						
EMPRESA: PRIO			FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS			REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.1: Transferência e Armazenamento de Pó (Barita e Bentonita).				DATA: Outubro de 2022

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita). (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	D	I	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	04

<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR</b>		
EMPRESA: PRIO	FOLHA: 02/02	
DEPARTAMENTO: SMS	REVISÃO: 01	

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.1: Transferência e Armazenamento de Pó (Barita e Bentonita).			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de pó (barita/bentonita). (8 ≤ MV ≤ 42,49 m³)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - perda de posição; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	c	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	05

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador:

*Denise Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

<b>EMPRESA: PRIO</b>				<b>FOLHA: 01/02</b>				
<b>DEPARTAMENTO: SMS</b>				<b>REVISÃO: 01</b>				
<b>SISTEMA II: Plataforma NORBE VI</b>		<b>SUBSISTEMA II.2: Transferência e Armazenamento de Pó (Cimento)</b>			<b>DATA: Outubro de 2022</b>			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de pó (cimento). (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional	- Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	06

Coordenador:

*Demando Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO				FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: SMS				REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.2: Transferência e Armazenamento de Pó (Cimento)		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de pó (barita /bentonita). (8 ≤ MV ≤ 42,49 m³)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - perda de posição; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	07	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria De Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção. (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Vazamento contido na unidade marítima de perfuração (UMP).	D	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo,	08

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria De Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura]* / *Clara Silveira Azer* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

<b>EMPRESA: PRIO</b>					<b>FOLHA: 02/02</b>			
<b>DEPARTAMENTO: SMS</b>					<b>REVISÃO: 01</b>			
<b>SISTEMA II: Plataforma NORBE VI</b>			<b>SUBSISTEMA II.3: Armazenamento e Circulação de Fluido</b>		<b>DATA: Outubro de 2022</b>			
<b>Perigo</b>	<b>Causas</b>	<b>Modo de Detecção</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Categoria de Frequência</b>	<b>Categoria de Severidade</b>	<b>Risco</b>	<b>Recomendações</b>	<b>Cenário</b>
Médio vazamento de fluido de perfuração/completação/intervenção. (8 ≤ MV ≤ 185,2 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental.	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	09

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/03			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel (0 ≤ PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Vazamento contido na unidade marítima de perfuração (UMP).	D	I	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	10

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR</b>								
<b>EMPRESA: PRIO</b>					<b>FOLHA: 02/03</b>			
<b>DEPARTAMENTO: SMS</b>					<b>REVISÃO: 01</b>			
<b>SISTEMA II: Plataforma NORBE VI</b>			<b>SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)</b>		<b>DATA: Outubro de 2022</b>			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

*demando Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/03			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de óleo diesel (8 ≤ MV ≤ 200 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	-Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash	C	II	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual – PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar – PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	11

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 03/03			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.4: Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel (compreende a transferência de óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores)		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Grande vazamento de óleo diesel (200 ≤ CV ≤ 679,31 m³)	Ruptura em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, devido a: - falha intrínseca; - choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental - Possibilidade de incêndio em poça / flash	B	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	12

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.5: Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo lubrificante (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	I	<div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Baixo</div>	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	13	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.5: Armazenamento e Circulação de Óleo Lubrificante		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de óleo lubrificante (8 < MV ≤ 19,64 m³)	Ruptura de: - linhas; - tanques; - válvulas.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	14	

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

*denando Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo hidráulico (0 < PV ≤ 2,25 m³)	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	B	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto	15

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Silva / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.6: Armazenamento e Circulação de Óleo Hidráulico		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

<b>EMPRESA: PRIO</b>					<b>FOLHA: 01/02</b>				
<b>DEPARTAMENTO: SMS</b>					<b>REVISÃO: 01</b>				
<b>SISTEMA II: Plataforma NORBE VI</b>			<b>SUBSISTEMA II.7: Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).</b>		<b>DATA: Outubro de 2022</b>				
<b>Perigo</b>	<b>Causas</b>	<b>Modo de Detecção</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Categoria de Frequência</b>	<b>Categoria de Severidade</b>	<b>Risco</b>	<b>Recomendações</b>	<b>Cenário</b>	
Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm) (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tubulações, tanques, no separador água/óleo, bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	16	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.7: Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de Águas Oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm) (8 < MV ≤ 9,32 m³)	Falha no controle do sistema de separação água/óleo e ruptura em tubulações, tanques, no vaso separador água e óleo, bombas e válvulas devido a: - falha mecânica; - falha na vedação de juntas e conexões; - falha operacional.	- Instrumentação de controle. - Visual.	- Contaminação ambiental.	B	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	17	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo sujo (0 < PV ≤ 8 m³)	Perdas em tanques, tubulações. Bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha intrínseca - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	C	I	<div style="background-color: green; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Baixo</div>	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo,	18

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura] / Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

<b>EMPRESA: PRIO</b>					<b>FOLHA: 02/02</b>			
<b>DEPARTAMENTO: SMS</b>					<b>REVISÃO: 01</b>			
<b>SISTEMA II: Plataforma NORBE VI</b>			<b>SUBSISTEMA II.8: Coleta e Destinação de Óleo Sujo.</b>		<b>DATA: Outubro de 2022</b>			
<b>Perigo</b>	<b>Causas</b>	<b>Modo de Detecção</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Categoria de Frequência</b>	<b>Categoria de Severidade</b>	<b>Risco</b>	<b>Recomendações</b>	<b>Cenário</b>
Médio vazamento de óleo sujo (8 < MV ≤ 11,99 m³)	Ruptura em tanques, tubulações, bombas e válvulas, por: - corrosão; - falha intrínseca - falha operacional.	-Instrumentação de controle. - Visual.	- Vazamento contido na UMP.	B	II	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).	19

Coordenador: *Demando Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *[Assinatura]* / *Clara Silveira Azer* / *Leandro A. B. Alves* / *Marilene Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR							PRIO	Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de óleo (0 < PV ≤ 8 m <sup>3</sup> )	Queda de tambor / tanque portátil no mar devido a: - problema no guindaste - falha operacional.	- Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.	20	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Pequeno vazamento de produto químico (0 < PV ≤ 8 m³)	Queda de tambor / tanque portátil ou <i>big-bag</i> no mar devido a: - problema no guindaste - falha operacional.	- Visual.	- Contaminação ambiental.	C	I	Baixo	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para	21	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.9: Operações de Carga e Descarga		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							operações de carga e descarga.			

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR		
EMPRESA: PRIO	FOLHA: 01/01	

Coordenador: *denando Oliveira Lopes*

Gerente: *Clairino Araújo*

Técnico: *[Assinatura]* / *Clara Silveira Azer* / *Leandro A. B. Alves* / *Mariana Soares Santos*

DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI		SUBSISTEMA II.10: Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima.			DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel (0 < PV ≤ 8 m³)	Ruptura em mangotes, tubulações e válvulas devido a: - falha intrínseca; - falha operacional; - transbordamento dos tanques.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash	C	I	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência.	22

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.10: Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							<p>R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).</p> <p>R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p> <p>R17) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p>			

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.11: Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completção / intervenção (0 < PV ≤ 8 m³)	Ruptura em mangotes, tubulações e válvulas devido a: - falha intrínseca; - falha operacional; - transbordamento dos tanques.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	C	I	<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Baixo</div>	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R15) Preferencialmente realizar transferência de	23

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.11: Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade de Perfuração.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
							diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural). R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada. R17) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.			

Coordenador: *demando Oliveira Lopes*

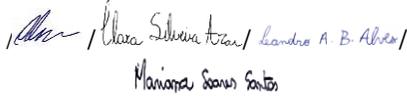
Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								<b>Recomendações</b>	<b>Cenário</b>
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.12: Estabilidade da Unidade Marítima		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de óleo (CV ≤ 2.603,87 m³)	Afundamento / adernamento da unidade marítima.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio / explosão.	C	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.	24	

Coordenador: 

Gerente: 

Técnico: 

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								Recomendações	Cenário
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02				
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01				
SISTEMA II: Plataforma NORBE VI			SUBSISTEMA II.12: Estabilidade da Unidade Marítima		DATA: Outubro de 2022				
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco			
Grande vazamento de fluido não aquoso (GV ≤ 1.395,36 m³)	Afundamento / adernamento da unidade marítima.	- Visual. - Instrumentação de controle.	- Contaminação ambiental.	C	III	Médio	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.	25	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Pequeno vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio. (0 < PV ≤ 8 m³)	Vazamentos em tanques devido à: - corrosão; - ruptura do tanque; - falha operacional; - colisão com outras embarcações.	- Instrumentação de Controle. Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash.	A	I	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	26

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
Médio vazamento de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio. (8 < MV ≤ 200 m³)	Vazamentos em tanques devido à: - corrosão; - ruptura do tanque; - falha operacional; - colisão com outras embarcações.	- Instrumentação de Controle. Visual.	- Contaminação ambiental. - Possibilidade de incêndio em poça / flash.	B	II	<div style="background-color: green; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Baixo</div>	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam	27

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

**PETRO RIO JAGUAR PETRÓLEO LTDA**  
**Estudo Ambiental de Perfuração (EAP) Relativo à Atividade de**  
**Perfuração Marítima do Campo de Wahoo**  
**Estudo Ambiental de Perfuração - EAP**

**22541619-00-EAP-RL-0001-00**  
**OUTUBRO DE 2022 Rev. n° 00**

<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR</b>								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 02/02			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.1: Armazenamento de Óleo Diesel nos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário
							adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	

<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR</b>								
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01			
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01			
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Estabilidade dos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022			
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário

Coordenador:

*demando Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR										
EMPRESA: PRIO					FOLHA: 01/01					
DEPARTAMENTO: SMS					REVISÃO: 01					
SISTEMA III: Atividades de Logística e de Apoio			SUBSISTEMA III.2: Estabilidade dos Barcos de Apoio.		DATA: Outubro de 2022					
Perigo	Causas	Modo de Detecção	Efeitos	Categoria de Frequência	Categoria de Severidade	Risco	Recomendações	Cenário		
Grande vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento. (CV ≤ 500 m³)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Condições meteoceanográficas adversas</li> <li>- Danos Estruturais</li> <li>- Colisão com embarcações</li> </ul>	Visual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação ambiental.</li> <li>- Possibilidade de incêndio em poça / flash.</li> </ul>	A	III	Baixo	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Resposta à Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	28		

Coordenador:

Gerente:

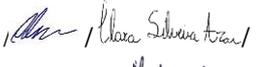
Técnico:

**II.9.5.3 - Recomendações Resultantes da APR**

Das planilhas de Análise Preliminar de Riscos anteriormente apresentadas resultaram as recomendações apresentadas no **Quadro II.9-30**, a seguir.

**Quadro II.9-30 – Recomendações resultantes da APR.**

RECOMENDAÇÕES	
<b>R1</b>	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.
<b>R2</b>	Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .
<b>R3</b>	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.
<b>R4</b>	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).
<b>R5</b>	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.
<b>R6</b>	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.
<b>R7</b>	Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO
<b>R8</b>	Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.
<b>R9</b>	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.
<b>R10</b>	Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.
<b>R11</b>	Manter peso de fluido adequado.
<b>R12</b>	Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.
<b>R13</b>	Não realizar transferência em condições de mar adversas.
<b>R14</b>	Seguir procedimento operacional para transferência.
<b>R15</b>	Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).
<b>R16</b>	Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.
<b>R17</b>	Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.
<b>R18</b>	Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.
<b>R19</b>	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes.
<b>R20</b>	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.
<b>R21</b>	Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).

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

#### II.9.5.4 - Análise e Avaliação dos Cenários Acidentais Identificados

A aplicação da metodologia apresentada nos itens anteriores possibilitou a construção das planilhas de Análise Preliminar de Riscos. Na análise foram identificados 28 (vinte e oito) cenários acidentais, dos quais 03 (três) estão associados à perfuração do poço, 22 (vinte e dois) são referentes à plataforma NORBE VI e 03 (três) são referentes às atividades de logística e de apoio. No que diz respeito à severidade das consequências, do total de cenários identificados, 15 (quinze) foram classificadas como sendo de severidade **Menor (I)**, 08 (oito) como severidade **Média (II)**, 04 (quatro) como severidade **Crítica (III)** e 01 (um) como severidade **Catastrófica (IV)**. Com relação à frequência de ocorrência dos cenários analisados, 02 (dois) foram classificadas como sendo de ocorrência **Extremamente Remota (A)**, outros 08 (oito) foram classificados como sendo de ocorrência **Remota (B)**, 15 (quinze) como sendo de ocorrência **Ocasional (C)**, 03 (três) como sendo de ocorrência **Provável (D)**, enquanto nenhum foi considerado como sendo de ocorrência **Frequente (E)**. Combinando-se as frequências dos cenários analisados com as suas respectivas severidades, de acordo com a Matriz de Riscos, obteve-se que todos os 17 (dezessete) cenários analisados foram classificados como sendo de **Risco Baixo**, 11 (onze) como sendo de **Risco Médio**, enquanto nenhum cenário foi classificado como sendo de **Risco Alto**.

O **Quadro II.9-31** sintetiza esses resultados.

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

**Quadro II.9-31 – Distribuição dos cenários na matriz de risco.**

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

FREQUÊNCIA				
EXTREMAMENTE REMOTA	REMOTA	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
02	08	15	03	0
7,14%	28,57%	60,71%	3,57%	0,0%

SEVERIDADE			
MENOR	MÉDIA	CRÍTICA	CATASTRÓFICA
15	08	04	01
53,57%	28,57%	14,29%	3,57%

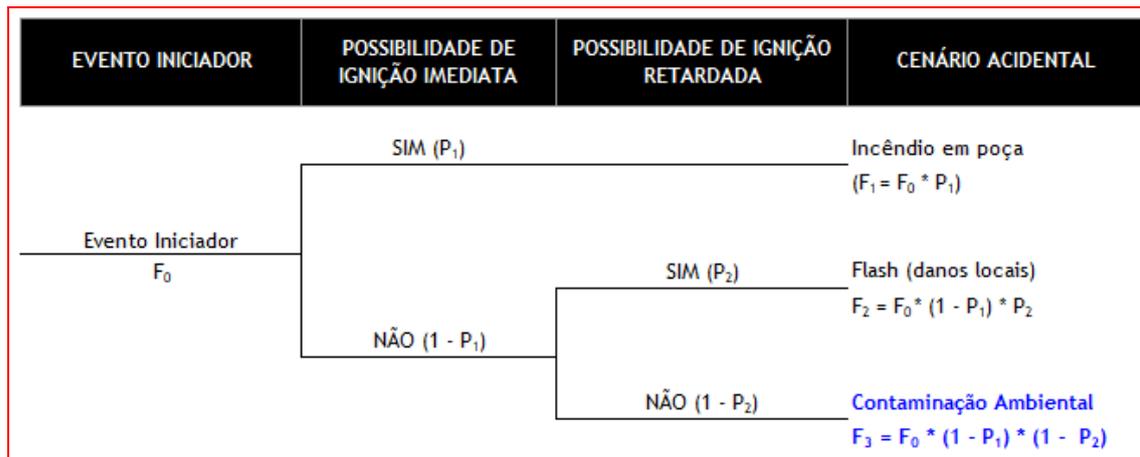
RISCO		
Risco Baixo	Risco Médio	Risco Alto
17	11	0
60,71%	39,29%	0%

Nota: Conforme premissa estabelecida no item I.3.3 - Volumes Liberados de Óleo, cenários ambientais nos quais se considera a contenção do vazamento a bordo da unidade marítima de perfuração foram considerados de risco baixo. Os cenários reclassificados na tabela acima foram: C10, C11 e C14.

**II.9.5.5 - Árvores de Eventos**

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

Para o cálculo das frequências dos cenários acidentais decorrentes dos eventos iniciadores identificados na Análise Preliminar de Riscos (APR), foram construídas árvores de eventos associando aos eventos iniciadores probabilidades de ocorrência de eventos que podem interferir na sua evolução, conforme ilustrado na **Figura II.9-5**.



**Figura II.9-5 - Árvore de eventos para cálculo da frequência dos cenários acidentais.**

O **Quadro II.9-32** apresenta as probabilidades de ignição adotadas neste estudo, obtidas do IOGP (2010), e o **Quadro II.9-33** as frequências dos cenários acidentais. Na composição dos cenários foram adotadas as seguintes premissas:

- Foram considerados apenas os sistemas envolvendo derramamento de óleos (óleo cru, óleo combustível, óleo lubrificante, óleo hidráulico e fluido de base não aquosa) de forma a atender às orientações da CGPEG/DILIC/IBAMA para elaboração de Análise de Risco Ambiental (ARA), segundo as quais devem ser considerados apenas os efeitos de contaminação ambiental por óleo. Dessa forma, não foram aqui contemplados os cenários analisados na APR envolvendo barita/bentonita e cimento, bem como vazamentos de óleo e fluido de perfuração em áreas cobertas pelo sistema de drenagem da unidade de perfuração sendo, portanto, contidos pelo sistema de drenagem, não resultando dessa forma em contaminação ambiental;

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

- Complementarmente, de forma conservativa, foi considerado que, caso a capacidade de contenção do sistema de drenagem seja inferior ao volume de óleo liberado em cada sistema analisado, o vazamento é 100% não contido, ou seja, que todo o volume de óleo liberado atingiria o mar, resultando, portanto, em contaminação ambiental;
- Uma vez que a probabilidade de ignição disponível em bancos de dados está associada a vazões mássicas, foram determinadas as massas das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados, a partir dos volumes correspondentes e das densidades associadas às substâncias;
- Ainda com relação às probabilidades de ignição, de acordo com as premissas adotadas no banco de dados empregado nesse estudo (OGP, 2010), a probabilidade de ignição imediata possui o valor de 0,0010, sendo a probabilidade de ignição retardada obtida pela subtração do valor da probabilidade de ignição imediata (0,0010) da probabilidade de ignição total (imediata + retardada) associada a cada taxa de vazamento;
- Para determinar a vazão mássica das substâncias envolvidas em cada um dos cenários analisados envolvendo armazenamento de óleo foi considerado o tempo de vazamento de 10 minutos, o qual corresponde ao tempo mínimo de detecção e intervenção adotado por referências bibliográficas de Análise de Riscos, como, por exemplo a norma P4.261 da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo);
- Por sua vez, para determinar a vazão mássica associada ao volume de óleo liberado durante o abastecimento da unidade de perfuração foi considerado o tempo de três minutos, o qual corresponde ao tempo para a detecção e interrupção do bombeio de óleo, uma vez que esta é uma operação assistida;
- Para os cenários envolvendo a perda de controle do poço (*blowout*), a IOGP (*International Association of Oil and Gas Producers*) fornece uma probabilidade de ignição imediata de 9% e uma probabilidade de ignição retardada de 16%;

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

- Nas árvores de evento elaboradas, os três eventos de decisão considerados foram: possibilidade de poça confinada, possibilidade de ignição imediata e possibilidade de ignição retardada resultando em flash ou incêndio, tendo esses sido considerados na ordem citada;
- O evento de decisão referente à poça confinada foi apresentado nas árvores de evento apenas de forma ilustrativa, já que para os cenários acidentais ocorridos na unidade marítima de perfuração o vazamento ficaria contido na unidade. Por sua vez, para os demais eventos acidentais em que não há possibilidade de contenção, como é o caso da perda de controle do poço e os cenários relativos às embarcações de apoio, foi adotada a premissa de que 100% do inventário de óleo atinge o mar;
- Para os cenários referentes à queda de carga no mar durante as operações de carga e descarga não foi construída a árvore de eventos, já que o evento resulta diretamente em contaminação ambiental, não sendo aplicáveis os demais desdobramentos acidentais;
- Para os cenários referentes a vazamentos de água oleosa (acima de 15 ppm) não foram elaboradas árvores de eventos, pois, em virtude do baixo teor de óleo presente no efluente oleoso, não foram considerados outros desdobramentos acidentais além de contaminação ambiental;
- De forma análoga, para os cenários envolvendo liberações de fluido de perfuração de base não aquosa também não foram considerados desdobramentos acidentais e, portanto, não foram elaboradas árvores de eventos, ou seja, foi considerado, de forma conservativa, que 100% do inventário liberado resultaria em contaminação ambiental. Tal premissa deve-se ao fato de fluidos de base não aquosa possuírem em sua composição um teor de óleo de cerca de 60%;
- As tipologias/cenários acidentais consideradas no estudo foram incêndio em poça, flash, explosão e contaminação ambiental, sendo a primeira, incêndio, decorrente da ignição imediata, e flash e explosão decorrentes da ignição retardada. Com relação à

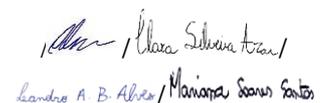
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



contaminação ambiental, tipologia acidental com a maior frequência associada, esta foi considerada quando não há ignição;

- Para os cenários/tipologias acidentais de incêndio em poça, flash e explosão, considerou-se que estas resultam apenas em danos locais, sem a ocorrência de contaminação ambiental;

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Alana Silveira Araujo*  
*Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

**Quadro II.9-32 – Probabilidades de ignição associadas aos cenários acidentais.**

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade Total de Ignição (Ignição Imediata + Ignição Retardada)	Probabilidade de Ignição Imediata	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão	
1	Perfuração do Poço	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	890	7.120	-	-	0,2500	0,0900	0,1600	-	
2				200,00		178.000		-	0,2500	0,0900	-	0,1600	
3				85.853,00		76.409.170		-	0,2500	0,0900	-	0,1600	
9	Plataforma NORBE VI	Armazenamento e Circulação de Fluido	Fluido de Perfuração	185,20	930	172.236	180	956,87	-	-	-	-	
11		Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	200,00	850	170.000	600	283,33	0,0024	0,0010	0,0014	-	
12				679,31	850	577.414		962,36	0,0024	0,0010	-	0,0014	
16		Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas	Efluente Oleoso	8,00	930	7.440	600	12,40	-	-	-	-	-
17				9,32		8.668		14,45	-	-	-	-	-
20				Operações de Carga e Descarga		Resíduo Oleoso		5,00	930	4.650	-	-	-
22		Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Óleo Diesel	4,50	850	3.825	180	23,61	0,0114	0,0010	0,0104	-	
23	Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Fluido de Perfuração	8,00	930	7440	180	41,33	-	-	-	-		

Coordenador:

Gerente:

Técnico:   
 Mariana Soares Santos

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Densidade (kg/m³)	Massa (kg)	Tempo de Vazamento (s)	Vazão (kg/s)	Probabilidade Total de Ignição (Ignição Imediata + Ignição Retardada)	Probabilidade de Ignição Imediata	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash	Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão
24	Plataforma NORBE VI	Estabilidade da Unidade Marítima	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Óleo Sujo	2.603,87	930	2.421.599	600	4.036,00	0,0024	0,0010	-	0,0014
25			Fluido de Perfuração	1.395,36	930	1.297.685		2.162,81	-	-	-	-
26	Atividades de Apoio e Logística	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	850	6.800	600	37,78	0,0015	0,0010	0,0005	-
27				200,00		170.000		944,44	0,0024	0,0010	0,0014	-
28		Estabilidade das Embarcações de Apoio		500,00		425.000		2.361,11	0,0024	0,0010	-	0,0014

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-33 – Frequências dos cenários acidentais.**

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano <sup>-1</sup> )	Poça Confinada		Probabilidade de Ignição Imediata		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Flash (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano <sup>-1</sup> )
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO				
1	Perfuração do Poço	Controle do Poço	Óleo Cru	8,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	0,1600	0,8400	-	1,0000	1,22E-05	1,98E-05	-	1,04E-04
2				200,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	1,22E-05	-	1,98E-05	1,04E-04
3				85.853,00	1,36E-04	-	1,0000	0,0900	0,9100	-	1,0000	0,1600	0,8400	1,22E-05	-	1,98E-05	1,04E-04
9	Plataforma NORBE VI	Armazenamento e Circulação de Fluido	Fluido de Perfuração	185,20	9,27E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	9,27E-03
11		Armazenamento e Circulação de Óleo Diesel	Óleo Diesel	200,00	4,23E-03	-	1,0000	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986	-	1,0000	4,23E-06	5,92E-06	-	4,22E-03
12		Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes – Drenagem de Águas Oleosas	Efluente Oleoso	679,31	1,56E-04	-	1,0000	0,0010	0,9990	-	1,0000	0,0014	0,9986	1,56E-07	0,00E+00	2,18E-07	1,56E-04
16		8,00		3,71E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	-	3,71E-03
17		Operações de Carga e Descarga	Resíduo Oleoso	9,32	9,43E-04	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	9,43E-04
20		Transferência de Óleo Diesel do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Óleo Diesel	5,00	6,67E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	6,67E-03
22		Transferência de Fluido de Perfuração do Barco de Apoio para a Unidade Marítima	Fluido de Perfuração	4,50	2,12E-03	-	1,0000	-	0,9990	0,0104	0,9896	-	1,0000	2,12E-06	2,20E-05	-	2,10E-03
23	8,00	2,68E-03	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	1,0000	-	-	-	2,68E-03	

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Cenário da APR	Sistema	Subsistema	Substância	Volume (m³)	Frequência (ano <sup>-1</sup> )	Poça Confinada		Probabilidade de Ignição Imediata		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Flash		Probabilidade de Ignição Retardada Resultando em Explosão		Frequência de Ocorrência de Incêndio (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Flash (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Explosão (ano <sup>-1</sup> )	Frequência de Ocorrência de Contaminação Ambiental (ano <sup>-1</sup> )
						SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO				
<b>24</b>	Plataforma NORBE VI	Estabilidade da Unidade Marítima	Óleo Diesel / Óleo Lubrificante / Óleo Hidráulico / Óleo Sujo	2.603,87	1,62E-03	1,0000	0,0010	0,9990		1,0000	0,0014	0,9986	1,62E-06	0,00E+00	2,27E-06	<b>1,62E-03</b>	
<b>25</b>			Fluido de Perfuração	1.395,36	1,62E-03	1,0000		1,0000		1,0000		1,0000	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	<b>1,62E-03</b>	
<b>26</b>	Atividades de Apoio e Logística	Embarcações de Apoio	Óleo Diesel	8,00	6,97E-05	1,0000	0,0010	0,9990	0,0005	0,9995		1,0000	6,97E-08	3,43E-08	0,00E+00	<b>6,96E-05</b>	
<b>27</b>				200,00	1,39E-04	1,0000	0,0010	0,9990	0,0014	0,9986		1,0000	1,39E-07	1,94E-07	0,00E+00	<b>1,39E-04</b>	
<b>28</b>		Estabilidade das Embarcações de Apoio	500,00	4,52E-05	1,0000	0,0010	0,9990		1,0000	0,0014	0,9986	4,52E-08	0,00E+00	6,32E-08	<b>4,51E-05</b>		

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

## II.9.6 - Avaliação das Consequências

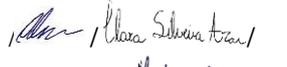
### II.9.6.1 - Modelagem do Transporte de Óleo no Mar

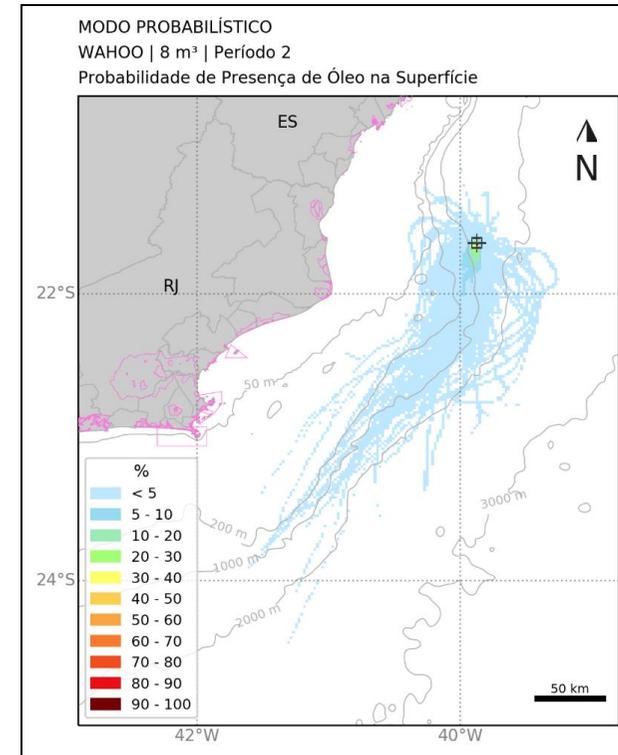
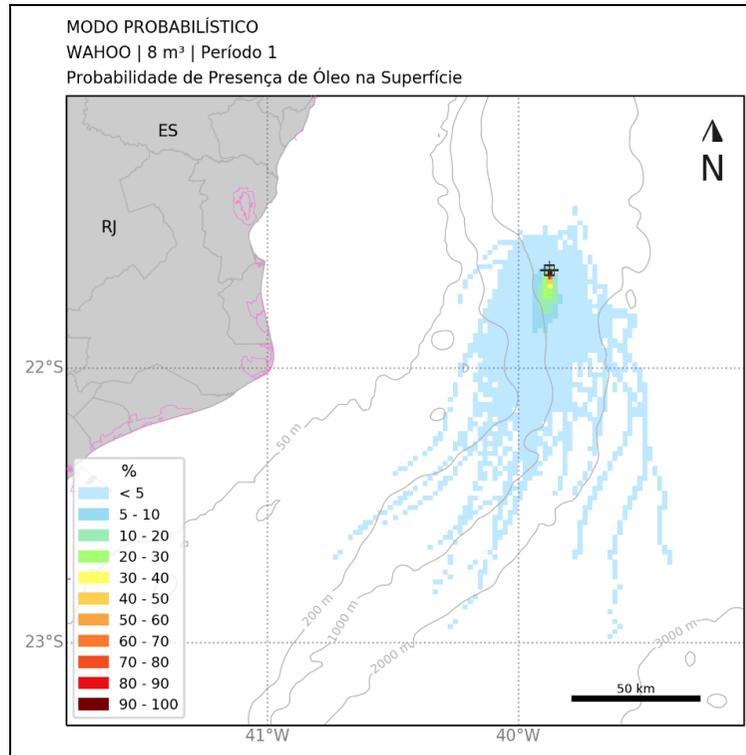
A seguir, serão apresentados os resultados da modelagem do transporte do óleo no mar, os quais contemplam dois cenários sazonais, período 1 (outubro a março) e período 2 (abril a setembro), e três faixas de volume de vazamento de óleo, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA N° 398/08. O **Quadro II.9-34** apresenta os cenários avaliados.

**Quadro II.9-34 - Cenários avaliados na modelagem de dispersão de óleo no mar.**

Cenário	Período	Volume de Óleo
1	1	8 m <sup>3</sup>
2	2	8 m <sup>3</sup>
3	1	200 m <sup>3</sup>
4	2	200 m <sup>3</sup>
5	1	85.853 m <sup>3</sup>
6	2	85.853 m <sup>3</sup>

A seguir, são apresentados os mapas de probabilidade de presença de óleo na superfície, na coluna d'água, e na costa para os vazamentos de pequeno volume (8 m<sup>3</sup>), médio volume (200 m<sup>3</sup>) e *blowout* (85.8530 m<sup>3</sup>). É importante ressaltar que para esta Análise de Riscos foi considerada a integração da modelagem de superfície com a coluna d'água. Destaca-se que esses mesmos resultados, assim como a metodologia e o relatório completo, encontram-se apresentados no item II.6 (Modelagem da Dispersão de Óleo e Cascalho).

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



**Figura II.9-6- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 8 m³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

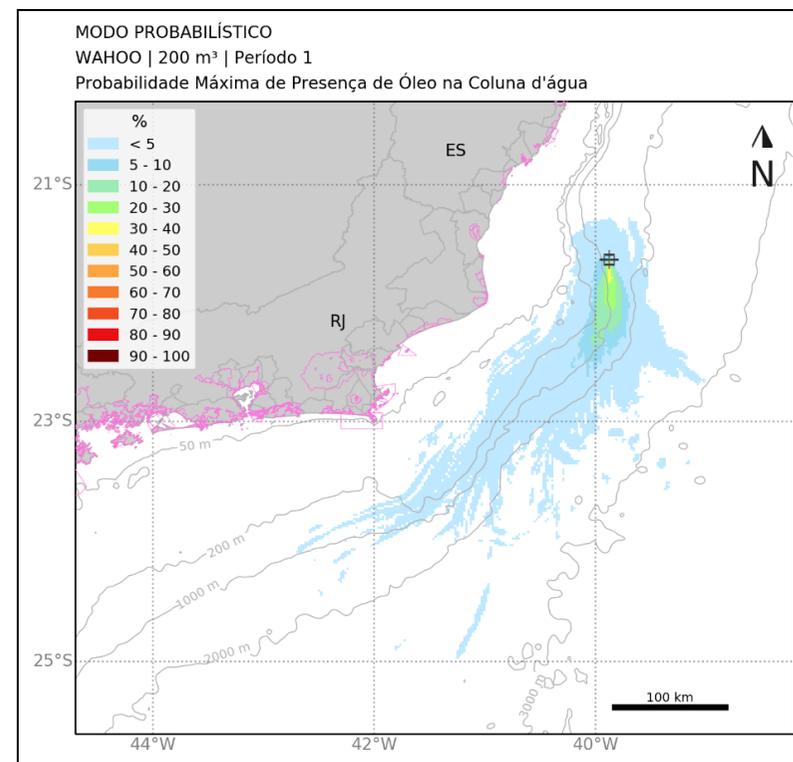
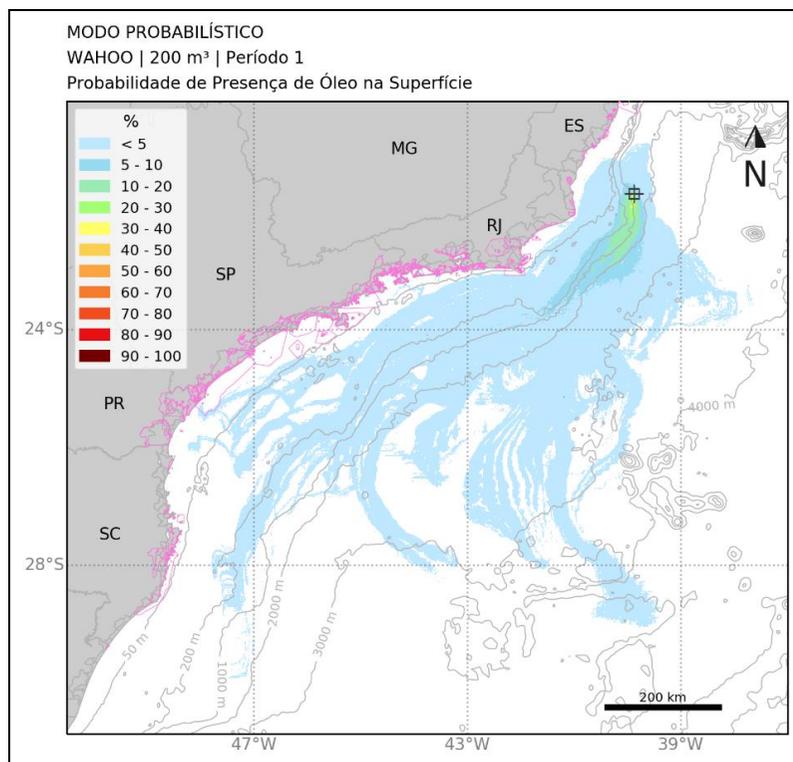


Figura II.9-7- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 200 m<sup>3</sup> – 30 dias de simulação – período 1 e período.

Coordenador:

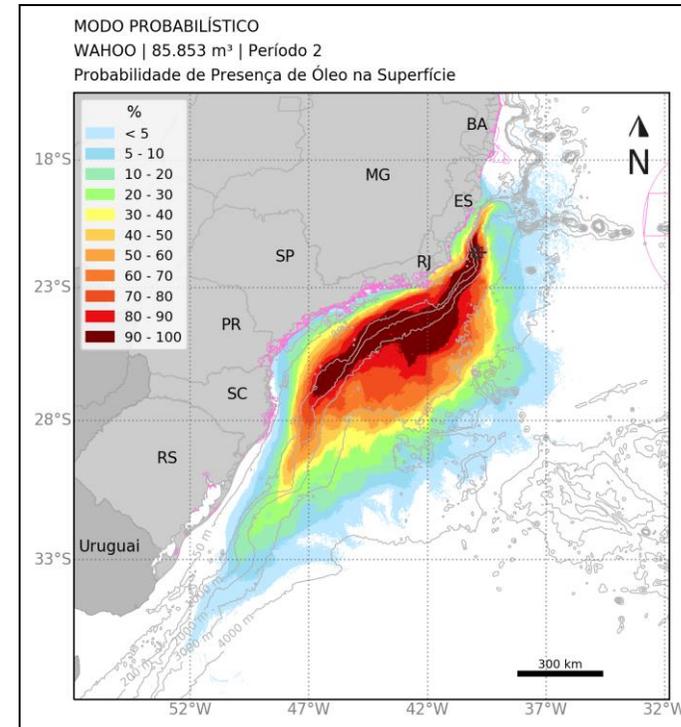
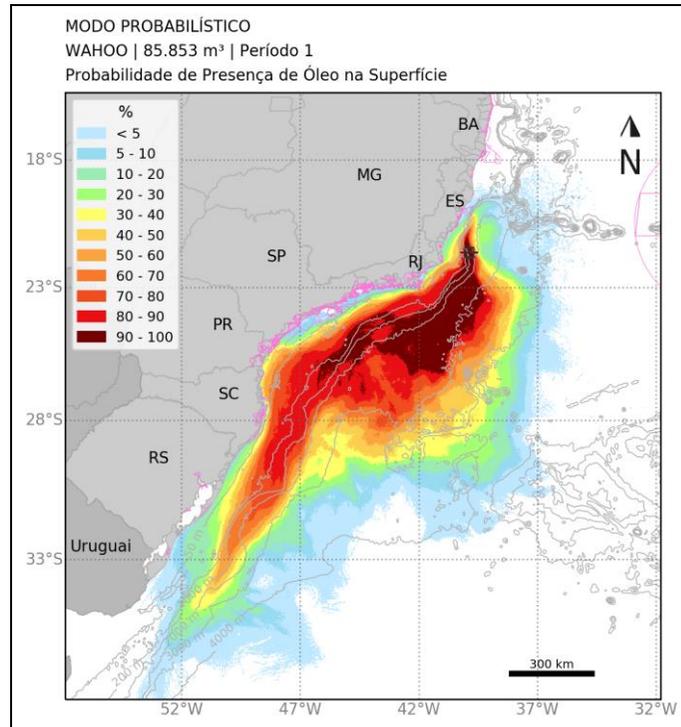
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-8- Probabilidade de presença de óleo em superfície. Volume: 85.853 m³ – 30 dias de simulação – período 1 e período.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



22541619-00-EAP-RL-0001-00  
OUTUBRO DE 2022 Rev. n° 00

PETRO RIO JAGUAR PETRÓLEO LTDA  
Estudo Ambiental de Perfuração (EAP) Relativo à Atividade de  
Perfuração Marítima do Campo de Wahoo  
Estudo Ambiental de Perfuração - EAP

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azer / Leandro A. B. Alves /  
Marilene Soares Santos*

## II.9.7 - Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes de Valor Ambiental

Os Componentes (CVA) e Subcomponentes (SVA) de Valor Ambiental foram identificados considerando os resultados da modelagem de dispersão de óleo e as informações obtidas através da Análise de Vulnerabilidade, da Síntese de Qualidade Ambiental e do Diagnóstico Ambiental do Estudo de Impacto Ambiental de Perfuração do Campo Wahoo.

Foram identificados ao todo nove componentes de valor ambiental (CVA), dos quais três representam ecossistemas e seis representam comunidades/populações. Além disso, foram identificados cinco subcomponentes de valor ambiental (SVA) que representam áreas importante para estes grupos, como áreas de concentração e reprodução, cuja perda ocasionaria graves prejuízos ambientais (**Quadro II.9-35**)

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

**Quadro II.9-35 – Componentes de Valor Ambiental (CVA) e Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) identificados para avaliação de riscos ambientais e sua classificação ecológica.**

Nível	Componentes de Valor Ambiental (CVA)	Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA)	Fontes
Ecossistemas	Recifes Rochosos	-	ISL 1, 2, 6 e 8
	Estuários	-	IBGE e MMA
	Praias Arenosas	-	ISL 3,4 e 5
	Bancos Biogênicos	-	MMA e Marem
	Manguezais	-	MMA e ISL 10

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Nível	Componentes de Valor Ambiental (CVA)	Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA)	Fontes	
Populações/ Comunidades	Recursos Pesqueiros costeiros	-	Isóbata de 100 m	
	Recursos Pesqueiros oceânicos	-	Disperso	
	Mamíferos Marinhos	SVA Pinipedes		Disperso
				Refúgio da Vida Silvestre do Molhe Leste e o Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos – O primeiro tem shape no site: <a href="https://sema.rs.gov.br/refugio-de-vida-silvestre-do-molhe-leste">https://sema.rs.gov.br/refugio-de-vida-silvestre-do-molhe-leste</a> e o segundo tem as coordenadas (não tem shape) no site: <a href="https://www.pinipedesdosul.com.br/index.php?p=os_refugios_de_pinipedes_lista&amp;iid=Mjk=">https://www.pinipedesdosul.com.br/index.php?p=os_refugios_de_pinipedes_lista&amp;iid=Mjk=</a>
			SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )	Áreas de Restrição IN
			SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )	Marem, 2016
			SVA Baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )	Áreas de Restrição IN e Rota Migratória
		SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )	Áreas de Restrição IN	
	Tartarugas Marinhas		Disperso	
		SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	Guia de Licenciamento e ISL de praias	
	Aves Marinhas Oceânicas	-	Disperso	
	Aves Marinhas Costeiras	-	Marem, 2016	

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

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

O mapeamento foi baseado em diversas fontes de informações e referências bibliográficas, artigos científicos, relatórios de estudos ambientais, documentos e instruções normativas de órgãos ambientais e bancos de dados diversos. Uma vez identificados e mapeados os CVAs e os SVAs, definiu-se o tempo de recuperação para cada componente. Para a classificação do tempo de recuperação foi consultada bibliografia especializada sobre impactos de óleo em organismos e ecossistemas, com seus tempos de recuperação, além dos guias da IPIECA (*International Petroleum Industry Environmental Conservation Association*). A sensibilidade dos componentes foi avaliada em função do seu tempo de recuperação.

Cabe destacar que dados sobre o tempo de recuperação de uma comunidade ou população de espécies tropicais são escassos. A maioria dos estudos existentes são limitados a poucas espécies de ambientes de climas temperados. Além disso, em muitos estudos, medidas mitigadoras são adotadas podendo acelerar ou, em alguns casos, até retardar o processo de recuperação, dificultando a definição do tempo de recuperação para áreas atingidas que não contam com qualquer tipo de ação.

A seguir são apresentadas considerações sobre impacto do óleo nos CVAs/SVAs, os resultados das probabilidades de cada componente ambiental ser atingido por óleo nos cenários acidentais previstos – vazamento de pequeno, médio e pior caso nos períodos 1 (outubro a março) e 2 (abril a setembro) – com mapas ilustrativos da dispersão do óleo, e o tempo de recuperação estimado para cada um deles.

Quanto à distribuição, cabe ressaltar que os componentes e subcomponentes foram divididos entre aqueles que são fixos e aqueles com distribuição dispersa. Conforme orientação do CGPEG/IBAMA, os CVAs e SVAs de distribuição dispersa são considerados aqueles que não é possível definir limites claros associados às suas áreas de concentração. A seguir são apresentadas as distribuições dos CVAs:

- CVA Recifes Rochosos – Distribuição fixa/restrita

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

- CVA Estuários – Distribuição fixa/restrita
- CVA Praias Arenosas – Distribuição fixa/restrita
- CVA Bancos Biogênicos – Distribuição fixa/restrita
- CVA Manguezais – Distribuição fixa/restrita
- CVA Recursos Pesqueiros Costeiros – Distribuição fixa/restrita
- CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos – Distribuição dispersa/difusa
- CVA Mamíferos Marinhos – Distribuição difusa/dispersa
- SVA Pinípedes – Distribuição fixa/restrita
- SVA Toninha (*Pontoporia blainvillei*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA boto-cinza (*Sotalia guianensis*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) – Distribuição fixa/restrita
- SVA baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) – Distribuição fixa/restrita
- CVA Tartarugas Marinhas- Distribuição dispersa/difusa
- SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas – Distribuição fixa/restrita
- CVA Avifauna Marinha Costeira – Distribuição fixa/restrita
- CVA Avifauna Marinha Oceânica – Distribuição difusa/dispersa

#### II.9.7.1 - CVA Recifes Rochosos

Os recifes rochosos constituem ecossistemas estabelecidos na transição entre os sistemas terrestres e marinhos, constituídos por substratos consolidados distribuídos por todo o globo (NYBAKKEN & BERTNESS, 2004). Eles representam os costões rochosos e a

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

área marinha adjacente a eles. A relevância dos recifes rochosos está nos ecossistemas bentônicos com aporte de nutrientes de origem terrestre, o que torna este um dos ambientes mais importantes da zona costeira. Os recifes rochosos não somente incrementam a produtividade primária com o aporte de nutrientes de origem terrestre, mas também viabilizam o estabelecimento de elevada biodiversidade. O substrato dos recifes rochosos é favorável à fixação de propágulos de algas e larvas de várias espécies de invertebrados bentônicos, que por sua vez, fornecem abrigo e proteção para uma grande variedade de animais, servindo também como substrato para a fixação de outros organismos. Os grupos animais mais comuns nesse ambiente são crustáceos, moluscos, poliquetas, esponjas, tunicados, equinodermos, cnidários e briozoários. Entre as algas, as vermelhas (Rhodophyta) são as mais abundantes quanto ao número de espécies, seguidas pelas verdes (Chlorophyta) e pardas (Phaeophyta) (COUTINHO, 2004; COUTINHO & ZALMON, 2009).

A distribuição e abundância de invertebrados que vivem nos recifes rochosos são fortemente influenciadas por fatores físicos e químicos, tais como batimento de ondas, turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido na água, que podem variar em função de fatores naturais e/ou induzidos por atividades antrópicas. Como resposta aos amplos gradientes ambientais e interações biológicas existentes neste ambiente de interface entre a terra e o mar, se verifica um padrão de distribuição, ou zonação, no qual as espécies ocorrem em faixas contínuas paralelas a linha d'água (NYBAKKEN & BERTNESS, 2004). Os invertebrados sésseis ou sedentários (de locomoção restrita) são os mais suscetíveis a mudanças ambientais, e assim, apresentam ampla aplicabilidade em estudos de biomonitoramento (GOODSELL *et al.*, 2009, *apud* MORAES *et al.*, 2013).

#### II.9.7.1.1 - Impactos do Óleo sobre Recifes Rochosos

O impacto do óleo nos recifes rochosos está relacionado à sua persistência nestes ambientes. De maneira geral, a persistência do óleo em recifes rochosos expostos é baixa, uma vez que o óleo não penetra no substrato, sendo rapidamente removido pela ação das ondas. No entanto, os recifes rochosos podem ter fendas, fissuras e poças, que retêm o óleo em seu interior e podem comprometer a sobrevivência das espécies que utilizam

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

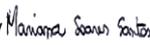
estes microhabitats (NOAA, 2005). Existem, ainda, situações em que o óleo é mais resistente e pode permanecer como uma faixa acima ou na linha da maré alta por longos períodos (NOAA, 2005).

Os recifes rochosos abrigados são muito mais sensíveis ao efeito do óleo do que os expostos. Nesses ambientes, o óleo não se dispersa tão facilmente, uma vez que a ação das ondas e correntes é mínima. Assim, o óleo pode permanecer nas rochas por muitos anos, impedindo ou dificultando o processo de recuperação da comunidade atingida (LOPES, 2007 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

Os efeitos do óleo nos recifes rochosos podem ser tanto físicos quanto químicos, com potenciais impactos agudos e efeitos subletais. O aumento da biomassa das espécies menos sensíveis e o declínio daquelas mais sensíveis aos efeitos tóxicos do óleo são consequências bem conhecidas dos derrames de óleo que atingem os recifes rochosos (KOTTA *et al.*, 2008 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). Em geral, os impactos agudos costumam ser a mortalidade dos herbívoros, que são mais sensíveis, especialmente os gastrópodes, podendo levar à proliferação posterior de algas verdes oportunistas (SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978; HOUGHTON *et al.*, 1996; MORRELL, 1998 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). Os depositívoros costumam se beneficiar do aumento da matéria orgânica, enquanto os efeitos negativos podem ser os impactos físicos do recobrimento por óleos pesados nos organismos, o que pode causar asfixia ou o entupimento do aparato alimentar dos filtradores (ELMGREN *et al.*, 1983; BERGE, 1990 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020). Dentre os efeitos subletais pode-se destacar a narcotização, especialmente com relação aos óleos leves como o diesel, que desprende o animal da rocha e o deixa vulnerável ao impacto das ondas (STIRLING, 1977 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

#### II.9.7.1.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Para o mapeamento deste CVA, foram utilizadas as informações do Projeto Marem, que estabeleceu o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) brasileiro. Para tanto, foram considerados os seguintes ISLs 1, 2, 6 e 8 (PROJETO MAREM, 2016), além de 20 m de área marinha adjacente. As figuras a seguir (**Figura II.9-9** a **Figura II.9-11**) apresentam o

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

mapeamento dos recifes rochosos juntamente com as áreas com probabilidades de chegada de óleo. Os cenários que apresentam probabilidade de toque de óleo são o de 200 m<sup>3</sup> (período 1) e pior caso apenas. No cenário de 200 m<sup>3</sup> a probabilidades foi de 0,20%, enquanto no cenário de pior caso as probabilidade variaram entre 0,20% e 42,94% (períodos 1 e 2) (**Figura II.9-36**).

Coordenador:

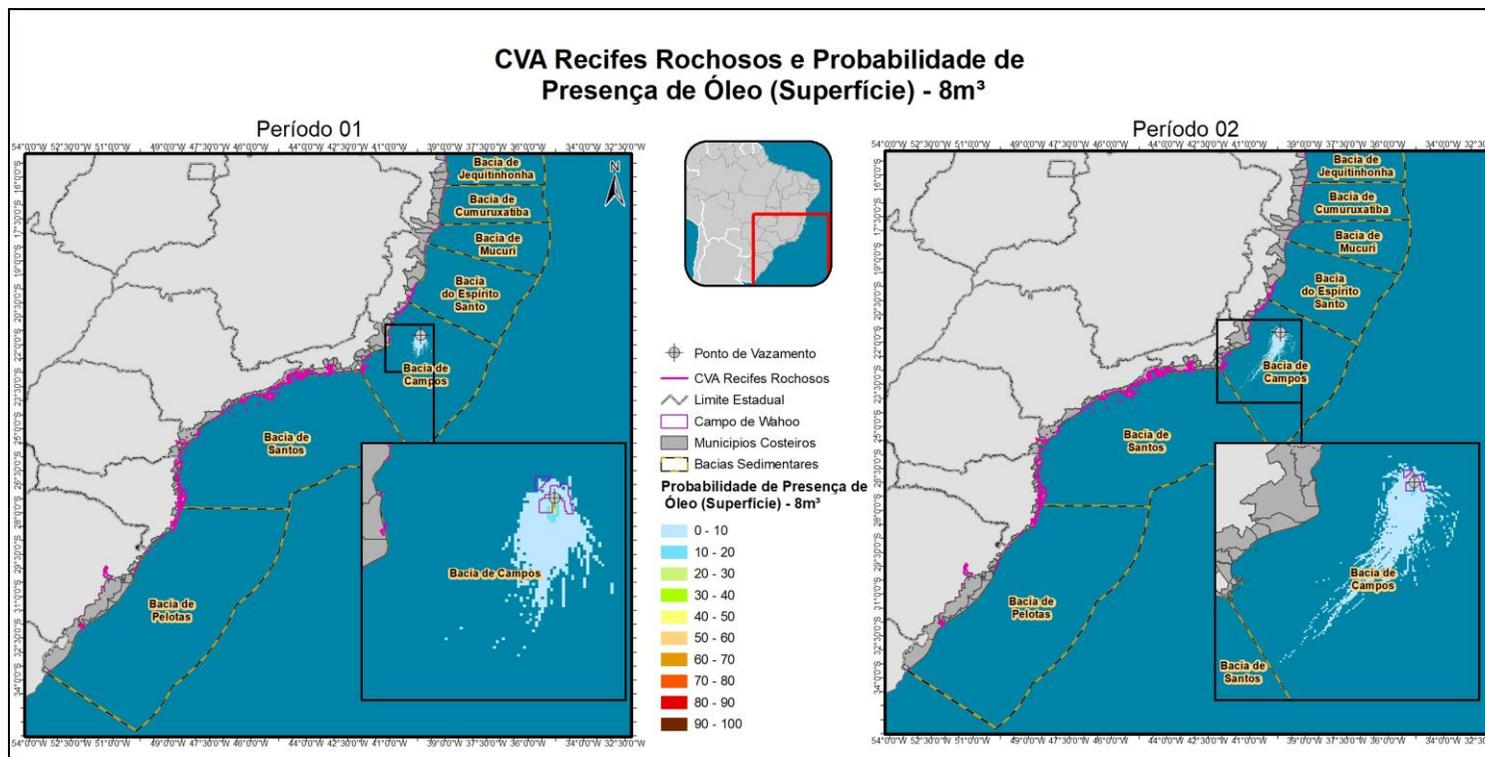


Gerente:



Técnico:





**Figura II.9-9 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

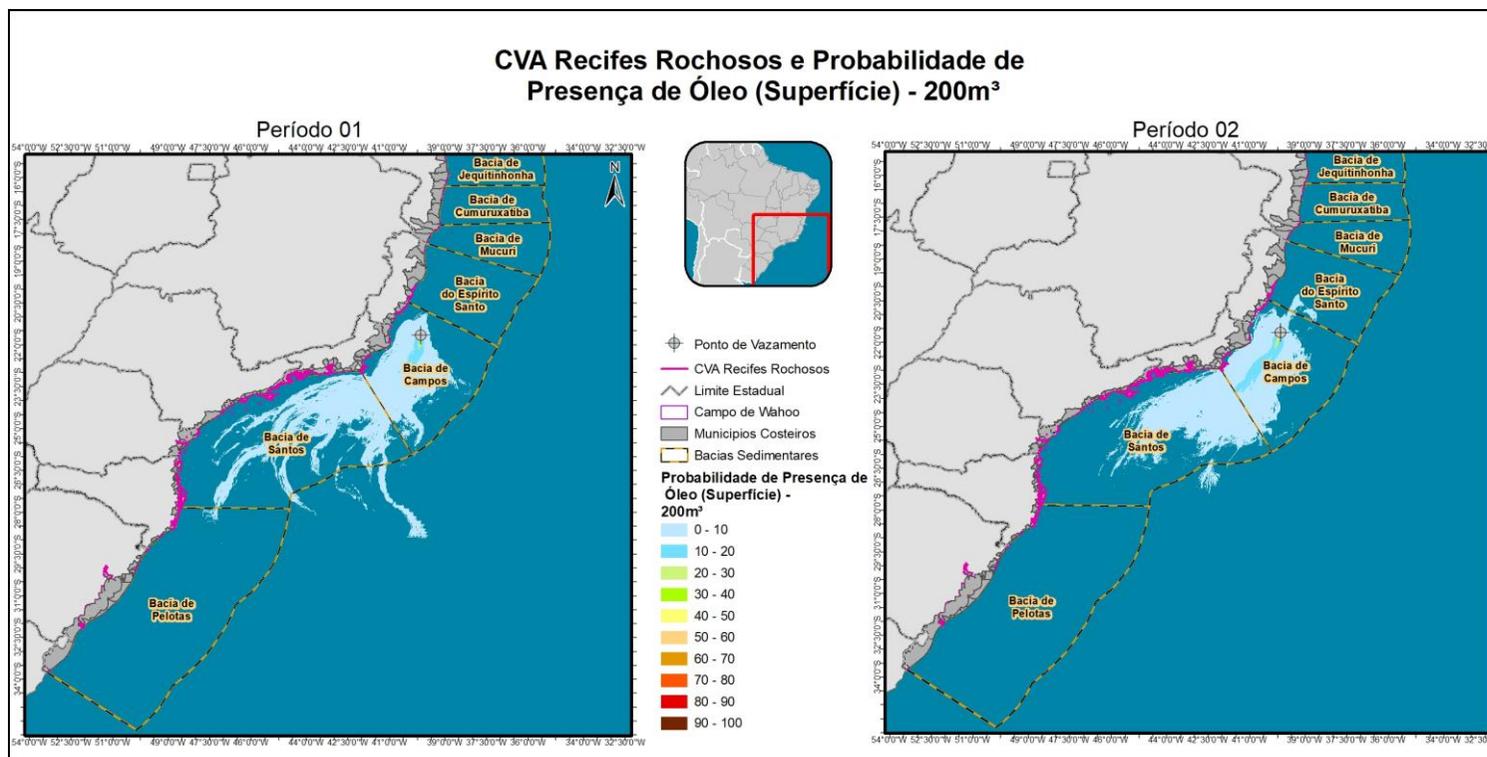


Figura II.9-10 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

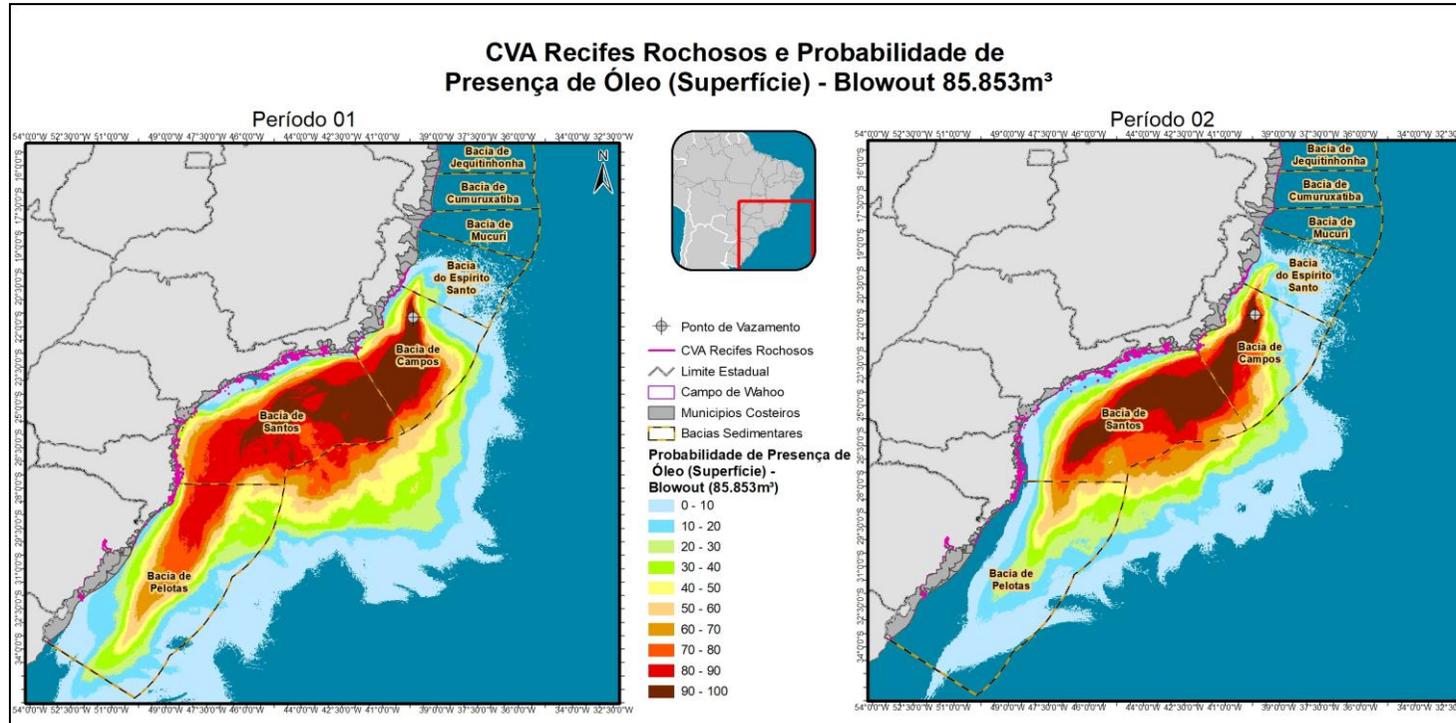


Figura II.9-11 – Ocorrência de recifes rochosos e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-36 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Recifes Rochosos em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0,20	0,20
2	200	0	0
1	Blowout	0,20	42,91
2	Blowout	0,20	42,91

### II.9.7.1.3 - Tempo de Recuperação

Dentre os fatores que podem ser destacados por influenciar mais diretamente no tempo de recuperação dos recifes rochosos, os principais são: o grau de exposição às ondas; a presença de áreas que atuem como fontes de larvas e o tipo de óleo vazado no acidente (MILANELLI, 1994; KINGSTON, 2002). Alguns tipos de óleos são mais resistentes à degradação e agravam os possíveis impactos causados por danos físicos; enquanto outros, mais leves, porém mais tóxicos, têm um maior potencial para gerar impactos químicos no ambiente. Outros fatores que também são passíveis de influenciar na recuperação são a inclinação e a porosidade do costão, além da época de ocorrência do acidente (BAKER, 1999; IPIECA, 1996 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

O processo de recuperação consiste, primeiramente, num aumento das espécies oportunistas e, depois, na sua gradual substituição pelas mais sensíveis. Ao longo do tempo, a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos retorna a valores semelhantes aos de antes do evento, dentro da faixa de variabilidade esperada para esses ambientes. Devido à forte interação biológica entre todos os componentes das comunidades bentônicas dos recifes rochosos, e que determinam muito da dinâmica do sistema, qualquer alteração na abundância de alguma espécie-chave é capaz de produzir fortes efeitos diretos e indiretos nos outros componentes (PAINE, 1966; MENGE *et al.*, 1994; PETERSON *et al.*, 2003 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020).

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

IPIECA (1996) *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020) afirma que mesmo que os danos sejam consideráveis, as comunidades presentes em recifes rochosos se recuperam em três ou quatro anos, pois muitas espécies têm, em geral, grande potencial de se restabelecer. Entretanto, efeitos de longo prazo podem ocorrer em certas circunstâncias, por exemplo, se grandes quantidades de óleo viscoso atingirem uma área costeira protegida da ação das ondas. Algumas espécies de moluscos podem ser mais sensíveis, e um tipo de óleo particularmente tóxico pode causar a morte de um grande número de organismos.

LOPES *et al.*, (1997) *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020) realizou um estudo em 17 recifes rochosos localizados ao longo do Canal de São Sebastião, litoral de São Paulo, entre novembro de 1992 e maio de 1995, após um derramamento de óleo, com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos nesses ambientes. Os resultados mostraram que, apesar do petróleo ser um produto pesado e, portanto, com efeito potencial de recobrimento, e exibir elevada toxicidade, não foi constatado, pelos métodos empregados, qualquer efeito adverso (mortalidade) sobre as populações de craca (*Chthamalus* sp.). Isso ocorreu, possivelmente, porque o óleo ou não chegou a recobrir totalmente essas populações ou porque as condições meteorológicas possam ter facilitado a dispersão do óleo na ocasião do acidente.

O **Quadro II.9-37** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo, os efeitos reportados nos recifes rochosos, e discussões sobre o tempo de recuperação, mostrando a complexidade e variabilidade desse tipo de acidente.

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

**Quadro II.9-37 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os recifes rochosos.**

Data	Derramamento	Volume do óleo	Efeitos reportados
1987	Navio Nella Dan, Macquarie Island (região subantártica).	120 toneladas de óleo diesel e 5 toneladas de óleo lubrificante	Um estudo realizado na Ilha Macquarie mostrou que comunidades bentônicas em recifes rochosos ainda apresentavam evidências de impacto sete anos após o acidente (SMITH & SIMPSON, 1998).
1989	Navio Exxon Valdez, Alasca.	41 milhões de litros de petróleo	Em 1991 a cobertura de algas e a abundância de invertebrados nos recifes rochosos atingidos pelo óleo tinham retornado às condições semelhantes àquelas observadas em áreas não atingidas. Entretanto, a ampla flutuação da cobertura de algas nas áreas contaminadas causou uma subsequente alteração na estrutura da comunidade. O dossel de Fucus foi inicialmente eliminado na maioria das áreas que sofreram limpeza profunda, eliminando assim, a proteção contra predação, dessecação e abrasão fornecida por essa alga para os organismos da região entremarés. Até 1997, as populações de Fucus ainda não tinham se recuperado totalmente na zona superior dos recifes rochosos voltados diretamente para o sol, mas em muitos locais, a recuperação da comunidade entremarés tem sido substancial (EVOSTC, 2010).
1991	Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.	6,3 milhões de barris de óleo	No vazamento de óleo ocorrido durante a Guerra do Golfo, todos os recifes rochosos foram atingidos. No entanto, a ação das ondas acelerou a degradação do óleo e ajudou na regeneração desses ecossistemas. De acordo com BARTH (2001), dois anos após o acidente todas as espécies-chave estavam presentes e, após quatro anos, foi observada a recuperação da abundância de espécies, quando os recifes estavam completamente recuperados.
1994	Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil. Ruptura de um duto.	2.700 m <sup>3</sup>	Resultados de testes estatísticos não indicaram diferenças significativas entre o percentual de cobertura das populações monitoradas (mexilhões e mariscos) das amostras feitas antes e após o vazamento. Por outro lado, os testes de toxicidade crônicos e agudos nestas populações mostraram alta toxicidade ao óleo, evidenciando-se o estresse subletal (LOPES <i>et al.</i> , 1997).
1999	Navio Erika, Brittany (França).	41 milhões de litros de petróleo	Um ano após o acidente com o petroleiro Erika, foi realizado um estudo na Ilha Groix, França. Os recifes rochosos monitorados apresentaram respostas específicas para os impactos, tendo diferentes padrões de sucessão. Em um dos ambientes houve mudança em termos de abundância, porém não houve variação na riqueza de espécies; nas fendas, ocorreu tanto o desaparecimento de algumas espécies, como a imigração de espécies oportunistas; em outro ambiente houve a perda de muitas espécies. Um ano após o vazamento

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>Data</b>	<b>Derramamento</b>	<b>Volume do óleo</b>	<b>Efeitos reportados</b>
			o ambiente ainda não havia se reestruturado (LE HIR & HILY, 2002).
2010	Plataforma DeepWater Horizon (Golfo do México -EUA)	3,19 milhões de barris de óleo cru	Grande parte do petróleo veio a tona e formou manchas de óleo que cobriram aproximadamente 112.000 km <sup>2</sup> da superfície do oceano. Mais de 2100 km do litoral foi afetado, incluindo as áreas de ocorrência de invertebrados de hábito filtrador, como cracas, mexilhões e ostras. Apesar disso, não foi verificada acumulação significativa de óleo por estes organismos na região contaminada (FRY & ANDERSON, 2014)
2011	Navio MV Rena (Nova Zelândia)	350 toneladas de óleo HFO 380	Em estudo realizado após o desastre, foi revelado que um total de quatro dentre os oito recifes rochosos estudados foram acometidos com o óleo Rena, sendo os dois recifes rochosos mais próximos àqueles mais afetados. Em um período de cinco meses a mancha de óleo reduziu em área cerca de 90%. Houve redução de riqueza e abundância de organismos em função da contaminação, embora o impacto do derramamento tenha sido relativamente baixo, em comparação com outros acidentes. A intensidade dos efeitos foi baixa em função de diferentes fatores, tais como o volume do derramamento, as condições marítimas, o sucesso das medidas de contenção de baixo impacto, dentre outros (SCHIEL <i>et al.</i> , 2016).
2017	Colisão entre dois navios, Cennai (Índia)	75 toneladas de Óleo HFO	Estudo realizado revelou que a maior parte do óleo ficou estagnada ao longo dos paredões rochosos construídos na região do porto. Dessa forma, o trabalho de remoção foi bem sucedido. Contudo, foi observada a presença de toxicidade em materiais coletados após dois meses do desastre.
2019	Nordeste do Brasil	5000 toneladas de óleo cru	A origem permanece desconhecida, com suspeitas sobre vazamentos de navio próximo à costa brasileira (ESCOBAR, 2019 SCIENCE Vol. 366, Issue 6466, pp. 672 DOI: 10.1126/science.366.6466.672). Cientistas estimam um elevado grau de impactos sobre a biodiversidade, incluindo os recifes rochosos (NASRI SISSINI <i>et al.</i> , 2020 Vol. 366, Issue 6466, pp. 672 DOI: 10.1126/science.366.6466.672; SOARES <i>et al.</i> , 2020 Marine Policy 115 (2020) 103879).

Fonte: EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S (2020).

<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p>  <p>Marianna Soares Santos</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

Tendo em vista os estudos consultados e seus respectivos tempos de recuperação, e levando-se em consideração a importância biológica dos recifes rochosos, considera-se o tempo de recuperação deste CVA de três a 10 anos.

#### II.9.7.2 - CVA Praias Arenosas

As praias constituem sistemas dinâmicos, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Podem ser divididas em uma porção subaérea (supra e mediolitoral) e outra subaquática (infralitoral) que inclui a zona de arrebenção e se estende até ponto de formação das ondas (WRIGHT & SHORT, 1983). As praias arenosas identificadas apresentam tipologias variadas. Os cordões litorâneos se estendem por toda a costa assumindo uma forma linear quase contínua, interrompidas pelos costões rochosos que separam as baixadas costeiras (MMA, 2007; MMA 2010). Em alguns pontos da costa estes ambientes são acompanhados por falésias, restingas e sistemas de dunas.

Quanto ao grau de exposição, as praias podem ser identificadas desde muito expostas a muito protegidas, sendo a variabilidade física resultante da combinação de parâmetros como nível energético das ondas e granulometria do sedimento. Destes dependem a

Coordenador:



Gerente:



Técnico:


morfologia do fundo, o padrão de circulação e a dinâmica de correntes (VILLWOCK, 1987 *apud* AMARAL *et al.*, 2002).

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

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

De uma maneira geral, a fauna de praias é representada por diversos grupos taxonômicos, tais como Cnidaria, Turbellaria, Nemertea, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echiura, Sipuncula, Crustacea, Pycnogonida, Brachiopoda, Echinodermata e Hemichordata. Entre esses, os numericamente mais importantes são Polychaeta, Mollusca e Crustacea. Muitas espécies têm importância econômica direta, como é o caso dos crustáceos e moluscos utilizados na alimentação humana ou como isca para pesca (BROWN & MCLACHLAN, 1990 *apud* AMARAL *et al.*, 2002). Em função da grande extensão latitudinal da costa brasileira e a influências de vários regimes de maré e do clima, existe uma grande variedade de praias brasileiras, desde aquelas

que vão em extensão de poucos metros a outras que abrangem mais de 200 km da costa (AMARAL *et al.*, 2016)

Outro aspecto importante das praias arenosas é que fornecem diversos serviços ecossistêmicos relacionados diretamente ao seu papel no estoque de sedimentos e proteção da linha de costa, filtração de água e ciclagem de nutrientes. Além disso fornecem bens essenciais tais como pesca e proporcionam diversas atividades associadas ao turismo e esportes náuticos (AMARAL *et al.*, 2016). Formam, ainda, importante elemento paisagístico, cuja estética e balneabilidade precisam ser preservadas (MATUELLA, 2007).

As praias constituem ecossistemas costeiros bastante vulneráveis e sujeitos aos impactos originados no ambiente terrestre e marinho. A ocupação humana desordenada da região costeira, poluição química e orgânica e turismo constituem principais fontes de impacto das praias arenosas no Brasil (AMARAL *et al.*, 2016).

#### II.9.7.2.1 - Impactos do óleo sobre praias arenosas

O derramamento de óleo sobre a costa é considerado uma situação mais desfavorável do que a sua presença sobre a superfície do mar. Quando o óleo atinge à costa pode acarretar diversos impactos diretos, afetando organismos associados a zona entremarés, como também indiretos trazendo prejuízos para pesca e turismo. Os principais efeitos sobre a biota são consequência do recobrimento e da intoxicação pelos componentes do óleo. Ainda podem ocorrer mudanças na estrutura e composição das comunidades, uma vez que ocorrem alterações nas características físicas e químicas do sedimento, como aumento da temperatura, redução da circulação e renovação da água intersticial (MONTEIRO, 2003). Pode haver também bioacumulação, principalmente através do processo de filtração da água pelas espécies suspensívoras e pela ingestão direta de sedimento pelas espécies depositívoras. Além disso, algumas perturbações podem levar a uma redução da diversidade e riqueza, com aumento da dominância de espécies oportunistas e resistentes (MONTEIRO, 2003).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Dentre os fatores que podem influenciar no grau de impacto do óleo nas comunidades biológicas está o tipo de substrato. Nos substratos não consolidados, como o existente em praias arenosas, o óleo penetra verticalmente no sedimento atingindo camadas mais profundas. Assim, quanto maior o tamanho do grão, maior a penetração do óleo no sedimento (MONTEIRO, 2003). Além disso, a dinâmica sedimentar também pode ser um importante fator no grau de impacto do óleo nesses ambientes. O óleo pode sofrer um soterramento pelo sedimento, dando a falsa impressão de que a praia está limpa. Durante períodos de remobilização do sedimento, devido ação das ondas e marés, o óleo soterrado pode ser descoberto e recontaminar o ambiente (IPIECA, 2000a).

Os efeitos tóxicos do óleo em praias arenosas, por sua vez, dependem não apenas da quantidade de óleo, mas também da composição e toxicidade do óleo e do tempo de permanência do mesmo no ambiente. Os efeitos se apresentam de duas formas:

- Efeitos agudos ou em curto prazo (uma a 4 semanas), que são notoriamente tóxicos e colocam diretamente em risco as populações e as comunidades costeiras que estão em contato direto com o óleo e seus constituintes, afetando potencialmente a equipe de limpeza e a população;
- Efeitos crônicos ou em longo prazo (um mês a 10 anos), como a bioacumulação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar.

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

De maneira genérica, estudos sugerem que o ecossistema de praia é altamente dinâmico e, na maioria dos casos, a energia física das ondas é suficiente para remover os resquícios de óleo em poucos anos após um vazamento (BARTH, 2008). Esse tempo é considerado relativamente baixo quando comparado a ecossistemas de maior

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

complexidade estrutural e biológica como os manguezais. Além disso, as praias de maior exposição às ondas apresentam menor sensibilidade do que as praias abrigadas, com menor exposição e com grãos mais finos. Em consequência, a fauna parece se recuperar mais rápido nas praias de maior exposição e granulometria mais grosseira que nas abrigadas (MCLACHLAN & HARTY, 1982).

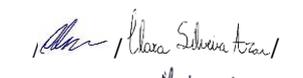
É importante destacar que o conceito de “recuperação” aplicado a praias arenosas expostas e abrigadas está diretamente relacionado à recuperação das comunidades faunísticas presentes no substrato, através da verificação das mudanças nos índices de abundância, diversidade e biomassa ou nas taxas de crescimento, reprodução e recrutamento (MATUELLA, 2007).

Alguns estudos têm demonstrado que os efeitos das taxas de biodegradação do óleo em praias arenosas impactadas podem variar de acordo com a posição da mancha de óleo na praia e sua composição. Além disso, a adição de fertilizantes orgânicos em praias contaminadas por óleo pode acelerar o processo de biodegradação e a taxa de mineralização dos hidrocarbonetos, revelando ser uma eficiente medida de mitigação dos impactos nestes ambientes (MORTAZAVI *et al.*, 2013 apud BEYER *et al.*, 2016).

A avaliação dos impactos de um vazamento de óleo diesel pesado sobre a meiofauna de praias arenosas em *Picnic Bay* (Hong Kong) demonstrou que a presença de aromáticos tóxicos e baixas taxas de oxigênio afetaram a densidade populacional e a sucessão ecológica durante 15 meses (WORMALD, 1976).

A recuperação da meiofauna em praias de La Coruna (Espanha) acometidas pelo vazamento de óleo foi de cerca de um ano, ainda que em alguns locais mais impactados não tenha sido encontrada uma grande abundância de organismos (GIERE, 1979). Neste estudo, destaca-se a importância da ação das correntes e aporte de larvas como determinantes para o repovoamento por alguns grupos da meiofauna.

A estrutura das comunidades de nemátodos após os impactos causados pelo vazamento de óleo do navio de *Amoco Cadiz* em 1978 (França) sofreu mudanças progressivas, com

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

recuperação rápida em cerca de 2 a 3 meses (BOUCHER, 1980). A análise dos efeitos do mesmo vazamento em outras praias da França demonstrou efeitos letais e subletais sobre diversos componentes da meiofauna, que persistiram por três anos após o vazamento (CONAN, 1982 *apud* MATUELLA, 2007). As variações na estrutura desta comunidade podem ser sintetizadas em 2 fases: contaminação e redução da densidade e da diversidade e após 5 anos aumento da densidade e diversidade (BODIN,1988).

A abundância de macrofauna dos sedimentos declinou drasticamente após o vazamento do *Exxon Valdez* no Alaska, em 1989. Neste estudo verificou-se que mesmo 8 anos após o vazamento a recuperação não era completa (PETERSON *et al.*, 2003). A abundância de caranguejos e estrelas-do-mar foi muito reduzida, com a recuperação de algumas espécies de maior mobilidade ocorrendo em dois anos. Durante quatro anos após o acidente, houve redução da densidade de grama marinha e dos animais associados. A abundância de anfípodas declinou drasticamente e não havia se recuperado mais de seis anos após o vazamento. Porém, em geral, muitos invertebrados da macrofauna do infralitoral aumentaram em abundância, especialmente oligoquetas e algumas espécies de poliquetas. De acordo com o autor, esse fato pode ter ocorrido tanto por um aumento de bactérias degradadoras de hidrocarbonetos no sedimento, como também devido à redução da ocorrência de predadores.

Em uma avaliação sobre efeitos do vazamento de óleo durante a Guerra do Golfo nas praias arenosas 10 anos depois, verificou-se que, embora os resíduos de óleo continuassem na areia, 80% das praias haviam se recuperado, ou seja, apresentavam composição das espécies similar aos locais de controle sem óleo. Na maioria dos casos, a energia física das ondas foi suficiente para remover parte do óleo num período de dois a quatro anos. Além disso, sugere-se que a grande concentração de O<sub>2</sub> na maioria das praias arenosas leva a uma significativa degradação do óleo, de uma maneira que há a colonização de organismos depois de cinco anos.

No acidente ocorrido com a explosão da Plataforma Deep Sea Horizon, no Golfo do México, 1773 km do litoral foram atingidos pelo óleo. Deste total, 73,3% era formado por

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

praias arenosas onde foram implementados procedimentos de limpeza para retirada do óleo. Após 1 ano decorrido da data do acidente, o óleo se encontrava ao longo de 847 km da costa e, após 2 anos, havia contaminação por óleo em cerca de 687 km da costa (MICHEL *et al.*, 2012 apud BEYER *et al.*, 2016). As praias mais afetadas pela contaminação ainda apresentavam manchas de óleo na areia cerca de 19 meses após o acidente (GROS *et al.*, 2014 apud BEYER, *et al.*, 2016). No **Quadro II.9-38** são apresentados outros casos de vazamento com impacto em praias arenosas:

**Quadro II.9-38 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as praias.**

Vazamento	Efeitos reportados
1996: Navio-tanque <i>Sea Empress</i> , País de Gales.  Volume do óleo derramado: 72.000 toneladas de óleo cru.	Apesar de a região ser dominada por costões, algumas praias arenosas foram atingidas. O maior impacto nessas praias foi o desaparecimento ou diminuição no número de anfípodos e outros crustáceos e poliquetas e a substituição temporária desses por espécies oportunistas. No entanto, estudos realizados após um ano sugeriram que houve uma grande recuperação da fauna.
2001: Navio-tanque <i>Jessica</i> , Ilhas Galápagos.  Volume do óleo derramado: 600 toneladas de diesel e 300 toneladas de óleo combustível.	Foi o maior vazamento de óleo nas Ilhas Galápagos e tinha potencial para causar danos irreparáveis à vulnerável e exclusiva fauna marinha do local. Felizmente, a ação de ventos e correntes levou o óleo para longe da costa de San Cristóbal, a ilha onde ocorreu o acidente, sendo rapidamente dispersado. Apesar de muitas ilhas serem impactadas, foi encontrado pouco óleo e houve um pequeno impacto imediato na biota. A contaminação por óleo foi medida em 13 diferentes locais e foi considerada baixa em todos eles, não excedendo a 50 ppm, considerado um nível em que há pouca probabilidade da fauna ser afetada. Em estudo realizado 14 dias após o vazamento foi constatado que as praias arenosas próximas ao naufrágio estavam livres da contaminação por hidrocarboneto.
2009: Navio <i>MV Pacific Adventurer</i>  Volume do óleo derramado: 270 toneladas de óleo pesado.	Houve apenas uma avaliação em curto prazo dos efeitos do óleo nos invertebrados bentônicos. Após três meses, os impactos detectados ainda eram fortes, com baixa abundância, densidade e diversidade de espécies.

Fonte: KINGSTON *et al.* (2002); EDWARDS & WHITE (2010).

### II.9.7.2.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Para o mapeamento das praias arenosas da região, foi utilizado o Índice de Sensibilidade do Litoral estabelecido (ISL) pelo PROJETO MAREM (2016), tendo sido selecionados os ISL 3, 4 e 5. O mapeamento das praias arenosas e das áreas com probabilidades de chegada de óleo podem ser visualizados nas **Figura II.9-12 a Figura II.9-14**). Como para o CVA

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

Recifes Rochosos, só houve toque de óleo nos cenários de 200 m<sup>3</sup> e pior caso. No cenário de 200 m<sup>3</sup> as probabilidades máximas de toque foram muito baixas 0,19% e 1,19% nos períodos 1 e 2, respectivamente. Para o cenário de pior caso foram registradas probabilidades máximas de 33,33% (período 1) e 41,31% (período 2) (**Quadro II.9-39**).

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

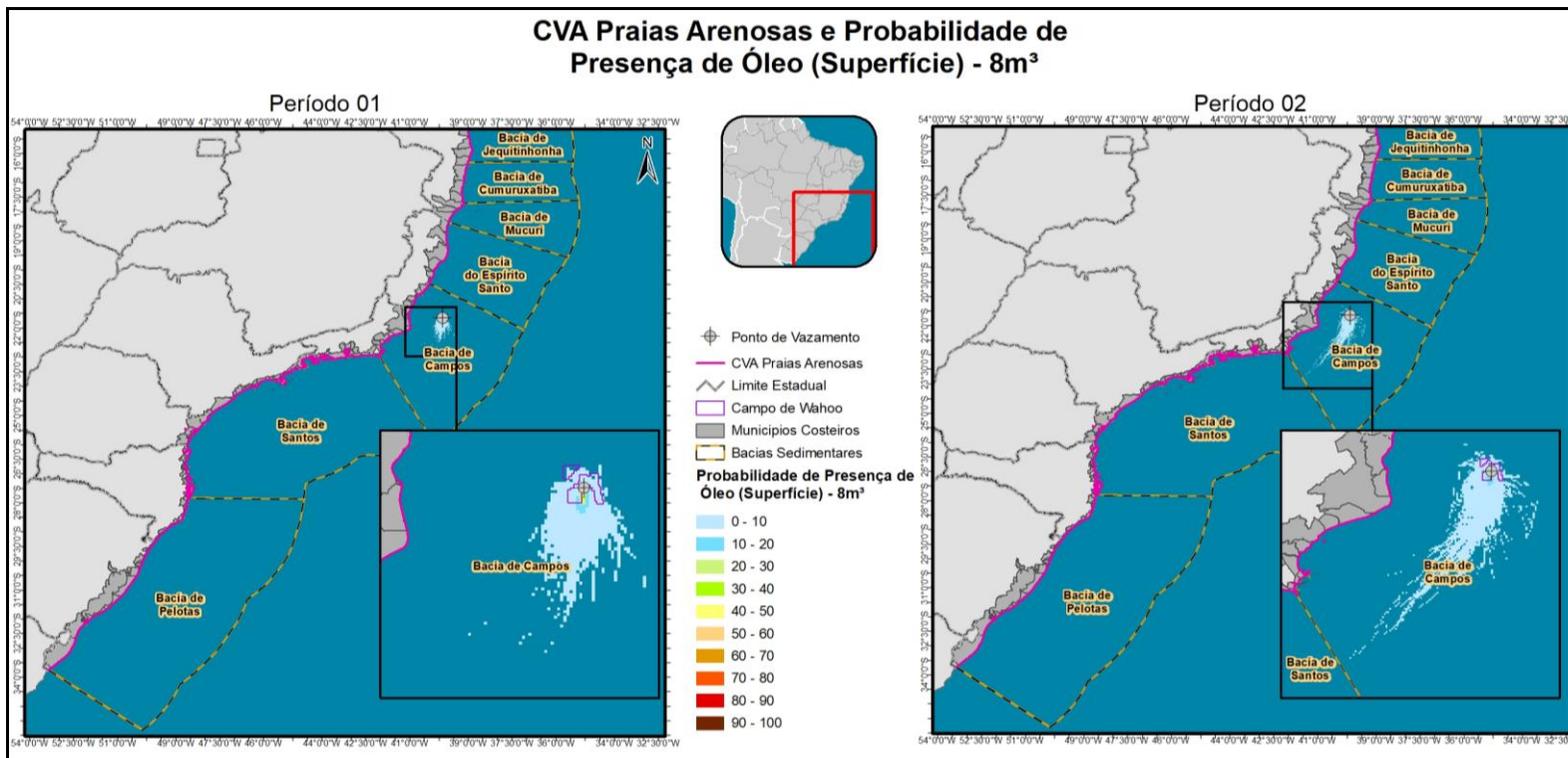


Figura II.9-12 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário 8 m<sup>3</sup> caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Alana Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

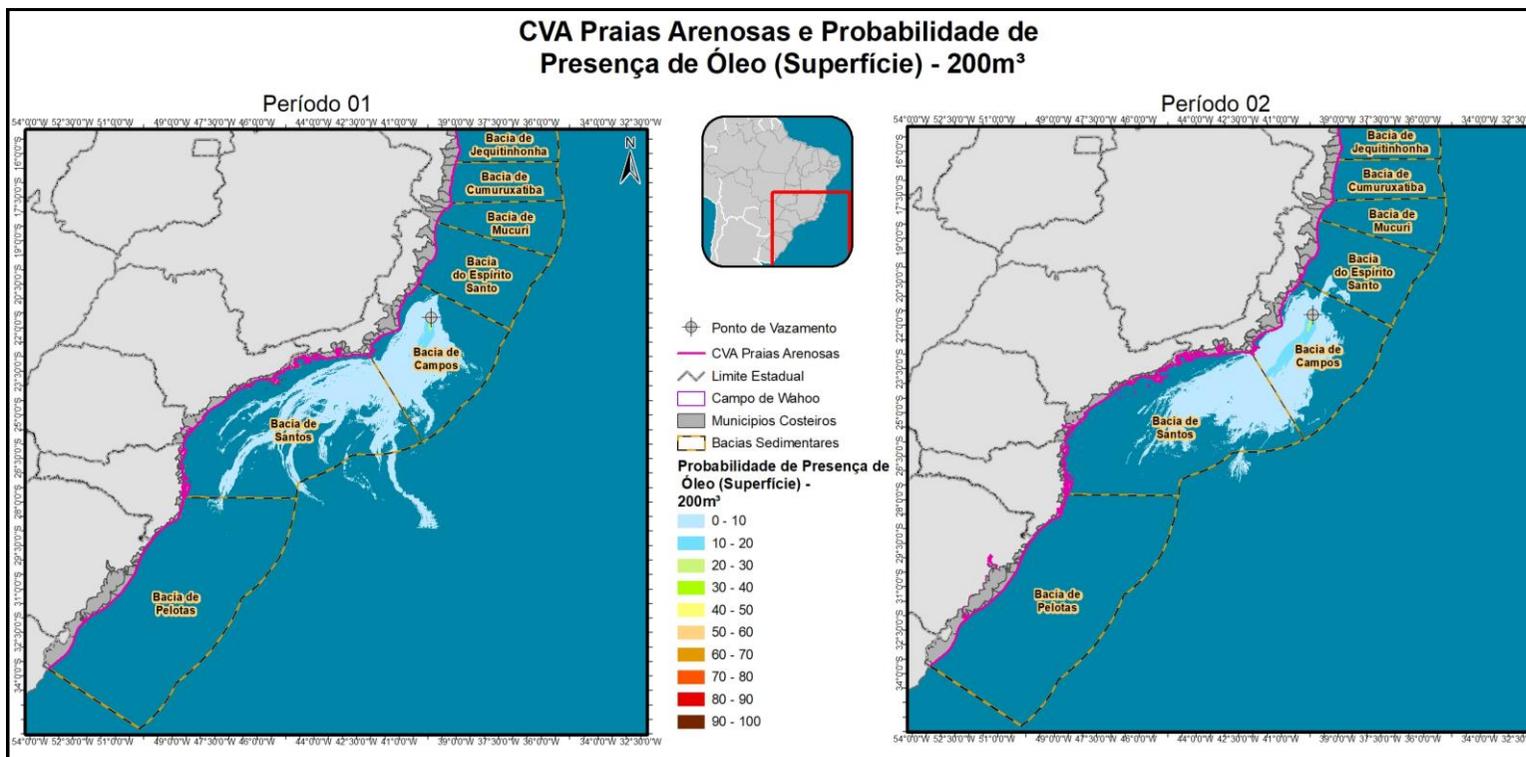


Figura II.9-13 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário 200 m³ caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

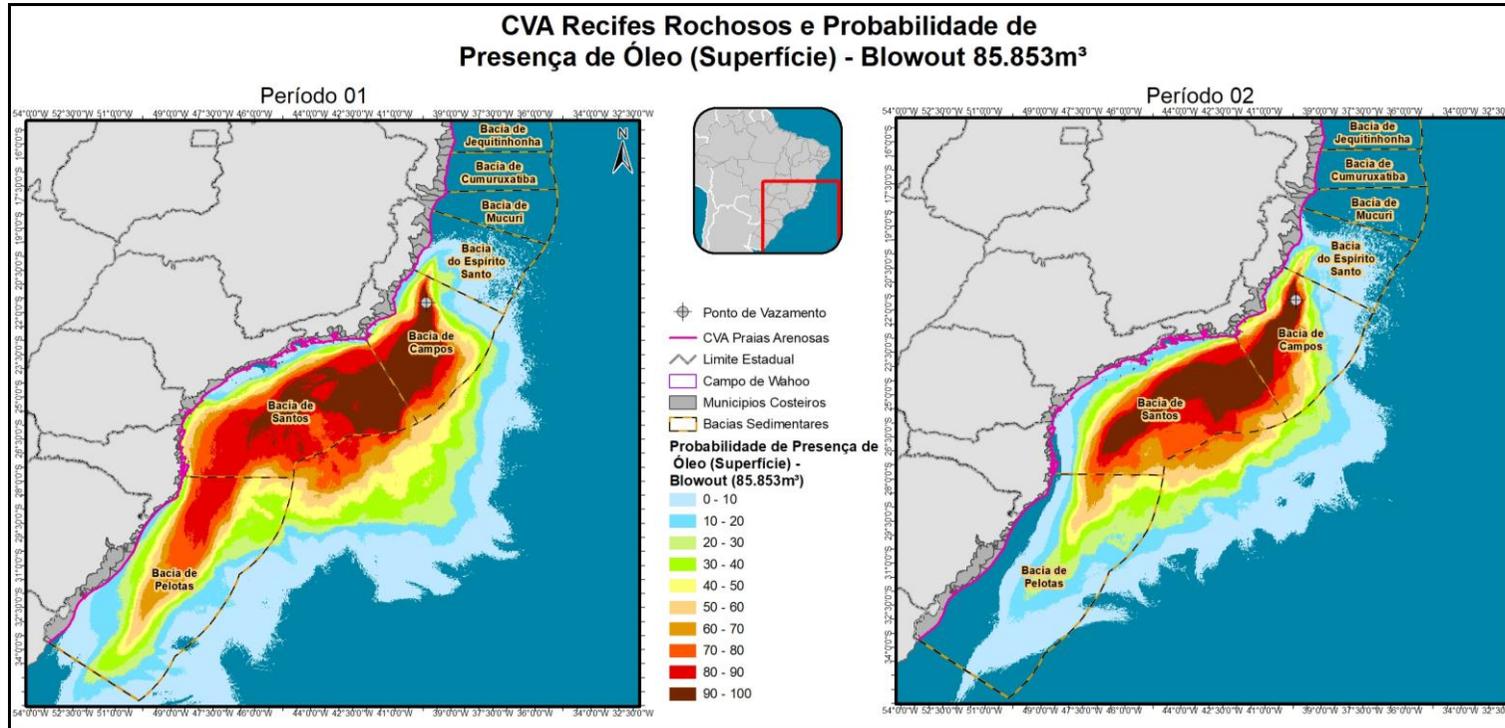
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-14 – Ocorrência de praias arenosas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-39 – Probabilidade máxima de presença óleo no CVA  
 Praias Arenosas em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0,20	0,20
2	200	0,20	1,19
1	Blowout	0,20	33,33
2	Blowout	0,20	41,31

**II.9.7.2.3 - Tempo de Recuperação**

De uma forma geral, em praias de alta energia das ondas, existe grande probabilidade da remoção dos resquícios de óleo na areia em cerca de dois a quatro anos após um vazamento. Além disso, a degradação do óleo pode ser acelerada pela presença de oxigênio na água intersticial destas praias, podendo haver recolonização da fauna em torno de cinco anos. Por outro lado, as praias de menor hidrodinâmica, abrigadas da ação de ondas e de granulometria mais fina, os processos de remoção natural do óleo e degradação do óleo são mais lentos. Na área de estudo, registrou-se a probabilidade de chegada de óleo nos dois tipos morfodinâmicos e, por consequência, estimou-se dois resultados de tempo de recuperação. No caso das praias do litoral de Santa Catarina, caracterizadas por um grau de exposição maior, considerou-se um tempo de recuperação mais curto. Por outro lado, praias do Rio de Janeiro com probabilidade de chegada de óleo estão localizadas em enseadas protegidas, sendo considerado, portanto, um tempo de recuperação maior. Por essa razão, considera-se o tempo de recuperação deste CVA de 3 a 10 anos.

**II.9.7.3 - CVA Estuários**

Os estuários são caracterizados por serem corpos costeiros semi-fechados, onde há uma variação mensurável da salinidade devido à mistura de água salina proveniente do oceano e água doce proveniente de drenagens continentais (PERILLO,1995). As comunidades que habitualmente colonizam os estuários são constituídas tipicamente por um conjunto de

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

espécies tolerantes à variações de salinidade e/ou com capacidade osmorreguladora, que lhes permite entrar e sair do ambiente de água doce (ODUM, 1997).

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

Os estuários exercem um papel importante no equilíbrio do meio ambiente, por proporcionarem condições para manutenção das teias tróficas (MELLO & MOCHEL, 2013). Esses ambientes sofrem influência constante das correntes, havendo intensas trocas de água e energia (HICKENBICK *et al.*, 2004).

#### II.9.7.3.1 - Impactos do Óleo sobre estuários

Estudos abordando o impacto do óleo nos estuários são escassos na literatura científica, apesar de existir um volume considerável de informações com relação à contaminação por óleo em marismas e manguezais, ecossistemas comuns em ambientes estuarinos.

De maneira geral, os ambientes estuarinos são altamente sensíveis ao vazamento de óleo por serem áreas muito complexas que abrigam um mosaico de ecossistemas sensíveis e uma alta biodiversidade, além de representar uma fonte de extração de recursos por muitas comunidades (CANTAGALLO *et al.*, 2008). Ao atingir um estuário, o óleo impacta animais e plantas, pois impede que o oxigênio penetre na água e, conseqüentemente, acarreta a asfixia de diversas espécies mais sensíveis (CANTAGALLO *et al.*, 2008).

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

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

Analisando o conjunto de fatores de sensibilidade em um estuário, pode-se concluir que o impacto de um vazamento de óleo nesse ambiente pode ser definido como direto, quando são considerados os efeitos em organismos presentes no próprio ecossistema ou, ainda, indireto quando são considerados os efeitos em outros organismos, através da cadeia trófica e/ou da ciclagem de nutrientes.

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

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

O derramamento de óleo no Golfo do México (Plataforma Deep Sea Horizon) fez com que os níveis de concentração de hidrocarbonetos nos estuários atingissem limites letais sobre a microbiota. Ao mesmo tempo, o óleo retido sobre os sedimentos e marismas causou a instabilidade nas margens do estuário que passou a sofrer processos erosivos por ondas e marés (BRUNNER *et al.*, 2013, apud BEYER *et al.*, 2016). Em áreas do estuário que ficaram desprovidas de vegetação marginal, a taxa de recuperação foi mais lenta em

locais mais próximos da influência do mar. Além disso, foi constatada alterações significativas em comunidades bentônicas, levando a redução da diversidade e dominância de espécies necrófagas ou que se alimentam de carniça (BICK *et al.*, 2012 apud BEYER, *et al.*, 2016).

#### II.9.7.3.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Na sequência de figuras a seguir (**Figura II.9-15 a Figura II.9-17**) apresenta a localização dos estuários, utilizando como referência o shapefile de corpos d'água da base de 250k do IBGE (2019) e o shapefile de estuários presente no site no Ministério do Meio Ambiente (MMA), juntamente com a área de modelagem de dispersão de óleo nos cenários. O único cenário que apresentam probabilidade de toque de óleo é o de pior caso (*blowout* do poços), onde as probabilidades mínimas de toque foram iguais a 0,20% e as máximas de de 38,12% (período 1) e 42,31% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-40**).

Coordenador:

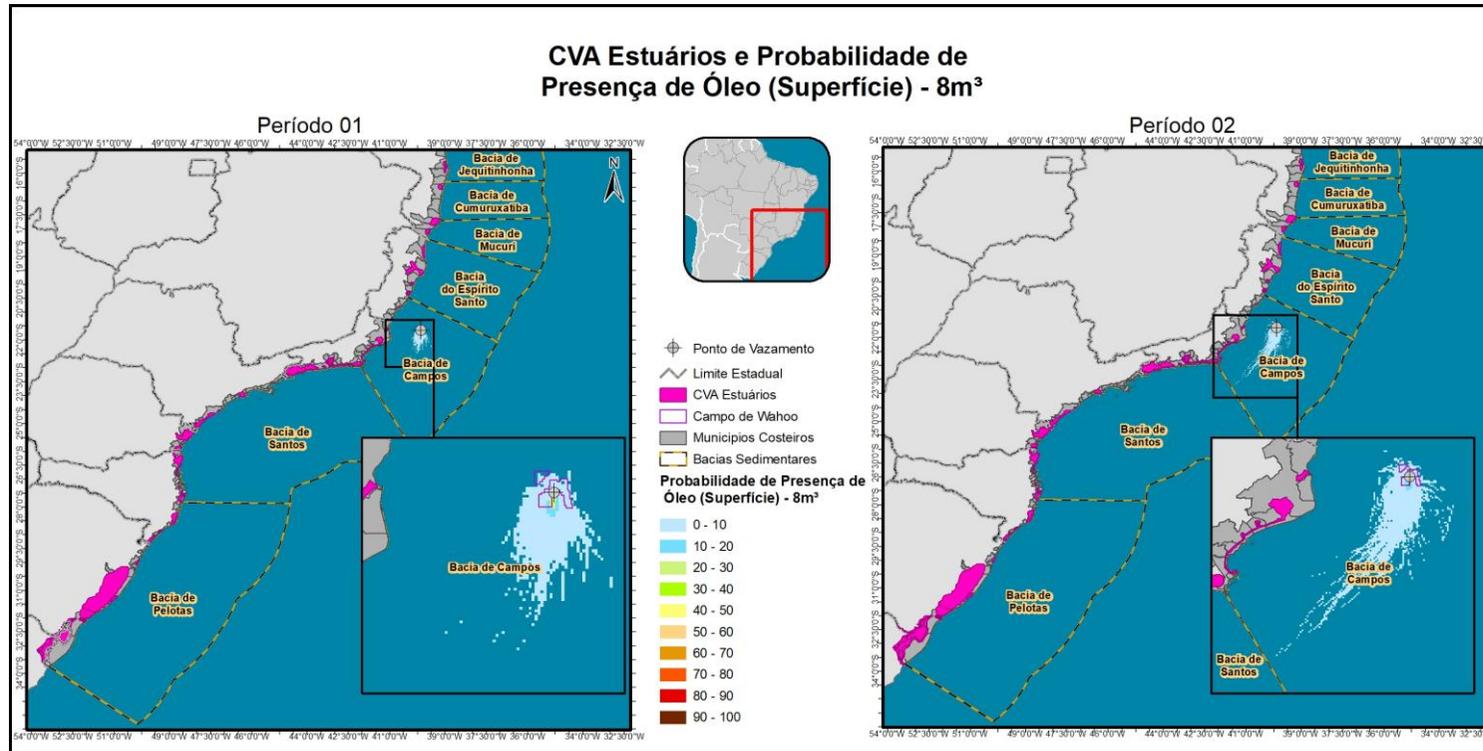


Gerente:



Técnico:





**Figura II.9-15 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

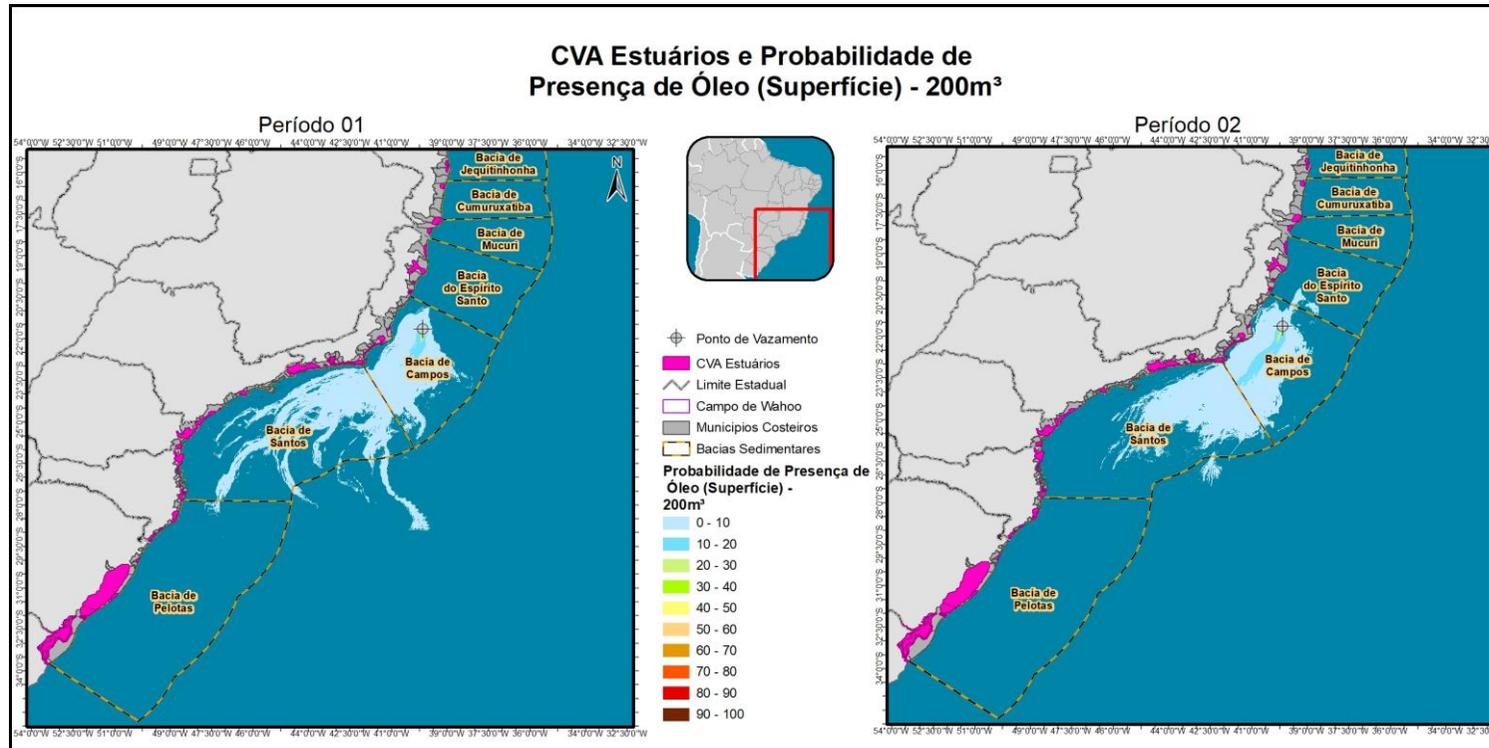


Figura II.9-16 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

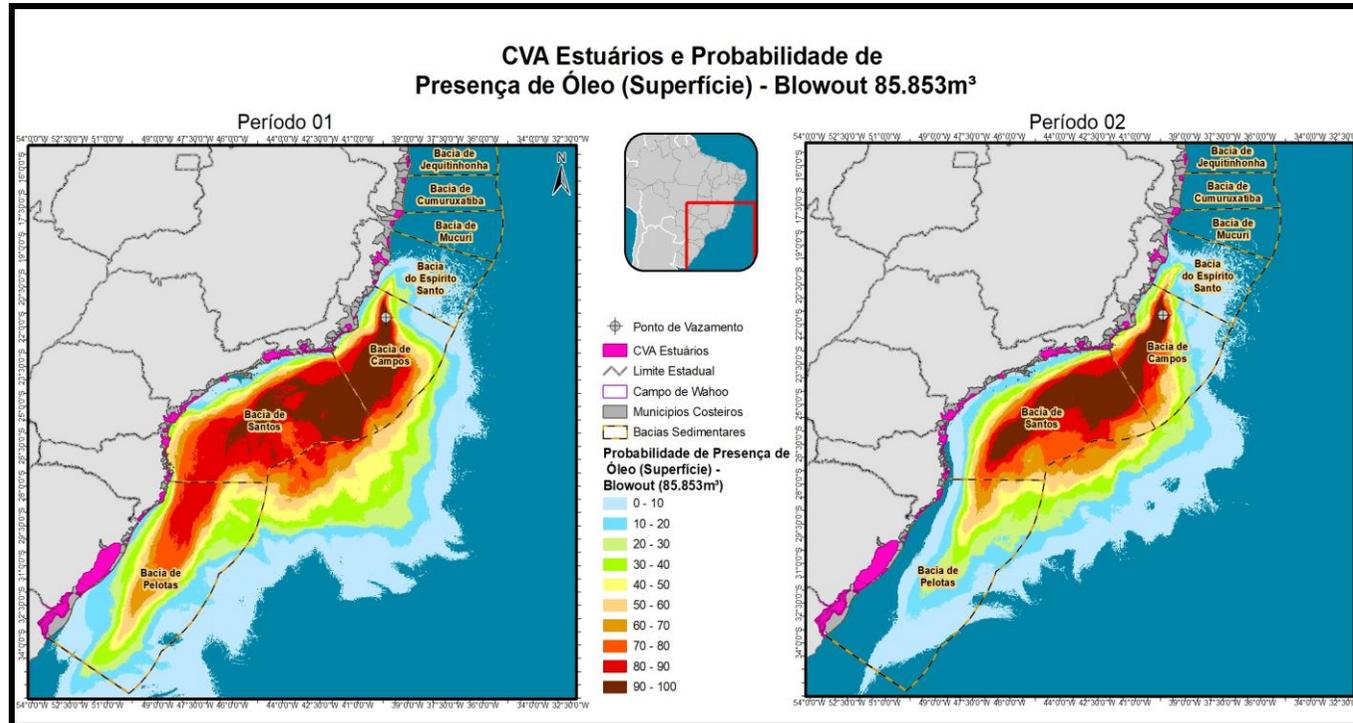
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-17 – Ocorrência de estuários e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-40 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Estuários em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	0	0
1	Blowout	0,20	38,12
2	Blowout	0,20	42,31

### II.9.7.3.3 - Tempo de Recuperação

Entende-se que o conhecimento sobre o tempo de recuperação específico para estuários atingidos por óleo ainda é incipiente, devido à escassez de trabalhos publicados na área. Por sofrerem forte interferência da ação das correntes de marés, os estuários apresentam constante renovação das águas e esse dinamismo, por sua vez, acelera o processo de recuperação. Avaliações sobre a taxa de recuperação nestes ambientes demonstraram que óleo é capaz de se manter em níveis bastante altos nos sedimentos de fundo até mesmo 3 anos após o acidente, e pode levar até 5 anos para seu desaparecimento total (BEYER *et al.*, 2016). Estudos realizados em mesocosmo mostraram que o óleo pode sofrer altas taxas de biodegradação bacteriana quando se promove a fertilização e crescimento da vegetação marginal, composta predominantemente por marismas (BEYER *et al.*, 2016). Tendo como base essas observações, considerou-se 20 anos o tempo de recuperação do CVA Estuário.

### II.9.7.4 - CVA Manguezais

O manguezal é um ecossistema que se destaca por sua alta produtividade e diversidade funcional, possuindo elevada importância ecológica, econômica e social (SOARES *et al.*, 2006 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). É dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés e sujeito à grandes variações de salinidade. Além disso, atuam na estabilização da costa, evitando a erosão e, também,

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

constituem barreiras físicas e geoquímicas para os contaminantes (LEWIS *et al.*, 2011 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

**II.9.7.4.1 - Impactos do Óleo sobre Manguezais**

Os manguezais têm sido expostos ao óleo tanto por vazamentos individuais, geralmente associados a efeitos agudos, como por poluição crônica, associados a pequenos vazamentos de refinarias e descartes de tanques de armazenamento. De acordo com NOAA (2002), a extensão dos danos aos manguezais não é aparente por muitos meses ou anos após um incidente, independentemente do tipo de combustível e a extensão da resposta (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

Considerados um dos ecossistemas mais sensíveis ao óleo, os manguezais são áreas prioritárias de proteção em caso de vazamentos (JACOBI & SCHAEFFER-NOVELLI, 1990; NOAA, 2002). Na escala do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) a derrames de óleo, o manguezal tem o valor 10, ou seja, o valor máximo de sensibilidade (PROJETO MAREM, 2016). O que torna o impacto do óleo nos manguezais extremamente danoso e delicado é a sua persistência nesses ecossistemas, podendo causar efeitos letais e subletais, bem como retardar seu processo de recuperação. O impacto do óleo nos manguezais depende de diversos fatores como o tipo e a quantidade de óleo derramado, características geomorfológicas, frequência de inundação pelas marés, energia das marés, características do sedimento, composição de espécies vegetais, atividade da macrofauna bentônica e atividade microbiana (SOARES, 2003).

Os manguezais são áreas de baixa energia de ondas e de difícil atuação de limpeza (BAKER, 1982; NOAA, 2002). Muitas vezes, a limpeza pode causar mais danos que o próprio óleo e, nestes casos, a recuperação natural pode ser a melhor opção, sendo a escolha adequada no caso de óleos leves, como a gasolina e o querosene de aviação (GETTER & LEWIS, 2003). No caso de óleos pesados, a recuperação natural deve ser considerada apenas se o pisoteio puder causar penetração do óleo no sedimento (NOAA, 2002; GETTER & LEWIS, 2003).

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

Os efeitos do óleo sobre o ecossistema manguezal podem ser agudos, se manifestando a curto prazo, ou crônicos, se manifestando em médio e longo prazos. O impacto inicial pode levar à mortalidade em massa dos bosques de mangue devido à asfixia e, posteriormente, o impacto crônico pode levar a uma gradual expansão da área morta. Isso ocorre devido ao enfraquecimento de indivíduos que sobreviveram ao impacto inicial e aos efeitos residuais do impacto agudo associados à exposição crônica a produtos tóxicos que permanecem no substrato (GETTER *et al.*, 1984 *apud* SOARES, 2003).

O óleo entra nos manguezais quando a maré está alta e se deposita nas raízes aéreas e na superfície do sedimento quando a maré retrocede. Os organismos que vivem no ecossistema são afetados de duas formas: através de altas taxas de mortalidade das plantas como um resultado do contato direto com o óleo e perda de habitat para os organismos que vivem nos ramos, copas e raízes das árvores (IPIECA, 1993). Outros impactos incluem a ramificação de pneumatóforos, falha na germinação, redução da cobertura vegetal (NOAA, 2002).

A fauna de invertebrados e as macroalgas associadas à vegetação, em geral, apresentam elevada mortalidade, mas com rápida recuperação (CHAN, 1977; NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN *et al.*, 1981; LEVINGS *et al.*, 1994; OTITOLOJU *et al.*, 2007; MELVILLE *et al.*, 2009). Os efeitos do óleo sobre invertebrados que vivem nos sedimentos do mangue, avaliados através de avaliações de toxicidade, verificaram aumento da toxicidade e redução na taxa de crescimento de juvenis (BEYER *et al.*, 2016). Os impactos de mais longo prazo estão associados às situações em que o óleo fica retido nos sedimentos por muitos anos e, pode assim, vir a ser uma fonte crônica de contaminação uma vez que é liberado continuamente para o ambiente e pode acarretar em efeitos subletais (BURNS *et al.*, 1993; GARRITY *et al.*, 1993; SNEDAKER *et al.*, 1996; BURNS *et al.*, 1994; WARD *et al.*, 2003).

#### II.9.7.4.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Para o mapeamento deste CVA, foi utilizado o *shapefile* retirado do site do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018), que publicou o Atlas dos Manguezais do Brasil juntamente

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

com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), bem como o ISL 10. A análise da modelagem de dispersão do óleo e a localização dos manguezais na região revelou que os cenários que apresentam probabilidade de toque de óleo são o de 200 m<sup>3</sup> (período 2) e pior caso apenas (**Figura II.9-18** a **Figura II.9-20**). No cenário de 200 m<sup>3</sup> as probabilidades são relativamente baixas, sendo o valor máxima igual a 1,0%. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram nos cenários de pior caso 26,14% no período 15,36% no período 2 (**Quadro II.9-41**).

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

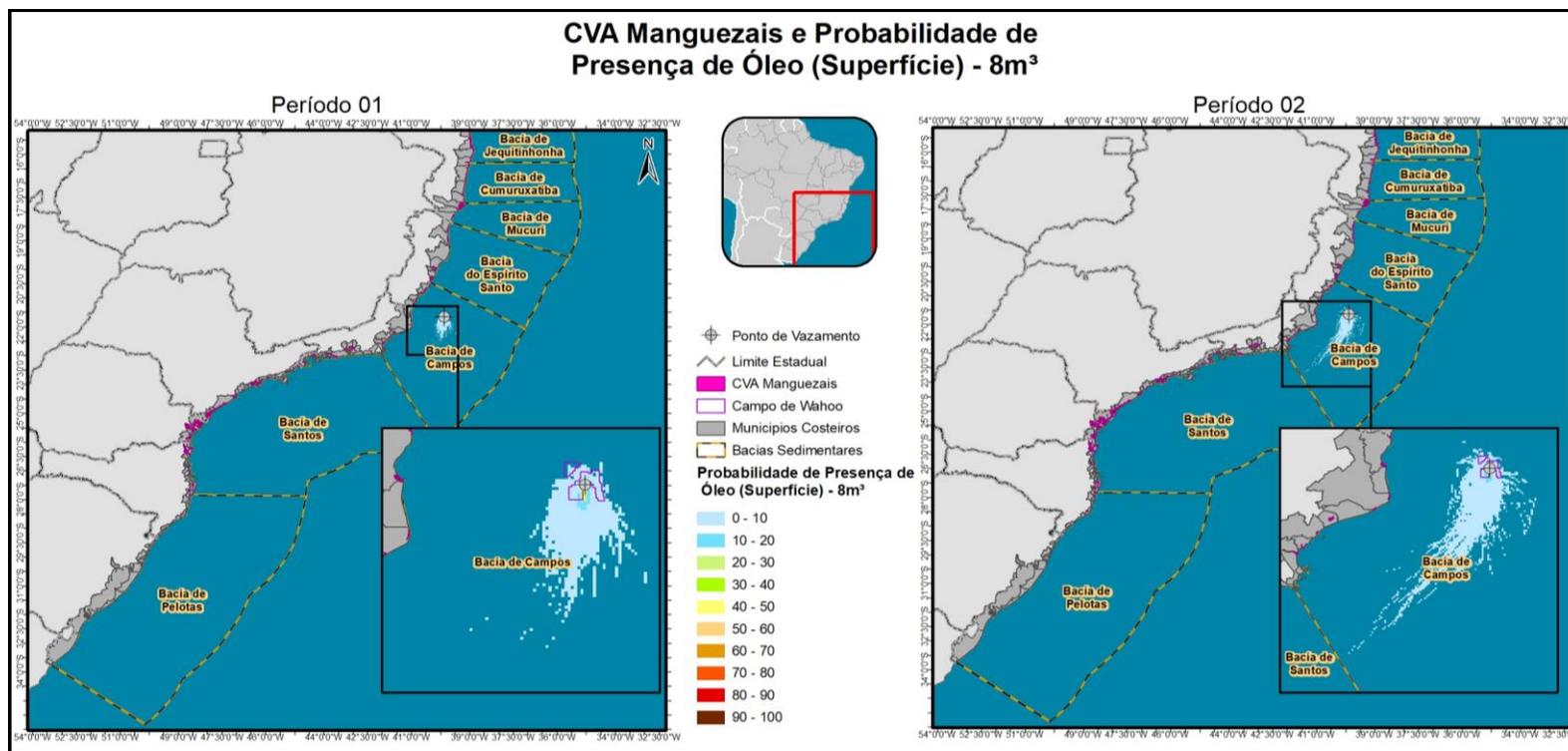


Figura II.9-18 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m<sup>3</sup> caso no período 2.

Coordenador:

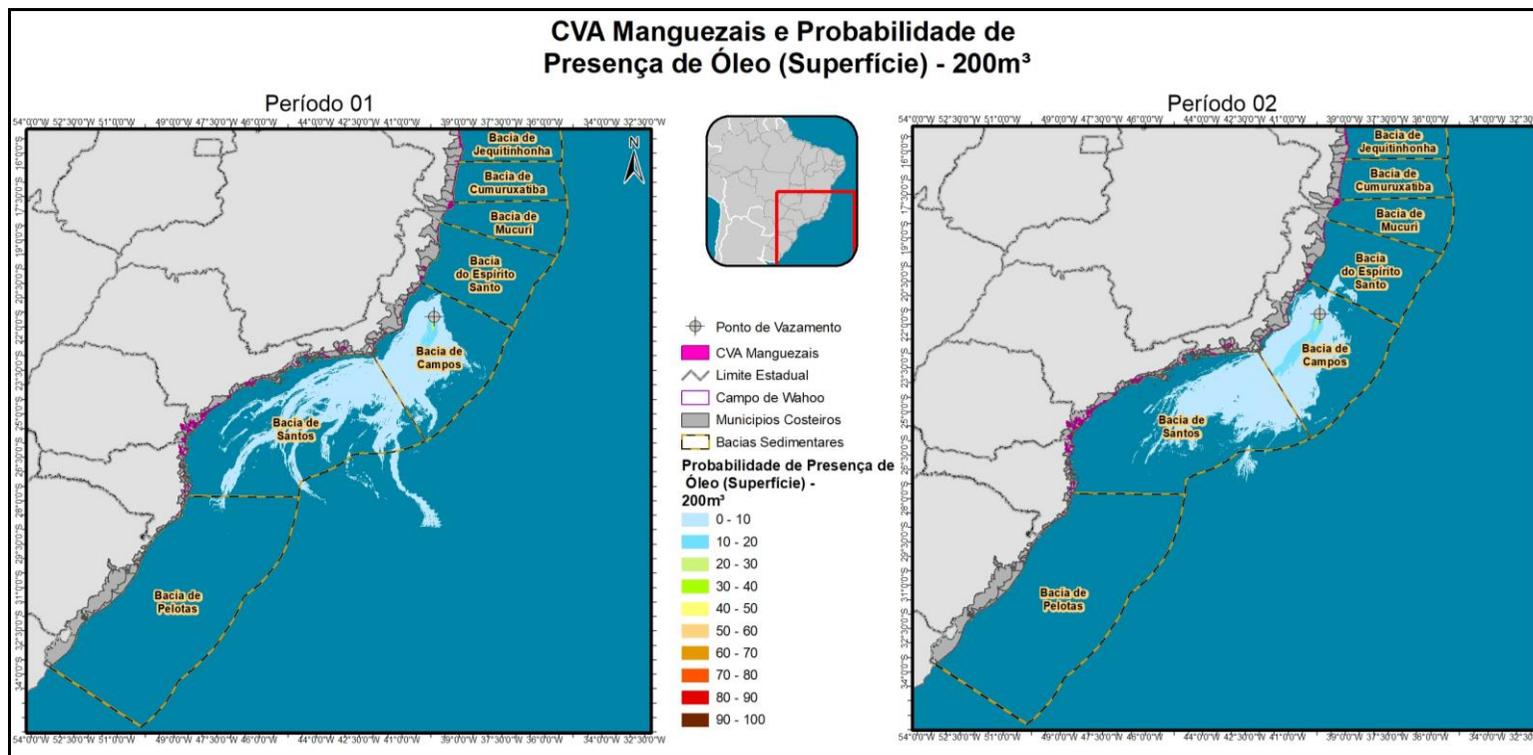
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-19 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ no período 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

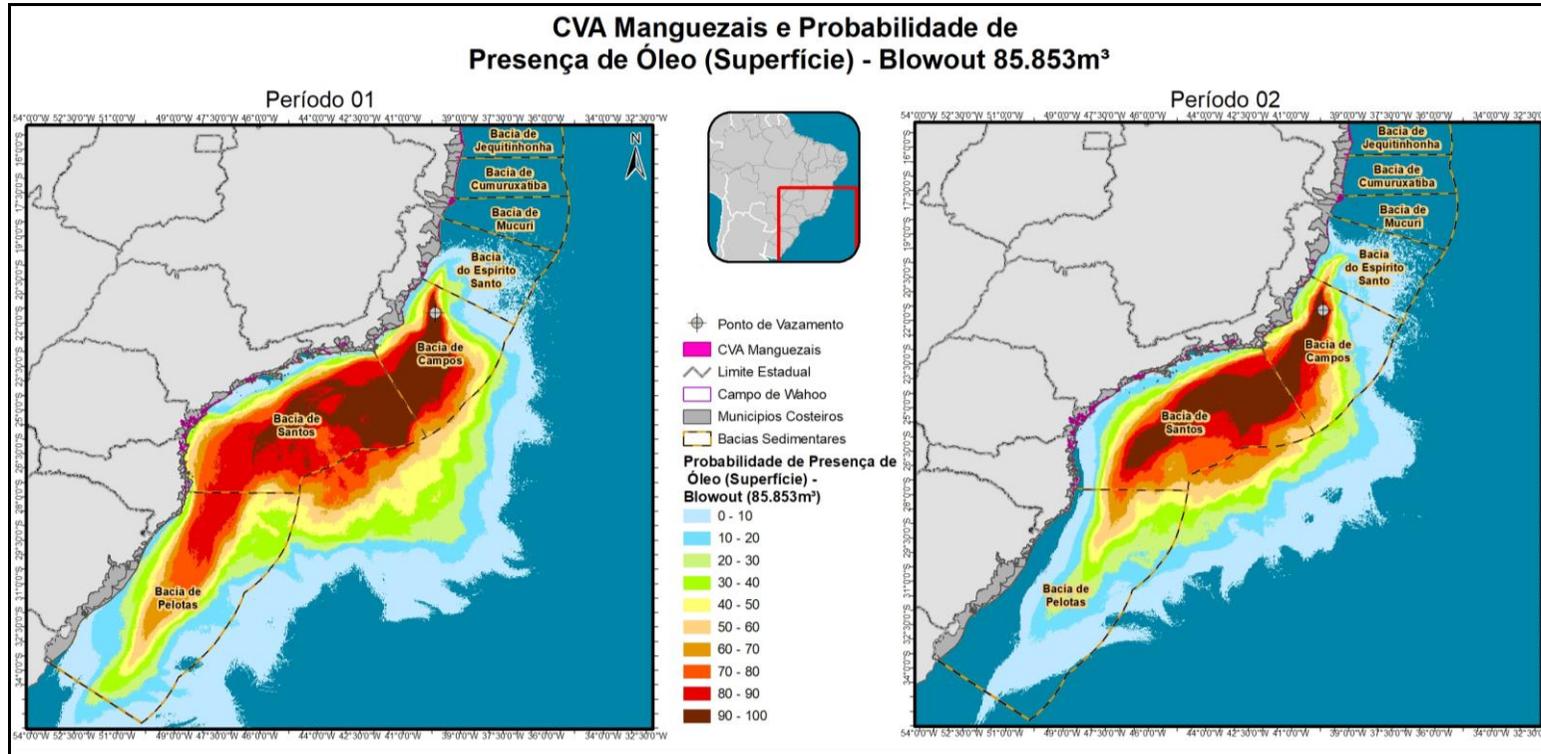


Figura II.9-20 – Ocorrência de manguezais e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso no período 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

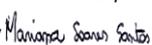
**Quadro II.9-41 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Manguezais num único cenário accidental.**

Cenário	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	1,0	1,0
1	Blowout	1,4	26,14
2	Blowout	0,20	15,36

**II.9.7.4.3 - Tempo de Recuperação**

A fauna de invertebrados e as macroalgas associadas à vegetação, em geral, apresentam elevada mortalidade, mas com rápida recuperação (CHAN, 1977; NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN *et al.*, 1981; LEVINGS *et al.*, 1994; OTITOLOJU *et al.*, 2007; MELVILLE *et al.*, 2009 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). Os impactos de mais longo prazo estão associados ao óleo retido nos sedimentos, que pode persistir por muitos anos (CORREDOR *et al.*, 1990; BURNS *et al.*, 1994; WARD *et al.*, 2003 *apud* EXXONMOBIL/WITTO'BRIEN'S, 2020) e vir a ser uma fonte crônica de contaminação, sendo liberado continuamente para o ambiente e causando potencialmente efeitos subletais (BURNS *et al.*, 1993; GARRITY *et al.*, 1993; SNEDAKER *et al.*, 1996 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

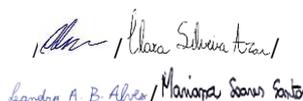
A recuperação de todo o ecossistema de manguezal dependerá dos processos naturais subsequentes. No caso de manguezais reflorestados estudados por SOARES (2003), a regeneração imediata não foi possível devido à persistência de óleo no sedimento, o que provocou a inibição do recrutamento de propágulos e a morte de plantas adultas. Sendo assim, um banco de plantas jovens saudáveis se faz fundamental para o processo de recuperação dos bosques de mangues contaminados por hidrocarbonetos (SOARES, 2003 *apud* EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

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

As evidências de um vazamento de óleo podem permanecer nos manguezais por décadas e, de acordo com alguns autores, o ecossistema pode não voltar completamente ao estado original (NOAA, 2002; WASSERMAN *et al.*, 2002 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). GETTER *et al.* (1984) apud SOARES (2003) afirmam que a recuperação do manguezal em termos estruturais não garante que esse sistema tenha se recuperado em termos da sua funcionalidade. Por outro lado, esses autores destacam que uma função similar à do sistema original pode ser observada num bosque com estrutura diferente do original (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). De acordo com WHITE & BAKER (1998) e KINGSTON (2002) apud (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020), a recuperação do ecossistema deve ser considerada quando a saúde da comunidade biológica é reestabelecida e não necessariamente quando as suas características estruturais são totalmente igualadas ao momento prévio ao impacto.

É raro encontrar estudos sobre recuperação de manguezais a longo prazo, a maior parte se resume a avaliações realizadas poucos anos após o vazamento. É ainda mais raro encontrar estudos que avaliem as comunidades de invertebrados associadas (NOAA, 2002 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). A densidade de árvores de mangue e a saúde destas são os únicos indicadores amplamente medidos em várias situações de impactos pelo vazamento de óleo.

O **Quadro II.9-42** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo, os efeitos reportados nos manguezais e discussões sobre o tempo de recuperação.

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

**Quadro II.9-42 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre os manguezais.**

<b>Data</b>	<b>Derramamento</b>	<b>Volume de óleo</b>	<b>Efeitos reportados</b>
1973	Zoe Colocotronis, La Parguera, Porto Rico.	Óleo derramado: 1,58 milhões de galões de óleo cru.	Houve desfolhação e morte da vegetação durante os três anos após o vazamento. Um estudo realizado oito meses após o vazamento observou que apesar da concentração de óleo permanecer alta, a substância já estava degradada, sugerindo que os componentes tóxicos já teriam sido eliminados em cerca de meio ano. Entretanto, onze anos após o vazamento foi encontrada uma concentração de 10.000 a 100.000 ppm em uma camada de 6 cm abaixo do sedimento aparentemente limpo.
1978	Peck Slip, Porto Rico.	Entre 440.000 e 450.000 galões de óleo.	Foi estimado que 3,5 toneladas de óleo cobriram as raízes dos manguezais. Com dois a três meses houve desfolhação em alguns manguezais, que se mantiveram assim por cerca de 10 e 18 meses depois.
1986 e 1999	Jet Fuel, Porto Rico.	1986 - 59.000 galões de combustível. 1999 - 112.000 galões de combustível.	1986: Após dez dias do vazamento foram observados efeitos visíveis em árvores adultas. Pesquisas detalhadas realizadas cinco meses depois encontraram a maioria das árvores adultas mortas ou desfolhadas. 1999: Os manguezais da enseada de maré foram altamente danificados. Do total de 50 acres de manguezal afetado, aproximadamente 30 acres não mostraram sinais de recuperação após dois anos.
1991	Barcaça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas.	Desconhecido.	Os mangues brancos sofreram alta desfolhação, mas também alto crescimento após seis a doze meses do vazamento. Houve algum sinal de clorose e nenhum sinal de óleo nas raízes. Os mangues vermelhos continuaram saudáveis.
1992	Navio-tanque Era, Sul da Austrália.	974.000 galões de uma mistura de diesel e óleo residual pesado.	O óleo penetrou 50 m no manguezal, cobrindo folhas, caules, troncos e sedimento. Três meses após o vazamento foi observada uma extensiva desfolhação em uma determinada área e, após os quatro anos de estudo, a área afetada ainda não havia se recuperado.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Data	Derramamento	Volume de óleo	Efeitos reportados
1968 e 1986	Tanques de armazenamento Witwater e Texaco, Bahia Las Minas, Panamá.	1968: 588.000 galões de óleo diesel e combustível. 1986: 10,1 milhões de galões de óleo cru.	1968 (Witwater): Tanto as árvores de mangue vermelho como de mangue preto foram altamente atingidas pelo óleo e a maioria das mudas de mangue vermelho foi morta. O óleo também danificou muitos organismos que habitam o manguezal e 4% da área total da floresta de mangue foi completamente desmatada cinco anos após o vazamento. Grande parte da área tinha novo recrutamento onze anos após o vazamento, porém 3 ha foram perdidos pela invasão do mar. Vinte e três anos após o vazamento os impactos do óleo permaneciam no manguezal.  1986 (Texaco): Um total de 82 km de costa foi altamente impactado pelo óleo, incluindo alguns manguezais recuperados do vazamento de 1968. Um estudo detalhado das árvores do manguezal mostrou que as mudas de um a dois anos sobreviveram, enquanto as árvores adultas ao redor não. Estudos posteriores indicaram que a recuperação estava bem avançada em 1992 devido, em parte, a uma extensiva restauração. No entanto, aproximadamente 5 ha de floresta foram perdidos pela invasão do mar e houve grandes diferenças entre as áreas expostas e abrigadas. Diversos fatores como ventos mais calmos, marés mais baixas, diferentes tipos de óleo e intemperismo resultaram em uma menor toxicidade no segundo vazamento.
1993	Barcaça Bouchard B-155, Tampa Bay, Flórida.	338.000 galões de óleo combustível.	Árvores adultas de mangue vermelho se sofreram desfolhação e apodrecimento de raízes. Um a dois anos após o derramamento e limpeza da área, estudos sugeriram que efeitos subletais nos mangues atingidos.
2000	Refinaria de Duque de Caxias, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro.	1,3 milhões de litros de óleo combustível.	O acidente resultou na morte massiva de grande parte da vegetação de mangue e, devido ao período a ação das marés uma parte do óleo acumulou-se no fundo causando grande impacto na comunidade bentônica. Após cinco anos de monitoramento, observou-se que a floresta sofreu uma regeneração e atingiu apenas o estágio inicial. Entretanto, ainda existem vários indícios de que o óleo presente no substrato possa estar afetando processo de regeneração.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>Data</b>	<b>Derramamento</b>	<b>Volume de óleo</b>	<b>Efeitos reportados</b>
2014	Navio Southern Star VII. Sundarbans, Bangladesh (Índia)	350.000 litros de óleo	A mancha de óleo se espalhou por uma área de 350 km <sup>2</sup> atingindo a costa e o rio Shela, chegando a diversos canais de Sundarbans, área constituída por manguezais. Um estudo realizado no ano de 2012 é apresentado como m baseline para futuras comparações no ecossistema da região (KUMAR <i>et al.</i> , 2016). A contaminação por óleo ocasionou a mortalidade imediata de <i>Heritiera</i> sp. e <i>Excoecaria</i> sp. (SUNNY, 2017).
2015	PRISME Experiment, Guiana Francesa (contaminação experimental de manguezal para estudo científico)	-	A manipulação experimental realizada no estudo revelou que o óleo rapidamente é depositado no sedimento. Já nos primeiros meses, os Alcanos e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos são degradados no sistema. Contudo, há impactos nas comunidades de fauna e flora (JÉZÉQUEL <i>et al.</i> , 2017).
2019	Nordeste do Brasil	5000 toneladas de óleo cru	A origem permanece desconhecida, com suspeitas sobre vazamentos de navio próximo à costa brasileira (ESCOBAR, 2019). Cientistas estimam um elevado grau de impactos sobre a biodiversidade, incluindo os manguezais (NASRI SISSINI <i>et al.</i> , 2020; SOARES <i>et al.</i> , 2020).
2019	Java (Indonésias)	Desconhecido	Estudo realizado com árvores de mangue logo após o vazamento não encontrou efeito do vazamento de óleo sobre as plantas, embora a maior parte das parcelas amostrais estivessem contaminadas com manchas de óleo. Os autores especulam que o impacto do derramamento de óleo sobre o manguezal ocorre em longo prazo (MARDIASTUTI <i>et al.</i> , 2020).

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

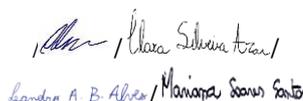
<p>Coordenador:</p> 	<p>Gerente:</p> 	<p>Técnico:</p>  <p>Manoela Soares Santos</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nos ambientes tropicais, onde o clima é mais quente e há mais luminosidade, a degradação do óleo é mais rápida (NOAA, 1994), assim como nas áreas do manguezal onde a inundação é maior, onde os teores de hidrocarbonetos irão diminuir mais rapidamente (GARRITY *et al.*, 1994 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). A recuperação da vegetação pode ser avaliada estudando a restauração das clareiras, já que esse processo acontece através do recrutamento periódico e sobrevivência de plântulas e propágulos nas áreas afetadas, gerando a recomposição do bosque. Durante todo esse processo, os efeitos tóxicos da contaminação crônica pela disponibilização do óleo enterrado no sedimento e o impacto físico da queda e arraste de árvores e raízes mortas costumam causar atrasos na recuperação (GETTER & LEWIS, 2003). Após cinco a sete anos do evento, a estrutura do bosque se torna mais estável e a contaminação se torna menor.

Alguns autores sugerem que os manguezais podem levar entre 10 e 50 anos para se recuperar, sendo esse valor determinado não apenas pela taxa de degradação do óleo, mas também pelo restabelecimento de todo o equilíbrio ecológico do ecossistema, incluindo o repovoamento com árvores e conseqüente recuperação de toda fauna e flora associadas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003). As análises de estudos de impactos do óleo sobre manguezais demonstraram que a recuperação ocorre após 21-30 anos, quando a maioria das árvores apresenta copas fechadas (GETTER & LEWIS 2003).

Em um estudo realizado no Panamá, 10 anos após um vazamento de óleo, foi observado que a população de árvores viáveis era apenas metade da original (BOYD *et al.*, 2001). Em outro estudo, 20 anos de observação e amostras de substrato revelaram a persistência do óleo no ambiente e a diminuição do repovoamento dos manguezais, bem como a erosão do substrato (SCHULER & BACA, 2007 apud EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). BURNS *et al.* (1993) estimaram um período de 20 anos de recuperação para um derramamento de óleo em manguezal no Panamá. DUKE & BURNS (1999) verificaram que um manguezal impactado por óleo na Austrália só se recuperou 25 anos após o evento, quando não foi mais detectado óleo no sedimento (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

De acordo com NOAA (2002), a dinâmica de marés é crítica para determinar a recuperação do manguezal, podendo o ecossistema levar mais de 30 anos para se recuperar. Após 29 anos de um vazamento de óleo em Porto Rico, as florestas exteriores

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

tinham se recuperado totalmente, no entanto, parte da floresta que ocupava a zona de marés ainda estava se recuperando (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020). BARTH (2002) considera que a recuperação dos manguezais no Kuwait, no vazamento ocorrido durante a Guerra do Golfo, foi mais rápida do que a dos marismas da região, devido à fortes correntes, uma alta taxa de inundação e uma rede de estreitos canais, o que facilitou a limpeza natural do ecossistema (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

O **Quadro II.9-43** mostra o tempo de recuperação de manguezais ao redor do mundo (NOAA, 2002; EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

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

**Quadro II.9-43 – Impactos e tempo de recuperação de manguezais disponíveis na literatura.**

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de recuperação	Bibliografia
Era, Austrália Agosto, 1992	Bunker (combustível)	<i>Avicennia marina</i> 75-100 ha impactados	>4 anos	WARDROP et al., 1997
Santa Augusta, Ilhas Virgens (EUA), 1971	Óleo cru	<i>Rhizophora mangle</i>	>7 anos (pouca ou nenhuma recolonização)	LEWIS, 1979
Zoe Colocotronis, Porto Rico Março, 1973	Venezuela cru	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Avicennia nitida</i>	>6 anos (área exposta)	NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN et al., 1981
*Witwater Panamá, 1968	Óleo cru	49 ha desmatados	23 anos (franja – área exposta) >23 anos (área abrigada)	DUKE et al., 1997
Peck Slip, Porto Rico: 1978	N° 6 (combustível)	26 km de costa impactados. Cobrimento e desfolhação das raízes dos manguezais.	< 1,5 ano	NOAA, 2014

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de recuperação	Bibliografia
Bahía las Minas, Panamá Abril, 1986	Combustível de aviação (JP-5)	<i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Avicennia germinans</i> <i>Pelliciera rhizophorae</i>	>5 anos (mangue exposto) >6 anos (recuperação em andamento)	GARRITY <i>et al.</i> , 1994; DUKE <i>et al.</i> , 1997
Roosevelt Roads, Porto Rico Novembro de 1986 a Outubro de 1999	N° 6 & N° 2 (combustível)	<i>Laguncularia racemosa</i> 6 ha mortos (1986)	>1 ano	BALLOU & LEWIS, 1989; WILKINSON <i>et al.</i> , 2001
		31 acres impactados (1999)	>1,5 ano	
Barça Vesta Bella, Ilhas Virgens americanas:1991	N° 6 (combustível)	Dois tipos de mangues foram atingidos pelo óleo, o mangue branco e o mangue vermelho. Apenas uma parcela das raízes foi coberta por óleo e houve desfolhação do mangue branco. No mangue vermelho o impacto do óleo foi muito pequeno.a,	>1 ano (Nenhuma árvore do mangue branco morta era observada, mas sinais de estresse podiam ser identificados). No caso dos mangues vermelhos, depois de um ano não havia sinais visíveis de impacto do óleo.	DAHLIN <i>et al.</i> , 1994
Baía Tampa Agosto de 1993	-	<i>Avicennia germinans</i> <i>Rhizophora mangle</i> <i>Laguncularia racemosa</i> 5,5 acres impactados	>2 anos	LEVINGS & GARRITY, 1995

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Localização	Tipo de Óleo	Impactos no manguezal	Tempo de recuperação	Bibliografia
Canal de Bertioga, Baixada Santista (SP), Sudeste do Brasil	Óleo cru	Manguezais	>22 anos	SANTOS <i>et al.</i> , 2012
Era, Austrália Agosto, 1992	Bunker (combustível)	100 ha impactados <i>Avicenna marina</i>	>55 anos	CONNOLLY <i>et al.</i> , 2020
Austrália e Panamá	Óleo	Manguezais	36 anos	DUKE <i>et al.</i> , 1999
Flórida e Porto Rico	Óleo	Manguezais	21-30 anos	GETTER & LEWIS, 2003

Fonte: NOAA (2002); EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S (2020).

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

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

- CONNOLLY *et al.* (2020), que estimaram um tempo de recuperação em torno de 55 anos, estabeleceram esse tempo a partir de um modelo matemático. Além disso, os autores ressaltam que dois fatores, o clima temperado e a aridez do local, tendem a limitar o crescimento dos manguezais (DUKE *et al.*, 1998a), resultando em uma recuperação mais lenta. Essas duas condições são muito diferentes daquelas encontradas para os manguezais da região nordeste. Por fim, os autores ressaltam a necessidade mais estudos.
- No estudo de DUKE *et al.* (1999), que obtiveram um valor médio de 36 anos, entre os casos analisados estão locais posteriormente atingidos por catástrofes climáticas, como furacões, o que aumenta o tempo de recuperação. Desta forma, esse valor não deve ser tomado como base para recuperação de manguezais atingidos por evento único de vazamento em alto mar. Além disso, DUKE *et al.* (1999) afirmam em seu estudo que todos os manguezais australianos estudados pertencem a ambientes temperados e que, por esse motivo, possuem tempo de recuperação maior quando comparados aos manguezais de regiões tropicais. Esse argumento é corroborado pela IPIECA (1993), em estudo que defende que a degradação do óleo é significativamente mais rápida em regiões tropicais (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).
- No trabalho realizado por GETTER & LEWIS (2003), observações feitas através do levantamento de estudos sobre manguezais que sofreram impactos com vazamento de óleo demonstraram que após 21-30 anos, a maioria dos manguezais estava praticamente recuperada em sua totalidade, com copas fechadas, porém, com árvores de tamanhos menores. Deve-se considerar que, entre os manguezais avaliados, estavam também aqueles afetados por múltiplos vazamentos ou catástrofes ambientais, o que, como já visto, contribui para o aumento do tempo de recuperação (EXXONMOBIL/WITT O'BRIEN'S, 2020).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



Sendo assim, tendo em vista os tempos de recuperação dos estudos abordados acima, o clima tropical da região (que difere da maioria dos estudos mencionados) e a importância dos manguezais como filtro biológico e habitat para diversas espécies, o tempo de recuperação desse componente é definido como sendo maior de 10 anos, podendo chegar até 30 anos.

#### II.9.7.5 - CVA Bancos Biogênicos

Os bancos biogênicos formados por rodolitos foram, até o momento, pouco investigados pela ciência, em relação a outras comunidades abundantes próximas à costa, como florestas de algas e recifes de coral (FOSTER *et al.*, 2013).

Rodolitos são nódulos calcários de vida livre construídos principalmente por algas coralíneas crostosas, com grande importância ecológica, sendo considerados bioconstrutores ambientais (HORTA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.* 2016). Sua ocorrência é observada de águas tropicais a polares, da zona entre-marés até 150 m de profundidade (BOSENCE, 1983; FOSTER, 2001). Diversas espécies dessas algas formam bancos de rodolitos em substratos arenosos, aumentando a heterogeneidade ambiental e fornecendo habitat para diversas espécies e, conseqüentemente, aumentando a biodiversidade local (FOSTER *et al.*, 2013). Esses sistemas bioconstruídos também funcionam como um “banco de sementes” de diversas espécies de micro e macroalgas (FREDERICQ *et al.*, 2019).

Bancos de rodolitos também têm um papel importante no ciclo global do carbono, contribuindo para o seu sequestro em forma de carbonato de cálcio biogênico (AMADO-FILHO *et al.*, 2012; MARTIN *et al.*, 2007; VAN DER HEIJDEN; KAMENOS, 2015). Estes bancos também podem ser considerados importantes economicamente, uma vez que as camadas sub superficiais dos bancos de rodolitos são consideradas como jazidas minerais (IBP, 2014).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



De acordo com IBP (2014), existem 32 espécies de algas calcárias encontradas em rodolitos vivos no Brasil. Especificamente na área de estudo, a região costeira do Espírito Santo é a que possui maior riqueza floral no Brasil, por conta da ocorrência de rodolitos (HORTA *et al.* 2001; GUIMARÃES, 2006).

#### II.9.7.5.1 - Impactos do Óleo sobre Bancos Biogênicos

A literatura disponível sobre bancos de rodolitos é escassa e ainda mais rara no que tange o impacto do óleo nestes ambientes.

No início de setembro de 2019, uma fonte desconhecida de petróleo bruto chegou na costa do Brasil. Quatro meses após o primeiro relato, o óleo já foi encontrado ao longo de mais de 3000 km da costa brasileira em mais de 980 praias, tornando este derramamento de óleo o mais extenso e severo desastre ambiental já registrado na história do Brasil, na bacia do Oceano Atlântico Sul, e nas regiões costeiras tropicais em todo o mundo. Dentre os ecossistemas afetados, estão os bancos de rodolitos (SOARES *et al.*, 2020). Para a elaboração deste estudo, não foram encontradas publicações referentes aos impactos nestes bancos.

Felder *et al.* (2014) relatam os impactos após o vazamento de óleo de Macondo, no noroeste do Golfo do México. Cabe destacar que o estudo aponta que não é possível isolar os impactos do vazamento de outros eventos que ocorrem durante o período de avaliação, como variação na drenagem do Rio Mississippi, furacão Katrina e outras tempestades tropicais menores. Após o acidente, os rodolitos pareciam branqueados e quase todos sem algas carnudas ou esparsamente cobertos por algumas espécies formadoras de crosta. Os rodolitos apresentaram aparência de mortos.

#### II.9.7.5.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade do Componente

Para o mapeamento da ocorrência de bancos biogênicos foram utilizados o trabalho de VIEIRA (2017), que gerou um mapa de distribuição das fácies sedimentares na plataforma continental a partir de levantamentos geofísicos, compilação de informações existentes para a plataforma continental do Espírito Santo (ES) e incorporação dos dados de

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leonardo A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

BASTOS *et al.* (2015). Por se tratar de uma área imóvel, este CVA foi classificado como um fixo, para o qual é utilizada a probabilidade mais elevada. Destaca-se, ainda, que a probabilidade foi calculada a partir dos resultados da modelagem de dispersão de óleo com toque no fundo.

Para o CVA Bancos Biogênicos houve probabilidade de toque de óleo para todos os cenários simulados (**Figura II.9-21 a Figura II.9-23**). No cenário 8 m<sup>3</sup> as probabilidades foram baixas, máximos de 2,0% e 3,59% nos períodos 1 e 2 respectivamente. Para o cenário de 200 m<sup>3</sup> as probabilidades máximas observadas foram de 19,96% no período 1 e 21,95% no período 2, enquanto para o pior volume foi registrada probabilidade de toque de 100% nos dois períodos simulados (**Quadro II.9-44**).

Coordenador:

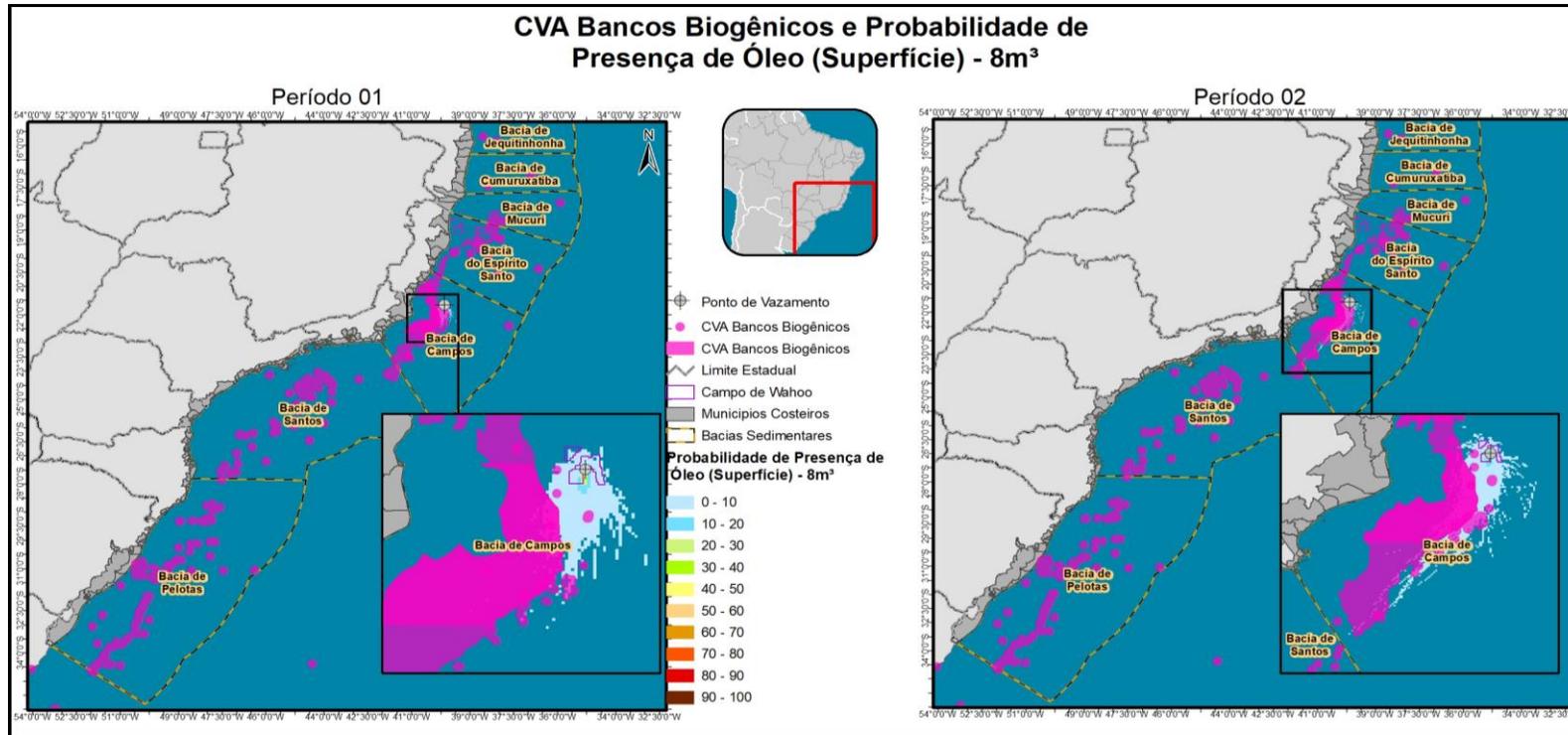


Gerente:



Técnico:





**Figura II.9-21 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

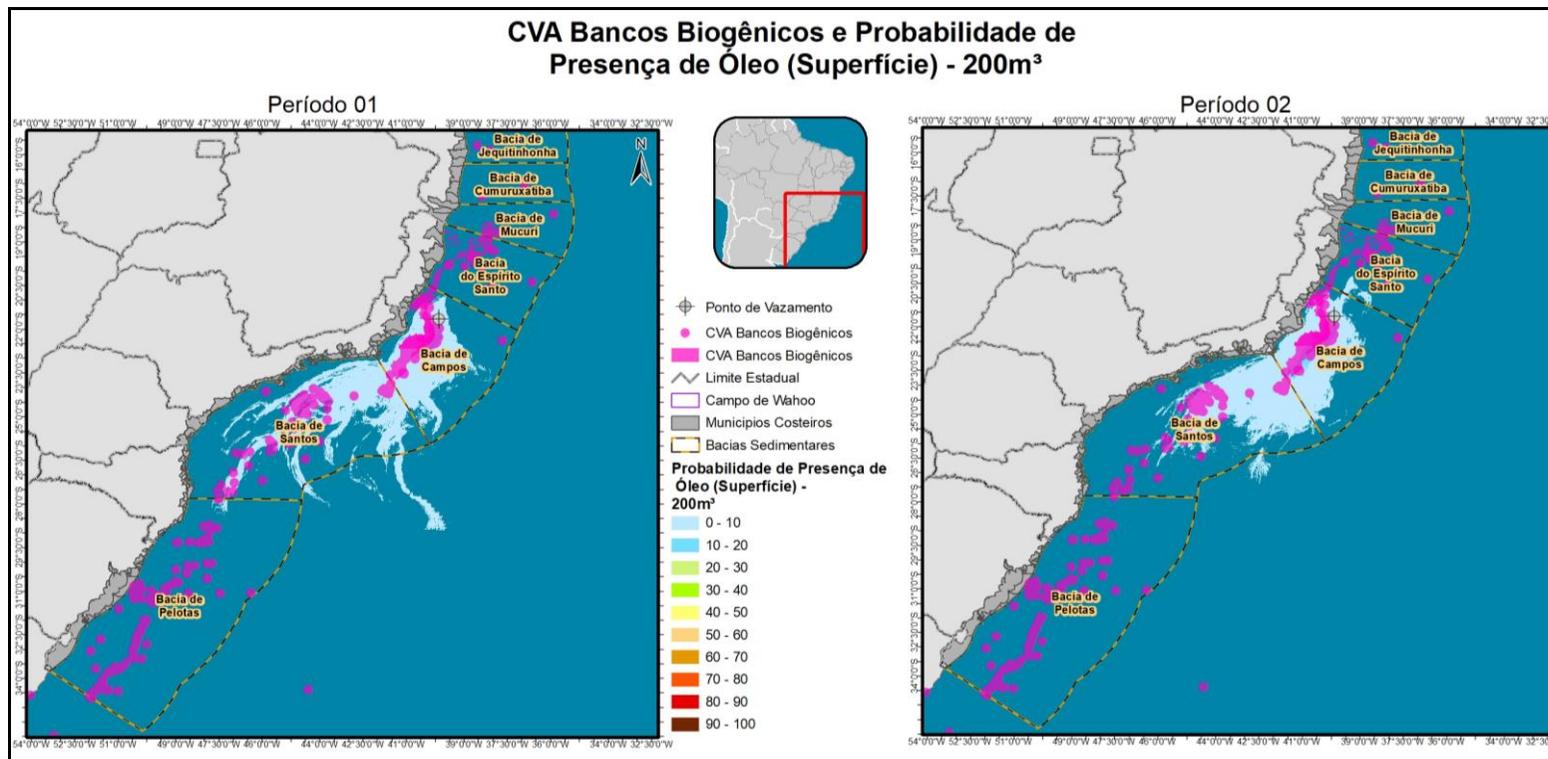


Figura II.9-22 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2

Coordenador:

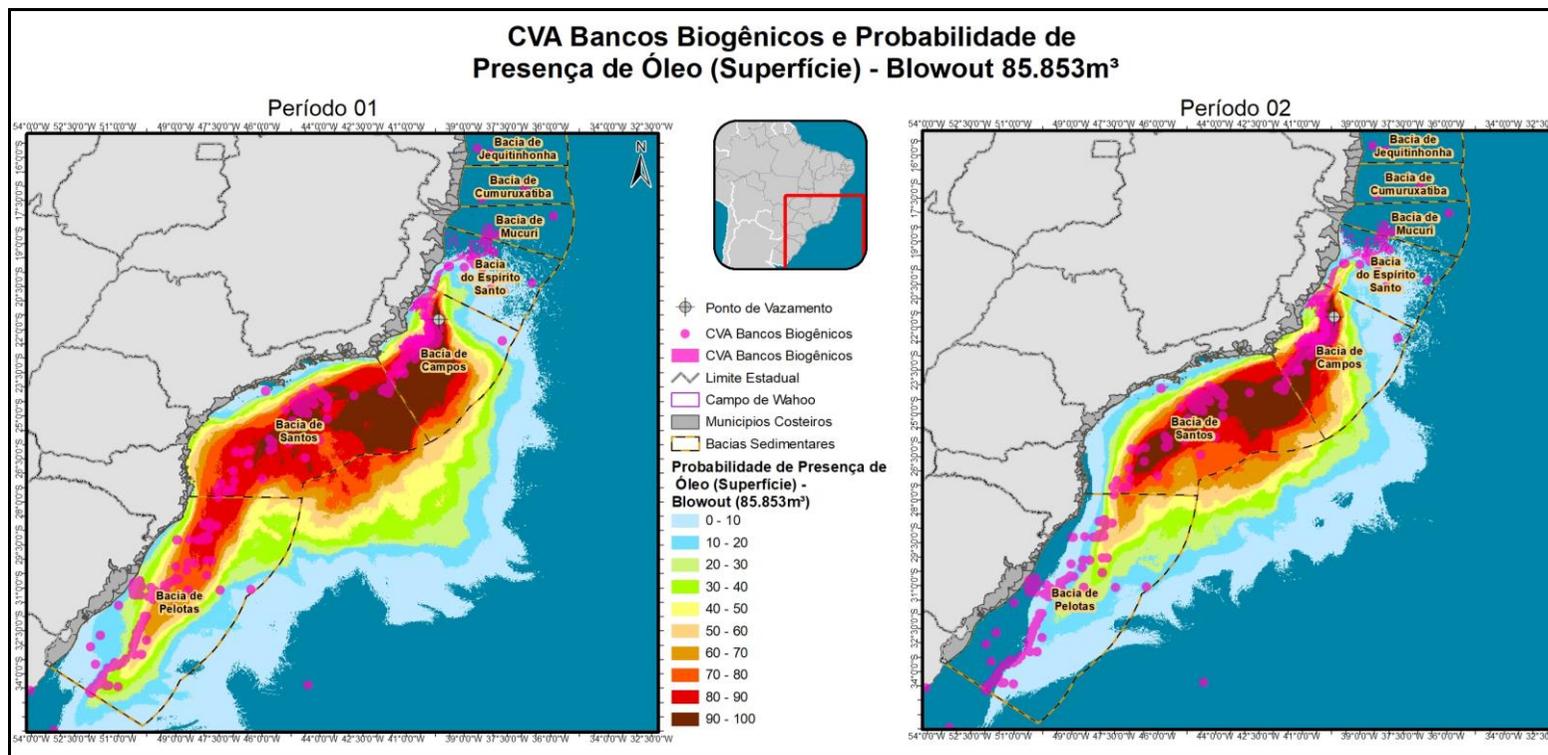
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-23 – Área de ocorrência de bancos biogênicos e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-44 – Probabilidade máxima de presença de óleo no CVA Bancos Biogênicos num único cenário accidental.**

Cenário	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0,20	2,0
2	8	0,20	3,59
1	200	0,20	19,96
2	200	0,20	21,95
1	Blowout	0,20	100
2	Blowout	0,20	100

### II.9.7.5.3 - Tempo de Recuperação

Felder *et al.* (2014) realizou uma avaliação dos impactos em bancos de rodolitos no Golfo do México após o vazamento de óleo de Macondo. Rodolitos total ou parcialmente descobertos de algas foram coletados e levados para tanques de microcosmo. Em parte dos tanques a água do mar foi utilizada sem tratamento prévio, enquanto que em outros tanques a água do mar foi utilizada após esterilização para reduzir ou eliminar a propagação de microrganismos na coluna d'água. Nos dois tratamentos, embora sem medição quantitativa, em três semanas foi observado uma regeneração gradual de conspícuos de algas marinhas vermelhas e verdes, e de esporos de gramas marinhas, a partir de rodolitos aparentemente mortos. A composição específica refletiu a assembleia de macroalgas anteriores ao vazamento.

Já o trabalho de Fredericq *et al.* (2019) aponta a elevada diversidade taxonômica existente num banco de rodolitos, que implica em elevada diversidade genética, acarretando em maior expressividade genética de famílias e metabólica de organismos, influenciando os ciclos biogeoquímicos, entre outros. Por outro lado, os ciclos biogeoquímicos provêm os nutrientes que sustentam a elevada diversidade taxonômica. Se algum distúrbio ocorre nesse sequenciamento, a integração do sistema inteiro é afetada, e pode levar anos para se recompor.

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

Segundo Foster (2001), os rodolitos apresentam crescimento lento. Sua morfologia externa e seu crescimento interno em camadas proporcionam um registro potencial de variações ambientais em escalas de anos ou décadas (Foster, 2001).

Diante do exposto e, considerando que o tempo de recuperação de ambientes mais complexos, como os recifes de corais verdadeiros, é de 30 anos, considera-se satisfatório o tempo de recuperação de 20 anos para bancos biogênicos (rodolitos) neste estudo.

#### II.9.7.6 - CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos

Os recursos pesqueiros compreendem as espécies de peixes, moluscos e crustáceos, entre outras, que são exploradas economicamente pela pesca (para subsistência ou como atividade comercial), e uma grande diversidade de espécies explotadas caracteriza a pesca marítima e em águas continentais brasileiras (VIANA, 2013).

Os organismos considerados são popularmente denominados como “frutos-do-mar” e, em função do ambiente em que ocorrem, são denominados pelágicos, bentônicos ou demersais. A maior parte das espécies comerciais, como atuns, dourados e lulas, é pelágica e vive em profundidades de até 200 m. As espécies bentônicas, por sua vez, são mais sedentárias, vivendo e se alimentando no substrato marinho e incluem peixes como raias, linguados e a maior parte dos crustáceos. Por fim, os organismos demersais são mais vágeis, vivendo e/ou se alimentando sobre ou próximo ao fundo (FROESE & PAULY, 1998 apud HAIMOIVICI & KLIPPEL, 1999; IPIECA, 2000).

##### II.9.7.6.1 - Impactos do Óleo sobre Recursos Pesqueiros

A maior parte dos impactos identificados em recursos pesqueiros se refere a acidentes que atingiram a região costeira, com os impactos em região oceânica sendo pouco avaliados, até mesmo pela dificuldade de se coletar dados nesse ambiente.

As espécies que habitam a região oceânica normalmente são capazes de evitar a contaminação física, já que nadam para longe da área contaminada, evitando, assim, efeitos em longo prazo nas populações locais (MOSBECH *et al.*, 2000). Segundo alguns

autores (IPIECA, 2000; ITOFF, 2004) não existem evidências ou informações de um vazamento de óleo que tenha causado a morte de um número suficiente de peixes adultos ou de estágios jovens em mar aberto a ponto de afetar, significativamente, as populações adultas. Isso ocorre, principalmente, porque em mar aberto as concentrações tóxicas são raramente alcançadas ou mantidas (MOSBECH *et al.*, 2000). No entanto, MASCARELLI (2010) afirma que os organismos oceânicos que foram expostos ao óleo quando larva ou embriões podem sofrer sérios danos. Na verdade, podem-se levar muitos anos para entender como a exposição ao óleo no início da vida irá afetar a população de peixes. Aqueles peixes que vivem por décadas, como as garoupas, têm bastante tempo para se recuperar; no entanto animais que vivem apenas de um a três anos, como os camarões, poderiam ser altamente afetados se expostos a um evento deste tipo, podendo sofrer uma drástica redução em suas populações por um tempo, afetando, também, as comunidades de pessoas que dependem desses recursos (MASCARELLI, 2010).

Os efeitos causados pelo derramamento acidental de óleo sobre os recursos pesqueiros são dependentes de condições ecológicas e oceanográficas. Fatores relacionados à natureza e a extensão do vazamento, às condições meteoceanográficas, à época do ano, ao tipo de atividade de pesca e aos inúmeros aspectos ecológicos, em conjunto, influenciam a extensão do impacto (ITOPF, 2004; HJERMANN *et al.*, 2007).

As formas com que os recursos pesqueiros e a pesca podem vir a ser impactados em caso de um derramamento significativo de óleo são detalhadas no **Quadro II.9-45**.

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

**Quadro II.9-45 - Impactos dos recursos pesqueiros em caso de derramamento significativo de óleo.**

Tipo de Efeito	Respostas
<b>Contaminação Física</b>	Em áreas costeiras onde o óleo pode ficar retido em baías e enseadas, concentrações tóxicas podem ser alcançadas, podendo causar efeitos letais particularmente nas espécies territorialistas que possuem áreas de desova restritas. Os organismos podem incorporar os componentes do óleo em seus tecidos através da água, sedimento ou ingestão de presas contaminadas levando a efeitos fisiológicos e histopatológicos. Efeitos diretos do óleo sobre organismos sésseis, como ostras e mexilhões, são maiores.
<b>Alterações de comportamento</b>	Alteração na rota de migração dos peixes pode levar a efeitos sobre a pesca de ocorrência sazonal. Entretanto, esse impacto pode ser revertido uma vez que muitos peixes retornam para as áreas impactadas depois da limpeza do óleo, podendo restabelecer territórios para alimentação e reprodução. Caranguejos e lagostas são orientados pelo olfato para obtenção de alimento e acasalamento. A exposição ao óleo altera a percepção do olfato e prejudica tais atividades.
<b>Efeitos no plâncton</b>	Os ovos e as larvas de peixe são geralmente mais sensíveis à poluição por óleo do que os peixes adultos. Estima-se que se o vazamento for muito grande ou em áreas confinadas, baías e estuários, ou coincidir com períodos de desova o dano pode ser significativo.
<b>Efeitos na pesca</b>	Risco de incrustação do óleo nos barcos ou nos artefatos de pesca. Criação de áreas de exclusão da pesca e perda financeira temporária para o pescador.
<b>Impalatabilidade (taint)</b>	A concentração de óleo pode causar a impalatabilidade e a persistência do fenômeno varia com o tipo de óleo, com a espécie impactada, com a extensão da exposição, com as condições hidrográficas e de temperatura. A escala temporal para a perda da impalatabilidade é relativamente curta pode variar entre alguns dias a meses.
<b>Impacto econômico</b>	A resistência dos consumidores em comprar o pescado proveniente de uma região afetada pode resultar em perda de confiança no mercado, levando a reduções de preço ou a rejeição completa da comercialização dos recursos pesqueiros, tanto por compradores como por consumidores.

Fonte: MOSBECH et al., 2000; IPIECA, 2000b, ITOPI, 2004; EPA, 1999.

O **Quadro II.9-46** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para a pesca e os recursos pesqueiros.

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

**Quadro II.9-46 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre a pesca e os recursos pesqueiros.**

Vazamento	Efeitos reportados
1969: Blowout do poço Santa Barbara, Califórnia- EUA.  Volume do óleo derramado: 4.500 a 10.500 toneladas de óleo cru.	Efeitos negativos em curto prazo na abundância do bonito e da cavala. Sem efeitos em longo prazo na abundância das espécies pelágicas estudadas.
1970: Arrow, Baía Chedabucto, Canadá.  Cerca de 11.000 toneladas de petróleo.	Registros mostraram contaminação por óleo em várias espécies de moluscos e crustáceos, além do efeito sobre a taxa de crescimento e número populacional.
1976: Argo Merchant, Estados Unidos.  Volume do óleo derramado: 28.000 toneladas de petróleo venezuelano.	Mortandade de ovos de peixes e redução da densidade de larvas. Sem impactos sobre estoques de peixes estudados entre 1975-1977. Ocasionalmente foram observados exemplares de peixes e mariscos contaminados.
1977: Tsesis, Mar Báltico, Suécia.  Volume do óleo derramado: 1.000 toneladas de óleo combustível médio.	Um mês após o vazamento, arenques foram pescados normalmente nas áreas impactadas pelo óleo. Não foi detectada contaminação nos tecidos. Após o desastre, foi observado um aumento na mortandade de ovos e larvas de peixes. Apesar de não ter sido observado significativa mortandade de peixes comerciais, a frequência de desovas diminuiu. Os mariscos apresentaram altos níveis de contaminação.
1977: Ekofish 'Bravo blowout, Mar do Norte.  Volume do óleo derramado: 9.000 a 13.000 toneladas de óleo cru.	Peixes capturados por arrasto de fundo foram analisados para avaliar a presença de hidrocarbonetos. Houve evidências de contaminação em peixes duas semanas após a explosão, mas somente em quantidades reduzidas.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1978: Amoco Cadiz. N. Brittany (Bretanha).</p> <p>Volume do óleo derramado: 223.000 toneladas de petróleo do Irã e da Arábia e 4.000 toneladas de combustível.</p>	<p>Muitas toneladas de peixes foram mortas. Cardumes de um ano de solha, linguado e tainha desapareceram das zonas mais afetadas e demonstraram redução de crescimento, fecundidade e recrutamento. A reprodução e o crescimento de peixes de fundo em baías impactadas e anormalidades histopatológicas ficaram evidentes na região anos depois.</p> <p>Duas semanas após o acidente, milhares de moluscos, ouriços-do-mar e outras espécies bentônicas mortas foram encontrados nas praias. Equinodermos e pequenos crustáceos quase desapareceram completamente de algumas áreas, mas a população de muitas espécies se recuperou dentro de um ano. O cultivo de ostra foi seriamente afetado e estima-se que 9.000 toneladas foram destruídas por causa da contaminação ou como medida de segurança.</p>
<p>1979: Betelgeuse, Bantry Bay, Irlanda.</p> <p>Volume do óleo derramado: Óleo leve cru árabe - explosão pós-vazamento de 18 meses.</p>	<p>O badejo e a espadilha desovaram normalmente na primavera. Não houve efeitos adversos sérios nos ovos e larvas das espécies comerciais detectadas. Nenhuma redução aparente no processo de reprodução das vieiras em 1979.</p>
<p>1980: Bahrain.</p> <p>Volume do óleo derramado: Estima-se que 3.300 toneladas chegaram a costa.</p>	<p>Morte de alguns indivíduos de garoupas, xereletes e sardinhas. Não houve mortalidade massiva.</p>
<p>1983: Castillo de Bellver, África do Sul.</p> <p>Volume do óleo derramado: 160.000 a 190.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>O vazamento atingiu apenas a região oceânica. Impacto aparentemente pequeno nos estoques. Ocorrência e abundância normais de ovos e larvas.</p>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Vazamento	Efeitos reportados
<p>1989: Exxon Valdez, Alasca, EUA.</p> <p>Volume do óleo derramado: 37.000 toneladas de petróleo.</p>	<p>A comparação entre peixes de áreas contaminadas e não contaminadas revelou que as taxas de parasitismo foram significativamente mais altas em grupos expostos ao óleo. Houve esforços especiais para proteger a pesca. Alguns cientistas contestam a evidência de dano em longo prazo para a fauna e as populações de peixes locais.</p>
<p>1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.</p> <p>Volume do óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.</p>	<p>Entre 1991-92, os estoques de camarão sofreram declínio total na biomassa de 25% em relação aos níveis pré-guerra. As causas exatas não foram estudadas.</p>
<p>1993: Braer, Nova Escócia, Canadá.</p> <p>Volume do óleo derramado: 84.700 toneladas de petróleo, além de até 1.500 toneladas de combustível.</p>	<p>Uma grande variedade de peixes, crustáceos e moluscos contaminou-se com óleo, resultando na imposição de uma Zona de Exclusão de Pesca. O salmão cultivado em gaiolas em águas superficiais não conseguiu escapar da contaminação. Após seis anos, percebeu-se que os organismos estavam livres de contaminação. Considerando o tamanho do derramamento, os impactos ambientais foram surpreendentemente limitados.</p>
<p>Plataforma DeepWater Horizon (Golfo do México -EUA)</p> <p>Volume do óleo derramado: 3,19 milhões de barris de óleo cru</p>	<p>Impactos econômicos significativos sobre a pesca com fechamento de 30% dos pesqueiros localizados na área afetada pelo vazamento no Golfo do México</p>

Fonte: Modificado de IPIECA (2000b); ITOPI (2010a); MOSBECH *et al.* (2000); TEAL & HOWARTH (1984); BEYER *et al.*, 2016.

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

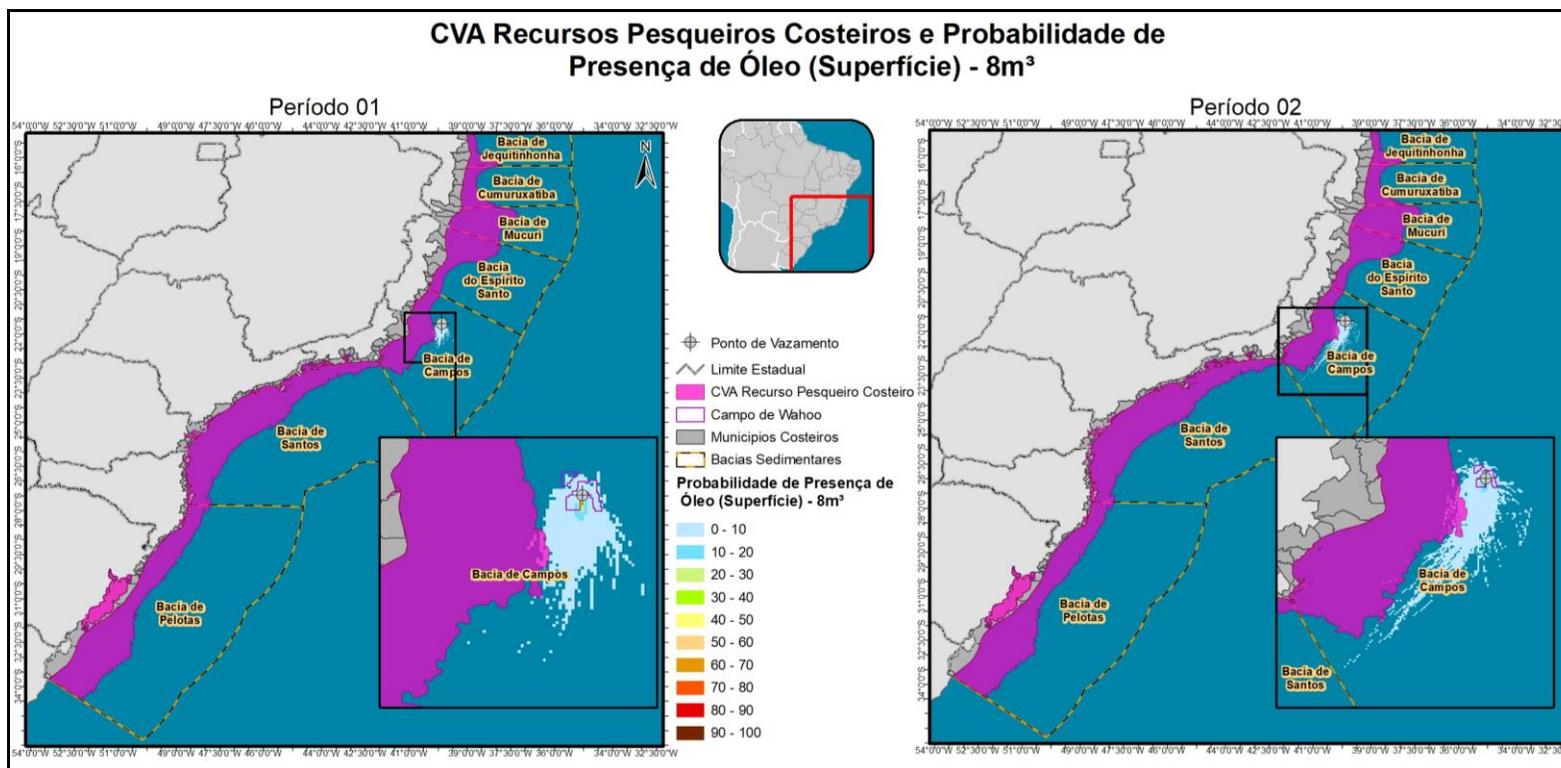
**II.9.7.6.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo**

Para realizar o mapeamento foram consideradas informações oriundas do REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), segundo o qual, os recursos tradicionalmente explorados na zona costeira se estendem até cerca de 100 m de profundidade (MAGRO *et al.*, 2000). Desta forma, considerou-se como limiar entre os recursos costeiros e oceânicos a isóbata de 100 m de profundidade.

Considerando que os recursos pesqueiros habitam todo o ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, não representando, portanto, uma área específica de agregação e sim uma área abrangente de ocorrência, este CVA foi classificado como um CVA disperso, para o qual é utilizada a probabilidade ponderada.

As figuras a seguir apresentam a localização destas áreas juntamente às probabilidades de chegada de óleo no CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos nos seis cenários avaliados (**Figura II.9-24 a Figura II.9-29**). As probabilidades de toque nas áreas Recursos Pesqueiros Costeiros nos cenários 8 m<sup>3</sup> foram muito baixas, com máximos de 1% (período 1) e 2,79% (período 2). No cenário de médio volume as probabilidades máximas de toque foram de 12,17% e 20,55% ns períodos 1 e 2, respectivamente. Já no cenário de blowout as probabilidades foram mais elevadas, sendo o toque máximo de 97,% e 100%, respectivamente. Já para os Recursos Pesqueiros Oceânicos a probabilidade máxima foi de 100% para todos os cenários simulados (**Quadro II.9-47**).

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



**Figura II.9-24 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

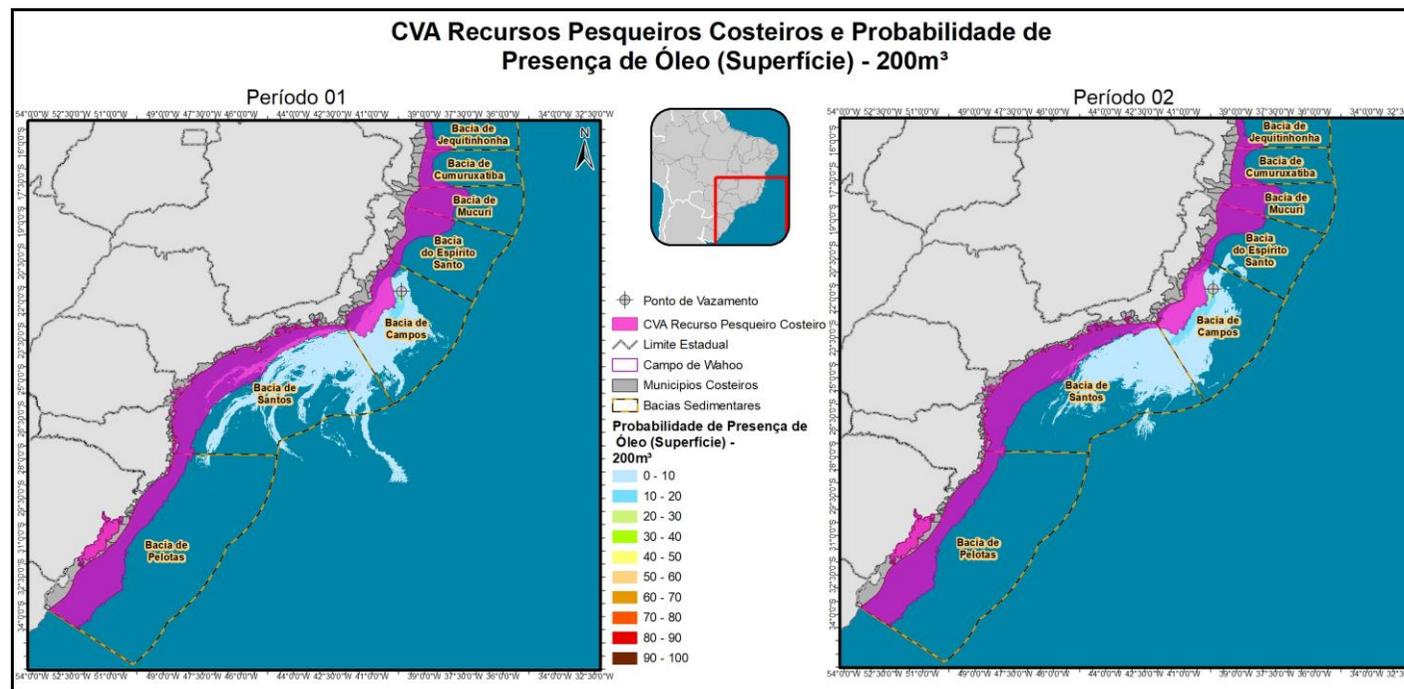
Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**



**Figura II.9-25 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

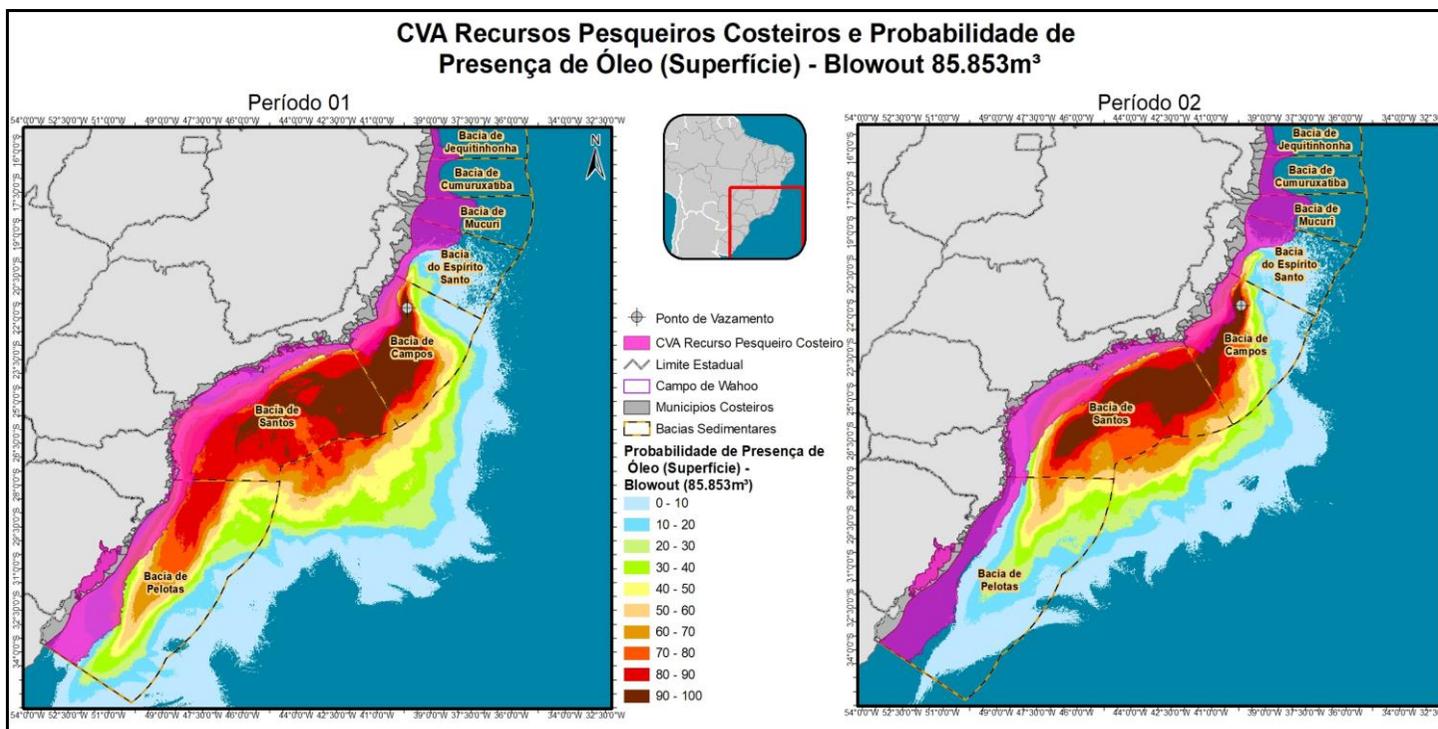


Figura II.9-26 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros costeiros e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

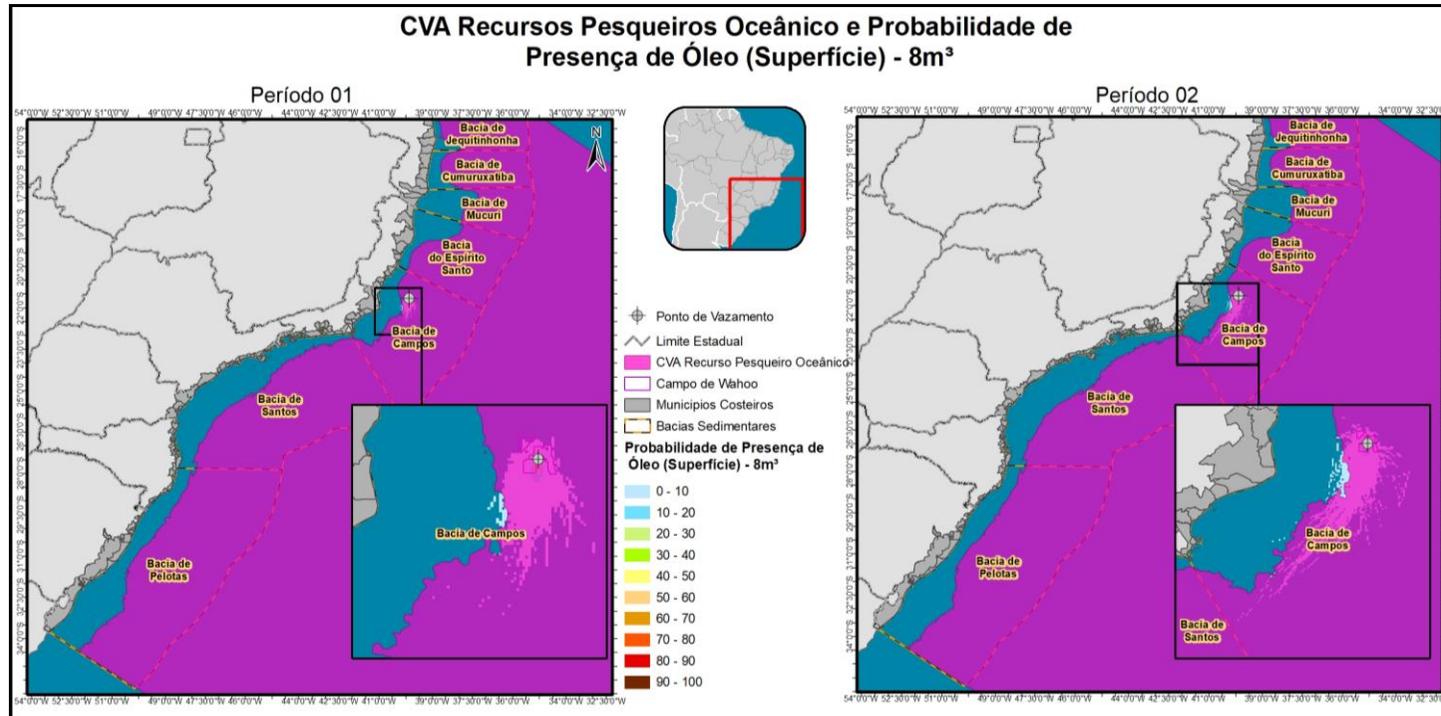
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-27 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

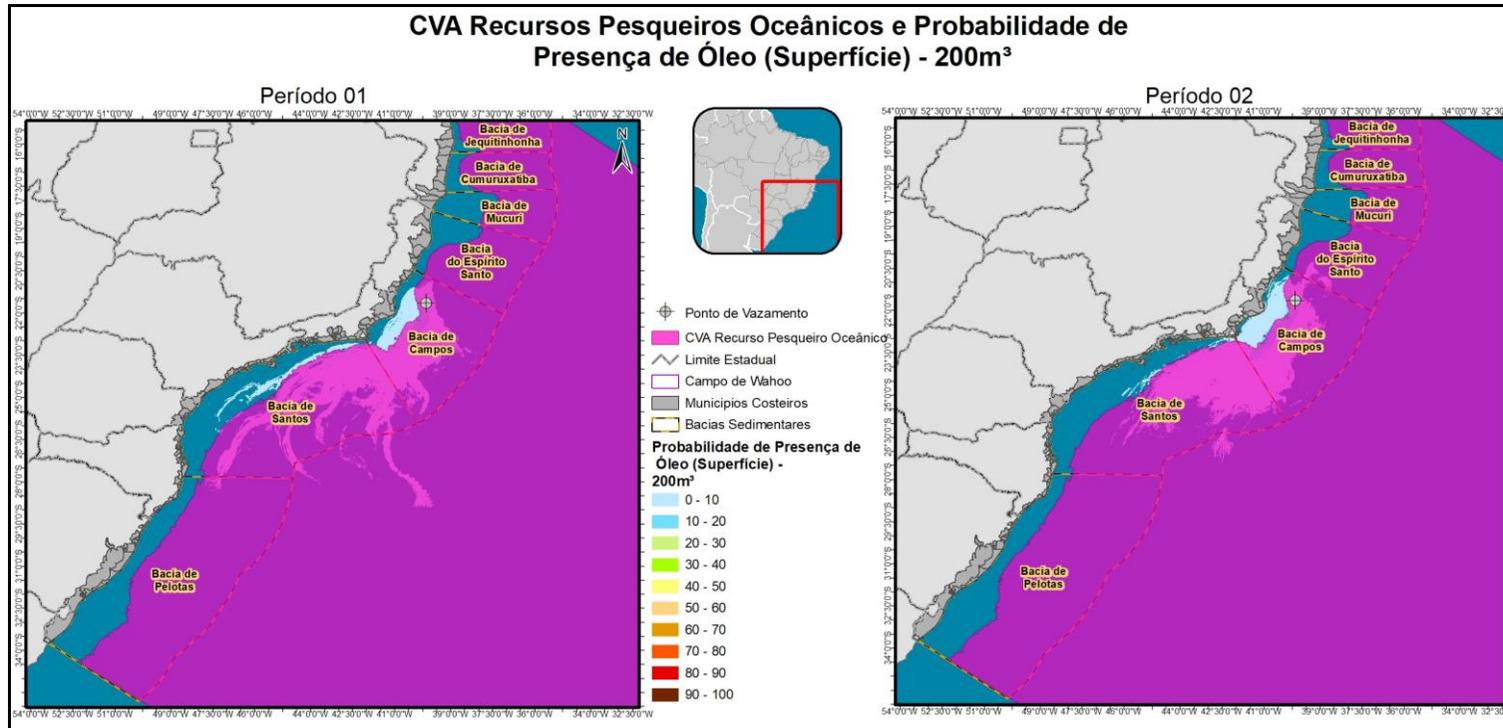
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-28 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

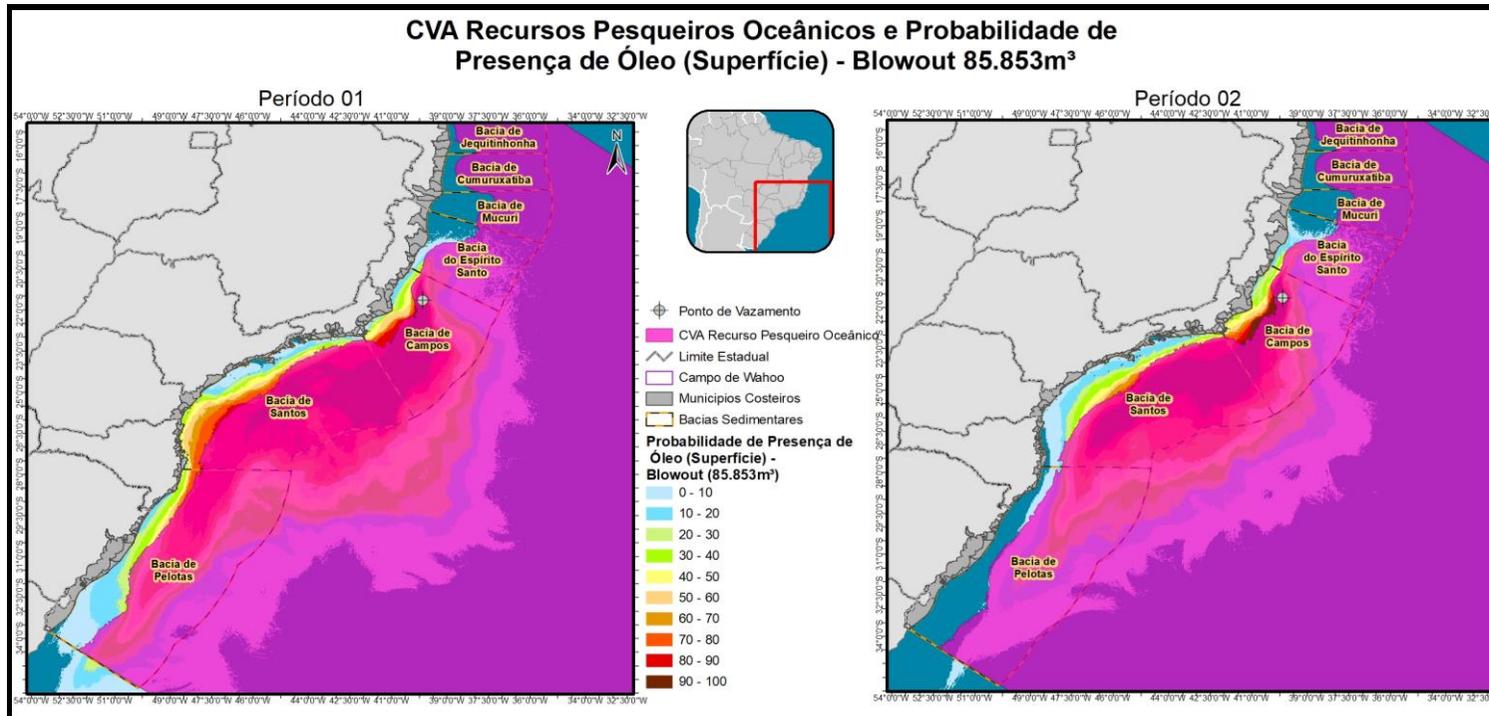
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-29 – Área de ocorrência de recursos pesqueiros oceânicos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-47 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA Recursos Pesqueiros Costeiros e Oceânicos em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade ponderada de presença de óleo (%)
<b>CVA Recursos Pesqueiros Costeiros</b>		
1	8	1,0
2	8	2,79
1	200	12,17
2	200	20,55
1	Blowout	97,0
2	Blowout	100
<b>CVA Recursos Pesqueiros Oceânicos</b>		
1	8	100
2	8	100
1	200	100
2	200	100
1	Blowout	100
2	Blowout	100

### II.9.7.6.3 - Tempo de Recuperação

A pesca e os recursos pesqueiros podem ser afetados diretamente por um vazamento de óleo ou indiretamente através dos ecossistemas que os suportam. Entretanto, existe uma grande dificuldade em se avaliar os efeitos do vazamento de óleo sobre as populações de peixes. O impacto potencial é grande em áreas costeiras e abrigadas, particularmente para espécies de hábito territorialista e com áreas de reprodução restritas.

O monitoramento do pescado em regiões oceânicas afetadas pelo derramamento de petróleo da plataforma Deepwater Horizon, em 2010 no Golfo do México, mostrou poucas evidências de contaminação (YLITALO *et al.*, 2012 apud BEYER *et al.*, 2016). Não foram detectadas concentrações de óleo, metais e dispersantes que evidenciassem a contaminação dos pescados, não sendo possível estabelecer relação entre a concentração de hidrocarbonetos e os organismos afetados pelo derramamento (FITZGERALD e GOHLKE, 2014 apud BEYER *et al.*, 2016).

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

A partir de simulações de vazamentos de óleo em áreas de desova de espécies de bacalhau, verificou-se que o potencial reprodutivo e taxa de sobrevivência de juvenis foi mantida na população, mesmo considerando volumes de óleo de 4.500 m<sup>3</sup> derramado por dia (CARROL *et al.*, 2018).

O trabalho de MARTÍNE-GOMEZ *et al.* (2009) foi realizado após o acidente com o navio-tanque Prestige, no litoral da Espanha, em 2002. Os autores mostraram uma diminuição significativa na contaminação por biomarcadores de duas espécies de peixes demersais (*Lepidorhombus boscii* e *Callionymus lyra*), sendo que três anos após o vazamento, as espécies tinham recuperado seus valores metabólicos normais.

Após o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no litoral do Alaska, em 1989, a pesca de subsistência caiu 77% em 10 das 15 comunidades estudadas, principalmente por causa da incerteza dos moradores sobre a segurança do consumo. A partir da análise de hidrocarbonetos nos tecidos de invertebrados e peixes quanto à concentração de hidrocarbonetos, foi observado que os peixes de todas as áreas eram seguros para alimentação, mas que os invertebrados da zona entre marés de algumas áreas específicas não deviam ser consumidos. Ao final dos três anos de estudo, houve a recuperação em algumas comunidades, mas o nível de consumo se manteve abaixo das médias observadas antes do vazamento (FALL & FIELD, 1993).

Com base nas informações apresentadas anteriormente, considerou-se satisfatório definir que o tempo de recuperação para esse componente na região está entre um e três anos.

#### II.9.7.7 - CVA Mamíferos Marinhos

Os mamíferos aquáticos são representados por 141 espécies no mundo, divididas em três ordens: a Cetacea, que inclui os botos, baleias e golfinhos, a Sirenia, representada pelos peixes-bois e dugongos e por último, a ordem Carnivora, representada pela subordem Pinnipedia (lobos, leões e elefantes marinhos, focas e morsas) e pelas famílias Mustelidae (lontras e ariranhas) e Ursidae (urso-polar) (LODI & BOROBIA, 2013).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:

  
Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos

A Região de Estudo é reportada como sendo de alta importância para os mamíferos marinhos, representados principalmente pelos cetáceos, mas também com presença de pinípedes. A seguir será apresentada revisão de dados a respeito da ocorrência e distribuição dessas espécies, nesta região, obtidas através de publicações científicas e relatórios técnicos.

Encontram-se na região cerca de 45 espécies de cetáceos, das algumas estão ameaçadas de extinção no Brasil e/ou no mundo (**Quadro II.9-48**).

**Quadro II.9-48 – Cetáceos ameaçados de extinção no Brasil e/ou no mundo presentes na área de estudo e status de conservação nacional e global (ICMBio/MMA, 2018; IUCN, 2021).**

Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Área de Ocorrência	Status de Conservação		
				ICMBio/MMA (2018)	IUCN (2021)	CITES (2021)
Odontoceti	<i>Pontoporia blainvillei</i>	toninha (RS/SC), boto-amarelo (RJ), boto-cachimbo (ES)	águas costeiras entre Itaúnas, ES (19°S) e Rio Grande do Sul	CR	VU	II
	<i>Sotalia guianensis</i>	boto, boto-cinza	águas costeiras entre Honduras (Amer. Central) e Florianópolis (SC)	VU	NT	I
	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	águas oceânicas	VU	VU	I
Mysticeti	<i>Eubalaena australis</i>	baleia-franca-austral	águas costeiras durante o período reprodutivo	EN	LC	I
	<i>Balaenoptera musculus</i>	baleia-azul	águas oceânicas	CR	EN	I
	<i>Balaenoptera physalus</i>	baleia-fin	águas oceânicas	EN	VU	I
	<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia-sei	águas oceânicas	EN	EN	I

Fonte: CITES, 2021; ENGEL *et al.*, 2006; FLORES & LUNA, 2021; FLORES *et al.*, 2018; GEMARS, 2021; ICMBio/MMA, 2011, 2018; IUCN, 2021; LODI & BOROBIA, 2013; LODI *et al.*, 2015; MAREM, 2016; NICOLODI, 2016; SHELL/AECOM, 2018; SIMMAM, 2015; PETROBRAS/SOCIOAMBIENTAL, 2020; SICILIANO *et al.*, 2006; ZERBINI *et al.*, 1999, 2004, 2006.

Legenda: Categorias segundo IUCN (2021) e ICMBio/MMA (2018): CR (Em perigo crítico), "Critically Endangered" – Risco extremamente alto de extinção na natureza em futuro imediato; EN (Em perigo), "Endangered" – Risco muito alto de extinção na natureza em futuro próximo; VU (Vulnerável), "Vulnerable" – Alto risco de extinção na natureza em médio prazo; NT (Quase ameaçada), "Near Threatened" – Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias anteriores porém está perto de ser qualificada como ameaçada em um futuro próximo; LC (Pouco preocupante), "Least Concern" – Quando a espécie, tendo sido avaliada, não se enquadra nas categorias acima; DD (Dados Insuficientes), "Data Deficiente" – Quando não há informação adequada para fazer uma avaliação direta ou indireta do seu risco de extinção, com base na sua distribuição e/ou estado populacional; NA (Não aplicável) – quando a espécie é considerada ineligível para ser avaliada em nível regional pelo ICMBio/MMA (2018); NE (Não Avaliada), "Not Evaluated" – Quando a espécie não foi avaliada pela IUCN ou pelo ICMBio/MMA (2018). Categorias segundo CITES (2021): Apêndice I – Espécies ameaçadas de extinção, cujo comércio somente será permitido em circunstâncias excepcionais; Apêndice II – Inclui espécies não necessariamente ameaçadas de extinção, mas nas quais o comércio deve ser controlado para evitar a utilização incompatível com a sua sobrevivência.

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

A distribuição dessas espécies varia desde águas mais rasas e costeiras até lâminas d'água superiores a 500 m. Algumas espécies podem, ainda, se aproximar mais da costa, apenas durante o período reprodutivo, como a baleia-jubarte e a baleia-franca-austral nas regiões sudeste e sul do Brasil, respectivamente (SICILIANO *et al.*, 2006).

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

É válido destacar que a região de estudo se configura como um corredor migratório para as baleias-jubarte (*M. novaeangliae*), que se deslocam entre suas áreas de alimentação nas Ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul (Zona Polar Antártica) e suas áreas de reprodução no nordeste do Brasil (MARTINS *et al.*, 2001; ZERBINI *et al.*, 2006).

A subordem Pinnipedia apresenta 33 espécies, divididas em três famílias distintas: a Phocidae, representada por 18 espécies, a Odobenidae, representada por uma espécie e a Otariidae, representada por 14 espécies. Podem ser encontrados em todos os oceanos, com concentrações maiores em número de espécies e tamanhos populacionais em regiões frias (SILVA *et al.*, 2014). No Brasil, embora não existam colônias reprodutivas de nenhuma espécie de pinípede, dezenas de exemplares de lobos-marinhos e leões-marinhos e, eventualmente, elefantes-marinhos e focas antárticas chegam ao litoral do Rio Grande do Sul. Essa presença está relacionada aos deslocamentos pós-reprodutivos favorecidos pela corrente marinha das Malvinas durante o outono e a primavera (ROSAS *et al.*, 1994; SIMÕES-LOPES *et al.*, 1995).

Os pinípedes foram caçados no mundo todo, principalmente pelo valor comercial de sua pele e gordura. O óleo extraído destes animais foi utilizado na iluminação pública, como lubrificante de maquinários, na produção de sabão, tintas e vestuário (RIEDMAN, 1990). Populações de diversas espécies foram integralmente exterminadas e, pelo menos, a foca do Caribe tornou-se extinta durante a década de 1950 (KENYON, 1977). Acredita-se

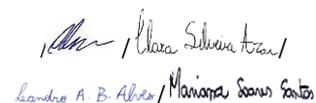
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



que atualmente o aumento da incidência de pinípedes em nosso litoral esteja relacionado ao aumento populacional decorrente da proibição da caça (KOLESNIKOVAS, 2018). Existem, na região de estudo, duas unidades de conservação na região sul criadas por conta desses animais, a Refúgio da Vida Silvestre do Molhe Leste e o Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos.

#### II.9.7.7.1 - Impactos do Óleo sobre Mamíferos Marinhos

Avaliações do impacto do óleo sobre cetáceos são muito raras. Isso se deve, em parte, pelo fato de que as carcaças da maioria das espécies afundam no oceano, impossibilitando a coleta para pesquisa (GUBBAY & EARLL, 1999; MATKIN *et al.*, 2008). Em alguns casos, elas podem flutuar e encalhar na região costeira, porém, essa é uma situação comum para os animais que vivem nessas regiões, limitando o estudo das outras espécies. Além disso, existem as questões éticas sobre a realização de experimentos desnecessários e que causem sofrimento a esses animais (MATKIN *et al.*, 2008). Com isso, os dados de vazamentos parecem ser a melhor fonte de informações sobre estudos comportamentais e efeitos fisiológicos do óleo neste grupo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Cabe destacar que existem poucas evidências documentadas de que populações de cetáceos, principalmente baleias, tenham sido afetadas por vazamentos de óleo, uma vez que a maior parte dos trabalhos analisa indivíduos separadamente, sem considerar a população como um todo.

O Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos - Grandes cetáceos e Pinípedes (ICMBIO, 2011), cita como uma possível ameaça a conservação das espécies encontradas no litoral brasileiro a atividade de óleo e gás, tendo em vista nosso desconhecimento quanto aos padrões de migração e deslocamento da espécie durante a fase pelágica do ciclo de vida, principalmente na região do Oceano Atlântico Sul Ocidental e nas proximidades do Oceano Austral. Outras ameaças estão relacionadas a alteração e a degradação do habitat costeiro marinho; a expansão urbana na zona costeira próxima a áreas protegidas, tráfego de embarcações, dragagem e contaminação química na zona costeira (ICMBIO, 2011).

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

A composição do óleo e o seu grau de intemperização são fatores importantes para determinar os impactos. Indivíduos atingidos por óleo logo após vazamento podem ser expostos a mais componentes tóxicos pelo contato direto e ingestão do que indivíduos afetados por óleo já intemperizado (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

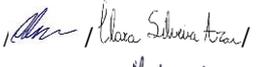
Estudos sugerem que os mamíferos marinhos podem detectar o óleo na superfície da água e, com isso, evitá-lo, como apresentado por ST AUBIN (1992), no qual experimentos com golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) em cativeiro mostraram que esses animais conseguem detectar visualmente uma lâmina de óleo cru de 1 mm de espessura na superfície da água do mar e evitar locais onde existe óleo mineral. O mesmo resultado foi encontrado por SMITH *et al.* (1983).

Comportamento semelhante foi observado na população de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) residente na Baía de Guanabara-RJ, que se deslocou para o mar aberto após o vazamento de óleo ocorrido em 2000. Os indivíduos voltaram para as áreas de alimentação, antes mesmo que as operações de limpeza estivessem finalizadas, e apresentaram comportamentos normais (BARCELLOS & SILVA, 2003; SHORT, 2003).

Por outro lado, outros estudos apontaram que os cetáceos não evitam contato com as manchas de óleo, embora pudessem provavelmente detectá-la, principalmente em espécies costeiras, que possuem fidelidade a determinadas áreas. O tamanho da mancha, a dependência por comida e uma interação social podem sobrepor essa estratégia de evitação, causando impactos sobre essas espécies (WURSIG & SMULTEA, 1991; MATKIN *et al.*, 2008; NOAA, 2010b).

Dias *et al.* (2017) avaliaram cetáceos após o vazamento Deepater Horizon em 2010 no Golfo do México, e detectaram óleo cru ou filme de óleo (sheen) em 11 das 21 espécies de cetáceos regularmente avistadas na região. Em mais de 70% dos avistamentos realizados durante o monitoramento aéreo foram registrados cetáceos nadando em águas oleadas.

O impacto do óleo sobre o corpo dos mamíferos marinhos é possivelmente transitório, pois o óleo não se adere facilmente a pele lisa dos animais (ITOPF, 2010b; EPA, 1999;

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

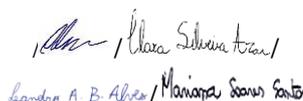
MOSBECH, 2002). Em mysticetos, o óleo pode se aderir sobre partes rugosas, pelos e calosidades dos animais, entretanto, não traz danos à saúde do animal (ST AUBIN, 1992). Já nos golfinhos, por não apresentarem pelos nem calosidades, o óleo não se fixa na pele (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

A inalação de porções de óleo, vapores e fumaça pode danificar as membranas mucosas, as vias aéreas, congestionar os pulmões, causar enfisema intersticial e até a morte (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A ingestão de óleo em situações de estresse pode acontecer, promovendo danos severos aos animais. O óleo ingerido poderia causar efeitos tóxicos e disfunção secundária dos órgãos, além de úlcera gastrointestinal e hemorragia (NOAA, 2010b; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). A intoxicação aguda por petróleo ainda não está bem estabelecida em cetáceos e não existem estudos de laboratório que tenham detectado o nível mínimo de toxicidade (ST AUBIN, 1992).

A ingestão de óleo representa uma ameaça maior aos mysticetos que se alimentam de plâncton através de cerdas orais (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). Estudos de laboratório têm mostrado que o óleo incrustado entre os fios das cerdas restringe a passagem de água, podendo comprometer a alimentação desses animais. Isso pode acarretar numa diminuição da massa corpórea e comprometimento do desenvolvimento do animal, principalmente para migração e reprodução (ST AUBIN, 1992).

Em estudo com animais encalhados, foram observados baixos níveis de hidrocarbonetos em diversos tecidos, demonstrando que a eliminação do óleo acumulado pode ser rápida. Os cetáceos têm o potencial para metabolizar óleo devido à presença do Citocromo P-450 no fígado, sistema enzimático que está envolvido na quebra de compostos de hidrocarbonetos (ENGELHARDT, 1983).

A morte de animais após acidentes com vazamentos por óleo é relatada por SHORT (2003) em dois estudos. O primeiro ocorreu na Califórnia (EUA), no qual 4 golfinhos e 6 baleias foram encontrados mortos (BROWNWELL, 1971) e, o outro, foi o acidente com o petroleiro Exxon Valdez, no Alaska (EUA), responsável pela morte de 26 baleias-cinza (*Eschrichtius robustus*), cinco botos (*Phocoena phocoena*), cinco baleias-minke

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

(*Balaenoptera bonaerensis*), uma baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) e três baleias não identificadas (LOUGHLIN, 1994).

O monitoramento dos cetáceos ao longo de 16 anos após o vazamento de óleo do petroleiro Exxon Valdez revelou perdas de 33 a 41% na população de orcas, afetando tanto juvenis quanto adultos em idade reprodutiva. A taxa de mortalidade no ano do vazamento e no ano subsequente foi 18 vezes maior que o número esperado para o mesmo período de tempo. Os autores concluíram que, mesmo em condições ótimas, os grupos podem levar décadas para se recuperar (MATKIN *et al.* 2008). Por outro lado, estudos afirmam que essas populações já apresentavam elevados níveis de PCBs e DDT nos seus tecidos, substâncias que podem afetar a reprodução e as taxas de recuperação dessa população (EVOSTC, 2010). Os resultados do monitoramento da população de orcas desta região durante 26 anos indicam que a redução da população também deve ser atribuída a outros fatores relacionados aos diversos impactos de fontes antropogênicas, como diminuição dos estoques alimentares, distúrbio gerado por barcos de observadores de baleia e tráfego marítimo (TAYLOR & PLATER, 2001).

#### II.9.7.7.2 - Mapeamento e Cálculo da Probabilidade dos Componentes à Presença de Óleo

Considerando que os cetáceos podem habitar todo ambiente marinho, em águas costeiras e oceânicas, foi considerada toda essa região como área de distribuição este grupo biológico. Portanto, essa região não representa uma área específica de agregação e sim uma área de ocorrência abrangente e, por isso, este CVA foi classificado como um CVA disperso, para o qual é utilizada a probabilidade ponderada.

Os resultados da probabilidade de toque de óleo no CVA Mamíferos Marinhos, para os seis cenários, são apresentados nas figuras adiante (**Figura II.9-30** a **Figura II.9-32**). Em todos os cenários simulados as probabilidades mínimas e máximas estiveram entre 0,20% e 100% (**Quadro II.9-49**).

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

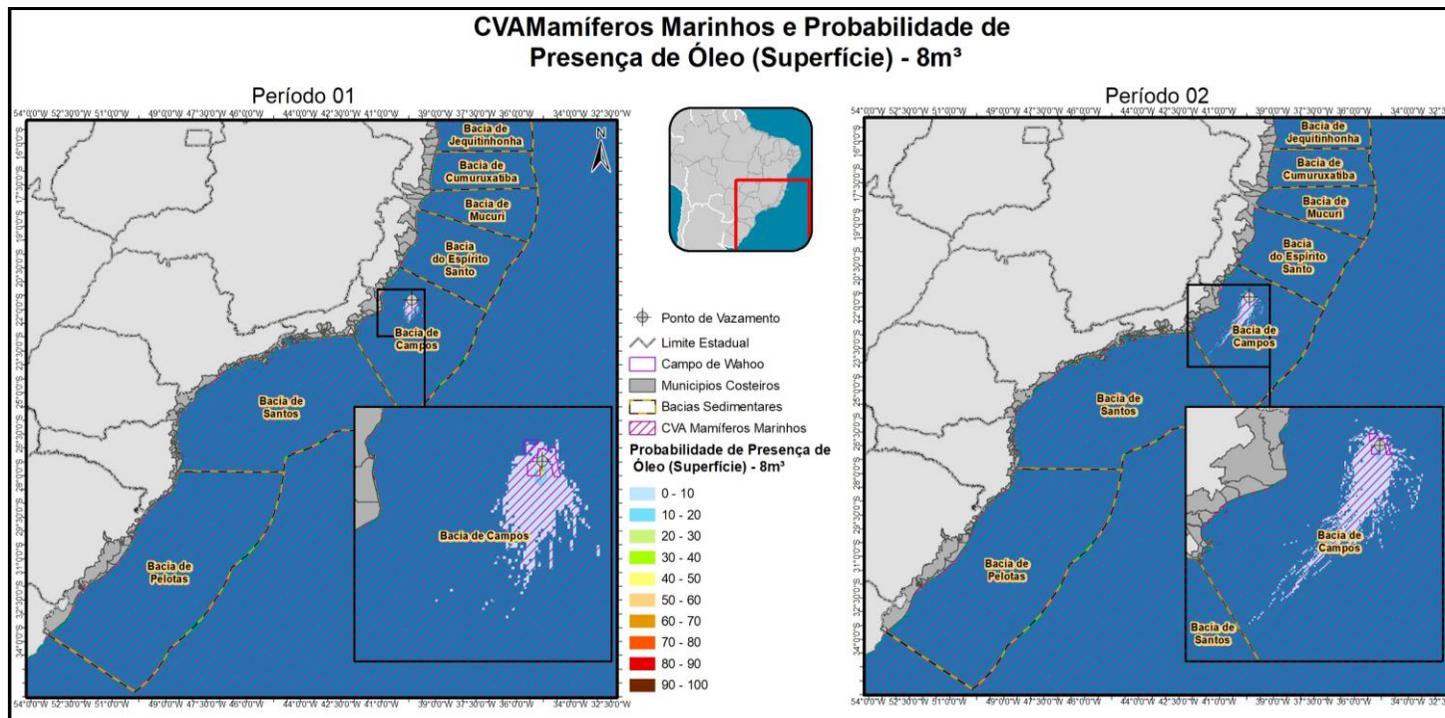


Figura II.9-30 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

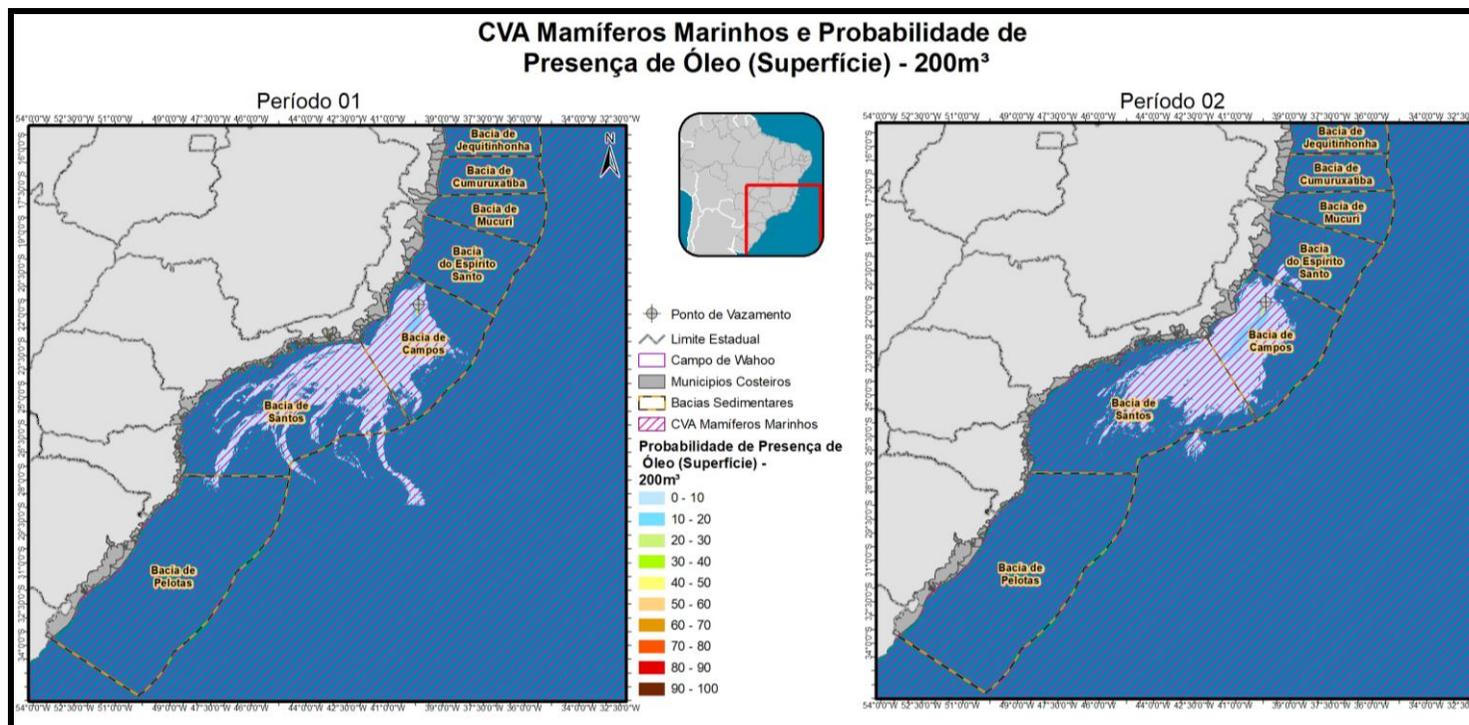
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-31 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de vazamento 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

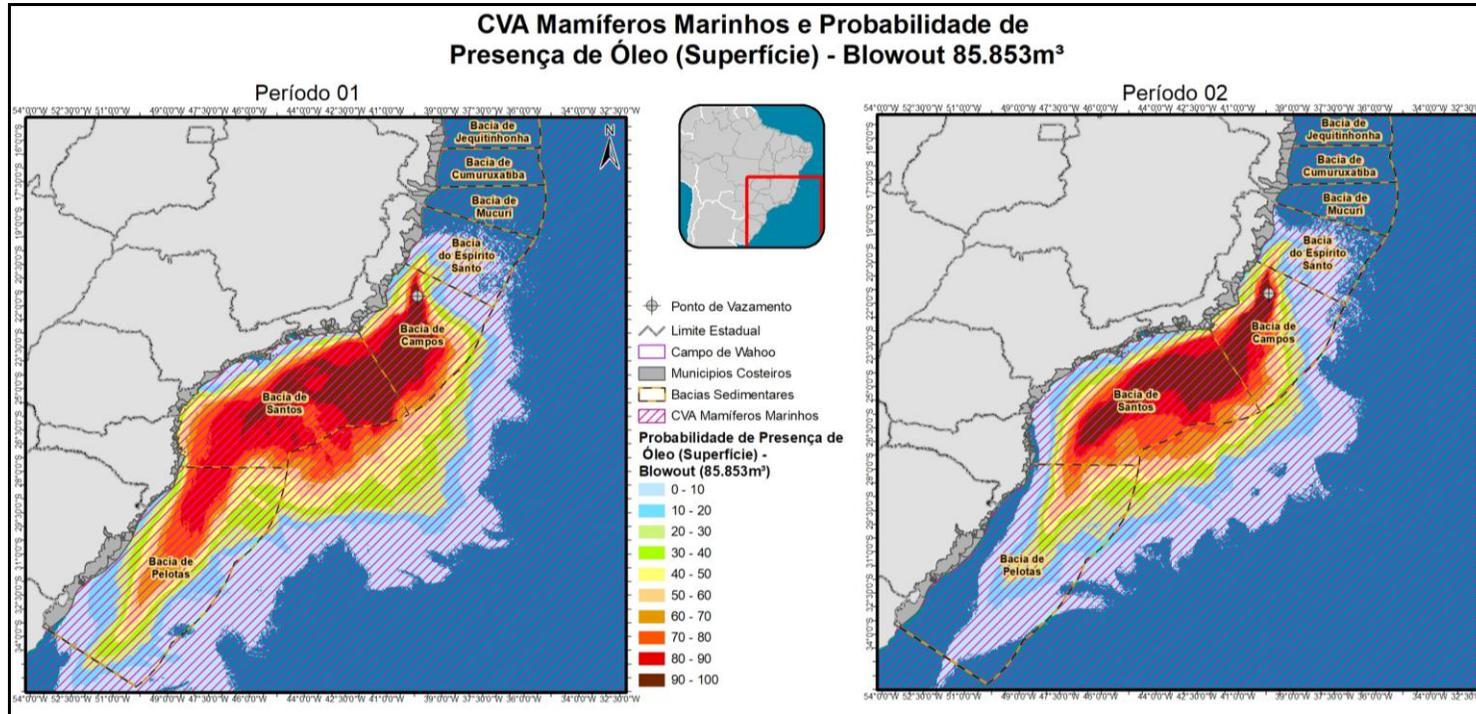


Figura II.9-32 – Área de ocorrência de mamíferos marinhos e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-49 – Probabilidade ponderada de presença de óleo no CVA mamíferos marinhos em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade ponderada de presença de óleo (%)
1	8	0,20	100
2	8	0,20	100
1	200	0,20	100
2	200	0,20	100
1	Blowout	0,20	100
2	Blowout	0,20	100

A seguir, serão descritos os Subcomponentes de Valor Ambiental (SVA) selecionados para esse CVA. É importante ressaltar que, uma vez que apresentam uma distribuição restrita, considerou-se como fixo para o cálculo das probabilidades de chegada de óleo (uso da maior probabilidade de toque).

II.9.7.7.2.1 - SVA Boto-cinza

A motivação de inserção deste subcomponente se baseia na ocorrência de populações residentes, com alto grau de fidelidade a determinados habitats, além da espécie estar atualmente ameaçada de extinção

Esta espécie vem sendo impactada fortemente por capturas acidentais em operações de pesca, capturas intencionais para usos diversos, pela perda de habitat para a construção de portos, marinas e condomínios, pela poluição sonora e pela contaminação química (ICMBio, 2018).

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é a espécie de odontoceto com maior número de registros ao longo do litoral brasileiro. Contudo, as informações a respeito da espécie ainda são poucas, pois os dados biológicos são coletados de forma oportuna e a maioria dos estudos é desenvolvida em áreas restritas.

O boto-cinza apresenta hábitos costeiros e encontra-se distribuído amplamente pelo litoral das Américas do Sul e Central, tendo como limites de sua distribuição, ao norte, a

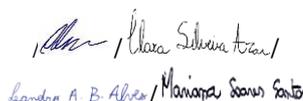
<p style="text-align: center;"></p> <p>Coordenador:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Gerente:</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------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

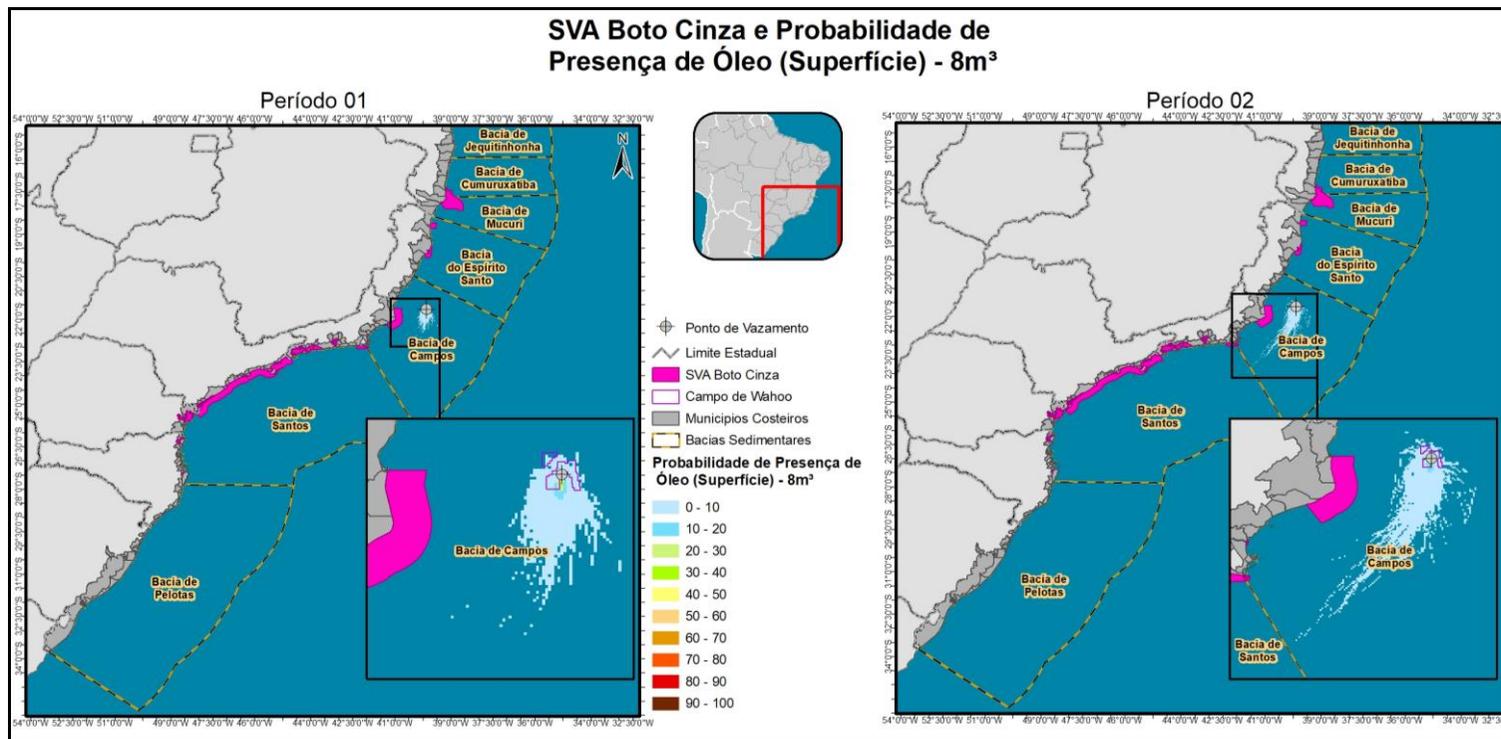
Nicarágua, na América Central, e ao sul, o estado de Santa Catarina, na América do Sul (SIMÕES-LOPES, 1986; CARR & BONDE, 2000). No entanto, DA SILVA (1994) & DA SILVA & BEST (1996) apontam para a possível ocorrência da espécie até Honduras. O boto-cinza pode ser avistado se deslocando tanto em águas superficiais ao longo da costa quanto em áreas protegidas de bocas de grandes rios, baías e estuários (DA SILVA & BEST, 1996).

Poucos estudos têm monitorado os movimentos realizados por *S. guianensis* ao longo da costa. ROSSI-SANTOS (2006) aplicaram a técnica de foto-identificação em duas áreas do litoral do extremo sul da Bahia, com aproximadamente 80 km de distância entre si, e nenhum animal identificado numa área foi reavistado em outra, o que pode sugerir que, ao contrário de outras espécies de delfínídeos costeiros, *S. guianensis* não realiza grandes deslocamentos ao longo da costa. Na verdade, alguns estudos de foto-identificação realizados com *S. guianensis* no Brasil têm demonstrado que alguns indivíduos podem apresentar uma fidelidade à área por até dez anos (FLORES, 2003).

Para a presente avaliação, a área de ocorrência de boto-cinza foi mapeada com base no mapeamento feito pelo Projeto Marem (2016). Estes indivíduos possuem hábitos extremamente costeiros, habita baías, desembocaduras de rios, estuários e ambientes abertos próximo a praias. Sua presença está fortemente associada a presença de manguezais e estuários. A maioria das avistagens é realizada em águas com menos de 25 m de profundidade, com preferência por águas até 5 km da costa e profundidades de 2 a 10 m (LODI e BOROBIA, 2013).

Verificou-se probabilidades de toque de óleo apenas nos cenários 200 m<sup>3</sup> e pior caso, para o volume pequeno as probabilidades são relativamente baixas 0,80% (período 1) e 2,39% (período 2), para o maior volume no período 1 a probabilidade máxima foi de 55,88% e no período 2 igual a 61,27%, respectivamente (**Figura II.9-33 a Figura II.9-35 e Quadro II.9-50**).

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



**Figura II.9-33 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ caso nos períodos 1 e 2.**

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

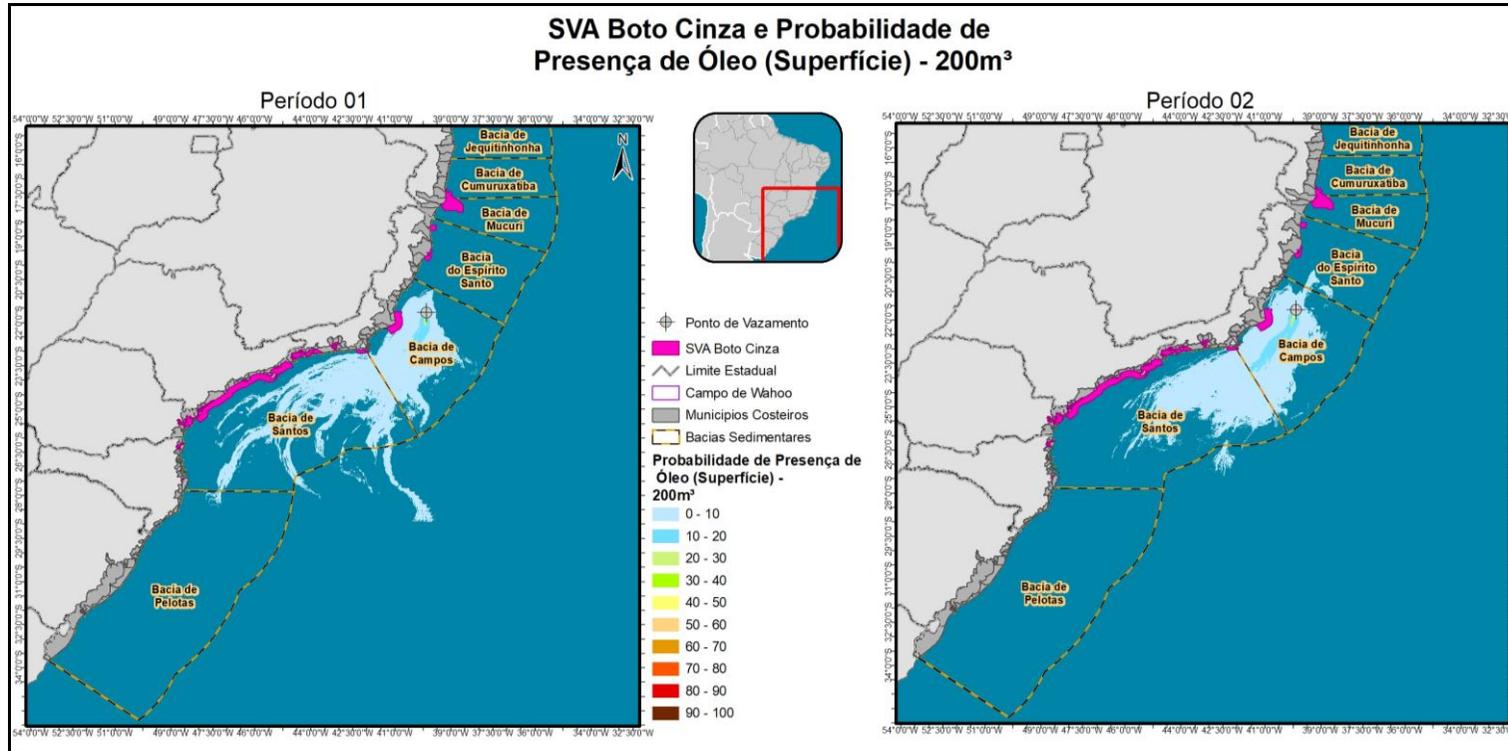


Figura II.9-34 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

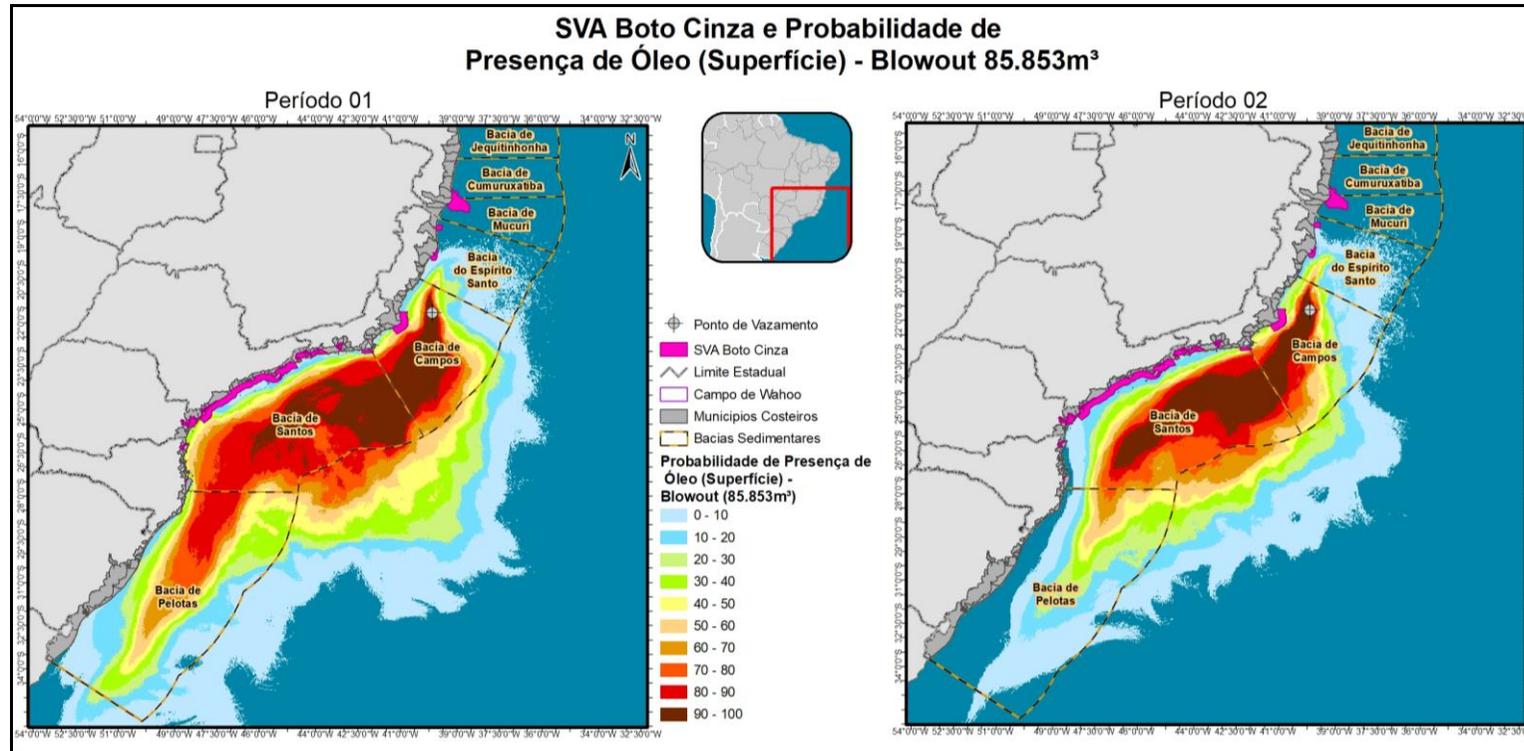
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-35 – Área de concentração de boto-cinza e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-50 - Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Boto-cinza em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0,80
2	200	2,39
1	Blowout	55,88
2	Blowout	61,27

#### II.9.7.7.2.2 - SVA Toninha

A escolha deste subcomponente foi motivada pelo fato de existirem populações que apresentam distribuição restrita a determinadas áreas e que, caso os indivíduos sejam perdidos, o reestabelecimento dessa população dificilmente será feito por indivíduos de populações adjacentes. Além disso, a espécie *Pontoporia blainvillei* encontra-se ameaçada de extinção no Brasil.

A toninha ocorre desde Itaúnas (18°25'S), estado do Espírito Santo, Brasil (SICILIANO, 1994), até Golfo San Matias (~42 °S), Província de Chubut, Argentina (CRESPO *et al.*, 1998). Seu hábitat preferencial inclui regiões estuarinas e costeiras de até 50 m de profundidade, entretanto, a maior parte dos registros é para águas mais rasas, de até 30 metros (PINEDO *et al.*, 1989; DI BENEDITTO & RAMOS, 2001).

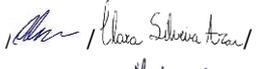
Sua distribuição não é contínua entre os limites setentrional e meridional, com dois hiatos ao longo da sua área de ocorrência (SICILIANO *et al.*, 2002). Essa fragmentação da distribuição corresponde às regiões localizadas entre Regência (19°40'S) e Barra do Itabapoana (21°18'S), estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e entre Macaé (22°25'S) e Baía da Ilha Grande (23 °S), estados do Rio de Janeiro e São Paulo, respectivamente. Entre as possíveis causas para a existência desses hiatos estão a temperatura, profundidade e transparência da água.

A Baía da Babitonga – SC, é um dos únicos locais em que a espécie ocorre em águas estuarinas. Esse local fica a 20 km da principal desembocadura do estuário, possuindo

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

uma profundidade de até 28 m. Neste local, a espécie é observada ao longo de todo ano e possui áreas preferenciais para forrageamento e socialização (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005, 2008). Grupos de toninhas também têm sido avistados recentemente no complexo estuarino de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo (SANTOS, 2007).

Na presente avaliação, a área estabelecida para a toninha foi determinada a partir de SICILIANO, (1994), CRESPO *et al.* (1998), PINEDO *et al.* (1989); DI BENEDITTO & RAMOS (2001) e SICILIANO *et al.* (2002). Para este SVA, houve probabilidade de toque de óleo apenas nos cenários 200 m<sup>3</sup> e pior caso (**Figura II.9-36 a Figura II.9-38**), para o volume médio as probabilidades são relativamente baixas, 0,40% (período 1) e 0,20%, (período 2), respectivamente. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram na simulação de blowout 57,48% (período 1) e 18,56% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-51**).

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

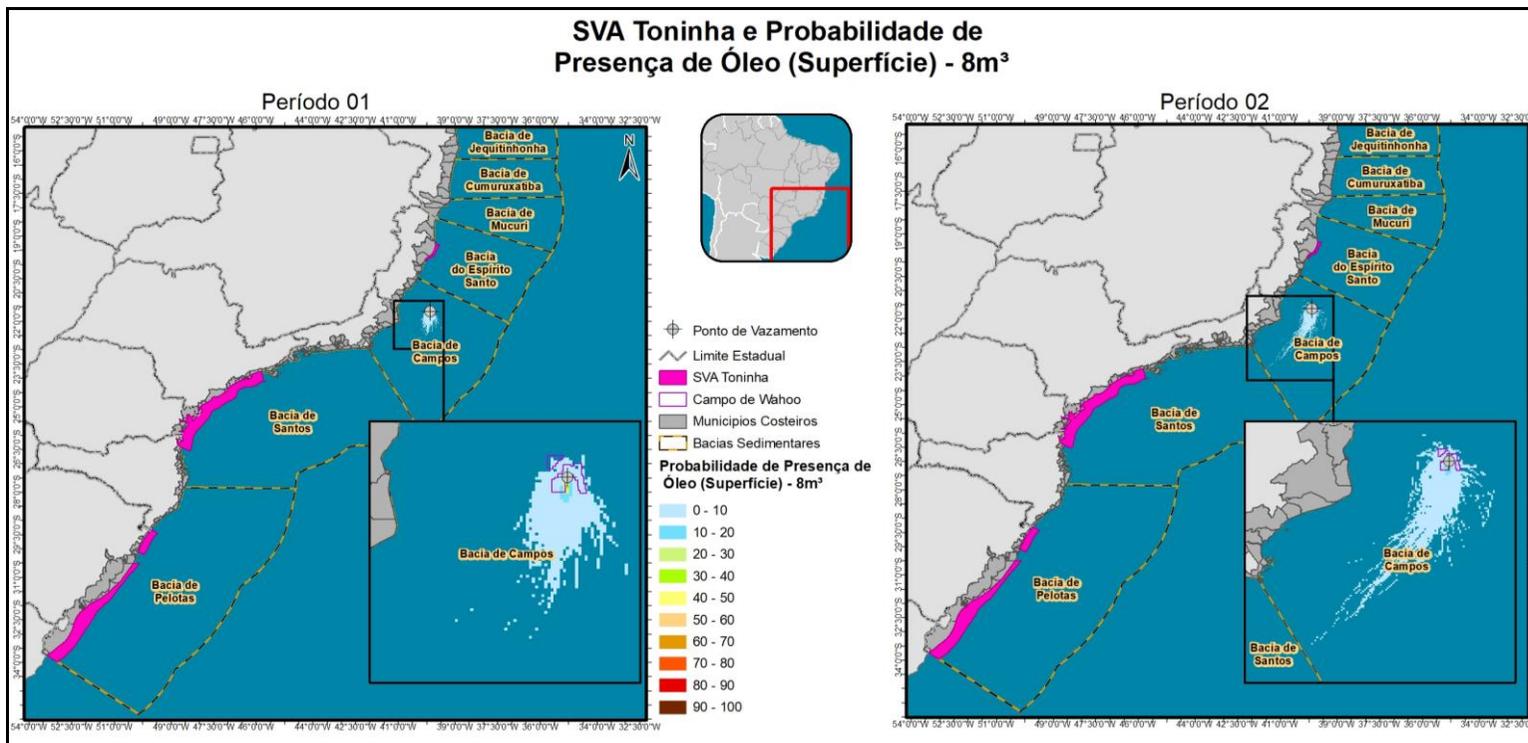


Figura II.9-36 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m<sup>3</sup> caso nos períodos 1 e 2

Coordenador:

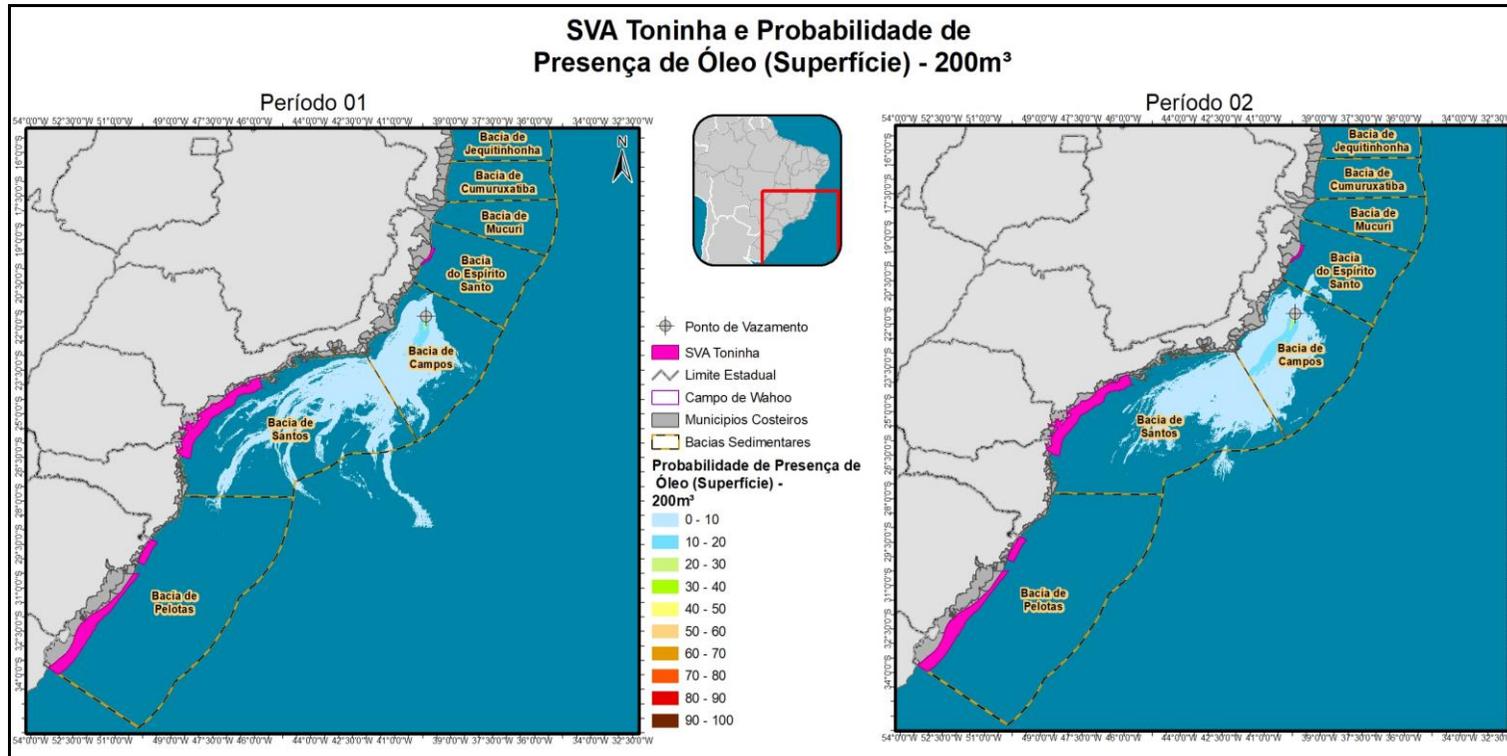
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

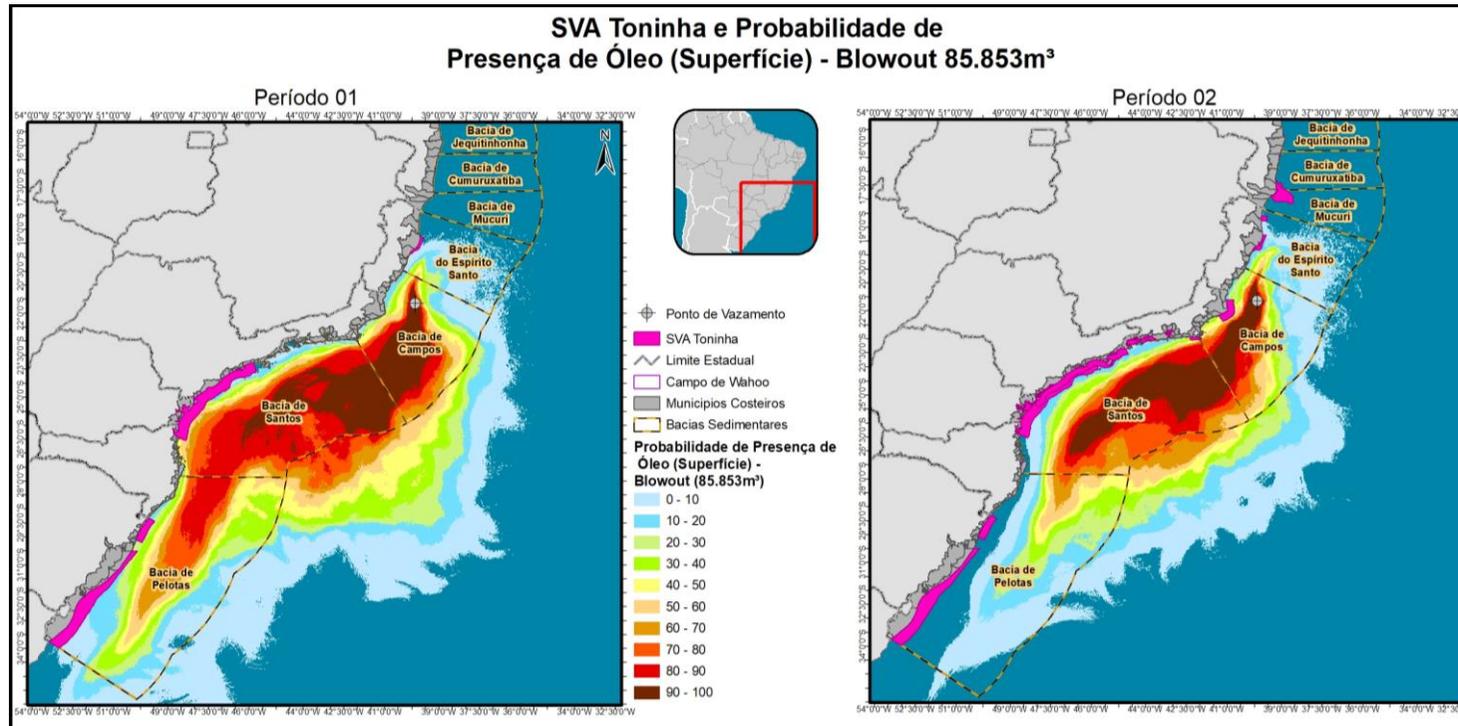
Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

Figura II.9-37 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> caso nos períodos 1 e 2



Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Figura II.9-38 – Área de concentração de toninha e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2**

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

**Quadro II.9-51 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Toninha em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0,40
2	200	0,20
1	Blowout	57,48
2	Blowout	18,56

#### II.9.7.7.2.3 - SVA Baleia-franca-austral

A escolha do SVA Baleia-franca-austral foi motivada pela relevância da área para a reprodução da espécie. Outro motivador é o fato de a espécie estar atualmente ameaçada de extinção. Essa espécie foi intensamente caçada no Hemisfério Sul entre os séculos XVII e XX, especialmente por apresentar um hábito costeiro nas áreas de reprodução, ser relativamente lenta e apresentar uma espessa camada de gordura. Sofreu intensa pressão da caça até a década de 70 e que atualmente apresenta em torno de apenas 200 fêmeas em idade reprodutiva. Atualmente, as principais ameaças enfrentadas pela espécie são colisões com embarcações e empalhamento em artefatos de pesca (ICMBio/MMA, 2018).

A baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) é a única espécie da família Balaenidae presente no Hemisfério Sul (SICILIANO *et al.*, 2006). As baleias-franca passam o verão nos pólos onde se alimentam, e migram para águas tropicais mais quentes durante o inverno para acasalamento e procriação. Na América do Sul, a principal concentração reprodutiva ocorre nas águas costeiras da Península Valdés, Argentina, com uma pequena população encontrada no sul do Brasil (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).

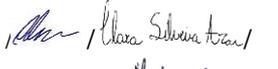
Os registros históricos de ocorrência das baleias-franca-austral indicam a faixa entre os 20° e os 64° de latitude Sul como área principal de ocorrência dessa espécie. Porém, a recente confirmação de sua ocorrência no Banco dos Abrolhos (ao Norte de 18° S), pelo Projeto Baleia Jubarte, indica a possibilidade de seu aparecimento sazonal ainda mais próximo ao Equador (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).

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

No Brasil, as maiores concentrações da espécie são observadas em águas costeiras do litoral do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As principais avistagens são registradas ao longo da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APA da Baleia Franca), localizada no litoral sul de Santa Catarina, entre os municípios de Florianópolis e Içara (ICMBio/MMA, 2018), que representa a maior área de concentração reprodutiva da espécie no Brasil, com 156.100 hectares (IWC/BRASIL, 1999 apud QUITO *et al.*, 2008; PROJETO BALEIA FRANCA, 2015). A Enseada da Ribanceira/Ibiraquera, localizada dentro dessa APA, vem representando, nos últimos anos, a área de maior concentração de baleias-franca no Brasil, sendo frequentada, principalmente, por pares de fêmea e filhote (QUITO *et al.*, 2008).

No Brasil, estudos recentes realizados por pesquisadores do Projeto Baleia Franca indicaram uma maior abundância de baleias em profundidades de até 10 metros (RENAULT-BRAGA, 2014) e por enseadas dissipativas (SEYBOTH, 2013). Pares de mãe-filhote têm preferência por águas rasas para evitar interações de alto custo energético com grupos sociais de baleias-franca. Estudos de fotoidentificação de longo prazo realizados em várias áreas de concentração das baleias-franca no Hemisfério Sul demonstram haver uma fidelidade às áreas de reprodução. As fêmeas grávidas tendem a retornar à mesma região a cada três anos, em geral no mesmo local ou em áreas adjacentes ao local do primeiro ano de avistagem, para concepção de um novo filhote. Já os adultos não acompanhados por filhotes são reavistados a intervalos variados podendo ser avistados em anos subsequentes, seguindo o mesmo padrão de fidelidade por área (INSTITUTO AUSTRALIS, 2021).

Por fim, para o SVA Baleia-franca-austral, foi utilizado o mapeamento da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca do Ministério do Meio Ambiente (MMA). As figuras (**Figura II.9-39 a Figura II.9-41**) a seguir apresentam a área de ocorrência de baleia-franca-austral juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo nos cenários simulados. Para este SVA, houve probabilidade de toque de óleo apenas nos cenários 200 m<sup>3</sup> (período 2) e pior caso, para volume médio as probabilidades foram baixas, máxima de 0,20%. As maiores probabilidades de toque de óleo encontradas foram na simulação de *blowout* 24,95% (período 1) e 24,75% (período 2), respectivamente (**Quadro II.9-52**).

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

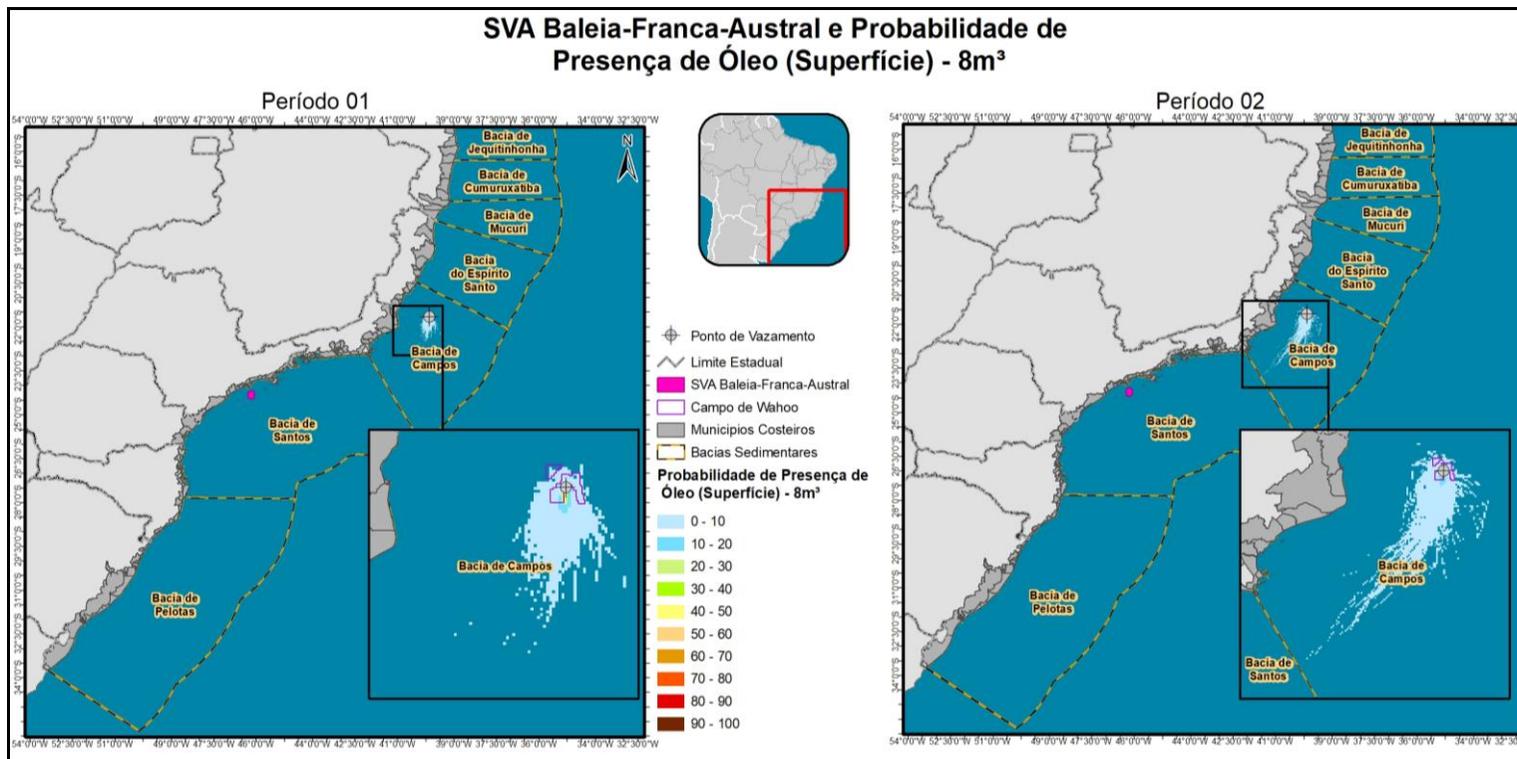


Figura II.9-39 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

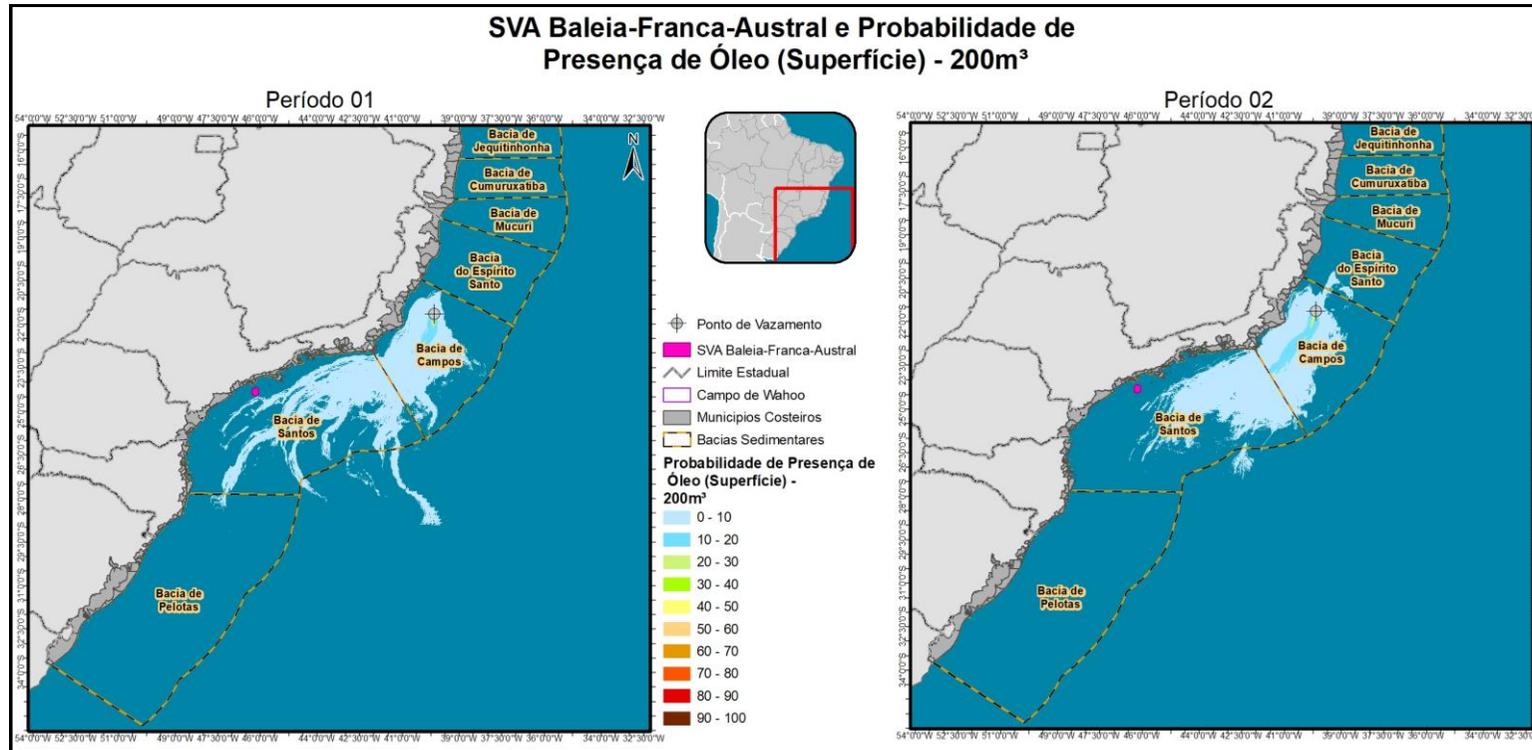
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-40 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

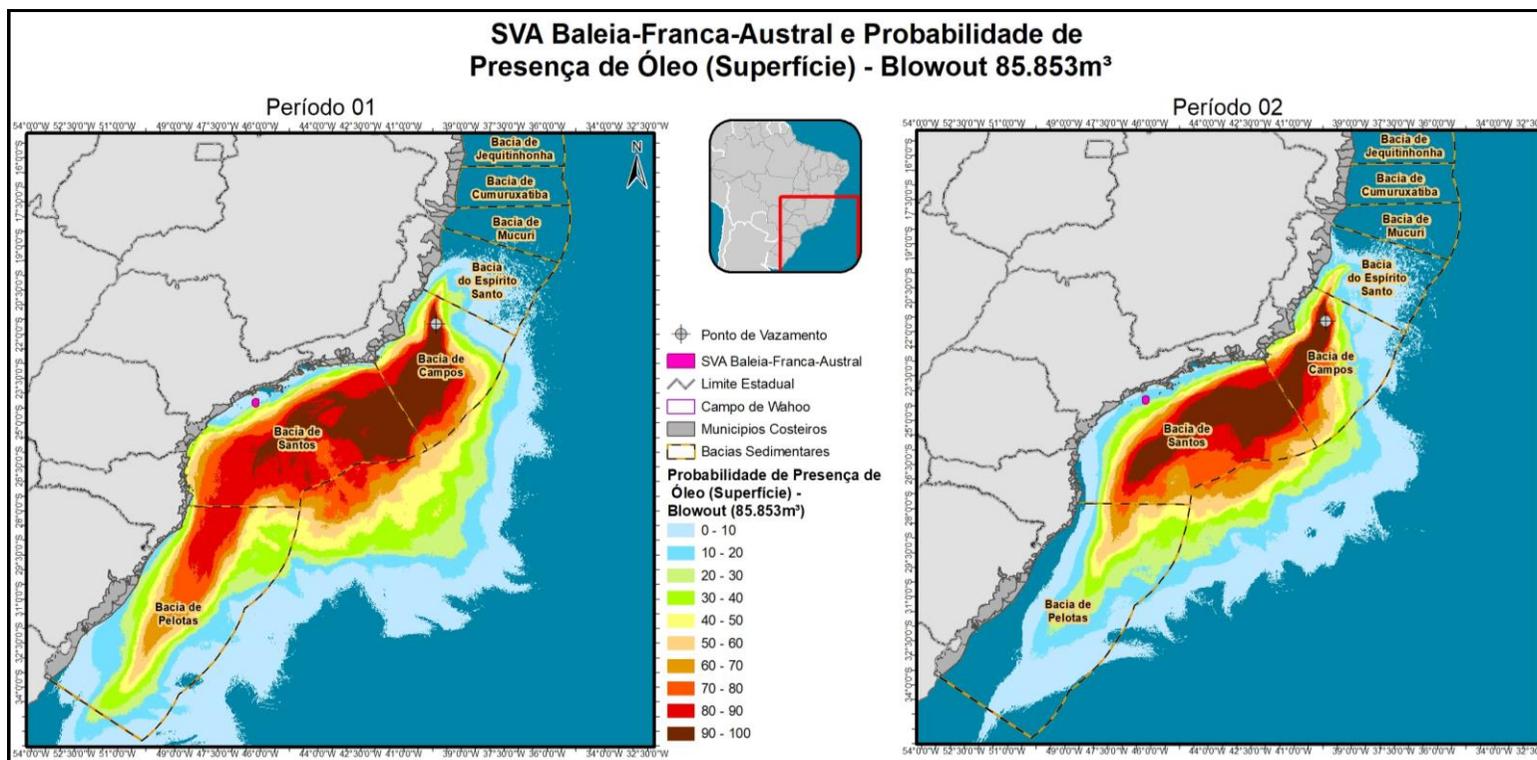


Figura II.9-41 – Área de concentração de baleia-franca-austral e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Cláudio Selva / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-52 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia-franca-austral no cenário acidental.**

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0	0
2	8	0	0
1	200	0	0
2	200	0,20	0,20
1	Blowout	1,19	24,95
2	Blowout	11,97	24,75

II.9.7.7.2.4 - SVA Baleia Jubarte

A baleia-jubarte apresenta distribuição cosmopolitana, podendo ser encontrada em todos os oceanos e realiza migrações sazonais entre as áreas de alimentação e reprodução, alimentam-se em águas de altas latitudes durante o verão e migrando para latitudes mais baixas durante o inverno polar (ICMBIO, 2011). A migração da baleia-jubarte está entre as mais longas se comparadas as de outros mysticetos, podendo chegar até 8.000 km percorridos (JEFFERSON *et al.*, 2008). É classificada como baixa preocupação pela IUCN (2019) e seu status de conservação não consta na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2014). Um importante sítio reprodutivo para a espécie é o banco de Abrolhos, embora possa ser avistada ao longo da costa brasileira, desde o Rio Grande do Sul até o Pará e em Fernando de Noronha (LODI 1994; PRETTO *et al.*, 2009). A espécie é classificada como Baixa preocupação pela IUCN (2019) e atualmente, não consta mais na lista de espécies ameaçadas da fauna nacional (MMA, 2014).

Por fim, para o SVA Jubarte, foi utilizado o mapeamento da Área de Restrição da IN e Área Migratória. As figuras apresentadas a seguir mostram a área de ocorrência de baleia jubarte juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo em cada um dos cenários simulados (**Figura II.9-42 a Figura II.9-44**). Para o cenário de 8 m³ foram observadas probabilidades de toque de óleo baixas, sendo observadas probabilidades máximas de 0,20% período 1 e 0,59% período 2, para o médio volume as probabilidades máximas foram de 3,19% e 5,19% nos períodos 1 e 2, respectivamente. No cenário de pior volume foram observadas as maiores probabilidades de toque 78,44% (período 1) e 98,60% (período 2) (**Quadro II.9-53**).

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

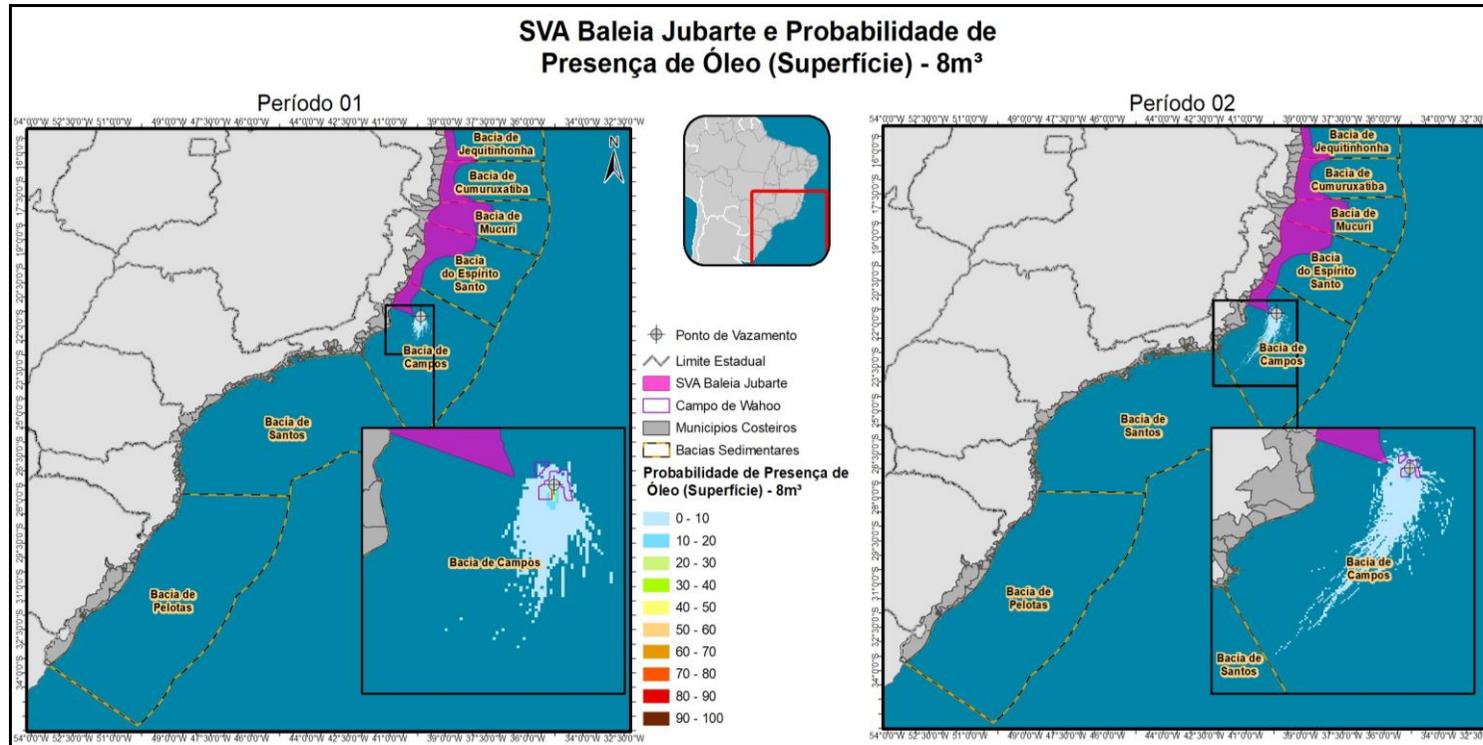


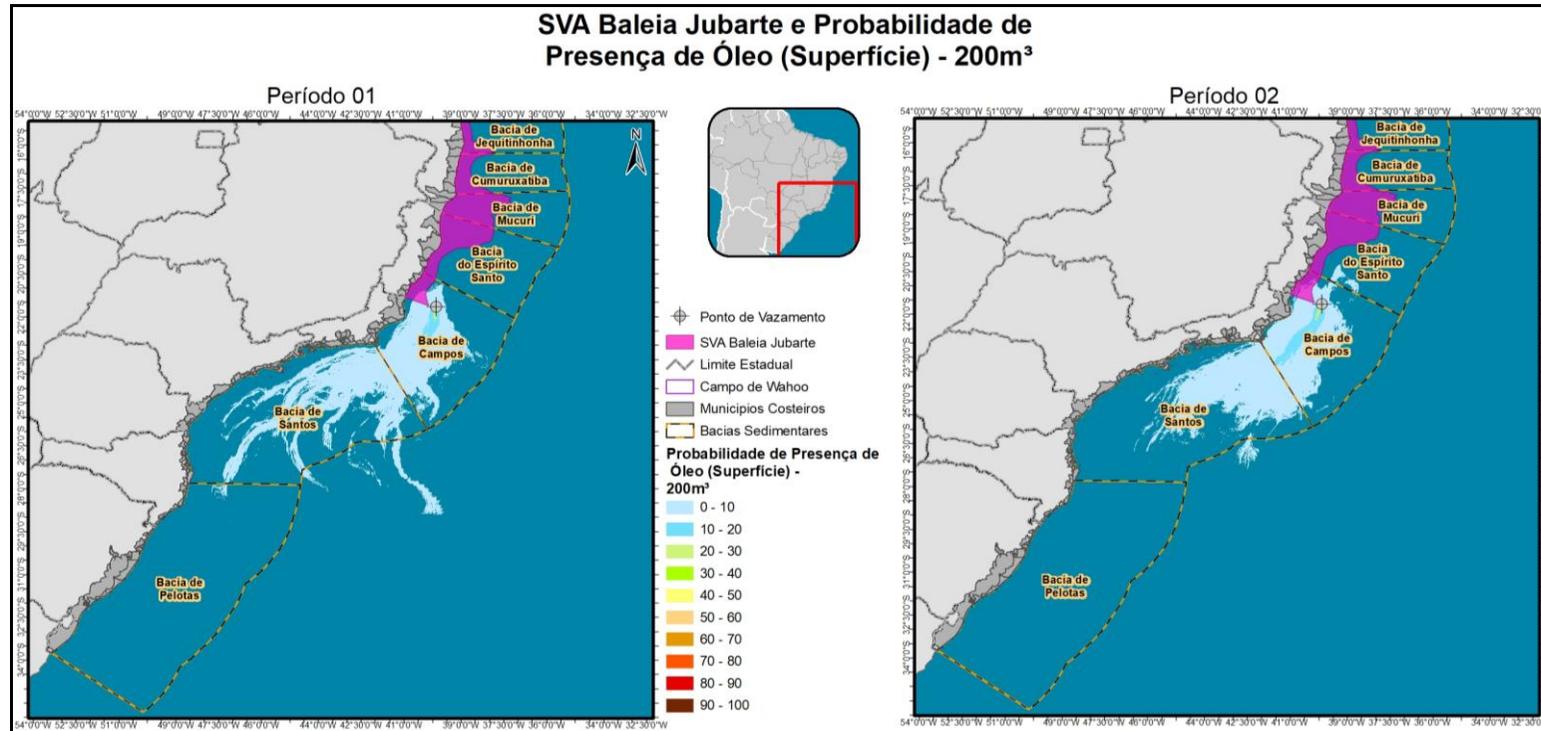
Figura II.9-42 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves /  
Marilene Soares Santos



**Figura II.9-43 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Cláudio Araújo / Leonardo A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

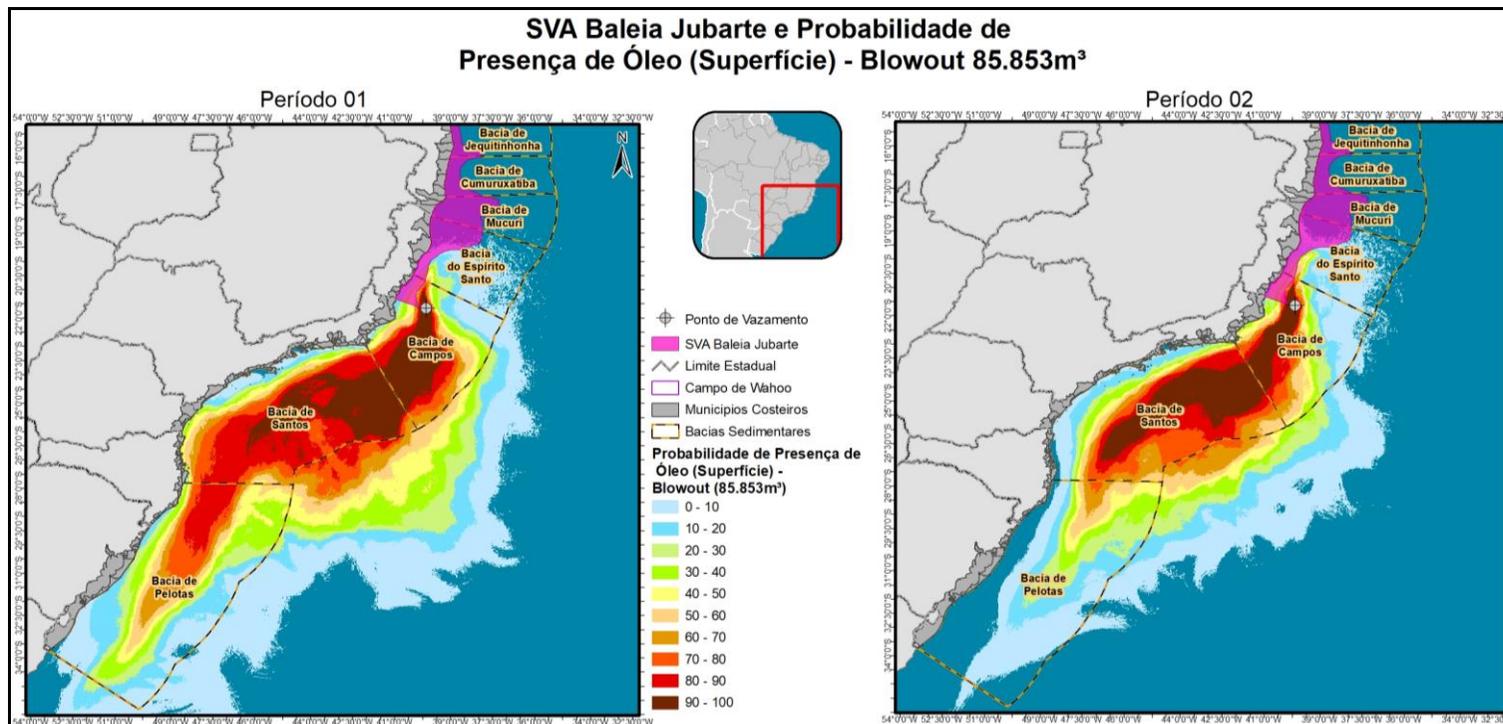


Figura II.9-44 – Área de concentração de baleia jubarte e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-53 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Baleia jubarte no cenário accidental.**

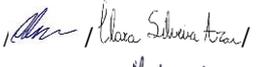
Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade mínima de presença de óleo (%)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0,20	0,20
2	8	0,20	0,59
1	200	0,20	3,19
2	200	0,20	5,19
1	Blowout	0,20	78,44
2	Blowout	0,20	98,60

II.9.7.7.2.5 - SVA Pinípedes

Até o presente momento foram registradas sete espécies de pinípedes para o litoral brasileiro, principalmente na costa do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina. As espécies mais frequentes na região são: o leão-marinho-sul, *Otaria flavescens*, e o lobo-marinho-sul-americano, *Arctocephalus australis*, seguidas pelo lobo marinho-subantártico, *Arctocephalus tropicalis*, lobo-marinho-antártico, *Arctocephalus gazella*, elefante-marinho-do-sul, *Mirounga leonina*, foca-caranguejeira, *Lobodon carcinophaga* e a foca-leopardo, *Hydrurga leptonyx* (ICMBIO, 2011).

Em estudo publicado referente a 38 anos de monitoramento de encalhes no litoral do Rio Grande do Sul, as espécies de *Arctocephalus australis* (n=3419) e *Otaria flavescens* (n=2049) são os pinípedes mais representativos em números de encalhes, respectivamente, seguido da espécie *Arctocephalus tropicalis* (n=219) (PRADO *et al.*, 2016). De acordo com os autores, o período de concentração de encalhes para as essas espécies está relacionada a dispersão pós-reprodutiva e para o leão-marinho-sul-americano, em adição, o período de esforço de pesca.

No Brasil existem dois locais de concentração das espécies de pinípedes, sendo ambas consideradas áreas de preservação: o refúgio da vida silvestres (REVIS) da Ilha dos Lobos, em Torres e o Refúgio do Molhe Leste, em São José do Norte (ICMBIO, 2011). Os Pinípedes

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

foram considerados como SVA no presente estudo por apresentarem colônias perenes nessas duas REVIS, utilizando a área para alimentação e descanso.

O **Quadro II.9-54** demonstra as espécies de pinípedes de ocorrência na área de estudo e a classificação quanto ao status de conservação, de acordo com a IUCN (2019) e Lista da Fauna Silvestre do Rio Grande do Sul (DE nº 51.797). Nenhuma espécie dessa subordem está presente na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014).

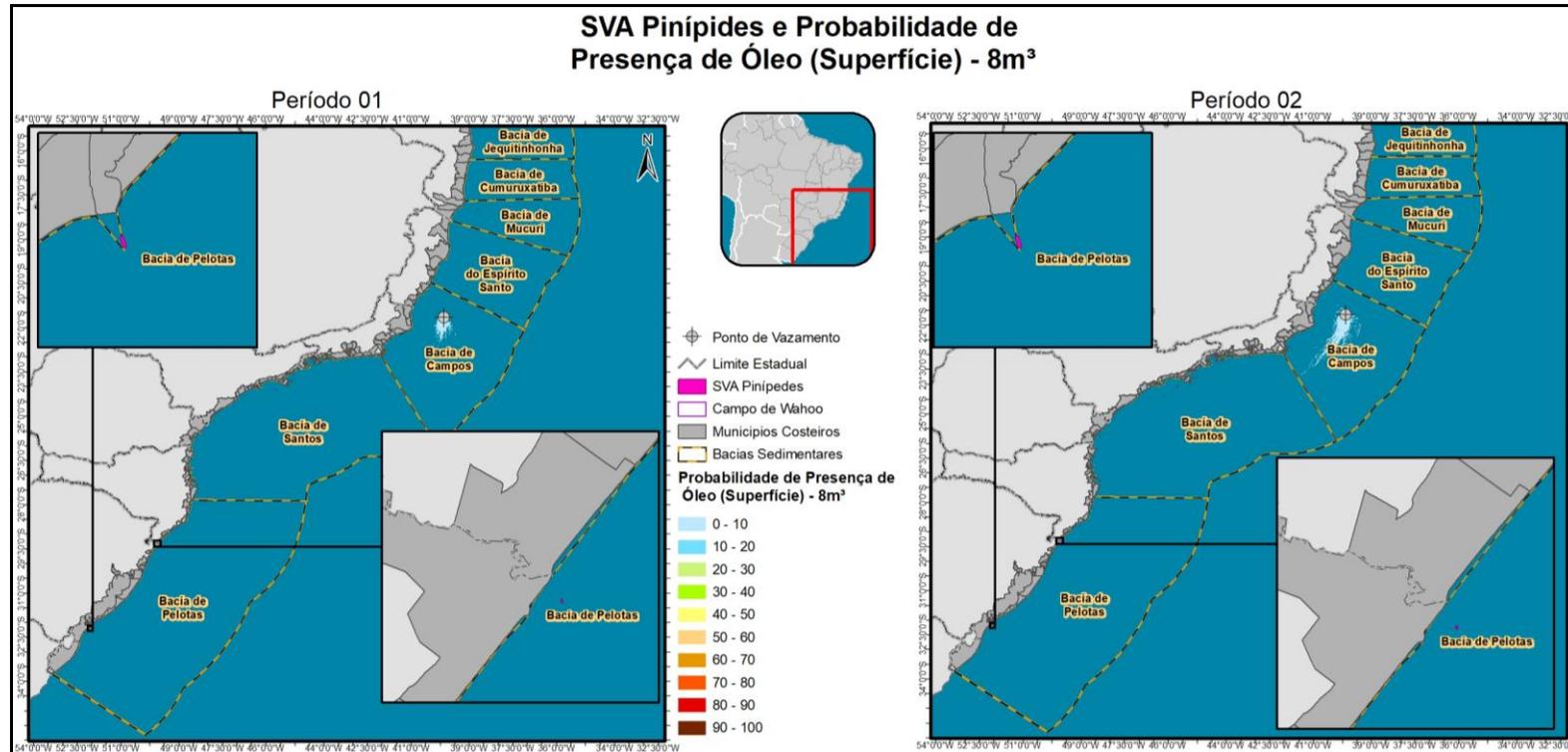
**Quadro II.9-54- Lista de espécies de pinípedes de ocorrência comprovada na Bacia de Pelotas, e a classificação quanto ao status de conservação, baseado na IUCN (2019) e Lista da Fauna silvestre do Rio Grande do Sul (Decreto nº 51.797).**

Subordem	Família	Nome científico	Nome comum	Status de conservação (IUCN)	Fauna Silvestre Ameaçada RS
Pinnipedia	Otariidae	<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo-marinho-sul-americano	LC	Não consta
		<i>Arctocephalus gazella</i>	Lobo-marinho-antártico	LC	Não consta
		<i>Arctocephalus tropicalis</i>	Lobo-marinho-subantártico	LC	Não consta
		<i>Otaria flavescens</i>	Leão-marinho-do-sul	LC	NT
	Phocidae	<i>Hydrurga leptonyx</i>	Foca-leopardo	LC	Não consta
		<i>Lobodon carcinophaga</i>	Foca-caranguejeira	LC	Não consta
		<i>Mirounga leonina</i>	Elefante-marinho-do-sul	LC	Não consta

**Legenda:** Status IUCN disponível em <https://www.iucnredlist.org/>, onde CR – Critically Endangered (criticamente ameaçada); EN – Endangered (em perigo); VU – Vulnerable (vulnerável); NT – Near Threatened (quase ameaçada); LC – Least Concern (baixa preocupação); DD – Data Deficient (dados deficientes) e Lista da Fauna Silvestre do Rio Grande do Sul (Decreto nº 51.797).

Por fim, para o SVA Pinípedes, foram utilizados os shapes e coordenadas das REVIs em que esses animais ocorrem. As Figuras a seguir apresentam a área de ocorrência de pinípedes juntamente com a área com probabilidade de toque de óleo no cenário (**Figura II.9-45 a Figura II.9-47**). Com base nas simulações foram observadas probabilidades de toque apenas no cenário de pior caso (período 1), sendo o valor máximo de 5,58% (**Quadro II.9-55**).

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



**Figura II.9-45 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

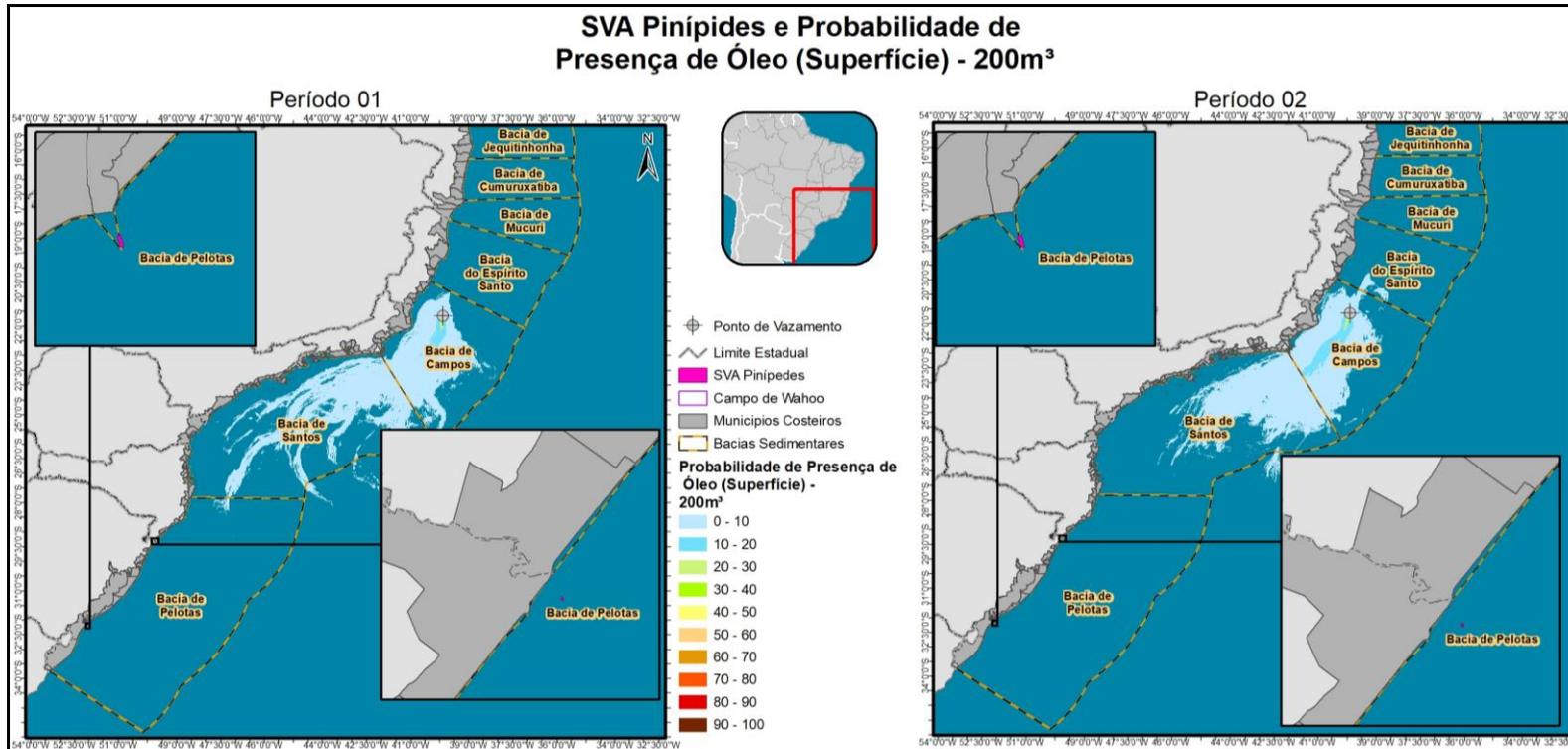
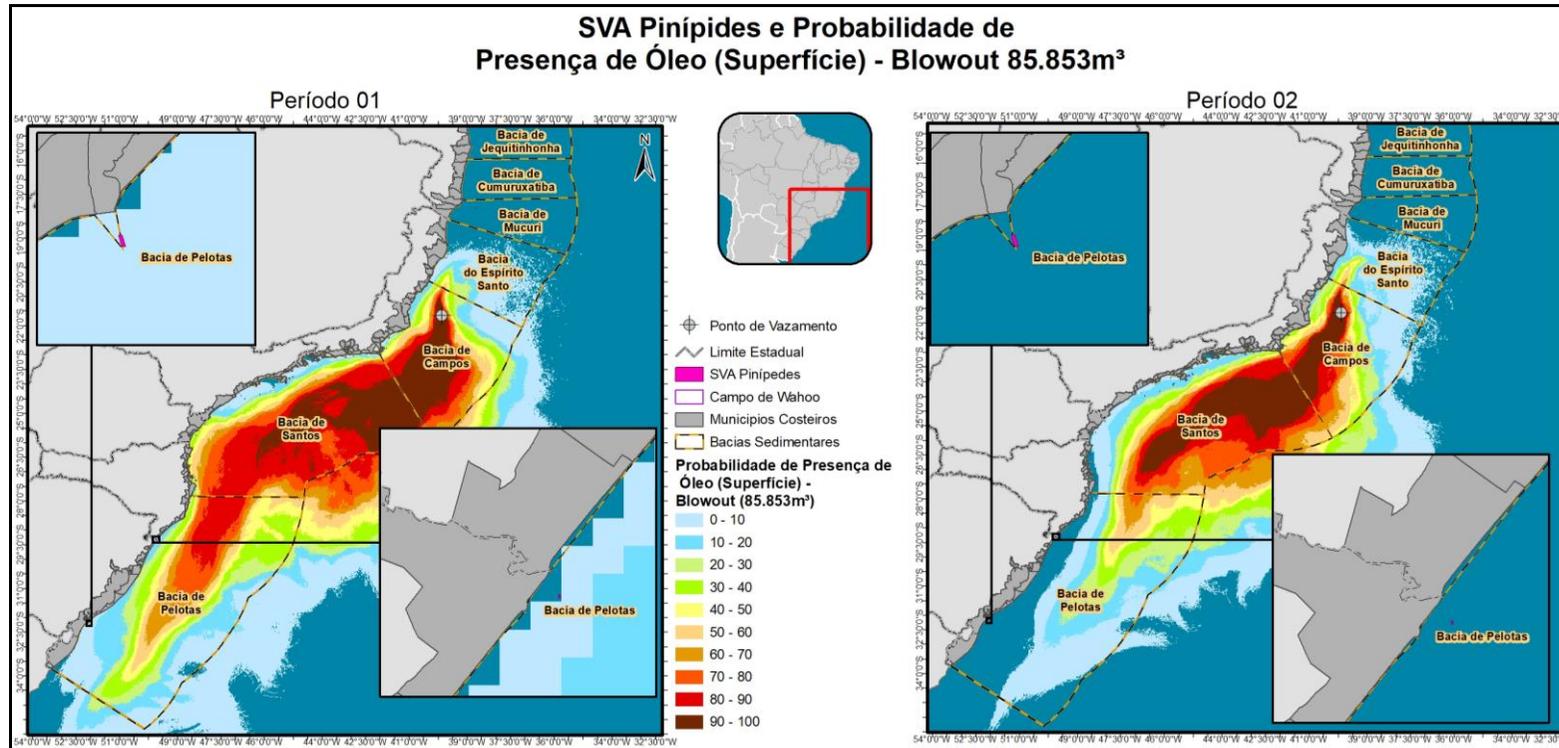


Figura II.9-46 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-47 – Área de concentração de pinípedes e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

**Quadro II.9-55 – Probabilidade máxima de presença de óleo no SVA Pinípedes no cenário accidental.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
1	8	0
2	8	0
1	200	0
2	200	0
1	Blowout	5,58
2	Blowout	0

### II.9.7.7.3 - Tempo de Recuperação

MATKIN *et al.* (2008) apresenta em seu trabalho um estudo realizado com orcas após o vazamento do Exxon Valdez em 1989, contendo dados oriundos de monitoramento após o acidente. Até a data da publicação do estudo (19 anos após o acidente), os autores ainda não haviam observado recuperação nos grupos estudados, tendo concluído que, mesmo em condições ótimas, os grupos podem levar décadas para se recuperar, particularmente se fêmeas reprodutivas e/ou fêmeas juvenis tiverem sido perdidas. Vale ressaltar, porém, que entre os anos de 1985-1986, período anterior ao acidente, seis orcas do grupo de residentes avaliado haviam sido perdidas, uma taxa de mortalidade cinco vezes maior que o esperado. Com isso, não é possível determinar se a população já possuía tendência a diminuir, ou se outros fatores poderiam ter prejudicado a recuperação após o vazamento de óleo (MATKIN & SAUTILIS, 1997).

O estudo EVOSTC (2010), sobre o mesmo grupo de orcas, a partir da avaliação de contaminantes em seus tecidos, indica que o óleo sozinho pode não ter sido a causa da ausência de recuperação. Os resultados encontrados indicaram que os indivíduos da população de transeuntes apresentavam elevados níveis de PCBs, DDT e metabólitos de DDT nos seus tecidos, contaminantes estes não associados a vazamentos de óleo. Além disso, as altas concentrações encontradas são comparáveis aos níveis que causam distúrbios reprodutivos em outros mamíferos marinhos.

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

TAYLOR & PLATER (2001) também estudaram a população residente da Baía de Sound durante 26 anos, mesmo antes do acidente com o Exxon Valdez. Os autores demonstraram que o óleo contribuiu para a diminuição da população, mas não foi o único fator. O declínio foi associado a diversos impactos de fontes antropogênicas, como diminuição dos estoques alimentares, distúrbio por barcos de observadores de baleia e tráfego marítimo. Acrescenta-se que MATKIN *et al.* (2008) citam que a população transeunte se alimentava de leões marinhos, que são particularmente sensíveis ao óleo e estavam possivelmente contaminados, e que isto pode ter influenciado a diminuição do número de indivíduos.

No *blowout* da plataforma Deepwater Horizon no Golfo do México, em 2010, cerca de 26.000 espécimes de mamíferos marinhos foram impactados por óleo (BERWIG, 2015). SCHWACKE *et al.* (2013) avaliaram o estado de saúde de 32 indivíduos do golfinho-de-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) na Baía Barataria, Louisiana (EUA), através de captura, exame veterinário e posterior soltura. Dentre os impactos causados pelo contato com o óleo estão doenças nos pulmões e anormalidades bioquímicas, como a diminuição de hormônios adrenais (cortisol e aldosterona).

LANE *et al.* (2015) estudaram os potenciais efeitos do óleo na reprodução dos indivíduos dessa mesma região, através do monitoramento de 10 espécimes grávidas dos 32 anteriormente amostrados por SCHWACKE *et al.* (op. cit.). Após um ano e 11 meses de monitoramento, foi confirmada uma diminuição significativa no sucesso reprodutivo e alta mortalidade de indivíduos quando comparados com populações não impactadas pelo óleo. Os autores concluíram que a reprodução e a sobrevivência dos espécimes estão sendo impactadas por doenças crônicas, indicando que os efeitos do vazamento de óleo têm sido de longa duração.

Considerando-se a baixa taxa de reprodução e crescimento populacional de mamíferos marinhos, acredita-se que a recuperação da população aos níveis anteriores ao de um acidente com vazamento de óleo seja acima de 10 anos, podendo chegar até 20 anos. Cabe destacar que o tempo de recuperação estabelecido para os SVAs (Boto-cinza,

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

Toninha, Baleia-franca-austral, Baleia Jubarte e Pinípedes) é o mesmo estabelecido para o CVA Mamíferos Marinhos (10-20 anos).

### II.9.7.8 - CVA Tartarugas Marinhas

As cinco espécies de tartarugas marinhas encontradas no Brasil, *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) ocorrem na área de estudo. O litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro abriga o segundo maior sítio de desova da espécie *Caretta caretta* no país, em termos de densidade média anual de ninhos (MARCOVALDI e CHALOUPLKA, 2007; LIMA *et al.*, 2012 apud REIS *et al.*, 2017). Destaca-se também a importância da área com sítio de alimentação, crescimento e corredor migratório (ALMEIDA *et al.*, 2011a; ALMEIDA *et al.*, 2011b; CASTILHOS *et al.*, 2011; MARCOVALDI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011).

Todas as espécies presentes na região de estudo são consideradas ameaçadas de extinção mundialmente pela União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN (IUCN, 2021), bem como nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA/ICMBio, 2018). O **Quadro II.9-56** apresenta as espécies encontradas no litoral da área de estudo e seu status de conservação.

**Quadro II.9-56 – Lista de espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo.**

Nome específico	Nome comum	Status de Conservação	
		ICMBio/MMA (2018)	IUCN (2021)
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tartaruga-oliva	EN	VU
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	EN	VU
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	CR	CR
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	VU	EN
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-couro	CR	VU

Fonte: ICMBio/MMA (2018) e IUCN (2021).

Categorias segundo ICMBio/MMA (2018) e IUCN (2021):

EN – Em perigo – Risco muito alto de extinção na natureza.

VU – Vulnerável – Risco alto de extinção na natureza.

CR – Criticamente em perigo – Quando um táxon é considerado como enfrentando um risco extremamente alto de extinção na natureza.

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

A maior parte das tartarugas marinhas atinge a maturidade sexual entre os 20 e 30 anos, embora espécies como a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) alcancem a maturidade entre 11 e 16 anos. Estima-se que, de cada mil filhotes, apenas um ou dois atingem a idade adulta, sendo que a maioria acaba por servir de alimento para crustáceos, aves e peixes. O acasalamento ocorre no oceano, em águas profundas ou costeiras, muitas vezes próximo às áreas de desova (PROJETO TAMAR, 2014).

A redução da densidade populacional de tartarugas marinhas tem sido relacionada com diversos fatores de origem antrópica tais como a ocupação da costa desordenada, implantação de estruturas urbanas e industriais, degradação dos habitats, destruição das áreas de desova, predação para consumo de carne, ovos e derivados, pesca e poluição (REIS *et al.*, 2017).

#### II.9.7.8.1 - Impactos do óleo sobre tartarugas marinhas

As tartarugas marinhas são particularmente sensíveis à contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas, apresentam alimentação indiscriminada e realizam grandes inalações pré-mergulho (SHIGENAKA, 2003, NOAA, 2010b). Entretanto, alguns aspectos de sua morfologia podem diminuir sua chance de mortalidade, por exemplo, a incapacidade de limpar seu próprio corpo.

Por serem espécies migratórias, as tartarugas marinhas também são vulneráveis em todos os seus estágios de vida (ovos, recém-nascidos, juvenis e adultos). A severidade, a taxa e os efeitos da exposição irão variar dependendo do estágio de maturidade, sendo que os indivíduos jovens possuem um risco maior que os adultos. Os ovos podem ser expostos ao óleo durante o momento da incubação, resultando em um aumento potencial da mortalidade e/ou a possibilidade de desenvolver defeitos nos recém-nascidos. O óleo pode, potencialmente, interferir na troca de gases, alterar o balanço hídrico ou ainda alterar a temperatura do ninho, através da mudança da cor e a condutividade termal da areia. Os recém-nascidos, por sua vez, estão sujeitos aos mesmos impactos apresentados para os adultos. Entretanto, devido a fatores como tamanho reduzido, baixa mobilidade e natação superficial, eles estão mais propensos à

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leandro A. B. Alves / Mariana Santos Santos*

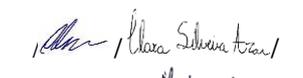
contaminação. Além dos efeitos diretos, pode-se citar também os efeitos na capacidade de *imprinting* dos recém-nascidos em praias contaminadas, ou seja, pode influenciar o retorno das fêmeas para desovar quando adultas (SHIGENAKA, 2003).

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

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

Os estudos demonstram que o óleo cru não é percebido pelos quelônios como sendo algo perigoso, portanto não é evitado (GRAMMETZ, 1988). Estudos comportamentais em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*) não mostraram evidências de que essas espécies detectam e evitam áreas contaminadas ou distinguem o óleo intemperizado (tarball) de um item alimentar (LUTZ & LUTCAVAGE, 2010). Além disso, uma vez que esses animais sobem com frequência à superfície para respirar podem se expor a químicos voláteis durante a inalação (GRAMMETZ, 1988).

As tartarugas marinhas podem ser expostas aos agentes químicos do óleo de duas maneiras: internamente (engolindo óleo, consumindo presas contaminadas ou inalando) ou externamente (SHIGENAKA, 2003) (**Quadro II.9-57**).

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

**Quadro II.9-57 – Efeitos diretos e indiretos da exposição dos agentes químicos do óleo sobre as tartarugas marinhas.**

<b>Exposição aos agentes químicos do óleo</b>	
<b>Tipo de exposição</b>	<b>Efeitos</b>
<b>Inalação, Absorção ou ingestão</b>	Irritação respiratória, dano ao tecido e pneumonia.
	A ingestão de óleo pode resultar em inflamação gastrointestinal, úlceras, sangramento, diarreia e má digestão.
	Danos aos órgãos como o fígado e o rim, resultando em anemia e imunossupressão, ou levar a uma falha reprodutiva e até a morte
	Anormalidades nas células epiteliais, alterações nos padrões respiratórios e disfunções nas células sanguíneas. Aumento de até quatro vezes na quantidade de células brancas sanguíneas e uma redução de 50% na quantidade de hemácias.
<b>Externa</b>	Deformidades no número de placas (escudos) corpóreas dos juvenis a partir da contaminação dos ovos por óleo cru no início da incubação
	Incrustação na carapaça por óleo
	Sufocamento de vias respiratórias
	Imobilização e morte devido à exaustão

Fonte: SHIGENAKA, 2003; LUTCAVAGE *et al.*, 199; FRITTS & MCGEHEE,1982; KELLER & ADAMS 1983

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

Quando a contaminação é apenas externa, existe a possibilidade de recuperação após a limpeza. SABA & SPOTILA (2003), avaliando a recuperação de tartarugas de água doce contaminadas por óleo, verificaram que o tempo de recuperação variou de 5 a 6 meses, sendo que 18 das 19 tartarugas capturadas sobreviveram (taxa de 95% de reabilitação).

Em outro estudo MIGNUCCI-GIANNONI (1998) *apud* SABA & SPOTILA (2003) encontraram que tartarugas marinhas reabilitadas (*Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*), quando comparadas a aves marinhas, tiveram maiores chances de sobrevivência após terem sido expostas a um vazamento de óleo em Porto Rico, em 1994.

Efeitos indiretos também podem afetar as tartarugas marinhas, entre eles podemos citar a perda da sensibilidade olfativa e da orientação causando mudanças no comportamento dos animais. HALL *et al.* (1983) analisou tartarugas marinhas encontradas mortas após o vazamento de óleo do poço Ixtoc I atingir a costa do México em 1979. Por um período de meses de 10.000-15.000 barris de óleo vazaram diariamente do poço no Golfo do México. Os animais encontrados mortos foram necropsiados e seus tecidos analisados para resíduos de hidrocarbonetos de petróleo. A causa da morte não pode ser diagnosticada, porém acredita-se que as condições tenham alterado o comportamento alimentar dos animais que ficaram vulneráveis a algum componente tóxico do óleo.

O **Quadro II.9-58** apresenta alguns exemplos de acidentes com vazamento de óleo e os efeitos reportados para as tartarugas marinhas.

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

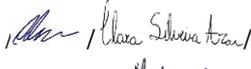
**Quadro II.9-58 – Vazamentos de óleo e seus efeitos sobre as tartarugas marinhas.**

<b>Vazamento</b>	<b>Efeitos reportados</b>
1983: campo de Nowruz, Golfo Pérsico, águas territoriais iranianas.  Volume de óleo derramado: 260.000 toneladas de óleo cru.	Estima-se que cerca de 500 tartarugas tenham morrido, representando quase extinção da população de tartarugas-de-pente e a maior parte da população da tartaruga-verde.
1991: Guerra do Golfo, Golfo Pérsico.  Volume de óleo derramado: 700.000 a 900.000 toneladas de óleo cru.	Estima-se que o número de tartarugas marinhas mortas seja de dezenas a centenas. Uma tartaruga-verde encalhada morta foi necropsiada e continha mais de 4.000 ppm de óleo em seu fígado e 310 ppm no estômago, mas não havia indicação de óleo na parte externa.
1991: Barge Vistabella, mar do Caribe  Volume de óleo derramado: 2.000 toneladas de óleo combustível pesado	Restos de óleo e <i>tarballs</i> atingiram as praias da região, mas apenas uma tartaruga-de-pente foi encontrada com óleo (atribuído ao acidente) em uma praia de Porto Rico.
1993 Barge Bouchard B155  Volume de óleo derramado: 336.000 galões de óleo combustível pesado n° 6.	Áreas de desova e de forrageamento foram atingidas. Tartarugas cabeçudas, as mais comuns, foram impactadas mais severamente: 4 recém-nascidos foram encontrados mortos e 12 vivos, sendo que entre eles 3 indivíduos encontravam-se oleados e os demais estavam perturbados por causa do método utilizado na limpeza. Vários ninhos foram atingidos e a taxa de nascimento foi de apenas 5% dos ovos.
2010: Plataforma Horizon, Golfo do México Volume do óleo derramado: 500.000 m <sup>3</sup> de óleo pesado e 7.000 m <sup>3</sup> de agentes dispersantes	Aumento na taxa de encalhe em cerca de 5 vezes após o acidente

Fonte: CEDRE (2011); SHIGENAKA (2003).

**II.9.7.8.1.1 - SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas**

O litoral norte do estado do Rio de Janeiro possui áreas de reprodução esporádicas e prioritárias de tartarugas marinhas. Segundo ICMBio/MMA (2017), as áreas esporádicas de reprodução correspondem a trechos do litoral em que são observados registros de reprodução de tartarugas marinhas, mas não de forma regular, ou seja, nem todos os anos ocorrem desovas e/ou tais desovas são pouco numerosas – geralmente menos que 1 ninho de tartaruga marinha a cada quilômetro de praia. Em sua maior parte, são áreas sem monitoramento regular das praias, para registro e proteção de tartarugas marinhas, e o conhecimento das ocorrências de desovas se dá por informações levantadas em atividades de pesquisa realizadas na região ou repassadas por relatos.

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

Já nas áreas de reprodução prioritárias são verificadas ocorrências de desovas de tartarugas marinhas regularmente, ano após ano, ao longo de mais de 35 anos de monitoramento contínuo, com quantidades significativas de ninhos, variando por espécie e região. A média anual dos últimos anos, considerando as temporadas reprodutivas de 2010/2011 a 2014/2015, variou entre 1.000 a 8.000 ninhos em cada área (ICMBio/MMA, 2017).

#### II.9.7.8.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença de óleo

Considerando que as tartarugas marinhas podem habitar todo o ambiente marinho (águas costeiras e oceânicas), foi considerada, para o CVA Tartarugas Marinhas, toda a área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários sazonais (período 1 e período 2) como área de ocorrência deste grupo biológico. Já para o SVA Áreas de Reprodução de Tartarugas Marinhas foi utilizado o mapeamento presente no Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas (ICMBio/MMA, 2017) juntamente com os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISLs) correspondentes às praias, sendo eles ISL 3, 4 e 5. A **Figura II.9-48** até a **Figura II.9-52** apresentam as áreas de ocorrência (CVA Tartarugas Marinhas) e de concentração (SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas) presentes na área de estudo. Estas informações foram analisadas juntamente à dispersão da modelagem para verificação das probabilidades de presença de óleo neste componente e subcomponente.

Verificou-se uma sobreposição entre as áreas destacadas de concentração de tartarugas marinhas e as manchas de probabilidade de chegada do óleo para todos os cenários simulados, sendo o valor máximo igual a 100% para os três volumes de vazamento de óleo (8 m<sup>3</sup>, 200 m<sup>3</sup> e *blowout*). No tocante ao SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas as probabilidades de toque se mostraram mais relevantes nos cenários acidentais de pior caso, onde foram observadas probabilidades de 74,45% (período 1) e 80,84% (período 2) (**Quadro II.9-59**).

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



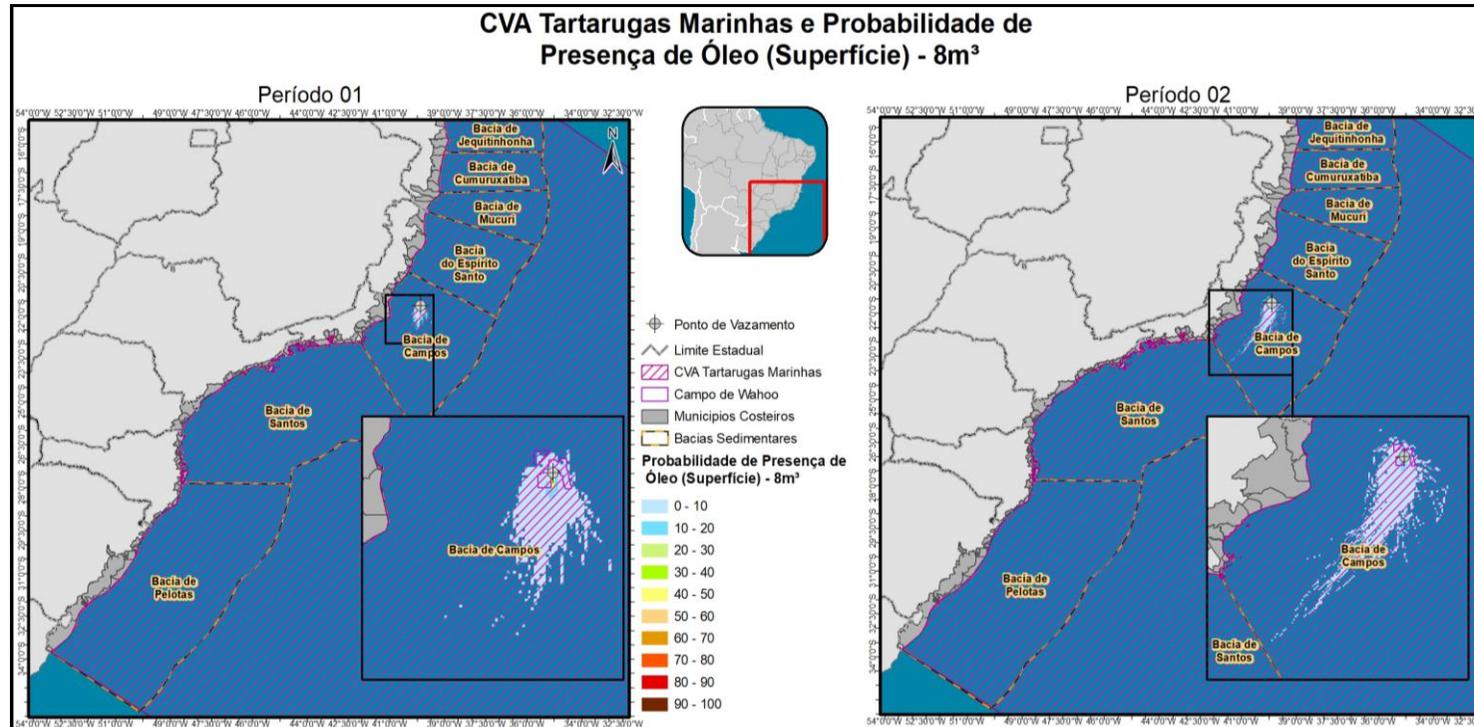


Figura II.9-48 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pequeno vazamento (8 m<sup>3</sup>) nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

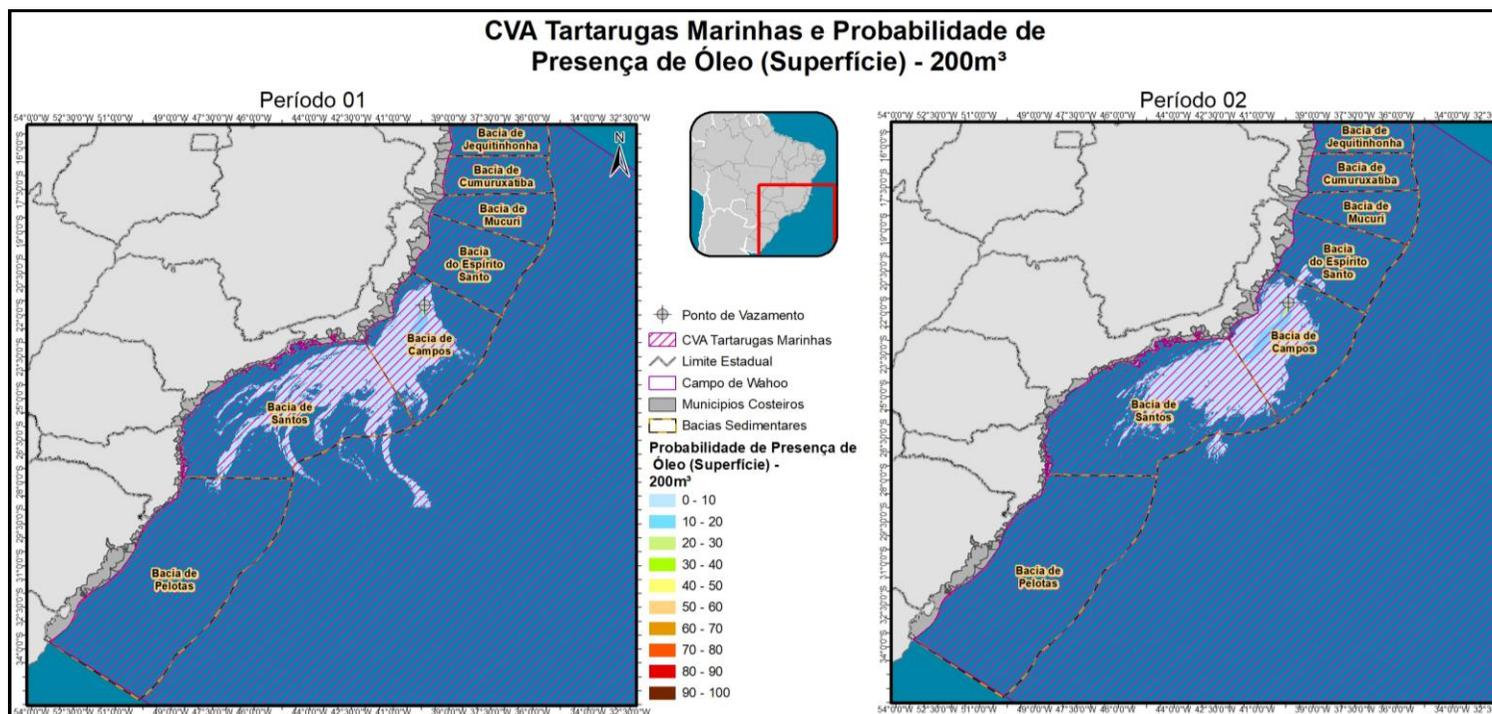
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.10-49 – Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de médio vazamento (200 m³) nos períodos 1 e 2.**

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Augusto*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

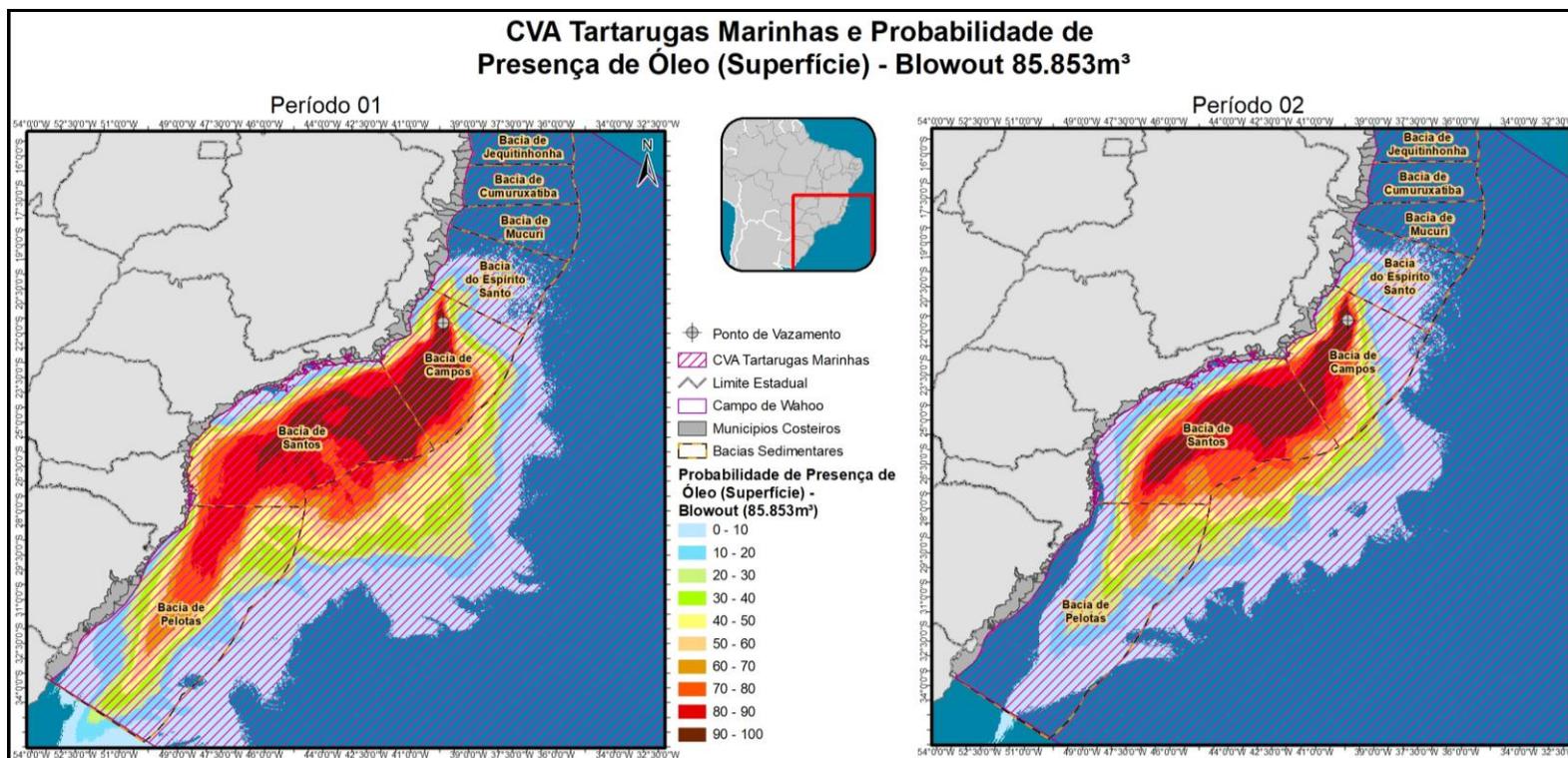


Figura II.9-49 - Área de ocorrência de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pior caso nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

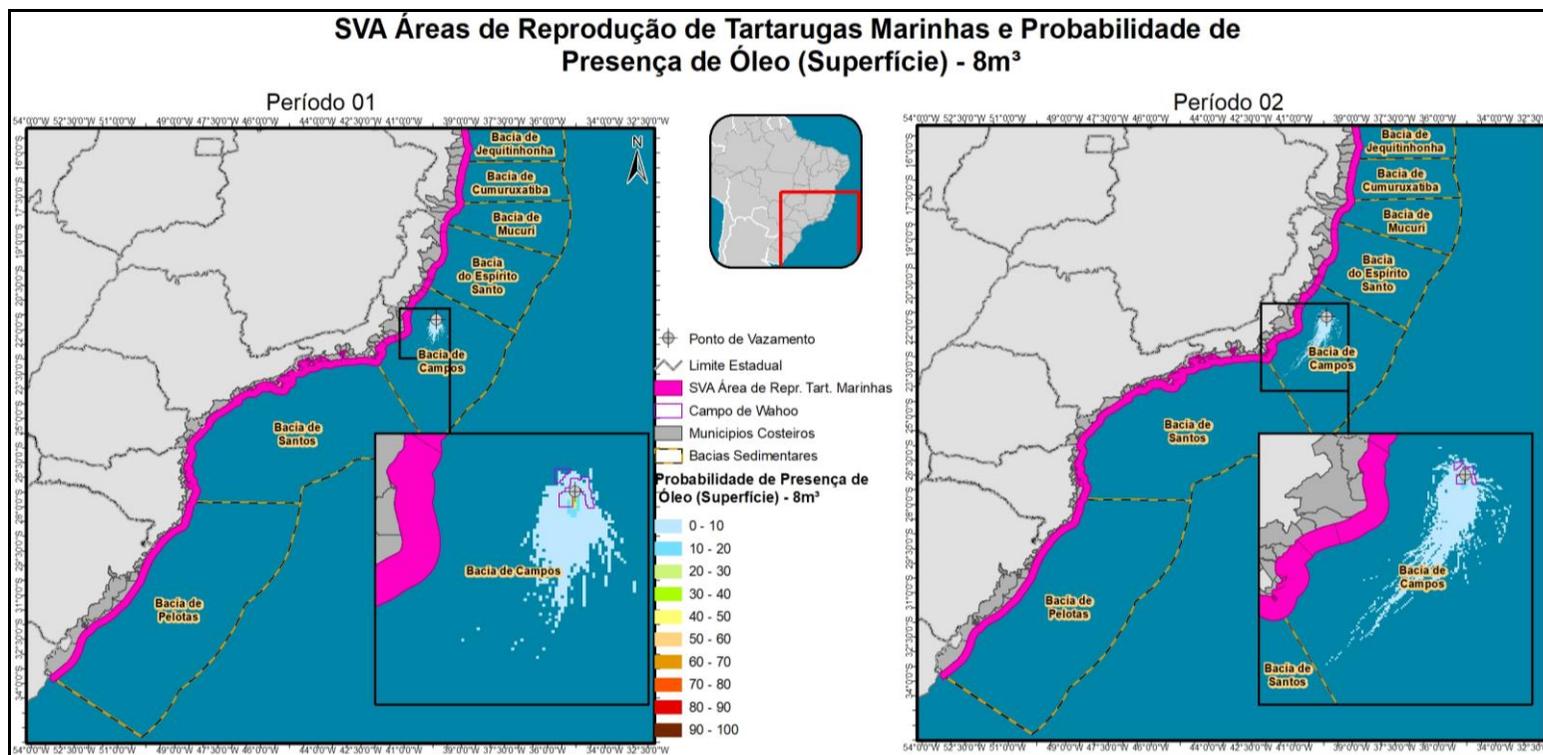
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-50 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

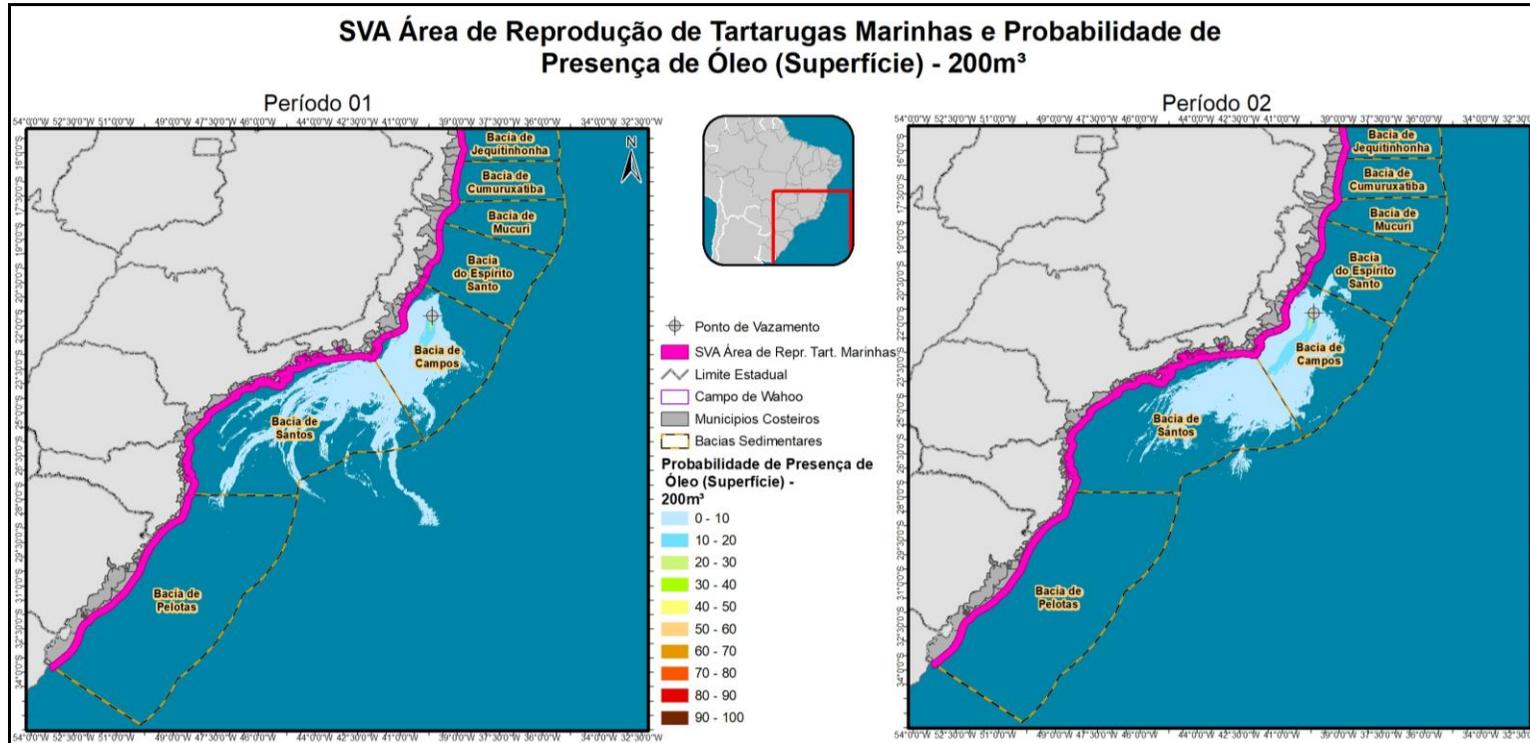
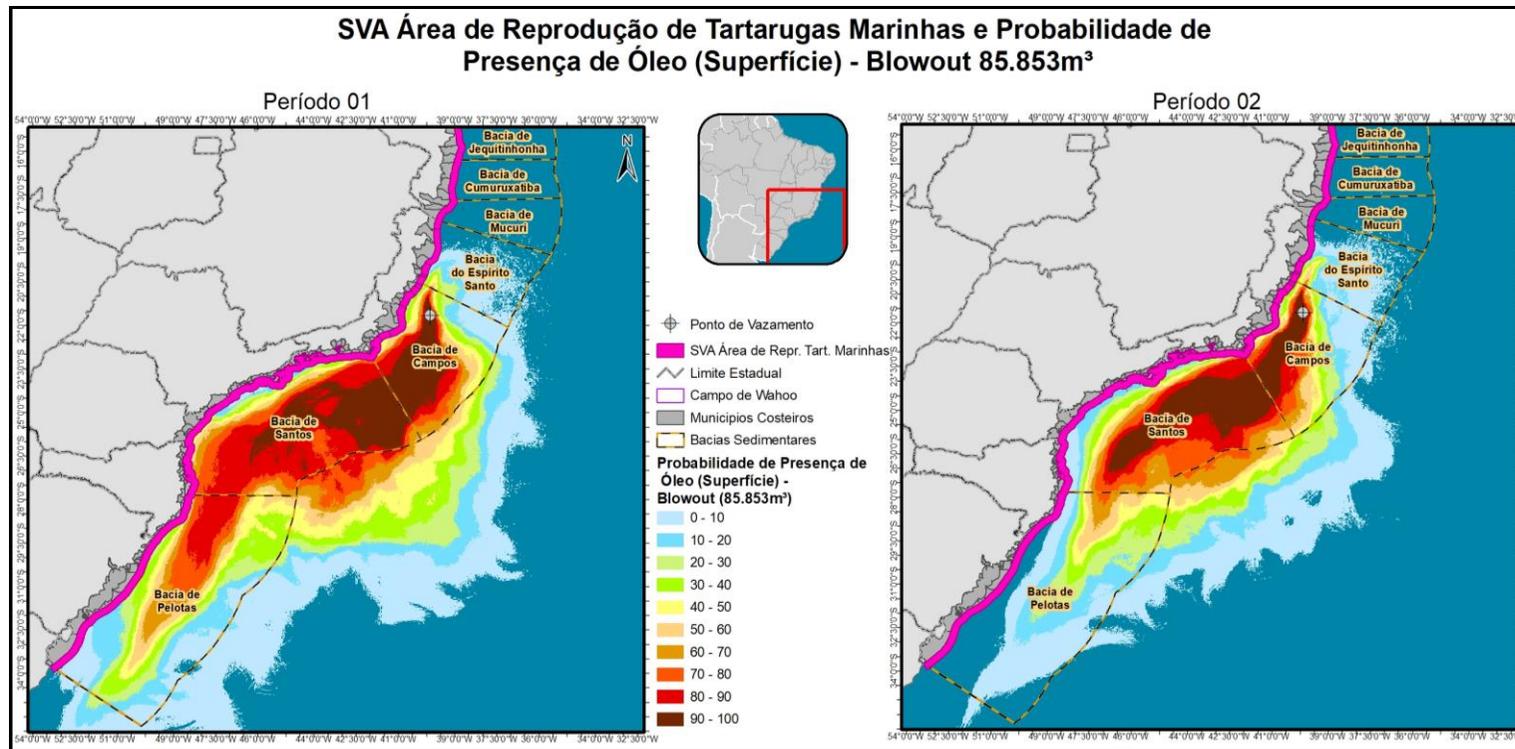


Figura II.9-51 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.

Coordenador: *Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente: *Cláudio Araújo*

Técnico: *Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-52 - SVA Área de reprodução de tartarugas marinhas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

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

**Quadro II.9-59 – Probabilidade ponderada e máxima de presença óleo no CVA Tartarugas Marinhas e SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas, respectivamente, em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m <sup>3</sup> )	Probabilidade de presença de óleo (%)
<b>CVA Tartarugas Marinhas</b>		
1	8	100
2	8	
1	200	
2	200	
1	Blowout	
2	Blowout	
<b>SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas</b>		
1	8	0
2	8	0
1	200	1,20
2	200	3,59
1	Blowout	74,45
2	Blowout	80,84

### II.9.7.8.3 - Tempo de Recuperação

A ausência de estudos de efeitos populacionais e de tempo de recuperação de populações faz esse item difícil de ser avaliado. Entretanto, levando-se em consideração o potencial de impacto e os danos sobre os indivíduos, além do fato da região não ser área preferencial de desova para as espécies, e que os efeitos mais drásticos de um único evento de vazamento de óleo são provavelmente curtos e causam impactos a apenas um único ano de esforço reprodutivo, considerou-se que o tempo para a população de tartarugas marinhas dessa região obter novamente o número de indivíduos anterior ao vazamento é de 15 anos.

### II.9.7.9 - CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras

Podem ser encontradas diversas espécies de aves marinhas oceânicas e costeiras na região de estudo, totalizando 125 espécies, distribuídas em 10 ordens e 25 famílias. Entre estas, a ordem Charadriiformes que engloba aves limícolas e costeiras se destaca pela

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

elevada abundância na região (SCHULZ-NETO *et al.*, 1996; RODRIGUES, 2013). Algumas das espécies enquadram-se na categoria ameaçada de extinção no Brasil e no mundo como o albatroz-real, trinta-réis-de-bico vermelho e maçarico-de-papo-vermelho (ICMBio/MMA, 2018 e IUCN, 2019).

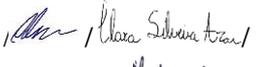
#### II.9.7.9.1 - Impactos do óleo sobre avifauna marinha

De todos os grupos impactados por óleo, as aves provavelmente atraem a maior preocupação do público (KINGSTON, 2002). Grandes vazamentos costumam impactar um grande número de aves, que são muito sensíveis, tanto aos efeitos externos quanto internos do óleo cru (HEUBECK *et al.*, 2003; ZAFONTE & HAMPTON, 2005; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010).

As aves marinhas são particularmente sensíveis e têm um alto risco de contato com o óleo vazado devido à quantidade de tempo em que ficam sobre – ou perto – da superfície do mar, ou em áreas costeiras afetadas, além de possuírem baixas taxas reprodutivas (EPA, 1999; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010). São também bastante afetadas as populações que apresentam pequeno número de indivíduos, distribuição geográfica restrita ou se referem às espécies ameaçadas (EPA, 1999).

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

A maior parte das espécies possui alta mobilidade e pode viajar grandes distâncias, tanto para suas áreas de reprodução quanto para encontrar comida. Na ausência de dados precisos e sem conhecimento da estrutura etária e da possível origem das aves

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

envolvidas, é muito difícil prever ou interpretar tendências populacionais após um acidente com vazamento de óleo (HEUBECK *et al.*, 2003).

Os danos causados por incidentes variam com o tipo e volume do óleo, condições ambientais e a área e época do ano onde o acidente ocorreu, mas sempre há consequências ambientais (HEUBECK *et al.*, 2003).

O **Quadro II.9-60** apresenta uma síntese dos efeitos do óleo através da contaminação externa e interna dos indivíduos.

**Quadro II.9-60 – Efeitos da contaminação por óleo em indivíduos da avifauna.**

Contaminação	Efeitos
Externa	Colapso das penas e alterações na plumagem levam e diminuição do isolamento térmico
	Perda da hipermeabilização, as penas tornam-se encharcadas e provocam uma diminuição da flutuabilidade, podendo levar ao afogamento
	Irritação na pele, dos olhos, da boca e da cavidade nasal, além de inibir o comportamento de procura por alimento como o mergulho e o nado
	Aumento do gasto energético para limpeza das penas
	Ficam vulneráveis a predadores e doenças
	Transferência de óleo para os ovos durante a incubação, diminui o sucesso de nascimento
Interna	Envenenamento, intoxicação, irritação gastro-intestinal, rompimento da adrenal, níveis anormais de corticosteróides (hormônios de estresse), danos no fígado, disfunção renal, anemia e disfunção da glândula de sal.
	Destrução das células sanguíneas causando distúrbios no sistema imune
	Redução da habilidade de reprodução e do número de ovos, diminuição da taxa de fertilidade dos ovos, da espessura da casca, e interrupção do comportamento normal de incubação
	Concentrações extremamente altas (20g de óleo/kg de alimento) causam reduções significativas na espessura média e na resistência da casca dos ovos
	Atraso na maturação dos ovários em fêmeas, a alteração nos níveis hormonais, a redução na sobrevivência e crescimento de embriões e filhotes, efeitos mutagênicos, interrupção da monogamia.

Fonte: MOSBECH, 2002; BURGER, 2003; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; ITOPI, 2010b.

O impacto do óleo sobre uma população de aves pode ser determinado em função de dois fatores: número de aves mortas e o tempo que a população impactada leva para se recuperar (ZAFONTE & HAMPTON, 2005). Exemplos históricos mostram que populações de aves são capazes de se recuperar a partir de grupos muito pequenos (RYAN & SIEGFRIED, 1994 *apud* MOSBECH, 2002). Por exemplo, após o vazamento de óleo do

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

navio Amoco Cádiz na costa da Bretanha, uma colônia de papagaios-do-mar se recuperou através do repovoamento de indivíduos de colônias próximas (HOPE JONES *et al.* 1978 *apud* MOSBECH, 2002). Outros casos relatam a extinção das populações em determinados locais após um determinado número de vazamentos de óleo, como ocorrido no Sul da Califórnia em 1980 (MOSBECH, 2002).

Como as aves marinhas têm uma alta expectativa de vida, estudos de populações a longo prazo são extremamente necessários para compreensão do tempo de recuperação. Além disso, caso uma colônia seja dizimada, a recolonização e a recuperação da população dependerá do tamanho e da localização das colônias vizinhas, bem como da distância alcançada para deslocamentos de indivíduos entre as colônias, aspectos sobre os quais existe grande falta de informação (MOSBECH, 2002).

O estabelecimento do um tempo de recuperação para as aves marinha é baseado nas taxas de sobrevivência, taxas de mortalidade e resiliência das populações aos efeitos do óleo. Longos tempos de recuperação são geralmente estimados para as espécies que apresentam baixo sucesso reprodutivo, idade tardia da primeira reprodução, declínio populacional e alta mortalidade (ZAFONTE & HAMPTON, 2005).

O monitoramento das populações de 19 espécies de aves impactadas pelo vazamento Exxon Valdez, revelou que 68% delas estavam recuperadas dois anos e meio após o acidente. Entre as populações que não mostraram sinais de recuperação, verificou-se que eram de espécies tipicamente residentes e com hábito de alimentação restrito à zona entremarés (DAY *et al.* (1996).

Outro exemplo no qual houve recuperação é o da águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*), espécie residente e abundante da região costeira da área atingida pelo óleo. Após o vazamento do Exxon Valdez, um total de 151 carcaças foram recuperadas da área atingida, sendo importante considerar que a região fornece habitat permanente e sazonal para cerca de 6000 águias. Foi estimado que 250 aves morreram como resultado do vazamento. Entretanto, os resultados finais mostram que a taxa reprodutiva voltou às taxas pré-vazamento entre 1990 e 1991, e uma vistoria aérea em 1995 indicou que a população tinha retornado ou até excedido os valores pré-vazamento. Em

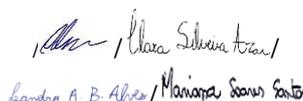
 Coordenador:	 Gerente:	 Técnico: Leandro A. B. Alves / Mariana Santos
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------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

setembro de 1996, o Trustee Council classificou a águia americana como recuperada dos efeitos do vazamento de óleo (EVOSTC, 2010). Portanto, essa espécie se recuperou e pode até ter excedido o número inicial de indivíduos seis anos após o vazamento.

Kingston (2002) em seu trabalho acrescenta que estudos após o vazamento com os airos (*Uria aalge*) em sítios reprodutivos atingidos mostraram que o número de indivíduos encontrado foi geralmente similar às estimativas históricas do final dos anos 70, evidenciando a questão da flutuação natural das populações e a boa capacidade de recuperação das espécies de aves. A recuperação rápida dos sítios reprodutivos de airos no Alaska sugere que o número de animais mortos deve ser menor que a estimativa inicial ou que pares reprodutores foram repostos por aves jovens que vieram do oceano (BOERSMA *et al.*, 1995 *apud* KINGSTON, 2002).

O uso da modelagem matemática tem sido uma ferramenta importante na antecipação dos impactos populacionais causados por vazamentos de óleo. Normalmente, as estimativas feitas indicam tempos de recuperação muito grandes. Entretanto, esses modelos não levam em consideração o crescimento populacional devido à diminuição da competição em uma população impactada (ou seja, em que indivíduos foram mortos), dessa forma o tempo de recuperação provavelmente será menor (MOSBECH, 2002).

Após o acidente com o navio-tanque Exxon Valdez, em 1989, foram estimadas aproximadamente 350.000 e 390.000 aves mortas. Monitoramentos de colônias de aves marinhas, realizados entre 1989 a 1991, revelaram que o airo (*Uria aalge*) foi a espécie mais severamente impactada, com 60 a 70% de mortalidade de aves adultas em fase reprodutiva. Essa mortalidade já era esperada uma vez que airos adultos se agruparam em antecipação ao período reprodutivo no mesmo momento em que as áreas foram atingidas pelo óleo. A diminuição da densidade de aves em fase reprodutiva, o atraso no início da reprodução e o rompimento da sincronia da reprodução nas colônias afetadas causaram essa completa falha reprodutiva (GERTLER, 1992). As aves que utilizam as zonas entremarés para se alimentar, tal como os arlequins (*Histrionicus histrionicus*), foram as

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

mais impactadas pelo vazamento, com cerca de 40% dos indivíduos contaminados. Acredita-se que o efeito do óleo sobre essas espécies seja prolongado uma vez que continuam a ficar expostas ao petróleo através do consumo de invertebrados que vivem nestes ambientes, como crustáceos e mexilhões (GERTLER,1992).

Esler *et al.* (2002) também estudando os impactos do acidente Exxon Valdez, apresentaram estudos de recuperação para a população de arlequins (*Histrionicus histrionicus*) entre 1995 e 1998. Foram avaliadas as eventuais limitações como a exposição ao óleo residual, a redução da disponibilidade de comida, limitações demográficas intrínsecas e taxas de crescimento populacional. Concluiu-se que as populações ainda não tinham se recuperado totalmente em 1998 (nove anos após o acidente). Além disso, os efeitos adversos continuam a ser registrados, em contraste com o paradigma convencional de que os efeitos do óleo em populações de aves têm vida curta. As características da história de vida dos arlequins fazem com que a espécie seja particularmente sensível, uma vez que eles se alimentam de organismos bentônicos nas zonas entremarés, passando a maior parte do ano próximos à costa, podendo ser impactados tanto em curto como em longo prazo.

É importante citar também o estudo realizado por Barcellos & Silva (2003) com as aves impactadas após o vazamento de óleo que ocorreu na Baía de Guanabara em 2000, no qual o cormorão (*Phalacrocorax brasilianus*) foi a espécie mais afetada por causa do seu comportamento de mergulho. Entretanto, não foi possível determinar o grau de impacto na população local, pois não existiam na época estudos anteriores sobre a abundância e a distribuição dessas populações.

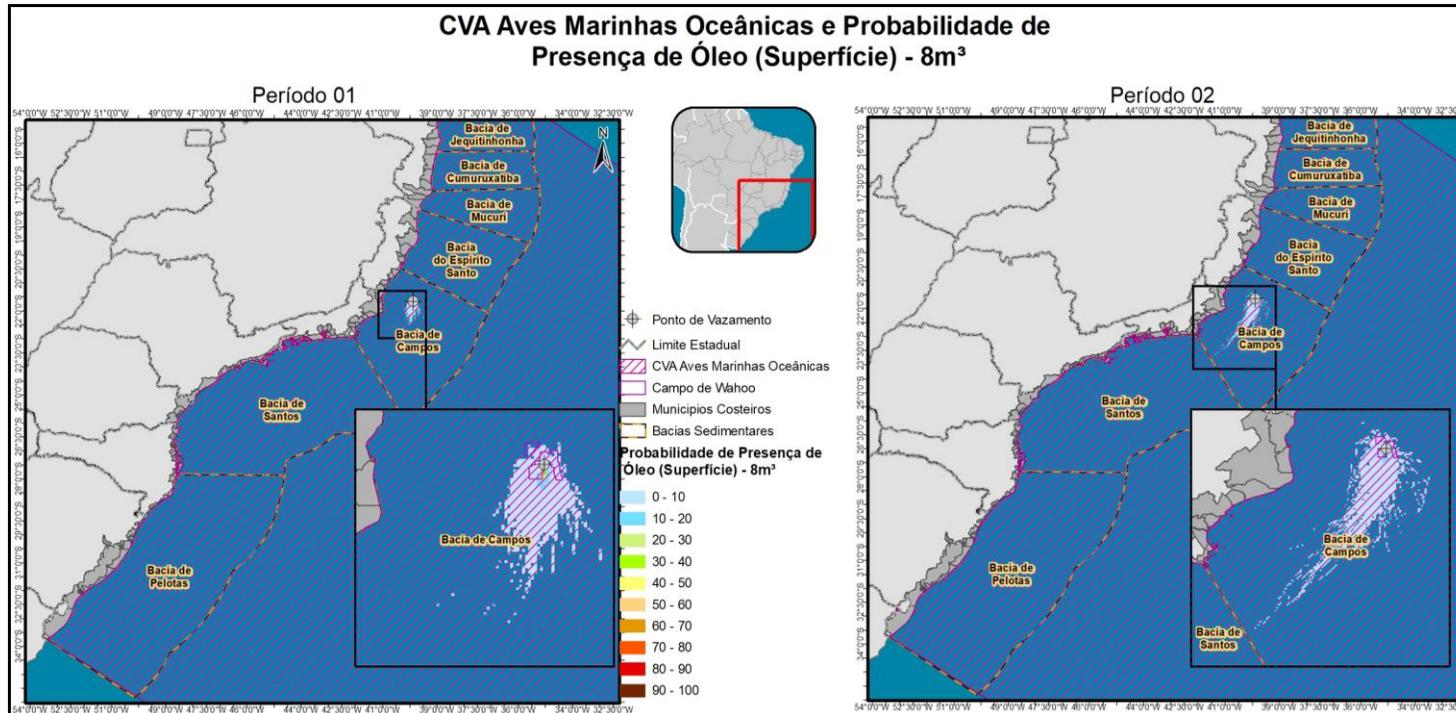
**II.9.7.9.2 - Mapeamento e cálculo da probabilidade do CVA à presença do óleo**

Considerando que as aves marinhas oceânicas podem habitar todo o ambiente marinho, foi considerada, para o CVA Aves marinhas oceânicas, toda a área com probabilidade de presença de óleo em ambos os cenários sazonais (período 1 e período 2) como área de ocorrência deste grupo biológico. Já para o CVA Aves marinhas costeiras foi utilizado o mapeamento de ilhas do Projeto MAREM (2016). As figuras a seguir apresentam a área de

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

ocorrência de aves marinhas oceânicas juntamente com a área de probabilidade de toque de óleo em todos os cenários, tendo sido registradas baixas probabilidades de toque no cenário de 200 m<sup>3</sup> (máximo de 0,20% no período 1 e de 1,59% no período 2). Para aves marinhas costeiras foram observadas probabilidades máximas de 100% em todos os cenários simulados (**Quadro II.9-61**).

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



**Figura II.9-53 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo nos cenários de pequeno vazamento (8 m<sup>3</sup>) nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

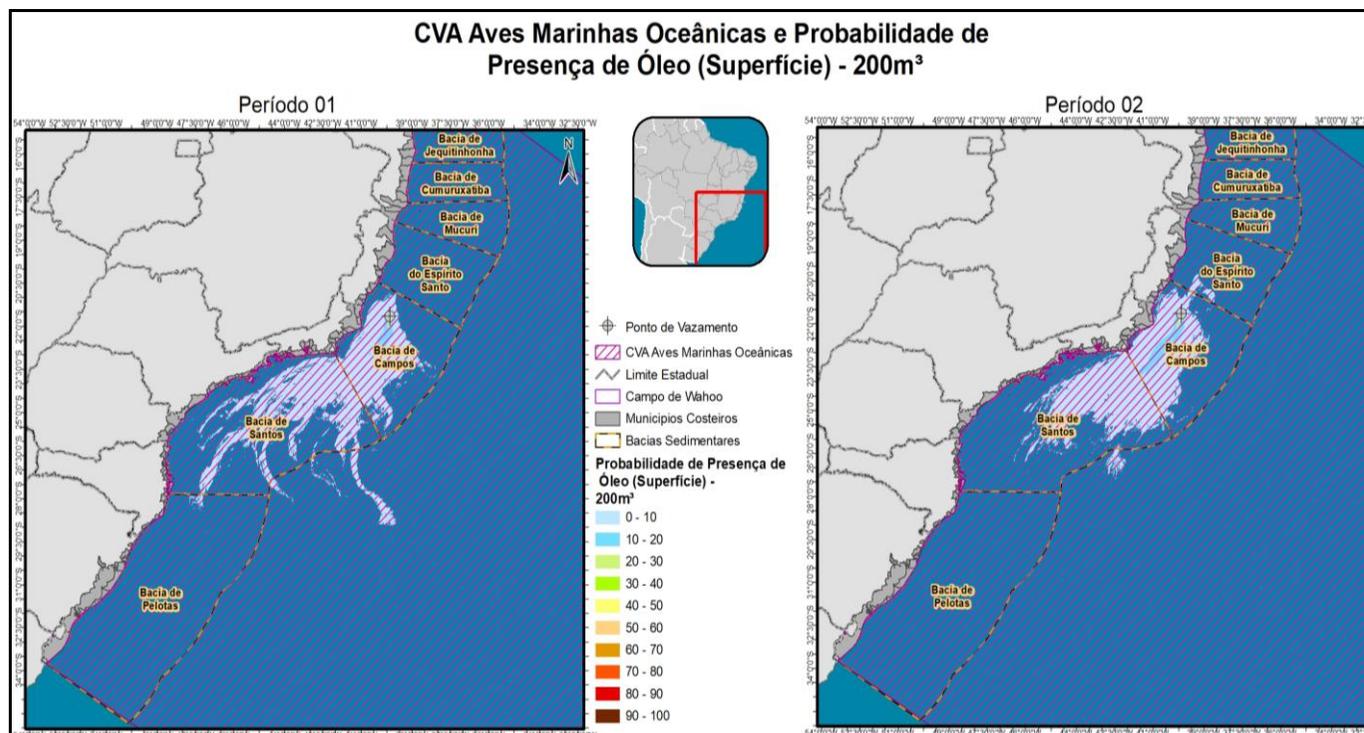


Figura II.9-54 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de médio vazamento (200 m<sup>3</sup>) nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

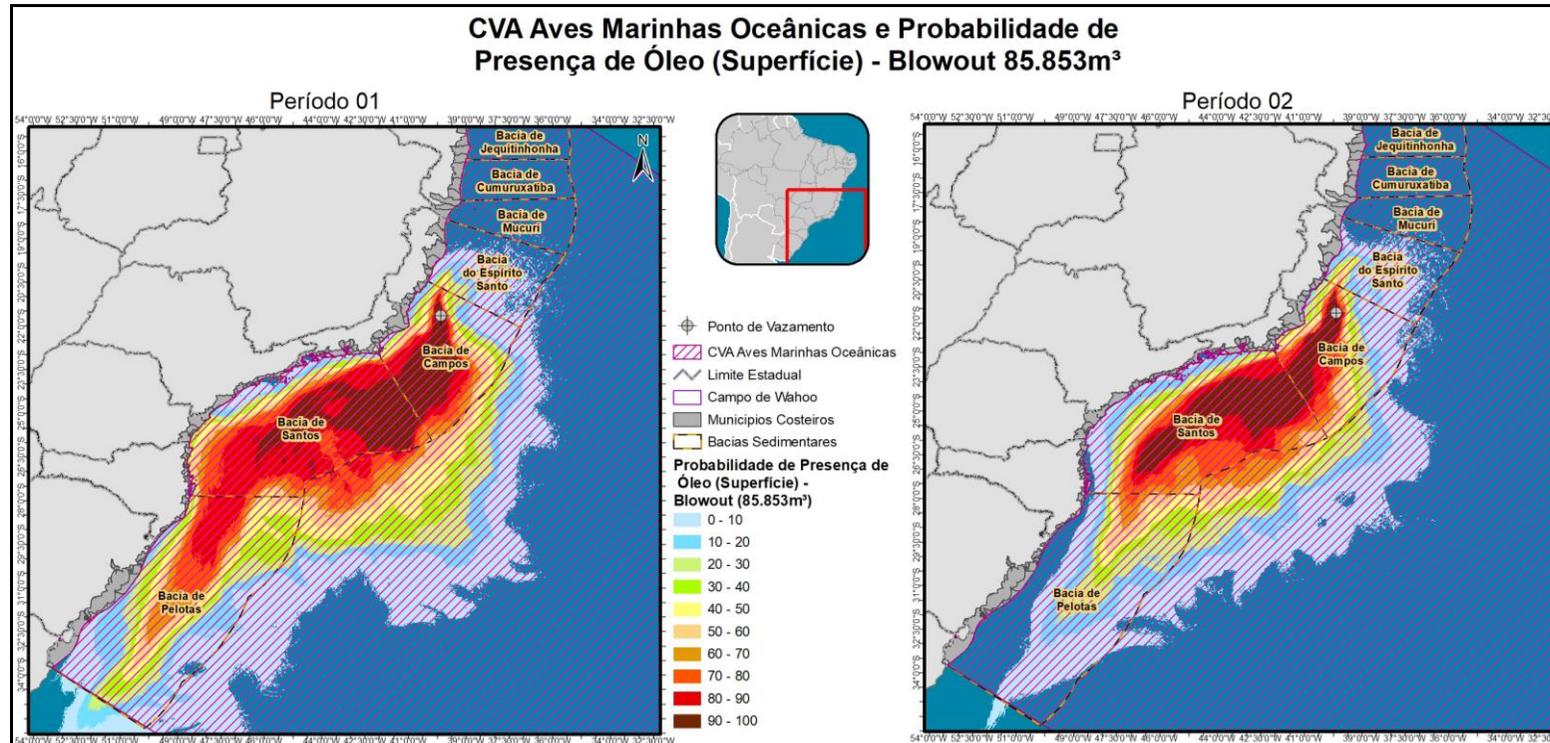
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Augusto*

Técnico:

*Clara Silveira Azeite / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-55 – Área de ocorrência de aves marinhas oceânicas e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.**

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

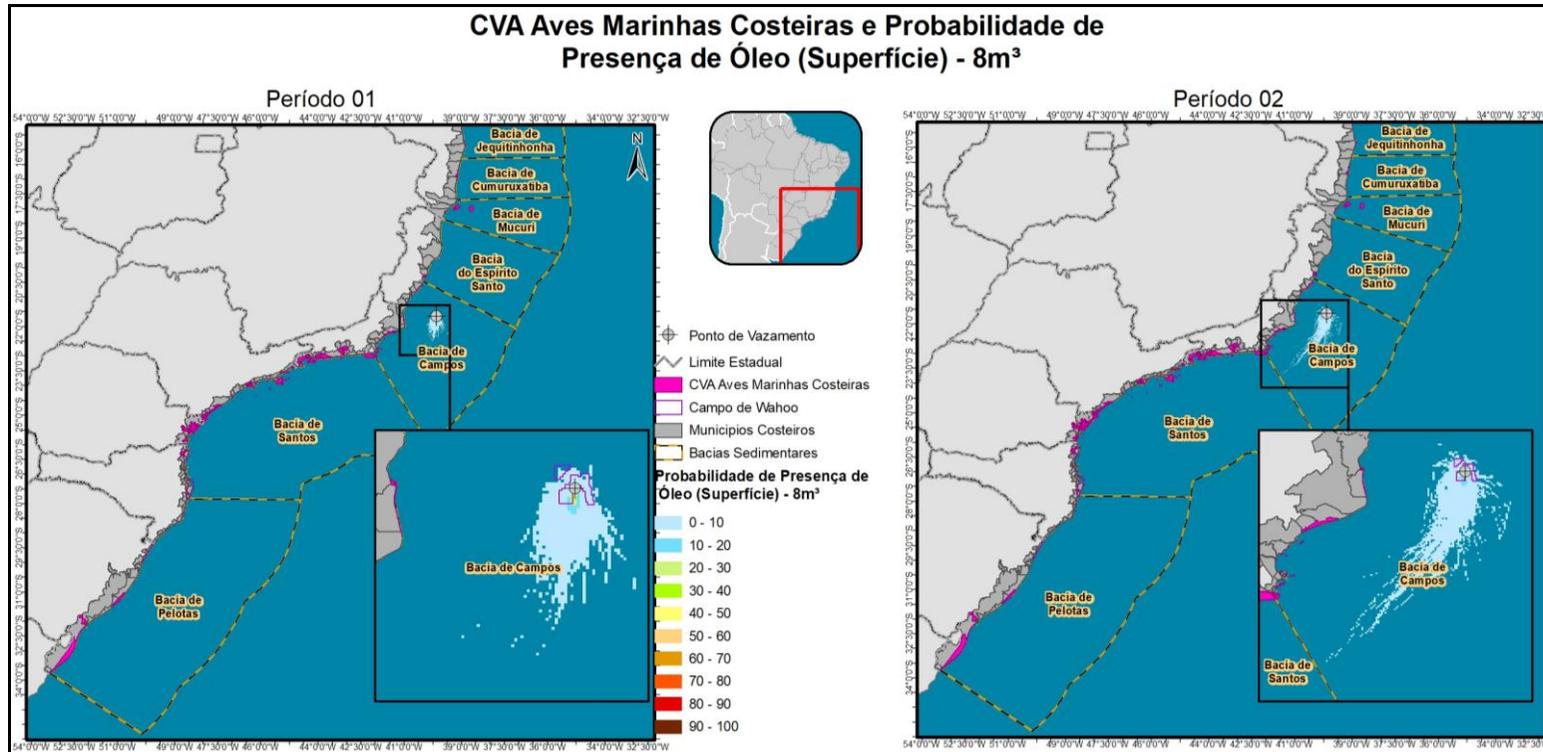


Figura II.9-56- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 8 m<sup>3</sup> nos períodos 1 e 2.

Coordenador:

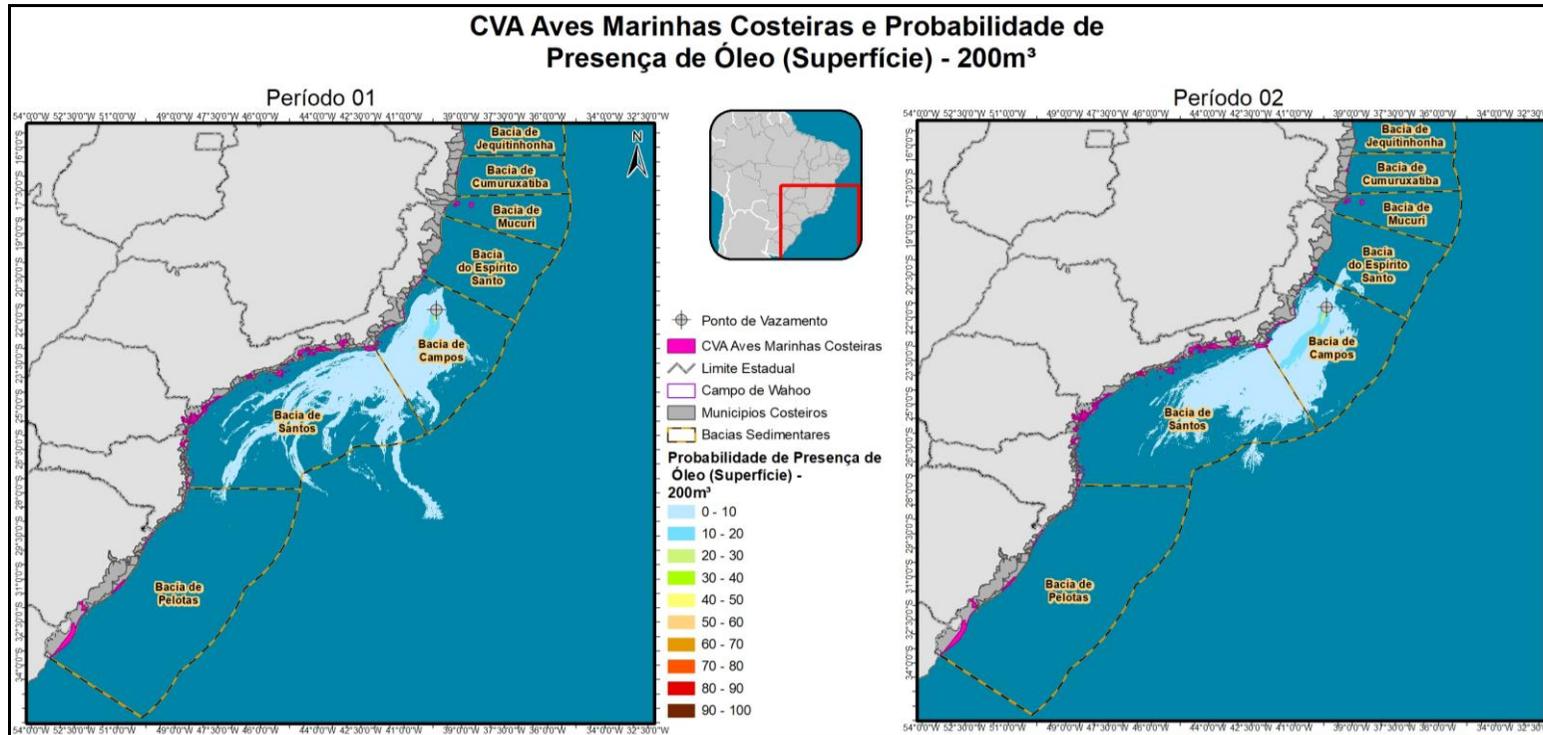
*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*



**Figura II.9-57- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de 200 m³ nos períodos 1 e 2.**

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Clara Silveira Azeiteiro / Leandro A. B. Alves / Mariana Soares Santos*

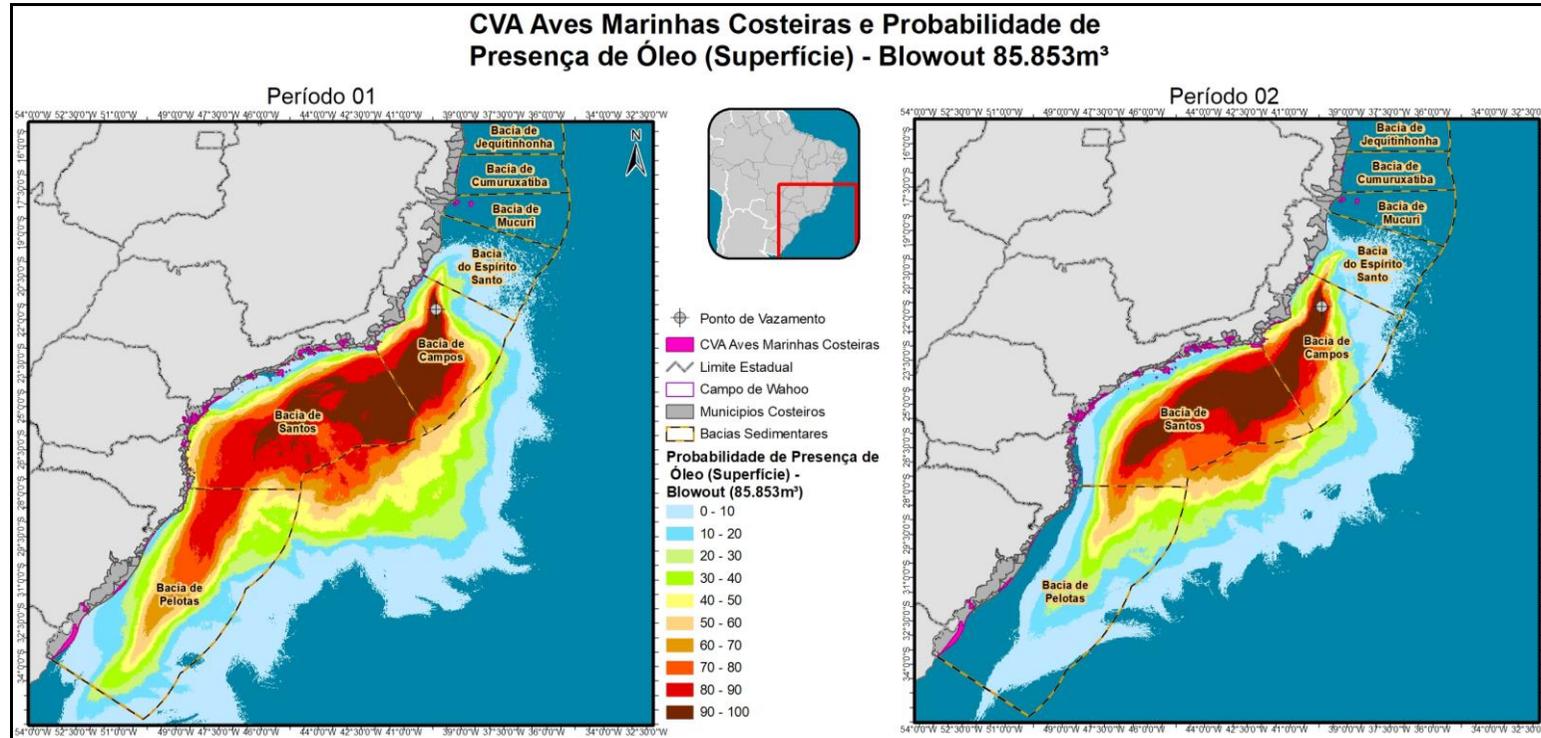


Figura II.9-58- Área de concentração de aves marinhas costeiras e probabilidades da presença de óleo no cenário de pior caso nos períodos 1 e 2.

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

**Quadro II.9-61 – Probabilidade de presença óleo no CVA Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras em diferentes cenários acidentais.**

Cenários	Volume Vazado (m³)	Probabilidade máxima de presença de óleo (%)
<b>Aves Marinhas Oceânicas</b>		
1	8	0
2	8	0
1	200	0,20
2	200	1,59
1	Blowout	52,69
2	Blowout	61,22
<b>Aves Marinhas Costeiras</b>		
1	8	100
2	8	100
1	200	100
2	200	100
1	Blowout	100
2	Blowout	100

**II.9.7.9.3 - Tempo de Recuperação**

A grande variação de fatores que influenciam as estatísticas populacionais de aves torna difícil avaliar o impacto e o tempo de recuperação deste CVA.

Grandes vazamentos de óleo têm o potencial de esgotar populações de aves e uma única colônia de aves marinhas pode desaparecer. Entretanto, experimentos com vazamentos indicaram uma considerável resiliência de aves marinhas a um único evento catastrófico, sendo pouco provável que um vazamento de óleo possa aniquilar uma população sem a influência de outros fatores, como a caça e a captura acidental em redes de pesca).

É importante considerar que a maior parte dos estudos citados se refere a poucas espécies e casos extremos de um único acidente. Além disso, ressalta-se que as espécies que utilizam os ecossistemas para reprodução ou como hábitat já estão

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

apropriadamente resguardadas dentro desses, uma vez que esses componentes (manguezais, estuários e recifes) já possuem tempo de recuperação acima de 10 anos.

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

#### II.9.7.10 - Considerações Finais

O impacto de um vazamento de óleo na vida marinha depende, em sua maioria, das características químicas e físicas do óleo derramado e da maneira como ele se altera com o tempo, em um processo conhecido como intemperismo. Alguns importantes processos físicos que atuam no óleo são a evaporação, a dispersão natural e, em menor grau, a dissolução e a sedimentação. O tempo predominante e as correntes marinhas também irão determinar o movimento do óleo vazado, sendo a gravidade específica, a viscosidade, a composição química e a toxicidade do poluente as principais propriedades que determinarão o provável impacto do óleo nos organismos marinhos (ITOPF, 2004).

O **Quadro II.9-62** apresenta as classes de tempo de recuperação os CVAs e SVAs e qual o valor foi utilizado para o cálculo da tolerabilidade.x

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

**Quadro II.9-62 – Tempo de recuperação dos componentes ambientais ao óleo.**

<b>Componentes &amp; Subcomponentes</b>	<b>Classe de Tempo de Recuperação</b>	<b>Valor usado para o cálculo da Tolerabilidade</b>
Recifes rochosos	3-10 anos	10 anos
Estuários	20 anos	20 anos
Praias arenosas	3-10 anos	10 anos*
Manguezais		
Bancos Biogênicos	20 anos	20 anos
Recursos Pesqueiros	1-3 anos	3 anos*
CVA Tartarugas marinhas	15 anos	15 anos*
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	15 anos	15 anos*
CVA Mamíferos Marinhos		
SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )		
SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )		
SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )		
SVA Baleia Jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )		
SVAPinípedes		
Aves Marinhas Oceânicas e Aves Marinhas Costeiras	3-10 anos*	10 anos*

\*Valor utilizado seguindo orientações da CGMAC/DILIC/IBAMA recebida em pareceres técnicos para outras atividades, na qual se deve usar o limite superior da Classe de Tempo de Recuperação para efeito do cálculo da tolerabilidade, visando ao conservadorismo.

É válido ressaltar que, embora sejam propostas classes de recuperação, são usados valores específicos para o cálculo do risco ambiental e conforme citado acima, tais valores foram, em sua maioria, selecionados como o valor máximo da classe na qual o componente ou subcomponente se encontra, seguindo a orientação da CGMAC em pareceres técnicos para estudos de Análise de Riscos Ambientais desenvolvidos para outras atividades.

O **Quadro II.9-63** apresenta de forma consolidada as probabilidades de presença de óleo para cada um dos cenários e faixas de volume obtidas para cada CVA, bem como os tempos de recuperação e valores utilizados para a tolerabilidade.

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

**Quadro II.9-63 – Probabilidade de toque de óleo, por CVA ou SVA, por período e para cada volume modelado.**

Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs)	Tipo de Distribuição	Probabilidade de Presença de Óleo utilizada no cálculo de Risco (%)						Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo de Tolerabilidade
		P1 8 m³	P2 8 m³	P1 200 m³	P2 200 m³	P1 85.853 m³	P2 85.853 m³		
CVA Recifes Rochosos	Fixa	0	0	0,20	0	42,94	42,94	3 – 10 anos	10 anos
CVA Estuários	Fixa	0	0	0	0	38,12	42,31	20 anos	20 anos
CVA Praias Arenosas	Fixa	0	0	0,20	1,20	33,33	41,31	3 – 10 anos	10 anos*
Manguezais	Fixa	0	0	0	1,0	26,14	15,37	>10 anos	20 anos
Bancos Biogênicos	Fixa	2,0	3,59	19,96	21,95	100	100	20 anos	20 anos
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	Dispersa	1,0	2,79	12,17	20,55	97	100	1 – 3 anos	3 anos*
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros	Dispersa	100	100	100	100	100	100		
CVA Tartarugas Marinhas	Dispersa	100		100	100	100	100	15 anos	15 anos
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	Fixa	0	0	1,20	3,59	74,45	80,83		
CVA Mamíferos Marinhos	Dispersa	100	100	100	100	100	100	10 -20 anos	20 anos*

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Componentes (CVAs) e Subcomponentes (SVAs)	Tipo de Distribuição	Probabilidade de Presença de Óleo utilizada no cálculo de Risco (%)						Classe de Tempo de Recuperação	Valor usado para o cálculo de Tolerabilidade
		P1 8 m³	P2 8 m³	P1 200 m³	P2 200 m³	P1 85.853 m³	P2 85.853 m³		
SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )	Fixa	0	0	0,80	2,39	55,88	61,27		
SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )	Fixa	0	0	0,40	0,20	57,48	18,56		
SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )	Fixa	0	0	0	0,20	24,95	24,75		
SVA Baleia Jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )	Fixa	0,20	0,60	3,19	5,18	78,44	98,60		
SVAPinípedes	Fixa	0	0	0	0	5,58	0		
CVA Aves Marinhas Oceânicas	Dispersa	0	0	0,20	1,60	52,69	61,27	3 – 10 anos*	10 anos*
CVA Aves Marinhas Costeiras	Fixa	100	100	100	100	100	100		

\* Valor utilizado seguindo orientações da CGPEC/DILIC/IBAMA recebida em pareceres técnicos para outras atividades, na qual se deve usar o limite superior da Classe de Tempo de Recuperação para efeito do cálculo da tolerabilidade, visando ao conservadorismo.

P1: Período 1 - de setembro a fevereiro.

P2: Período 2 - de março a agosto.

-. Ausência de probabilidade de toque de óleo.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

## II.9.8 - Cálculo dos Riscos Ambientais

O resultado do Risco Ambiental foi obtido para cada faixa de volume de óleo (até 8 m<sup>3</sup>, de 8 a 200 m<sup>3</sup> e de 200 a 85.853 m<sup>3</sup>) e por período (período 1 e período 2) para cada CVA ou SVA, através da multiplicação da probabilidade de toque de óleo pela frequência de ocorrência do respectivo grupo de cenários.

Os resultados do Risco Ambiental para cada CVA ou SVA estão apresentados no **Quadro II.9-64**. Na **Figura II.9-59** é apresentado o gráfico com os resultados numéricos do cálculo do risco por faixa de volume.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:

**Quadro II.9-64 – Valores de Risco Ambiental calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.**

CVA / SVA	Risco Ambiental						Total
	8 m³		200 m³		85.853 m³		
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	
CVA Recifes Rochosos	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	0,00E+00	1,52E-03	1,52E-03	<b>3,07E-03</b>
CVA Estuários	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,35E-03	1,50E-03	<b>2,85E-03</b>
CVA Praias Arenosas	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	1,76E-04	1,18E-03	1,46E-03	<b>2,85E-03</b>
Manguezais	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,47E-04	9,27E-04	5,45E-04	<b>1,62E-03</b>
Bancos Biogênicos	3,07E-04	5,50E-04	2,93E-03	3,22E-03	3,55E-03	3,55E-03	<b>1,41E-02</b>
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	1,53E-04	4,28E-04	1,79E-03	3,02E-03	3,44E-03	3,55E-03	<b>1,24E-02</b>
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	<b>6,71E-02</b>
CVA Tartarugas Marinhas	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	<b>6,71E-02</b>
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas	0,00E+00	0,00E+00	1,76E-04	5,27E-04	2,64E-03	2,87E-03	<b>6,21E-03</b>
CVA Mamíferos Marinhos	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	<b>6,71E-02</b>
SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )	0,00E+00	0,00E+00	1,17E-04	3,51E-04	1,98E-03	2,17E-03	<b>4,62E-03</b>
SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-05	2,94E-05	2,04E-03	6,58E-04	<b>2,78E-03</b>

Coordenador:

Gerente:

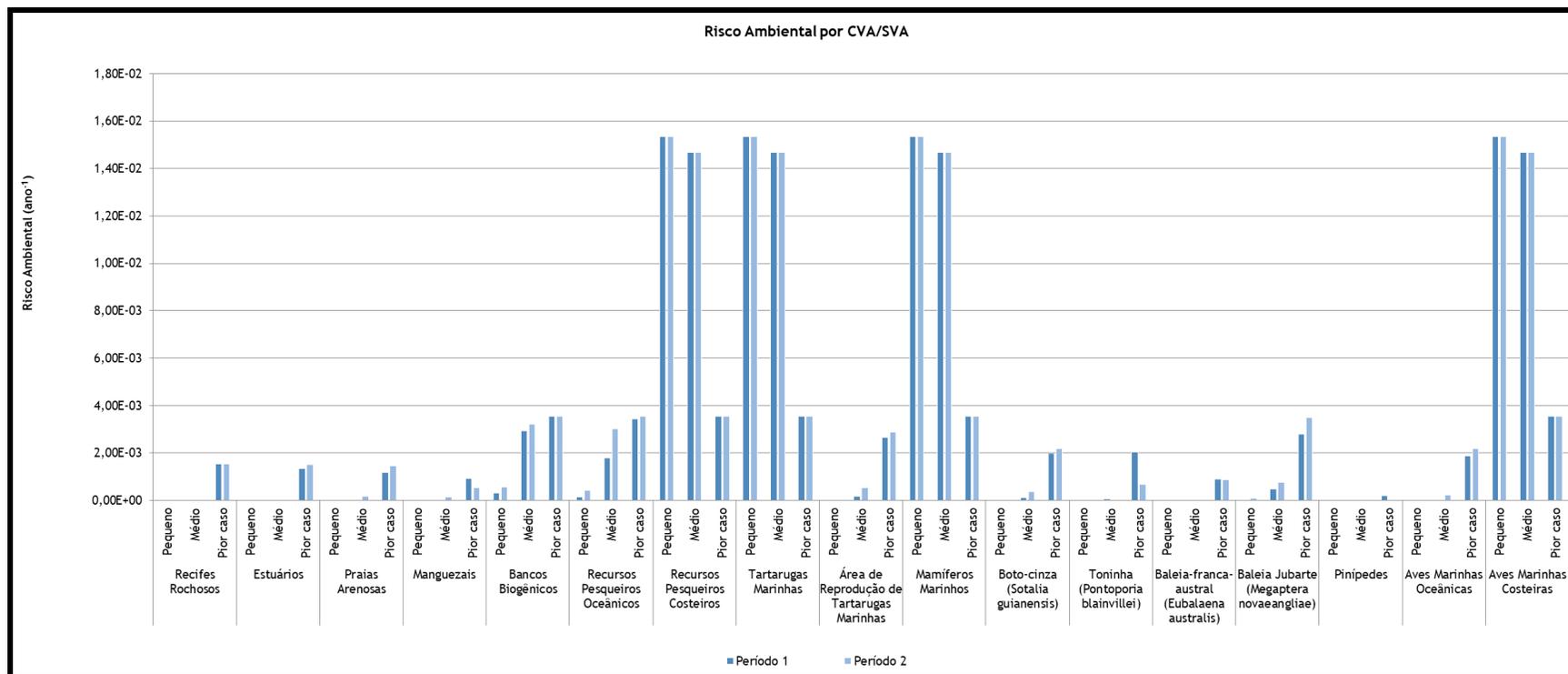
Técnico:

CVA / SVA	Risco Ambiental						
	8 m³		200 m³		85.853 m³		Total
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	
SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	8,85E-04	8,77E-04	<b>1,79E-03</b>
SVA Baleia Jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )	3,07E-05	9,20E-05	4,68E-04	7,60E-04	2,78E-03	3,50E-03	<b>7,63E-03</b>
SVA Pinípedes	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,98E-04	0,00E+00	<b>1,98E-04</b>
CVA Aves Marinhas Oceânicas	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-05	2,35E-04	1,87E-03	2,17E-03	<b>4,30E-03</b>
CVA Aves Marinhas Costeiras	1,53E-02	1,53E-02	1,47E-02	1,47E-02	3,55E-03	3,55E-03	<b>6,71E-02</b>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:



**Figura II.9-59 – Riscos Ambientais calculados para cada CVA/SVA por faixa de volume e período.**

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

De forma geral, é possível observar que os valores mais elevados de Risco Ambiental estão associados ao cenário de pequeno e médio vazamento. Isto está relacionado principalmente às maiores frequências calculadas para esse vazamento, em relação à frequência do vazamento de pior caso. O vazamento de pequeno e médio volume se destacaram principalmente nos CVAs de Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras, principalmente devido às elevadas probabilidades desse CVAs.

Com base nos valores de risco ambiental total por CVA/SVA, observa-se que os maiores valores obtidos estão associados aos 4 CVAs citados acima: Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. Esses quatro CVAs, por apresentarem a probabilidade máxima (100%) e serem modelados nos mesmos cenários de vazamento, apresentaram uma frequência total por ano igual, de  $0,0671094 \text{ ano}^{-1}$ . Isto se deve a extensa área de abrangência desses grupos. Os demais CVAs e SVAs apresentaram risco ambiental inferiores a esses valores em, pelo menos, uma ordem de grandeza, exceto os CVAs de Bancos Biogênicos e de Recursos Pesqueiros Oceânicos, que embora tenha apresentado uma frequência bem menor, ainda foi na mesma ordem de grandeza ( $0,014098$  e  $0,012367$ , respectivamente).

Na comparação dos períodos, em geral os riscos foram similares tanto no período 1 como no período 2. A exceção ocorreu para o SVA de Toninha (*Pontoporia blainvillei*). Esse SVA apresentou um valor de risco ambiental no pior caso, para o período 1, uma ordem de grandeza acima do valor de risco ambiental encontrado para o mesmo vazamento, no período 2. Esse fato se deve à maior probabilidade apresentada nesse cenário nesse SVA (57,48% para o período 1 e 18,56% para o período 2).

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

**II.9.9 - Relação Tempo de Recuperação/Tempo De Ocorrência**

A Tolerabilidade dos riscos ambientais é calculada a partir da relação entre o Tempo de Recuperação de cada CVA/SVA e o Tempo de Ocorrência do dano ambiental. Os Tempos de Recuperação considerados nesse estudo, os Tempos de Ocorrência calculados a partir do Risco Ambiental (inverso do risco ambiental) e os valores de Tolerabilidade obtidos são apresentados no **Quadro II.9-65** e no **Quadro II.9-66**. A **Figura II.9-60** ilustra graficamente a distribuição dos resultados.

Conforme definido normalmente em termos de referência emitidos pela CGMAC, para que um risco ambiental seja considerado tolerável, o tempo de recuperação do componente ambiental deverá ser insignificante em comparação com o tempo de ocorrência do dano.

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

**Quadro II.9-65 – Tempo de Ocorrência de cada CVA/SVA ser atingido por um vazamento, por faixa de volume e período.**

Componentes/subcomponentes	Tempo de Recuperação (anos)	Tempo de Ocorrência					
		8 m <sup>3</sup>		200 m <sup>3</sup>		85.853 m <sup>3</sup>	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
CVA Recifes Rochosos	10	-	-	34.069,23	-	656,92	656,92
CVA Estuários	20	-	-	-	-	739,98	666,70
CVA Praias Arenosas	10	-	-	34.069,23	5.678,20	846,32	682,84
Manguezais	20	-	-	-	6.813,85	1.079,11	1.835,26
Bancos Biogênicos	20	3.260,81	1.816,61	341,38	310,43	282,08	282,08
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	3	6.521,63	2.337,50	559,89	331,57	290,80	282,08
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros		65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08
CVA Tartarugas Marinhas	15	65,22	6521,63%	68,14	68,14	282,08	282,08
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas		-	-	5.678,20	1.898,01	378,88	348,98
CVA Mamíferos Marinhos	20	65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08
SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )		-	-	8.517,31	2.850,98	504,80	460,39
SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )		-	-	17.034,61	34.069,23	490,74	1.519,82
SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )		-	-	-	34.069,23	1.130,58	1.139,72
SVA Baleia Jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )		32.608,13	10.869,38	2.136,00	1.315,41	359,61	286,08
SVA Pinípedes	10	-	-	-	-	5.055,19	-
CVA Aves Marinhas Oceânicas		-	-	34.069,23	4.258,65	535,36	460,39
CVA Aves Marinhas Costeiras		65,22	65,22	68,14	68,14	282,08	282,08

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

**Quadro II.9-66 – Percentuais da relação Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência para cada CVA e SVA.**

Componentes/subcomponentes	Tempo de Recuperação (anos)	Tolerabilidade					
		8 m³		200 m³		85.853 m³	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
CVA Recifes Rochosos	10	-	-	0,03%	-	1,52%	1,52%
CVA Estuários	20	-	-	-	-	2,70%	3,00%
CVA Praias Arenosas	10	-	-	0,03%	0,18%	1,18%	1,46%
Manguezais	20	-	-	-	0,29%	1,85%	1,09%
Bancos Biogênicos	20	0,61%	1,10%	5,86%	6,44%	7,09%	7,09%
CVA Recursos Pesqueiros – Oceânicos	3	0,05%	0,13%	0,54%	0,90%	1,03%	1,06%
CVA Recursos Pesqueiros – Costeiros		4,60%	4,60%	4,40%	4,40%	1,06%	1,06%
CVA Tartarugas Marinhas	15	23,00%	23,00%	22,01%	22,01%	5,32%	5,32%
SVA Área de Reprodução de Tartarugas Marinhas		-	-	0,26%	0,79%	3,96%	4,30%
CVA Mamíferos Marinhos	20	30,67%	30,67%	29,35%	29,35%	7,09%	7,09%
SVA Boto-cinza ( <i>Sotalia guianensis</i> )		-	-	0,23%	0,70%	3,96%	4,34%
SVA Toninha ( <i>Pontoporia blainvillei</i> )		-	-	0,12%	0,06%	4,08%	1,32%
SVA Baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> )		-	-	-	0,06%	1,77%	1,75%
SVA Baleia Jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )		0,06%	0,18%	0,94%	1,52%	5,56%	6,99%
SVA Pinípedes		-	-	-	-	0,40%	-
CVA Aves Marinhas Oceânicas	10	-	-	0,03%	0,23%	1,87%	2,17%
CVA Aves Marinhas Costeiras		15,33%	15,33%	14,68%	14,68%	3,55%	3,55%

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

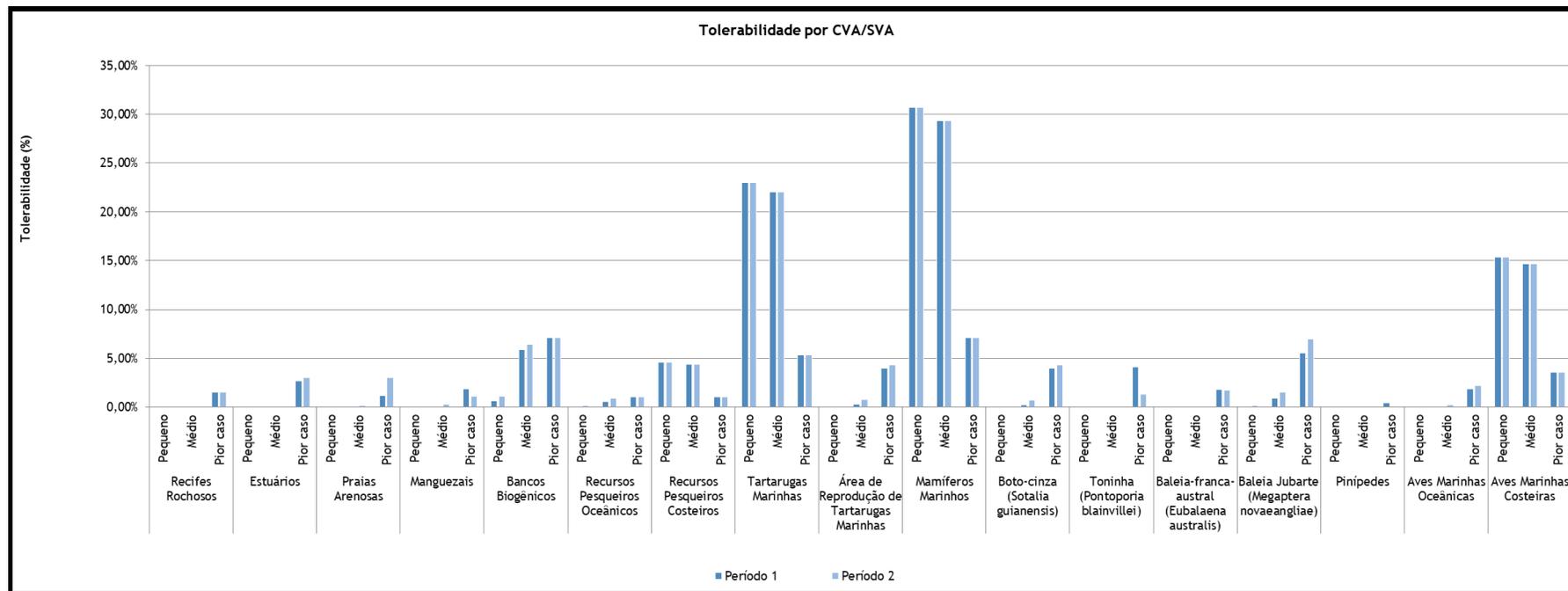


Figura II.9-60 – Tolerabilidade (Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência) para cada CVA e SVA.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

Pode-se observar que os Tempos de Ocorrência em geral foram bem elevados, apresentando, em sua maioria, mais de 3 casas decimais. A exceção foi nos 4 CVAs com o maior Risco Ambiental: Recursos Pesqueiros Costeiros, Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. Esse fato ocorre porque o Tempo de Ocorrência é calculado através do inverso do Risco Ambiental, portanto todos apresentaram o mesmo valor: 65,22 anos.

A análise da Tolerabilidade demonstrou que, em geral, os valores foram baixos, tendo os mais elevados sido observados em cenários de pequeno e médio vazamento, porém em nenhum CVA nem SVA a Tolerabilidade ultrapassou o valor de 30%. Esse comportamento se deve ao fato dos valores de Risco Ambiental obtidos serem baixos, o que resultou em altos tempos de ocorrência e, conseqüentemente, nestes valores de tolerabilidade.

As maiores tolerabilidades foram observadas nos cenários de pequeno e médio vazamento para os CVAs: Tartarugas Marinhas, Mamíferos Marinhos e Aves Marinhas Costeiras. As maiores tolerabilidades encontradas foram de 30,67% e 29,35%, para o CVA de Mamíferos Marinhos, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. Em seguida o CVA de Tartarugas Marinhas que apresentou Tolerabilidades de 23% e 22,01%, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. Por último, é possível observar o CVA de Aves Marinha Costeiras, com 15,33% e 14,68%%, em ambos os períodos, para os vazamentos de pequeno e médio volume, respectivamente. O restante dos CVAs e SVAs não apresentou mais que 10% em seu resultados de Tolerabilidade. Importante destacar que embora o CVA de Recursos Pesqueiros Costeiros tenha apresentado um alto valor de risco ambiental e um baixo valor de tempo de recorrência, o seu tempo de recuperação é muito rápido (3 anos), portanto a sua Tolerabilidade não fica alta.

Para os cenários associados aos maiores valores de Tolerabilidade dos três CVAs com os maiores valores, considerou-se um tempo de recuperação de 20 anos, para Mamíferos Marinhos, de 15 anos para Tartarugas Marinhas e de 10 anos para Aves Marinhas Costeiras.

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

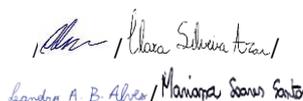
Os menores tempos de ocorrência desses CVAs foram 65,22, conforme descrito anteriormente. Isso significa que se estes CVAs fossem atingidos por um desses eventos, eles seriam capazes de se recuperar pelo menos 3 vezes, no caso de Mamíferos Marinhos, 4 vezes para Tartarugas Marinhas e 6 vezes para Aves Marinha Costeiras, antes de serem atingidos novamente por outro evento de mesma magnitude. No caso, por exemplo, do CVA Recursos Pesqueiros Costeiros, cujo tempo de ocorrência mais baixo encontrado foi de 65,22 anos, o tempo de recuperação é de 3 anos, observa-se que caso este componente seja atingido pelo vazamento de pequeno volume, teria a capacidade de se recuperar pelo menos 21 vezes antes de ser atingido novamente por outro evento de mesma magnitude.

### II.9.10 - Revisão do Estudo de Análise de Risco

Uma vez que os Riscos Ambientais calculados para a Atividade de Perfuração no Campo de Wahoo, Bacia de Campos, com base nas frequências dos cenários acidentais envolvendo liberação de óleo para o mar, no mapeamento dos CVAs e respectivos tempo de recuperação e probabilidade de ocorrência por magnitude de vazamento de óleo condensado, bem como as respectivas relações Tempo de Recuperação / Tempo de Ocorrência dos CVA calculadas foram considerados **toleráveis** para essa região e tipo de atividade a ser implementada, não será necessário revisar o estudo e a análise de riscos no presente Estudo de Impacto Ambiental.

### II.9.11 - Plano de Gerenciamento de Riscos

Um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) se define como um conjunto de procedimentos e ações que têm por objetivo reduzir os riscos avaliados na Análise Preliminar de Riscos fazendo com que os níveis de risco se mantenham toleráveis. Considerando-se que o risco é uma combinação da frequência de ocorrência dos cenários acidentais e suas respectivas consequências, os procedimentos e medidas que constam num PGR tem duplo objetivo: de um lado reduzir as frequências de ocorrências dos cenários acidentais – medidas preventivas, e de outro lado minimizar as consequências destes cenários acidentais – medidas mitigadoras. O PGR, tal como

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

definido, é abordado por todo um sistema de gestão de segurança ou integrado de Saúde, Meio Ambiente e Segurança (SMS), que contemple em seus elementos a identificação e análise de riscos como ferramenta para o planejamento de SMS de uma organização. É importante observar que o PGR ora proposto será implementado ao longo da atividade.

Os riscos que estão sendo gerenciados são aqueles inerentes ao projeto e que foram levantados na Análise Preliminar de Perigos. O **Quadro II.9-67** relaciona cada um dos cenários acidentais com seus respectivos riscos avaliados e medidas preventivas/mitigadoras associadas.

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

**Quadro II.9-67 - Riscos avaliados e recomendações associadas.**

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
01	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.
02	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>03</b>	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>grande vazamento</b> de óleo cru e gás durante o processo de perfuração devido à perda de controle de poço ( <i>blowout</i> ), com espalhamento de óleo no mar.	R1) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço. R2) Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> . R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R4) Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP). R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R11) Manter peso de fluido adequado.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
04	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de pó (barita / bentonita).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.
05	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de pó (barita / bentonita).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
		entrada.
<b>06</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de pó (cimento).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
07	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de pó (cimento).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.
08	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de fluido de perfuração/completação/intervenção.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>09</b>	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de fluido de perfuração/completação/intervenção.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto
<b>10</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo diesel para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
11	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de óleo diesel para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto
12	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>grande vazamento</b> de óleo diesel.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>13</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo lubrificante.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)
<b>14</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de óleo lubrificante, para o ambiente.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)

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

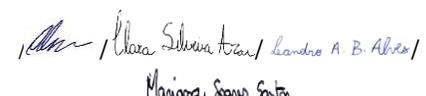
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
15	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo hidráulico.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).
16	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de água oleosa (acima de 15 ppm).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>17</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de água oleosa (acima de 15 ppm).	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R10) Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.
<b>18</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo sujo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).

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

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
19	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de óleo sujo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto. R21) Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78).
20	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>21</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de produto químico.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes. R20) Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

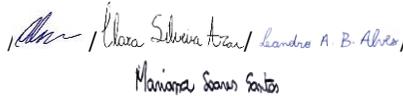
RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
22	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo diesel.	<p>R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.</p> <p>R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.</p> <p>R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..</p> <p>R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.</p> <p>R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto</p> <p>R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.</p> <p>R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas.</p> <p>R14) Seguir procedimento operacional para transferência.</p> <p>R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).</p> <p>R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.</p> <p>R17) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.</p> <p>R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.</p>

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>23</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de fluido de perfuração / completação / intervenção.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R8) Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto R12) Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento. R13) Não realizar transferência em condições de mar adversas. R14) Seguir procedimento operacional para transferência. R15) Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural). R16) Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada. R17) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões. R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.

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

RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO		
CENÁRIO ACIDENTAL	RISCO AVALIADO	RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS
24	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>grande vazamento</b> de óleo.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..
25	Risco <b>médio</b> de ocorrência de <b>grande vazamento</b> de fluido não aquoso.	R3) Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas. R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO..
26	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>pequeno vazamento</b> de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) A Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

<b>RISCOS PARA A ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO</b>		
<b>CENÁRIO ACIDENTAL</b>	<b>RISCO AVALIADO</b>	<b>RECOMENDAÇÕES PREVENTIVAS E MITIGADORAS</b>
<b>27</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>médio vazamento</b> de óleo diesel a partir dos tanques dos barcos de apoio.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO. R9) Monitorar nível do tanque, avaliando eventuais perdas de produto. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.
<b>28</b>	Risco <b>baixo</b> de ocorrência de <b>grande vazamento</b> de óleo diesel devido à perda de estabilidade do barco de apoio, resultando em seu afundamento.	R5) Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores. R6) Seguir programa de treinamento para as situações de emergência. R7) Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO.. R19) Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões R18) Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.

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

Com relação ao Plano de Gerenciamento de Riscos da PRIO, este é composto pelos seguintes itens:

- Definição das Atribuições;
- Inspeções Periódicas;
- Programas de Manutenção (preventiva e corretiva);
- Capacitação Técnica / Treinamentos;
- Processo de Contratação de Terceiros;
- Registro e Investigação de Acidentes;
- Gerenciamento de Mudanças; e
- Sistema de Permissão de Trabalho.

O **Quadro II.9-68** apresenta o item do Programa de Gerenciamento de Riscos relacionado a cada uma das medidas de gerenciamento de riscos, as quais correspondem às recomendações oriundas da APR.

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

**Quadro II.9-68 - Medidas de gerenciamento de riscos/item relacionado.**

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R1	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica, manutenção preventiva e teste dos equipamentos que compõem o sistema de controle do poço.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Inspeção Periódica / Programa de Manutenção
R2	Realizar treinamento para equipe de perfuração em procedimentos para controle do poço e identificação de sinais de alerta e causas de <i>blowout</i> .	Capacitação Técnica / Treinamentos
R3	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R4	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes e BOP).	Capacitação Técnica / Treinamentos
R5	Seguir programa de treinamento, atualização e conscientização dos operadores.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R6	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R7	Acionar o Plano de Emergência, incluindo o Plano de Emergência Individual - PEI e o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo no Mar - PEVO-PRIO	Capacitação Técnica / Treinamentos
R8	Seguir procedimentos e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para tanques, mangotes, tubulações e válvulas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R9	Monitorar nível do tanque/silo, avaliando eventuais perdas de produto.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R10	Manter supervisão dos sinais de medição de vazão que passa no tanque.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R11	Manter peso de fluido adequado.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R12	Durante operação de transferência, manter comunicação com rádio entre o operador da unidade de perfuração e da embarcação de apoio, de forma a interromper o bombeio em caso de vazamento.	Capacitação Técnica / Treinamentos / Definição das Atribuições
R13	Não realizar transferência em condições de mar adversas.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R14	Seguir procedimento operacional para transferência.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R15	Preferencialmente realizar transferência de diesel e fluido de perfuração de base óleo durante o período diurno (com luz natural).	Capacitação Técnica / Treinamentos
R16	Seguir programa de inspeção e manutenção de mangotes, conexões e sistemas de controle de vazão de saída e de entrada.	Inspeção Periódica / Programa de Manutenção

Coordenador:

Gerente:

Técnico:

RECOMENDAÇÕES (MEDIDAS PREVENTIVAS E/OU MITIGADORAS)		ITEM RELACIONADO
Nº	DESCRIÇÃO	
R17	Antes da aproximação à unidade marítima, os responsáveis pelas embarcações devem avaliar, determinar e concordar que todas as condições meteorológicas, oceanográficas e de tráfego estejam adequadas para prevenção de colisões.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R18	Assegurar que a unidade marítima possua sinalização diurna e noturna para orientação.	Inspeção Periódica / Programa de Manutenção
R19	Seguir procedimento e cronograma de inspeção periódica e manutenção preventiva para guindastes.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R20	Seguir procedimentos para operações de carga e descarga.	Capacitação Técnica / Treinamentos
R21	Acionar o Plano de Vazamento de Óleo da UMP (SOPEP - MARPOL 73/78)	Capacitação Técnica / Treinamentos

A seguir é apresentada uma breve descrição de cada um dos itens supramencionados, integrantes do PGR da PRIO.

#### II.9.11.1 - Definição das Atribuições

É de responsabilidade dos colaboradores da PRIO assegurar que as políticas e procedimentos de SMS da empresa sejam atendidos pelas empresas contratadas, além de:

- Dar exemplo em Saúde, Segurança e Meio Ambiente;
- Utilizar os Equipamentos de Proteção Individual adequados;
- Conduzir auditorias e inspeções de rotina;
- Corrigir as condições e os comportamentos considerados inseguros;
- Notificar formalmente qualquer incidente ou acidente;
- Participar de investigações de incidentes e acidentes quando convocados e participar de eventos de SMS realizados no local de trabalho.

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

Em relação às empresas contratadas, estas devem:

- Atender aos requisitos contratuais e legais definidos pela equipe de SMS da PRIO;
- Conduzir as atividades de forma a evitar a ocorrência de incidentes e acidentes;
- Prover pessoal apto e qualificado para a execução das atividades;
- Fornecer equipamentos, ferramentas e instrumentos adequados para a realização eficiente e segura das atividades;
- Assegurar a realização de treinamento de seus colaboradores previamente à utilização de equipamentos, permitindo que as atividades sejam realizadas de forma segura;
- Informar e notificar a PRIO, de imediato, sobre qualquer incidente ou acidente ocorrido;
- Investigar e avaliar todos os incidentes ou acidentes ocorridos durante as atividades, seguindo as diretrizes estabelecidas pela PRIO, apresentando os resultados obtidos; e
- Desenvolver programas para melhoria contínua de SMS, sempre priorizando a segurança de todos.

Ressalta-se que todas as práticas e condições inseguras devem ser notificadas e corrigidas de imediato.

Em relação aos colaboradores das empresas contratadas, é de competência destes:

- Utilizar o Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- Interromper qualquer atividade em que os requisitos de SMS da PRIO não estejam sendo cumpridos ou que represente um risco grave e iminente às condições de SMS;

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

- Participar dos eventos de SMS da PRIO;
- Estar apto para o trabalho, inclusive com descanso apropriado e estado mental adequado; e
- Informar a ocorrência de qualquer incidente ou acidente ao seu supervisor imediato.

De acordo com as normas de SMS da PRIO, nenhum visitante deve acessar a área operacional desacompanhado, e todos devem receber orientações quanto ao uso de EPIs, vias de acesso, rotas de fuga e ponto de encontro, alarmes e procedimentos gerais de emergência, riscos das áreas acessadas e medidas de prevenção, sinalização preventiva, procedimentos em caso de incidentes e regras e locais destinados ao fumo.

#### II.9.11.2 - Inspeções Periódicas

O objetivo das inspeções técnicas periódicas é verificar a condição técnica dos equipamentos e sistemas e determinar a existência de qualquer não conformidade em relação aos requisitos exigidos, minimizando, desta forma, a probabilidade de falha dos equipamentos e sistemas considerados críticos para a segurança das atividades. Além disso, as inspeções periódicas têm o papel de verificação do cumprimento das regras estabelecidas pelos órgãos de regulamentação, além de permitir a apresentação de propostas de melhoria.

As inspeções técnicas devem abranger as seguintes áreas:

- Sistemas e equipamentos de controle do poço;
- Elétrica/automação;
- Sistemas/estruturas marinhas;
- Aparelhos de elevação/guindastes; e
- Sistemas de geração e distribuição de energia.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



A periodicidade para a realização das inspeções periódicas varia conforme a relevância da atividade a ser auditada, devendo ser conduzida por funcionários que não possuam responsabilidade direta com a atividade que esteja sendo auditada.

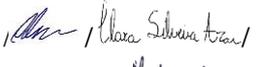
Os resultados da auditoria devem ser verificados pelos funcionários envolvidos na atividade. Além disso, as ações corretivas e preventivas para os pontos levantados durante a inspeção realizada devem ser executadas pelo responsável pela área inspecionada. Por fim, é importante mencionar que todos os resultados das inspeções realizadas devem ser registrados e armazenados, ficando disponíveis para consultas futuras, sempre que necessário.

**II.9.11.3 - Programas de Manutenção (Preventiva e Corretiva)**

O Programa de Manutenção da PRIO tem por objetivo assegurar a manutenção, preventiva e corretiva, adequada dos equipamentos da plataforma, atendendo, desta forma, às exigências legais e especificações técnicas de segurança e qualidade definidas pelos fabricantes, além de estender a vida útil dos equipamentos e minimizar seus tempos de parada decorrentes de problemas técnicos. Dentre as principais ações que norteiam a decisão pela execução de operações de manutenção pode-se citar:

- Otimizar os processos de gerenciamento de ativos dos equipamentos e de todo o custo de vida dos ativos;
- Assegurar que os riscos e os requisitos de segurança estejam incluídos e avaliados no Programa de Manutenção; e
- Alinhar a disponibilidade de ativos com os requisitos de negócio.

A manutenção preventiva ou planejada abrange todos os sistemas cuja falha operacional inesperada possa resultar em uma situação perigosa envolvendo a segurança do pessoal ou da Unidade Marítima, poluição e a execução do serviço.

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

Os trabalhos de manutenção planejada são atualizados conforme necessário, de forma a incluir experiências operacionais, informações de campo, orientações do fabricante e mudanças nas exigências para equipamentos ou manutenções. A meta é que essas tarefas representem as melhores práticas de manutenção disponíveis e atualizar continuamente as tarefas com manutenção mais baseadas em condições, de informações que se recebe de campo (através do próprio monitoramento com base em condição) ou de fornecedores.

Já a manutenção corretiva se dá quando existe a necessidade de paralisação não programada do equipamento ou instalação, para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. A correção deverá ocorrer no menor tempo possível, de forma segura e confiável.

A equipe operacional / equipe de manutenção observará a necessidade de manutenção corretiva, por exemplo, quando:

- Se está efetuando manutenção preventiva;
- Existe um defeito aparente no equipamento ou desempenho menor que o esperado, ou;
- Existe quebra ou falha súbita do equipamento.

As empresas contratadas pela PRIO devem garantir que os procedimentos operacionais, manuais ou qualquer outro documento técnico referente à instalação, aos seus sistemas, estruturas e equipamentos estejam acessíveis para consulta dos colaboradores responsáveis pela manutenção. Cabe também às empresas contratadas garantir o monitoramento e a avaliação dos resultados das manutenções de seus equipamentos e sistemas.

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

#### II.9.11.4 - Capacitação Técnica / Treinamentos

A de capacitação técnica dos funcionários tem por objetivo garantir que todos os funcionários da empresa estejam devidamente treinados, instruídos e conscientizados para a execução de suas tarefas da maneira mais segura possível, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes ou danos à saúde humana.

Os funcionários são capacitados através de um sistema de treinamento corporativo, o qual prioriza os aspectos de segurança, como proteção contra incêndio, salvamento de vidas, sobrevivência e proteção do meio ambiente, destacando-se os seguintes itens como principais assuntos abordados:

- Equipamentos de proteção individual;
- Equipamentos de resgate/salvatagem;
- Combate a incêndio;
- Espaços confinados;
- Trabalho seguro;
- Proteção contra quedas;
- Operações com guindaste;
- Manuseio e transporte de materiais perigosos; e
- Segurança em serviços de instalações elétricas.

Além dos treinamentos supramencionados, existem treinamentos específicos para funções relacionadas com outras atividades, como as de operação e controle do poço.

No caso de contratação de terceiros, estes também deverão passar por processo de treinamentos adequados (específico para execução da função desejada, em práticas de

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

trabalho seguro e em respostas ambientais e emergenciais), essenciais para a obtenção da capacitação necessária, conscientização e garantia de segurança do trabalho.

É importante mencionar que os treinamentos são periodicamente revistos para verificação da eficácia de suas implantações e necessidade de eventuais mudanças.

#### II.9.11.5 - Processo de Contratação de Terceiros

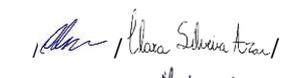
As empresas terceirizadas contratadas precisam atender todos os regulamentos de segurança das autoridades locais e internacionais, além das próprias diretrizes e políticas de SMS da PRIO. A fim de se garantir que estas cumpram com as qualificações necessárias, existe um programa de avaliação de alguns importantes critérios, sendo alguns destes:

- Histórico prévio da empresa;
- Qualidade dos bens e serviços fornecidos pela empresa;
- Existência de programa de qualidade e certificação;
- Requisitos de responsabilidade e seguros adequados;
- Atendimento aos requisitos do sistema de SMS da PRIO; e
- Aprovação em auditoria.

As empresas contratadas deverão garantir a realização de suas atividades com segurança, assegurar a manutenção dos equipamentos e executar as atividades de forma segura e eficaz.

#### II.9.11.6 - Registro e Investigação de Acidentes

Um acidente é qualquer evento inesperado que cause danos ao meio ambiente, à saúde, à integridade física das pessoas, ao patrimônio da empresa ou de terceiros. Todo acidente ocorrido durante as operações de perfuração no Campo de Wahoo deverá ser

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

comunicado e notificado à PRIO o quanto antes e ser investigado com total comprometimento e apoio da liderança.

A investigação e a análise de acidentes devem ser conduzidas de forma consistente e formal de forma a reduzir a possibilidade de recorrência destes incidentes. Os incidentes a serem investigados são aqueles que se enquadram nos seguintes grupos:

- Acidentes relacionados à SMS;
- Funcionários gravemente feridos; e
- Requisitos contratuais que levem a investigações realizadas por equipes independentes.

Investigações devem ser iniciadas, sempre que se julgar necessário, para outros acidentes que não se enquadrem nas classes listadas anteriormente, devendo as investigações analisar todas as partes da sequência de eventos. Além disto, todos os níveis da análise devem ser revistos de forma a assegurar que as medidas corretivas possam ser identificadas e implementadas.

O relatório do acidente ou incidente deve conter, além das informações básicas, o parecer da comissão de investigação, um plano de ação claro e objetivo e as lições aprendidas.

Ressalta-se que após a aprovação final do relatório, a empresa contratada deverá encaminhar à PRIO uma cópia do relatório de investigação gerado.

#### II.9.11.7 - Gerenciamento de Mudanças

O Gerenciamento de Mudanças abrange as funções, responsabilidades e processos de trabalho que precisam ser aplicados em conjunto com as especificações de alterações técnicas, modificações ou instalação de sistemas ou equipamentos a bordo da unidade.

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

O procedimento de Gerenciamento de Mudanças assegura que as mudanças permanentes sejam identificadas, avaliadas, verificadas e registradas de forma que não ocorram efeitos indesejáveis no sistema de funcionamento, prevenindo a ocorrências de riscos para os funcionários, para o meio ambiente e para aspectos econômicos.

De uma forma geral, o procedimento de Controle de Mudança deve ser utilizado nas seguintes circunstâncias:

- Descrição da mudança proposta, incluindo sua justificativa e a especificação do projeto, quando aplicável;
- Avaliação dos perigos e do impacto global nas atividades, antes da implementação das modificações;
- A autorização para as mudanças propostas deve ser emitida por nível gerencial, utilizando-se formulários específicos, que deverão ser mantidos arquivados.
- Atualização dos procedimentos e documentos afetados pela mudança;
- Treinamento e comunicação para todos cujo trabalho seja afetado pelas mudanças; e
- Para mudanças temporárias, deve haver previsão, revisões e nova autorização, caso a duração prevista necessite ser ampliada.

Por sua vez, o procedimento de Controle de Mudança não é requerido nas seguintes situações:

- Manutenções de rotina;
- Reparo em equipamentos (manutenção corretiva), enquanto não houver alteração em suas especificações;
- Soldagem de estruturas de aço em estruturas que não sejam de rolamento de carga;
- Alterações nos parâmetros operacionais nos sistemas de software;

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- Alterações temporárias, tais como inibição, desvio ou lock out.

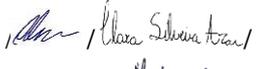
Ressalta-se que é obrigação das empresas contratadas pela PRIO garantir que o processo de gerenciamento de mudanças seja documentado e arquivado, estando sempre disponível para consulta por parte da PRIO ou dos órgãos fiscalizadores.

#### II.9.11.8 - Sistema de Permissão de Trabalho

O Sistema de Permissão para Trabalho (PT) tem como objetivo principal garantir que qualquer trabalho a ser executado seja planejado, preparado, executado e conduzido de forma segura, garantindo o controle de perigos nas operações. Em linhas gerais, a PT é uma autorização formal, que especifica o local, a data, o horário e o tipo de atividade a ser realizada, documenta a identificação dos riscos e atesta que todas as medidas preventivas necessárias foram providenciadas.

Com o Sistema de Permissão para Trabalho assegura-se que todos os funcionários envolvidos nas atividades da PRIO sejam capazes de identificar riscos e pôr em prática as medidas de segurança necessárias relacionadas às potenciais situações de perigo. Adicionalmente, o Sistema de Permissão para Trabalho, autoriza e aprova as responsabilidades designadas e definidas, bem como as medidas de controle para mitigar os perigos identificados. Dentre as principais regras de Permissão para Trabalho pode-se citar:

- Sempre que possível uma solicitação de Permissão para Trabalho deve ser revista no dia anterior ao início do trabalho planejado. Com esta medida garante-se que o gerenciamento tenha uma visão geral de todo o trabalho planejado. Ao revisar a aplicação do Sistema de Permissão para Trabalho, deve-se considerar o possível aumento do nível de risco da instalação causado por atividades simultâneas;

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

- Todas as permissões de trabalho devem ser suspensas caso haja acionamento do alarme geral. Outras atividades que requeiram a suspensão do Sistema de Permissão para Trabalho devem incluir (mas não se limitar) ao acionamento de alarmes do sistema de gás do poço, à transferência de óleo e ao abastecimento de combustível;
- Uma Permissão para Trabalho tem uma validade de doze horas, podendo ser estendido por um período máximo de quatro horas;
- A Permissão para Trabalho deve ser fixada no local de trabalho juntamente com qualquer documentação de apoio existente;
- O escopo do trabalho realizado não deve exceder o que tenha sido estipulado na Permissão para Trabalho; e
- A Permissão para Trabalho deve ser auditada, documentando-se as discrepâncias identificadas.

É obrigação das empresas contratadas pela PRIO garantir que um Sistema de Permissão de Trabalho esteja documentado e implementado em suas atividades, de modo a proporcionar um ambiente de trabalho seguro. As empresas devem implementar sistemática de auditoria das PTs emitidas.

O Sistema de Permissão de Trabalho das empresas prestadoras de serviço contratadas pela PRIO deve contemplar:

- Trabalho sobre o mar ou com risco de queda no mar;
- Abertura de linhas ou equipamentos que contenham ou tenham contido substâncias inflamáveis, combustíveis, tóxicas ou qualquer outro qualquer outro tipo de substância nociva à saúde;
- Entrada em espaços confinados;

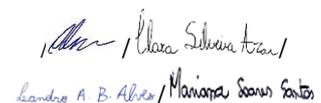
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



- Operações em sistemas pressurizados;
- Qualquer tipo de trabalho a quente (soldagem, corte, aquecimento) fora da oficina de soldagem;
- Qualquer trabalho que implique fontes de ignição dentro da área classificada, como manutenção elétrica, uso de ferramentas elétricas manuais e funcionamento de motor a explosão, dentre outros;
- Trabalho envolvendo materiais radioativos e explosivos;
- Trabalho envolvendo manuseio, bombeio ou injeção de ácidos ou solventes durante operação de estimulação ou de outra natureza;
- Operações de manutenção que desabilitem sistemas críticos de segurança, como, por exemplo, sistemas de detecção de fogo e gás e de comunicação, equipamentos de salvatagem e de combate a incêndio;
- Operações de mergulho e veículos subaquáticos de controle remoto (*Remotely Operated Vehicle – ROV*);
- Qualquer dos trabalhos citados nesse procedimento, em qualquer área da unidade, quando uma situação potencialmente perigosa é antecipada, por causa do próprio trabalho ou das operações adjacentes;
- Qualquer trabalho em circuitos e equipamentos elétricos que possam ser perigosos à vida, dada a impossibilidade de isolar o circuito;
- Trabalhos que impliquem o uso de martelo pneumático;
- Serviços de pintura;
- Serviços que envolvam riscos de contato com produtos químicos perigosos (ácidos, oxidantes, inflamáveis, entre outros);

Coordenador:

*Leonardo Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Leandro A. B. Alves / Mariana Sousa Santos*

- Jateamento/Hidrojateamento;
- Trabalho em altura;
- Transferência de óleo diesel e fluidos sintéticos como os à base de parafinas;
- Serviços em altura por cesta de trabalho;
- Trabalhos a quente realizados em equipamentos ou em recipientes que contenham ou tenham contido substâncias inflamáveis, combustíveis ou tóxicas, mesmo que esteja em área considerada liberada;
- Toda atividade com uso de marreta;
- Içamento de carga acima de 10 toneladas ou de carga total superiora 75% da capacidade do equipamento;
- Içamento de carga por dois ou mais equipamentos em conjunto (içamento simultâneo); ou ainda, içamento de carga de geometria complexa;
- Aduchamento de cabos; e
- Operações simultâneas na mesma área.

A PT deverá ser implementada por todas as empresas contratadas pela PRIO nas seguintes situações:

- Quando não existirem procedimentos operacionais para a realização da tarefa ou quando, após consultar o procedimento operacional existente, verificar que os métodos e as medidas de proteção recomendados não estão implementados e/ou são suficientes;

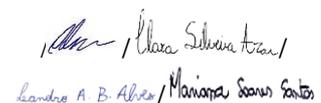
Coordenador:



Gerente:



Técnico:



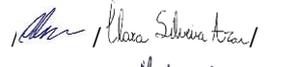
- Antes da execução de tarefas de intervenção sob qualquer condição anormal de trabalho, como condições meteorológicas adversas, trabalho noturno e operações simultâneas; e
- Sempre que a tarefa exigir a emissão de uma Permissão de Trabalho (PT).

A PT deverá ser assinada por todos os profissionais executantes antes do início da atividade, devendo esta permanecer no local durante toda a execução da tarefa.

A PT deve ser revisada e/ou encerrada quando ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- For verificado o não atendimento aos requisitos estabelecidos na PT;
- Mudanças nas condições de trabalho e/ou evolução dos riscos;
- As condições na área onde se executam os trabalhos apresentarem novas situações de riscos;
- Ocorrência de situação de emergência no local abrangido pela PT;
- Houver alguma alteração referente ao escopo inicial do trabalho; e
- Se o trabalho não for concluído dentro do turno de trabalho.

Após o encerramento da tarefa, deve-se encaminhar a PT à supervisão/chefia imediata, para acompanhamento e arquivamento.

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

**ÍNDICE** | II.10 - Plano De Emergência Individual - PEI.....1/1

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ANEXOS

- Anexo II.10-1 Plano de Emergência Individual – PEI (PRIO)
- Anexo II.10-2 Plano de Emergência para Vazamento de Óleo - PEVO (PRIO)

Coordenador:

*Demarco Oliveira Lopes*

Gerente:

*Cláudio Araújo*

Técnico:

*Marcelo S. de S. Nunes*

## II.10 - PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL - PEI

Em atendimento ao Item II.10 Plano de Emergência Individual - PEI, do Termo de Referência (TR) IBAMA, SEI n°13511306 (Processo n° 02001.016238/2022-96) para elaboração do EAP relativo à atividade de perfuração marítima no Campo de Wahoo, Bacia de Campo. Neste item é apresentado ainda o item II.10.1 Plano de Proteção à Fauna – PPAF.

O PEI e o PPAF são aplicáveis em todas as atividades de perfuração marítima desenvolvidas pela PRIO. O PEI (**Anexo II.10-1**) foi elaborado com base nos requisitos estabelecidos na Resolução CONAMA n° 398/2008 e considera os incidentes de poluição por óleo cujas as consequências fiquem restritas à Unidade Marítima. Destaca-se que de forma complementar, os incidentes que possam ultrapassar os limites e a capacidade de resposta da Unidade Marítima são apresentados no **Anexo II.10-2** Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da PRIO – PEVO-PRIO.

Coordenador:



Gerente:



Técnico:



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

**ANEXO II.10-1 - PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL - PEI (PRIO)**

*Leonardo Oliveira Lopes.*

		<b>Plano de Emergência Individual – PEI</b> <b>Plataforma Norbe VI</b>			
<b>Controle de Documentos</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Area</b>	<b>Tipo do Documento</b>	<b>Iniciais</b>	<b>Código</b>
	Norbe VI	SSO	Plano	PLN	PRIO05-SSO-PLN-0001

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
I.1. Tabela de Correlação .....	4
<b>II. IDENTIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....</b>	<b>6</b>
II.1. Dados da Instalação .....	6
II.2. Empresa operadora das instalações .....	6
II.3. Representante legal das instalações.....	7
II.4. Coordenador de Ações de Resposta .....	7
II.5. Localização em coordenadas geográficas e situação.....	8
II.6. Descrição dos acessos à instalação.....	9
<b>III. CENÁRIOS ACIDENTAIS .....</b>	<b>10</b>
III.1. Introdução – Características da Instalação e Principais Operações Realizadas.....	10
III.2. Identificação dos Riscos por Fonte .....	13
III.3. Hipóteses Acidentais.....	15
III.3.1. Descarga de Pior Caso .....	16
III.4. Análise de Vulnerabilidade .....	17
<b>IV. INFORMAÇÃO E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA .....</b>	<b>17</b>
IV.1. Estrutura Organizacional de Resposta – EOR .....	17
IV.1.1. Responsabilidades Comuns.....	23
IV.1.2. Tempo Máximo Estimado de Mobilização .....	24
IV.1.3. Medidas de Segurança e Proibições para Atuação da EOR.....	24
IV.2. Sistema de Alerta de Derramamento de Óleo.....	25
IV.2.1. Da Unidade Marítima .....	25
IV.2.2. Fora da Unidade Marítima .....	25
IV.3. Comunicação do Incidente .....	27
IV.3.1. Interna à Unidade Marítima.....	27
IV.3.2. À Estrutura Organizacional de Resposta do PEVO-PRIO .....	28

IV.3.3.	Aos Órgãos Governamentais.....	29
IV.4.	Equipamentos e Materiais de Resposta .....	29
IV.5.	Procedimentos Operacionais de Resposta .....	30
IV.5.1.	Procedimento para Interrupção da descarga de óleo.....	30
IV.5.2.	Procedimento para Contenção e Recolhimento do Óleo Derramado .....	31
IV.5.3.	Procedimento Deslocamento dos recursos.....	31
IV.5.4.	Procedimento para Coleta e Disposição dos Resíduos Gerados .....	31
IV.5.5.	Procedimentos apresentados no PEVO-PRIO.....	31
<b>V.</b>	<b>ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES.....</b>	<b>32</b>
V.1.	Critérios para decisão quanto ao encerramento das operações .....	32
V.2.	Procedimentos para desmobilização do pessoal, equipamentos e materiais empregados nas ações de resposta .....	32
V.2.1.	Procedimentos para definição de ações suplementares.....	33
<b>VI.</b>	<b>TREINAMENTO DE PESSOAL E EXERCÍCIO DE RESPOSTA .....</b>	<b>33</b>
VI.1.	Treinamento de Pessoal.....	33
VI.2.	Exercícios de Resposta .....	35
<b>VII.</b>	<b>Responsáveis Técnicos.....</b>	<b>36</b>
VII.1.	Responsáveis Técnicos pela Elaboração do Plano .....	36
VII.2.	Responsáveis Técnicos pela Implementação do Plano .....	36
<b>VIII.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

## **Anexos**

**Anexo I** – Plantas de Arranjo Geral

**Anexo IIA e B** – Modelagens de Óleo (Frade e Wahoo)

**Anexo III** – Formulário ICS 201

**Anexo IV** – PRIO00-HSE-FRM-0002-Fluxograma de Comunicação de Incidente

**Anexo V** – PRIO00-HSE-SPD-0012-Telefones Úteis

**Anexo VI** – Localização dos kits SOPEP a bordo da Unidade Marítima

CONTROLE DE REVISÃO					
Empresa Emissora: Não se aplica			Codificação do Documento da Empresa Emissora: Não se aplica		
VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR	REVISOR	APROVADOR
00	06/2021	Original	Bernardo Oliveira	Gustavo Xavier	Fernanda Othero
01	08/2022	- Alteração do texto na tabela de correlação, corrigindo a informação do PEI; - Alteração da nomenclatura DSM para Company Rep; - Remoção da menção a queima controlada no quadro 15 e no item IV.5.5.	Gilberto Mourão	Leandro Bassi	Carlos Leal
02	13/09/2022	Inclusão das atividades de Perfuração no Campo de Wahoo; Inclusão do cenário de Pior Caso de Wahoo;	Gilberto Mourão	Leandro Bassi	Carlos Leal

A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.

## I. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o Plano de Emergência Individual – PEI Consolidado para Incidentes de Poluição por Óleo originados durante as atividades de retorno da perfuração no Campo de Frade, na Bacia de Campos, a ser realizada pela Sonda Norbe VI, cujo responsável legal é a Prio.

A Norbe VI é uma plataforma de perfuração, intervenção e completação semissubmersível, do tipo posicionamento dinâmico (DP). Seu sistema de DP foi elaborado pela Kongsberg e possui capacidade de acomodação para 164 pessoas.

Este Plano foi elaborado com base nos requisitos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 398, de 2008 e considera os incidentes de poluição por óleo cujas consequências fiquem restritas à Unidade Marítima. De forma complementar, aqueles incidentes que ultrapassem os limites e capacidade de resposta da Unidade Marítima são tratados no documento “Plano de Emergência para Vazamento de Óleo da PRIO – PEVO-PRIO”.

Assim, enquanto o PEI apresenta as ações de resposta para incidentes a bordo de cada Unidade Marítima, o PEVO-PRIO apresenta as ações e procedimentos de resposta complementares, que são adotados fora dos limites das instalações (no mar ou em terra), onde a Unidade Marítima não tem condições de atuar ou coordenar atuação.

### I.1. TABELA DE CORRELAÇÃO

Conforme o Art. 5º, inciso § 2º da Resolução CONAMA nº 398, de 11.06.2008, a seguir estão as tabelas de correspondência entre a estrutura estabelecida nos Anexos I, II e III da referida resolução e este Plano de Emergência Individual.

#### **Quadro 1 - Tabela de correspondência entre a estrutura do documento e o Anexo I da Resolução CONAMA 398/08**

Anexo I da Resolução CONAMA nº 398/08	Plano de Emergência Individual – PEI
1. Identificação da instalação	Item II
2. Cenários acidentais	Item III
3. Informações e procedimentos para resposta	Item IV
3.1. Sistemas de alerta de derramamento de óleo	Item IV.2
3.2. Comunicação do incidente	Item IV.3
3.3. Estrutura organizacional de resposta	Item IV.1
3.4. Equipamentos e materiais de resposta	Item IV.4
3.5. Procedimentos operacionais de resposta	Item IV.5

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

Anexo I da Resolução CONAMA nº 398/08	Plano de Emergência Individual – PEI
3.5.1. Procedimentos para interrupção da descarga de óleo	Item IV.5.1
3.5.2. Procedimentos para contenção do derramamento de óleo	Item IV.5.2 PEVO-Prio
3.5.3. Procedimentos para proteção de áreas vulneráveis	PEVO-Prio
3.5.4. Procedimentos para monitoramento da mancha de óleo derramado	PEVO-Prio
3.5.5. Procedimentos para recolhimento do óleo derramado	Item IV.5.2 PEVO-Prio
3.5.6. Procedimentos para dispersão mecânica e química do óleo derramado	PEVO-Prio
3.5.7. Procedimentos para limpeza das áreas atingidas	PEVO-Prio
3.5.8. Procedimentos para coleta e disposição dos resíduos gerados	Item IV.5.4 PEVO-Prio
3.5.9. Procedimentos para deslocamento dos recursos	Item IV.5.3 PEVO-Prio
3.5.10. Procedimentos para obtenção e atualização de informações relevantes	PEVO-Prio
3.5.11. Procedimentos para registro das ações de resposta	PEVO-Prio
3.5.12. Procedimentos para proteção das populações	PEVO-Prio
3.5.13. Procedimentos para proteção da fauna	PEVO-Prio
4. Encerramento das operações	Item V
5. Mapas, cartas náuticas, plantas, desenhos e fotografias	Anexo I
6. Anexos	

**Quadro 2 - Tabela de correspondência entre a estrutura do documento e o Anexo II da Resolução CONAMA 398/08**

Anexo II da Resolução CONAMA no 398/08	Plano de Emergência Individual – PEI Consolidado
1. Introdução	Item III.1
2. Identificação e avaliação dos riscos	Item III.2
2.1. Identificação dos riscos por fonte	Item III.2
2.2. Hipóteses acidentais	Item III.3
2.2.1. Descarga de pior caso	Item III.3.1
3. Análise de vulnerabilidade	Item III.4 PEVO-Prio
4. Treinamento de pessoal e exercícios de resposta	Item VI
5. Referências bibliográficas	Item VIII
6. Responsáveis técnicos pela elaboração do Plano de Emergência Individual	Item VII.1
7. Responsáveis técnicos pela execução do PEI	Item VII.2

A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.

## II. IDENTIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

### II.1. DADOS DA INSTALAÇÃO

**Quadro 4 - Dado da Instalação: Norbe VI**

<b>TIPO DE INSTALAÇÃO:</b>	UNIDADE DE PERFURAÇÃO SEMISSUBMERSÍVEL
<b>NOME:</b>	NORBE VI
<b>ANO DE CONSTRUÇÃO:</b>	2010
<b>LÂMINA D'ÁGUA DE OPERAÇÃO</b>	ATÉ 2.400 M

### II.2. EMPRESA OPERADORA DA INSTALAÇÃO

**Quadro 5 - Informações da empresa operadora da instalação**

<b>NOME:</b>	PETRO RIO O&G EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO LTDA.
<b>ENDEREÇO:</b>	END.: PRAIA DE BOTAFOGO, N° 370 – 13°ANDAR BOTAFOGO - RJ   CEP: 22250-040
<b>CNPJ:</b>	11.058.804/0010- 59
<b>INSCRIÇÃO ESTADUAL:</b>	11.781.454
<b>INSCRIÇÃO MUNICIPAL:</b>	7780581
<b>TELEFONE:</b>	+55 (21) 3721-3800
<b>FAX:</b>	+55 (21) 3721-3891

### II.3. REPRESENTANTE LEGAL DA INSTALAÇÃO

**Quadro 6 - Dados do representante legal da instalação**

<b>NOME:</b>	Francisco Francilmar
<b>ENDEREÇO:</b>	End.: Praia de Botafogo, n° 370 – 1°Andar Botafogo - RJ   CEP: 22250-040
<b>TELEFONE:</b>	(21) 3721-3802
<b>FAX:</b>	(21) 3721-3891

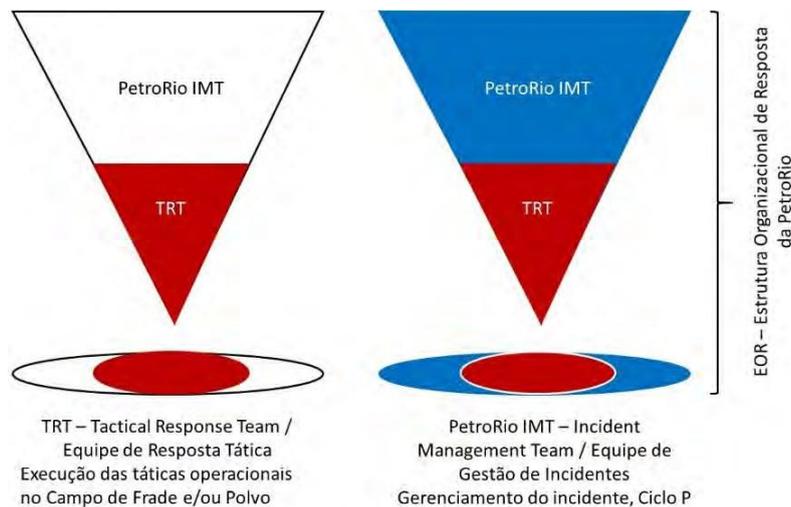
### II.4. COORDENADOR DE AÇÕES DE RESPOSTA

A Estrutura Organizacional de Resposta para atender a incidentes ocorridos nas atividades da Prio é baseada no *Incident Command System* (ICS) e respeita a divisão da resposta em duas fases:

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

Resposta Inicial ou Fase Reativa e Resposta Continuada ou Fase Proativa.

A Resposta Inicial ou Fase Reativa é, na grande maioria dos eventos, atendida pelas TRTs (*Tactical Response Teams*, ou Equipe de Resposta Tática), já a Fase Proativa é atendida pelo IMT (*Incidente Management Team*, ou Equipe de Gestão de Emergências). (**Figura 1**)



**Figura 1 - Estrutura Organizacional de Resposta – EOR da PetroRio Simplificada**

A bordo das Unidades Marítimas a estrutura inicial da TRT é comandada pelo *On-Scene Commander* (O/SC, ou Diretor do Ramo de Resposta Local), que coordena diretamente as divisões / brigadas de bordo. A primeira transferência de comando acontece do *On-Scene Commander* para o Comandante do Incidente local (Company Rep). A listagem dos indivíduos qualificados para assumir as funções da TRT a bordo está disponível nas respectivas Unidades Marítimas.

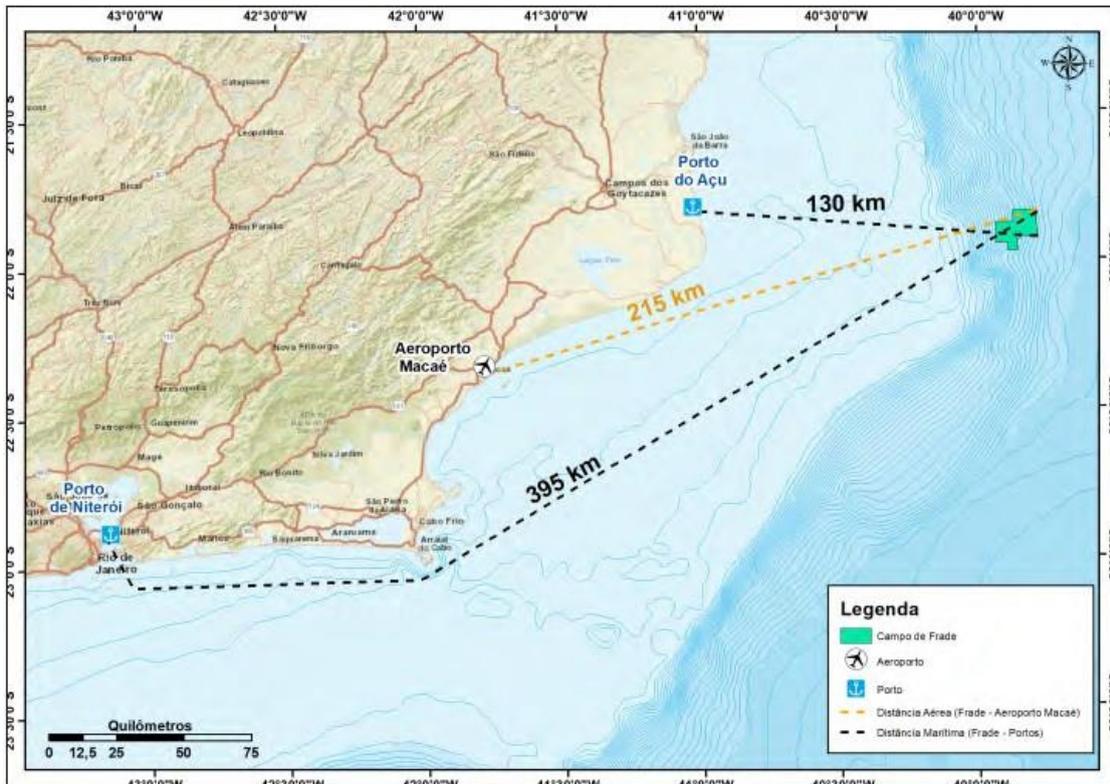
Em incidentes cujas consequências ultrapassem os limites da Unidade Marítima, a função de Comandante do Incidente é exercida conforme descrito no PEVO-PRIO (Item IV. Informações e Procedimento para Resposta).

## II.5. LOCALIZAÇÃO EM COORDENADAS GEOGRÁFICAS E SITUAÇÃO

### • ATIVIDADE EM CAMPO DE FRADE

A atividade de retomada da perfuração e completação de poços será realizada na Bacia de Campos, dentro do *ring fence* do Campo de Frade, na Bacia de Campos, em local com lâmina d'água variando entre 1.155 e 1.281 metros.

A localização do Campo de Frade e suas distâncias até as bases de apoio aéreo (Campos) e marítimo (Porto de Açu), são apresentadas na **Figura 2**, a seguir.



**Figura 2 - Localização das atividades em Campo de Frade.**

As coordenadas do *ring fence* de Frade são descritas no **Quadro 7**.

**Quadro 7 – Coordenadas do Ring Fence do Campo de Frade.**

A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.

PNT	GEOGRÁFICA - SIRGAS2000		UTM (24S) - SIRGAS2000	
	LONGITUDE (W)	LATITUDE (S)	N (M)	E (M)
1	21°53'09,297"	39°47'22,023"	424146,190	5595235,939
2	21°53'09,297"	39°47'12,647"	424146,190	5595525,003
3	21°54'24,297"	39°47'12,648"	422359,445	5595507,112
4	21°54'24,297"	39°47'03,273"	422359,445	5595796,145
5	21°55'39,298"	39°47'03,273"	420572,541	5595796,145
6	21°55'39,297"	39°50'48,275"	420644,481	5588840,976
7	21°56'07,422"	39°50'48,275"	419976,104	5588840,976
8	21°56'07,422"	39°51'25,775"	419988,200	5587677,866
9	21°57'50,548"	39°51'25,776"	417537,829	5587651,803
10	21°57'50,548"	39°51'16,400"	417534,712	5587940,871
11	21°58'28,048"	39°51'16,401"	416643,642	5587931,179
12	21°58'28,048"	39°53'27,652"	416687,767	5583884,614
13	21°56'54,297"	39°53'27,652"	418914,286	5583908,577
14	21°56'54,297"	39°56'07,028"	418966,478	5578994,870
15	21°52'41,171"	39°56'07,027"	424974,153	5579056,376
16	21°52'41,171"	39°52'22,025"	424905,947	5585993,357
17	21°50'11,170"	39°52'22,025"	428469,288	5586027,539
18	21°50'11,171"	39°47'22,022"	428382,796	5595276,633
19	21°53'09,297"	39°47'22,023"	424146,190	5595235,939

#### • ATIVIDADE EM CAMPO DE WAHOO

A unidade de Frade foi projetada para coletar óleo de 12 poços produtores. Atualmente estão em operação 9 poços produtores. Para o projeto Wahoo, serão previstos 4 novos poços produtores, sendo que o escoamento para o FPSO Frade se dará através de 2 Risers de Produção de 6" à serem conectados ao TopSide do Turret ("Hang-Off").

A atividade de perfuração que será realizada no Campo de Wahoo, na Bacia de Campos, tem lâmina d'água variando entre 1.470 e 1.500 metros.

A localização do Campo de Wahoo e suas distâncias até as bases de apoio aéreo (Campos) e marítimo (Porto de Açu), são apresentadas na Figura 3 a seguir:

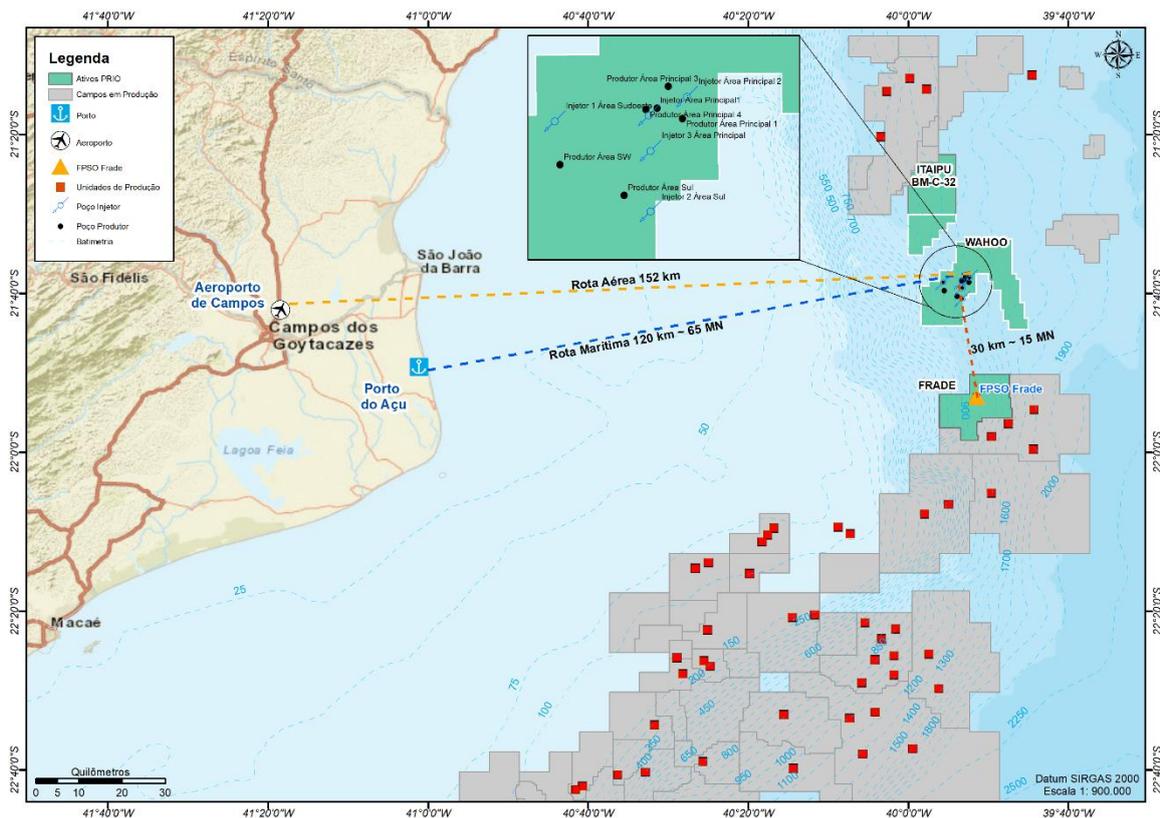


Figura 3 - Localização do Campo de Wahoo

## II.6. DESCRIÇÃO DOS ACESSOS À INSTALAÇÃO

O acesso, em condições normais de operação é feito por meio de embarcações que partem das bases de apoio em São João da Barra / RJ (Porto do Açú), de Niterói / RJ (Nitshore e Brasco), e através de helicópteros a partir do aeroporto de Campos / RJ.

São consideradas 3 bases de apoio marítimo. O Porto do Açú possui sua maior distância para o Campo de Frade de aproximadamente 130 km (70 milhas náuticas) e para o Campo e Wahoo 120km (65 milhas náuticas), trechos que podem ser navegados em até sete horas (considerando uma velocidade de 10 nós).

Os portos de Niterói (Nitshore/Brasco) possui sua maior distância para o Cluster de Frade/Wahoo de aproximadamente 407 km ( 219 milhas náuticas), trecho que pode ser navegado em até 24 horas (considerando uma velocidade de 10 nós).

Os helicópteros partem do Aeroporto de Campos, situado à Estrada Hildebrando Alves Barbosa, s/n, Macaé (RJ). O tempo de voo entre o Aeroporto e a unidade é estimado em 60 minutos

Os acessos à locação são resumidos no **Quadro 8**.

### **Quadro 8 - Distâncias e tempos estimados de deslocamento para acesso à instalação.**

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

Via	Instalação	Localização	Distância média	Tempo estimado de deslocamento
Marítima	Porto do Açú	São João da Barra - RJ	120 km	6h30min a 10 nós
Marítima	Nitshore/Brasco	Niterói – RJ	407km	24 horas a 10 nós
Aérea	Aeroporto de Campos dos Goytacazes	Campos - RJ	160 km	1h

### III. CENÁRIOS ACIDENTAIS

#### III.1. INTRODUÇÃO – CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO E PRINCIPAIS OPERAÇÕES

A Norbe VI é uma plataforma de perfuração e completação semissubmersível, do tipo posicionamento dinâmico, construída em 2010, com as seguintes características:

- Comprimento total: 97,54 m
- Largura total: 83,06 m
- Calado de operação: 18,28 m
- Calado de trânsito: 7,47 m
- Profundidade (Pontal): 28,35 m
- Boca: 70,104 m
- Deslocamento leve: 18.734,2 toneladas métricas

A Sonda pode operar em uma lâmina d’água máxima de 2.400 metros, não tem propulsão, devendo ser rebocada para a locação.

A Norbe VI possui um sistema de posicionamento integrado do fabricante Kongsberg. O Posicionamento Dinâmico (DP) é o sistema completo necessário para permitir a uma embarcação manter-se em posição e aproamento ao operar no ambiente marinho, sem necessidade de ancoragem. A posição designada é gerenciada por sistemas independentes de referência tanto por sinais via satélite (DGPS) quanto por sinais oriundos de emissores acústicos no fundo do mar (“transponders”) e na unidade (“transducers”). O sistema mede desvios do aproamento fixo e posição de referência, causada pela ação de forças climáticas, analisa, antecipa e reage ao efeito destas forças por meio da coordenação dos propulsores (analisando o ângulo e a potência aplicada nos mesmos). Como existe um grande número de variáveis, é necessário um sistema computadorizado com elevada capacidade de processar modelos matemáticos complexos para aperfeiçoar as respostas dos propulsores, de maneira a manter a

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

unidade dentro dos parâmetros de posição desejados.

Pelo fato de a unidade ser provida de posicionamento dinâmico, o seu sistema de ancoragem é apenas utilizado em situações de estaleiro em águas rasas. Ele é basicamente composto por dois guinchos eletro-hidráulicos e duas âncoras.

O Sistema de Óleo Diesel consiste em duas estações de recebimento, um a bombordo e outro a boreste, localizados aproximadamente a ré, sendo alinhado para os tanques SF08 e SF010, a boreste, e para os tanques PF08 e PF010, a bombordo. Na sala de bombas estão localizadas duas bombas para transferência para o tanque de sedimentação e após, para o tanque diário para alimentação dos motores.

O óleo diesel é transferido dos tanques para os tanques de sedimentação localizado na sala de máquinas usando uma bomba elétrica, as válvulas de sucção e descarga da bomba são operadas remotamente da sala de máquinas e operadas por atuadores pneumáticos. Do tanque de sedimentação, após ser centrifugado durante 12 horas, o óleo diesel é transferido ao tanque de uso diário e o processo inicia-se novamente.

A Norbe VI dispõe de um sistema de drenagem que recebe as águas pluviais ou efluentes de manutenção, os quais são coletados e enviados regularmente para os tubulões e destes vão para quatro sistemas de separador de água/óleo (SAO), setorizados por coluna. A água dos tubulões é direcionada para o sistema através de quatro bombas de elevação (*bilge pump*). Os separadores possuem filtros onde é feita a separação da água e do óleo. Os SAO's vêm equipados com medidor de TOG (teor de óleos e graxas na água), que controla a descarga de água ao mar onde é descartado ao mar quando o teor de óleo está abaixo de 15 ppm e ao exceder o limite de 15ppm (TOG > 15ppm), o sistema automaticamente interrompe a descarga e o efluente oleoso é encaminhado novamente aos tubulões e conseqüentemente para o processo (recirculação). O óleo proveniente do processo de separação é direcionado ao tubulão fechado (*sump*) onde pode ser bombeado para tanques próprios para o transporte para terra para descarte.

A sonda possui 42 tanques de lastro para manutenção da estabilidade da plataforma, sendo vinte e um a boreste e vinte e um a bombordo, localizados nos pontoons e colunas, preenchidos com água do mar. O enchimento dos tanques de lastro é possível somente por gravidade e entre os tanques do mesmo bordo, não havendo comunicação entre os bordos. O sistema de válvulas remotas é operado através de um painel na sala de controle de lastro.

O sistema de lastro é totalmente isolado dos demais sistemas de armazenagem. Assim, o sistema de lastro não oferece risco potencial de contaminação da água de lastro por diesel.

---

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

O sistema de segurança do poço é constituído dos equipamentos de segurança de cabeça de poço (ESCP) e de equipamentos complementares que possibilitam o fechamento e o controle do poço. O mais importante deles é o *Blowout Preventer* (BOP), que é um conjunto de válvulas que permite fechar o poço.

O BOP permite a interligação da cabeça do poço à plataforma para realização de testes, controle de fluxo e projetado para permitir seu fechamento em caso de descontrole operacional da atividade de perfuração, permitindo a tomada de ações para o controle do (*kick*) antes da ocorrência de um *blowout* (vazamento descontrolado). Trata-se de um sistema de acionamento hidráulico que, em condições normais de operação, é alimentado pelo sistema de geração principal de energia elétrica, contando ainda com um sistema *backup* de acionamento através de *Hot Stab* onde é possível atuar as seguintes funções (Gaveta cega *CLOSE*, e *Connector UNLOCK*) o sistema conta ainda com uma bancada de baterias para em caso de parada dos geradores se consiga fazer as funções básicas do BOP de emergência.

Além do BOP, a sonda conta com o sistema *Diverter*, que é instalado abaixo da Mesa Rotativa e sua função é direcionar os fluidos que vem do poço em caso de emergência, para um dos bordos da plataforma através dos *flow lines*.

As plantas de arranjo geral são apresentadas no **Anexo I**.

A tancagem da Norbe VI está dividida conforme **Quadro 9** abaixo.

**Quadro 9 - Capacidade de tancagem da Norbe VI**

TIPO	QUANTIDADE	CAPACIDADE (M <sup>3</sup> )
Tanque de óleo lubrificante	4	32,73
Tanques de armazenamento de Diesel	9	2.555,40
Tanque de água industrial	4	2.048,82
Tanque de Água Potável	2	289,72
Tanques de Água de Lastro	42	12.231,68
Silo para Cimento	3	127,47
Silo para Bentonita	3	127,47
Silo para Baritina	3	127,47
Tanques de lama	16 (4 reservas)	1.442,21
Tanque de Fluido Decantação (Sand Trap)	2	28,46
Tanque Desilter	1	16,63
Tanque do Degasser	1	16,63
Trip Tanque	2	18,38

**III.2. IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS POR FONTE**

Os **Quadros 10 a 12** indicam as fontes potenciais de derramamento de óleo, associadas às atividades de perfuração de poços do Campo de Frade, com a realização das operações de perfuração e completação de 03 poços injetores e 03 poços produtores, com a possibilidade de 1 poço contingente. Serão realizadas 2 fases:

- Na primeira fase serão perfurados 1 poço produtor e 2 poços injetores, com a possibilidade de perfuração de um poço produtor contingente a depender dos resultados obtidos nos primeiros poços e do cronograma operacional; e
- Na segunda fase serão perfurados 2 poços produtores e 1 poço injetor.

A identificação das fontes foi feita com base na análise e gerenciamento de risco apresentada para obtenção da anuência para realização da atividade.

**Quadro 10 – Tanques de armazenamento da Sonda e das embarcações envolvidas.**

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

Identificação do tanque	Tipo de tanque	Tipo de óleo estocado	Cap. máxima de estocagem (m <sup>3</sup> ) (*)	Capacidade de contenção secundária	Data e causa de incidentes anteriores
<b>Norbe VI</b>					
Tq. Submarino SF 08	Armazenamento	Diesel	512,19	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Submarino SF 010	Armazenamento	Diesel	679,31	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Submarino PF 08	Armazenamento	Diesel	512,19	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Submarino SF 010	Armazenamento	Diesel	679,31	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Praça de Maquinas (serviço)	Armazenamento	Diesel	108,04	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Sedimentação	Armazenamento	Diesel	54,02	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Gerador de Emergência	Armazenamento	Diesel	10,34	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Praça de Máquinas	Armazenamento	Óleo Lubrificante	19,64	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Thrusters	Armazenamento	Óleo Lubrificante	6,08	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Gerador de Emergência	Armazenamento	Óleo Lubrificante	0,43	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Diversos	Armazenamento	Óleo Lubrificante	6,58	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Óleo Sujo	Armazenamento	Óleo Sujo	13,49	N.A.	Sem ocorrência
Tq. Colunas (4)	Armazenamento	Água Oleosa	37,28	N.A.	Sem ocorrência
<b>Embarcações</b>					
Tanques da embarcação de apoio	Atmosférico	Diesel Combustível	500 m <sup>3</sup>	Não existente	Sem ocorrência
Tanques da embarcação de emergência	Atmosférico	Diesel Combustível	500 m <sup>3</sup>	Não existente	Sem ocorrência

\* Somatório do volume de todos os tanques a bordo de uma mesma categoria.

**Quadro 11 - Operações de carga e descarga**

Tipo de operação	Tipo de óleo transferido	Vazão máxima de transferência (m <sup>3</sup> /h)	Data e causa de incidentes anteriores
Recebimento	Diesel	100	Sem ocorrência

**Quadro 12 - Outras fontes potenciais de derramamento**

Tipo de fonte	Tipo de óleo transferido	Vazão máxima envolvida (m <sup>3</sup> /h)	Data e causa de incidentes anteriores
Descontrole de poço	Petróleo	66,25*	Sem ocorrência
Tanques portáteis de armazenamento	Óleo sujo	1	Sem ocorrência
Tambores de armazenamento	Óleo Hidráulico	1	Sem ocorrência
Embarcação de apoio (Tanques de armazenamento)	Diesel	200	Sem ocorrência

\* vazão de 1.590 m<sup>3</sup>/dia

**III.3. HIPÓTESES ACIDENTAIS**

Foram consideradas as Hipóteses Acidentais cuja classificação de severidade das consequências é crítica ou catastrófica, na análise de riscos, conforme apresentado no **Quadro 13**, a seguir.

**Quadro 13 – Hipóteses acidentais.**

<b>HIPÓTESE 03 (Frade)</b>	<p>Vazamento de óleo cru / gás devido à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante o processo de perfuração no poço em função de fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>); falha de operação do BOP (<i>Blowout Preventer</i>) e dos dispositivos auxiliares; falha operacional/ humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço; ou peso de fluido de perfuração insuficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de óleo derramado: Óleo Cru</li> <li>• Regime do derramamento: Contínuo</li> <li>• Volume do derramamento: até 47.700 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>Detalhamento: Para a determinação do volume máximo de óleo cru / gás liberado devido à ocorrência de blowout durante as operações de perfuração foi considerada a liberação de óleo durante trinta dias a uma vazão de 1.590 m<sup>3</sup>/dia, resultando em um volume final de 47.700 m<sup>3</sup>.</p>
<b>HIPÓTESE 12 (Frade)</b>	<p>Vazamento de óleo diesel por ruptura em tanques, bombas, centrífugas, linhas, válvulas, devido a falha intrínseca; choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); ou falha operacional</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de óleo derramado: Diesel</li> <li>• Regime do derramamento: Contínuo</li> <li>• Volume do derramamento: até 679,31 m<sup>3</sup></li> <li>• Detalhamento: Volume do maior tanque de armazenamento de diesel da unidade</li> </ul>

A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.

<p><b>HIPÓTESE 24 (Frade)</b></p>	<p>Vazamento de óleo diesel por Afundamento / adernamento da unidade marítima Norbe IV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de óleo derramado: Diesel</li> <li>• Regime do derramamento: Contínuo</li> <li>• Volume do derramamento: até 2.603,87m<sup>3</sup></li> <li>• Detalhamento: soma de todo o armazenamento de diesel da unidade.</li> </ul>
<p><b>HIPÓTESE 28 (Frade)</b></p>	<p>Vazamento de óleo diesel devido à perda de estabilidade das embarcações de apoio / instalação, resultando em seu afundamento em função de condições meteoceanográficas adversas; danos Estruturais; ou colisão com embarcações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de óleo derramado: Diesel</li> <li>• Regime do derramamento: Contínuo</li> <li>• Volume do derramamento: até 500 m<sup>3</sup></li> <li>• Detalhamento: -.</li> </ul>
<p><b>Cenário 1, 2 e 3 (Wahoo)</b></p>	<p>Vazamento de óleo cru / gás devido à perda de controle do poço (<i>blowout</i>) durante o processo de perfuração no poço em função de fluxo indesejável de fluidos da formação para dentro do poço (<i>kick</i>); falha de operação do BOP (<i>Blowout Preventer</i>) e dos dispositivos auxiliares; falha operacional/ humana nos procedimentos de retomada do controle ou fechamento do poço; ou peso de fluido de perfuração insuficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de óleo derramado: Óleo Cru</li> <li>• Regime do derramamento: Continuo</li> <li>• Volume do derramamento: até 85.853 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>Detalhamento: Para a determinação do volume máximo de óleo cru / gás liberado devido à ocorrência de blowout durante as operações de perfuração foi considerada a liberação de óleo durante trinta dias a uma vazão de 2.861,76 m<sup>3</sup>/dia, resultando em um volume final de 85.853 m<sup>3</sup>.</p>

Com relação às condições meteoceanográficas na região do Campo de Frade e Albacora, os ventos de quadrante NNE são predominantes no período de verão, enquanto os quadrantes N e NE também são representativos. No período de inverno observa-se uma maior dispersão no espectro de direções do vento. Apesar da predominância de ventos de NNE, dados, nota-se ocorrências mais significativas de ventos de quadrante E e S. Nota-se neste período também a maior frequência de ocorrência de ventos com intensidade acima de 12 m/s.

Com relação à análise de ondas para a região, tem-se que para a situação de bom tempo, com ventos de NE, as ondas mais frequentes têm altura entre 0,5 a 1 m e períodos na faixa de 4 a 5 segundos. As maiores alturas individuais de ondas têm valores entre 5 e 6 m com períodos entre 6 e 9 segundos, respectivamente. Nas situações extremas, caracterizadas como mau tempo, com ventos de SW, cerca de 40% das ondas observadas têm alturas entre 1 e 2 m.

A circulação oceânica na Bacia de Campos é determinada pela composição da passagem de frentes e do fluxo estabelecido pela Corrente do Brasil, preponderante na região. Algumas regiões sobre o talude continental podem apresentar velocidades de corrente superiores a 1,0 m/s.

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

A distribuição superficial de temperatura da água do mar, na área mais distante da costa na Bacia de Campos, no período de verão, varia entre 22 e 28 °C. Para o período de inverno, varia entre 18 e 24 °C.

### III.3.1. Descarga de Pior Caso

A Descarga de Pior Caso – DPC foi obtida considerando o volume estimado decorrente de acidente de grandes proporções nas instalações da NORBE VI, conforme previsto Resolução CONAMA 398/08. Assim, o volume vazado foi considerado de 85.853 m<sup>3</sup>, conforme apresentado no Estudo de Análise e Gerenciamento de Risco que subsidiou a atividade do Campo de Wahoo.

### III.4. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

A Análise de Vulnerabilidade visa identificar a probabilidade e o tipo de área que pode ser atingida em caso de incidente com derramamento de óleo no mar. A referida análise foi efetuada com base nos resultados da modelagem de transporte e dispersão de óleo, e é apresentada no **Anexo II do PEVO PRIO**.

Além disso, a Análise de Vulnerabilidade, apresentada no **Anexo II do PEVO PRIO**, considera os resultados máximos da probabilidade e mínimos de tempo de toque, por município, resultantes da integração das modelagens realizadas para todos os campos. Ainda no **Anexo II do PEVO PRIO** são apresentados os Mapas com o Resultado Integrado dos Volumes de Pior Caso nos Períodos Outono-Inverno (março a agosto) e Primavera-Verão (setembro a fevereiro).

De forma complementar o, **Anexo IIA – Modelagem de Óleo**, deste PEI apresenta os resultados das modelagens para o Campo de Frade, enquanto que o **Anexo IIB – Modelagem de Óleo**, apresenta os resultados das modelagens do Campo de Wahoo.

## IV. INFORMAÇÃO E PROCEDIMENTOS PARA RESPOSTA

### IV.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DE RESPOSTA – EOR

A Estrutura Organizacional de Resposta se divide em:

- Equipe para atender a incidentes ocorridos dentro dos limites das unidades marítimas – TRT (Tactical Response Team ou Equipe de Resposta Tática)
- Equipe para atender a incidentes que extrapolem a capacidade de coordenação da equipe das unidades marítimas – IMT (*Incident Management Team* ou Equipe de Gestão de Emergências).

Este documento apresenta a descrição da TRT destinada a atender incidentes ocorridos dentro

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

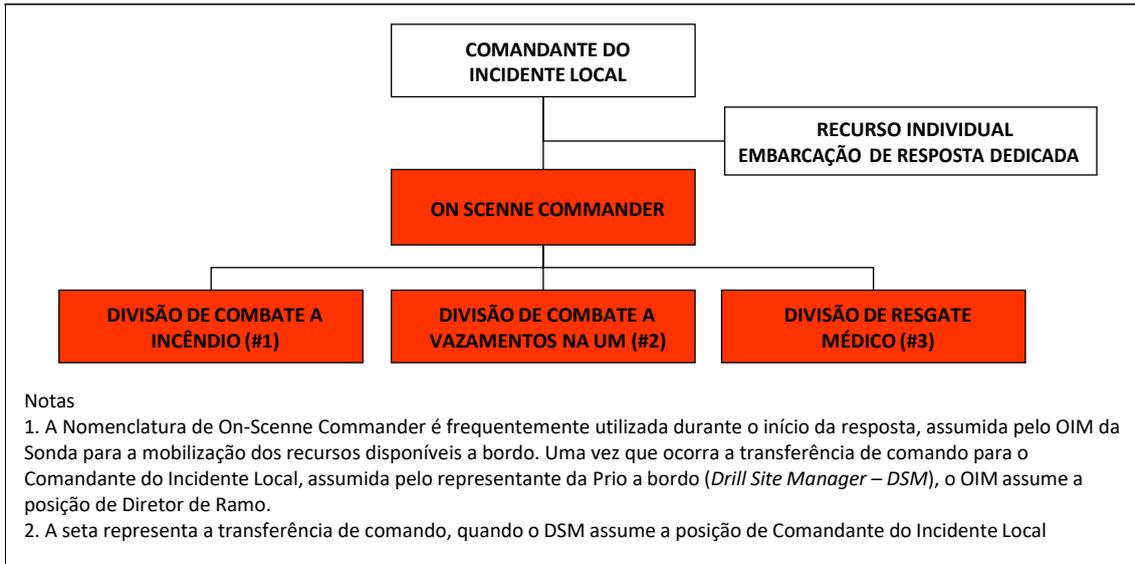
dos limites das unidades marítimas. A IMT destinada a atender incidentes que extrapolem a capacidade de coordenação das unidades marítimas é descrita no Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO-PRIO). A organização, a gestão e a definição das atribuições e responsabilidades das funções da EOR seguem os preceitos do Sistema de Gestão de Emergências, baseado no *Incident Command System* (ICS).

O Comandante do Incidente Local (Company Man) decidirá pelo escalonamento da estrutura de resposta, após avaliação inicial ou a transferência do comando para a IMT descrita no PEVO-PRIO. Esta transferência de comando é realizada na forma de um “briefing do incidente” e documentada através do formulário ICS 201 (**Anexo III**).

A **Figura 4** apresenta a composição básica da TRT das unidades marítimas em cenários acidentais com vazamento de óleo. Os **Quadros 14 a 16** apresentam as atribuições e responsabilidades e qualificação técnica das funções que compõem a EOR básica.

Os membros da Estrutura Organizacional de Reposta estão qualificados para exercer as funções para as quais estão designados e estão treinados. A evidência destes treinamentos permanece a bordo da Unidade Marítima.

A composição da estrutura organizacional de resposta da Unidade Marítima, é variável em função das escalas de trabalho.



**Figura 4 – Composição básica da Estrutura Organizacional de Resposta das unidades marítimas em cenários acidentais com vazamento de óleo**

**Quadro 14 – Principais atribuições e responsabilidades e capacitação técnica do Comandante do Incidente local**

<b>COMANDANTE DO INCIDENTE LOCAL</b>
A principal atribuição do Comandante do Incidente local é o gerenciamento das operações de resposta a emergência de forma segura, eficiente e efetiva.

Suas responsabilidades englobam:

- Estabelecer as prioridades e os objetivos para a resposta
- Avaliar em conjunto com o Oficial de Segurança os riscos de segurança e saúde às pessoas envolvidas e implantar medidas mitigadoras
- Seguir as diretrizes dispostas no Procedimento de Gestão de Emergências da Prio e neste Plano de Emergência Individual – PEI
- Solicitar sobrevoo por equipe treinada para avaliação da mancha e coordenação das operações contenção e recolhimento do óleo e/ou dispersão mecânica
- Acionar a embarcação dedicada disponível para contenção e recolhimento de óleo no mar informando tempo de resposta de até 2 horas;
- É de responsabilidade do Company Man, já na posição de Comandante do Incidente local, fazer, após a avaliação feita em conjunto com o OC, a ativação do PEVO em incidentes envolvendo descargas pequenas de óleo vazado para o mar, coordenando a atuação da embarcação de prontidão no Campo;
- Obter informações sobre as condições atuais meteoceanográficas para suporte as estratégias de resposta e à modelagem de dispersão e deslocamento da mancha;
- Confirmar a lista de equipamentos de resposta disponíveis a bordo da UM e da embarcação de prontidão no Campo e se será necessária ativação de recursos adicionais;
- Determinar a realização de contenção e recolhimento do óleo derramado em conformidade com os procedimentos descritos neste documento;
- Determinar a realização de dispersão mecânica em conformidade com os procedimentos descritos neste documento;
- Preencher o Formulário de Comunicação Inicial do Incidente

- Auxiliar na comunicação as agências com o fornecimento de informações ao IMT. Caso o IMT não seja ativado, mas seja requerida esta comunicação, será utilizada a estrutura funcional da empresa;
- Aprovar o Formulário ICS 201 – Relatório Inicial do Incidente;
- Assegurar suporte e recursos às ações de resposta em curso;
- Decidir pela transição da Fase Reativa para a Fase Proativa, quando aplicável.

Capacitação Técnica (treinamentos):

- MEM – Gerenciamento de Grandes Emergências
- Processo de Gestão de Emergências Prio
- Plano de Emergência Individual e Plano de Emergência para Vazamento de Óleo
- ICS 100
- ICS 200

**Quadro 15 - Principais atribuições, responsabilidades e capacitação técnica do Diretor do Ramo de Resposta Local (On-Scene Commander – O/SC) – Função a bordo da Unidade Marítima****DIRETOR DO RAMO DE RESPOSTA LOCAL**

Sua principal atribuição é coordenar e avaliar a atuação das Divisões (ou Brigadas) sob sua responsabilidade, de forma a auxiliar na segurança de tripulação de bordo (brigadistas e restante da tripulação) e no controle da fonte, assegurar que o incidente não tomará proporções maiores, como fogo e explosão. Efetuar a limpeza do produto vazado contido na UM, fazer a adequada disposição dos resíduos gerados e sinalizar ao OIM a necessidade de mobilização de recursos adicionais, tais como, reposição de itens do KIT SOPEP, recursos para as brigada, embarcação de prontidão e fazer a transferência de comando.

Em incidentes mais complexos, considerando descarga média ou de pior caso de óleo, durante a fase reativa, o Comandante do Incidente Local definir a criação de três outras funções: Diretor do Ramo de Resposta Local, Diretor do Ramo de Recolhimento e Diretor do Ramo de Proteção a Fauna.

Neste caso, o O/SC poderá ocupar a posição de Diretor do Ramo de Resposta Local, de forma a garantir a continuidade das ações, que englobam os Grupos de Busca e Salvamento a bordo (no caso de incidentes que envolvam feridos ou trabalhadores abrigados em locais distintos do ponto de encontro), Evacuação, Controle da Fonte a bordo, Combate a Incêndio, Médica, HAZMAT (*Hazardous Materials* – Produtos Químicos Perigosos).

As posições de Diretor do Ramo de Recolhimento e Diretor do Ramo de Proteção a Fauna passam a serem ocupadas por dois técnicos capacitados e englobam, por exemplo, os Grupos de Contenção e Recolhimento, Dispersão Mecânica e Proteção ao MeioAmbiente.

Suas responsabilidades englobam:

- Conduzir a avaliação inicial do incidente – identificação do local, fonte, possíveis áreas afetadas, possível escalonamento;
- Ativar os recursos primários de resposta (Divisões / Forças Tarefas / Brigadas);
- Conduzir a reunião de avaliação inicial do incidente com as Divisões / Forças Tarefas / Brigadas e distribuir as ações;
- Alinhar todas as ações com o Oficial de Segurança designado e mantê-lo informado;

- Coordenar o controle de acesso as áreas afetadas (*Hot, Warm & Cold Zones*) e procedimento de descontaminação dos brigadistas com o Oficial de Segurança;
- Acompanhar as ações das Divisões / Forças Tarefas / Brigadas e verificar a efetividade e suficiência das ações realizadas;
- Reportar todos os incidentes ocorridos durante as ações de resposta e condições inseguras ao Oficial de Segurança;
- Sinalizar a previsão de controle da fonte, bem como as ações necessárias;
- Providenciar a disposição dos resíduos gerados pelas ações de limpeza a bordo da Unidade Marítima (UM);
- Auxiliar o time de produção e ou carga na estimativa do volume vazado contido na UM e/ou para o mar com base nas características do incidente (vazão de bomba, diâmetro de mangotes, volume em tanques, tempo transcorrido até interrupção da fonte, etc.).

Capacitação Técnica (treinamentos):

- Processo de Gestão de Emergências Prio;
- Plano de Emergência Individual e Plano de Emergência para Vazamento de Óleo;
- ICS 100;
- ICS 200.

**Quadro 16 – Principais atribuições e responsabilidades do Líder da Equipe de Controle da Fonte – Atribuições, Responsabilidades e Capacitação Técnica.**

DIVISÃO / BRIGADA DE COMBATE A VAZAMENTOS
<p>Atribuições e Responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar e coordenar as ações para interrupção da descarga;</li> <li>• Organizar as pessoas sob seu comando em recursos simples, forças-tarefa e equipes de intervenção, conforme a necessidade;</li> <li>• Designar ações, recursos, objetivos, medidas de segurança e métodos de comunicação para as pessoas sob seu comando (briefing operacional);</li> <li>• Avaliar os riscos de segurança e saúde pertinentes às pessoas sob seu comando, pessoas nas imediações e instalações na execução das ações de resposta sob sua coordenação;</li> <li>• Solicitar ao comando qualquer apoio adicional necessário para a resposta;</li> </ul>
<p>Capacitação Técnica (treinamentos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de Gestão de Emergências Prio;</li> <li>• Plano de Emergência Individual e Plano de Emergência para Vazamento de Óleo.</li> </ul>

**IV.1.1. Responsabilidades Comuns**

O **Quadro 17** apresenta as responsabilidades comuns que devem ser contempladas por qualquer pessoa acionada para integrar a Estrutura Organizacional de Resposta (EOR) da Prio, seja para atuar na execução das ações táticas ou no seu planejamento.

**Quadro 17 – Atribuições e responsabilidades comuns dos membros da Estrutura Organizacional de Resposta da Prio.**

<b>RESPONSABILIDADES COMUNS DOS MEMBROS DA EOR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rever a documentação de ICS e ler as atribuições, responsabilidades e limites de competência de sua função assim que acionado;</li> <li>• Check-in no posto de comando ou local designado pelo Comandante do Incidente ou seu superior no momento do acionamento;</li> <li>• Participar de reunião inicial ou obter briefing inicial sobre o incidente;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e respeitar as orientações de segurança;</li> <li>• Reportar condições inseguras ao seu superior direto ou ao Oficial de Segurança;</li> <li>• Garantir que tem em mãos toda a documentação necessária: planos, procedimento, formulários ICS (incluindo o ICS214a – Log Individual), etc;</li> <li>• Solicitar recursos (humanos e materiais) necessários para sua atuação, quando aplicável;</li> <li>• Seguir as diretrizes dispostas no Procedimento de Gestão de Emergências da Prio e neste Plano de Emergência Individual – PEI;</li> <li>• Responsabilizar-se por suas ações e de seus subordinados, quando aplicável;</li> <li>• Manter-se informado e informar status das ações de resposta, garantindo uma comunicação integrada da equipe;</li> <li>• Manter o seu superior informado em relação ao andamento das ações sob sua responsabilidade, assessorando-o na tomada de decisões;</li> <li>• Participar de reuniões, quando solicitado;</li> <li>• Manter registro das ações de resposta referentes ao seu nível de atuação;</li> <li>• Preparar relatório de transição verbal ou escrita para transferência de comando/passagem de serviço, sempre que aplicável;</li> <li>• Usar texto claro, fatos e terminologia do ICS em todas as comunicações;</li> <li>• Responder as diretrizes de desmobilização e repassá-las a seus subordinados, quando aplicável.</li> </ul>

### **IV.1.2. Tempo Máximo Estimado de Mobilização**

As equipes envolvidas na resposta inicial nas Unidades Marítimas atuam em turno de revezamento e em sobreaviso, sendo mobilizadas imediatamente em caso de emergência.

### **IV.1.3. Medidas de Segurança e Proibições para Atuação da EOR**

Visto que emergências se caracterizam por seu ambiente de pressão e estresse, a avaliação dos riscos de segurança operacional associados as ações de resposta, tal como a definição de medidas de segurança, configuram-se como atividade essencial e prioritária pela Estrutura Organizacional de Resposta.

Nenhuma resposta operacional deverá ser iniciada sem prévia observação, por profissional de segurança capacitado, dos riscos envolvidos no cenário acidental (ex.: possíveis fontes energizadas ou de ignição; atmosfera tóxica, outros).

Além disso, a depender do cenário acidental, deverão ser prontamente paralisadas todas as operações da unidade envolvida no incidente, estando as mesmas proibidas até que haja controle da emergência.

A liberação para retomada das atividades só ocorrerá quando formalmente comunicada pelo responsável maior da resposta a emergência (o Comandante do Incidente – IC).

## **IV.2. SISTEMA DE ALERTA DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO**

### **IV.2.1. Da Unidade Marítima**

#### **IV.2.1.1. Alerta Visual**

A equipe de operação das Unidades Marítimas tem como atribuição a inspeção e supervisão dos sistemas e equipamentos e a observação do mar em torno da instalação com o objetivo de detectar possíveis vazamentos de óleo. Caso seja verificado algum vazamento, o observador deve informar a sala de controle.

Adicionalmente, todas as demais pessoas são orientadas a informar à sala de controle sobre qualquer indício de derramamento de óleo.

#### **IV.2.1.2. Alerta por instrumentos**

Todas as informações de pressão, temperatura, vazão, nível, posição de válvulas (aberta/fechada) referentes aos vasos, separadores, tanques, linhas de transferência, bombas e tubulações são obtidas por meio de instrumentos instalados no campo e enviadas para o sistema supervisor da Unidade Marítima, sendo visualizadas na sala de controle. A comparação

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

instantânea entre as variáveis medidas e os limites pré-estabelecidos permite identificar possíveis vazamentos e a ação imediata de controle e comunicação do incidente.

#### IV.2.2. Fora da Unidade Marítima

O sistema de alerta fora das Unidades Marítimas, para identificação de incidentes de poluição por óleo é composto:

- Pelas informações repassadas pelos tripulantes de outras Unidades Marítimas no entorno;
- Pelas informações repassadas pelos tripulantes das aeronaves a serviço da Prio ou de outras empresas;
- Pelas informações repassadas pelos tripulantes das embarcações a serviço da Prio ou de outras empresas;
- Pela análise das informações do sistema de detecção e monitoramento automático de mancha de óleo, composto por radar OSD (Oil Spill Detection) e câmeras (luz visível e infra-vermelho) disposto a bordo das embarcações de prontidão e apoio que prestam serviço para Prio;
- Pela análise de imagens de satélite (RADARSAT-2) adquiridas mensalmente: seis imagens mensais, sem dia fixo.

Os comandantes de embarcações e aeronaves, a serviço da Prio, estão orientados a comunicar qualquer anomalia na superfície do mar à sala de rádio da Unidade Marítima Prio mais próxima do evento anormal. Essa informação é transmitida pelo operador da sala de rádio ao OIM.

Havendo a confirmação de uma anomalia, ou uma suspeita de difícil confirmação, a informação é transmitida pelo OIM, ao Company Man e posteriormente ao Comandante do Incidente do PEVO-PRIO, por meio da Central de Emergência.

##### IV.2.2.1. TCMS – Tactical Collaboration Management System

A ferramenta TCMS está instalada a bordo das embarcações que compõe a frota da empresa, sendo que:

- Embarcação da frota: radar OSD, uma câmera de luz visível e infra-vermelho e estação de trabalho do TCMS

As informações fornecidas pelo sistema, são monitoradas 24x7, em tempo real, pelo centro de operações da instalado em empresa especializada, com time treinado e capacitado e pelo IMT Prio, valendo-se da estação de trabalho instalada no escritório.

Em caso de incidente envolvendo vazamento de óleo no mar, um técnico especializado na ferramenta será solicitado para integrar a IMT Prio e auxiliar na Seção de Operações.

#### IV.2.2.2. Imagens de satélite

Para o monitoramento de manchas de óleo por imagem de satélite, a Prio possui contrato de serviço de prontidão emergencial com empresa técnica capacitada.

As imagens são adquiridas pelo satélite RADARSAT-2 (opera na Banda C, com a maioria das imagens com polarização dupla VV+VH e resolução radiométrica de 16 bit), são tratadas e, posteriormente, analisadas estrategicamente pelo IMT da Prio.

### IV.3. COMUNICAÇÃO DO INCIDENTE

#### IV.3.1. Interna à Unidade Marítima

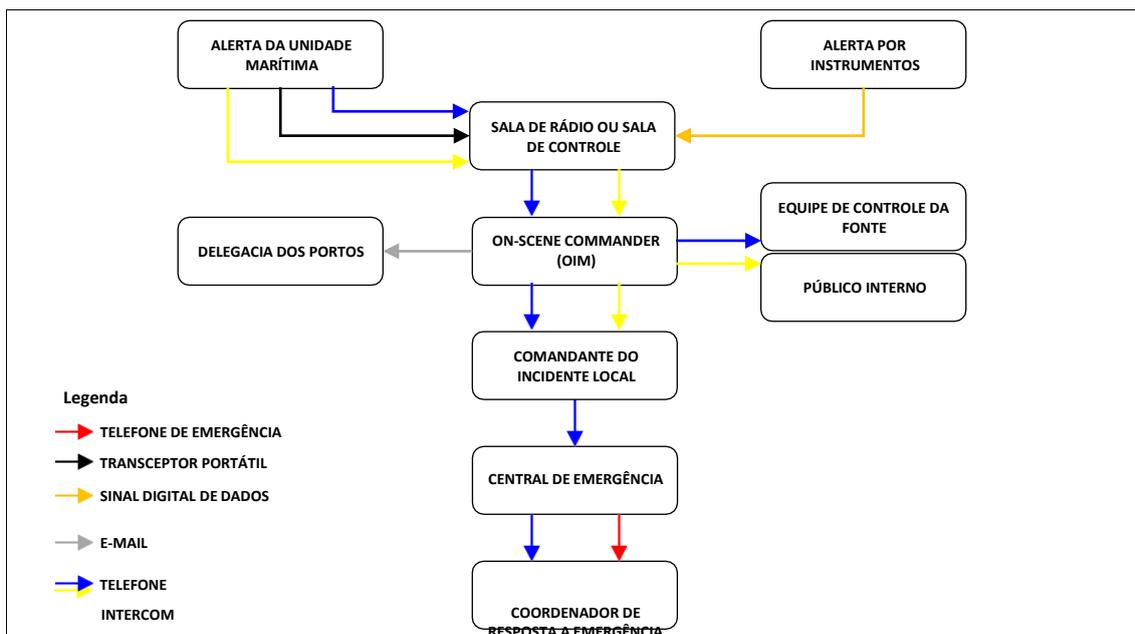
Qualquer incidente de vazamento de óleo deve ser informado ao *On-Scene Commander (O/SC)* ou Comandante do Incidente local pelo(s) operadores de rádio ou operador(es) da sala de controle.

O pessoal embarcado na Unidade Marítima é informado da ocorrência de incidente de poluição por óleo através do acionamento do alarme geral de emergência (sinal sonoro intermitente).

Dependendo das características e da magnitude do incidente, o *On-Scene Commander (O/SC)* ou Comandante do Incidente local pode optar por alertar a tripulação, ou parte dela, através do sistema de comunicação pública (*intercom*) ou por telefone, sem o acionamento do alarme geral. O conteúdo da mensagem pelo sistema de comunicação pública deve ter o conteúdo abaixo (modelo):

*“ATENÇÃO! ESTAMOS EM EMERGÊNCIA DEVIDO A INCIDENTE DE POLUIÇÃO POR ÓLEO OCORRIDO NO (citar o local). EQUIPES DE CONTROLE DE FONTE E DE CONTROLE DE IMPACTOS DIRIJAM-SE AOS SEUS POSTOS. PESSOAL NÃO ENVOLVIDO NO CONTROLE AFASTE-SE DO LOCAL E PERMANEÇA EM LOCAL SEGURO”.*

A Figura 4 apresenta o fluxograma de comunicações interno a Unidade Marítima.



**Figura 4 – Fluxograma comunicação interno a unidade marítima.**

### IV.3.2. À Estrutura Organizacional de Resposta do PEVO-PRIO

A comunicação inicial do incidente à Estrutura Organizacional de Resposta do PEVO-PRIO é feita imediatamente por meio da **Central de Emergência, pelo telefone (21) 3550-5800, (21) 99999-8787 ou 0800 718 8800**. Esta comunicação deve ser, se possível, confirmada via e-mail utilizando o formulário do **Anexo IV**.

A comunicação inicial deve conter, se possível:

1. Origem da comunicação;
2. Nome da pessoa que está informando;
3. Data e hora estimadas do incidente ou da primeira observação;
4. Tipo e volume estimado de produto derramado a bordo e no mar;
5. Descrição do incidente e a causa provável;
6. Situação atual da descarga do óleo (se já foi interrompida ou não);
7. Ações iniciais que foram tomadas;
8. Condições de vento (sentido e intensidade) e mar (incluindo sentido e Intensidade da corrente);
9. Necessidade de acionamento do PEVO-PRIO.

A Central de Emergência comunica o incidente ao Coordenador de Emergência, que, de comum acordo com o Comandante do Incidente local, pode ativar o Comandante do Incidente do PEVO-PRIO. As comunicações aos demais membros da Estrutura Organizacional de Resposta - EOR são descritas no PEVO-PRIO.

#### IV.3.3. Aos Órgãos Governamentais

A comunicação às instituições oficiais (a princípio IBAMA, ANP e DPC) é atribuição do Comandante do Incidente do ativo, com o auxílio do Chefe da Seção de Planejamento, exceto a comunicação inicial a DPC – Diretoria de Portos e Costa (Marinha) das UMs contratadas, que neste caso é de responsabilidade da empresa responsável. Caso o IMT não seja ativado, mas seja requerida esta comunicação, são utilizados os recursos do time de SMS, dentro da estrutura funcional da empresa.

As seguintes instituições devem ser comunicadas imediatamente qualquer que seja o volume derramado, a qualquer hora do dia ou da noite e em qualquer dia da semana, por meio do canal apropriado, podendo ser webpage, telefone e/ou e-mail:

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA – prioritariamente via SIEMA
- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – via prioritariamente SISO
- Delegacia da Capitania dos Portos – prioritariamente via e-mail ou telefone

Os formulários utilizados para a comunicação aos órgãos governamentais são apresentados no **Anexo IV**. O **Anexo V** apresenta a relação de telefones úteis para a realização das comunicações aos Órgãos Governamentais.

#### IV.4. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DE RESPOSTA

A unidade marítima está equipada com materiais de resposta a bordo que compõem kits SOPEP e que se destinam à utilização em incidentes (pequenos derramamentos operacionais) na área física da unidade.

O **Anexo VI** apresenta o descritivo e a localização dos kits SOPEP a bordo da Unidade Marítima.

Equipamentos e materiais de resposta para incidentes que ultrapassem os limites das unidades marítimas, bem como o memorial de cálculo do seu dimensionamento, estão descritos no **PEVO-PRIO**. Cabe ressaltar que o **PEVO-PRIO** prevê um incremento da capacidade de resposta para a realização da atividade de perfuração objeto deste PEI.

**IV.5. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE RESPOSTA**

**IV.5.1. Procedimento para Interrupção da descarga de óleo**

As ações a serem executadas para promover a interrupção da descarga de óleo para as hipóteses acidentais identificadas estão descritas no *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP)*. Desta forma, após receber o alerta de derramamento de óleo, o On-Scene Commander (O/SC) deve imediatamente ativar o SOPEP. Os Procedimentos para a Interrupção da Descarga de Óleo a bordo da unidade marítima são descritos no **Quadro 18**, a seguir.

**Quadro 18 – Procedimentos de interrupção da descarga de óleo.**

Hipóteses Acidentais	Procedimento Operacional
Vazamento ou Ruptura de vasos, linhas, mangotes, bombas, válvulas e outros acessórios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador da área, integrante da Equipe de Parada de Emergência, identifica o local e a fonte do derramamento;</li> <li>• Operador da área, integrante da Equipe de Parada de Emergência, verifica o fechamento dos drenos dos conveses das áreas afetadas;</li> <li>• No caso de vazamento em tubulação ou válvula, Operador da área, integrante da Equipe de Parada de Emergência, interrompe a movimentação de óleo na linha avariada, realiza os bloqueios necessários e efetua a drenagem da linha para local seguro;</li> <li>• No caso de vazamento em tanque, Operador da área, integrante da Equipe de Parada de Emergência, procede à transferência do óleo para tanques não avariados visando reduzir o volume disponível para vazamento;</li> <li>• Equipe de manutenção realiza avaliação dos danos e efetua os reparos emergenciais possíveis.</li> </ul>
Derramamento ou vazamento dos tanques de óleo diesel ou lubrificante por perda de estabilidade da Unidade devido a colisão com embarcação de apoio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador da área, integrante da Equipe de Parada de Emergência, procede à transferência do óleo para tanques não avariados visando reduzir o volume disponível para vazamento.</li> </ul>
Vazamento ou Ruptura de vasos, linhas, mangotes, bombas, válvulas e outros acessórios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador da embarcação de apoio interrompe a transferência de óleo diesel para a UM, realiza os bloqueios necessários e efetua a drenagem do mangote para local seguro.</li> </ul>

**IV.5.2. Procedimento para Contenção e Recolhimento do Óleo Derramado**

A contenção do óleo derramado na Unidade Marítima é realizada pela Equipe de Controle de

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

Impactos. Deverá ser feita utilizando barreiras, mantas absorventes, areia e/ou estopa. Após a contenção, o óleo deverá ser recolhido utilizando-se pás ou outro meio apropriado para o estado do resíduo e seu armazenamento deverá ser feito em tambores de 200 litros para posterior disposição final atendendo a legislação aplicável. O material necessário para a realização das ações está disponível nos kits SOPEP das instalações.

Os procedimentos para contenção e recolhimento do óleo derramado que ultrapassem os limites das unidades marítimas estão descritos no PEVO-PRIO.

#### **IV.5.3. Procedimento Deslocamento dos recursos**

O deslocamento dos recursos é realizado pela própria Divisão / Brigada de Combate a Vazamentos podendo ter auxílio de membros das demais divisões / brigadas ou da tripulação de forma manual, por carrinho, guinchos, guindastes etc. Toda movimentação de cargas deve passar por avaliação de risco da tarefa.

#### **IV.5.4. Procedimento para Coleta e Disposição dos Resíduos Gerados**

A Equipe de Controle de Impacto realizará as seguintes ações:

- Identificar os tambores, com indicação do conteúdo;
- Providenciar o armazenamento temporário dos tambores a bordo da Unidade Marítima em local seco, coberto, sobre pallets e identificado;
- Providenciar o desembarque dos tambores.

O transporte e a disposição final dos resíduos serão realizados conforme procedimentos estabelecidos no Projeto de Controle da Poluição.

#### **IV.5.5. Procedimentos apresentados no PEVO-PRIO**

- Procedimento para contenção do derramamento do óleo (além dos limites da unidade marítima);
- Procedimento para recolhimento do óleo derramado (além dos limites das unidades marítimas);
- Procedimento para proteção de áreas vulneráveis;
- Plano para monitoramento de mancha de óleo derramado;
- Procedimento para dispersão mecânica e química do óleo derramado;
- Procedimento para limpeza de áreas atingidas (além dos limites das unidades marítimas)

---

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

- Procedimento para coleta e disposição de resíduos gerados (além das unidades marítimas);
- Procedimento para deslocamento de recursos (além dos limites das unidades marítimas);
- Procedimento para obtenção e atualização de informações relevantes;
- Procedimentos para registro das ações de resposta;
- Proteção para proteção das populações; e
- Procedimento para proteção da fauna.

## V. ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES

### V.1. CRITÉRIOS PARA DECISÃO QUANTO AO ENCERRAMENTO DAS OPERAÇÕES

Somente o Comandante do Incidente local ou o *On-Scene Commander (O/SC)*, tem autoridade para determinar o encerramento das ações de resposta a bordo das unidades marítimas. Para que isto ocorra, é necessária a confirmação por parte dos Líderes das Forças Táticas de que cada etapa prevista no plano foi cumprida, dentre os critérios possíveis estão o encerramento do derramamento e a transferência dos resíduos recolhidos para o local de armazenamento previsto.

O encerramento das ações de resposta em incidentes que ultrapassaram os limites das unidades marítimas é de responsabilidade do Comandante do Incidente descrito no PEVO-PRIO.

### V.2. PROCEDIMENTOS PARA DESMOBILIZAÇÃO DO PESSOAL, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS EMPREGADOS NAS AÇÕES DE RESPOSTA

A desmobilização do pessoal envolvido nas operações de resposta será orientada pelo Comandante do Incidente local ou o *On-Scene Commander*, sendo, também, prevista a limpeza / descontaminação dos equipamentos e materiais utilizados. O descarte de equipamentos e materiais contaminados, caso necessário, deverá ocorrer conforme o procedimento para coleta e disposição de resíduos gerados.

Tais procedimentos serão executados após a decisão pelo encerramento das ações de resposta.

#### V.2.1. Procedimentos para definição de ações suplementares

O Comandante do Incidente local ou o *On-Scene Commander*, convoca os integrantes das equipes para avaliação de desempenho e da efetividade das ações de resposta à emergência a bordo. No prazo de até 20 dias após o término das ações de resposta deverá ser elaborado um relatório final de desempenho do PEI com foco nestas ações. Com base em tal relatório deverá

---

*A atualização deste documento é garantida apenas através do Sistema Online. Cópia Controlada é indicada através de carimbo, do contrário, qualquer cópia em papel é considerada como exemplar Não Controlado, podendo ser consultado em situação específica. Caso este documento seja aplicado para alguma atividade, solicitar Cópia Controlada a Área de Controle de Documentos.*

ser avaliada a necessidade de revisão do PEI.

O relatório final de desempenho do PEI deve conter os seguintes itens:

- Descrição do evento acidental;
- Recursos humanos e materiais utilizados na resposta;
- Descrição das ações de resposta, desde a confirmação do vazamento até a desmobilização dos recursos, devendo ser apresentada a sua cronologia;
- Pontos fortes identificados;
- Oportunidades de melhorias identificadas com respectivo Plano de Ação para implementação;
- Registro fotográfico do evento acidental e sua resposta.

## VI. TREINAMENTO DE PESSOAL E EXERCÍCIO DE RESPOSTA

### VI.1. TREINAMENTO DE PESSOAL

Os **Quadros 19 a 21** apresentam o conteúdo programático e a carga horária para o treinamento das pessoas que integram a EOR deste PEI.

Em caso de substituição, o novo integrante só assumirá sua função após ter realizado este treinamento.

#### **Quadro 19 – Conteúdo Programático do treinamento no PEI.**

TREINAMENTO NO PLANO DE EMERGÊNCIA INDIVIDUAL – PEI	
Objetivo	Levar ao conhecimento dos integrantes da Coordenação no Local da Emergência as responsabilidades e procedimentos a serem desencadeados imediatamente após um incidente de poluição por óleo.
Pré-requisito	Nenhum
Carga Horária	1 h

Reciclagem	Anual ou quando da revisão do Plano de Emergência Individual
<b>Conteúdo Programático</b>	
<p>Procedimentos de alerta;</p> <p>Procedimentos de comunicação do incidente;</p> <p>Acionamento da EOR;</p> <p>Procedimentos operacionais de resposta:</p> <p>Interrupção da descarga de óleo;</p> <p>Contenção e recolhimento do óleo derramado – Kit SOPEP;</p> <p>Coleta e disposição dos resíduos gerados;</p> <p>Registro das ações de resposta.</p> <p>Encerramento das Ações de Resposta a bordo;</p> <p>Principais ações de resposta (noções) e sua influência para a Unidade</p> <p>Exercícios de resposta</p>	

**Quadro 20 – Conteúdo programático do treinamento ICS 100.**

<b>TREINAMENTO ICS 100</b>	
Objetivo	Introduzir os conceitos do ICS.
Pré-requisito	Nenhum
Carga Horária	2 h
Reciclagem	Não aplicável
<b>Conteúdo Programático</b>	
<p>Histórico do ICS</p> <p>Características e princípios do ICS</p> <p>Estrutura Organizacional do ICS</p>	

**Quadro 21 – Conteúdo programático do treinamento ICS 200.**

TREINAMENTO ICS 200	
Objetivo	Explicar o uso do ICS na resposta inicial
Pré-requisito	ICS 100
Carga Horária	4 h
Reciclagem	Não aplicável
Conteúdo Programático	
<p>Comando: Comandante do Incidente e Comando Unificado</p> <p>Processo de delegação de autoridade</p> <p>Gestão por objetivos</p> <p>Planos de resposta</p> <p>Estrutura do ICS: Equipe de Comando e Equipe de Gestão</p> <p>Ferramentas do ICS (Nomenclatura, formulários, organização modular e flexível)</p> <p>Descrição dos briefings e reuniões</p> <p>Procedimentos de transferência de comando</p> <p>Uso do ICS na gestão de um incidente</p>	

**VI.2. EXERCÍCIOS DE RESPOSTA**

A bordo das unidades marítimas são realizados exercícios de resposta a cada 6 meses, podendo ser exercícios de comunicação, de planejamento, de mobilização de recursos ou completos.

Os exercícios de resposta poderão contemplar um ou mais dos procedimentos previstos neste PEI. Para o planejamento e coordenação do exercício deverá ser designado um Coordenador do Simulado. Ao final do exercício, o coordenador do simulado deverá elaborar um relatório contemplando os seguintes itens:

- Objetivo;
- Cenário acidental simulado;
- Recursos humanos e materiais utilizados;
- Procedimento(s) de resposta simulado(s);

- Pontos fortes identificados;
- Oportunidades de melhoria identificadas com respectivo plano de ação para implementação;
- Registro fotográfico do exercício de resposta.

## VII. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

### VII.1. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA ELABORAÇÃO DO PLANO

Relacionamos a seguir a equipe que participou da elaboração deste documento:

Nome	Empresa	Cadastro Técnico Federal - CTF	Responsável pelas seções	Assinatura
Leandro Bassi	Prio	6216220	Todas	

### VII.2. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO

O Responsável Técnico pela execução deste Plano é Francisco Francilmar – Diretor de Operações da Prio.

## VIII. 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,

duto, 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.

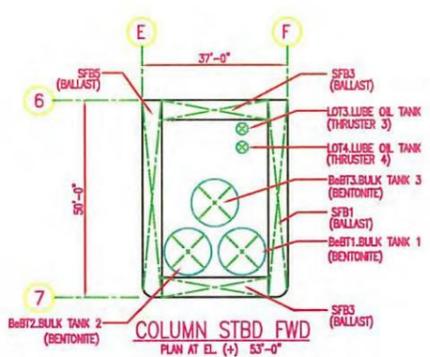
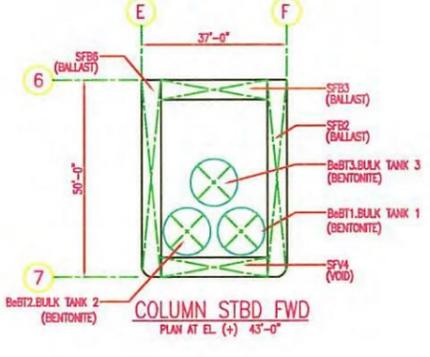
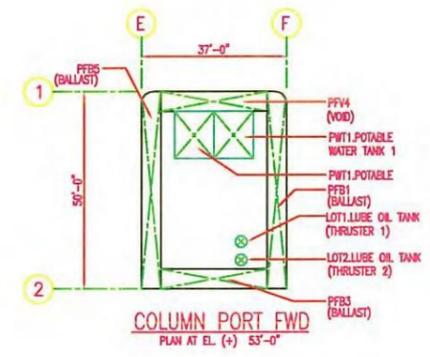
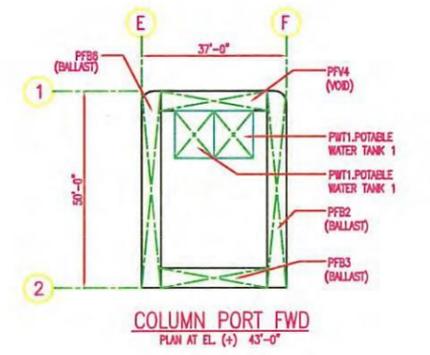
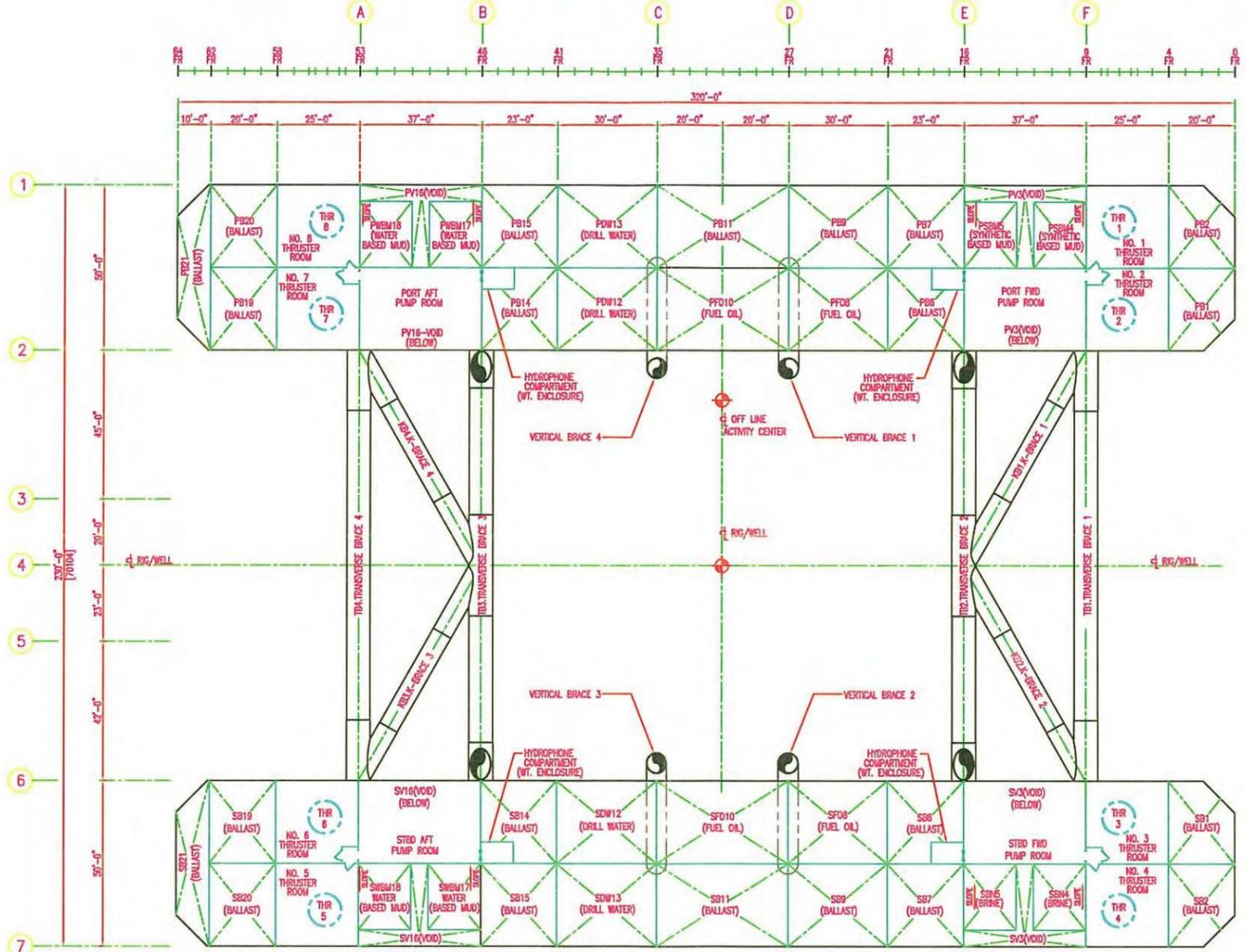
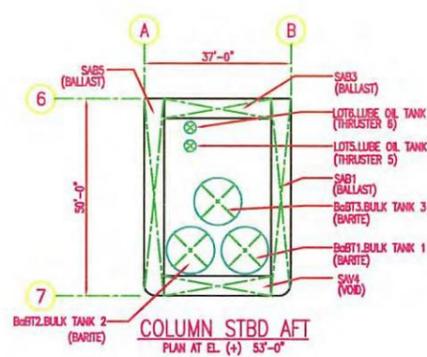
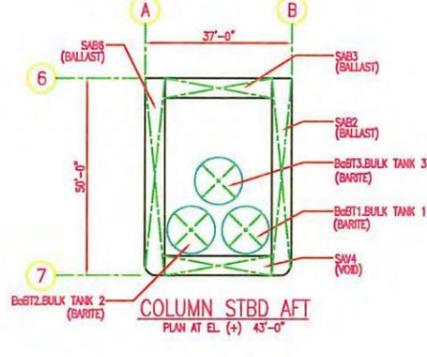
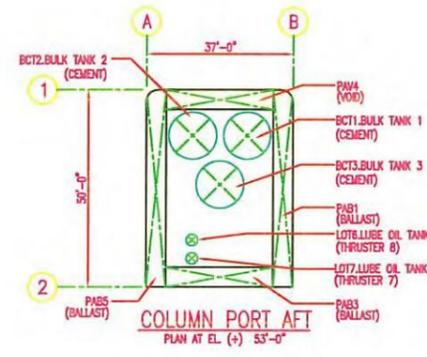
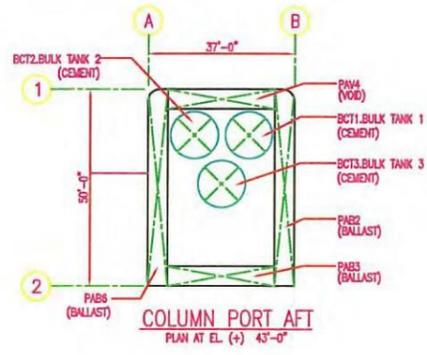
BRASIL. Resolução CONAMA nº 472, de 27 de novembro de 2015. Dispõe sobre o uso de dispersantes químicos em incidentes de poluição por óleo no mar. Publicada no **Diário Oficial da União** nº 235, de 09 de dezembro de 2015, Seção 1, páginas 117-119.

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

		<b>Planos de Arranjo Geral – Anexo I do PEI Norbe VI</b> <b>Plataforma Norbe VI - Campo de Wahoo</b>			
<b>Controle de Documentos</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Area</b>	<b>Tipo do Documento</b>	<b>Iniciais</b>	<b>Código</b>
	Norbe VI	SSO	Plano	PLN	PRIO05-SSO-PLN-0001

CONTROLE DE REVISÃO					
Empresa Emissora: Não se aplica			Codificação do Documento da Empresa Emissora: Não se aplica		
VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR	REVISOR	APROVADOR
00	06/2021	Original	Bernardo Oliveira	Gustavo Xavier	Fernanda Otero

Responsável Técnico: *Leandro A. B. Alves*



**WORK IN PROGRESS**  
DATE: 11/JULY/2010

REV.	ISSUED DATE	REASON FOR ISSUE	DRAWN BY	CHK'D BY	APPR. 1	APPR. 2	CLIENT APPR.
A1	-	-	-	-	-	-	-

REFERENCE DRAWINGS	

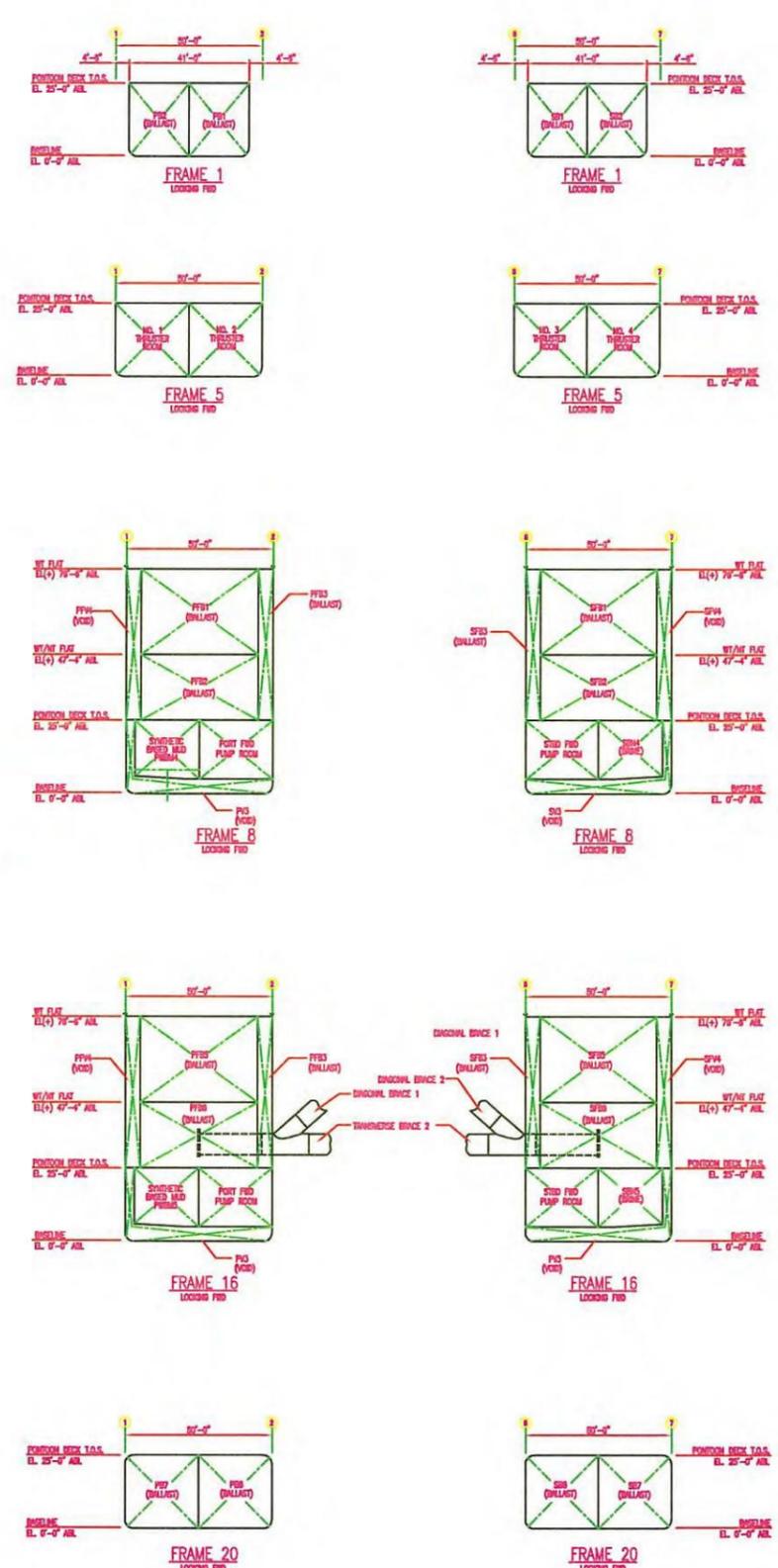
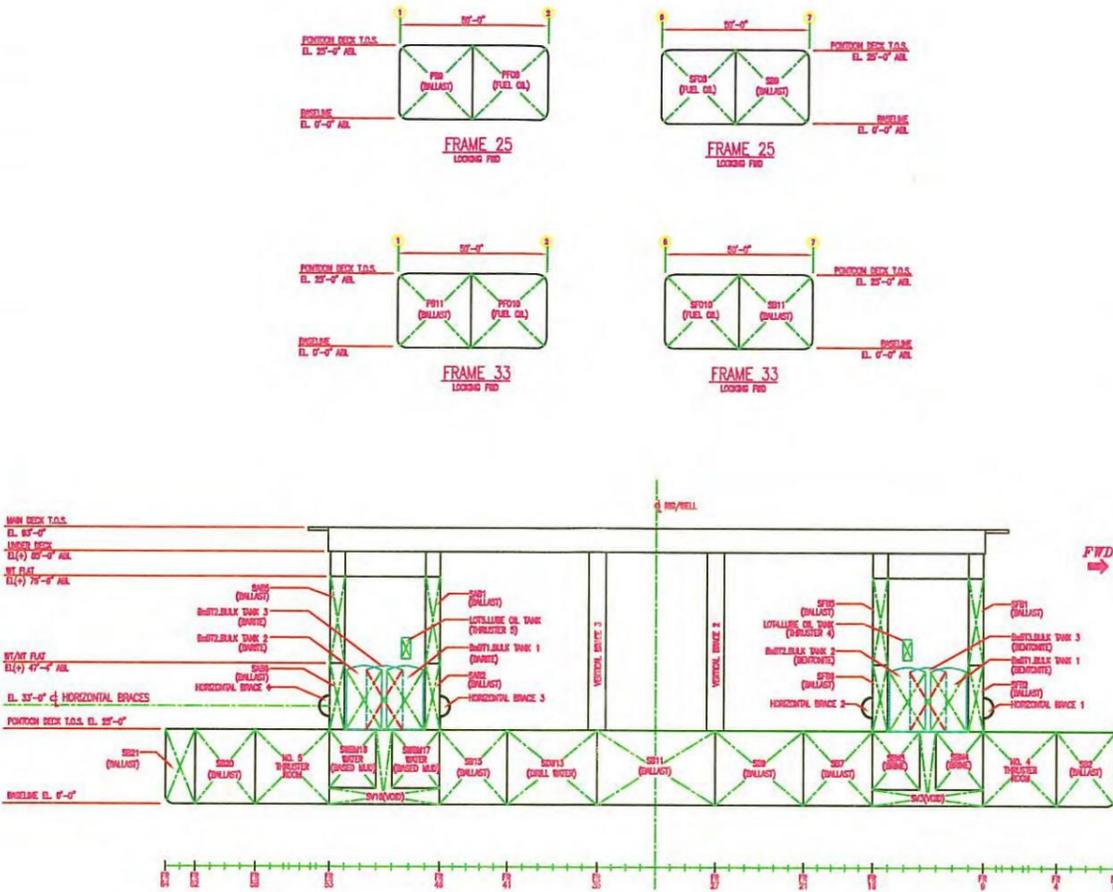
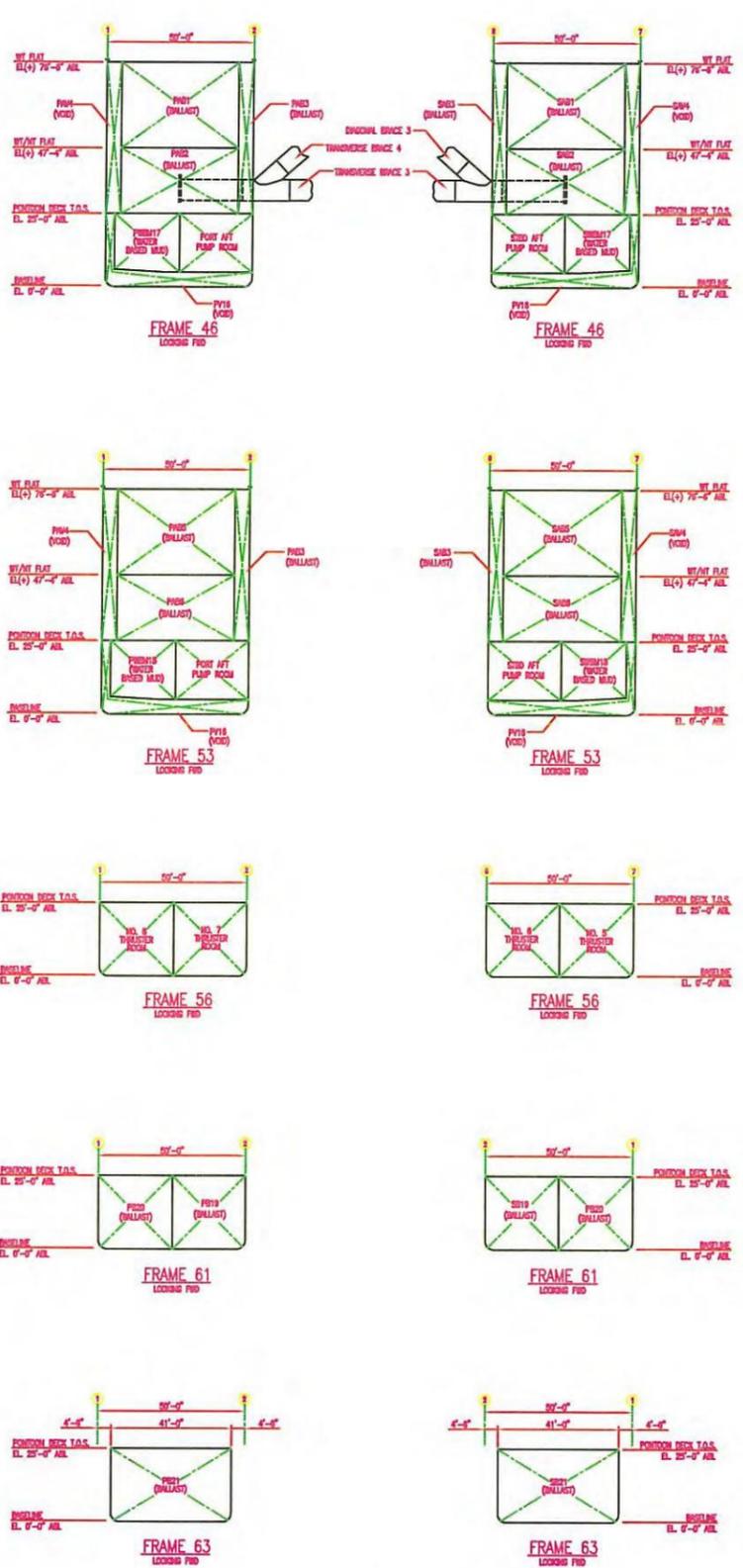
This document and the information disclosed herein are the property of SBM OFFSHORE SYSTEMS Houston, Texas, U.S.A. and are not to be reproduced or used to furnish any information for making drawings or reports except where provided by written agreement with SBM OFFSHORE SYSTEMS.



**CAPACITY PLAN**  
**PONTOON / COLUMN**  
**PLAN VIEW**

TDS2000			
JOB NO: 06-044	PROJECT NO: SD 17530	CLIENT REF NO: -	REV: -
GMI DWG NO: -	SCALE: 1/16"=1'-0"	FORMAT: D1	REV: -
DRAWING NO: DNH01505	SCALE: 1/16"=1'-0"	FORMAT: D1	REV: C1

Responsável Técnico: *Leandro A. B. Alves*



**WORK IN PROGRESS**  
DATE: 11/JULY/2010

REV.	ISSUED DATE	REASON FOR ISSUE	DRAWN BY	CHK'D BY	APPR. 1	APPR. 2	CLIENT APPR.
A1	-	-	-	-	-	-	-

REFERENCE DRAWINGS	


This document and the information disclosed herein are the property of SBM OFFSHORE SYSTEMS, Houston, Texas, U.S.A. and are not to be reproduced or used to furnish any information for making of drawings or apparatus except where provided by written agreement with SBM OFFSHORE SYSTEMS.

**CAPACITY PLAN  
PONTON / COLUMN  
SECTIONS**

TDS2000	
JOB NO: 05-044	PROJECT NO: SO 17530
CLIENT REF NO: -	REV: -
SMI DRG NO: -	REV: -
SHT: 1	SCALE: 1/16"=1'-0"
DRAWING NO: DNHO1506	FORMAT: D1
	REV: C1

Responsável Técnico: *Leandro A. B. Alves*



## Anexo II

# Modelagem de Óleo

00	06/2021	Original			Bernardo Oliveira	Gustavo Xavier	Fernanda Othero Tendrih	
VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO				AUTOR	REVISOR	APROVADOR
Controle de Documento	Projeto	Área	Tipo	Sigla	Nº	Nº do Documento		
	Norbe VI	HSE	Plano	PLN	NA	NA		

Responsável Técnico: *Leandro A. B. Alves*



# Modelagem de Derrames de Óleo para o Campo de Frade

Bacia de Campos

Petrório S.A.



20066-000-MOG-RL003-0  
Fevereiro, 2021

Responsável Técnico: *Leandro A. B. Alves*

# Modelagem de Derrames de Óleo para o Campo de Frade

## Bacia de Campos

20066-000-MOG-RL003-0  
Fevereiro/2021

APRESENTADO PARA

APRESENTADO POR

### Petrório S.A.

Rio de Janeiro – RJ  
www.petroriosa.com.br

### Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.

São Paulo – SP  
www.tetrattech.com

### Tipos de Emissão

EI – Emissão Inicial    PC – Para Comentários    EF – Emissão Final    CA – Cancelado    PI – Para Informação

Revisão	Tipo de Emissão	Descrição	Data
0	PC	Para Comentários	01/04/2020
A	PC	Para Comentários	08/04/2020
B	EI	Revisão em atendimento ao Parecer Técnico nº 238/2020-COEXP/CGMAC/DILIC	23/10/2020
0	PC	Atualização do volume da hipótese acidental de <i>blowout</i> do poço, em continuação ao Relatório Técnico 18028-0000-MOG-RL001-B, com inclusão do corte de concentrações.	05/02/2021

### Responsáveis pelo Relatório

Elaborador	Verificador	Aprovador
Pedro F. M. Sarmiento	Andrea Gallo Xavier	Ana Carolina Lammardo

A Tetra Tech é responsável pelo conteúdo deste 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.

## SUMÁRIO EXECUTIVO

<b>Geral</b>	Modelagem de derrames de óleo no Campo de Frade, localizado na Bacia de Campos.
<b>Objetivos</b>	Fornecer subsídios à PETRORIO para a elaboração do Plano de Emergência Individual (PEI) do Campo de Frade, considerando quatro volumes de vazamento (pequeno, médio, pior caso para afundamento de FPSO e pior caso para <i>blowout</i> de poço).
<b>Área de Estudo</b>	FPSO Frade e Poço ODP4, ambos localizados no Campo de Frade, Bacia de Campos.
<b>Método</b>	<p>O sistema de modelos OSCAR (<i>Oil Spill Contingency and Response</i>) foi utilizado para definir a área potencialmente atingida por derrames de óleo. O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região foi obtido a partir do modelo global MERCATOR (<i>Mercator Ocean International</i>) e o campo de ventos proveniente de dados de reanálise de modelo meteorológico CFSR (<i>Climate Forecast System Reanalysis</i>).</p> <p>As simulações foram conduzidas para um ano de base hidrodinâmica (dois períodos de seis meses – primavera/verão e outono/inverno), com o objetivo de determinar a probabilidade de presença, tempo de deslocamento e massa máxima de óleo na costa. Foram consideradas três classes de derrame, como definido na Resolução do CONAMA nº 398/08, a partir da posição do FPSO Frade: pequeno (8,0 m<sup>3</sup>), médio (200,0 m<sup>3</sup>) e pior caso (258.304,99 m<sup>3</sup>, derramados ao longo de 24 horas, correspondente ao afundamento da Unidade). Adicionalmente, para a posição do Poço ODP4, simulou-se o vazamento de pior caso de 47.700,0 m<sup>3</sup>, ao longo de 30 dias (correspondente ao <i>blowout</i> do Poço). Todos os cenários foram simulados por 30 dias após o final do vazamento, considerando a espessura mínima de 300 nm na superfície do mar.</p>
<b>Resultados</b>	<p>O campo de correntes tridimensional apresentou uma boa validação através da comparação com os dados de correntes superficiais medidos pela PETRORIO no local e dados de elevação da FEMAR, representando o comportamento das condições oceanográficas de forma extremamente satisfatória na região do Campo de Frade.</p> <p>Com relação à modelagem de derrame de óleo, os resultados mostraram que somente os cenário da hipótese acidental de volume pequeno não apresentaram toque de óleo na costa, considerando o corte de espessuras de 300 nm.</p> <p>Os cenários do período de outono-inverno apresentaram os resultados mais críticos para o menor tempo de toque e maior probabilidade de óleo na costa. O menor tempo de toque foi verificado na simulação da hipótese acidental de pior caso</p>

associada ao afundamento do FPSO Frade, com o primeiro toque na costa ocorrendo em 132 horas na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), enquanto a maior probabilidade de toque na costa (81,9%), também na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), foi resultado da hipótese acidental de *blowout* do poço ODP 4.

## ÍNDICE

### Página

1.	INTRODUÇÃO.....	22
1.1.	ÁREA DE ESTUDO .....	24
2.	ANÁLISE DE DADOS .....	30
2.1.	VENTOS.....	32
2.2.	ELEVAÇÃO .....	34
2.3.	CORRENTES .....	37
2.3.1.	Dados Primários – Boia Meteo-Oceanográfica .....	37
2.3.2.	Dados Derivadores GDP/NOAA - Lumpkin & Garraffo.....	49
2.4.	TEMPERATURA E SALINIDADE .....	52
3.	MODELAGEM HIDRODINÂMICA.....	55
3.1.	DESCRIÇÃO DA MODELAGEM HIDRODINÂMICA.....	55
3.2.	AVALIAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO.....	57
3.2.1.	Elevação.....	58
3.2.2.	Correntes.....	60
3.2.2.1.	Dados Primários – Bóia Meteo-Oceanográfica.....	60
3.2.2.2.	Dados Derivadores GDP/NOAA - Lumpkin & Garraffo .....	66
3.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
4.	MODELAGEM DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE ÓLEO .....	71
4.1.	DADOS DE ENTRADA .....	71
4.1.1.	Pontos de Modelagem e Volumes de Derrame.....	73
4.1.2.	Campos de Corrente .....	74
4.1.3.	Campos de Vento .....	74
4.1.4.	Perfil de Salinidade e Temperatura.....	74
4.1.5.	Domínio Modelado e Batimetria.....	74
4.1.6.	Tipos de Costa .....	78
4.1.7.	Características dos Produtos Utilizados.....	83
4.1.8.	Resumo dos Cenários Simulados.....	86

4.1.8.1.	Número de Simulações.....	86
4.1.8.2.	Critérios de Parada Adotados nas Simulações .....	87
4.2.	RESULTADOS DA MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO .....	88
4.2.1.	Simulações Probabilísticas .....	89
4.2.1.1.	Simulações Probabilísticas - Volume Pequeno .....	91
4.2.1.2.	Simulações Probabilísticas - Volume Médio.....	98
4.2.1.3.	Simulações Probabilísticas - Volume Pior Caso – FPSO .....	117
4.2.1.4.	Simulações Probabilísticas - Volume Pior Caso - Poço.....	152
4.2.1.5.	Resumo dos Resultados Probabilísticos .....	198
4.2.2.	Simulações Determinísticas Críticas.....	201
4.2.2.1.	Simulações Determinísticas de Menor Tempo .....	202
4.2.2.1.1	Condições Meteorológicas e Oceanográficas – Simulações Determinísticas de Menor Tempo.....	228
4.2.2.2.	Simulações Determinísticas de Maior Massa na Costa.....	234
4.2.2.2.1	Condições Meteorológicas e Oceanográficas – Simulações Determinísticas de Maior Massa na Costa.....	260
4.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	266
5.	EQUIPE TÉCNICA.....	270
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	273

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A</b>	Descrição do Modelo Hidrodinâmico - MERCATOR
<b>Apêndice B</b>	Descrição do Sistema de Modelos OSCAR
<b>Apêndice C</b>	Resumo dos Resultados Probabilísticos para o Toque do Óleo nas Unidades de Conservação

## TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Coordenadas geográficas e lâmina d'água dos pontos de modelagem.....	24
<b>Tabela 2</b> – Resumo dos dados analisados e suas coordenadas geográficas. ....	30
<b>Tabela 3</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 12 m, no inverno (junho a agosto) de 2016. ....	41
<b>Tabela 4</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 102 m, no inverno (junho a agosto) de 2016. ....	41
<b>Tabela 5</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 702 m, no inverno (junho a agosto) de 2016. ....	41
<b>Tabela 6</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 10 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017. ....	44
<b>Tabela 7</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 50 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017. ....	44
<b>Tabela 8</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 100 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017. ....	45
<b>Tabela 9</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 10 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018. ....	48
<b>Tabela 10</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 50 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018. ....	48
<b>Tabela 11</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 100 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018. ....	48
<b>Tabela 12</b> – Classificação para o índice de concordância de Willmott & Wicks. ....	58
<b>Tabela 13</b> – Parâmetros numéricos utilizados como <i>input</i> na modelagem de óleo. ....	72
<b>Tabela 14</b> – Características da grade <i>habitat</i> . ....	74
<b>Tabela 15</b> – Intervalos de profundidades das camadas na coluna d'água da grade habitat dos cenários de derrame de superfície. ....	75
<b>Tabela 16</b> – Intervalos de profundidades das camadas na coluna d'água da grade habitat dos cenários de derrame de fundo. ....	76
<b>Tabela 17</b> – Detalhamento dos ambientes agrupados no MAREM e seu respectivos ISL. ....	79
<b>Tabela 18</b> – Classificação dos tipos de costa do MAREM nos tipos de costa disponíveis no banco de dados do modelo OSCAR. ....	80
<b>Tabela 19</b> – Características do óleo Frade Crude Oil (FPSO). ....	83
<b>Tabela 20</b> – Características do óleo ODP4 (poço). ....	83
<b>Tabela 21</b> – Composição dos óleos Frade Crude Oil e ODP4 no OSCAR, gerada a partir da curva PEV de óleos similares selecionados. ....	84
<b>Tabela 22</b> – Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrame de óleo. ....	86
<b>Tabela 23</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período da primavera-verão. ....	94
<b>Tabela 24</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período de outono-inverno. ....	97
<b>Tabela 25</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período da primavera-verão. ....	107
<b>Tabela 26</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume médio no período da primavera-verão. ....	107
<b>Tabela 27</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período de outono-inverno. ....	115
<b>Tabela 28</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume médio no período de outono-inverno. ....	116
<b>Tabela 29</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período da primavera-verão. ....	128

<b>Tabela 30</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período da primavera-verão. ....	129
<b>Tabela 31</b> - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período da primavera-verão.....	136
<b>Tabela 32</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período de outono-inverno.....	147
<b>Tabela 33</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período de outono-inverno. ....	147
<b>Tabela 34</b> - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de pior caso de afundamento FPSO Frade no período da primavera-verão. ....	152
<b>Tabela 35</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento de <i>blowout</i> do poço ODP4 no período da primavera-verão. ....	166
<b>Tabela 36</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período da primavera-verão. ....	166
<b>Tabela 37</b> - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período da primavera-verão.....	174
<b>Tabela 38</b> - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4 no período de outono-inverno.....	187
<b>Tabela 39</b> - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período da outono-inverno. ....	187
<b>Tabela 40</b> - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período da outono-inverno.....	198
<b>Tabela 41</b> - Resumo dos resultados probabilísticos mais críticos para o toque do óleo na costa. ....	199
<b>Tabela 42</b> – Menor distância do óleo em relação a costa para os cenários que não apresentaram a chegada do óleo na costa. ....	200
<b>Tabela 43</b> – Percentual de simulações com toque e média do tempo do primeiro toque na costa para as simulações probabilísticas. ....	200
<b>Tabela 44</b> - Resumo dos cenários determinísticos críticos analisados para a seleção do menor tempo de toque na costa.....	202
<b>Tabela 45</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente para o cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . ....	230
<b>Tabela 46</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento para o cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . ....	230
<b>Tabela 47</b> - Resumo dos cenários determinísticos críticos analisados para a seleção do menor tempo de toque na costa.....	234
<b>Tabela 48</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . ....	261
<b>Tabela 49</b> - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . ....	262

## FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização dos pontos de modelagem (FPSO Frade e Poço ODP4) considerados no estudo.....	24
<b>Figura 2</b> - Representação esquemática de alguns padrões dinâmicos relevantes para a circulação do Atlântico Sul.....	25
<b>Figura 3</b> – Representação da circulação no Oceano Atlântico Sul, indicando as seguintes correntes oceânicas: Corrente Circumpolar (CC), Corrente do Atlântico Sul (CAS), Corrente de Benguela (BE), Corrente de Angola (CA), Corrente Sul Equatorial (CSE), Corrente do Brasil (CB) e Corrente das Malvinas (CM).....	26
<b>Figura 4</b> – Padrão de circulação em grande escala dos ventos durante o período de primavera e verão na Bacia de Campos.....	28
<b>Figura 5</b> – Padrão de circulação em grande escala dos ventos durante o período de outono e inverno na Bacia de Campos.....	29
<b>Figura 6</b> – Localização das estações de coleta dos dados de vento, elevação e correntes.....	31
<b>Figura 7</b> – Rosas direcionais dos ventos do CFSv2 representativo da climatologia do Campo de Frade (conjunto de dados de 2011 a 2019) para os períodos sazonais de Primavera-Verão (à esquerda) e Outono-Inverno (à direita).....	33
<b>Figura 8</b> – Rosas direcionais dos ventos do CFSv2 no ano típico selecionado para modelagem de óleo (conjunto de dados de setembro de 2017 a agosto de 2018) para os períodos sazonais de Primavera-Verão (à esquerda) e Outono-Inverno (à direita).....	34
<b>Figura 9</b> - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR Fundeio 2 Norte - Oceânica.....	35
<b>Figura 10</b> - Série temporal de maré obtida através de previsão harmônica para a Estação Fundeio 2 Norte – Oceânica, entre junho de 2016 e fevereiro de 2018.....	37
<b>Figura 11</b> - Stickplot da corrente nas camadas a 12 m, a 102 m e 702 m de profundidade no período de junho a agosto de 2016 (inverno).....	39
<b>Figura 12</b> - Rosas direcionais de corrente em 12 metros, 102 metros e 702 metros, no período de junho a agosto (inverno) de 2016.....	40
<b>Figura 13</b> - Stickplot da corrente nas camadas a 10 m, a 50 m e 100 m de profundidade no período de setembro a novembro de 2017 (primavera).....	42
<b>Figura 14</b> - Rosas direcionais de corrente em 10 metros, 50 metros e 100 metros, no período de junho a agosto (inverno) de 2016.....	43
<b>Figura 15</b> - Stickplot da corrente nas camadas a 10 m, a 50 m e 100 m de profundidade no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 (verão).....	46
<b>Figura 16</b> - Rosas direcionais de corrente em 10 metros, 50 metros e 100 metros, no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 (verão).....	47
<b>Figura 17</b> - Representação da população de derivadores mantidos pelo programa da NOAA, ao todo 1.267 derivadores.....	49
<b>Figura 18</b> - Média da circulação próximo à superfície para o verão (dezembro a fevereiro), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).....	50
<b>Figura 19</b> - Média da circulação próximo à superfície para o outono (março a maio), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).....	51
<b>Figura 20</b> - Média da circulação próximo à superfície para o inverno (junho a agosto), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).....	51
<b>Figura 21</b> - Média da circulação próximo à superfície para a primavera (setembro a novembro), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).....	52
<b>Figura 22</b> - Localização do conjunto de dados do WOA18. Instrumentos: XBT = Batitermógrafos descartáveis; PFL = Perfiladores; OSD = Garrafas de reversão; BMT = Batitermógrafos mecânicos; e CTD = Conductivity, temperature & depth (Condutores, temperatura & profundidade).....	53

<b>Figura 23</b> - Perfis de temperatura e salinidade utilizado no presente estudo para a região do ponto de modelagem. ....	54
<b>Figura 24</b> - Grade computacional do modelo hidrodinâmico. ....	56
<b>Figura 25</b> - Batimetria associada à grade numérica. A barra de cores lateral apresenta a profundidade local (em metros) para cada elemento de grade. ....	56
<b>Figura 26</b> - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/06/2016 e 31/08/2016 (inverno). ....	59
<b>Figura 27</b> - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/09/2017 e 30/11/2017 (primavera). ....	59
<b>Figura 28</b> - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/12/2017 e 27/02/2018 (verão). ....	60
<b>Figura 29</b> - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, para o período de inverno (junho-agosto) de 2016. ....	61
<b>Figura 30</b> - Rosa das correntes de fundo (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de inverno (junho-agosto) de 2016. ....	62
<b>Figura 31</b> - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de primavera (setembro-novembro) de 2017. ....	62
<b>Figura 32</b> - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de verão (dezembro-fevereiro) de 2018. ....	63
<b>Figura 33</b> - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de inverno (junho a agosto) de 2016. ....	64
<b>Figura 34</b> - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de primavera (setembro a novembro) de 2017. ....	65
<b>Figura 35</b> - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de verão (dezembro a fevereiro) de 2018. ....	66
<b>Figura 36</b> - Média da circulação próxima à superfície para o verão (dezembro a fevereiro) a partir dos resultados dos (a) derivadores e (b) do modelo Mercator. ....	67
<b>Figura 37</b> - Média da circulação próxima à superfície para o inverno (junho a agosto) a partir dos resultados dos (a) derivadores e (b) do modelo Mercator. ....	67
<b>Figura 38</b> - Média sazonal da circulação próximo à superfície para o período entre 01 de setembro de 2017 a 02 de novembro de 2018, obtida a partir dos resultados do modelo numérico MERCATOR. ....	69
<b>Figura 39</b> - Grade <i>habitat</i> utilizada na modelagem de óleo. ....	77
<b>Figura 40</b> – Batimetria projetada na grade <i>habitat</i> utilizada na modelagem de óleo. ....	77
<b>Figura 41</b> – Ambientes costeiros utilizados no OSCAR. ....	82
<b>Figura 42</b> – Curva de destilação do óleo Grane (SINTEF) elaborada com base nos valores fornecidos pelo modelo OSCAR, óleo similar ao Frade Crude Oil. ....	85
<b>Figura 43</b> – Curva de destilação do óleo Mandalay (BATTELLE) elaborada com base nos valores fornecidos pelo modelo OSCAR, óleo similar ao ODP4. ....	85
<b>Figura 44</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_8_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 8,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	92

<b>Figura 45</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_8_30D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 8,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	93
<b>Figura 46</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período da primavera-verão, no instante final da simulação. ....	94
<b>Figura 47</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_8_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 8,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	95
<b>Figura 48</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_8_30D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 8,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	96
<b>Figura 49</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período de outono-inverno, no instante final da simulação. ....	97
<b>Figura 50</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	99
<b>Figura 51</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	100
<b>Figura 52</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	101
<b>Figura 53</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	102
<b>Figura 54</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	103
<b>Figura 55</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	104
<b>Figura 56</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	105
<b>Figura 57</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período da primavera-verão, no instante final da simulação. ....	106
<b>Figura 58</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de	

Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	108
<b>Figura 59</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	109
<b>Figura 60</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	110
<b>Figura 61</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	111
<b>Figura 62</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	112
<b>Figura 63</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	113
<b>Figura 64</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_200_30D</b> . Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	114
<b>Figura 65</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período de outono-inverno, no instante final da simulação. ...	115
<b>Figura 66</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	119
<b>Figura 67</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	120
<b>Figura 68</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	121
<b>Figura 69</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 1 a 5. ....	122
<b>Figura 70</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-	

verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 6. ....	123
<b>Figura 71</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	124
<b>Figura 72</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	125
<b>Figura 73</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	126
<b>Figura 74</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	127
<b>Figura 75</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período da primavera-verão, no instante final da simulação. ....	128
<b>Figura 76</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	137
<b>Figura 77</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	138
<b>Figura 78</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	139
<b>Figura 79</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 1 a 5. ....	140
<b>Figura 80</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 6. ....	141
<b>Figura 81</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	142
<b>Figura 82</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	143

<b>Figura 83</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	144
<b>Figura 84</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_31D</b> . Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	145
<b>Figura 85</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período de outono-inverno, no instante final da simulação. ....	146
<b>Figura 86</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	154
<b>Figura 87</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	155
<b>Figura 88</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	156
<b>Figura 89</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 1 a 5. ....	157
<b>Figura 90</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 6 a 10. ....	158
<b>Figura 91</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 11 a 15. ....	159
<b>Figura 92</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 16 a 20. ....	160
<b>Figura 93</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 20° - ODP4) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	161
<b>Figura 94</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	162

<b>Figura 95</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	163
<b>Figura 96</b> - Cenário <b>FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	164
<b>Figura 97</b> - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período da primavera-verão, no instante final da simulação.....	165
<b>Figura 98</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	175
<b>Figura 99</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	176
<b>Figura 100</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	177
<b>Figura 101</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 1 a 5.....	178
<b>Figura 102</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 6 a 10.....	179
<b>Figura 103</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 11 a 15.....	180
<b>Figura 104</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 16 a 20.....	181
<b>Figura 105</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 20° - ODP4) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	182
<b>Figura 106</b> - Cenário <b>FRADE_OUT-INV_PC_60D</b> . Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	183

<b>Figura 107 - Cenário FRADE_OUT-INV_PC_60D.</b> Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	184
<b>Figura 108 - Cenário FRADE_OUT-INV_PC_60D.</b> Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.....	185
<b>Figura 109 -</b> Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4, no período de outono-inverno, no instante final da simulação. ....	186
<b>Figura 110 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D.</b> Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	204
<b>Figura 111 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D.</b> Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	205
<b>Figura 112 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D.</b> Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	206
<b>Figura 113 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D.</b> Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.....	207
<b>Figura 114 -</b> Balanço de massa para o cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D. ....	207
<b>Figura 115 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D.</b> Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.....	208
<b>Figura 116 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D.</b> Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	209
<b>Figura 117 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D.</b> Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	210
<b>Figura 118 - Cenário DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D.</b> Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período	

da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	211
<b>Figura 119</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . ....	211
<b>Figura 120</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	212
<b>Figura 121</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	213
<b>Figura 122</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	214
<b>Figura 123</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	215
<b>Figura 124</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . ....	215
<b>Figura 125</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_200_30D</b> . Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	216
<b>Figura 126</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_200_30D</b> . Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	217
<b>Figura 127</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_200_30D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	218
<b>Figura 128</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_200_30D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	219
<b>Figura 129</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_200_30D</b> . ....	219
<b>Figura 130</b> - Cenário <b>DET_TEMPO_FRADE_OUT_INV_PC_31D</b> . Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com	

derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. .... 220

**Figura 131** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. .... 221

**Figura 132** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. .... 222

**Figura 133** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. .... 223

**Figura 134** - Balanço de massa para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. .... 223

**Figura 135** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D**. Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. .... 224

**Figura 136** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D**. Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. .... 225

**Figura 137** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D**. Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. .... 226

**Figura 138** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. .... 227

**Figura 139** - Balanço de massa para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D**. .... 227

**Figura 140** - Série temporal de corrente em formato stickplot para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D**. .... 229

**Figura 141** - Série temporal de vento em formato stickplot para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D**. .... 229

**Figura 142** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 25 horas após o início da simulação determinística crítica de menor tempo, volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. .... 231

**Figura 143** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 83 horas após o início da simulação (instante intermediário) determinística crítica de menor tempo, .... 231

volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. ....	232
<b>Figura 144</b> - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da determinística crítica de menor tempo, volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. ....	233
<b>Figura 145</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	236
<b>Figura 146</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	237
<b>Figura 147</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. ....	238
<b>Figura 148</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m <sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	239
<b>Figura 149</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D</b> . ....	239
<b>Figura 150</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	240
<b>Figura 151</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	241
<b>Figura 152</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	242
<b>Figura 153</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	243
<b>Figura 154</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D</b> . ....	243

- Figura 155** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação..... 244
- Figura 156** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação..... 245
- Figura 157** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. .... 246
- Figura 158** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado..... 247
- 159** - Balanço de massa para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. .... 247
- Figura 160** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D**. Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. .... 248
- Figura 161** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D**. Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. .... 249
- Figura 162** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D**. Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. .... 250
- Figura 163** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado..... 251
- Figura 164** - Balanço de massa para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D**.... 251
- Figura 165** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. .... 252
- Figura 166** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D**. Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos,

durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	253
<b>Figura 167</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_31D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. ....	254
<b>Figura 168</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_31D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m <sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	255
<b>Figura 169</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_31D</b> . ....	255
<b>Figura 170</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_60D</b> . Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ...	256
<b>Figura 171</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_60D</b> . Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	257
<b>Figura 172</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_60D</b> . Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. ....	258
<b>Figura 173</b> - Cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_60D</b> . Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m <sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado. ....	259
<b>Figura 174</b> - Balanço de massa para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_OUT_INV_PC_60D</b> . ....	259
<b>Figura 175</b> –Série temporal de corrente em formato stickplot para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . ....	261
<b>Figura 176</b> –Série temporal de vento em formato stickplot para o cenário <b>DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_60D</b> . ....	261
<b>Figura 177</b> - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no 36 horas após o início da simulação determinística crítica de maior massa, volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. ....	263
<b>Figura 178</b> - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 11 dias após o início da simulação (instante intermediário) determinística crítica de maior massa, volume de pior caso de <i>blowout</i> do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. ....	264
<b>Figura 179</b> - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da determinística crítica de maior massa volume de pior caso	

de *blowout* do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem. .... 265

## 1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de dar suporte à PETRORIO no desenvolvimento de suas atividades de exploração e produção no Campo de Frade, localizado na Bacia de Campos, apresenta-se, neste estudo, a modelagem numérica da trajetória e intemperismo de derrames de óleo no mar a partir do FPSO Frade e Poço ODP4.

A modelagem de dispersão de óleo foi conduzida através da utilização de um sistema de modelos conhecido como OSCAR<sup>1</sup>, desenvolvido pela SINTEF<sup>2</sup>. Para estudos de modelagem, como o realizado neste trabalho, são necessários: (a) o conhecimento das características geomorfológicas do local (morfologia da linha de costa e fundo oceânico), (b) campos de correntes em média e grande escalas variáveis no tempo e no espaço, (c) campos de vento variáveis no tempo e no espaço, (d) perfil de temperatura e salinidade da água do mar, e (d) caracterização físico-química do produto derramado.

O campo de ventos utilizado, variável no tempo e no espaço, foi gerado baseado em dados de reanálise do CFSRv2<sup>3</sup> (SAHA *et al.*, 2014).

Por sua vez, o campo de correntes característico dos padrões de circulação na região utilizado na modelagem de óleo foi obtido a partir de resultados do modelo numérico global MERCATOR<sup>4</sup>, um modelo de previsão das condições oceânicas globais de alta resolução baseado no *grid* tripolar ORCA (MADEC & IMBARD, 1996). Os resultados do modelo hidrodinâmico foram comparados com os dados medidos, através de linha de fundeio e boia instrumentada, no Campo de Frade.

As simulações de derrame de óleo foram conduzidas para dois (02) pontos de modelagem, quatro volumes de derrame (pequeno, médio e dois volumes de pior caso) e tempo de simulação de até 30 dias após o fim do vazamento. Para a posição do FPSO Frade, foram simulados os volumes de derrame pequeno e médio, com vazamento instantâneo, e de pior caso, com vazamento ao longo de 24 horas (afundamento da unidade). Para o Poço ODP4, considerou-se apenas o derrame de

<sup>1</sup> *Oil Spill Contingency and Response*: "Resposta e Contingência à Derrame de Óleo".

<sup>2</sup> *Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning*: "Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial".

<sup>3</sup> *Climate Forecast System Reanalysis Version 2*, gerado pelo *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Obtido em < <https://rda.ucar.edu/datasets/ds094.1/>>. Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

<sup>4</sup> *Mercator Ocean International*, gerado disponibilizado pelo *Copernicus Marine Environment Monitoring Service*. Obtido em <[http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024)>. Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

volume de pior caso, com o vazamento ao longo de 30 dias (*blowout* do poço). Para ambos os pontos de modelagem, foram contemplado dois períodos de seis meses (primavera-verão e outono-inverno), sendo seis meses para o sorteio do instante inicial mais 30, 31 ou 60 dias de simulação, dependendo do tipo de vazamento (30 dias de simulação para os volumes pequeno e médio, 31 dias para o volume de pior caso de afundamento; 60 dias de simulação para o volume de pior caso de *blowout* de poço).

O estudo foi realizado em três etapas, sendo a primeira a análise das características meteorológicas (Capítulo 2), a segunda a modelagem hidrodinâmica para a região com a validação dos resultados (Capítulo 3) e, por fim, a execução das simulações de transporte a dispersão do óleo derramado (Capítulo 4).

Em complementação, os Apêndices A e B apresentam, respectivamente, a descrição dos modelos MERCATOR e OSCAR. O Apêndice C, por sua vez, apresenta tabelas com o resumo dos resultados das simulações probabilísticas com toque de óleo em Unidades de Conservação.

Adicionalmente, junto com a versão digital desse documento, são encaminhados os seguintes arquivos digitais: relatório em pdf, arquivos *shapefile* das simulações probabilísticas e determinísticas, ilustrações em pdf tamanho A3 (incluindo a grade *habitat*), arquivos de saída do modelo de óleo referentes aos resultados probabilísticos e determinísticos, arquivos Excel com os resultados probabilísticos por município para cada cenário simulado e de forma consolidada, arquivos Excel com os resultados probabilísticos por Unidade de Conservação, bem como animações das simulações determinísticas mais críticas.

## 1.1. ÁREA DE ESTUDO

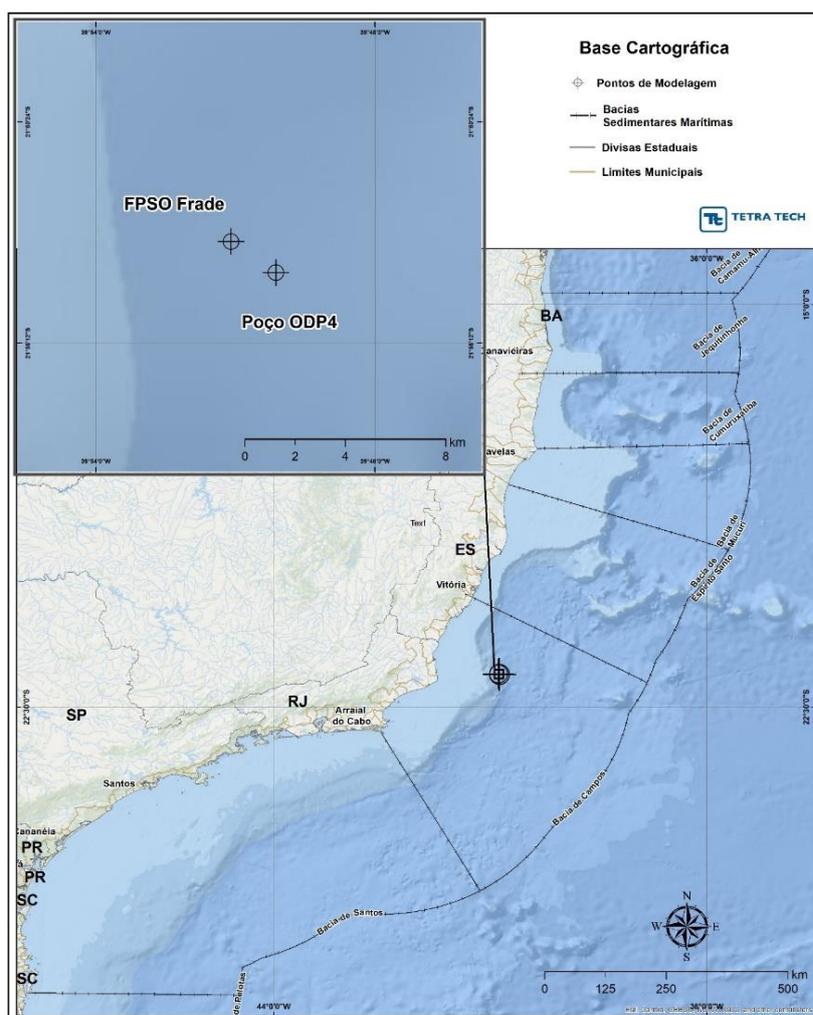
A Tabela 1 apresenta as coordenadas dos pontos de modelagem (FPSO Frade e Poço ODP4) e lâmina d'água local, com localização ilustrada na Figura 1.

**Tabela 1** – Coordenadas geográficas e lâmina d'água dos pontos de modelagem.

Pontos de Modelagem	Coordenadas ( <i>datum</i> SIRGAS2000)		Lâmina d'Água Local (m)
	Latitude	Longitude	
FPSO Frade	21°53'0,00"S	39°51'5,50"W	1.100,0
Poço ODP4	21°53'40,06"S	39°50'07,56"W	1.050,0

Fonte: PETRORIO.

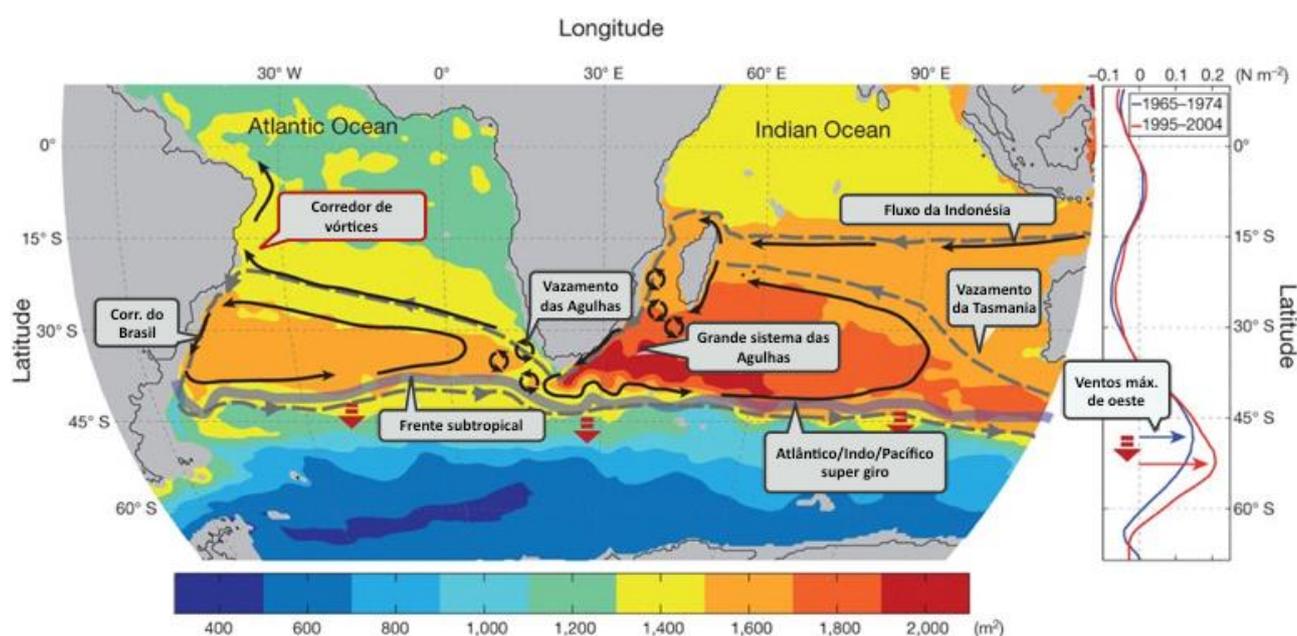
**Figura 1** – Localização dos pontos de modelagem (FPSO Frade e Poço ODP4) considerados no estudo.



A seguir, são apresentadas as principais características oceanográficas e meteorológicas da área de estudo.

A região da margem sudeste do Brasil, onde está localizado o Campo de Frade, é, nas camadas superficiais do oceano, uma região de transição entre os intensos padrões de circulação subtropical/polar e equatoriais conforme o esquema geral apresentado na Figura 2.

**Figura 2** - Representação esquemática de alguns padrões dinâmicos relevantes para a circulação do Atlântico Sul.



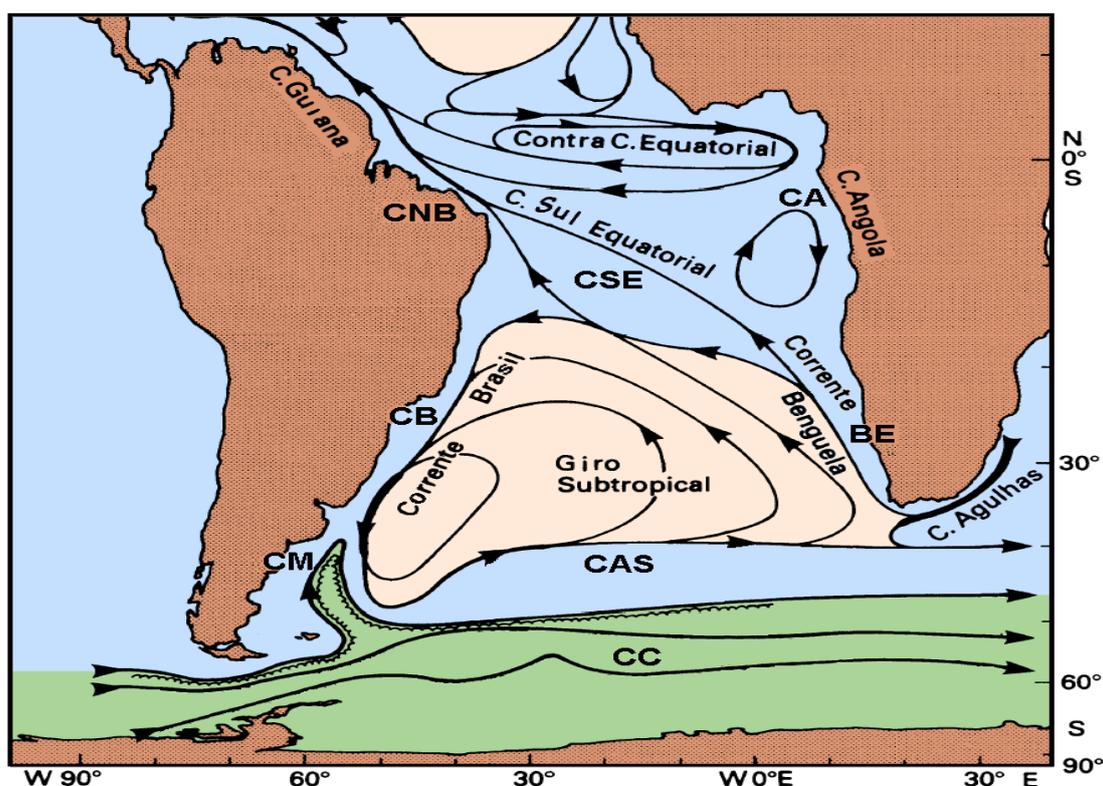
Fonte: extraído de Beal *et al.* (2011).

Em maiores profundidades e a partir do talude continental, os fluxos mecânicos e termodinâmicos têm comportamento diverso da superfície, associados às suas respectivas origens e áreas de formação (massas d'água) e observados especificamente na região como observado em Hall *et al.* (1997). Considerando os aspectos acima, a margem sudeste do Brasil é destino médio das correntes sul equatorial (CSE), em particular o ramo sul da corrente sul equatorial (CSEs), compostos também por fluxos turbulentos provenientes da região de Agulhas, também esquematizados na Figura 2.

Especificamente, no contorno oeste do Atlântico Sul, a intensidade, variabilidade e direção predominante das correntes resultam da combinação de processos que envolvem a circulação atmosférica, estrutura termohalina, topografia de fundo e orientação de linha de costa, além das instabilidades associadas as estruturas baroclinicas dos padrões médios das correntes

(FRAGOSO, 2004; MATA, 1996). Na Figura 3 amplia-se o esquema geral apresentado para que às estruturas médias advectivas do Atlântico Sul tornem-se mais evidentes. Salienta-se aqui que todos os esquemas apresentados visam ilustrar padrões médios, desconsiderando-se a proporção das intensidades entre os fluxos médios, podendo atingir duas ordens de grandeza de diferença (em Sverdrups).

**Figura 3** – Representação da circulação no Oceano Atlântico Sul, indicando as seguintes correntes oceânicas: Corrente Circumpolar (CC), Corrente do Atlântico Sul (CAS), Corrente de Benguela (BE), Corrente de Angola (CA), Corrente Sul Equatorial (CSE), Corrente do Brasil (CB) e Corrente das Malvinas (CM).



Fonte: Adaptado de Tomczak & Godfrey (1994).

Considerando-se estritamente a costa sudeste do Brasil é possível, pelos esquemas apresentados, apontar a corrente do Brasil como a principal estrutura oceânica de larga escala presente na área, à superfície. O padrão médio desta corrente é sustentado pela proximidade do contorno oeste (talude continental), gradientes baroclínicos médios e a circulação atmosférica média, com ventos de Nordeste predominantes. A energia vortical da Corrente do Brasil é provida tanto externamente pelo aporte das correntes de leste, *i.e.* vazamento de Agulhas (GUERRA, 2011) quanto

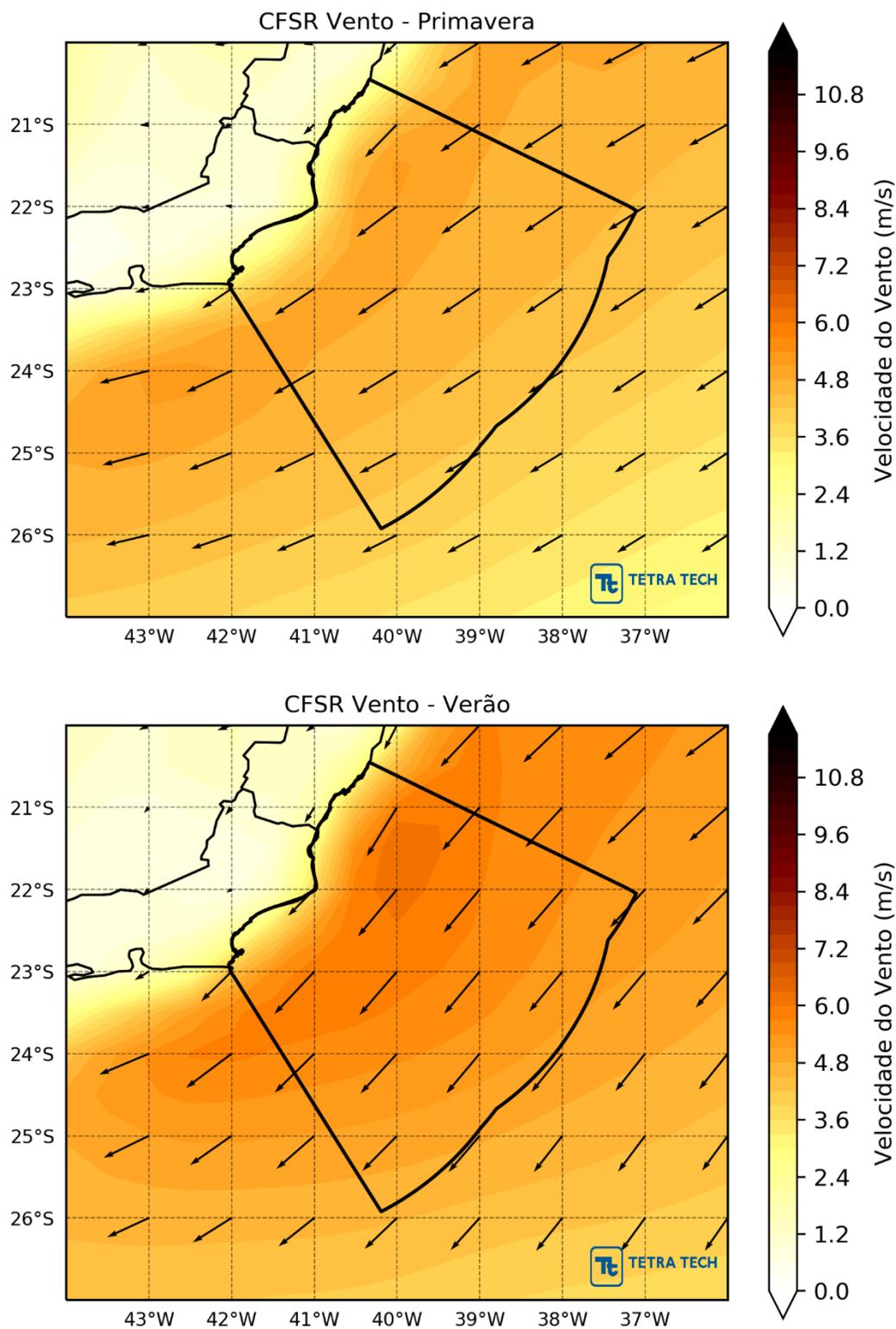
internamente, já que trata-se de um fluxo baroclínico sujeito à topografia e instabilidades baroclínicas inerentes ao fluxo Fernandes (2001 *apud* FRAGOSO, 2004).

Particularmente ao largo das bacias de Campos e Santos a estrutura vertical da circulação tem resultante média para Sul-Sudoeste na superfície. Em profundidade observa-se fluxos com resultante média para Norte-Nordeste, associáveis ao movimento das massas d'água de origens polares, como: a Água Central do Atlântico Sul - ACAS mesmo sobre a plataforma continental e associadas as intrusões costeiras da Corrente das Malvinas (MATANO & PIOLA 2010); a Água Intermediária Antártica – AIA, com fluxo médio para Nordeste observado a partir de 25°S e novamente reversões de circulação profundas, associadas aos fluxos provenientes do Atlântico Norte (APAN) e da região antártica (AABW) (STRAMMA & ENGLAND 1999; BOEBEL *et al.*, 1999).

Considerando-se a circulação sobre a plataforma continental, outro fenômeno atuante na região de interesse é a ressurgência. Este se refere ao afloramento de águas frias de camadas inferiores causado principalmente pelo afastamento de águas superficiais devido à ação do vento. A costa de Cabo Frio é a região do Brasil onde a ressurgência ocorre com maior intensidade e frequência. Isto acontece devido à conjunção de fatores de geomorfológicos e meteorológicos. O sistema atmosférico dominante na região é a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), a qual gera ventos predominantes de E/NE, paralelos à costa nesta região. Desta forma, devido ao efeito da ação da fricção do vento sobre a superfície da água e da rotação da Terra, as águas superficiais são empurradas para longe da costa, permitindo que águas mais profundas (no caso, a ACAS) aflorem.

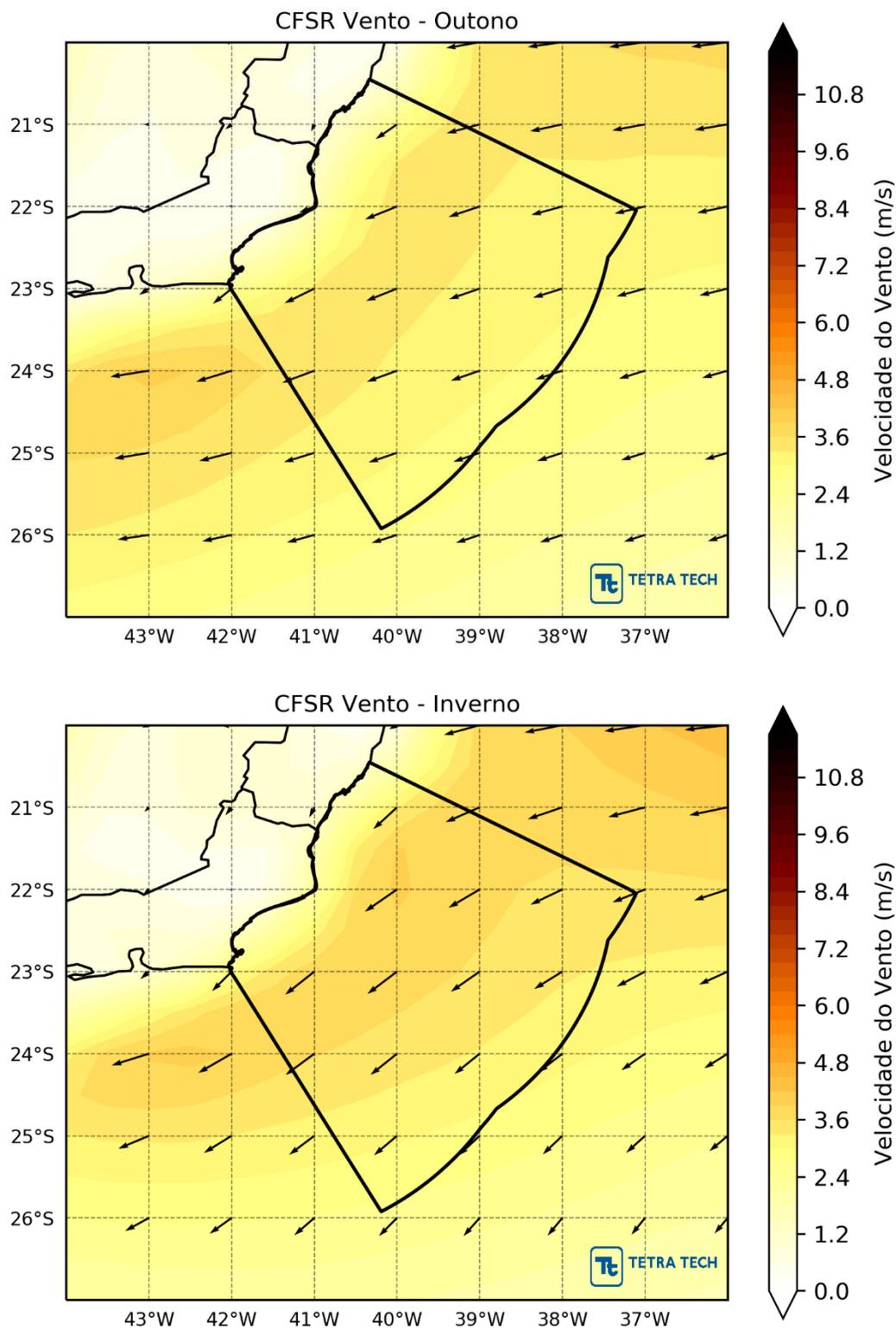
Na região da Bacia de Campos, analisando os padrões de circulação em grande escala, no período de verão observa-se ventos de quadrante E em torno da latitude 16°S e um padrão predominante de ventos de NE/NNE sobre o Atlântico Sul e costa do Sudeste Brasileiro. Já no período de inverno, são observados sobre o oceano, em latitudes abaixo de 20°S, ventos de maior intensidade de quadrante ESSE; com o aumento da latitude observa-se a deflexão do vento para os quadrantes E e NE. Este padrão sazonal, ilustrado na Figura 4 e Figura 5, acompanha o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, também, da Alta Semipermanente do Atlântico Sul (ASAS) para sul durante o verão e para norte durante o inverno do Hemisfério Sul.

**Figura 4** – Padrão de circulação em grande escala dos ventos durante o período de primavera e verão na Bacia de Campos.



Fonte: CFSR/Tetra Tech.

**Figura 5** – Padrão de circulação em grande escala dos ventos durante o período de outono e inverno na Bacia de Campos.



## 2. ANÁLISE DE DADOS

Este capítulo apresenta a descrição dos principais padrões meteorológicos e oceanográficos da área de estudo com os seguintes objetivos:

- 1) Obter informações para uma melhor compreensão e descrição da dinâmica da área; e
- 2) Auxiliar a preparação das forçantes para as modelagens, bem como para a avaliação dos resultados do modelo hidrodinâmico adotado.

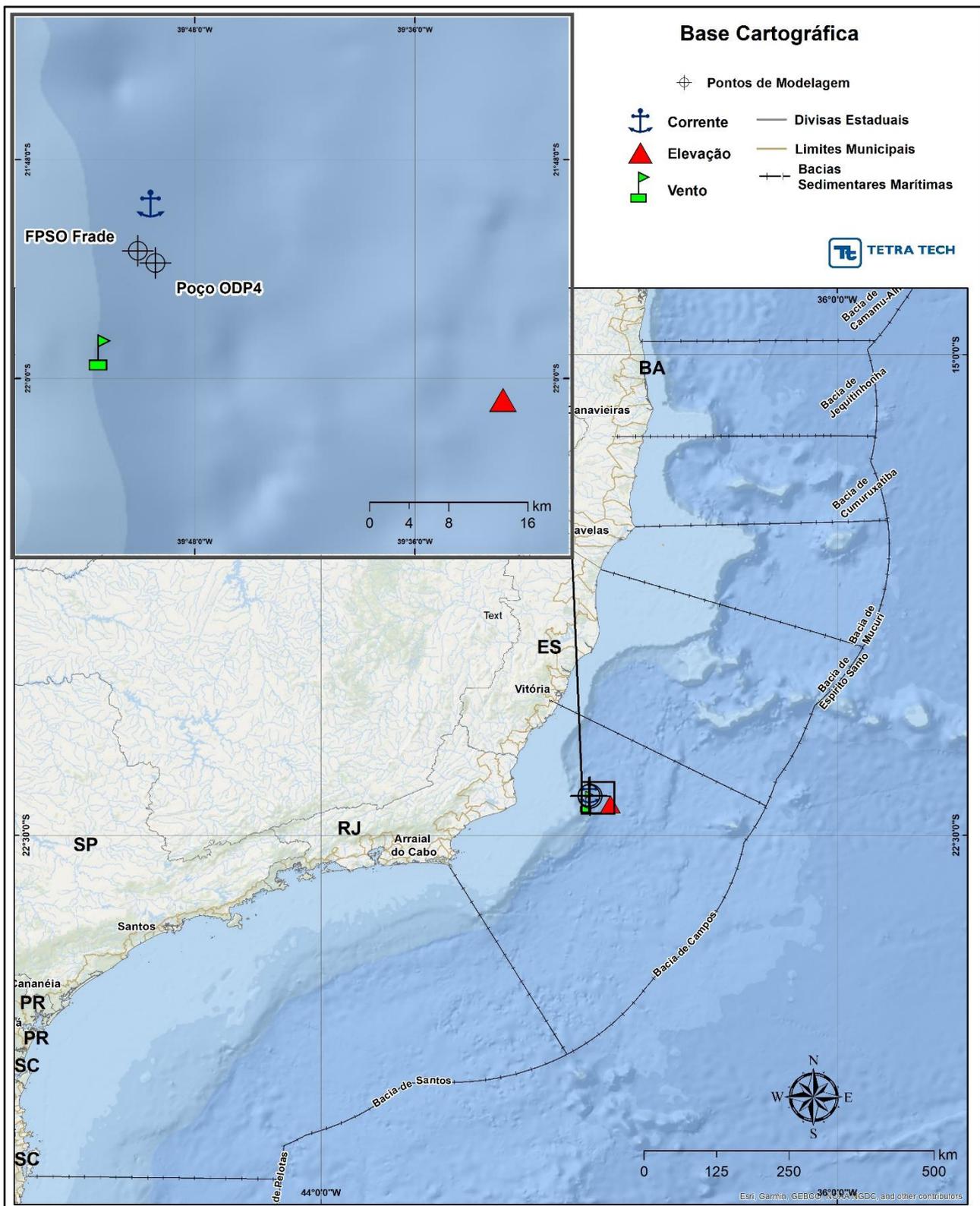
As análises são baseadas em informações e dados pretéritos, bem como em dados primários coletados no Campo de Frade (Tabela 2), descritos e analisados neste capítulo, cuja localização das estações de coleta é ilustrada na Figura 6.

**Tabela 2** – Resumo dos dados analisados e suas coordenadas geográficas.

Dado	Período	Fonte	Coordenadas Geográficas
Vento	01 de janeiro de 2011 e 31 de dezembro de 2019	CFSRv2	21,976°S e 39,886°W (WGS84)
Elevação	-	Fundação Estudos do Mar – FEMAR	22,02°S e 39,52°W (SIRGAS2000)
Corrente	junho/2016 a março/2017	Petrorio	21°50'54,60"S e 39°51'23,40"W (SIRGAS2000)
Corrente	setembro/2017 a fevereiro/2018	Petrorio	21°50'49,63"S e 39°51'26,38"W (SIRGAS2000)

OBS: a localização dos dados de derivadores é apresentada na Figura 17 (subitem 2.3.2), enquanto a dos dados de temperatura e salinidade são ilustrados na Figura 24 (item 2.4).

Figura 6 – Localização das estações de coleta dos dados de vento, elevação e correntes.



## 2.1. VENTOS

A base de dados de vento utilizada foi proveniente do produto de reanálise CFSv2 (*Climate Forecast System Reanalysis Version 2*; SAHA *et al.*, 2014), gerado pelo centro norte-americano NCEP (*National Center for Environmental Prediction*). Trata-se de um conjunto de assimilação de dados que constitui uma sólida base de dados climatológicos com cobertura global. A CFSv2 dá continuidade ao produto CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*), produzido pelo mesmo centro, a partir de janeiro de 2011 até o presente, porém incorporando upgrades nos processos de assimilação e interpolação de dados. O embasamento físico da CFSR e CFSv2 difere de outros produtos de reanálise pelo acoplamento entre o oceano e a atmosfera, por ter um modelo interativo de gelo marinho e por assimilar dados de satélites através de um esquema de interpolação estatística. Além disso, contém informações sobre variações nos níveis de dióxido de carbono, aerossóis atmosféricos e gases-traço, incluindo assim seus efeitos sobre o sistema climático terrestre. A resolução espacial fornecida pela CFSv2 é de 0,2° e temporal horária, sendo a resolução mais refinada dentre os produtos atualmente disponíveis.

A sazonalidade adotada neste estudo foi baseada tanto na definição da Organização Meteorológica Mundial (OMM) quanto na descrição do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Campos (PCR-BC; DEREZYNSKI & MENEZES, 2015), definida como:

- Verão: dezembro, janeiro e fevereiro;
- Outono: março, abril e maio;
- Inverno: junho, julho e agosto;
- Primavera: setembro, outubro e novembro.

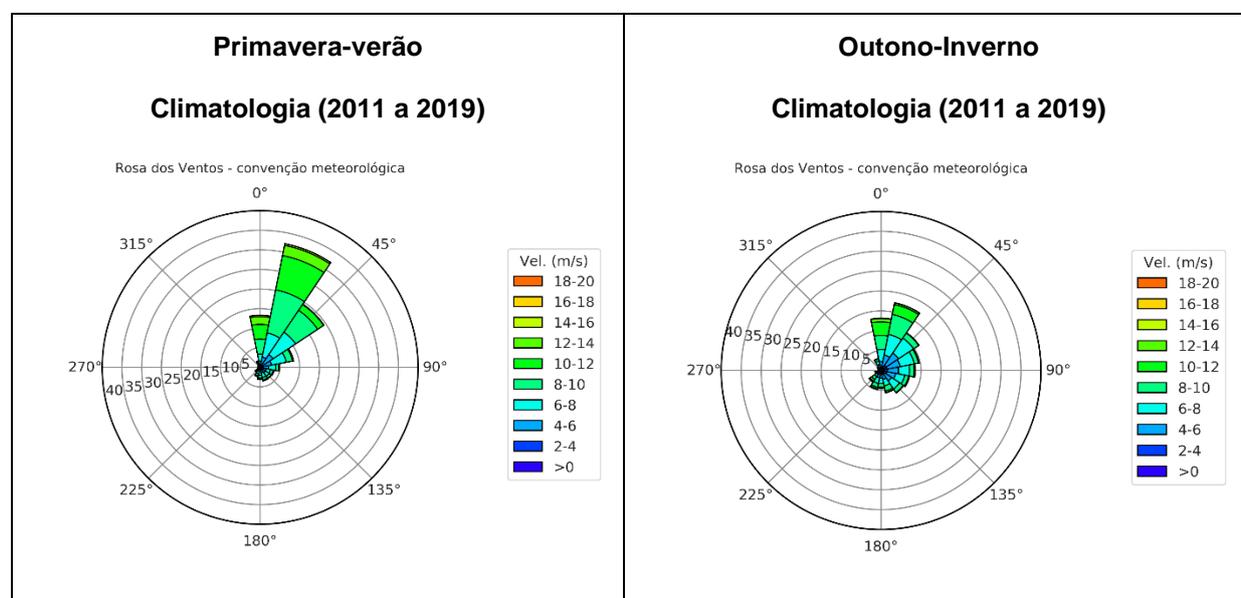
Para a modelagem de óleo são adotados campos de vento para dois períodos representativos dos padrões meteoceanográficos ao longo de um ano, sendo esses agrupados por similaridade dos padrões de circulação como: Primavera-Verão, compreendido entre setembro e fevereiro, e Outono-Inverno, entre março e agosto.

Para a escolha do período de modelagem, nesse estudo buscou-se identificar um ano com comportamento típico do padrão de ventos, com o objetivo de representar a climatologia para região do campo de Frade. Para tanto, foi realizada uma análise utilizando-se os dados de vento da base CFSv2 no período compreendido entre 01 de janeiro de 2011 e 31 de dezembro de 2019, no ponto de latitude -21,976° e longitude -39,886°, considerado representativo da área em estudo.

Desta forma, foi realizada uma comparação dos padrões da climatologia de ventos do CFSR (conjunto completo dos dados, de 2011 a 2019) e de anos individuais, a fim de verificar a representação de cada ano em relação ao padrão climatológico de velocidade e direção do vento.

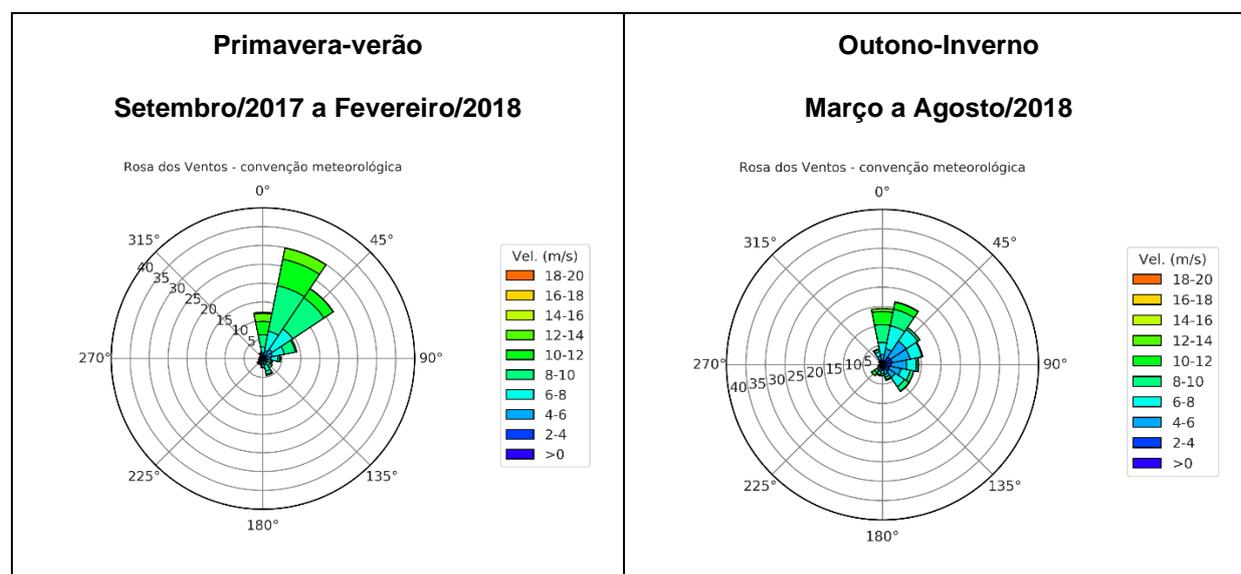
A Figura 7 apresenta as rosas dos ventos obtidas a partir do conjunto de dados climatológicos para os períodos de Primavera-Verão e Outono-Inverno. Após análise, o período compreendido entre setembro 2017 e agosto de 2018 foi selecionado como um ano típico para a modelagem de óleo, pois os padrões de vento se comportaram de forma próxima da climatologia, como pode-se observar na Figura 8.

**Figura 7 – Rosas direcionais dos ventos do CFSv2 representativo da climatologia do Campo de Frade (conjunto de dados de 2011 a 2019) para os períodos sazonais de Primavera-Verão (à esquerda) e Outono-Inverno (à direita).**



Fonte: Tetra Tech / CFSv2.

**Figura 8** – Rosas direcionais dos ventos do CFSv2 no ano típico selecionado para modelagem de óleo (conjunto de dados de setembro de 2017 a agosto de 2018) para os períodos sazonais de Primavera-Verão (à esquerda) e Outono-Inverno (à direita).



Fonte: Tetra Tech / CFSv2.

## 2.2. ELEVAÇÃO

Para caracterização do comportamento da maré na área de estudo, foram utilizadas as constantes harmônicas de maré obtidas junto à Fundação Estudos do Mar – FEMAR (2000) da estação Fundeio 02 Norte – Oceânica (Figura 9).

A análise das constantes harmônicas obtidas a partir da série temporal medida indica que a componente de maré principal lunar (M2) também é a que apresenta as maiores amplitudes, com 42,00 cm. A segunda maior amplitude ocorre na componente principal solar (S2), com 19,0 cm.

Foi realizada uma classificação da maré de acordo com o Fator de Forma (F), definido pela razão entre as amplitudes das componentes diurnas e semidiurnas, conforme Defant (1961):

$$F = \frac{K_1 + O_1}{S_2 + M_2} \quad (\text{Eq.1})$$

O Fator de Forma obtido para o marégrafo da Estação Fundeio 2 Norte – Oceânica foi 0,285. Considerando o limite do Fator de Forma de 0,25 para separação dos regimes de maré semidiurna

(menor que 0,25) e maré mista (maior que 0,25), a Estação Fundeio 2 Norte apresenta regime de maré mista com predominância semidiurna e com desigualdade diurna.

**Figura 9** - Amplitude (cm) e fase local ( $^{\circ}$ ) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR Fundeio 2 Norte - Oceânica.

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

<b>Nome da Estação :</b> FUNDEIO 2 NORTE – OCEÂNICA					
<b>Localização :</b> Bacia Petrolífera de Campos - RJ					
<b>Organ. Responsável :</b> PETROBRÁS / CENPES					
<b>Latitude :</b> 22° 02,0' S		<b>Longitude :</b> 39° 52,0' W			
<b>Período Analisado :</b> —			<b>Nº de Componentes :</b> 29		
<b>Análise Harmônica :</b> Metodo do Almirante Santos Franco					
<b>Classificação :</b> Maré de Desigualdades Diurnas					
<b>Estabelecimento do Porto:</b> (HWF&C)		- H - min		<b>Nível Médio</b> (Zo):	
				- cm acima do NR.	
<b>Médias das Preamares de</b> <b>Sizígia (MHWS) :</b>		- cm acima do NR.		<b>Média das Preamares de</b> <b>Quadratura (MHWN) :</b>	
				- cm acima do NR.	
<b>Média das Baixa-mares de</b> <b>Sizígia (MLWS) :</b>		- cm acima do NR.		<b>Média das Baixa-mares</b> <b>de Quadratura (MLWN) :</b>	
				- cm acima do NR.	
<b>CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS</b>					
<b>Componentes</b>	<b>Semi-amplitude</b> <b>(H) cm</b>	<b>Fase (g)</b> <b>Graus (°)</b>	<b>Componentes</b>	<b>Semi-amplitude</b> <b>(H) cm</b>	<b>Fase (g)</b> <b>graus (°)</b>
Sa	-	-	MU <sub>2</sub>	-	-
Ssa	-	-	N <sub>2</sub>	6,2	104
Mm	-	-	NU <sub>2</sub>	2,4	090
Mf	-	-	M <sub>2</sub>	42,0	098
MTM	-	-	L <sub>2</sub>	-	-
Msf	-	-	T <sub>2</sub>	-	-
Q <sub>1</sub>	2,7	077	S <sub>2</sub>	19,0	111
O <sub>1</sub>	10,9	116	K <sub>2</sub>	4,6	084
M <sub>1</sub>	-	-	MO <sub>3</sub>	-	-
P <sub>1</sub>	2,1	169	M <sub>3</sub>	0,6	106
K <sub>1</sub>	6,5	177	MK <sub>3</sub>	0,4	172
J <sub>1</sub>	-	-	MN <sub>4</sub>	0,8	054
OO <sub>1</sub>	-	-	M <sub>4</sub>	1,6	091
MNS <sub>2</sub>	-	-	SN <sub>4</sub>	-	-
2N <sub>2</sub>	-	-	MS <sub>4</sub>	0,8	126
<b>Referências de Nível:</b> Não foram colocadas					
<b>Obs:</b> Maré oceânica observada de plataforma de petróleo com sensor de pressão, em lâmina d'água de 1.000 m, no período de janeiro/94 a maio/95. Não disponíveis outras informações					

Código BNDO: NC

- 171 -

Fonte: FEMAR (2000).

Dada a ausência de dados públicos disponíveis em estações maregráficas mais próximas da área de estudo, a obtenção da previsão das alturas da oscilação de maré astronômica foi realizada através do método de análise e previsão harmônica, baseada na análise de Fourier, desenvolvida por Schuremann (1958). A análise harmônica de maré é baseada na suposição de que a subida e descida da maré em uma determinada localidade pode ser expressa matematicamente pela soma de termos de séries harmônicas relacionadas com condições astronômicas. Uma função harmônica simples é uma quantidade que varia com o cosseno de um ângulo, que aumenta uniformemente com o tempo.

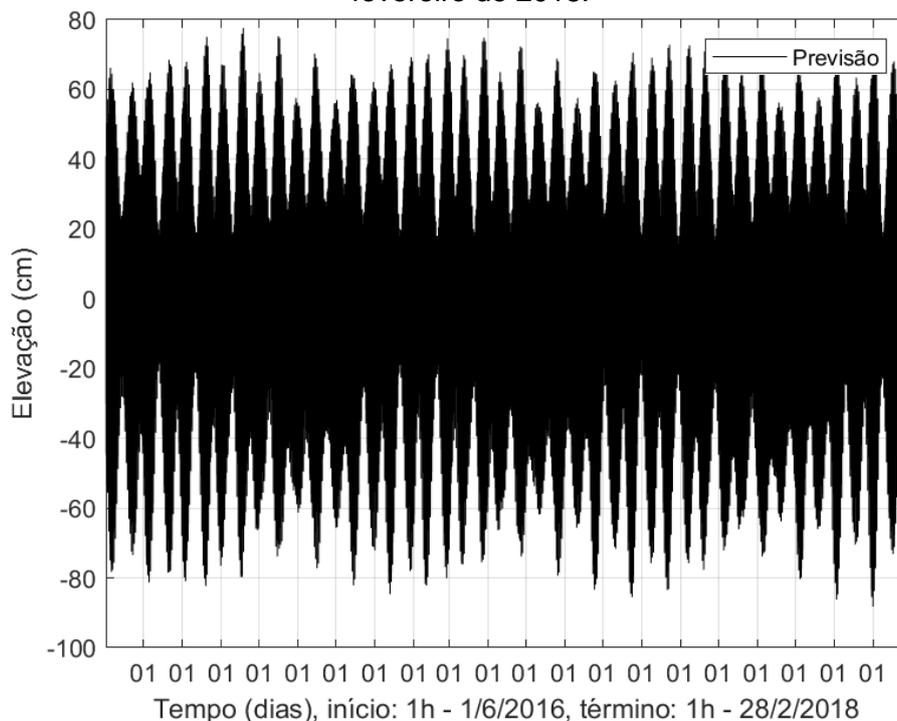
A equação  $y = A \cos(at)$ , onde  $y$  é a função harmônica do ângulo  $(at)$ ,  $a$  é uma constante e  $t$  representa o tempo medido a partir de alguma data inicial. A equação geral para uma altura  $h$  de maré a qualquer tempo  $(t)$  pode ser escrita como:

$$h = H_0 + A \cos(at + \alpha) + B \cos(bt + \beta) + C \cos(ct + \gamma) + etc ... \quad (\text{Eq.2})$$

No qual  $H_0$  é a altura do nível médio do mar acima do *datum* usado; os termos com cosseno são conhecidos como constituintes ou componentes de harmônicos. Os coeficientes  $A$ ,  $B$ ,  $C$  etc. são as amplitudes dos constituintes, obtidos através das observações de maré em cada localidade. A expressão entre parênteses é um ângulo que varia uniformemente e seu valor é chamado de fase. Para este estudo foram realizadas análises de séries longas de maré obtidas a partir de previsão harmônica de maré para um período de aproximadamente de 2,0 anos.

A Figura 10 ilustra a série temporal obtida através de previsão harmônica para a FEMAR Fundeio 2 Norte - Oceânica, entre junho de 2016 e fevereiro de 2018.

**Figura 10** - Série temporal de maré obtida através de previsão harmônica para a Estação Fundeio 2 Norte – Oceânica, entre junho de 2016 e fevereiro de 2018.



## 2.3. CORRENTES

### 2.3.1. Dados Primários – Boia Meteo-Oceanográfica

Entre os anos de 2016, 2017 e 2018, foram conduzidas campanhas de coleta de dados oceanográficos no Campo de Frade, os quais foram disponibilizados pelo contratante, representativos dos períodos de inverno, primavera e verão.

Os dados do inverno de 2016 (junho, julho e agosto) foram medidos através de uma boia meteo-oceanográfica desenvolvida pelo *Woods Hole Group*. A boia estava equipada com um perfilador de corrente (ADCP) do modelo *Nortek Aquadrop Z-Cell* (400 kHz), que fez a aquisição de dados de correntes superficiais, e um outro ADCP *Nortek Signature* (55 kHz), que mediu dados de correntes mais profundas até aproximadamente 800 metros em intervalos de 20 metros.

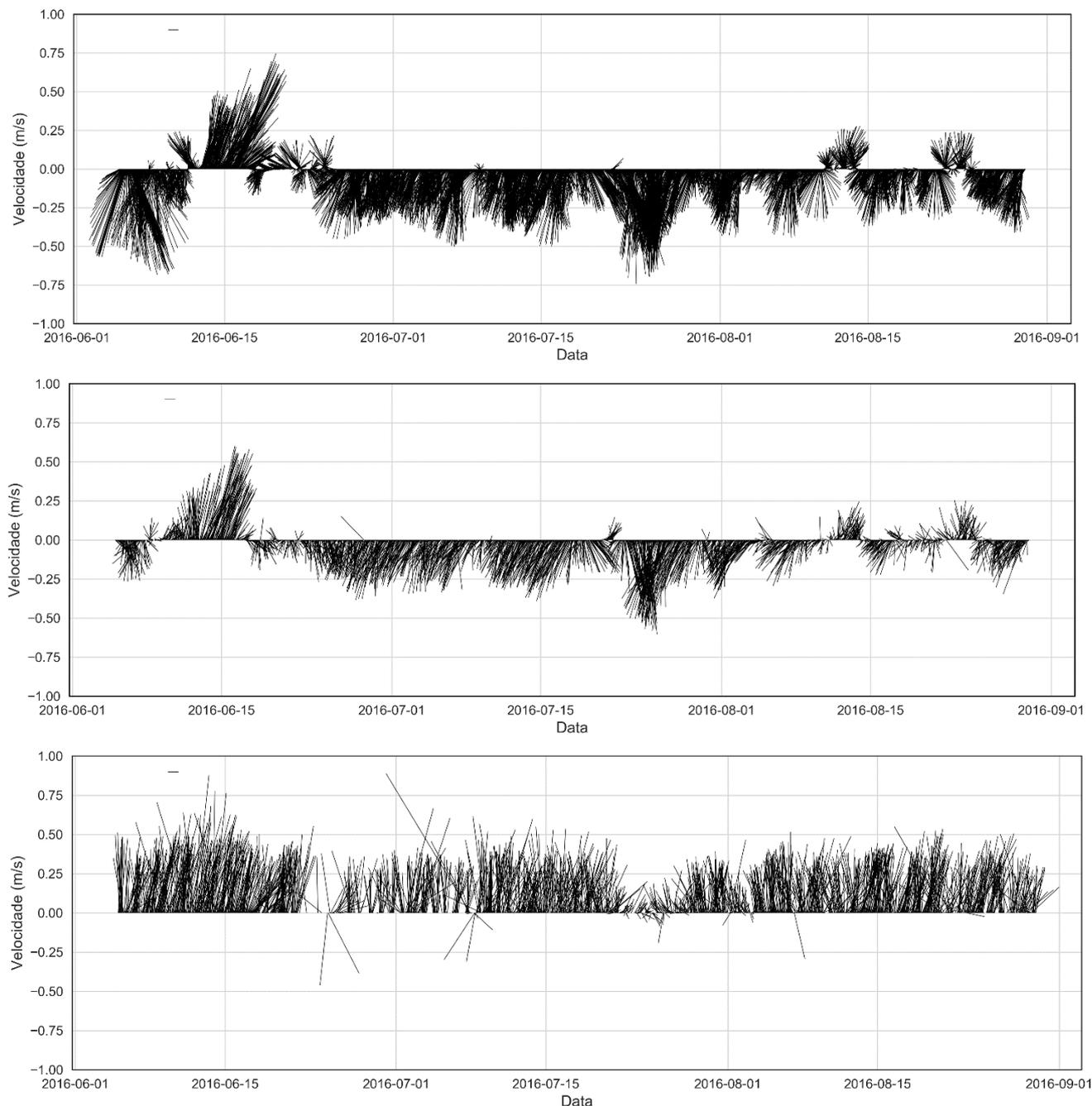
Os dados referentes à primavera de 2017 (setembro, outubro e novembro) e verão 2017/2018 (dezembro, janeiro e fevereiro) foram adquiridos através de um ADCP RDI *Workhorse* (300kHz) instalado em uma boia meteo-oceanográfica na região do Campo de Frade. Foram coletados dados em intervalos de 10 metros a partir da superfície, até 100 metros na coluna d'água.

Ambas as boias se localizavam, aproximadamente, nas coordenadas 21,84° S 39,84° W, conforme apresentado na Tabela 2.

A seguir, são apresentados os dados de corrente medidos de acordo com a sazonalidade adotada neste estudo, sendo o inverno nos meses de junho a agosto e 2016, a primavera entre setembro e novembro de 2017 e o verão nos meses de dezembro a fevereiro 2017/2018.

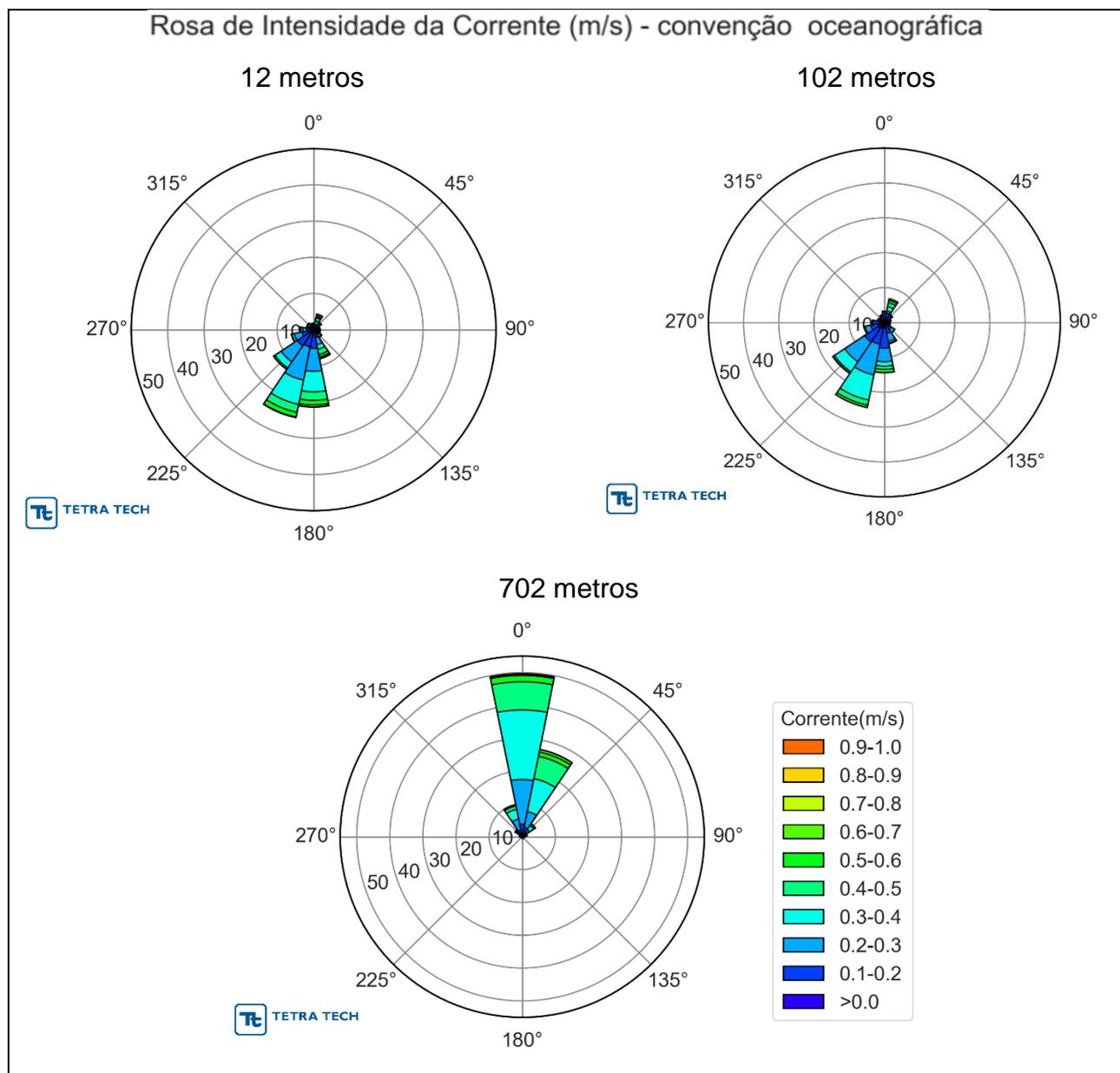
Na Figura 11 é apresentada a série temporal de intensidade e direção das correntes (*stickplot*) medidas no inverno de 2016 para as profundidades 12 metros, 102 metros e 702 metros, representativas das camadas de superfície, meio e fundo, respectivamente. Nas camadas superiores, a corrente tem a sua direção predominante para sul-sudoeste, como é esperado para as camadas superficiais da corrente do Brasil (CB), que transporta a AT e a ACAS. Na camada mais profunda, é possível observar a inversão na direção da corrente, indicando a presença da corrente de contorno oeste intermediária (CCI), que flui para N-NE e transporta a AIA nesta região (BOEBEL *et al.*, 1999; SCHIMD & GARZOLI, 2009; LEGEAIS *et al.*, 2013).

**Figura 11** - Stickplot da corrente nas camadas a 12 m, a 102 m e 702 m de profundidade no período de junho a agosto de 2016 (inverno).



A Figura 12 representa as rosas direcionais de corrente durante o inverno de 2016 nas profundidades de 12 metros, 102 metros e 702 metros, respectivamente. As rosas evidenciam a predominância da corrente fluindo para sudoeste nas primeiras camadas, com velocidades predominantes entre 0,2 e 0,3 m/s, e também demonstra a inversão de direção que ocorre na camada mais profunda.

**Figura 12** - Rosas direcionais de corrente em 12 metros, 102 metros e 702 metros, no período de junho a agosto (inverno) de 2016.



A Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5 apresentam diagramas de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente no inverno de 2016, nas profundidades 12 metros, 102 metros e 702 metros, respectivamente. A direção mais frequente nas duas primeiras profundidades é a SSW, com 24,73% e 24,87%, respectivamente, com velocidade predominantemente entre 0,2 e 0,3 m/s em 12 metros (31,4% das ocorrências) e entre 0,1 e 0,2 m/s na profundidade de 102 metros, com 33,5% das ocorrências. Na profundidade de 702 m, a direção predominante é N (49,62%), com velocidades entre 0,3 e 0,4 m/s em 36,5% das ocorrências, evidenciando a presença da CCI.

**Tabela 3 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 12 m, no inverno (junho a agosto) de 2016.**

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	19	19	16	23	30	35	35	23	50	36	46	44	43	15	25	28	7,9
0,1-0,2	34	23	42	37	58	57	51	115	268	262	284	154	75	38	50	46	25,7
0,2-0,3	26	50	41	14	17	23	24	125	393	581	331	138	62	33	52	33	31,4
0,3-0,4	11	61	32	20	5	0	39	79	351	422	126	40	37	27	5	2	20,3
0,4-0,5	13	57	19	6	0	2	9	91	146	139	29	8	19	14	0	0	8,9
0,5-0,6	2	18	5	5	0	0	5	44	79	83	0	0	0	0	0	0	3,9
0,6-0,7	0	14	1	0	0	0	0	19	33	8	0	0	0	0	0	0	1,2
0,7-0,8	0	29	0	0	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0,7
0,8-0,9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	1,70	4,39	2,52	1,70	1,78	1,89	2,63	8,17	21,37	24,73	13,18	6,20	3,81	2,05	2,13	1,76	
Media	0,22	0,39	0,26	0,21	0,15	0,14	0,21	0,32	0,30	0,29	0,23	0,20	0,21	0,24	0,17	0,16	
Max.	0,52	0,85	0,64	0,53	0,36	0,41	0,54	0,77	0,74	0,62	0,48	0,48	0,48	0,50	0,33	0,31	

**Tabela 4 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 102 m, no inverno (junho a agosto) de 2016.**

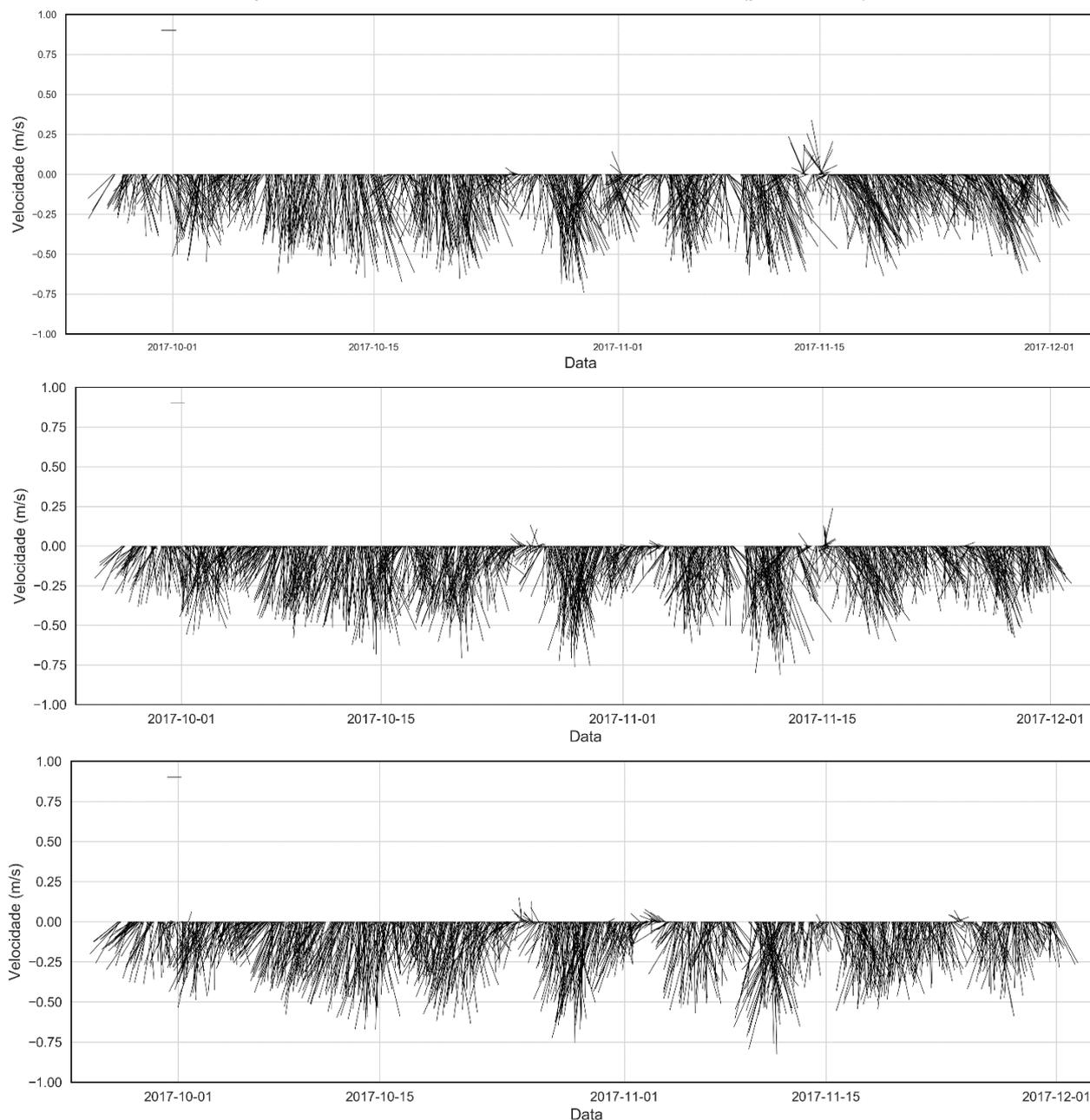
Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	15	20	16	9	12	14	18	15	31	33	44	34	32	20	12	22	16,9
0,1-0,2	24	38	34	27	21	16	30	51	120	98	95	47	35	16	19	18	33,5
0,2-0,3	14	12	6	3	0	5	25	47	80	184	139	34	4	5	2	6	27,5
0,3-0,4	10	25	0	0	0	0	0	11	26	151	72	6	0	0	0	1	14,7
0,4-0,5	2	23	1	0	0	0	0	4	19	31	10	0	0	0	0	0	4,4
0,5-0,6	1	14	0	0	0	0	0	0	19	14	2	0	0	0	0	0	2,4
0,6-0,7	0	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	3,21	6,91	2,77	1,90	1,61	1,70	3,55	6,23	14,40	24,87	17,62	5,89	3,45	2,00	1,61	2,29	
Media	0,19	0,30	0,14	0,13	0,11	0,12	0,16	0,20	0,23	0,27	0,23	0,16	0,11	0,12	0,12	0,12	
Max.	0,60	0,64	0,47	0,27	0,20	0,27	0,30	0,46	0,61	0,56	0,58	0,36	0,26	0,30	0,29	0,33	

**Tabela 5 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 702 m, no inverno (junho a agosto) de 2016.**

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	15	12	10	6	6	3	4	8	1	3	1	2	4	4	9	13	5,9
0,1-0,2	51	38	19	5	6	1	1	0	0	1	0	1	3	6	23	22	10,3
0,2-0,3	233	84	16	8	2	1	1	0	1	0	0	0	3	3	3	59	24,1
0,3-0,4	363	175	26	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	52	36,5
0,4-0,5	147	119	9	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	4	18	17,6
0,5-0,6	33	23	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3,7
0,6-0,7	6	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1,3
0,7-0,8	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,5
0,8-0,9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	49,62	27,11	4,78	1,52	0,87	0,35	0,35	0,58	0,23	0,29	0,06	0,17	0,64	0,87	2,57	9,97	
Media	0,34	0,35	0,27	0,24	0,16	0,19	0,11	0,13	0,27	0,14	0,07	0,06	0,17	0,21	0,18	0,29	
Max.	0,89	0,72	0,54	0,75	0,71	0,53	0,23	0,49	0,47	0,42	0,07	0,10	0,41	0,61	0,56	1,21	

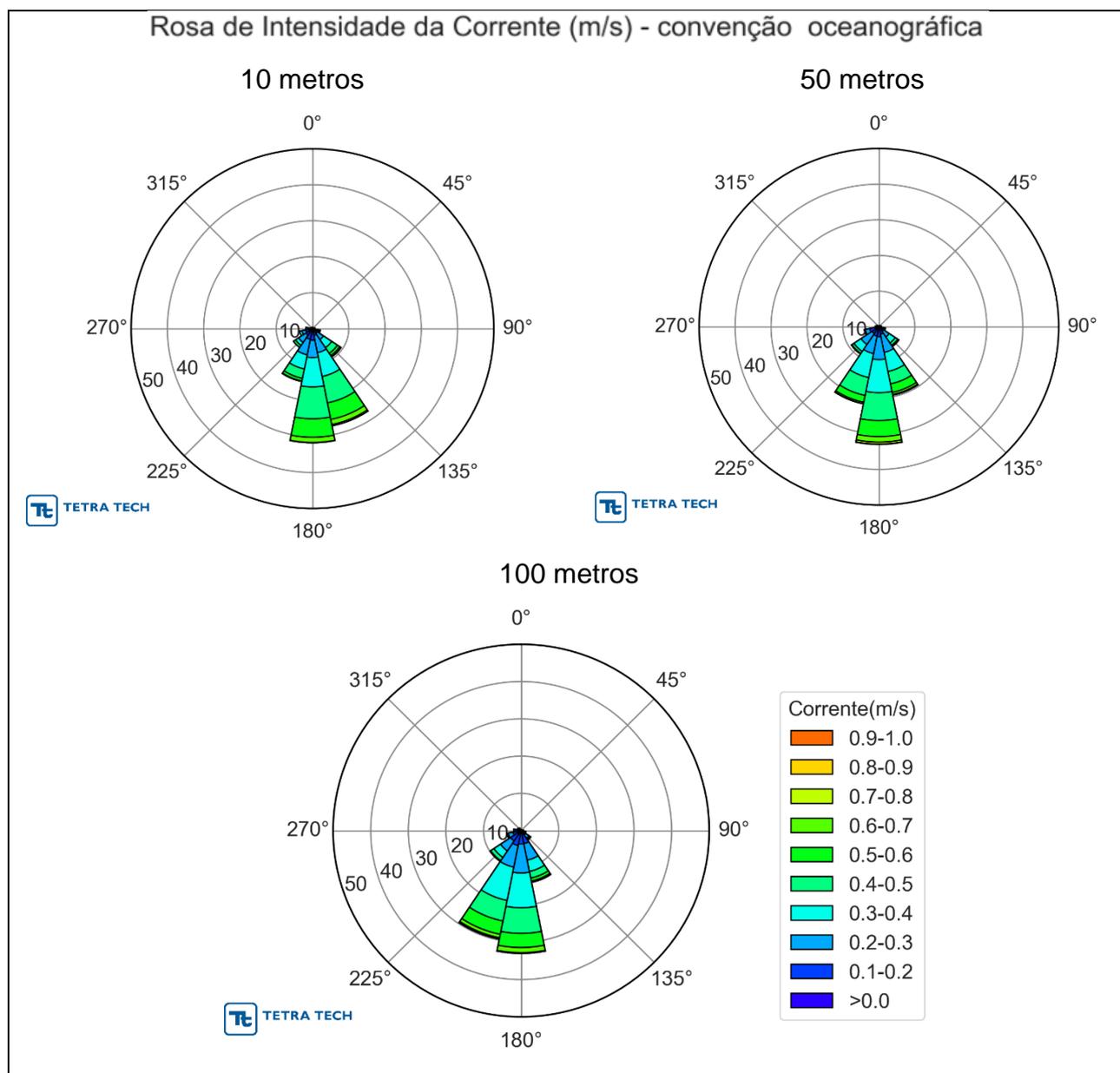
A Figura 13 apresenta a série temporal de intensidade e direção de corrente para os dados medidos na primavera de 2017. As camadas representadas são referentes às profundidades de 10 metros, 50 metros e 100 metros. Como as profundidades alcançadas pelo perfilador de corrente utilizado neste período não atingiu a camada da coluna d'água que sofre influência da CCI, não foi possível identificar a inversão da corrente em águas profundas. Pode-se observar que não são identificados altos gradientes de velocidade e direção entre as profundidades analisadas nos primeiros 100 metros.

**Figura 13** - Stickplot da corrente nas camadas a 10 m, a 50 m e 100 m de profundidade no período de setembro a novembro de 2017 (primavera).



A Figura 14 representa as rosas direcionais de corrente durante a primavera de 2017 (setembro, outubro e novembro) nas profundidades 10 metros, 50 metros e 100 metros. Nas três profundidades apresentadas, o Sul é a direção predominante, sendo que em 10 metros há também uma componente forte para o sudeste, que se desloca com a profundidade, resultando em uma componente para sudoeste mais frequente em 100 metros.

**Figura 14** - Rosas direcionais de corrente em 10 metros, 50 metros e 100 metros, no período de junho a agosto (inverno) de 2016.



A Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 apresentam os diagramas de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente na primavera de 2017, nas profundidades 10 metros, 50 metros e 100 metros, respectivamente. A direção Sul tem o maior número de ocorrências em todas as profundidades (31,72%, 33,00% e 32,99%, respectivamente). A 10 metros e 50 metros, as velocidades predominantes estão entre 0,3 e 0,4 m/s (24,1% e 26,7%), enquanto a 100 metros, a velocidade mais frequente diminui para 0,2-0,3 m/s (25% das ocorrências).

**Tabela 6** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 10 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	0	0	0	2	1	0	4	4	7	9	3	4	3	0	0	0	2,8
0,1-0,2	1	2	0	0	0	6	17	22	35	31	26	21	14	2	2	1	13,6
0,2-0,3	0	1	1	1	4	14	27	64	64	58	32	14	7	1	2	4	22,3
0,3-0,4	1	0	0	1	3	5	36	89	108	53	13	9	0	0	0	0	24,1
0,4-0,5	0	0	0	0	1	3	25	99	117	35	9	0	0	0	0	0	21,9
0,5-0,6	0	0	0	0	0	1	10	62	68	10	0	0	0	0	0	0	11,4
0,6-0,7	0	0	0	0	0	0	5	19	19	2	0	0	0	0	0	0	3,4
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0,5
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	0,15	0,23	0,08	0,30	0,68	2,20	9,46	27,55	31,72	14,99	6,28	3,63	1,82	0,23	0,30	0,38	
Media	0,27	0,19	0,22	0,17	0,26	0,28	0,34	0,40	0,39	0,31	0,25	0,21	0,17	0,17	0,18	0,25	
Max.	0,35	0,23	0,22	0,32	0,45	0,53	0,82	0,73	0,76	0,63	0,48	0,39	0,27	0,23	0,25	0,29	

**Tabela 7** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 50 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	0	0	0	0	1	1	2	6	8	5	6	4	3	4	1	0	2,8
0,1-0,2	4	1	0	4	3	9	21	26	33	34	28	35	8	5	3	1	14,4
0,2-0,3	0	1	0	2	4	10	28	77	96	75	55	19	4	1	0	0	25,0
0,3-0,4	0	0	0	0	2	5	30	81	138	102	35	4	0	0	0	0	26,7
0,4-0,5	0	0	0	0	0	2	12	53	116	76	10	0	0	0	0	0	18,1
0,5-0,6	0	0	0	0	1	0	4	36	67	29	3	0	0	0	0	0	9,4
0,6-0,7	0	0	0	0	0	0	1	9	23	6	0	0	0	0	0	0	2,6
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	1	3	8	1	0	0	0	0	0	0	0,9
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0,1
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	0,27	0,13	0,00	0,40	0,74	1,81	6,65	19,56	33,00	22,04	9,21	4,17	1,01	0,67	0,27	0,07	
Media	0,13	0,19	0,00	0,18	0,24	0,25	0,30	0,36	0,38	0,35	0,26	0,19	0,15	0,11	0,11	0,15	
Max.	0,17	0,26	0,00	0,26	0,51	0,43	0,74	0,74	0,82	0,72	0,57	0,35	0,28	0,22	0,14	0,15	

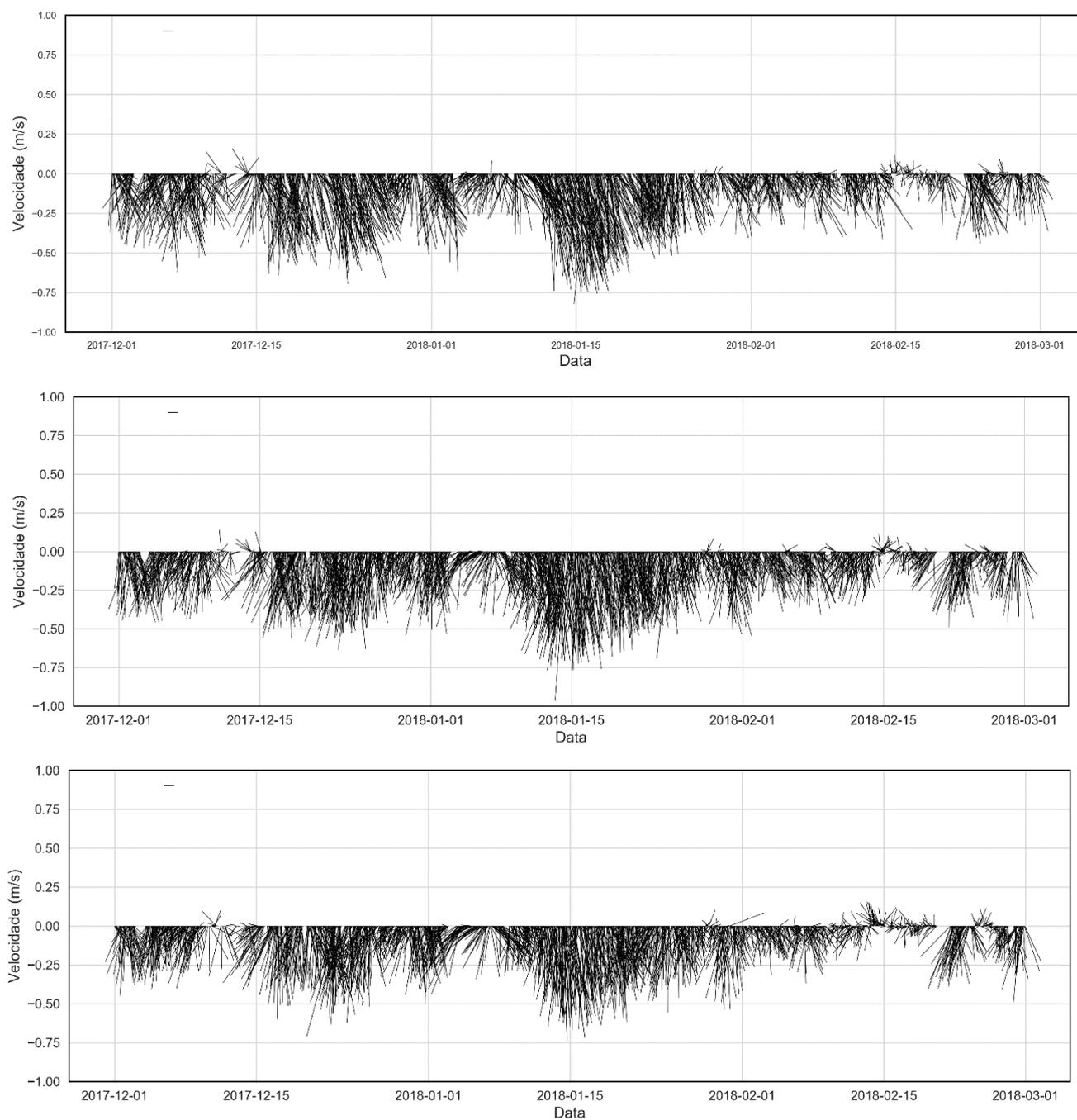
**Tabela 8** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 100 m, na primavera (setembro a novembro) de 2017.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	1	1	0	0	3	3	6	6	6	6	8	4	3	4	3	2	4,1
0,1-0,2	2	0	0	1	4	12	13	43	43	50	38	26	15	7	7	1	19,1
0,2-0,3	0	0	0	1	1	2	15	62	107	81	44	18	7	3	1	0	25,0
0,3-0,4	0	0	0	0	0	0	5	42	128	125	29	3	1	0	0	0	24,3
0,4-0,5	0	0	0	0	0	0	2	25	94	77	14	2	1	0	0	0	15,7
0,5-0,6	0	0	0	0	0	0	0	11	52	50	3	0	0	0	0	0	8,5
0,6-0,7	0	0	0	0	0	0	1	4	19	13	0	0	0	0	0	0	2,7
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0,5
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,1
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	0,22	0,07	0,00	0,15	0,58	1,24	3,07	14,16	32,99	29,71	9,93	3,87	1,97	1,02	0,80	0,22	
Media	0,12	0,07	0,00	0,17	0,13	0,14	0,23	0,30	0,36	0,36	0,26	0,20	0,18	0,15	0,13	0,09	
Max.	0,15	0,07	0,00	0,24	0,20	0,28	0,64	0,70	0,83	0,85	0,57	0,48	0,40	0,27	0,22	0,12	

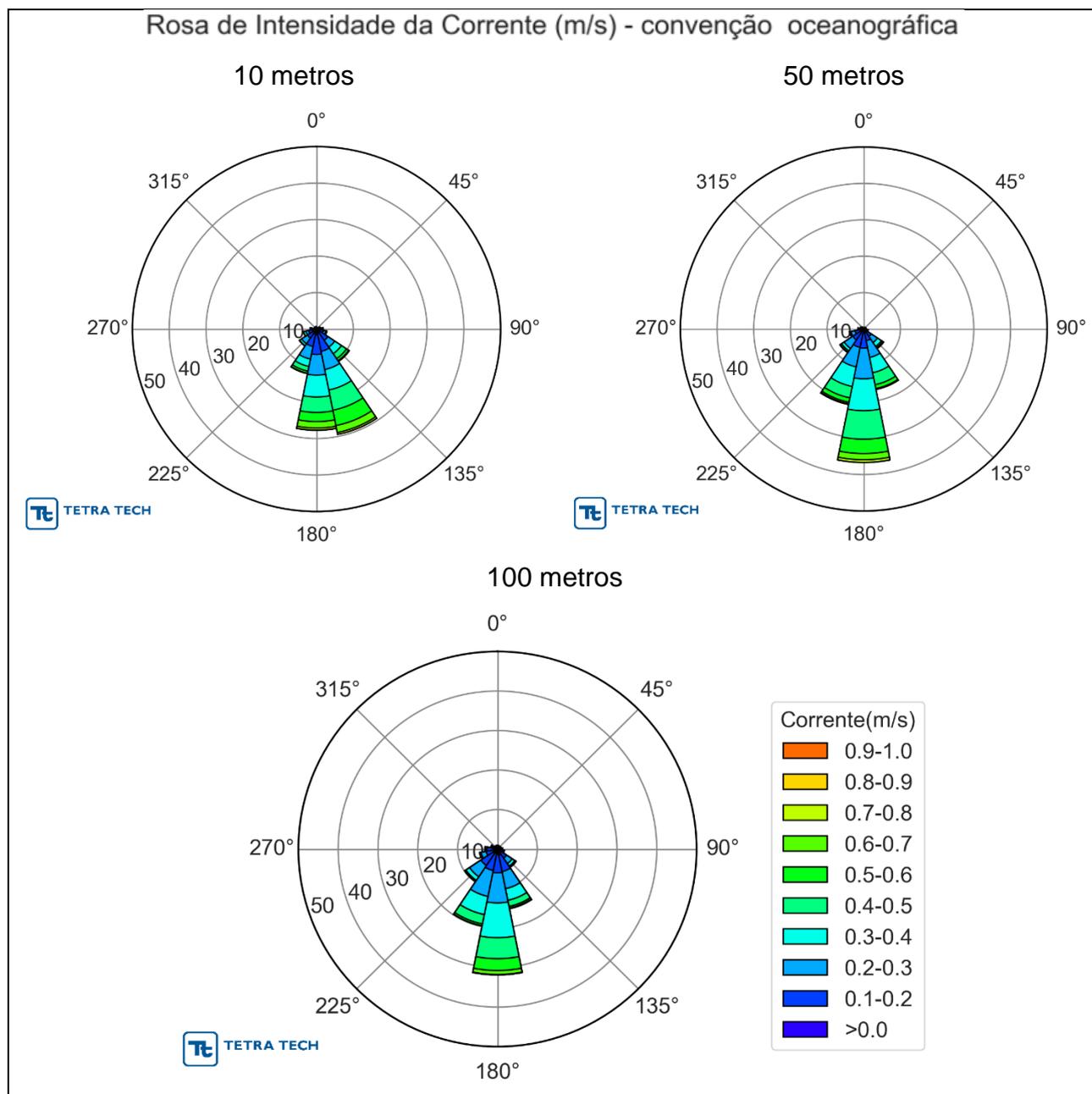
Na Figura 15 são apresentadas as séries temporais de direção e intensidade das correntes coletadas no verão de 2017/2018 nas profundidades de 10 metros, 50 metros e 100 metros

A Figura 16 representa as rosas direcionais de corrente durante o verão de 2017/2018 nas profundidades 10 metros, 50 metros e 100 metros. Observa-se que neste período, a direção predominante na superfície (10 metros) é sudeste, diferentemente do que foi visto para a primavera. Nas camadas a 50 metros e a 100 metros, a componente principal é deslocada para sul, com uma componente secundária para sudoeste.

**Figura 15 -** Stickplot da corrente nas camadas a 10 m, a 50 m e 100 m de profundidade no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 (verão).



**Figura 16** - Rosas direcionais de corrente em 10 metros, 50 metros e 100 metros, no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018 (verão).



A Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11 representam o diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente no verão de 2017/2018, nas profundidades 10 metros, 50 metros e 100 metros, respectivamente. As menores velocidades entre os dados analisados são encontradas neste período (verão), como pode ser visto no diagrama de ocorrência para a profundidade de 10 metros, que mostra que as velocidades mais frequentes estão entre 0,1 e 0,2 m/s (23,6% das ocorrências) e também para a profundidade de 100 metros, onde as maiores ocorrências estão nas faixas de 0,1-0,2 m/s e 0,2-0,3 m/s (26,2% e 26,3%, respectivamente).

**Tabela 9** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 10 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	7	4	6	11	17	12	15	21	28	24	12	20	14	3	6	10	12,0
0,1-0,2	1	1	1	5	10	21	50	88	94	61	40	18	9	8	5	1	23,6
0,2-0,3	0	0	0	2	3	12	39	89	99	62	33	13	7	0	1	1	20,6
0,3-0,4	0	0	0	0	0	2	38	100	105	36	11	11	0	0	0	0	17,3
0,4-0,5	0	0	0	0	1	2	29	99	74	23	2	1	0	0	0	0	13,2
0,5-0,6	0	0	0	0	0	1	12	75	44	10	0	0	0	0	0	0	8,1
0,6-0,7	0	0	0	0	0	0	3	34	31	2	0	0	0	0	0	0	4,0
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	1	9	10	0	0	0	0	0	0	0	1,1
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	0,46	0,29	0,40	1,03	1,77	2,86	10,68	29,41	27,76	12,45	5,60	3,60	1,71	0,63	0,69	0,69	
Media	0,07	0,05	0,07	0,09	0,12	0,18	0,28	0,36	0,34	0,26	0,20	0,18	0,13	0,13	0,10	0,08	
Max.	0,12	0,10	0,16	0,22	0,41	0,59	0,70	0,79	0,83	0,64	0,49	0,40	0,28	0,19	0,20	0,22	

**Tabela 10** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 50 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	3	2	3	6	5	8	15	11	15	13	18	11	5	4	9	5	6,8
0,1-0,2	3	2	6	5	5	4	33	53	87	87	52	36	17	9	2	1	20,7
0,2-0,3	0	0	1	0	2	6	39	91	164	106	55	22	9	5	1	0	25,8
0,3-0,4	0	0	0	0	1	4	25	83	170	107	16	7	1	0	0	0	21,3
0,4-0,5	0	0	0	0	0	1	8	65	152	62	8	1	0	0	0	0	15,3
0,5-0,6	0	0	0	0	0	0	5	21	77	24	2	0	0	0	0	0	6,6
0,6-0,7	0	0	0	0	0	0	0	4	33	8	1	0	0	0	0	0	2,4
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	1	1	14	4	0	0	0	0	0	0	1,0
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
(%)	0,31	0,21	0,51	0,57	0,67	1,18	6,48	16,93	36,70	21,15	7,82	3,96	1,65	0,93	0,62	0,31	
Media	0,09	0,08	0,11	0,10	0,14	0,19	0,25	0,32	0,36	0,31	0,22	0,19	0,17	0,16	0,08	0,07	
Max.	0,15	0,11	0,20	0,18	0,34	0,45	0,71	0,73	0,97	0,75	0,61	0,44	0,33	0,28	0,21	0,14	

**Tabela 11** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente na profundidade 100 m, no verão (dezembro a fevereiro) de 2017/2018.

Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	14	11	8	12	16	10	9	30	25	19	25	19	19	15	7	8	13,0
0,1-0,2	4	5	4	4	7	15	43	80	89	86	70	36	30	11	8	6	26,2
0,2-0,3	0	0	0	1	1	3	32	84	145	127	65	25	8	7	2	0	26,3
0,3-0,4	0	0	0	0	0	4	15	57	167	89	21	7	2	0	0	0	19,1
0,4-0,5	0	0	0	0	0	1	6	30	101	46	5	0	1	0	0	0	10,0
0,5-0,6	0	0	0	0	0	0	1	8	57	9	2	0	0	0	0	0	4,1
0,6-0,7	0	0	0	1	0	0	0	3	19	0	0	0	0	0	0	0	1,2
0,7-0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0,2
0,8-0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
0,9-1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
(%)	0,95	0,84	0,63	0,95	1,26	1,74	5,58	15,37	31,84	19,84	9,89	4,58	3,16	1,74	0,89	0,74	
Media	0,07	0,08	0,08	0,12	0,10	0,16	0,22	0,25	0,33	0,27	0,20	0,17	0,14	0,12	0,12	0,09	
Max.	0,15	0,13	0,19	0,64	0,23	0,41	0,50	0,65	0,74	0,76	0,54	0,37	0,46	0,28	0,22	0,19	

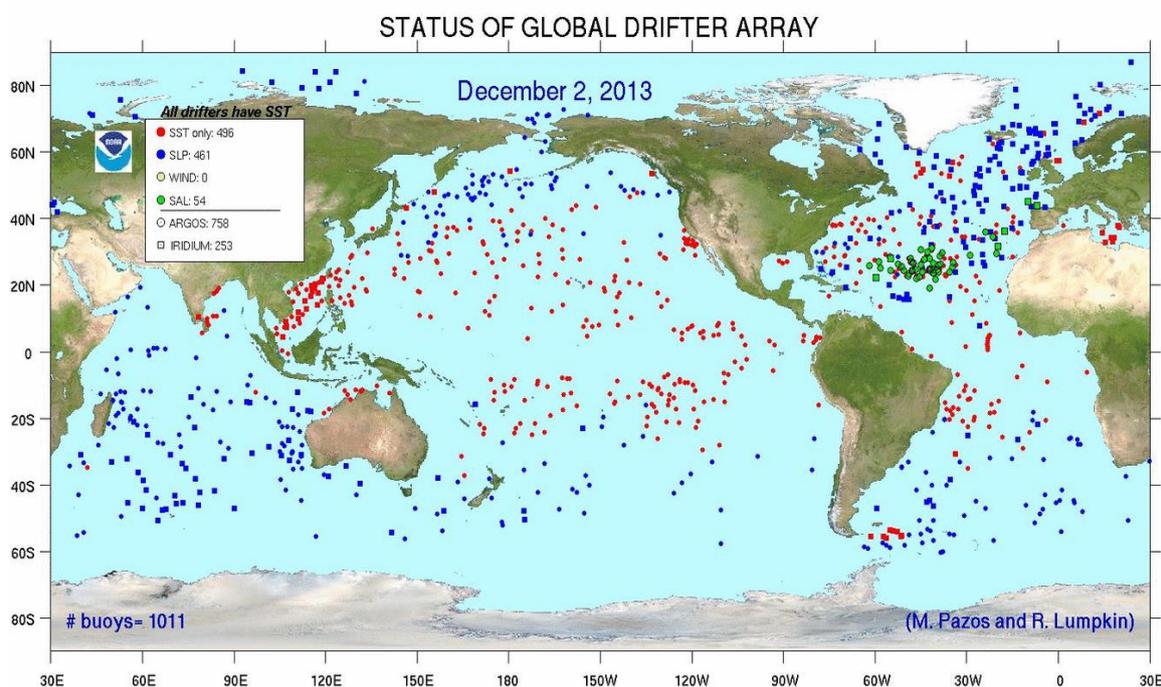
### 2.3.2. Dados Derivadores GDP/NOAA - Lumpkin & Garraffo

Para a representação das correntes superficiais da região foram utilizados dados de derivadores de Lumpkin & Garraffo (2005)<sup>5</sup>. Os dados pertencem ao Programa de Derivadores de Superfície, uma extensão do Sistema Integrado de Observação dos Oceanos da NOAA.

O Programa tem por objetivo principal manter rastreadas boias de deriva de superfície, com o intuito de proporcionar um conjunto de dados observados *in-situ* numa abrangência global. O produto ainda tem como objetivo proporcionar um sistema de processamento de dados para uso científico, previsões de curto prazo e pesquisas e monitoramento do clima.

Através dos dados fornecidos pelo programa, é possível reproduzir campos de correntes próximos à superfície, com resolução espacial de 1 grau, oriundos da decomposição dos dados de observação da circulação, registrada através de uma rede de boias de deriva rastreadas por satélite (Figura 17).

**Figura 17-** Representação da população de derivadores mantidos pelo programa da NOAA, ao todo 1.267 derivadores.

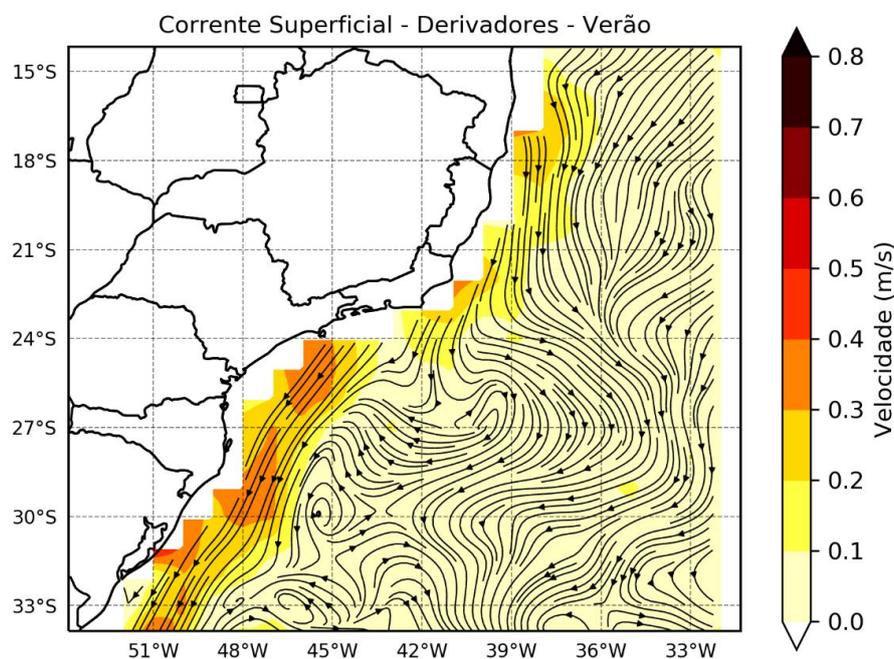


Fonte: NOAA.

<sup>5</sup> A drifter derived climatology of global near-surface currents – NOAA ([http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/drifter\\_climatology.html](http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/drifter_climatology.html)). Último acesso em 10 de dezembro de 2012.

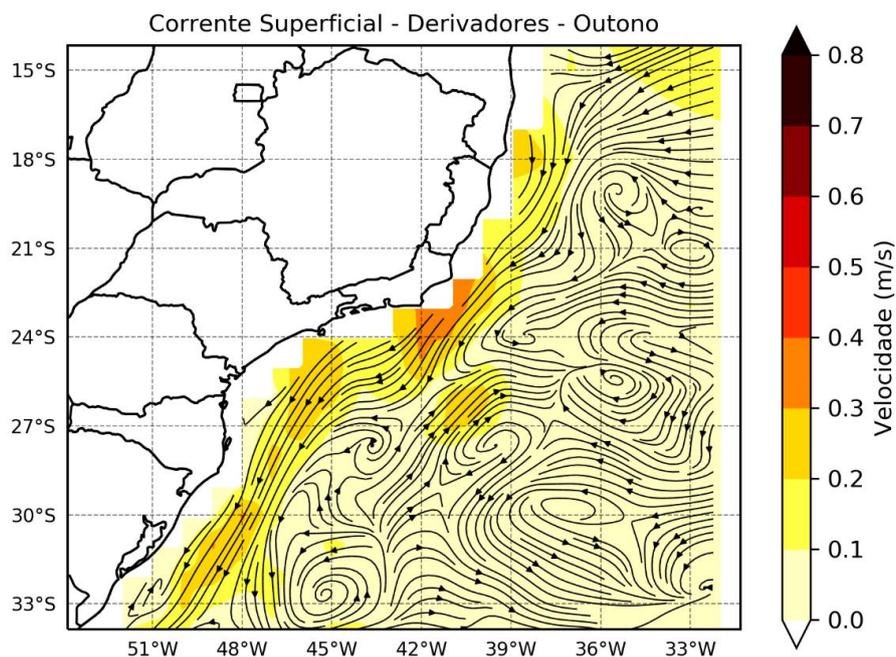
As Figura 18 até Figura 21 representam a média climatológica da circulação oceânica de superfície para cada estação do ano para a região sobre as Bacias de Campos e Santos. Tanto no verão (dezembro a fevereiro), outono (março a maio), inverno (junho a agosto), e primavera (setembro a novembro), é evidenciada a predominância das correntes para sul-sudoeste, marcando a presença da Corrente do Brasil (CB). Essa corrente, tem seu caminho predominante para sul seguindo a quebra da plataforma continental ao longo de todo o ano. Observa-se uma maior velocidade da CB no verão, associada ao ciclo sazonal atmosférico e à direção e intensidade dos ventos nesta estação (SILVEIRA *et al.*, 2000).

**Figura 18** - Média da circulação próximo à superfície para o verão (dezembro a fevereiro), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).

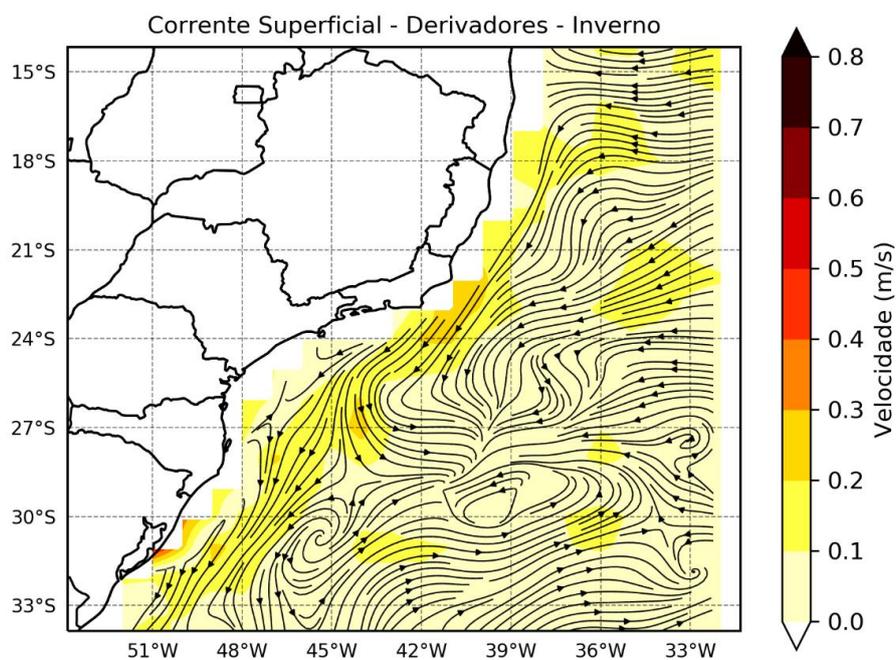


Fonte: Tetra Tech.

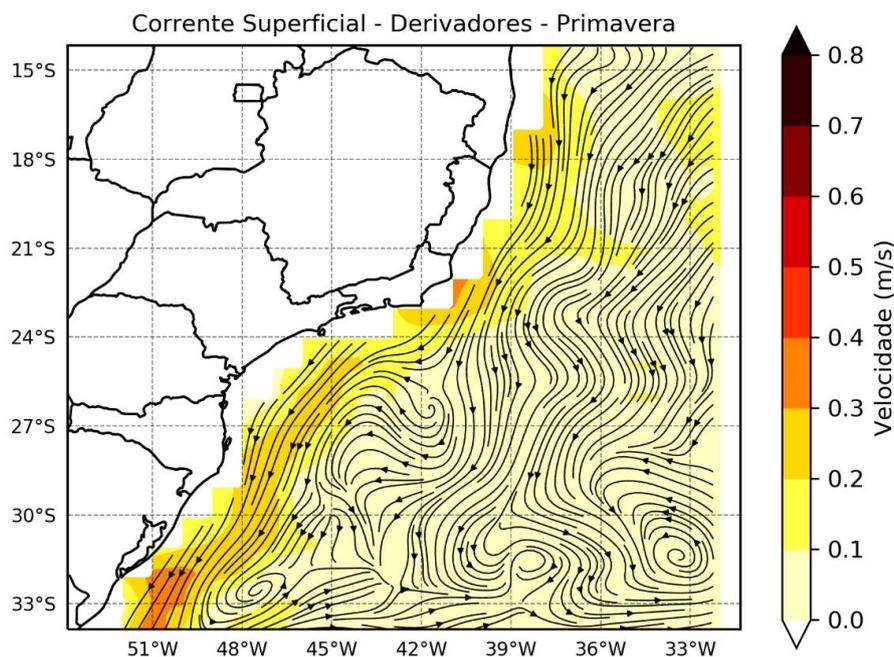
**Figura 19** - Média da circulação próximo à superfície para o outono (março a maio), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).



**Figura 20** - Média da circulação próximo à superfície para o inverno (junho a agosto), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).



**Figura 21** - Média da circulação próximo à superfície para a primavera (setembro a novembro), obtida por derivadores (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005).



## 2.4. TEMPERATURA E SALINIDADE

Os dados de temperatura e salinidade utilizados na modelagem de derrame de óleo foram obtidos no Atlas Eletrônico de dados do WOA18<sup>6</sup>. Esta base é composta de dados coletados por diversos equipamentos de medição oceanográfica de 1893 até 2017. Os dados são compilados pelo NODC da NOAA<sup>7</sup> e então interpolados com uma resolução horizontal de 1/4°, em sua versão mais recente, gerando uma composição dos resultados em uma grade espacial para todo o globo.

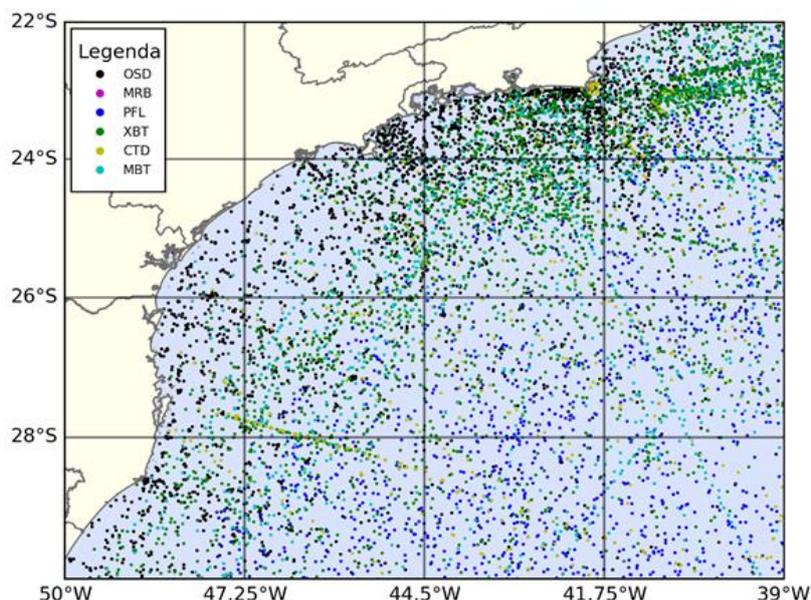
Os produtos deste processamento são mapas de temperatura e salinidade médios mensais e sazonais do oceano. Os dados de temperatura e salinidade foram extraídos para as coordenadas dos pontos de modelagem a partir da base baixada no mês de junho de 2018.

A Figura 22, a seguir, apresenta a localização geográfica da malha amostral dos principais instrumentos utilizados para a obtenção dos dados, e que compõe o Atlas Eletrônico WOA18.

<sup>6</sup> *World Ocean Atlas 2018*. Disponível em: <<http://www.nodc.noaa.gov/OC5/woa18/>>. Último acesso em setembro de 2019.

<sup>7</sup> *National Oceanographic Data Center (NODC) do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos Estados Unidos.*

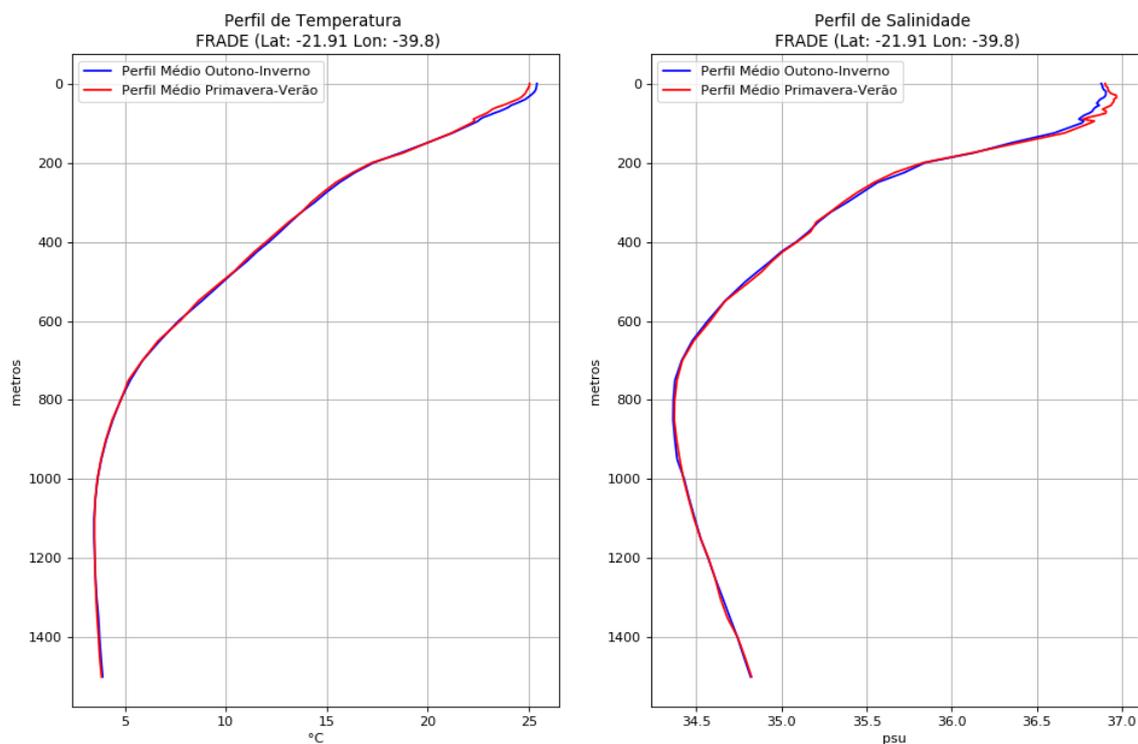
**Figura 22** - Localização do conjunto de dados do WOA18. Instrumentos: XBT = Batitermógrafos descartáveis; PFL = Perfiladores; OSD = Garrafas de reversão; BMT = Batitermógrafos mecânicos; e CTD = Conductivity, temperature & depth (Condutividades, temperatura & profundidade).



Fonte: WOA18 (*World Ocean Atlas 2018*).

A partir destes campos interpolados foram extraídos os perfis de temperatura e salinidade, considerando a média dos valores para cada período de seis meses considerados nas simulações de transporte de óleo, setembro a fevereiro (PRI-VER) e março a agosto (OUT-INV), para as coordenadas mais próximas a dos pontos de modelagem. Desta forma as informações foram extraídas nas coordenadas do ponto do Atlas mais próximo das coordenadas 21°52'30"S e 39°52'30"W. Os perfis médios de temperatura de salinidade, para cada período, são apresentados na Figura 23.

**Figura 23** - Perfis de temperatura e salinidade utilizado no presente estudo para a região do ponto de modelagem.



Fonte: Perfis médios extraídos dos campos interpolados do WOA13 (*World Ocean Atlas 2013*).

### **3. MODELAGEM HIDRODINÂMICA**

Este capítulo apresenta a modelagem hidrodinâmica adotada para a área de estudo, Campo de Frade na Bacia de Campos, de forma que descreve o modelo numérico e as configurações utilizadas na modelagem, além de apresentar uma caracterização da área de estudo, com o objetivo de demonstrar a capacidade da base hidrodinâmica em representar as condições ambientais locais. Os campos hidrodinâmicos foram utilizados como base para a modelagem numérica da trajetória de derrames de óleo (Capítulo 4). A localização do Campo de Frade na Bacia de Campos, enfoque do presente estudo, é apresentada na Figura 1.

A seguir, no Item 3.1 especifica-se o modelo hidrodinâmico adotado, enquanto a avaliação do modelo, através da comparação de seus resultados com os dados de maré e correntes disponíveis, é realizada no Item 3.2. Por fim, no item 3.3 são apresentadas as considerações finais sobre a modelagem hidrodinâmica.

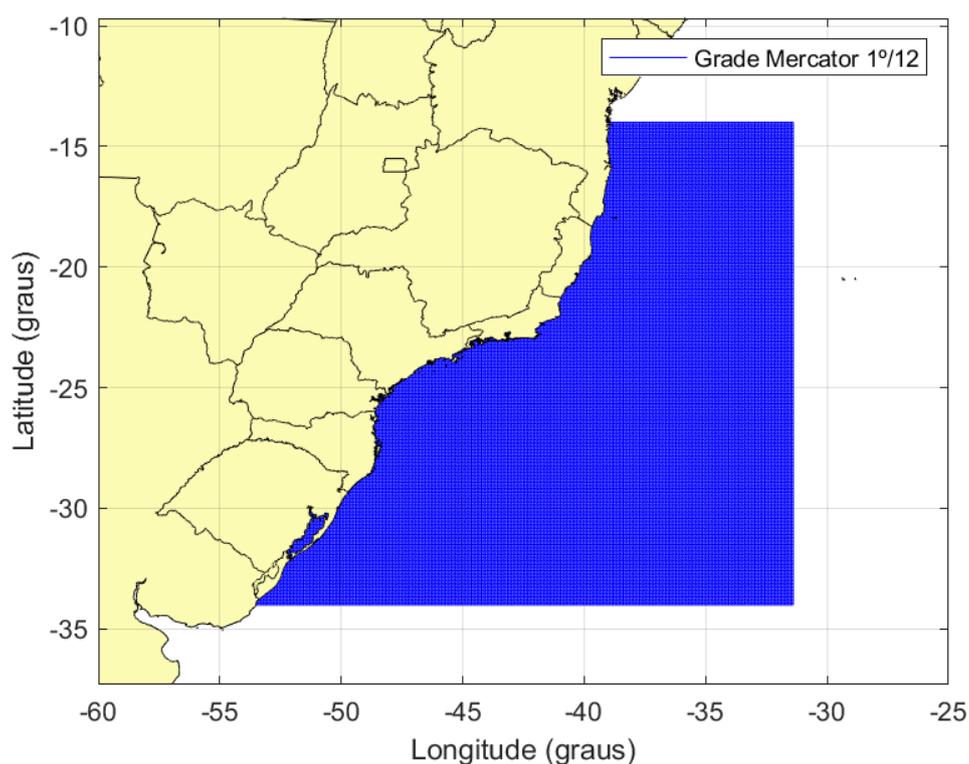
#### **3.1. DESCRIÇÃO DA MODELAGEM HIDRODINÂMICA**

Para a caracterização dos padrões de correntes, foram utilizados os resultados do modelo de previsão MERCATOR, um modelo de previsão das condições oceânicas globais de alta resolução baseado no grid tripolar ORCA (MADEC & IMBARD, 1996), com resolução horizontal média de 7 km em latitude médias, conforme descrito no Apêndice A.

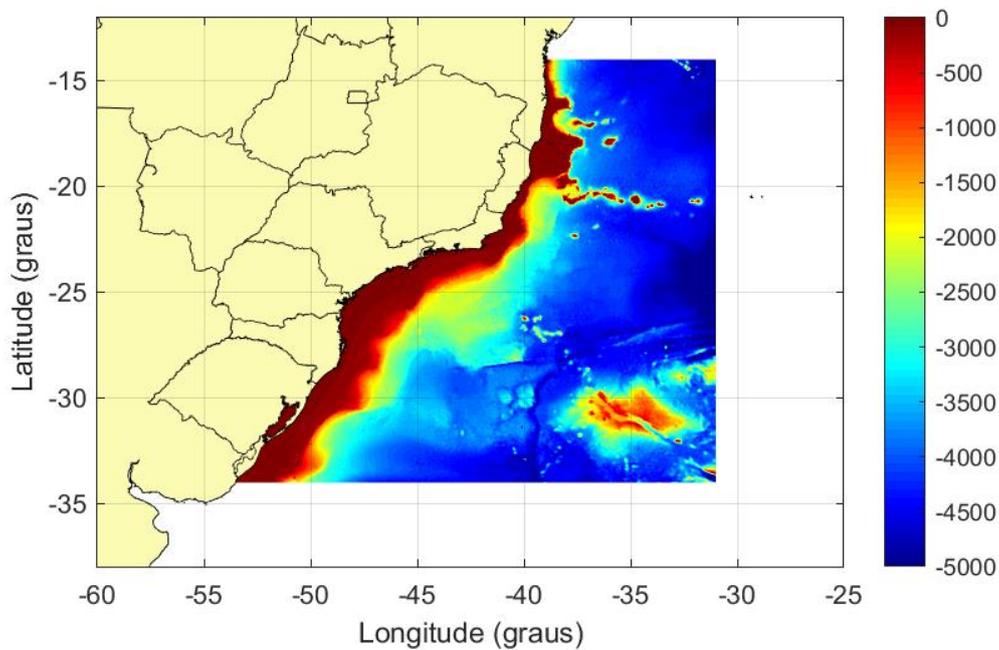
Com relação à grade representativa da área de estudo, esta possui dimensões de 271x237 pontos (Figura 24). Nessa grade foram consideradas 8 camadas para a definição da estrutura vertical da região. Os dados de profundidade foram obtidos através do ETOPO1 obtido no NGDC<sup>8</sup>, e os resultados finais da projeção da batimetria estão ilustrados na Figura 25.

---

<sup>8</sup> National Geophysical Data Center da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

**Figura 24** - Grade computacional do modelo hidrodinâmico.

Fonte: MERCATOR.

**Figura 25** - Batimetria associada à grade numérica. A barra de cores lateral apresenta a profundidade local (em metros) para cada elemento de grade.

Fonte: ETOPO1.

O período da modelagem com frequência horária compreendeu o período de 01 de setembro de 2017 a 02 de novembro de 2018, representativos de um ciclo sazonal completo. A escolha dos períodos e ano de referência foi feita com base nas análises de vento apresentadas no Item 2.1.

### 3.2. AVALIAÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO

A metodologia utilizada fundamenta-se na avaliação da modelagem quanto à sua capacidade de reproduzir as características hidrodinâmicas das correntes na região em estudo. Com este intuito, são apresentadas comparações entre resultados da modelagem hidrodinâmica e as séries de dados coletadas na região, conforme apresentado no Item 2.2.

Para quantificar o nível de aderência dos resultados da modelagem com as observações, foram realizadas as análises de comparação propostas por: Willmott & Wicks (1980 *apud* WILLMOTT, 1982) e Cortês (2004).

O Índice de concordância (“index of agreement” - IOA) de Willmott & Wicks (1980 *apud* WILLMOTT, 1982) com a classificação de Cortês (2004) é definido por:

$$IOA = 100 \times \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (dado_i - modelo_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|modelo_i - \overline{dado}| + |dado_i - \overline{dado}|)^2} \right] \quad (\text{Eq.3})$$

Onde:

$IOA$  = Índice de concordância de Willmott (%);

$\overline{dado}$  = média dos valores dos dados;

Cortês (2004) propôs a seguinte classificação para o índice de concordância de Willmott & Wicks (Tabela 12).

**Tabela 12 – Classificação para o índice de concordância de Willmott & Wicks.**

ICD (%)	CLASSIFICAÇÃO
> 85	Ótimo
76 a 85	Muito Bom
66 a 75	Bom
61 a 65	Mediano
51 a 60	Sufrível
41 a 50	Mau
≤ 40	Péssimo

Fonte: Cortês (2004).

### 3.2.1. Elevação

Para caracterizar a boa representação do comportamento da maré na modelagem numérica para a área de interesse do estudo, é apresentada a seguir a comparação obtida a partir da reconstrução das constantes harmônicas de maré obtidas junto à Fundação Estudos do Mar – FEMAR (2000) da estação Fundeio 2 Norte – Oceânica.

As Figura 26, Figura 27 e Figura 28 apresentam as séries temporais de elevação do nível do mar na estação de Fundeio 2 Norte – Oceânica, para os períodos de inverno de 2016 (junho a agosto, Figura 26), primavera de 2017 (setembro a novembro, Figura 27), e verão de 2018 (dezembro a fevereiro, Figura 28), períodos estes correspondentes com os dados de corrente medidos pela boia meteo-oceanográfica.

Em todas as comparações a série temporal referente à previsão harmônica é apresentada em azul e os resultados gerados pelo modelo numérico são apresentados em vermelho. Tais comparações geraram os índices estatísticos:

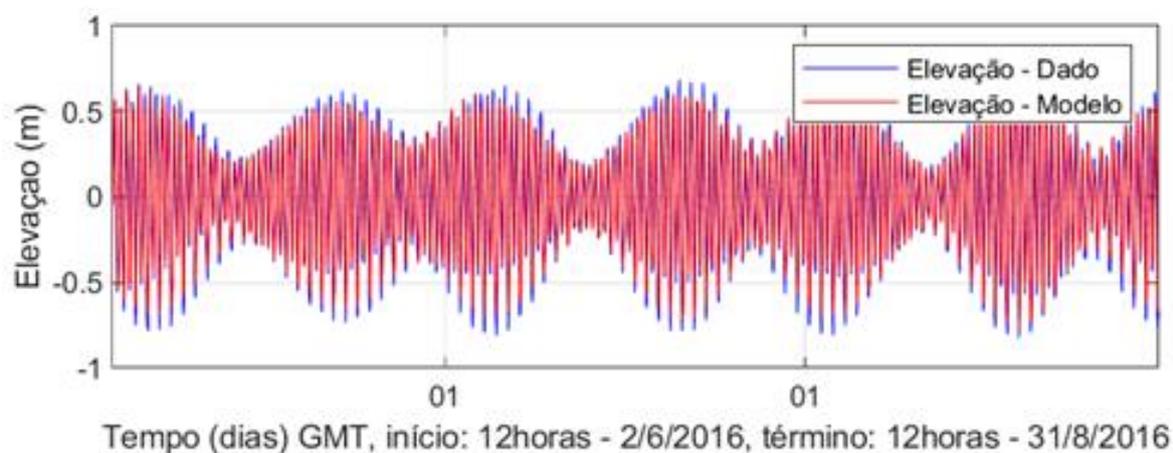
**Inverno**: IOA = 96%, segundo a classificação de Cortês, como “Ótimo”.

**Primavera**: IOA = 96%, segundo a classificação de Cortês, como “Ótimo”.

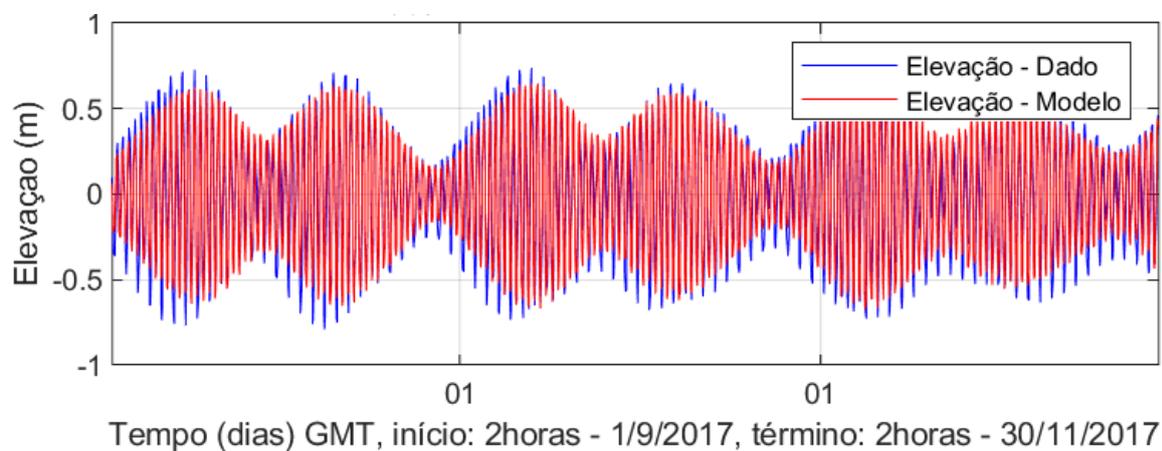
**Verão**: IOA = 96%, segundo a classificação de Cortês, como “Ótimo”.

Observa-se que o modelo implementado representa o comportamento da maré de forma extremamente satisfatória na área da estação Fundeio 2 Norte – Oceânica, tanto em amplitude quanto em fase.

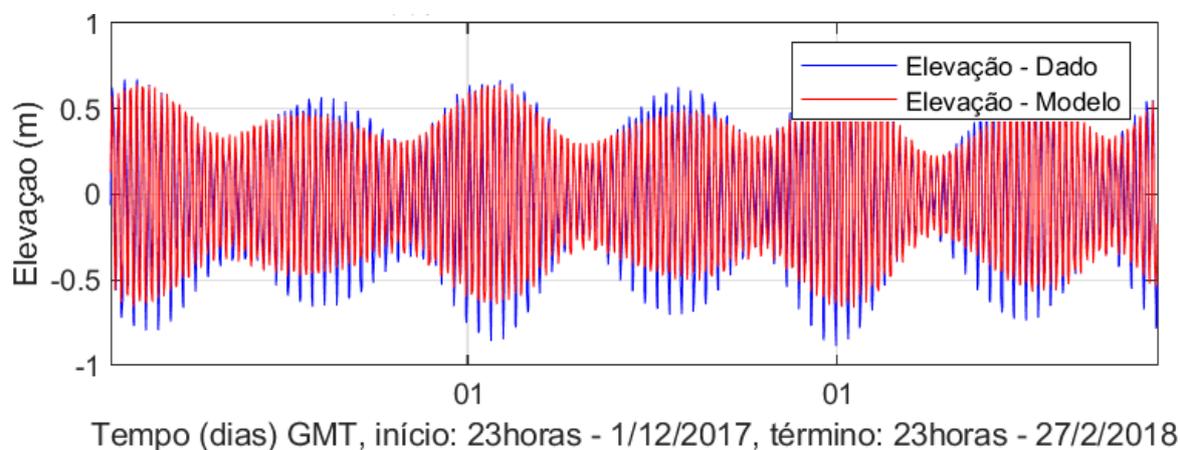
**Figura 26** - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/06/2016 e 31/08/2016 (inverno).



**Figura 27** - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/09/2017 e 30/11/2017 (primavera).



**Figura 28** - Comparação da elevação do nível do mar (m) dos dados de previsão harmônica de maré obtida para a estação Fundeio 2 Norte – Oceânica com os resultados do modelo numérico (em vermelho), para o período compreendido entre 01/12/2017 e 27/02/2018 (verão).



### 3.2.2. Correntes

#### 3.2.2.1. Dados Primários – Bóia Meteo-Oceanográfica

Para avaliar a capacidade da modelagem hidrodinâmica de reproduzir o comportamento dinâmico das correntes, comparou-se os resultados do modelo com os dados de correntes coletados pela bóia meteo-oceanográfica, instalada no Campo de Frade, para os períodos junho a agosto de 2016 (inverno), setembro a novembro de 2017 (primavera) e dezembro a fevereiro de 2018 (verão), disponibilizados pela contratante. Tais períodos foram selecionados em função da disponibilidade e da qualidade dos dados fornecidos.

A Figura 29, Figura 30, Figura 31 e Figura 32, apresentam as comparações entre os dados medidos pela boia meteo-oceanográfica entre os anos de 2016 e 2018, que representam as condições oceanográficas características de inverno (Figura 29 – superfície e Figura 30 - fundo), primavera (Figura 31- superfície) e verão (Figura 32 - superfície) com o modelo numérico, respectivamente. O período de inverno foi o único analisado também no fundo, devido a disponibilidade de dados.

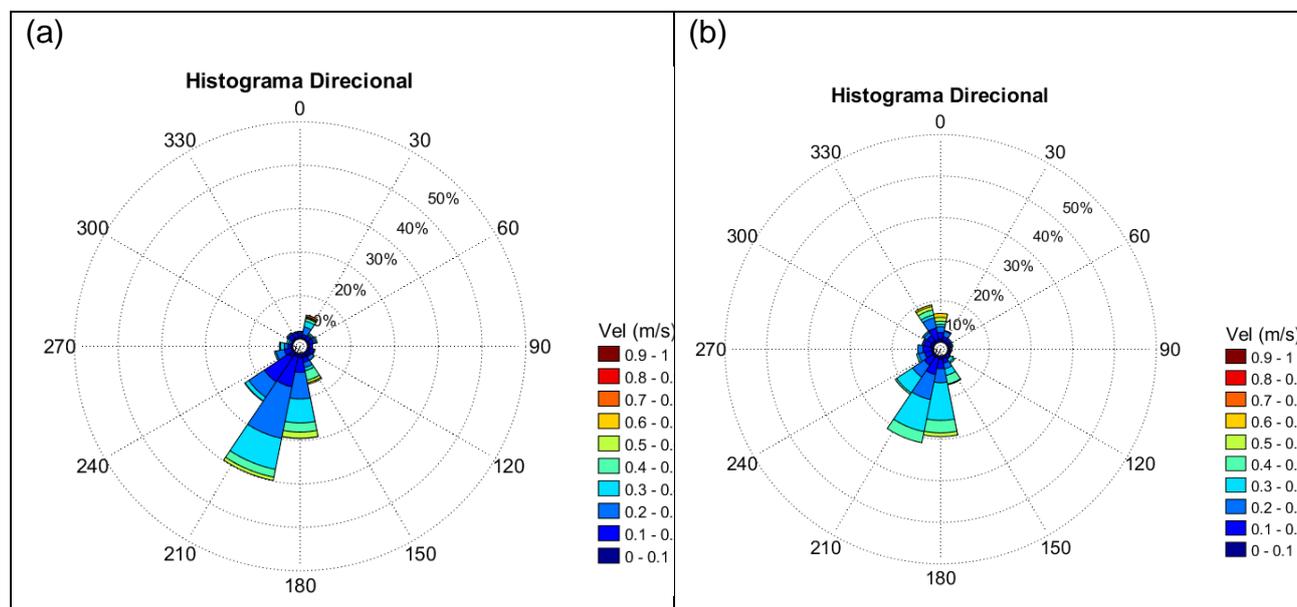
Conforme é possível observar, o modelo numérico representa de forma satisfatória o padrão de deslocamento das correntes superficiais na direção Sul-Sudoeste (inverno) e Sul-Sudeste (primavera e verão), influenciadas principalmente pelo padrão de ventos e pela orientação da costa. A frequência de correntes no sentido oposto, em todos os pontos analisados, é significativamente

menor, assim como seus valores máximos. Correntes na direção perpendicular são bem mais raras e suas intensidades são bastantes reduzidas quando comparadas às observadas na direção paralela à linha de costa.

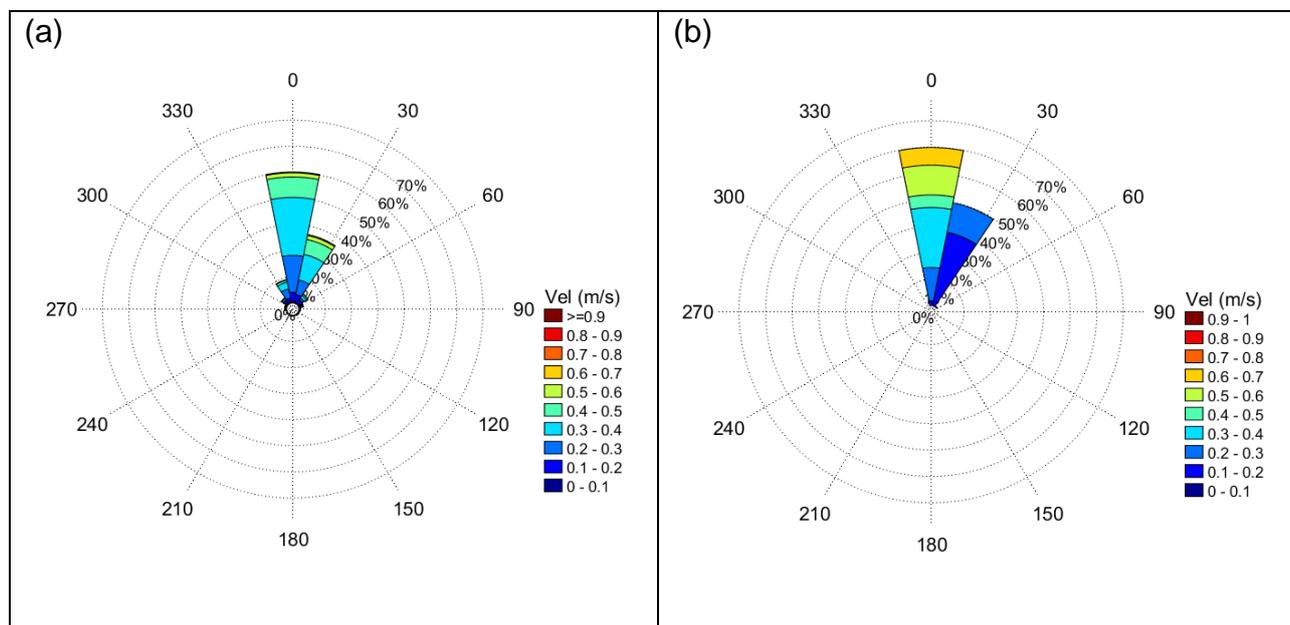
Em profundidade (Figura 30), observa-se fluxos com resultante média para Norte-Nordeste, tanto no dado quanto no modelo, associáveis ao movimento das massas d'água de origens polares, como: a Água Central do Atlântico Sul - ACAS mesmo sobre a plataforma continental e associadas as intrusões costeiras da Corrente das Malvinas (MATANO & PIOLA, 2010); a Água Intermediária Antártica – AIA, com fluxo médio para Nordeste observado a partir de 25°S e novamente reversões de circulação profundas, associadas aos fluxos provenientes do Atlântico Norte (APAN) e da região antártica (AABW) (STRAMMA & ENGLAND 1999; BOEBEL *et al.*, 1999)

Nestas situações também é importante avaliar como se comportam os padrões médios e extremos obtidos com a modelagem, e se o modelo tem capacidade de reproduzir o comportamento dos fenômenos mais frequentes e mais energéticos observados nos dados. A análise realizada através das rosas indica que o modelo reproduz a intensidade, a direção predominante das correntes e a frequência de ocorrências para a região de estudo.

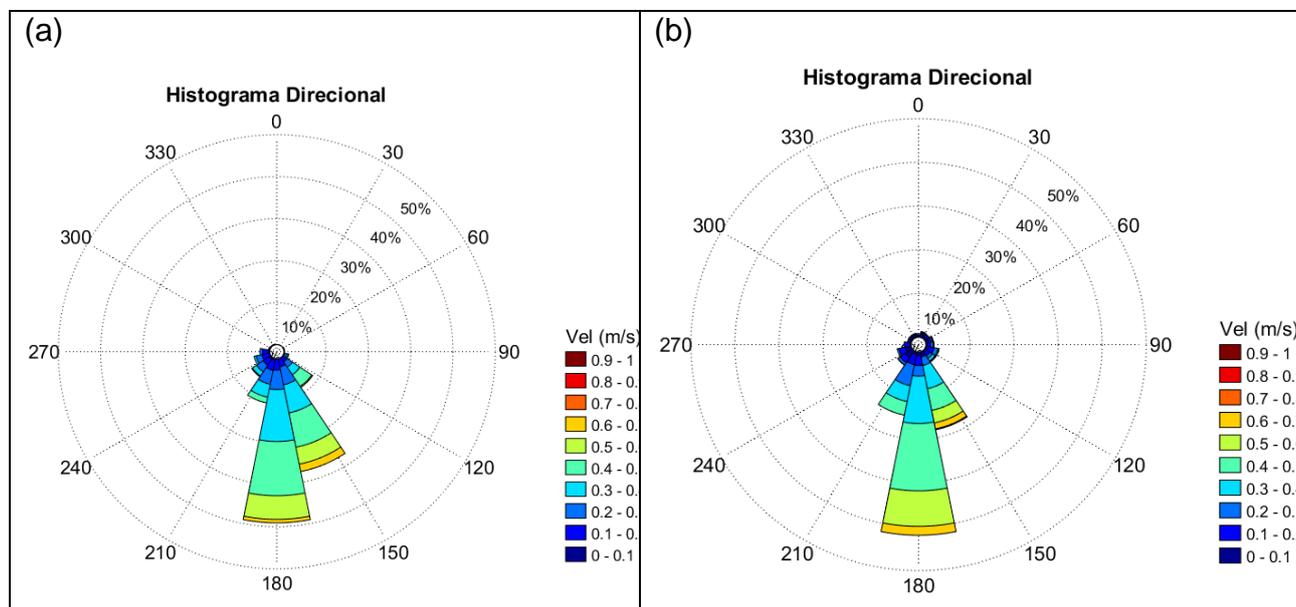
**Figura 29** - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, para o período de inverno (junho-agosto) de 2016.



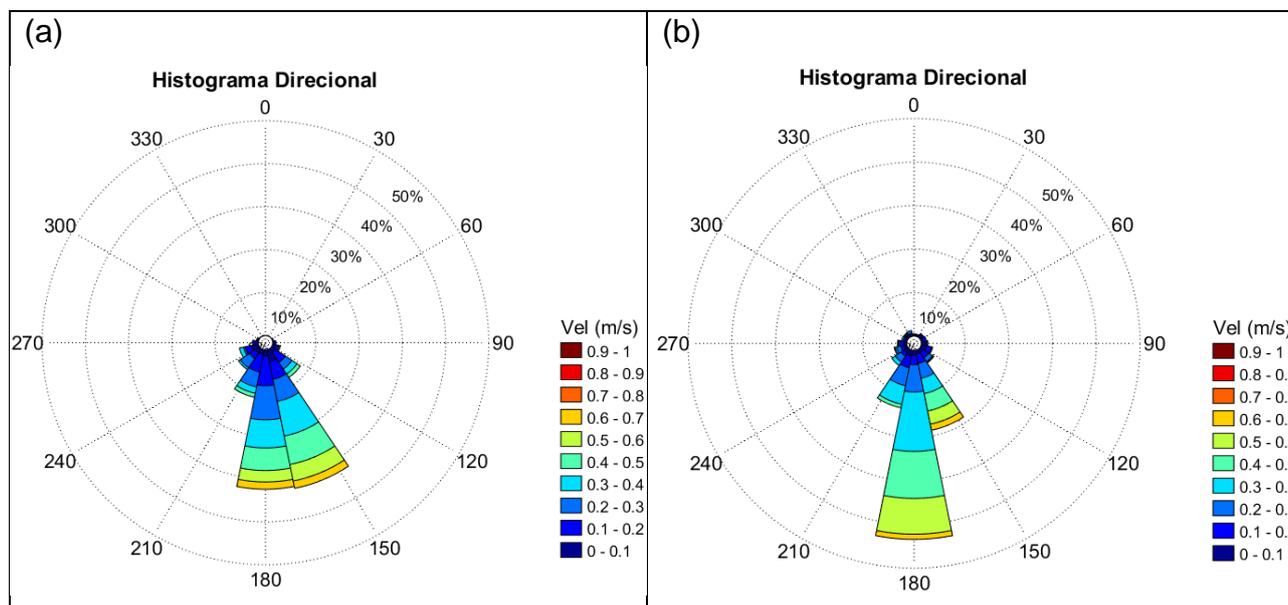
**Figura 30 - Rosa das correntes de fundo (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de inverno (junho-agosto) de 2016.**



**Figura 31 - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de primavera (setembro-novembro) de 2017.**



**Figura 32** - Rosa das correntes de superfície (a) dados (b) resultados da modelagem hidrodinâmica, ambas para o período de verão (dezembro-fevereiro) de 2018.



Com o objetivo de caracterizar a representatividade do modelo numérico no tempo, e suas variações de intensidade e direção, estão apresentadas, a seguir, as séries temporais de corrente, tanto dos dados coletados quanto dos resultados do modelo, a partir das estações inverno (Figura 33), primavera (Figura 34) e verão (Figura 35). Os parâmetros (IOA) estimados para quantificar a comparação (dado x modelo) forneceram os seguintes resultados para a região:

**Inverno:** Index of agreement (Willmott & Wicks) IOA = 54% (comp. U) e 87% (comp. V). O IOA médio é igual a 71 % sendo considerado, segundo a classificação de Cortês, como “Bom”.

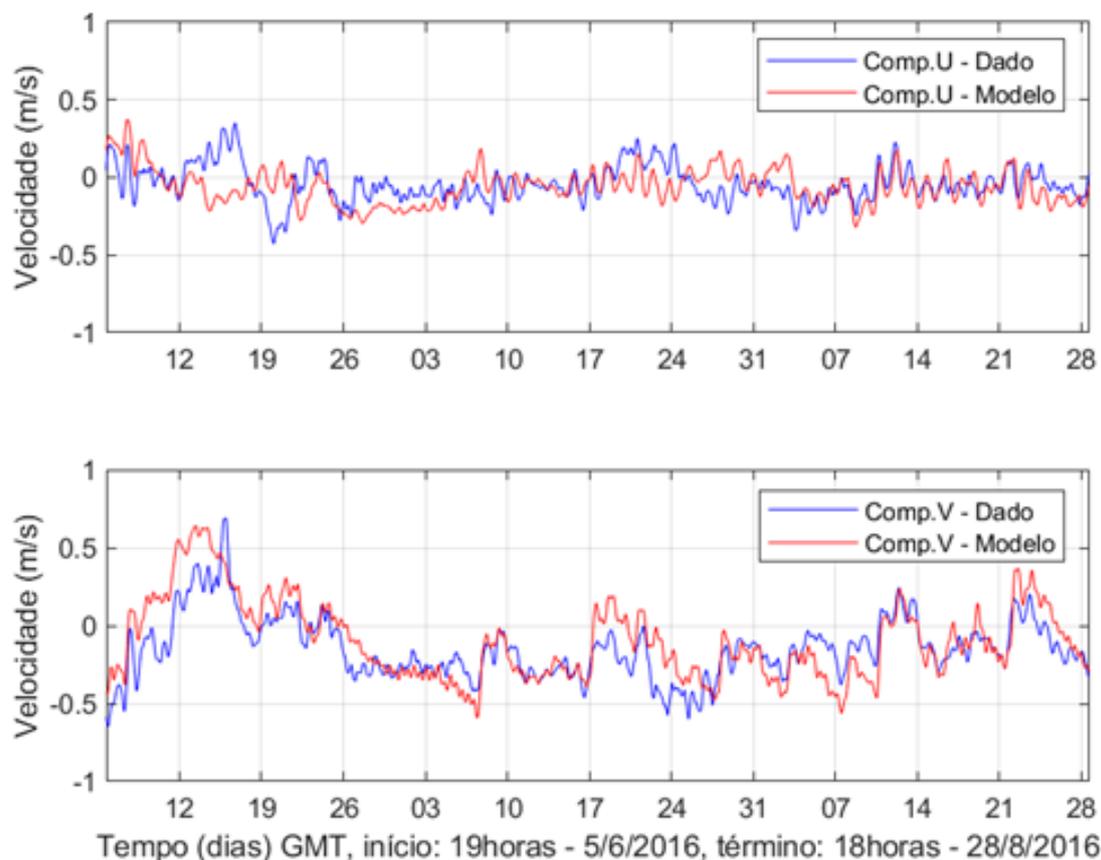
**Primavera:** Index of agreement (Willmott & Wicks) IOA = 67% (comp. U) e 79% (comp. V). O IOA médio é igual a 73 % sendo considerado, segundo a classificação de Cortês, como “Bom”.

**Verão:** Index of agreement (Willmott & Wicks) IOA = 63% (comp. U) e 79% (comp. V). O IOA médio é igual a 71 % sendo considerado, segundo a classificação de Cortês, como “Bom”.

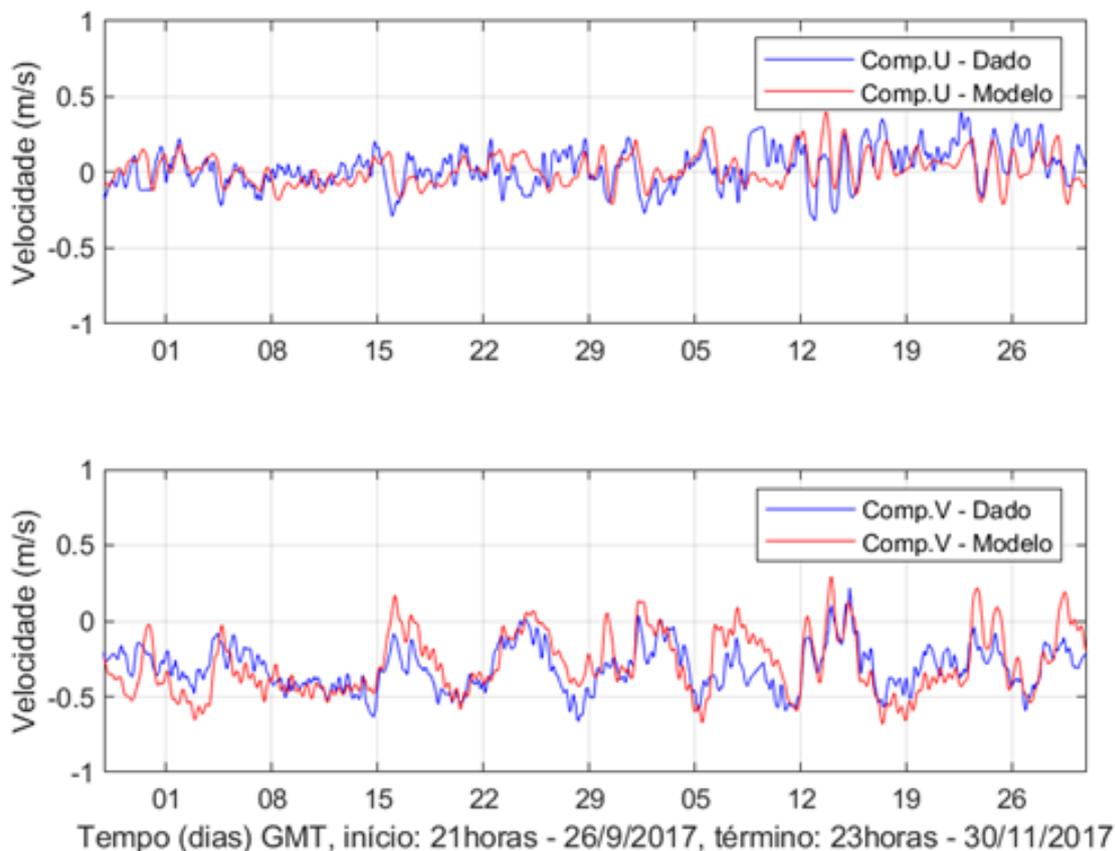
A avaliação do modelo numérico através de comparação série contra série para a região e escala de abrangência do presente estudo, não é adequada para avaliar a qualidade dos resultados, uma vez que nestas condições os efeitos turbulentos e não lineares são muito intensos e de difícil reprodutibilidade. Entretanto, visando fornecer elementos quantitativos da representatividade do modelo numérico na região, foram realizadas comparações utilizando o parâmetro IOA para

quantificá-las. Os valores obtidos foram considerados “Bons”, para três conjuntos de dados pontuais disponíveis representativos dos períodos sazonais.

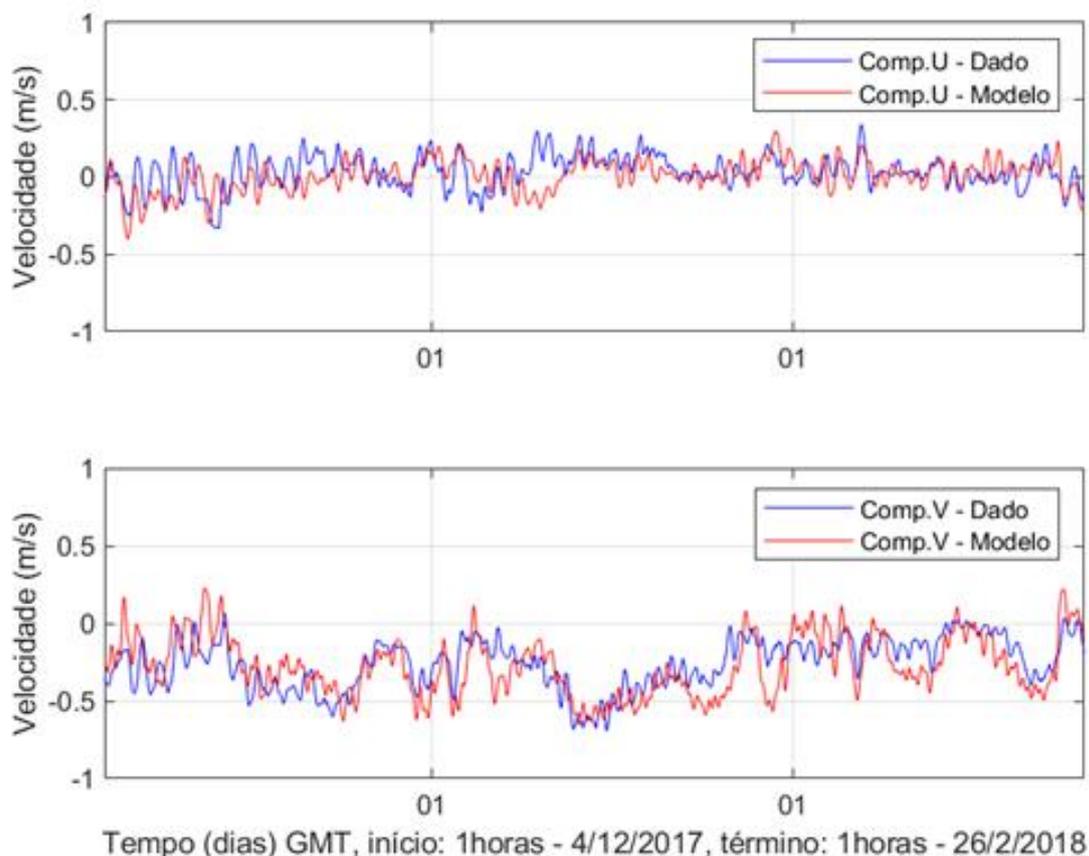
**Figura 33** - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de inverno (junho a agosto) de 2016.



**Figura 34** - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de primavera (setembro a novembro) de 2017.



**Figura 35** - Séries temporais das componentes de corrente (m/s) na superfície. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho, ambas para o período de verão (dezembro a fevereiro) de 2018.



### 3.2.2.2. Dados Derivadores GDP/NOAA - Lumpkin & Garraffo

Os dados do modelo Mercator para o período de validação foram comparados aos dados medidos de derivadores de Lumpkin & Garraffo (2005)<sup>9</sup>. Uma vez que esta base de dados não gera séries temporais, foram comparados campos superficiais através de mapas superficiais considerando as temperaturas médias para os períodos de verão (dezembro a fevereiro) e inverno (junho a agosto).

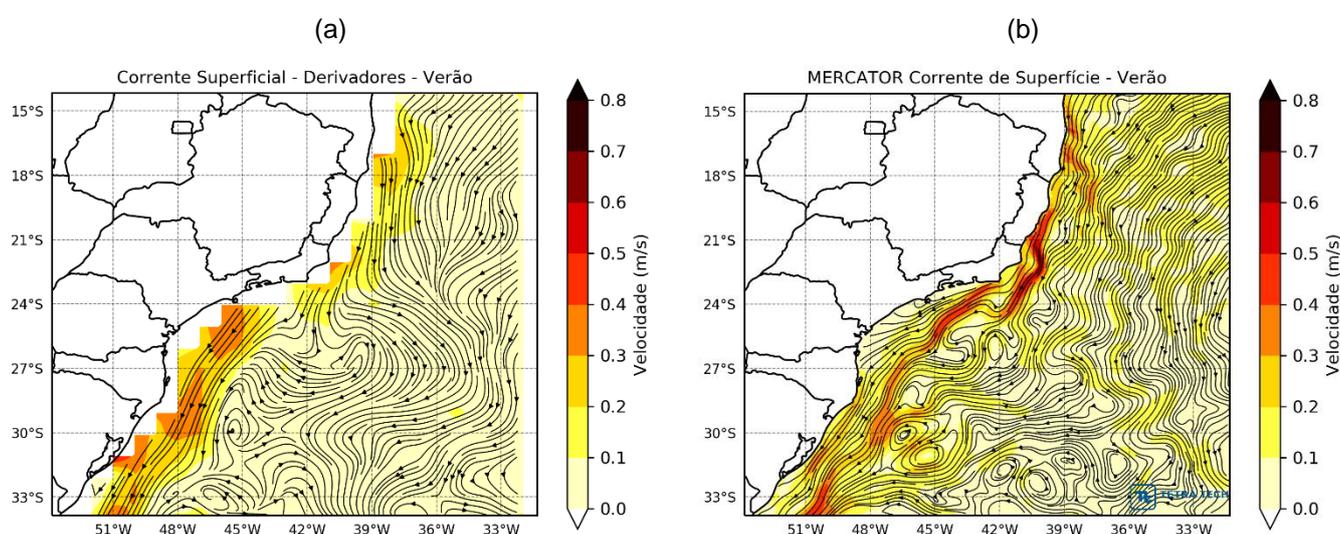
A Figura 36 ilustra os valores médios de velocidade e direção das correntes dos resultados medidos dos derivadores (a) e do modelo Mercator (b), respectivamente, para o período de verão enquanto

<sup>9</sup> A drifter derived climatology of global near-surface currents – NOAA ([http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/drifter\\_climatology.html](http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/drifter_climatology.html)). Último acesso em 10 de dezembro de 2012.

a e a Figura 37 apresenta as correntes geradas a partir das mesmas bases para o período de inverno.

Mesmo devido as diferenças de resolução temporal e espacial entre as bases de dados, é possível afirmar que o modelo reproduz a predominância das correntes para sul-sudoeste, marcando a presença da Corrente do Brasil (CB), e todos os demais fenômenos oceanográficos presentes na região próximos à superfície oriundos da decomposição dos dados de observação da circulação, registrada através de uma rede de boias de deriva rastreadas por satélite.

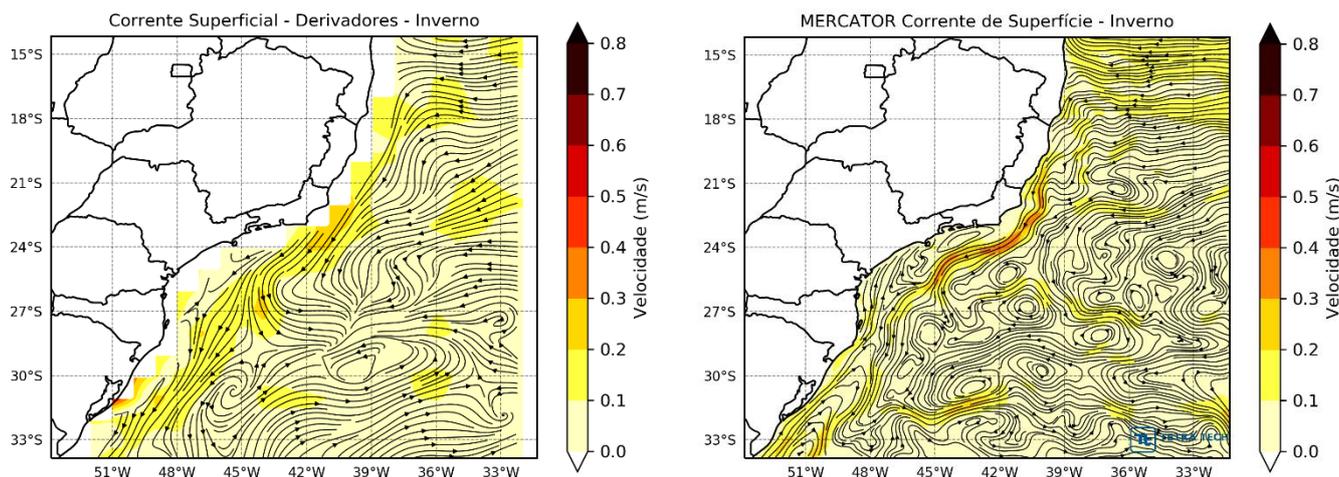
**Figura 36-** Média da circulação próxima à superfície para o verão (dezembro a fevereiro) a partir dos resultados dos (a) derivadores e (b) do modelo Mercator.



Fonte: Tetra Tech.

**Figura 37 -** Média da circulação próxima à superfície para o inverno (junho a agosto) a partir dos resultados dos (a) derivadores e (b) do modelo Mercator.

(a) (b)



Fonte: Tetra Tech.

### 3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este item apresentou a modelagem hidrodinâmica adotada para a área de estudo, Campo de Frade na Bacia de Campos, de forma a descrever o modelo numérico e as configurações do modelo MERCATOR, com o objetivo de demonstrar a capacidade da base hidrodinâmica em representar as condições ambientais locais.

Visando fornecer elementos quantitativos da representatividade do modelo numérico na região, foram realizadas comparações utilizando o índice de concordância de Willmott (IOA) para quantificá-las, tanto para elevação, quanto para as correntes superficiais. Os valores obtidos foram considerados “ótimos” nas comparações realizadas a partir das séries de elevação, e “bons” para os três conjuntos de dados pontuais disponíveis, representativos dos períodos sazonais de inverno, primavera e verão.

Com isso, pode-se concluir que o modelo utilizado representou de forma satisfatória o padrão de deslocamento das correntes superficiais, influenciadas principalmente pelo padrão de ventos e pela orientação da costa, e evidenciou a Corrente do Brasil (CB) como a principal estrutura oceânica de larga escala presente na área, à superfície. Em profundidade, observou-se fluxos com resultante média para Norte-Nordeste, tanto no dado quanto no modelo, associáveis ao movimento das massas d’água de origens polares.

Com o objetivo de representar os resultados obtidos na modelagem numérica, a Figura 38 representa os campos médios sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da circulação oceânica

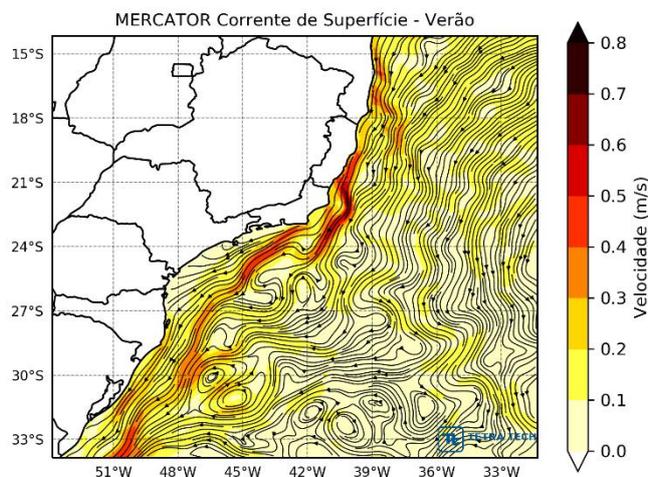
de superfície, obtidos a partir da modelagem hidrodinâmica, entre 01 de setembro de 2017 a 02 de novembro de 2018, para a região das Bacias de Campos, Santos e Pelotas.

Os resultados obtidos mostram a predominância das correntes para sul-sudoeste, marcando a presença da CB. Essa corrente tem seu caminho predominante para sul, seguindo a quebra da plataforma continental ao longo de todo o ano. Observa-se uma maior velocidade da CB associada aos períodos de verão e primavera, com menor velocidade nos períodos de outono e inverno. Tais resultados também foram observados por Silveira *et al.* (2000), e os autores relacionaram tal padrão ao ciclo sazonal atmosférico e à direção e intensidade dos ventos nestas estações.

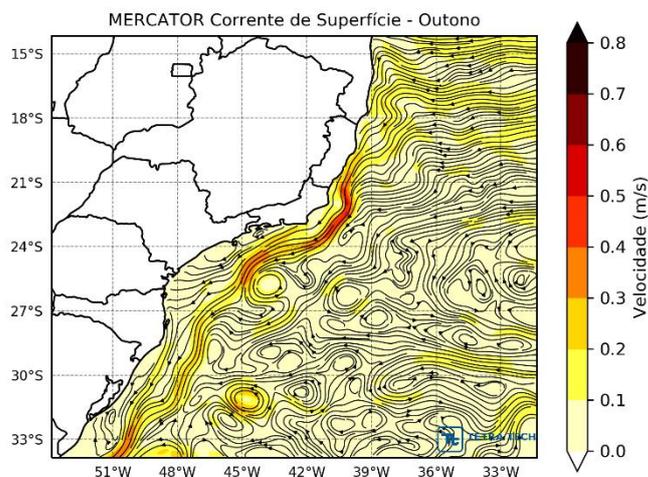
Também são evidentes instabilidades da corrente associadas ao sinal deixado nos campos médios por fenômenos de mesoescala (meandros e vórtices). Esse fato ocorre em função do maior refinamento espacial da simulação numérica.

**Figura 38** - Média sazonal da circulação próxima à superfície para o período entre 01 de setembro de 2017 a 02 de novembro de 2018, obtida a partir dos resultados do modelo numérico MERCATOR.

(a) Verão

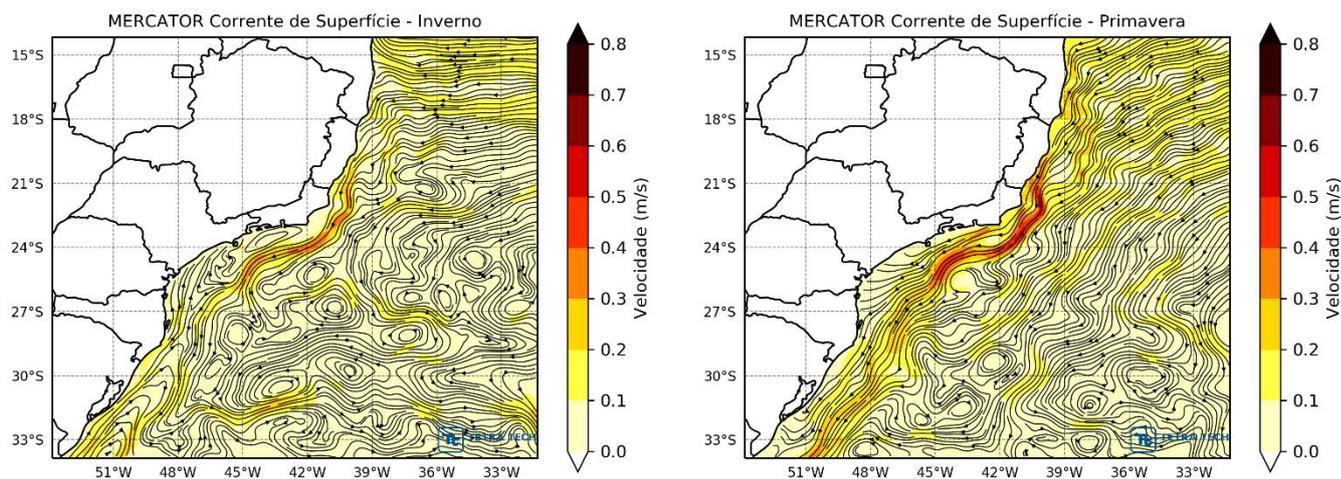


(b) Outono



(c) Inverno

(d) Primavera



Fonte: Tetra Tech.

## 4. MODELAGEM DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE ÓLEO

Na modelagem de derrame de óleo cru foi utilizado o modelo OSCAR, desenvolvido pela SINTEF, uma ferramenta que representa os principais processos de intemperismo e trajetória do óleo. A descrição detalhada deste modelo encontra-se no Apêndice B.

A partir dos resultados das simulações probabilísticas, foram selecionados os cenários determinísticos críticos utilizando como critérios o menor tempo de toque na costa e a maior massa de óleo na costa.

A seguir, o Item 4.1 informa os dados de entrada utilizados na modelagem de derrame de óleo, incluindo a descrição dos cenários acidentais simulados. Os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas críticas são apresentados no Item 4.2. O Item 4.3 apresenta as considerações finais da modelagem de óleo.

### 4.1. DADOS DE ENTRADA

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

- ✓ Localização geográfica do ponto de vazamento;
- ✓ Volume/Vazão do vazamento;
- ✓ Duração da simulação;
- ✓ Tipo de óleo;
- ✓ Linha de costa;
- ✓ Batimetria;
- ✓ Grade *habitat* / tipo de ambiente (e.g., manguezais, áreas alagáveis, praias);
- ✓ Campo de corrente;
- ✓ Campo de vento;
- ✓ Temperatura da água do mar;
- ✓ Parâmetros de simulação (e.g. número de partículas, número de camadas verticais, número de simulações determinísticas que compõe cada cenário probabilístico, passo de tempo, intervalo de saída, fator de vento, entre outros).

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

A Tabela 13 apresenta os valores dos parâmetros utilizados como dados de entrada na modelagem de derrame de óleo.

**Tabela 13** – Parâmetros numéricos utilizados como *input* na modelagem de óleo.

PARÂMETROS	VALOR UTILIZADO NO MODELO (OSCAR)
Localização dos pontos de modelagem	Ver Tabela 1
Volumes de Derrame	8,0 m <sup>3</sup> (pequeno)
	200,0 m <sup>3</sup> (médio)
	258.304,99 m <sup>3</sup> (pior caso - afundamento do FPSO Frade)
	47.700,0 m <sup>3</sup> (pior caso - <i>blowout</i> do Poço ODP4)
Profundidade do local do vazamento	Superfície (0 m) – pequeno, médio e pior caso (FPSO Frade)
	1.050 m – pior caso (Poço ODP 4)
Tipo de Óleo	Ver Subitem 4.1.7
Linha de Costa e Batimetria	Ver Subitem 4.1.5
Duração do Vazamento	Instantâneo - pequeno e médio
	24 horas - pior caso (FPSO Frade)
	30 dias – pior caso (Poço ODP4)
Duração da Simulação	30 dias - pequeno e médio
	31 dias - pior caso (FPSO Frade)
	60 dias – pior caso (Poço ODP4)
Passo de Tempo	60 minutos
Intervalo de Saída (Output)	60 minutos
Número de Partículas	1.000 particulado + 1.000 dissolvido (pequeno)
	6.000 particulado + 6.000 dissolvido (médio)
	30.000 particulado + 30.000 dissolvido (pior caso – FPSO Frade e Poço ODP4)
Volume Inicial de Cada Partícula (Particulado)	0,008 m <sup>3</sup> (pequeno)
	0,03 m <sup>3</sup> (médio)
	8,61 m <sup>3</sup> (pior caso – FPSO Frade)
	1,59 m <sup>3</sup> (pior caso – Poço ODP4)
Número de Células da Grade <i>Habitat</i>	1.000.000 (1.000 no eixo X e 1.000 no eixo Y)
Número de Camadas na Vertical	Ver Subitem 4.1.4
Período da Simulação	Primavera – Verão (setembro a fevereiro)
	Outono – Inverno (março a agosto)

PARÂMETROS	VALOR UTILIZADO NO MODELO (OSCAR)	
	Primavera - Verão	Outono – Inverno
Temperatura da água (°C)	Ver Item 2.4	Ver Item 2.4
Fator de deriva do vento (%)	3,5	
Diâmetro do furo de vazamento para o <i>blowout</i> de fundo (polegadas)	4,25	

\*Fonte: valores médios para a área de estudo, obtidos a partir do CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*); produto do centro norte-americano NCEP (*National Centers for Environmental Prediction*) com resolução espacial de 0,3° e temporal de 1 hora. Ano de 2017/2018 (mesmo ano da base hidrodinâmica).

Na modelagem foram considerados todos os processos de intemperismo descritos no Apêndice B, exceto a interação do óleo com sedimentos em suspensão (a justificativa é apresentada no mesmo anexo) e a biodegradação. Ressalta-se que o diâmetro das gotículas de óleo é calculado internamente pelo modelo OSCAR (Equação 19; Apêndice B), assim como as informações de ondas (Equações 38 e 39; Apêndice B).

A definição do número de partículas utilizadas nas simulações foi norteadas pela capacidade computacional do modelo e variação da ordem de grandeza dos volumes associados às hipóteses acidentais consideradas. Devido à grande variação dos volumes de derrame, não é possível assumir uma correlação direta entre volume derramado e número de partículas. Destaca-se que, para o cenário de maior volume de derrame (pior caso), foi utilizado o valor máximo de partículas suportado pelo modelo, ou seja, 60.000 partículas (30.000 para o particulado e 30.000 para o dissolvido).

#### 4.1.1. Pontos de Modelagem e Volumes de Derrame

No presente estudo foram considerados dois pontos de modelagem, sendo o FPSO Frade e o Poço ODP4, ilustrados na Figura 1. As coordenadas e lâmina d'água dos mesmos foram apresentadas na Tabela 1.

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

- Pequeno: 8,0 m<sup>3</sup>;
- Médio: 200,0 m<sup>3</sup>;
- Pior caso (afundamento de unidade): 258.304,99 m<sup>3</sup>;
- Pior caso (*blowout* de poço por 30 dias): 47.700,0 m<sup>3</sup> (1.590 m<sup>3</sup>/dia).

Nas simulações com volume de pior caso representativas do afundamento da unidade foi considerado o derrame do óleo ao longo de 24 horas a partir da superfície do mar, para a locação

do FPSO Frade. Nas simulações realizadas com os volumes pequeno (8,0 m<sup>3</sup>) e médio (200,0 m<sup>3</sup>), também na locação FPSO Frade e superfície, considerou-se o vazamento de todo o volume de óleo instantaneamente, ou seja, no instante inicial da simulação.

Para as simulações com volume de pior caso representativas do *blowout* de poço, foi considerado o derrame do óleo ao longo de 30 dias a partir do fundo do mar (1.050 m), para a locação do Poço ODP4.

#### 4.1.2. Campos de Corrente

A caracterização dos padrões de circulação foi obtida a partir dos resultados do modelo numérico global MERCATOR, conforme mostra o Capítulo 3.

#### 4.1.3. Campos de Vento

O campo de ventos utilizado na modelagem de deriva de petróleo foi determinado a partir de dados de reanálise do CFSv2 (*Climate Forecast System Reanalysis Version 2*; SAHA *et al.*, 2014), apresentados no Capítulo 2.

#### 4.1.4. Perfil de Salinidade e Temperatura

Os perfis de temperatura e salinidade foram obtidos do Atlas Eletrônico de dados do WOA18, de acordo com a descrição do Item 2.4 (Capítulo 2).

#### 4.1.5. Domínio Modelado e Batimetria

No presente estudo, foi utilizada a linha de costa do Projeto MAREM (IBP, 2016), o qual é detalhado no Subitem 4.1.6.

Para a representação do domínio da modelagem de óleo no OSCAR, foi definida uma grade *habitat*<sup>10</sup> com as características apresentadas na Tabela 14.

**Tabela 14 – Características da grade *habitat*.**

PONTO	INFORMAÇÃO
-------	------------

<sup>10</sup> Grade que define quais as células ou blocos correspondem à área de terra e água, com a interface definida pela linha de costa.

<b>Número de células (x/y)</b>	1000 /1000	
<b>Dimensão (x/y)</b>	2100 km / 2100 km	
<b>Resolução Horizontal (x/y)</b>	2,1 km / 2,1km	
<b>Limites</b>	Norte	15° 02' 50" S
	Sul	33° 57' 57" S
	Leste	32°362' 44" W
	Oeste	53° 24' 16" W
<b>Extensão da Diagonal de uma célula</b>	2,97 km	

O mapeamento realizado pelo MAREM incluiu como linha de costa segmentos relacionados a feições submersas ou parcialmente emersas como recifes de corais rasos, além de ilhas de dimensões inferiores à resolução horizontal da grade *habitat*. Para o estudo de modelagem, de maneira conservadora, segmentos com essas características foram desconsiderados na confecção da grade *habitat* a fim de não criar barreiras físicas para o transporte do óleo para o litoral dos municípios, evitando que se reduzissem as probabilidades e massas e que se aumentassem os tempos mínimos de toque na costa.

Apesar disso, eles foram considerados na apresentação dos resultados a partir do cruzamento desses segmentos com os resultados da modelagem de óleo para a superfície da água, possibilitando, assim, a visualização e quantificação da presença do óleo nos mesmos.

Na discretização da coluna d'água para os cenários com derrame a partir da superfície (volume pequeno, médio e pior caso – afundamento do FPSO Frade) foram adotadas 13 camadas, com resolução vertical de 29 m, sendo a profundidade de acompanhamento do óleo na coluna d'água limitada a 350 metros. Assim, considerando que, no OSCAR, a primeira camada na coluna d'água é limitada automaticamente em 2 m, a Tabela 15 apresenta os intervalos de profundidades das camadas adotadas nas simulações.

Para a hipótese acidental de *blowout* do poço ODP4 (derrame de fundo) foram adotadas 21 camadas com resolução vertical de 58 m, sendo a profundidade de acompanhamento do óleo na coluna d'água limitada a 1.104 metros, incluindo a profundidade do derrame (1.050 metros). A Tabela 16 apresenta os intervalos de profundidades das camadas adotadas nas simulações de *blowout*.

**Tabela 15** – Intervalos de profundidades das camadas na coluna d'água da grade *habitat* dos cenários de derrame de superfície.

CAMADAS VERTICAIS	INTERVALO DE PROFUNDIDADE (m)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
1	>0,0	2
2	2	31
3	31	60
4	60	89
5	89	118
6	118	147
7	147	176
8	176	205
9	205	234
10	234	263
11	263	292
12	292	321
13	321	350

**Tabela 16** – Intervalos de profundidades das camadas na coluna d'água da grade habitat dos cenários de derrame de fundo.

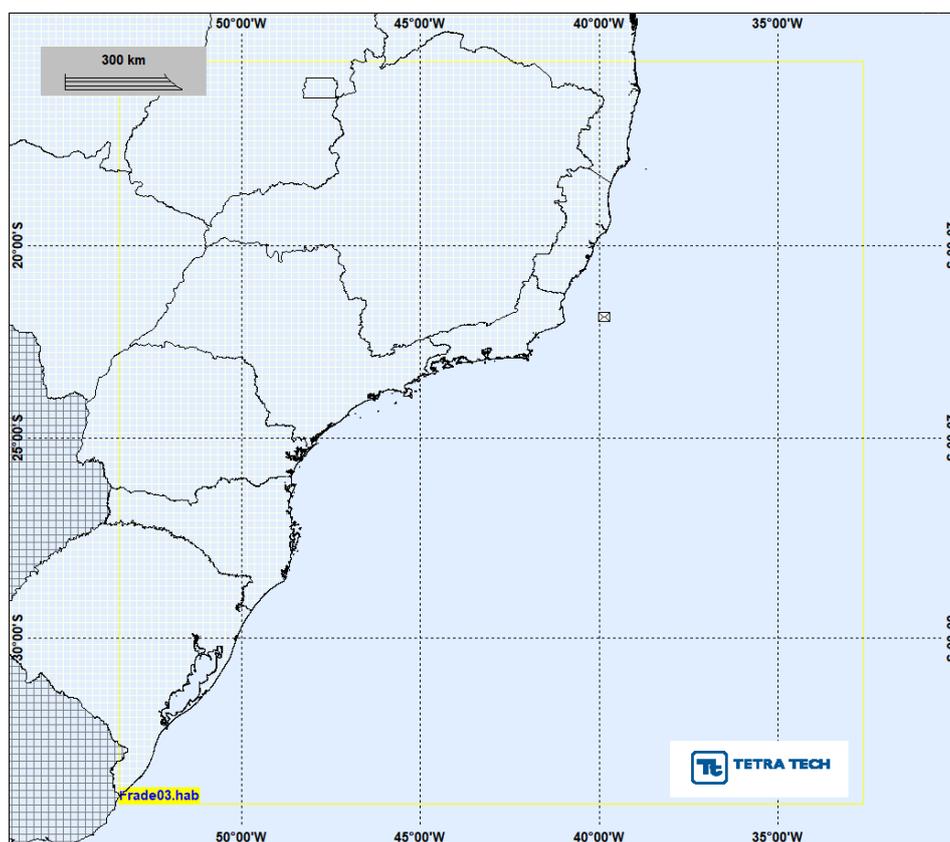
CAMADAS VERTICAIS	INTERVALO DE PROFUNDIDADE (m)	
	MÍNIMO	MÁXIMO
1	>0,0	2
2	2	60
3	60	118
4	118	176
5	176	234
6	234	292
7	292	350
8	350	408
9	408	466
10	466	524
11	524	582
12	582	640
13	640	698
14	698	756
15	756	814
16	814	872
17	872	930
18	930	988
19	988	1.046
20	1.046	1.104

Os campos de corrente, vento e batimetria apresentam resoluções diferentes da grade *habitat*, assim a assimilação dos dados na grade *habitat* é realizada de diferentes formas. A Figura 39 apresenta o domínio da grade *habitat*.

Os campos de corrente e vento são fornecidos conforme disponibilizados nas grades do modelo MERCATOR e do NCEP, o modelo OSCAR interpola linearmente os valores de corrente e vento para a posição das partículas.

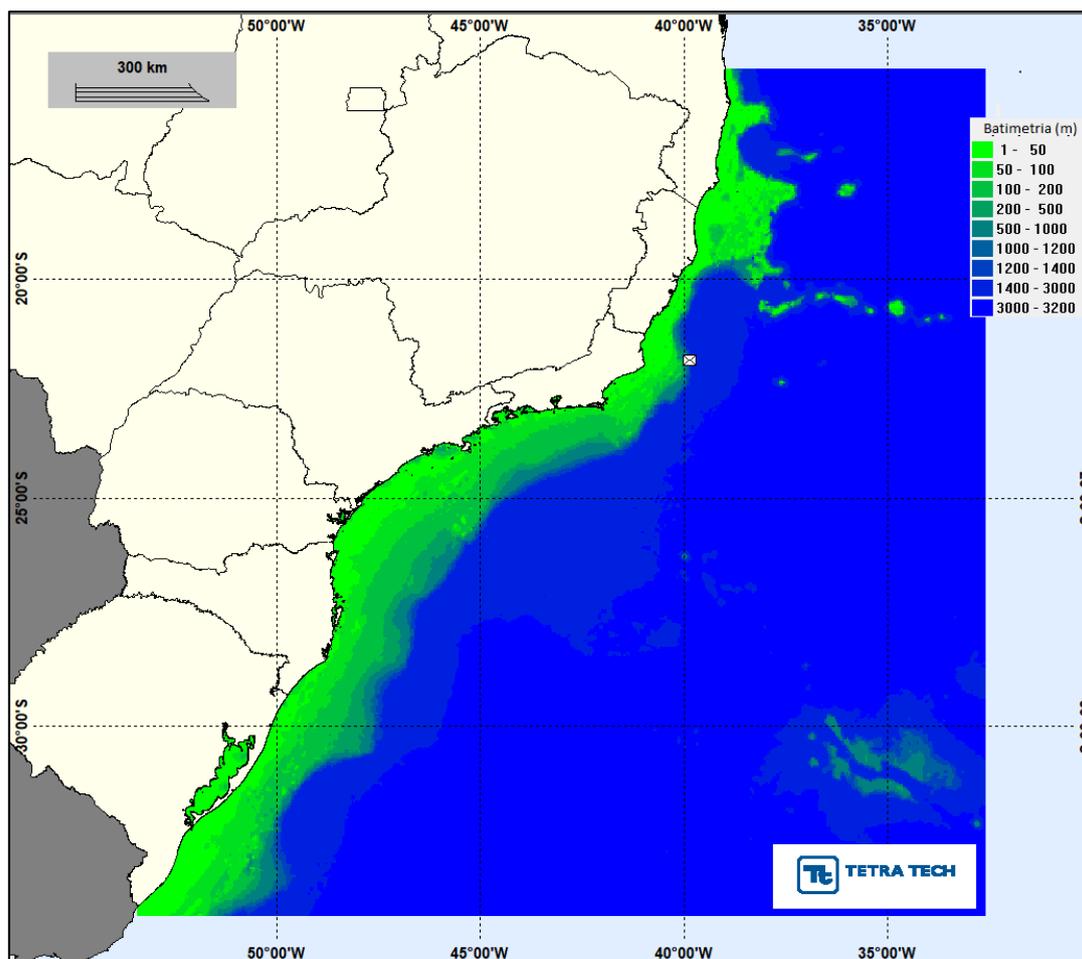
Os dados batimétricos são extraídos do ETOPO 2 obtido no NGDC<sup>11</sup>, com uma discretização de metro a metro até a profundidade 0 metros; a Figura 40 apresenta a batimetria projetada na grade do modelo. Destaca-se que a resolução da base de dados ETOPO2 é de 2 minutos, ou 3,704 km. Quando as informações batimétricas são importadas na grade *habitat*, o OSCAR apresenta a opção de realizar ou não uma interpolação (linear). No caso deste estudo, optou-se pela interpolação dos dados batimétricos.

**Figura 39 - Grade *habitat* utilizada na modelagem de óleo.**



**Figura 40 – Batimetria projetada na grade habitat utilizada na modelagem de óleo.**

<sup>11</sup> National Geophysical Data Center da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).



#### 4.1.6. Tipos de Costa

Para a definição dos tipos de costa utilizados na modelagem, correlacionaram-se os ambientes costeiros disponíveis no OSCAR com os ambientes classificados por Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM (IBP, 2016).

O projeto MAREM foi executado no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) assinado entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP). Dentre os produtos resultantes do projeto, estabeleceu-se o ISL para o litoral brasileiro, que é usado como ferramenta para o planejamento e gestão de uma operação responsiva a acidentes envolvendo derramamento de óleo no mar.

Conforme apresentado na Tabela 17, o OSCAR apresenta 5 tipos básicos de ambientes costeiros: costão rochoso, praia de cascalho/seixos, praia arenosa, planície de lama e ambientes vegetados

de Inundação (manguezal). Os diferentes tipos e subtipos de costa, definem a capacidade máxima de retenção de óleo pelo ambiente. A deposição do óleo cessa quando é alcançada a capacidade de retenção do ambiente.

Tipos e subtipos de costa do modelo OSCAR:

- A. *Seaward Rocky Shore* – Costão Rochoso;
- B. *Seaward Cobble-Gravel Beach* – Praias de Seixos;
- C. *Seaward Sand Beach* – Praias Arenosas;
- D. *Seaward Fringing Mud Flat* – Planícies de Lama;
- E. *Seaward Fringing Wetland* – Ambientes Vegetados de Inundação.

Na Tabela 17 são apresentados os ambientes e seu respectivos ISL conforme o MAREM (IBP, 2016). A Tabela 18, por sua vez, mostra a seleção dos tipos de costa do modelo OSCAR com base na descrição dos ambientes do MAREM.

**Tabela 17 – Detalhamento dos ambientes agrupados no MAREM e seu respectivos ISL.**

ISL	DESCRIÇÃO
1	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos; Falésias em rochas sedimentares, expostas; Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
2	Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos; Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
3	Praia dissipativa de areia média a fina, exposta; Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo “ <i>long beach</i> ”); Escarpas e taludes íngremes
4	Praia de areia grossa; Praia intermediária de areia fina a média, exposta; Praia de areia fina a média, abrigada
5	Praia mista de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; Recifes areníticos em franja
6	Praia de cascalho (seixos e calhaus); Costa de detritos calcários; Depósito de tálus; Enrocamentos ( <i>rip-rap</i> , guia corrente, quebra-mar) expostos; Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
7	Planície de maré arenosa exposta; Terraço de baixa-mar
8	Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada; Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada; Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados; Enrocamentos ( <i>rip-rap</i> e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados

ISL	DESCRIÇÃO
9	Planície de maré arenosa/ lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas; Terraço de baixa-mar lamoso abrigado; Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
10	Deltas e barras de rio vegetadas; Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas; Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado, apicum; Marismas; Manguezal (mangues frontais e mangues de estuário)

**Tabela 18** – Classificação dos tipos de costa do MAREM nos tipos de costa disponíveis no banco de dados do modelo OSCAR.

ISL	AMBIENTE GRADE HABITAT OSCAR
1	<i>Seaward Rocky Shore</i>
2	<i>Seaward Rocky Shore</i>
3	<i>Seaward Sand Beach</i>
4	<i>Seaward Sand Beach</i>
5	<i>Seaward Sand Beach</i>
6	<i>Seaward Cobble-Gravel Beach</i>
7	<i>Seaward Fringing Mud Flat</i>
8	<i>Seaward Rocky Shore</i>
9	<i>Seaward Fringing Mud Flat</i>
10	<i>Seaward Fringing Wetland</i>

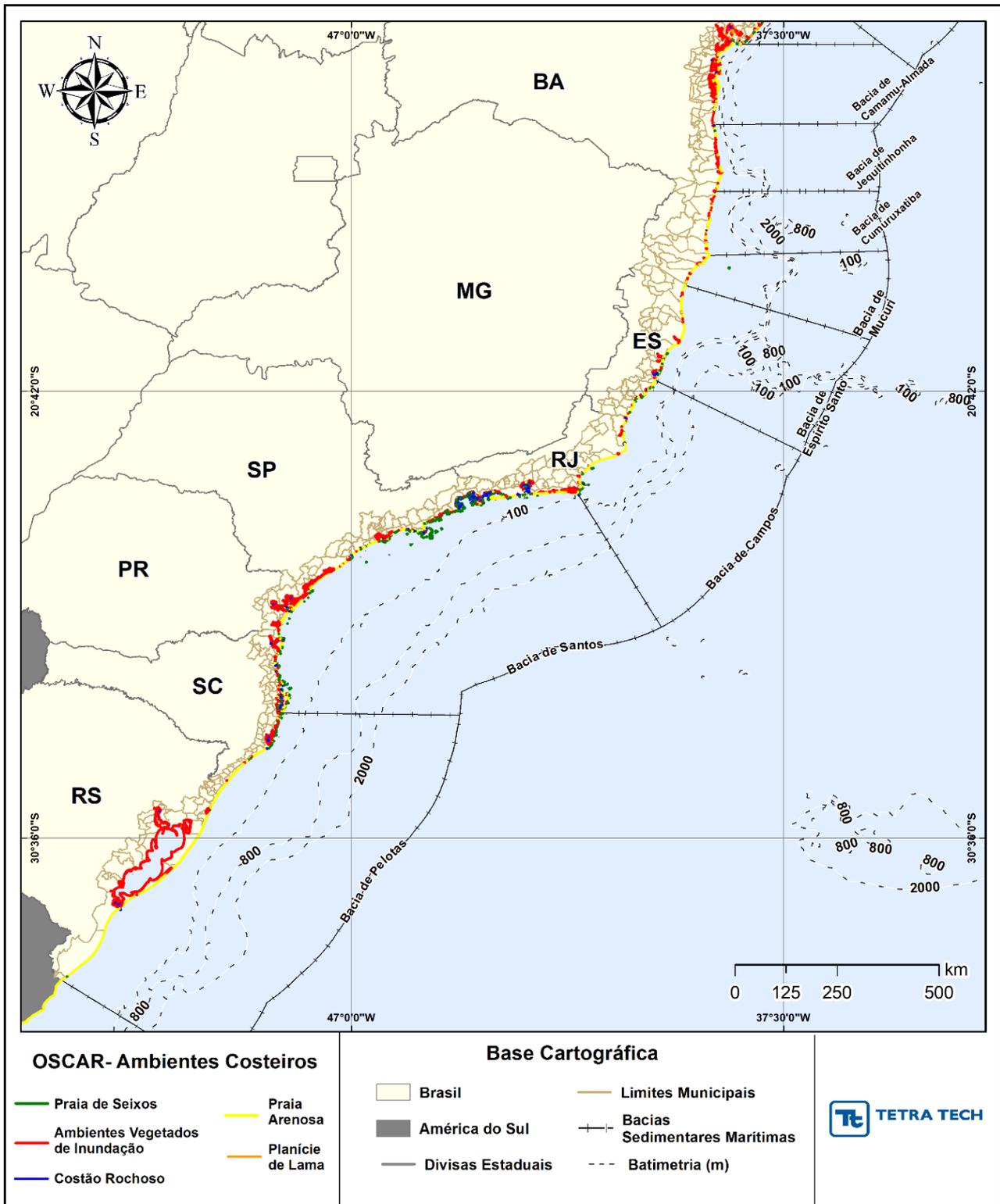
Os ambientes de rocha lisa foram classificados como Costão Rochoso (A) devido a sua propriedade de aderência ao óleo. Os ambientes de praias de seixo ou de costão altamente fragmentado, tais como enrocamentos e depósitos de tálus, possuem características de Praias de Seixos (B) devido a capacidade de retenção do óleo sofrer efeito das reentrâncias do ambiente.

No caso de ambientes sedimentares tipo praia de areia atribuiu-se a classificação Praia Arenosa (C) independentemente das características topográficas da mesma. Para os ambientes de planície de maré, atribuiu-se a classificação Planície de Lama (D) devido ao caráter deposicional destes ambientes ser predominantemente de granulometria fina em função do agente transportador/deposicional. Os ambientes de deltas, mangues e outros que são constantemente alagados e apresentam vegetação densa, foram classificados como Ambientes Vegetados de Inundação (E).

Desta forma, a atribuição do tipo de costa/ambiente para as células costeiras das grades *habitats* seguiu a classificação apresentada acima. Para a adequação dos tipos de costa à resolução das grades, quando uma célula é intersectada por mais de um tipo de ambiente costeiro, foi considerado o ambiente mais representativo na costa. Entende-se por mais representativo o ambiente que apresente a maior soma do comprimento das linhas internas à célula.

A Figura 41 apresenta o mapa com a classificação dos ambientes costeiros utilizados no OSCAR (o pdf em tamanho A3 segue nos anexos digitais).

Figura 41 – Ambientes costeiros utilizados no OSCAR.



#### 4.1.7. Características dos Produtos Utilizados

Com base nas informações disponibilizadas pela PETRORIO (API, densidade e viscosidade) foram criados dois óleos no banco de dados do OSCAR; óleo Frade Crude OIL (FPSO) e óleo ODP4 (Poço). Estes óleos foram criados com base em produtos similares do banco de dados do OSCAR.

A Tabela 19 e a Tabela 20 apresentam as informações disponibilizadas pela PETRORIO, enquanto a Tabela 21 mostra a composição final dos óleos no banco de dados do OSCAR. Na Figura 42 e na Figura 43 são apresentadas as curvas de destilação dos respectivos óleos.

**Tabela 19 – Características do óleo Frade Crude Oil (FPSO).**

PARÂMETRO	VALOR	FONTE
Nome do petróleo	Frade Crude Oil	PETRORIO
Grau API	18,7	
Densidade	0,942 g/cm <sup>3</sup>	
Viscosidade cinemática (a 25 °C)	866,2 mm <sup>2</sup> /s	
Ponto de fluidez (°C)	-26	OSCAR

**Tabela 20 – Características do óleo ODP4 (poço).**

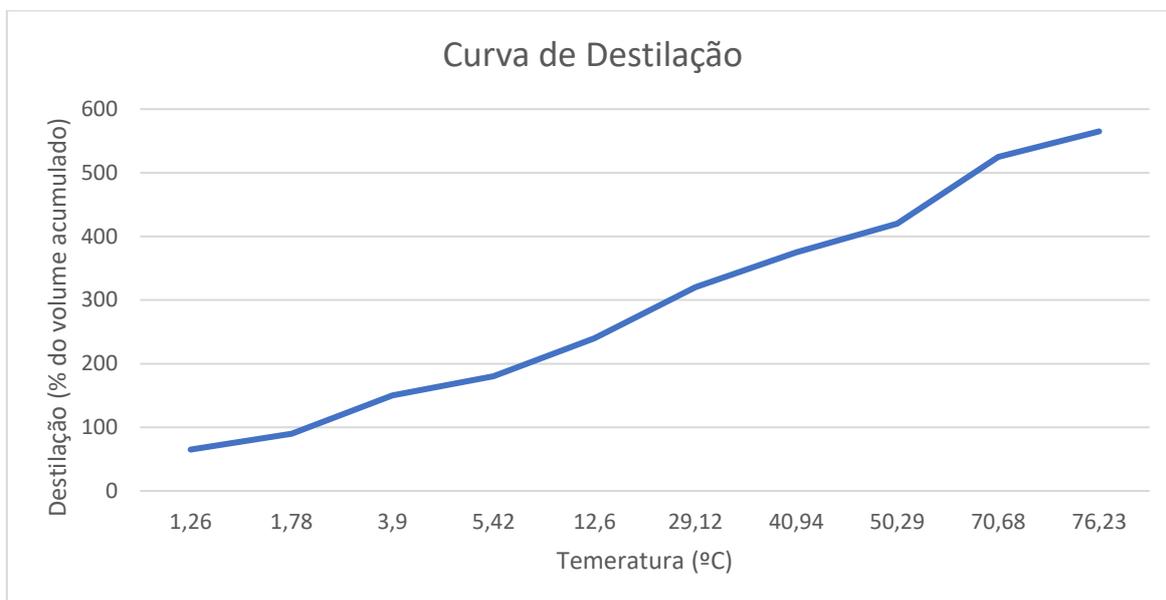
PARÂMETRO	VALOR	FONTE
Nome do petróleo	ODP4	PETRORIO
Grau API	20	
Densidade	0,933 g/cm <sup>3</sup>	
Viscosidade cinemática (a 56 °C)	6-8 mm <sup>2</sup> /s	
Ponto de fluidez (°C)	-40	OSCAR
Massa específica do gás (densidade do gás)*	0,65kg/Sm <sup>3</sup>	PETRORIO
Razão Gás-Óleo (GLR) (a 1 atm)*	75 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	

\* informação utilizada apenas nos cenários de *blowout* de poço. Estas informações são utilizadas pelo modelo para o cálculo do campo próximo, junto com o diâmetro do furo do vazamento apresentado na Tabela 13.

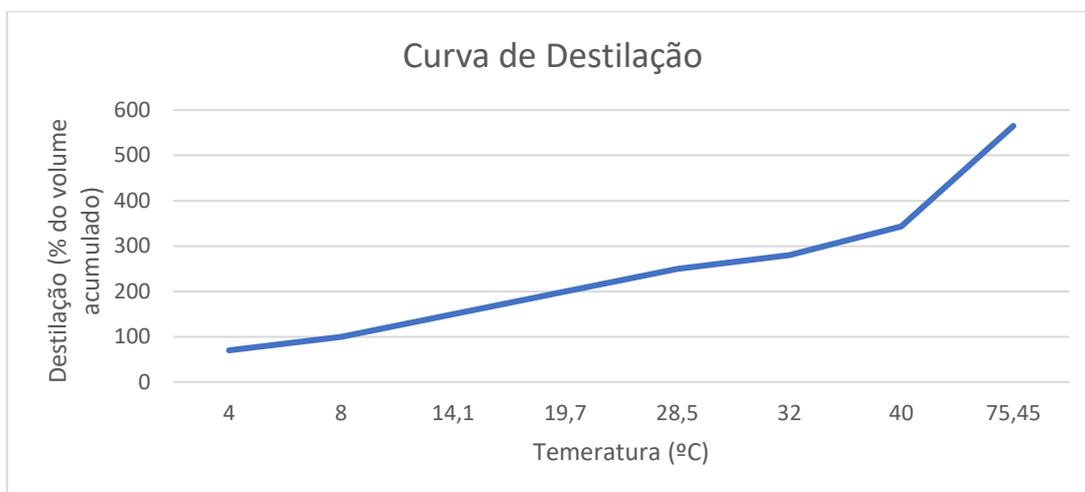
**Tabela 21** – Composição dos óleos Frade Crude Oil e ODP4 no OSCAR, gerada a partir da curva PEV de óleos similares selecionados.

NOME DO COMPONENTE	FRAÇÃO NO ÓLEO (%) Frade Crude Oil	FRAÇÃO NO ÓLEO (%) ODP4
C1-C4 – gases (dissolvido no óleo)	0,3526	1,137
C5 – saturados (n-iso/cyclo)	0,5627	1,8143
C6 – saturados (n-iso/cyclo)	0,3583	1,1684
Benzeno	0,0597	0,1947
C7 – saturados (n-iso/cyclo)	0,4039	1,8841
C1 – Benzeno (Tolueno) et. B	0,1352	0,5193
C8 – saturados (n-iso/cyclo)	0,5327	2,0469
C2 – Benzeno (Xilenos, usando O-Xileno)	0,1455	0,5592
C9 – saturados (n-iso/cyclo)	0,5931	2,27,88
C3 - Benzeno	1,4878	1,3767
C10 – saturados (n-/isso-/cyclo)	2,1429	3,5908
C4 e C4 Benzenos	0,0739	0,1238
C11-C12 (total saturado + aromático)	4,0104	3,8241
Fenóis (C0-C4 - alquilado)	0,0064	0,0061
Naftalenos 2 (C0-C1 - alquilado)	0,2163	0,2063
C13-C14 (total saturado + aromático)	5,1308	4,1303
Naftalenos 2 (C2-C3 - alquilado)	0,3469	4,0101
C15-C16 (saturados + aromáticos totais)	5,8308	2,6897
HPA 1 (hidrocarbonetos poliaromáticos de solubilidade média)	0,2093	0,1165
C17-C18 (saturados + aromáticos totais)	4,7663	2,6539
C19-C20 (saturados + aromáticos totais)	3,8369	2,0380
Materiais Cromatográficos Não -resolvidos	0,0834	0,0910
C21-C25 (saturados + aromáticos totais)	6,9473	7,5818
HPA 2 (hidrocarbonetos poliaromáticos de solubilidade baixa)	0,1110	0,3286
C25+ (total)	62,6557	55,5997

**Figura 42** – Curva de destilação do óleo Grane (SINTEF) elaborada com base nos valores fornecidos pelo modelo OSCAR, óleo similar ao Frade Crude Oil.



**Figura 43** – Curva de destilação do óleo Mandalay (BATTELLE) elaborada com base nos valores fornecidos pelo modelo OSCAR, óleo similar ao ODP4.



#### 4.1.8. Resumo dos Cenários Simulados

As simulações probabilísticas foram realizadas considerando dois períodos de seis meses (primavera-verão e outono-inverno), contemplando um ano de base hidrodinâmica.

A Tabela 22 apresenta um resumo dos cenários probabilísticos simulados nesse estudo.

**Tabela 22 – Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrame de óleo.**

CENÁRIOS	TIPO DE ÓLEO	VOLUME (m <sup>3</sup> )	DURAÇÃO DO DERRAME	TEMPO DE SIMULAÇÃO	PERÍODO DE SIMULAÇÃO
FRADE_PRI-VER_8_30D	Frade Crude Oil	8,0	Instantâneo	30 dias	Setembro a Fevereiro
FRADE_PRI-VER_200_30D		200,0			
FRADE_PRI-VER_PC_31D		258.304,99	24 horas	31 dias	
FRADE_PRI-VER_PC_60D	ODP4	47.700,0	30 dias	60 dias	
FRADE_OUT-INV_8_30D	Frade Crude Oil	8,0	Instantâneo	30 dias	Março a Agosto
FRADE_OUT-INV_200_30D		200,0			
FRADE_OUT-INV_PC_31D		258.304,99	24 horas	31 dias	
FRADE_OUT-INV_PC_60D	ODP4	47.700,0	30 dias	60 dias	

##### 4.1.8.1. Número de Simulações

A fim de incorporar a variabilidade das forçantes meteorológicas e oceanográficas, foi realizada uma série de 1.000 simulações em cada cenário probabilístico. Os instantes iniciais de todo o conjunto de simulações determinísticas que compõem os cenários probabilísticos são definidos automaticamente pelo modelo, através da seleção das datas de início espaçadas regularmente no tempo ao longo do período definido. Desta forma, todas as simulações probabilísticas apresentam um mesmo conjunto de datas de início dos derrames e as datas de início não se repetem.

Ressalta-se que este número de simulações (1.000) corresponde a, aproximadamente, uma simulação determinística sendo iniciada a cada 4 horas (6 instantes iniciais por dia), durante todo o período. Portanto, o número de 1.000 simulações determinísticas para composição de cada cenário

probabilístico, pode ser considerado excessivo em relação ao que se observa em alguns estudos de modelagem recentes, bem como em artigos científicos.

Abascal *et al.* (2010) desenvolveram um modelo estatístico de vazamento de óleo e o validaram por meio de observações reais de manchas de óleo reportadas durante o acidente do Prestige e de trajetórias de derivadores existentes para a costa espanhola. Nesse processo, realizaram uma análise de sensibilidade para determinar o número de cenários necessários para obter resultados estatisticamente confiáveis, sendo constatado que 200 cenários proporcionaram um equilíbrio ideal entre a precisão dos resultados e do esforço computacional.

No estudo realizado por Guillena *et al.* (2004), justifica-se o número de simulações (derrames simulados iniciados a cada 1,64 dias) com base no fato de ser um número pequeno o suficiente para ser computacionalmente prático e grande o suficiente para reduzir o erro de amostragem aleatória a um nível insignificante e permitir que as mudanças na escala do tempo nos ventos fossem minimamente amostradas.

#### 4.1.8.2. Critérios de Parada Adotados nas Simulações

O critério de parada adotado nas simulações foi o tempo de 30 dias após o final do vazamento. Nos casos de derrames com volume de pior caso, afundamento da unidade ao longo de 24 horas, a duração das simulações foi de 31 dias. Enquanto as simulações com derrames de volumes pequeno e médio (vazamento instantâneo) foram conduzidas por 30 dias. Nas simulações com volume de pior caso, *blowout* de poço, com vazamento ao longo de 30 dias, a duração das simulações foi de 60 dias, no total.

Ressalta-se que, a espessura mínima de existência de óleo em superfície adotada no presente estudo foi de 0,0003 mm, ou seja, espessuras abaixo deste valor não foram consideradas na apresentação dos resultados, exceto nos balanços de massa, uma vez que o modelo de óleo não adota corte nestes arquivos, mantendo sempre a massa original. Esta espessura mínima foi definida por representar a espessura de iridescência (*Bonn Agreement Oil Appearance Code - BAOAC*) e por estar em acordo com as sugestões da Nota Técnica no 02/2009/CGPEC/DILIC (IBAMA, 2009).

Na coluna d'água foi adotado o corte na concentração do óleo de 20 ppb, ou seja, concentrações abaixo deste valor não foram consideradas na apresentação dos resultados, exceto nos balanços de massa, como mencionado acima. Este corte foi definido com base nas considerações feitas por

Gabardo (2007), com base na toxicidade dos compostos presentes no óleo, representando diluições necessárias para que não sejam observados efeitos tóxicos adversos em descartes de água de produção.

Adicionalmente, o valor de 20 ppb é inferior a 0,1% do limite de concentração de óleos e graxas preconizado na Resolução do CONAMA nº 393/2007 (BRASIL, 2007), que determina que “o descarte de água produzida deverá obedecer a concentração média aritmética simples mensal de óleos e graxas de até 29 mg/l”.

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

#### **4.2. RESULTADOS DA MODELAGEM DE DERRAME DE ÓLEO**

Neste item, são apresentados os resultados das simulações probabilísticas e determinísticas críticas para potenciais derrames de óleo a partir do FPSO Frade e Poço ODP4.

No modelo OSCAR, os resultados para o óleo na superfície da água, na coluna d’água e na costa são calculados de forma segregada. Ou seja, a partícula do óleo pode ser transferida entre cada compartimento, mesmo que a espessura esteja abaixo do valor de corte do compartimento de origem. Assim, caso uma partícula de óleo na superfície da água com valor abaixo do corte atinja a costa, o toque é computado.

Para a melhor interpretação dos resultados e coerência entre os mesmos, foi realizado um balizamento dos resultados de extensão de toque na costa (este último, tanto em resultados probabilísticos quanto em resultados determinísticos) a partir dos resultados gerados, com corte de espessuras, para a superfície da água. Desta forma, somente as regiões nas quais o óleo atingiu a costa com espessuras iguais ou superiores ao corte adotado na superfície da água são apresentadas.

Para a extensão de costa, manteve-se apenas o toque do óleo para as regiões que apresentaram probabilidade de óleo na superfície da água na célula adjacente à costa. Esta metodologia é aplicada pela Tetra Tech com o intuito de alinhar os resultados probabilísticos da superfície da água com o toque do óleo na costa, além de alinhar os resultados probabilísticos e determinísticos.

As estatísticas do toque (tempo e volume de óleo que atingiu a costa) apresentadas no relatório correspondem sempre aos valores mais críticos para a linha de costa, independentemente de o toque ter ocorrido em uma região do litoral com ou sem uma Unidade de Conservação ou área sensível. Os resultados de probabilidade de toque de óleo em Unidades de Conservação são apresentados no Apêndice C do presente relatório.

#### 4.2.1. Simulações Probabilísticas

Este subitem apresenta os resultados das simulações probabilísticas com os intervalos de probabilidade de óleo na superfície da água e na coluna d'água, sendo que os resultados na coluna d'água são apresentados em planta, ou seja, representam a informação mais crítica de todas as células independentemente da posição da informação ao longo da coluna d'água e por camadas. São também apresentadas ilustrações de contornos de deslocamento de óleo na superfície da água, probabilidade de toque de óleo na costa, tempo de toque na costa e massa máxima de óleo na costa, além de tabelas com um resumo das informações probabilísticas.

Adicionalmente, são apresentadas figuras dos resultados de probabilidade de interação do óleo com o leito marinho, resultante do cruzamento do resultado da presença do óleo na coluna d'água (nas diversas camadas) com a cotas batimétricas utilizadas na modelagem. Destaca-se que esta informação não é um resultado direto do modelo OSCAR, sendo gerada no pós-tratamento dos resultados pela equipe da Tetra Tech em atendimento ao Termo de Referência.

Em todas as ilustrações, 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%.

O contorno de probabilidade representa a probabilidade de ocorrência de óleo ao longo do período simulado. 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. Nessas ilustrações, são apresentados os tempos de 2, 6,

12, 36 e 60 horas após o início do derrame, selecionados de acordo com o tempo máximo para a disponibilização de recursos de contenção/limpeza no local da ocorrência da descarga especificados na Resolução do CONAMA nº 398/08 (BRASIL, 2008). Para tempos superiores a estes, foram selecionados intervalos que melhor se adequaram à visualização da evolução dos derrames na área de estudo.

Os resultados da massa máxima do óleo na costa representam o maior valor de massa identificado na costa para cada célula da grade, obtido nas 1.000 simulações determinísticas que compuseram o resultado probabilístico. Entretanto, o modelo OSCAR disponibiliza os valores de massa máxima por célula (ton./célula). Considerando que a análise desse resultado dificulta a interpretação, e que mudanças no tamanho da grade alteram o resultado, prejudicando as comparações entre diferentes trabalhos, os resultados são transformados em massa por extensão (ton./km) dividindo-se a massa da célula pela sua diagonal<sup>12</sup>.

Para melhorar a visualização dos resultados de costa, as figuras de costa apresentadas neste relatório (massa, probabilidade e tempo) são geradas a partir da intersecção dos resultados de superfície com a linha de costa utilizada para a definição da grade *habitats*, transformando o resultado de polígono para linha.

Para os cenários que não apresentaram probabilidade de toque na costa, a menor distância dos contornos de probabilidade em relação à costa foi calculada através de uma ferramenta do OSCAR, onde é possível traçar uma linha entre o contorno de probabilidade e o ponto mais próximo à costa, obtendo o seu comprimento.

Para complementar a análise dos resultados, foram realizadas análises dos balanços de massa para os 1.000 cenários determinísticos que compuseram os cenários probabilísticos de todos os volumes simulados para todos os pontos de modelagem. Nos diagramas as linhas centrais das caixas correspondem à mediana da porcentagem de massa entre as simulações, enquanto os limites das caixas correspondem ao primeiro e terceiro quartis, as linhas correspondem aos limites dos valores englobados do intervalo de uma vez e meia o intervalo do interquartil em relação ao primeiro e terceiro quartis, e os pontos correspondem aos valores acima deste limiar (são os *outliers*).

---

<sup>12</sup> Este cálculo norteia-se no fato de o OSCAR considerar a diagonal da célula como a extensão de costa com potencial para receber o óleo. Ou seja, a extensão de costa de cada célula no OSCAR corresponde a diagonal da própria célula (valor informado na Tabela 14).

Nas análises *boxplot* não são considerados os cortes de espessura (0,0003 mm) adotados na apresentação dos resultados. Assim, para algumas simulações, pode ocorrer de haver interação com a linha de costa, porém, com espessuras inferiores ao corte adotado. Para esta análise, as parcelas do óleo não resolvidas pelo modelo (*outside* e sedimentado)<sup>13</sup> são incorporadas no resultado da presença do óleo particulado na coluna d'água.

Por fim, conforme descrito no Capítulo 3, a grade do modelo hidrodinâmico apresenta resolução horizontal de, aproximadamente, 7 km, o que inviabiliza representar adequadamente regiões costeiras recortadas, tais como estuários e baías. Logo, quando são observadas probabilidades de toque no entorno dessas áreas, existe probabilidade do óleo adentrar tais regiões, uma vez que tais feições (baías, estuários, reentrâncias, etc.) têm, por vezes, dimensões inferiores à resolução da grade numérica hidrodinâmica e, portanto, não são representadas na mesma.

#### 4.2.1.1. Simulações Probabilísticas - Volume Pequeno

Da Figura 44 até a Figura 49, são apresentados os resultados da simulação probabilística com derrame de volume pequeno (8,0 m<sup>3</sup>) para o período da primavera-verão e outono-inverno.

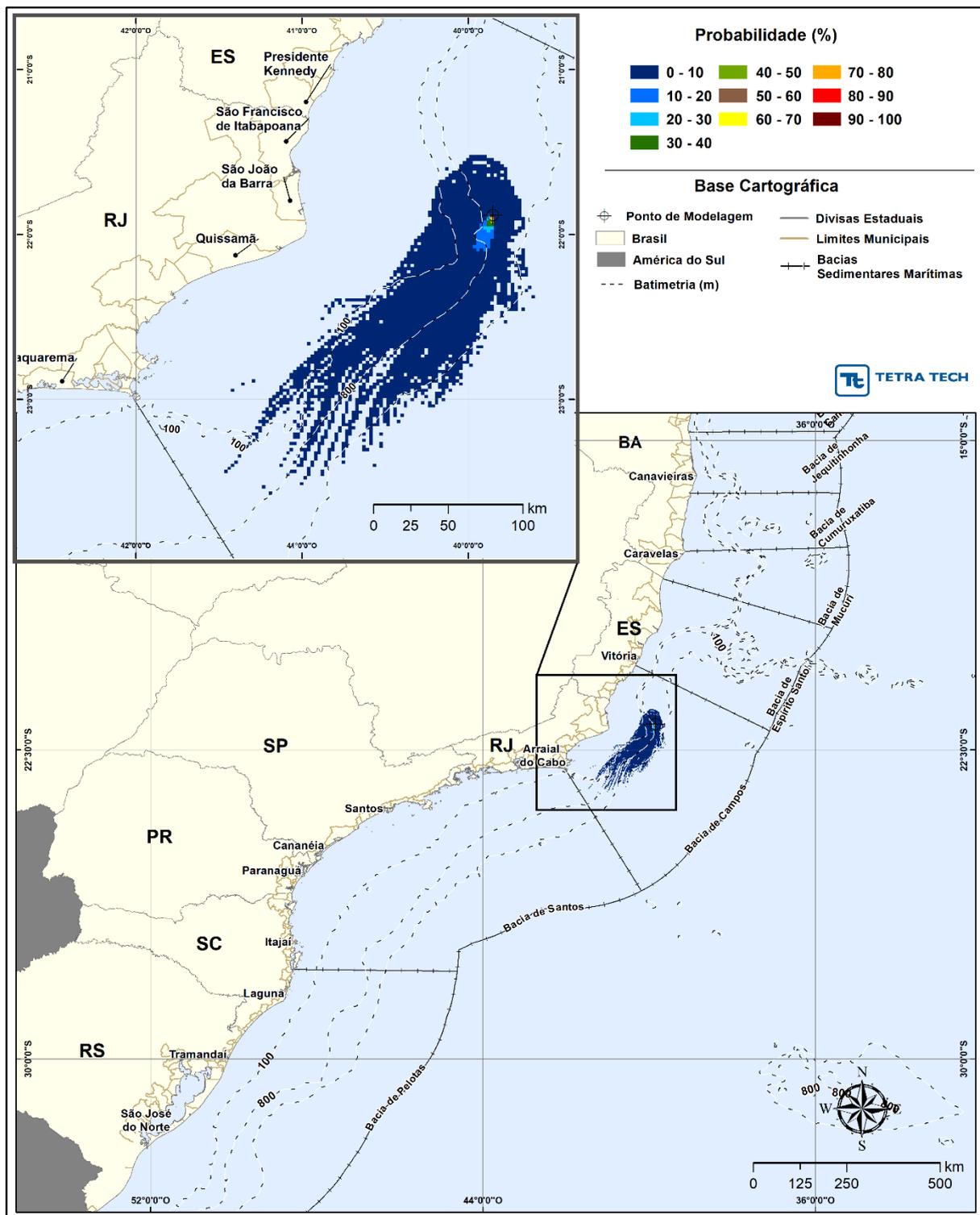
Verifica-se que as probabilidades de óleo na superfície do mar ocorrem somente na Bacia de Campos no período da primavera-verão e, no período de outono-inverno nas bacias de Campo e Santos, sendo que na Bacia de Santos os valores não são superiores a 10%. A direção preferencial de deslocamento do óleo na superfície da água é para o quadrante SW, em decorrência dos ventos dominantes de N e NE e do fluxo da Corrente do Brasil na região.

O maior valor de probabilidade identificado ocorreu próximo ao ponto de modelagem, ou seja, na Bacia de Campo, sendo de 97,9% (primavera-verão) e 89,7% (outono-inverno).

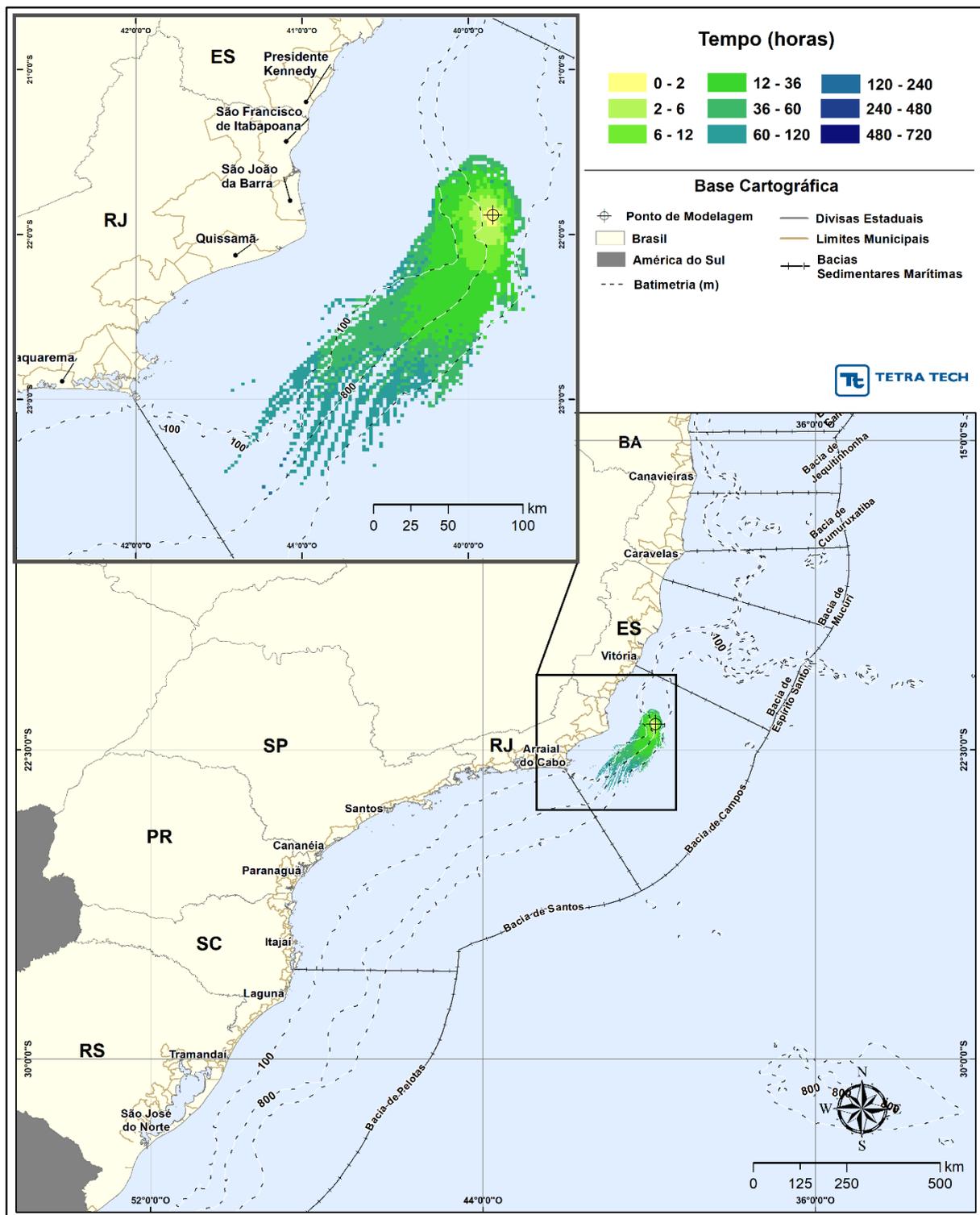
Não foi observado a probabilidade de o óleo atingir a costa, considerando o corte de espessuras, em ambos os períodos. A menor distância do óleo em relação a costa foi de 41,2 km da Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ) no período da primavera-verão e, 31,5 km de Campos dos Goytacazes no período de outono-inverno. Também não foram identificadas probabilidades de óleo na coluna d'água para valores de concentração total superior ao limite de corte (20 ppb).

<sup>13</sup> Segundo o manual do OSCAR, nas simulações probabilísticas o processo de sedimentação não é considerado para evitar tempos de computação excessivamente grandes.

**Figura 44 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_8\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 8,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



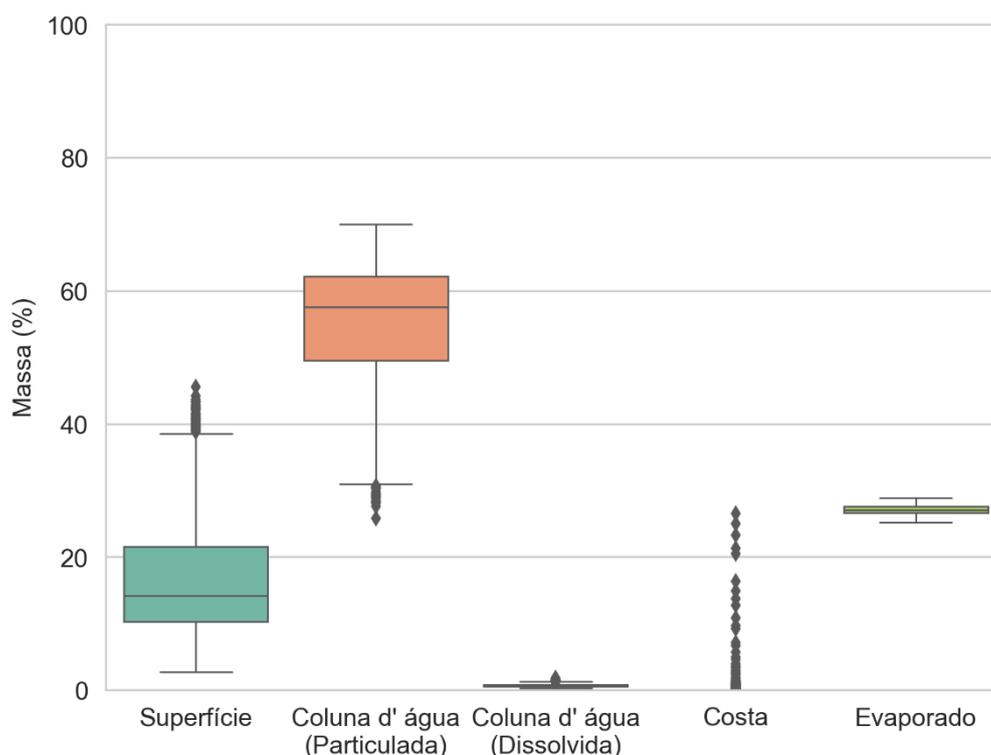
**Figura 45 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_8\_30D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 8,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período da primavera-verão.

Observa-se que o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação são os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água, o que corresponde, em média, a 82,2 % de todo o volume derramado. Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 16,97%.

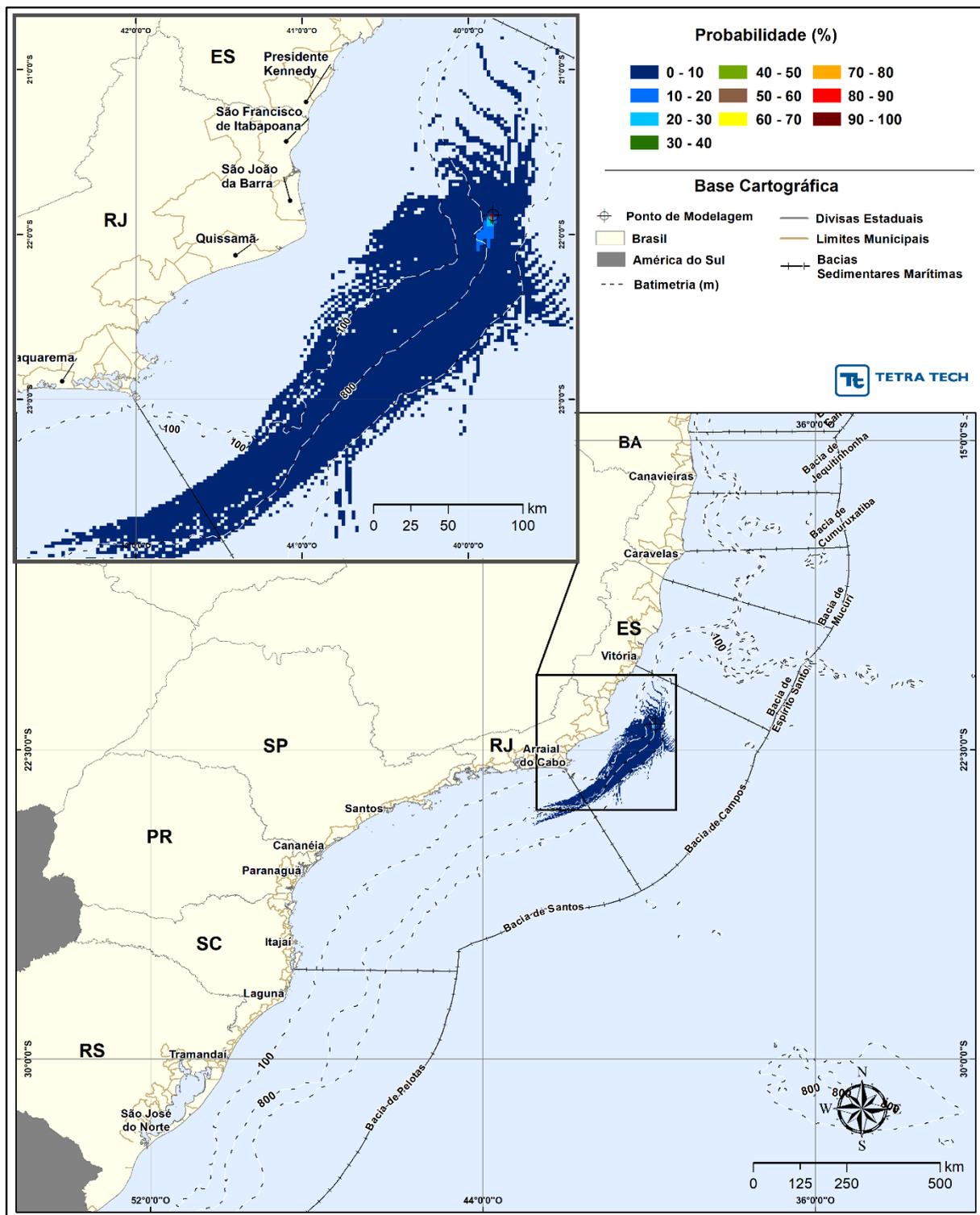
**Figura 46** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período da primavera-verão, no instante final da simulação.



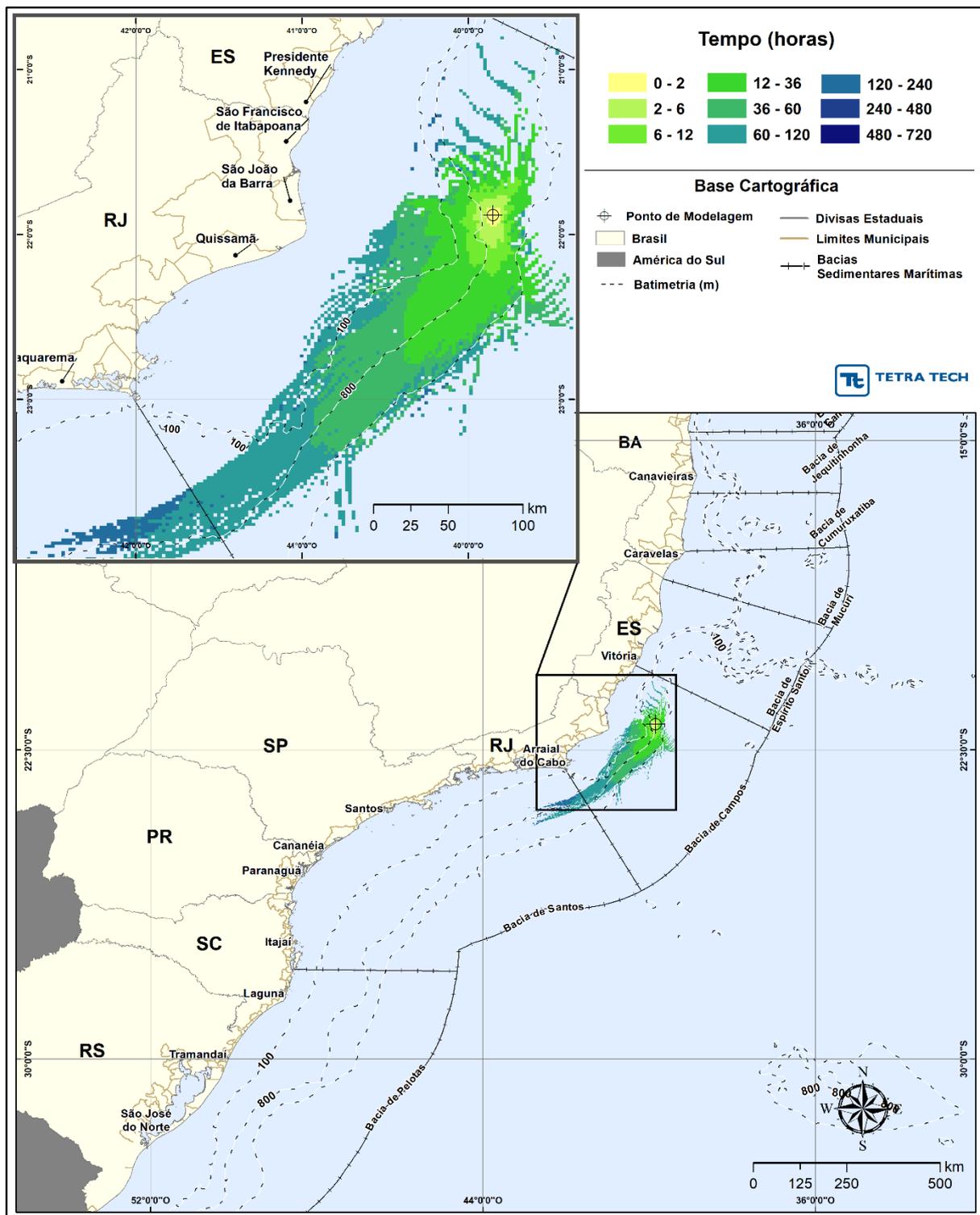
**Tabela 23** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período da primavera-verão.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	2,73	25,84	0,30	0,00	25,16
Médio	16,97	54,90	0,69	0,31	27,13
Máximo	45,60	70,00	1,78	26,57	28,90

**Figura 47 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_8\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 8,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



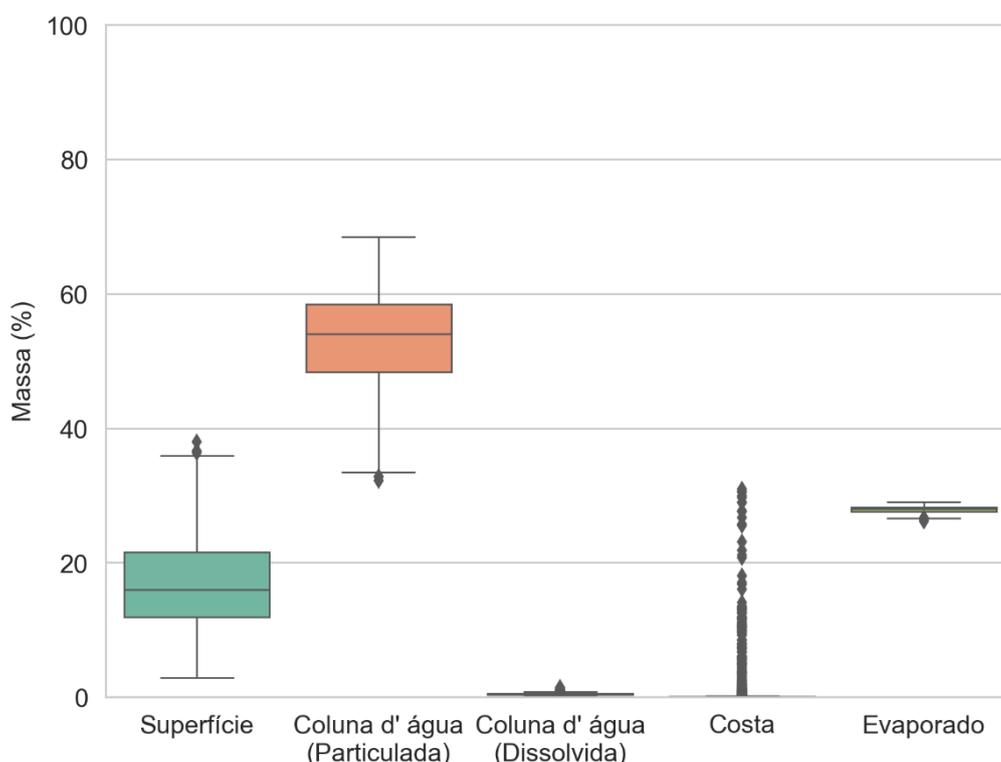
**Figura 48 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_8\_30D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Baía de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 8,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período de outono-inverno.

Observa-se, novamente, que o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação são os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água, o que corresponde, em média, a 83,05 % de todo o volume derramado. Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 17,06%.

**Figura 49** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período de outono-inverno, no instante final da simulação.



**Tabela 24** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume pequeno no período de outono-inverno.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	2,91	32,20	0,26	0,00	26,16
Médio	17,06	53,15	0,50	1,39	27,90
Máximo	37,95	68,46	1,45	30,94	29,05

#### 4.2.1.2. Simulações Probabilísticas - Volume Médio

Da Figura 50 até a Figura 65, são apresentados os resultados da simulação probabilística com derrame de volume médio (200,0 m<sup>3</sup>) para o período da primavera-verão e outono-inverno.

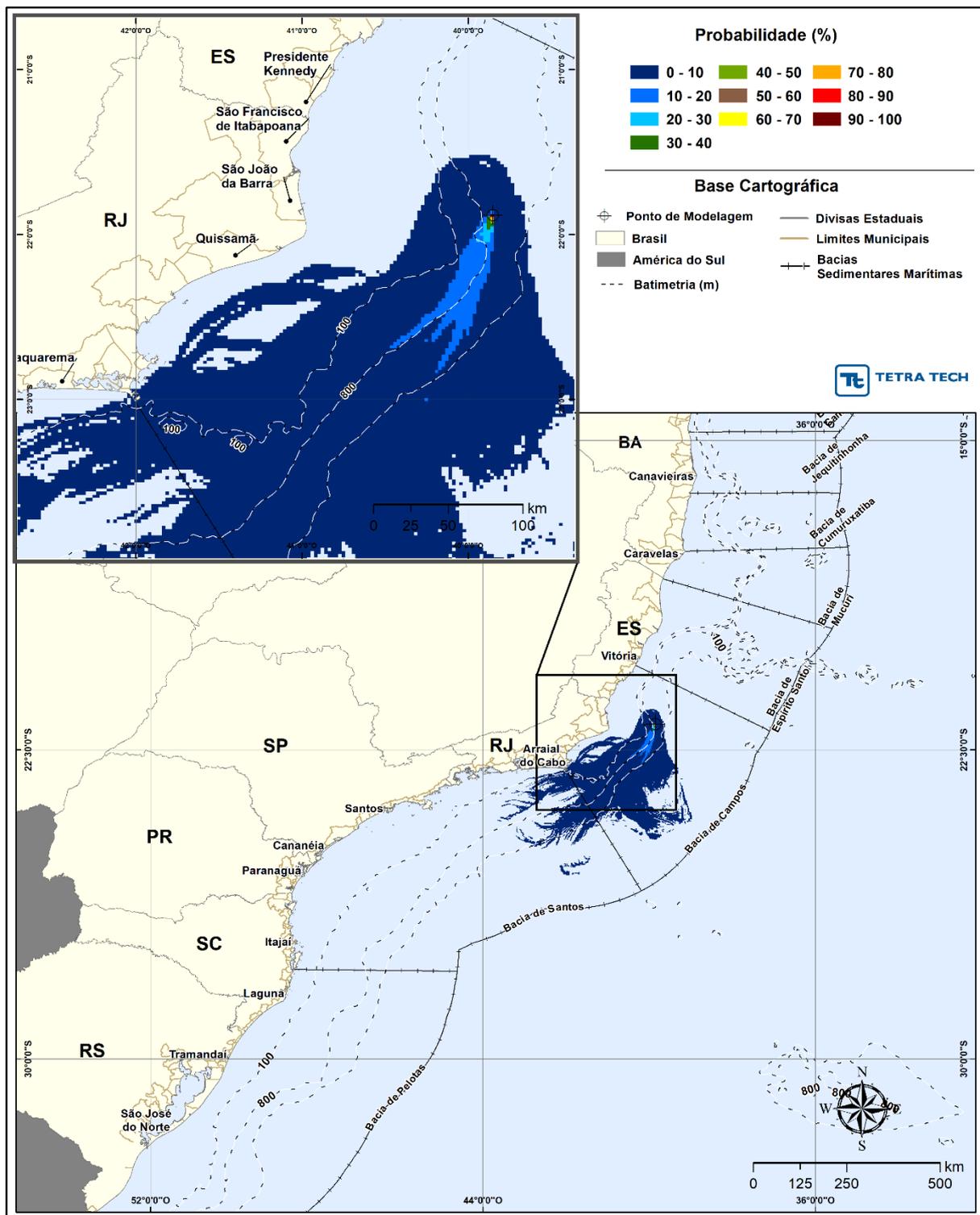
A partir do resultado da simulação, verifica-se a probabilidade de presença de óleo na superfície da água nas bacias de Campos, Santos em ambos os períodos, sendo que no outono-inverno também ocorrem probabilidades na Bacia do Espírito Santo. A direção preferencial de deslocamento do óleo na superfície da água é para o quadrante SW.

Somente na Bacia de Campos foi verificada probabilidade superior a 10%, sendo os maiores valores de probabilidade localizados próximo ao ponto de vazamento, nos dois períodos considerados.

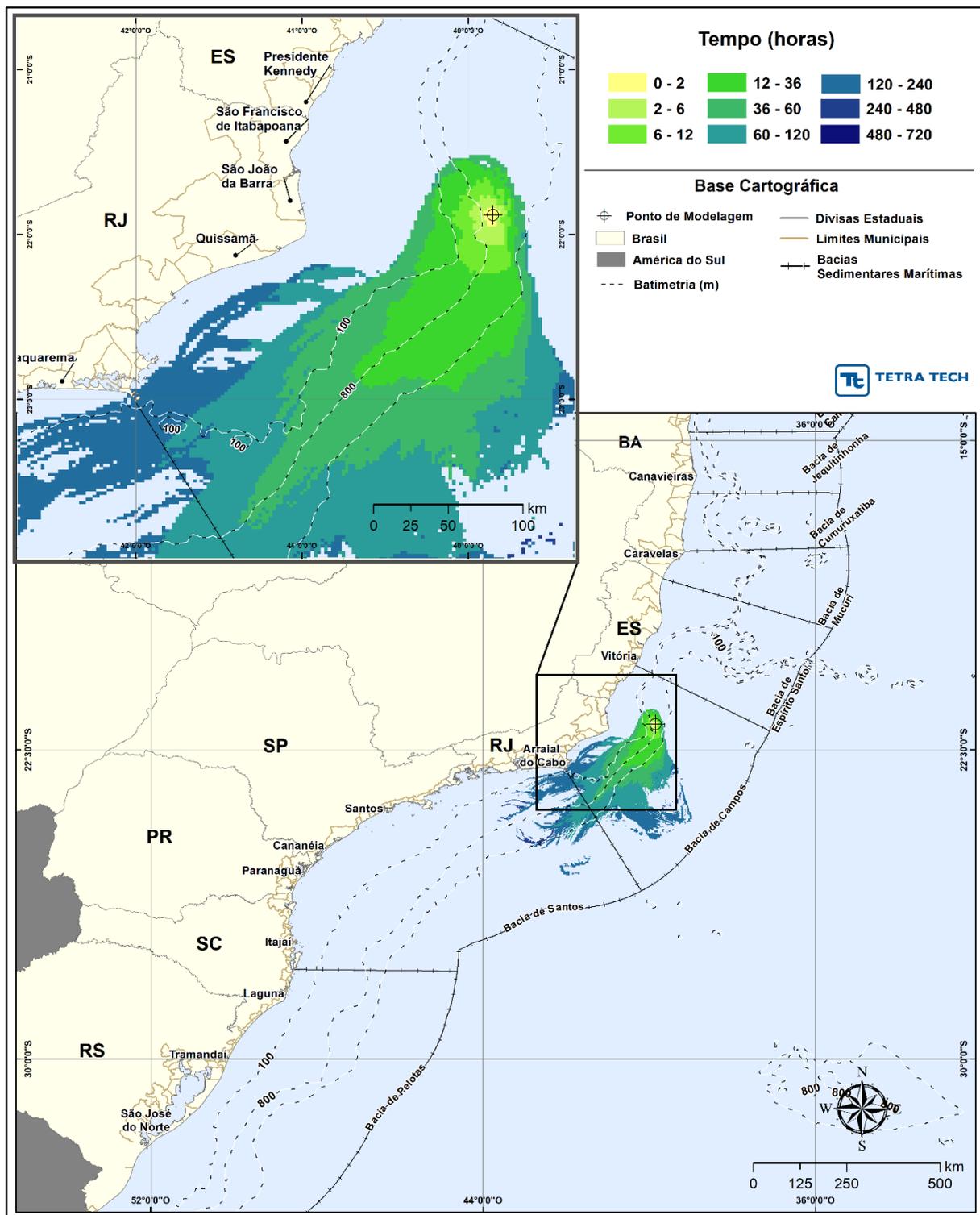
O toque do óleo na costa ocorreu, no litoral do Estado do Rio de Janeiro em ambos os períodos, com uma extensão de 71 km no período da primavera-verão e 110,9 km no outono-inverno. A maior probabilidade de toque foi de 4,1 % (primavera-verão) e 24,2 % (outono-inverno), sempre na Ilha Cabo frio (Arraial do cabo, RJ)

Com relação ao óleo na coluna d'água, verifica-se a presença do óleo ao longo das duas primeiras camadas, até 31 m de profundidade, em ambos os períodos. As duas camadas apresentam padrão de deslocamento similar ao da superfície. Não foi observada a presença de óleo no leito oceânico, em ambos os períodos.

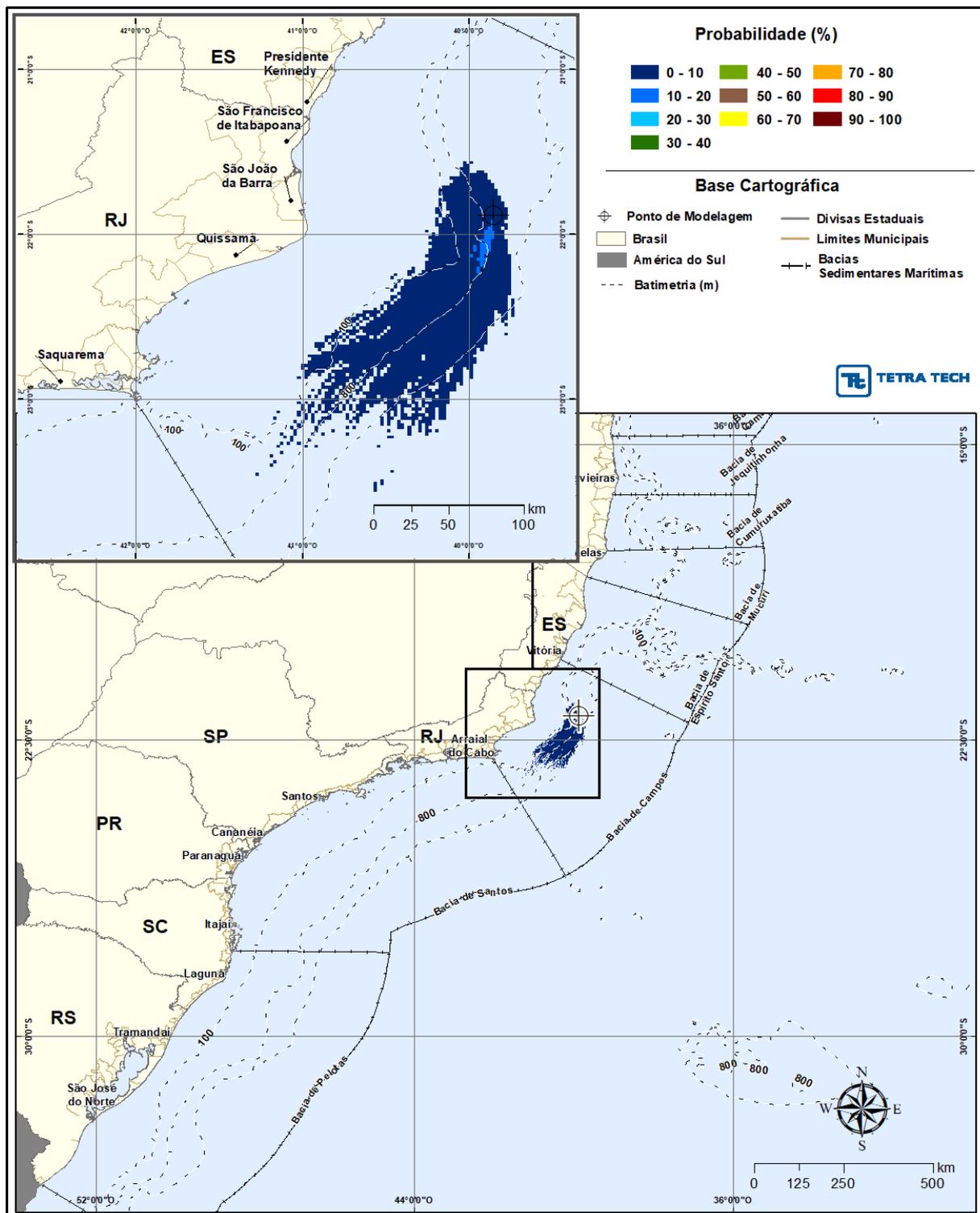
**Figura 50 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



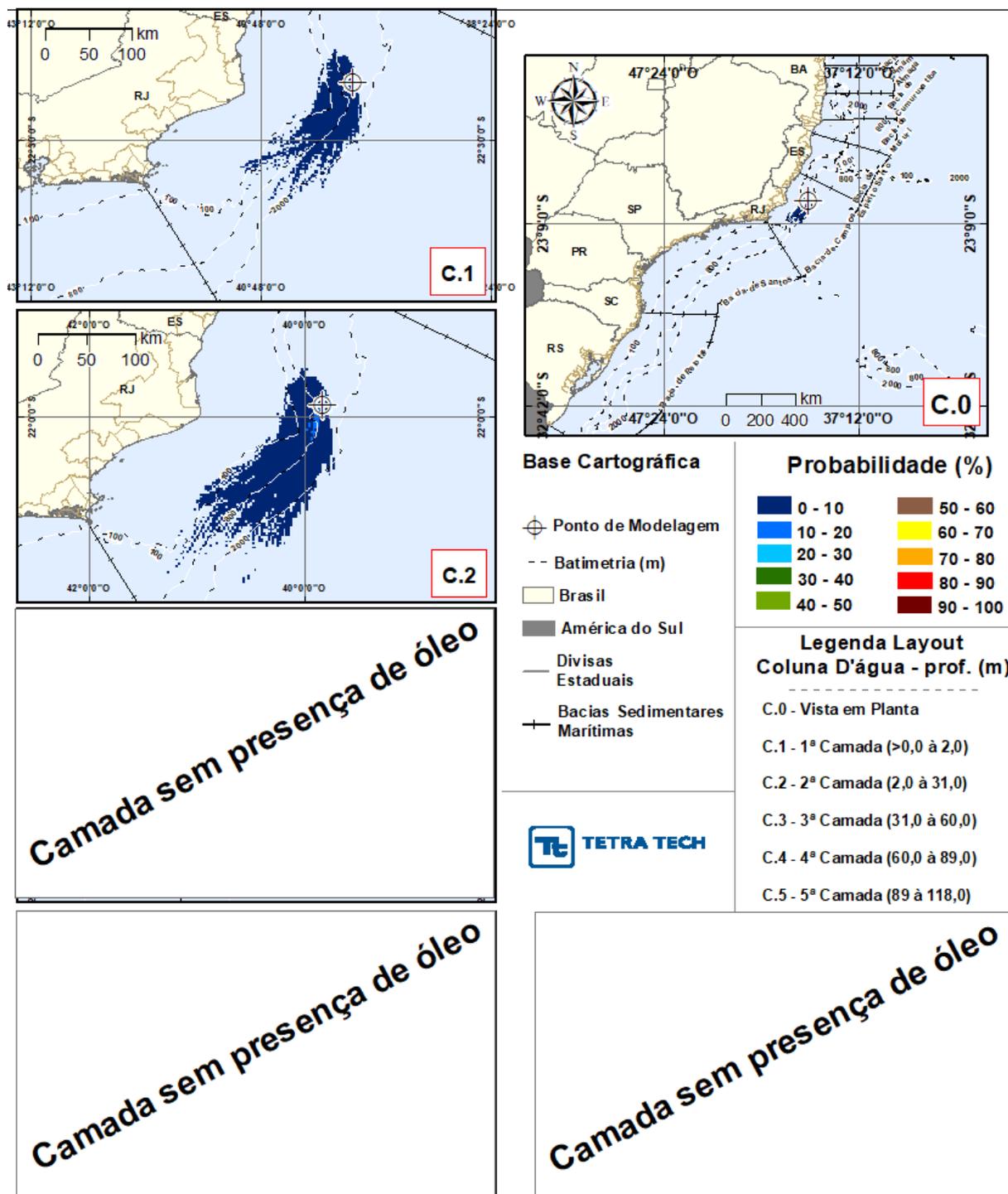
**Figura 51 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



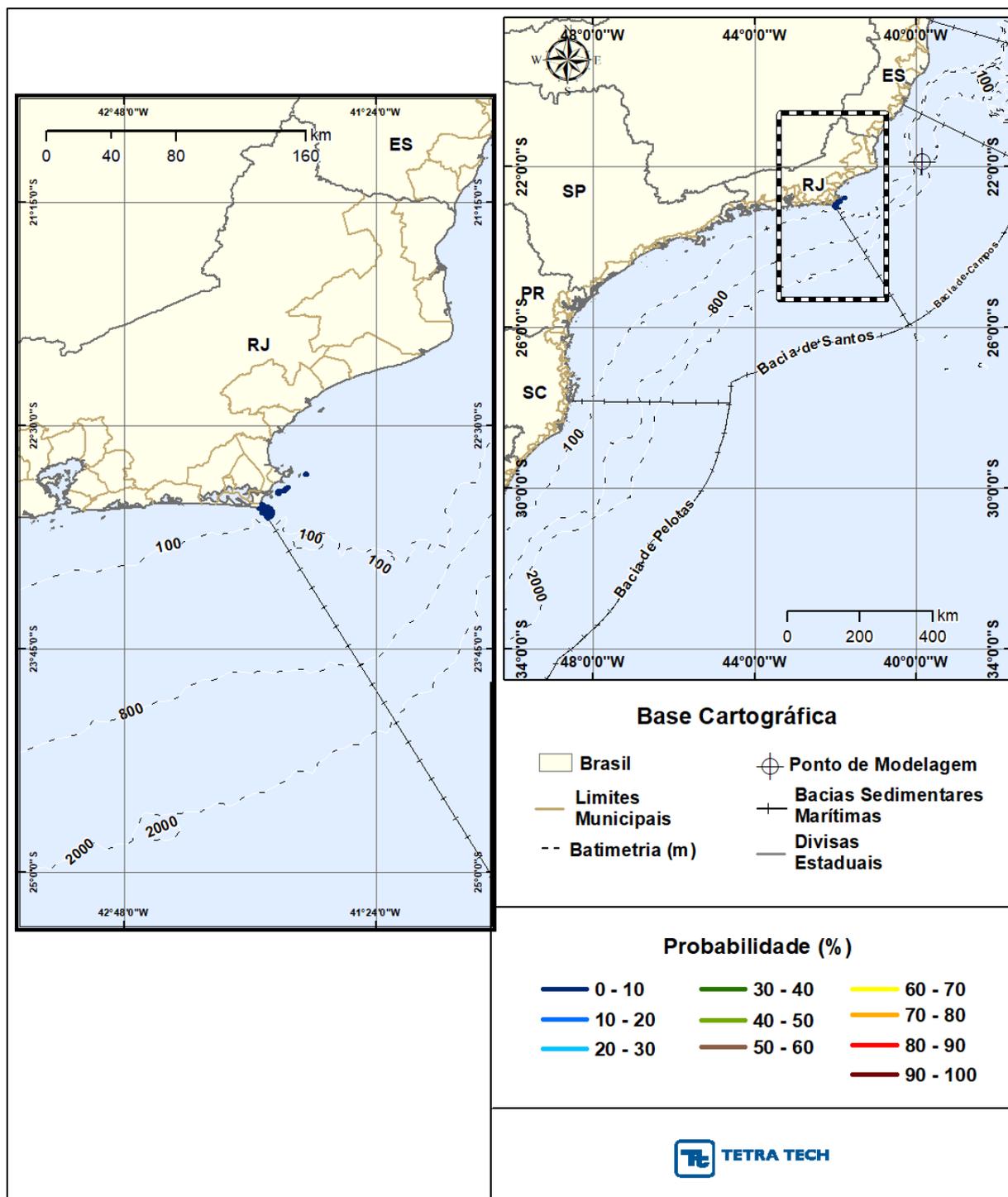
**Figura 52 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



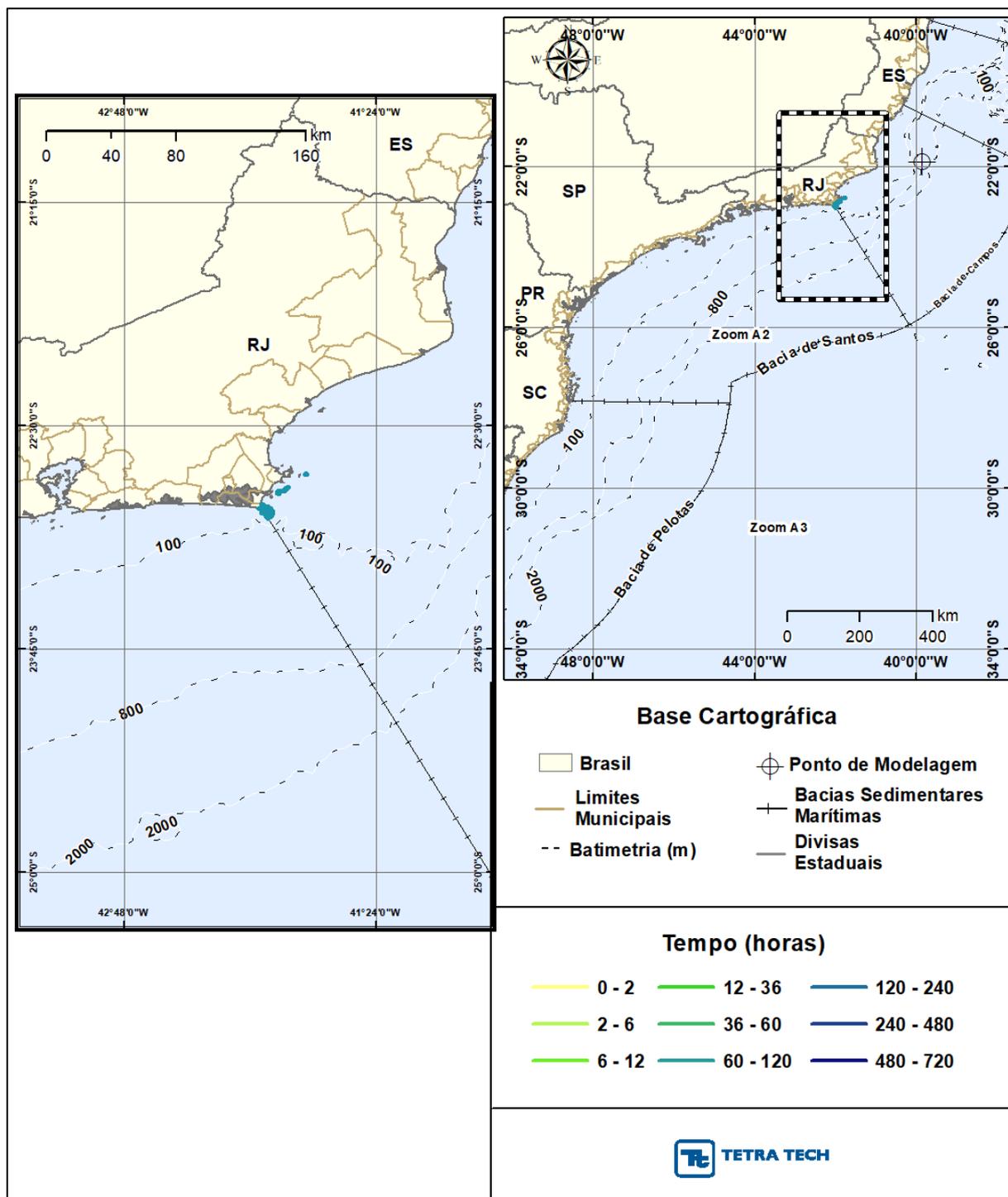
**Figura 53 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



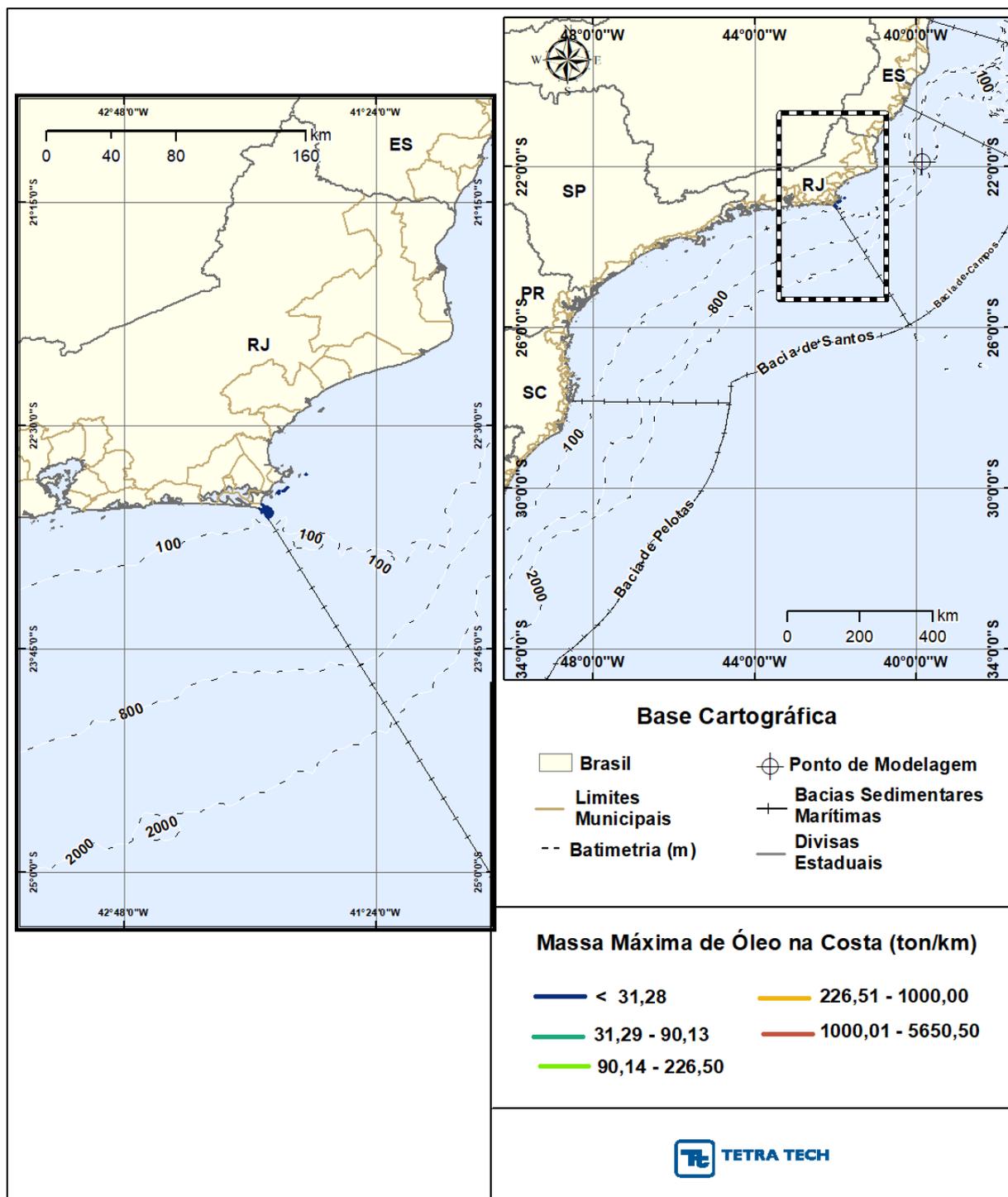
**Figura 54 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



**Figura 55 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



**Figura 56 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.

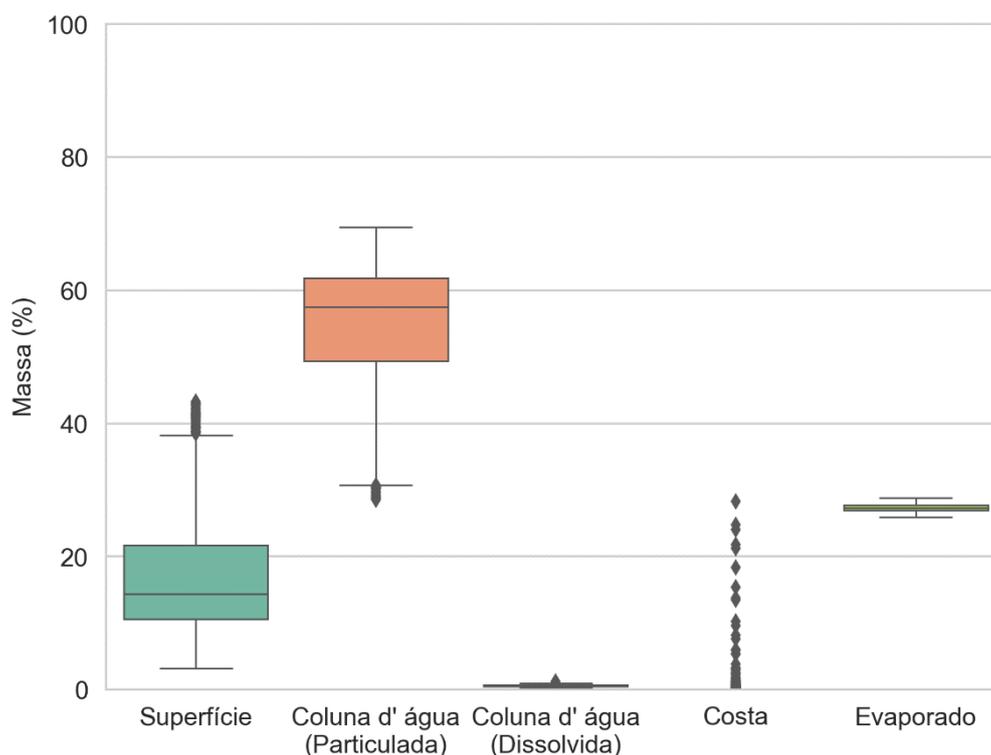


A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período da primavera-verão.

Observa-se padrão similar ao relatado nos resultados de volume pequeno, com o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação atuando como os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água. No total estes dois processos retiraram, em média, 82,16% de todo o volume derramado.

Independentemente do corte de espessura aplicado nos resultados, em média a porcentagem de óleo na costa é baixa (0,32%), demonstrando que no geral esta hipótese acidental não tende a proporcionar a chegada de grandes volumes do óleo na costa. Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 16,96%.

**Figura 57** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período da primavera-verão, no instante final da simulação.



**Tabela 25** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período da primavera-verão.

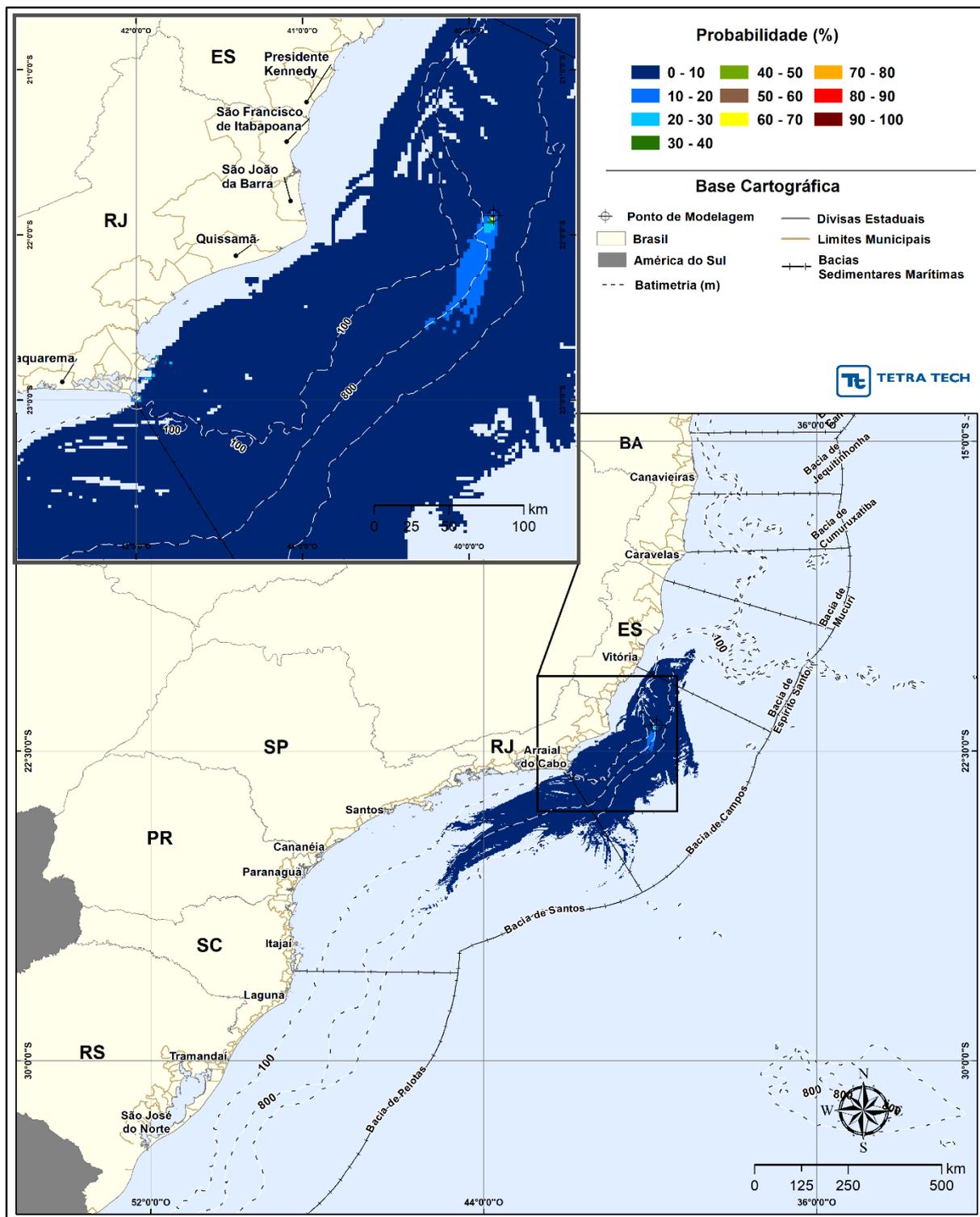
VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	3,14	28,52	0,32	0,00	25,89
Médio	16,96	54,82	0,56	0,32	27,34
Máximo	43,25	69,46	1,18	28,25	28,75

A Tabela 26 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário da primavera-verão com derrame de volume médio. A probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 71 km de linha de costa, com toque restrito ao litoral do Estado do Rio de Janeiro. O município com o toque mais ao norte foi Armação dos Búzios e, mais ao sul, Arraial do Cabo. O menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios), 165 após o derrame.

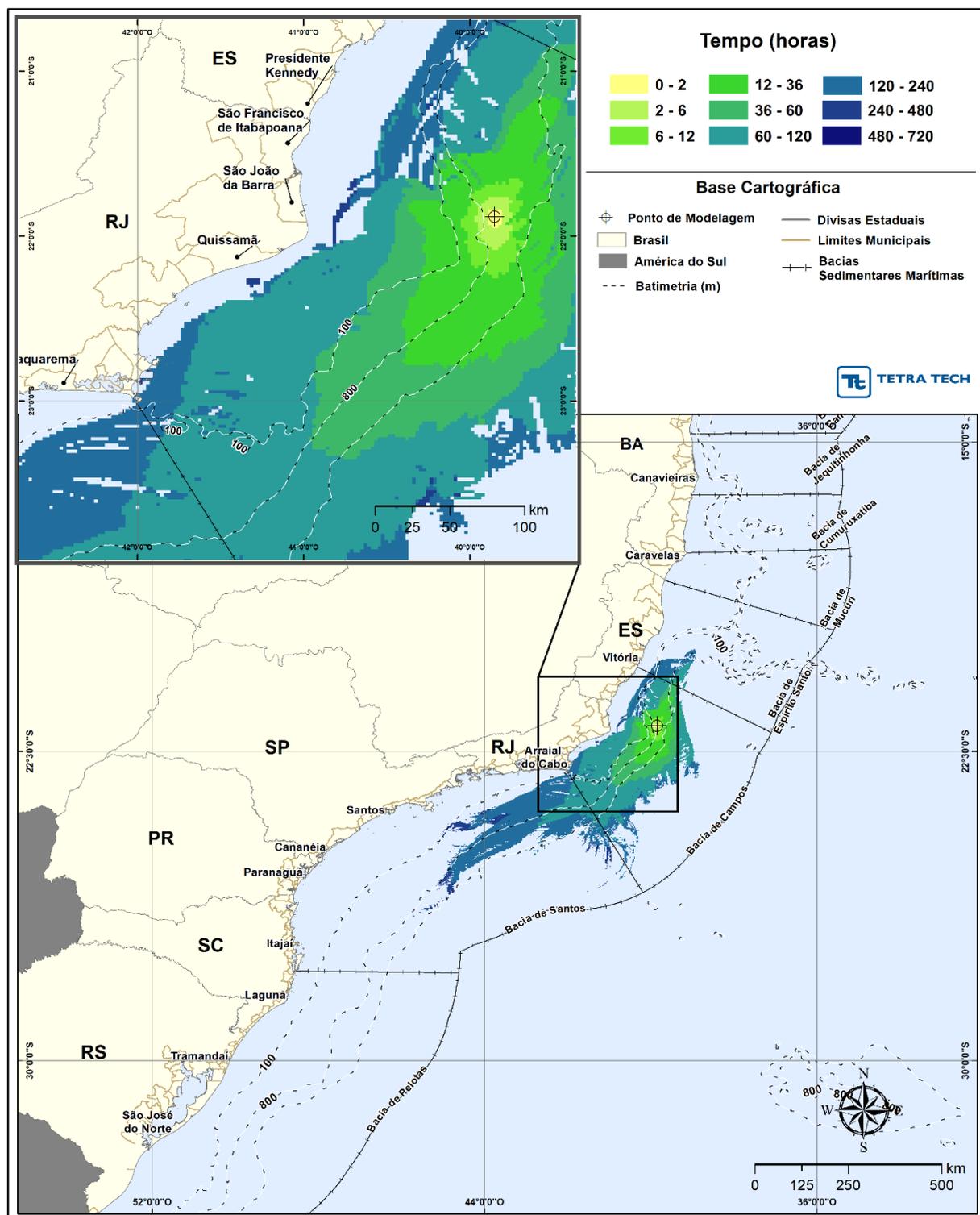
**Tabela 26** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume médio no período da primavera-verão.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
RJ	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	1,8	165	165	4,6221	2,92
	Cabo Frio / Ilha do Breu	2,3	187	187	6,9819	1,34
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	2,3	187	187	6,9819	3,07
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	1,4	187	187	2,6278	1,93
	Cabo Frio / Ilha Comprida	1,7	194	194	0,2858	4,78
	Cabo Frio / Ilha Redonda	1,7	194	194	0,2858	0,95
	Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	1,0	215	215	0,4658	1,03
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	2,7	179	180	13,8560	2,78
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	4,1	172	180	11,1083	19,10
	Arraial do Cabo / Ilha do Farol	1,0	192	192	0,5383	0,29
	Arraial do Cabo / Ilha dos Franceses	1,0	192	192	0,5383	0,85
	Arraial do Cabo	2,7	179	188	13,8560	31,97

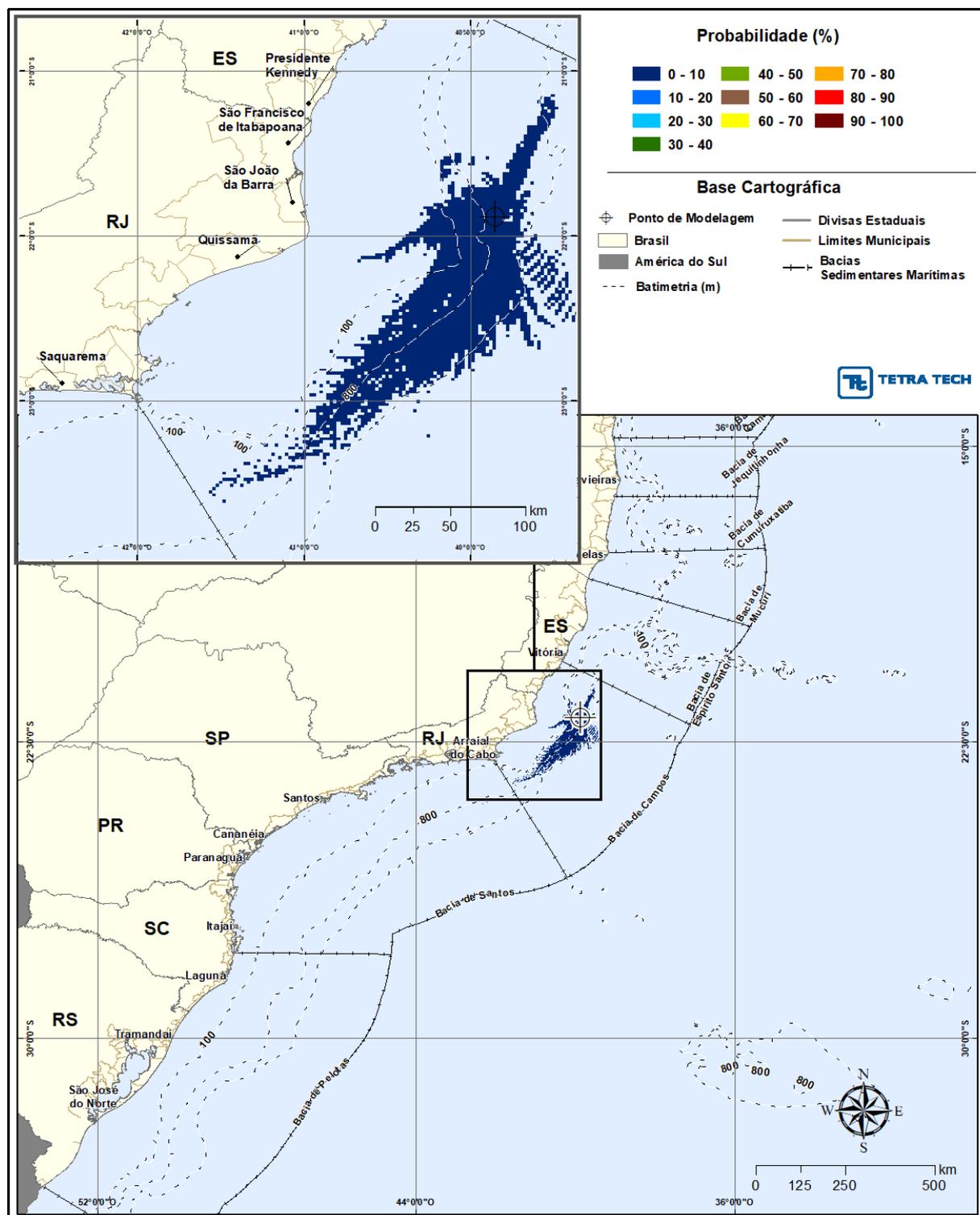
**Figura 58 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



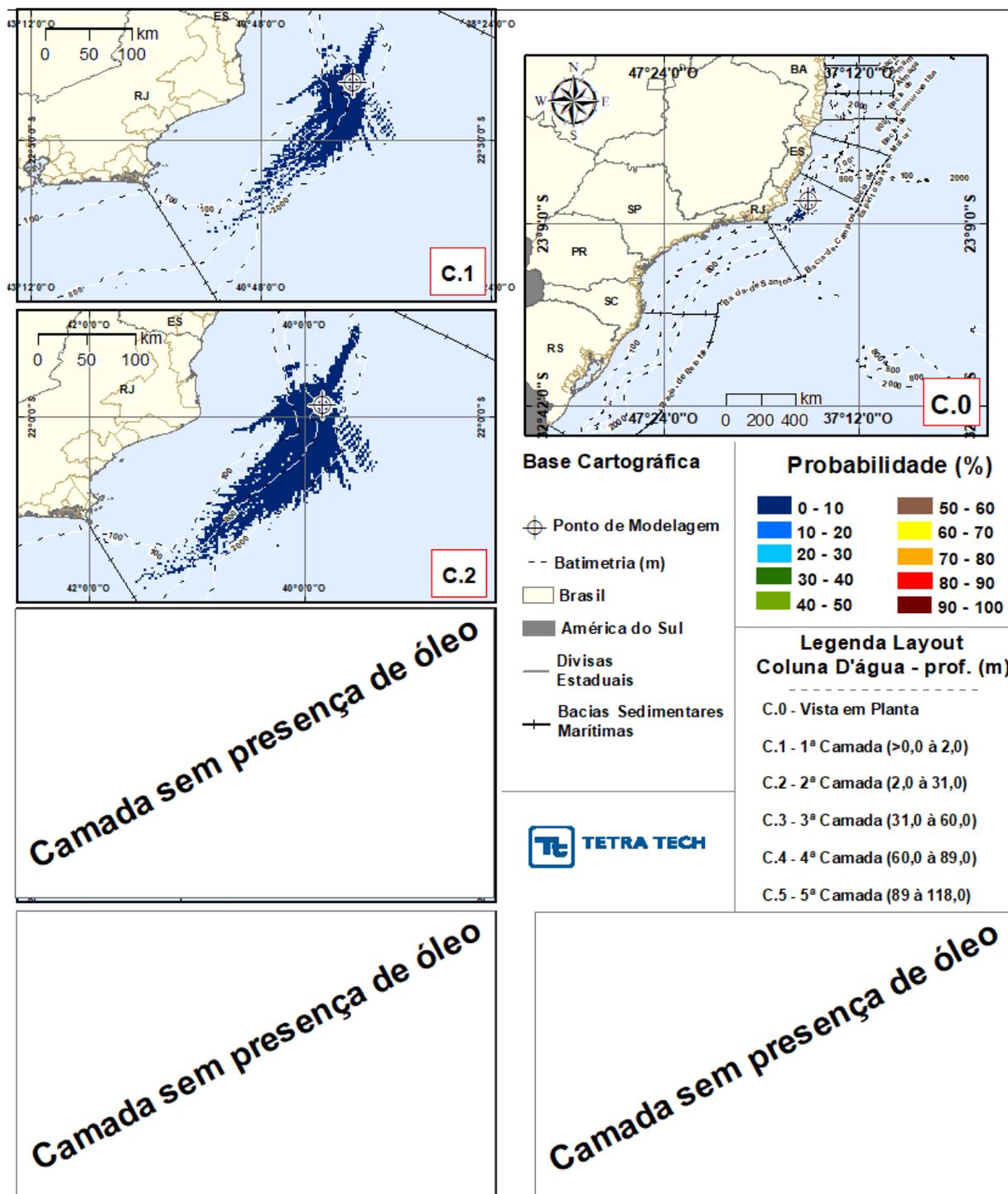
**Figura 59 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



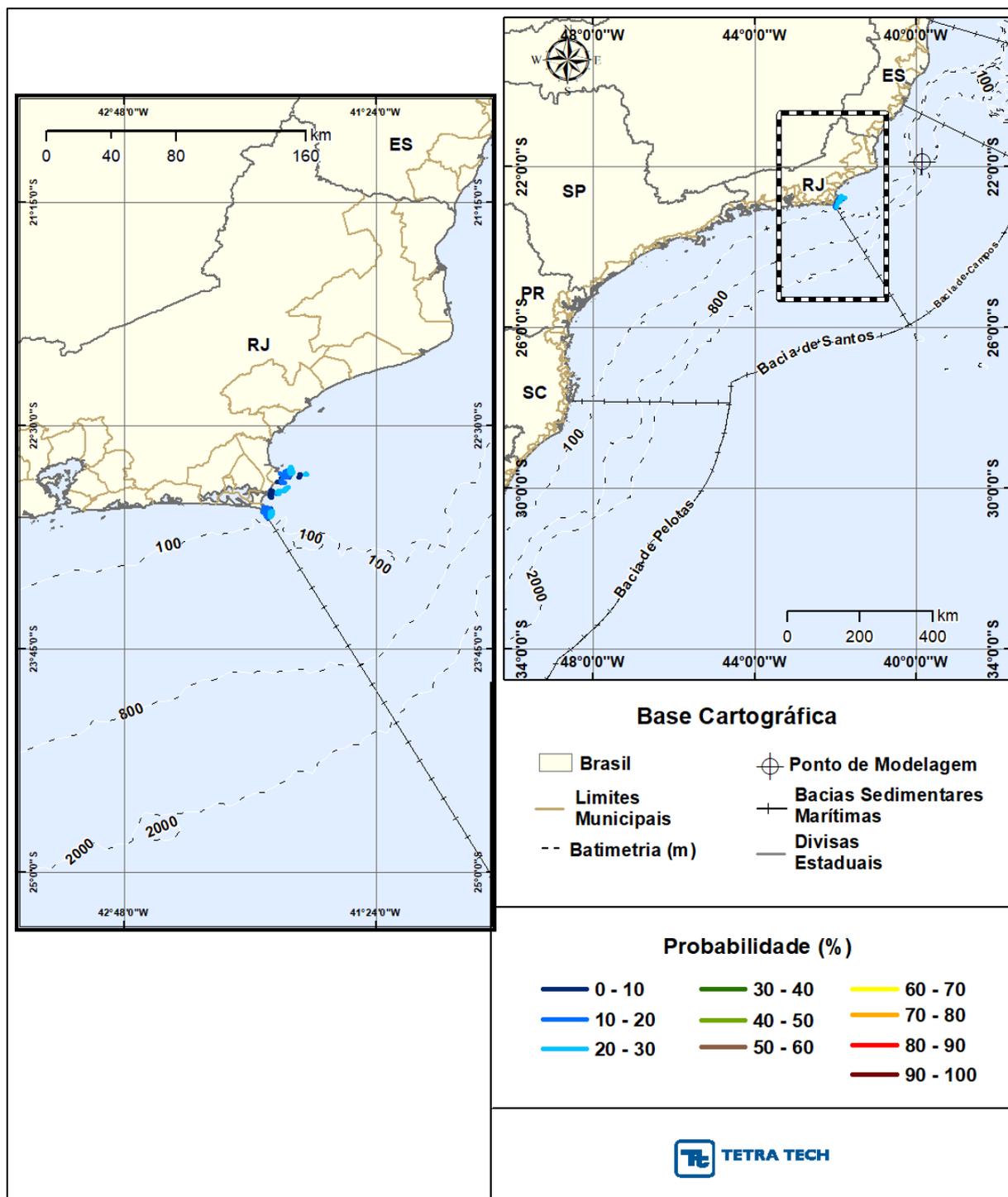
**Figura 60 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



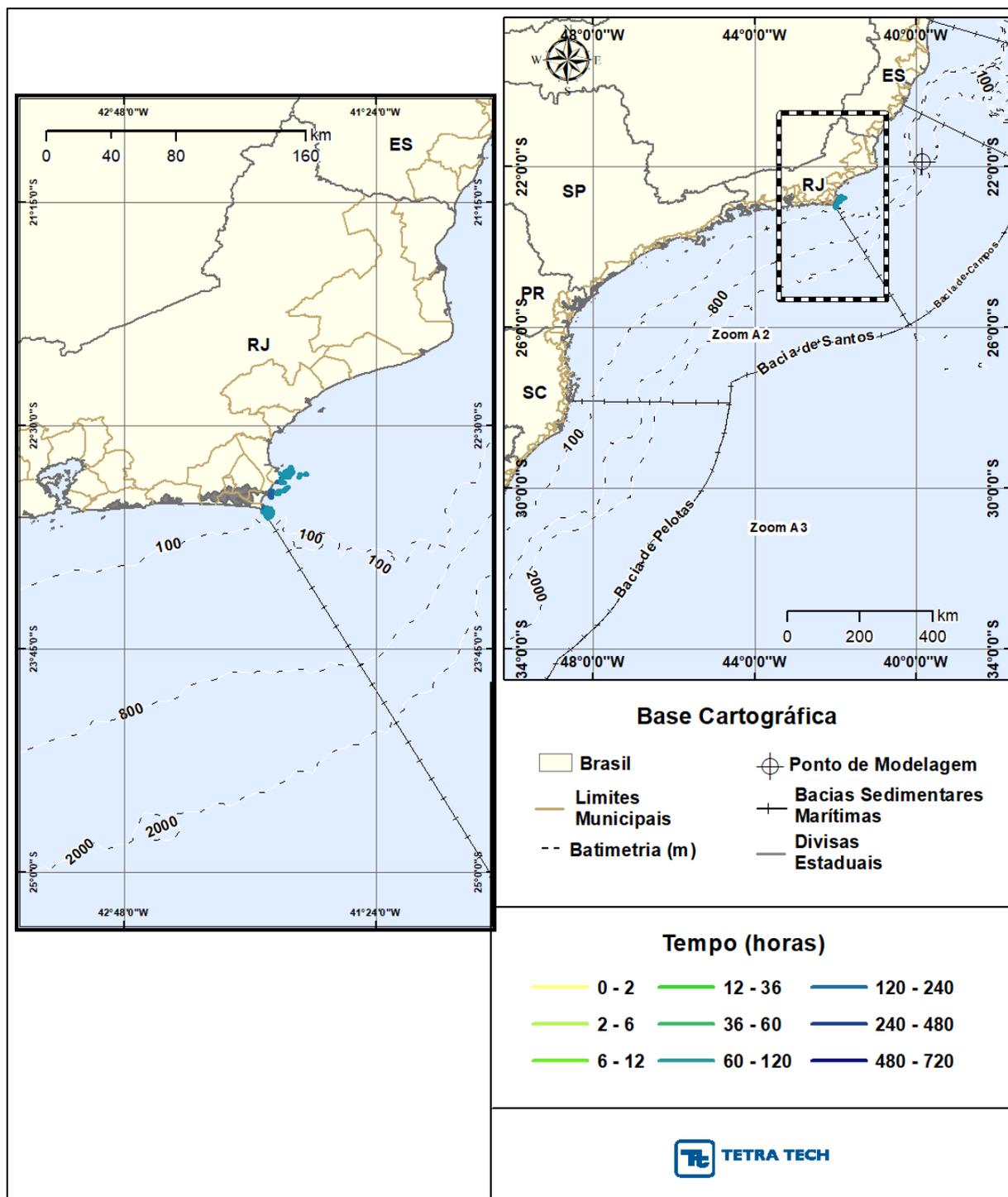
**Figura 61 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



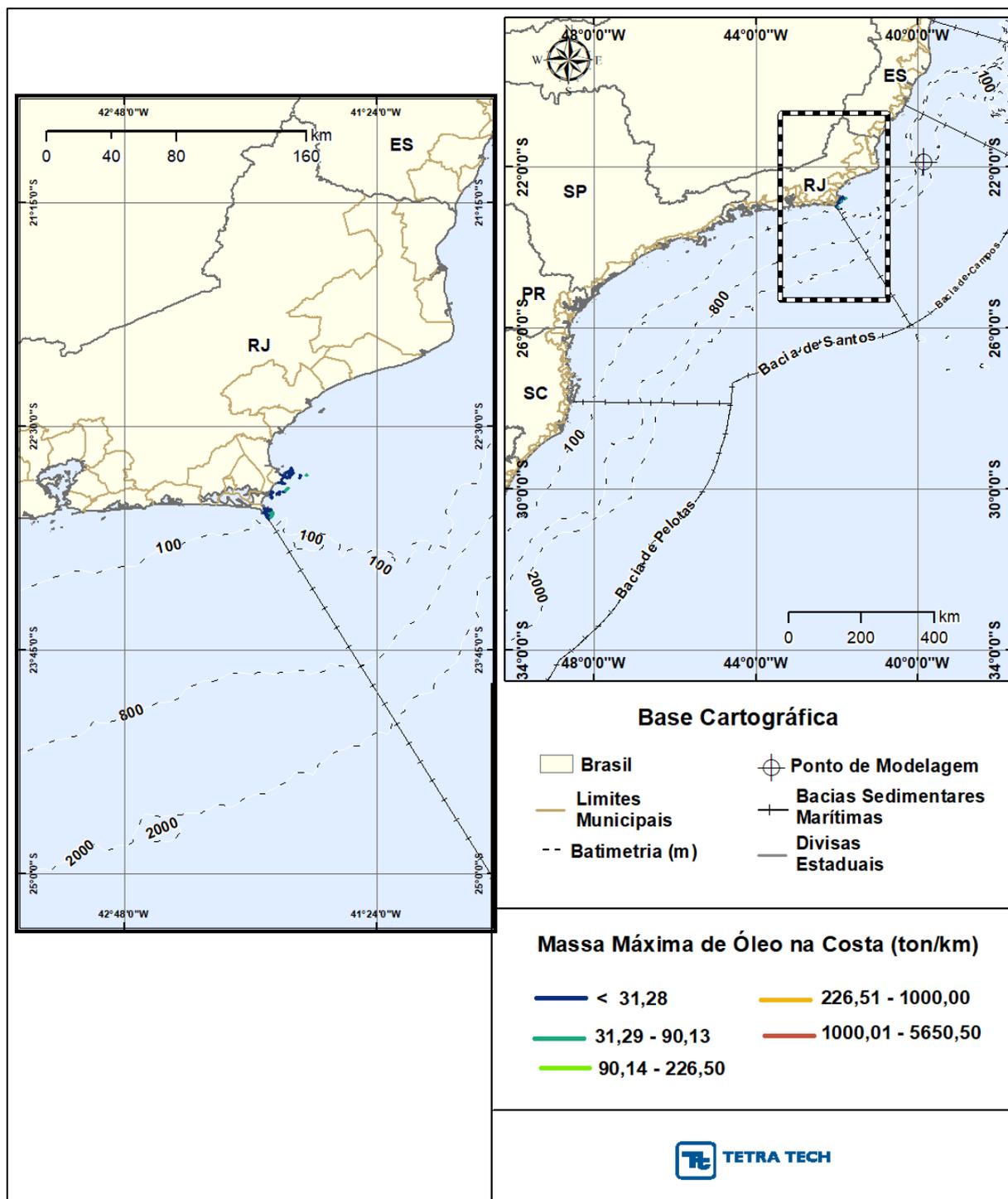
**Figura 62 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



**Figura 63 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



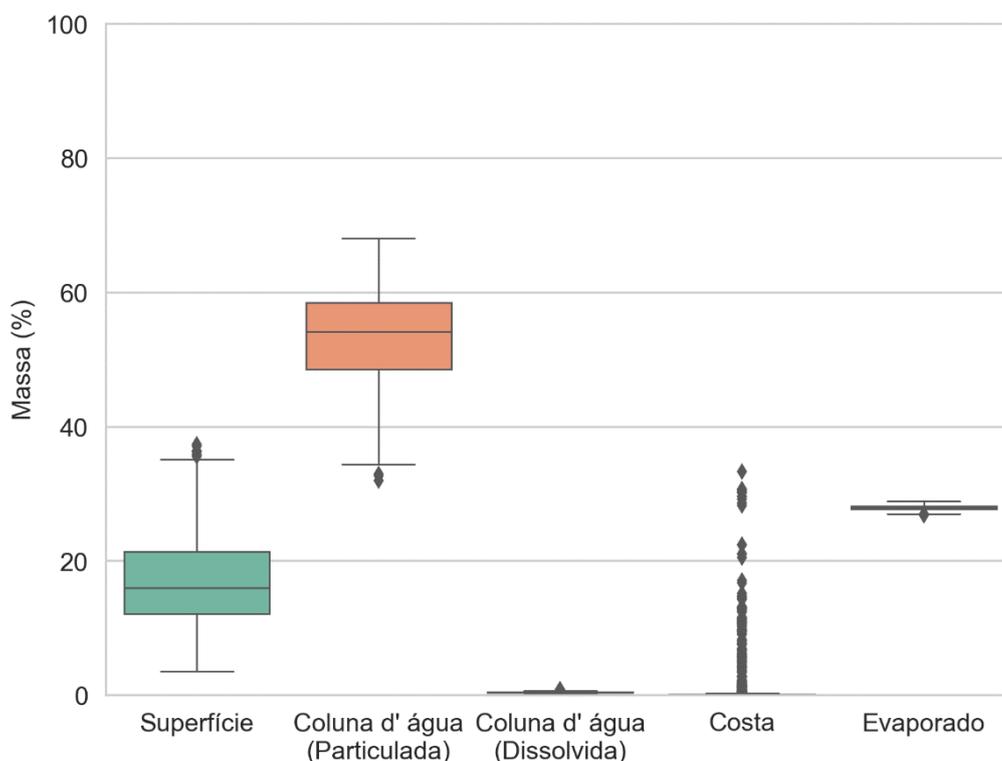
**Figura 64 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_200\_30D.** Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período de outono-inverno.

O entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação foram responsáveis pela retirada de, em média, a 81,13 % de todo o volume derramado. Similar ao resultado da primavera-verão, em média, a porcentagem de óleo na costa e baixa (1,41 %). Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 17,03 %.

**Figura 65** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período de outono-inverno, no instante final da simulação.



**Tabela 27** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume médio no período de outono-inverno.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
<b>Mínimo</b>	3,51	31,91	0,24	0,00	26,76
<b>Médio</b>	17,03	53,20	0,43	1,41	27,93
<b>Máximo</b>	37,34	68,02	0,82	33,26	28,87

A Tabela 28 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário de outono-inverno com derrame de volume médio. A probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 110,9 km de linha de costa, com toque restrito aos municípios do Estado do Rio de Janeiro. O município com o toque mais ao norte foi Armação dos Búzios e, mais ao sul, Arraial do Cabo. Observa-se ainda que o menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), 135 horas após o derrame.

**Tabela 28** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume médio no período de outono-inverno.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
RJ	Armação dos Búzios / Laje da Praia da Tartaruga	15,2	178	178	3,6058	0,27
	Armação dos Búzios / Ilha do Caboclo	15,2	178	178	3,6058	0,23
	Armação dos Búzios / Ilha Branca	20,4	170	170	7,9486	0,83
	Armação dos Búzios / Laje do Criminoso	20,4	170	170	7,9486	0,06
	Armação dos Búzios / Ilha próxima à Praia do Forno	20,9	173	180	21,1967	0,31
	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	23,2	135	135	50,7654	2,92
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá (Filhote)	1,0	147	147	2,1120	0,50
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá	1,0	144	146	4,1749	2,36
	Armação dos Búzios / Ilha do Boi	1,0	187	187	1,7019	0,58
	Armação dos Búzios / Lajes na Praia da Ferradura	16,1	187	189	1,7019	0,18
	Armação dos Búzios / Laje das Enchovas	18,8	191	191	1,8193	0,04
	Armação dos Búzios / Laje Seca	18,8	191	191	1,8193	0,07
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Fora	18,8	191	191	1,8193	1,05
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Dentro	18,8	191	191	1,8193	1,06
	Armação dos Búzios	20,9	166	204	21,1967	37,54
	Cabo Frio / Ilha do Breu	24,0	156	156	52,2153	1,34
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	24,0	156	163	52,2153	3,07
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	21,5	172	172	22,0705	1,93
	Cabo Frio / Ilha Comprida	20,4	174	180	6,3417	7,62
	Cabo Frio / Ilha Redonda	20,4	174	174	6,3417	0,95
	Cabo Frio / Ilha dos Papagaios	9,4	416	416	0,3190	3,78
	Cabo Frio	9,4	416	424	0,3190	5,36
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	18,0	172	174	11,5387	2,78
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	24,2	155	168	66,0063	16,80

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
	Arraial do Cabo	18,0	175	242	11,5387	19,29

#### 4.2.1.3. Simulações Probabilísticas - Volume Pior Caso – FPSO

Da Figura 66 até a Figura 85, são apresentados os resultados da simulação probabilística com derrame de volume de pior caso – afundamento do FPSO Frade (258.394,99 m<sup>3</sup>) para o período da primavera-verão e outono-inverno.

Os resultados demonstram a probabilidades de presença de óleo na superfície da água nas bacias de Campos, Santos e Pelotas em ambos os períodos, sendo que no outono-inverno também ocorrem probabilidades na Bacia do Espírito Santo. A direção preferencial de deslocamento do óleo na superfície da água é para o quadrante SW próximo ao ponto de modelagem e, à medida que se desloca vai orientando-se com o posicionamento da costa do Brasil.

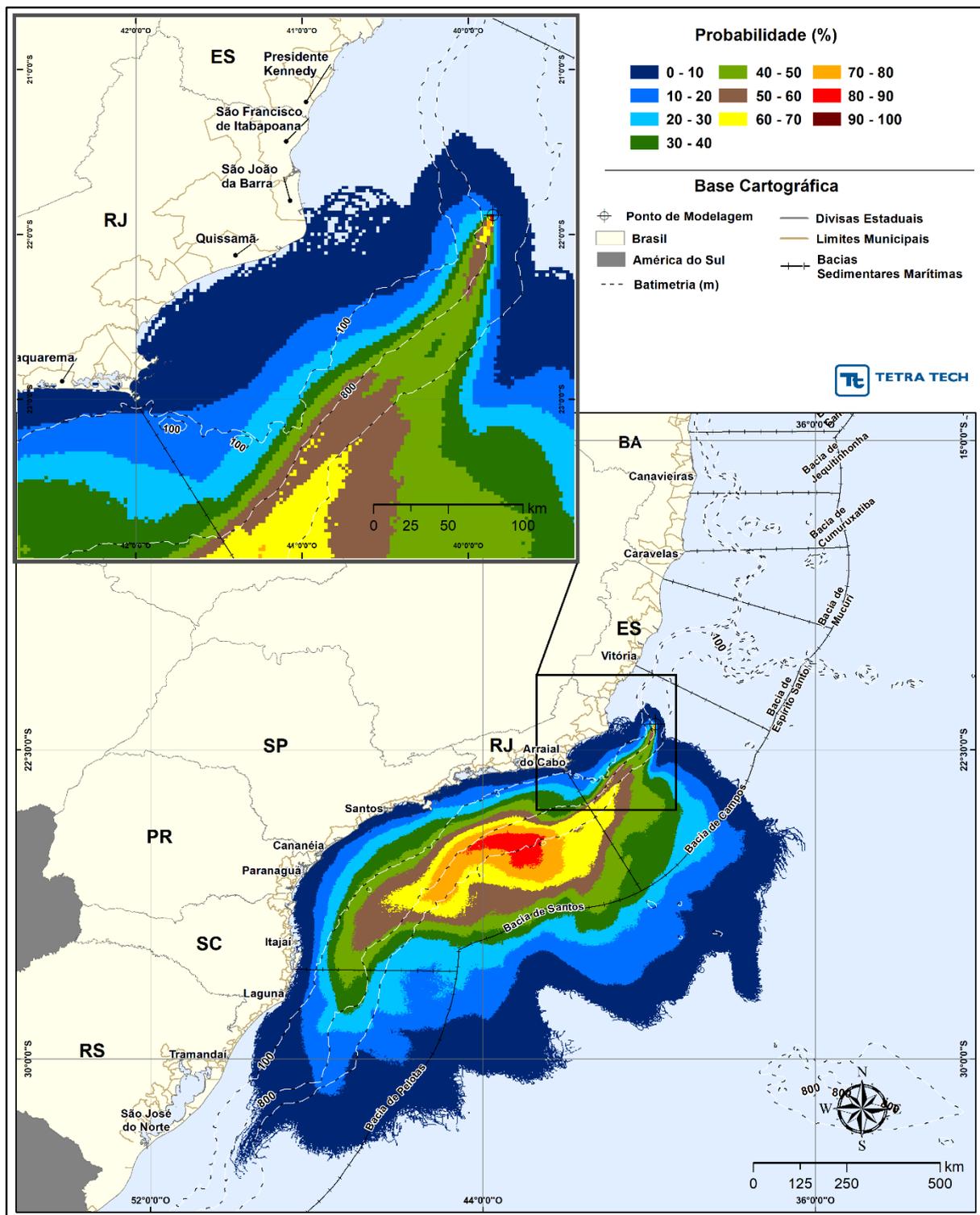
Na Bacia de Pelotas as maiores probabilidades não foram superiores a 50% (primavera-verão) e 30% (outono-inverno). Na Bacia de Santos as maiores probabilidades não foram superiores a 90% em ambos os períodos. As maiores probabilidades 100% foram identificadas na Bacia de Campos. Por fim, na Bacia do Espírito Santo, as maiores probabilidades não foram superiores a 10% (outono-inverno).

O toque do óleo na costa ocorreu ao longo de 1.561,1 km, no litoral dos estados do Rio de Janeiro a Santa Catarina no período da primavera-verão. No período do outono-inverno o toque ocorreu no litoral dos estados do Espírito Santos, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, totalizando 1.156,3 km. As maiores probabilidades de toque foram de 18,6 % (Ilhabela, SP) no período da primavera-verão e, 19,9 % (outono-inverno) na Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ).

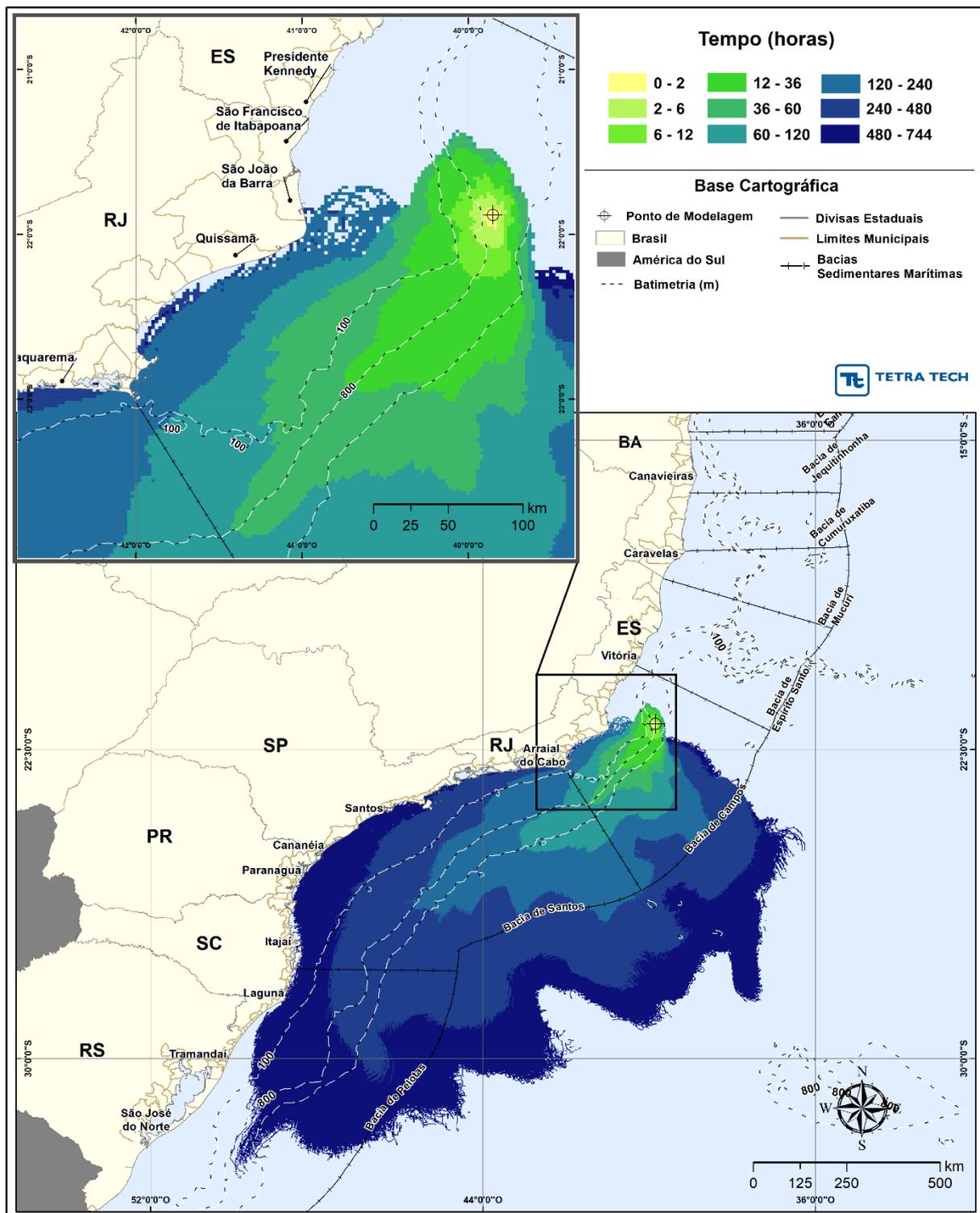
Com relação ao óleo na coluna d'água, ambos os períodos apresentaram a presença do óleo até a camada 6 (até 147 m). As três primeiras camadas, ou seja, até 60 m, apresentam padrão de deslocamento similar ao da superfície. Na camada 04 (60 até 89 m) verifica-se que o padrão se mantém, mas com diminuição no domínio e valores de probabilidade. Na camada 05 (89 m até 118 m) e camada 6 (118 m até 147 m), a presença do óleo ocorre de forma dispersa e sempre com probabilidades inferiores a 10%.

A presença do óleo no leito oceânico ocorreu predominantemente dentro da isóbata de 100 m. Na primavera-verão verifica-se esta ocorrência nas bacias de Campos, Santos e Pelotas, com probabilidades superiores a 10% na Bacia Campos e Santos. No período de outono-inverno, observa-se a ocorrência nas bacias do Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas. Na Bacia de Campos observam-se probabilidades de até 30% e na Bacia de Santos de até 20%

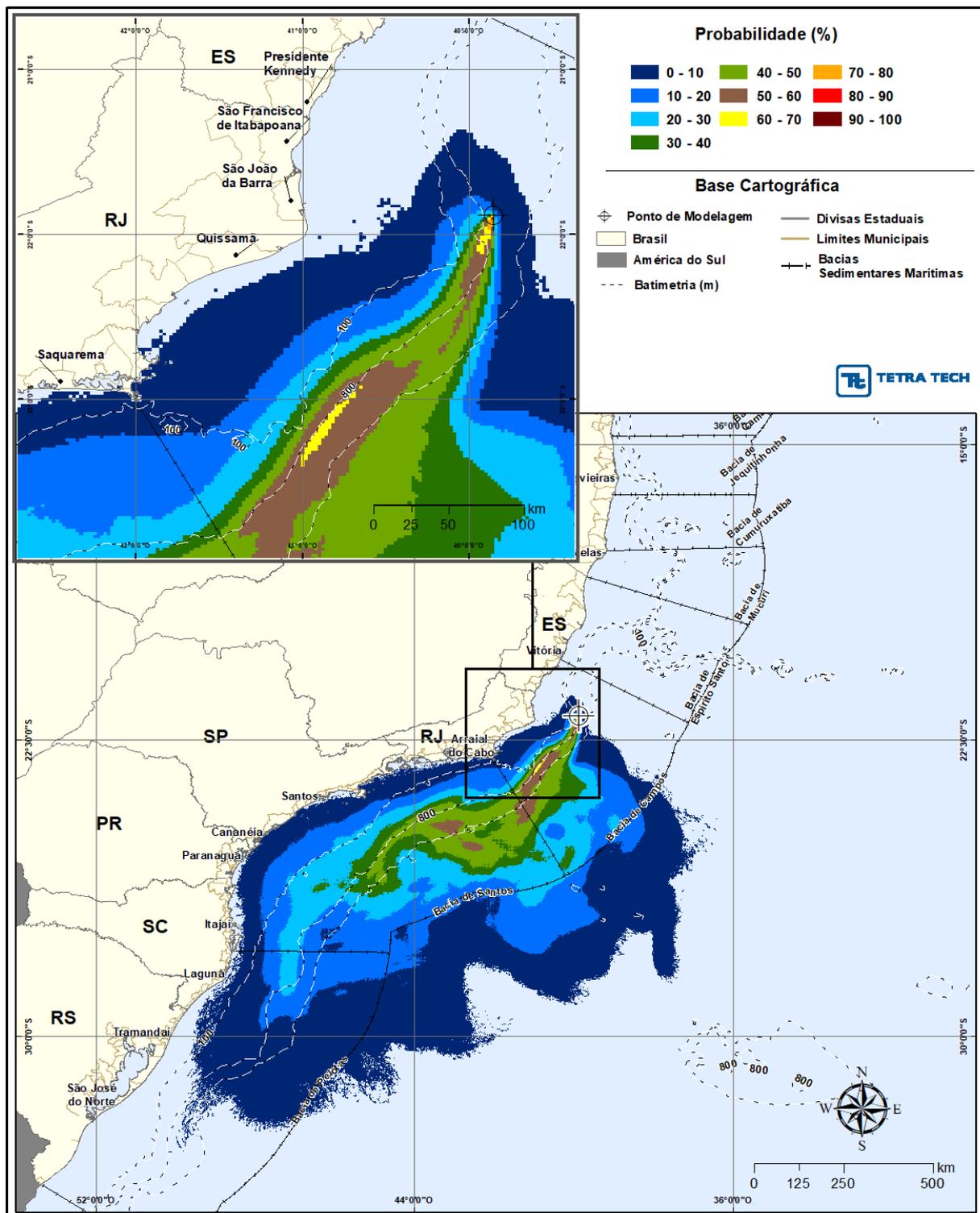
**Figura 66 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



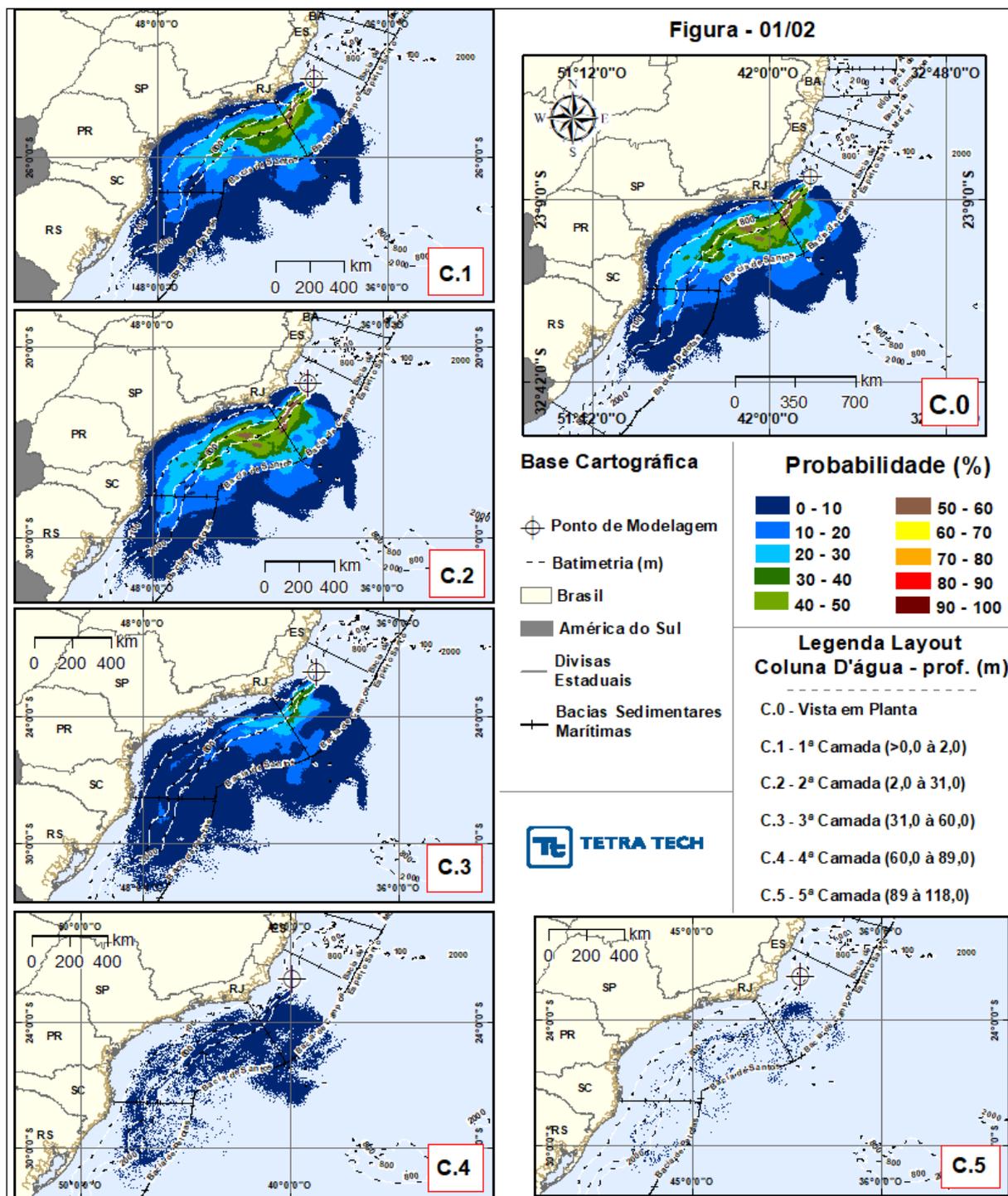
**Figura 67 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



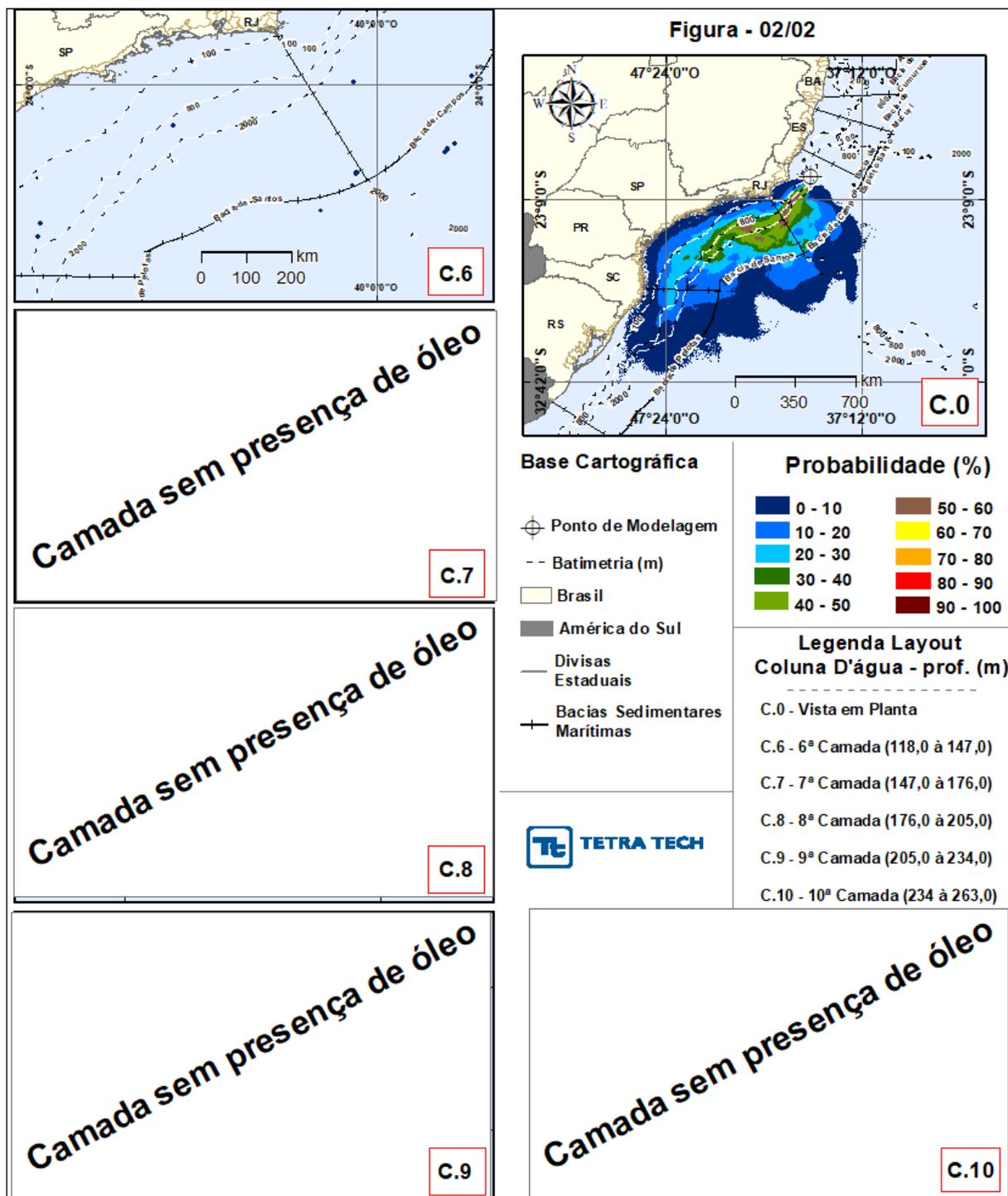
**Figura 68 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



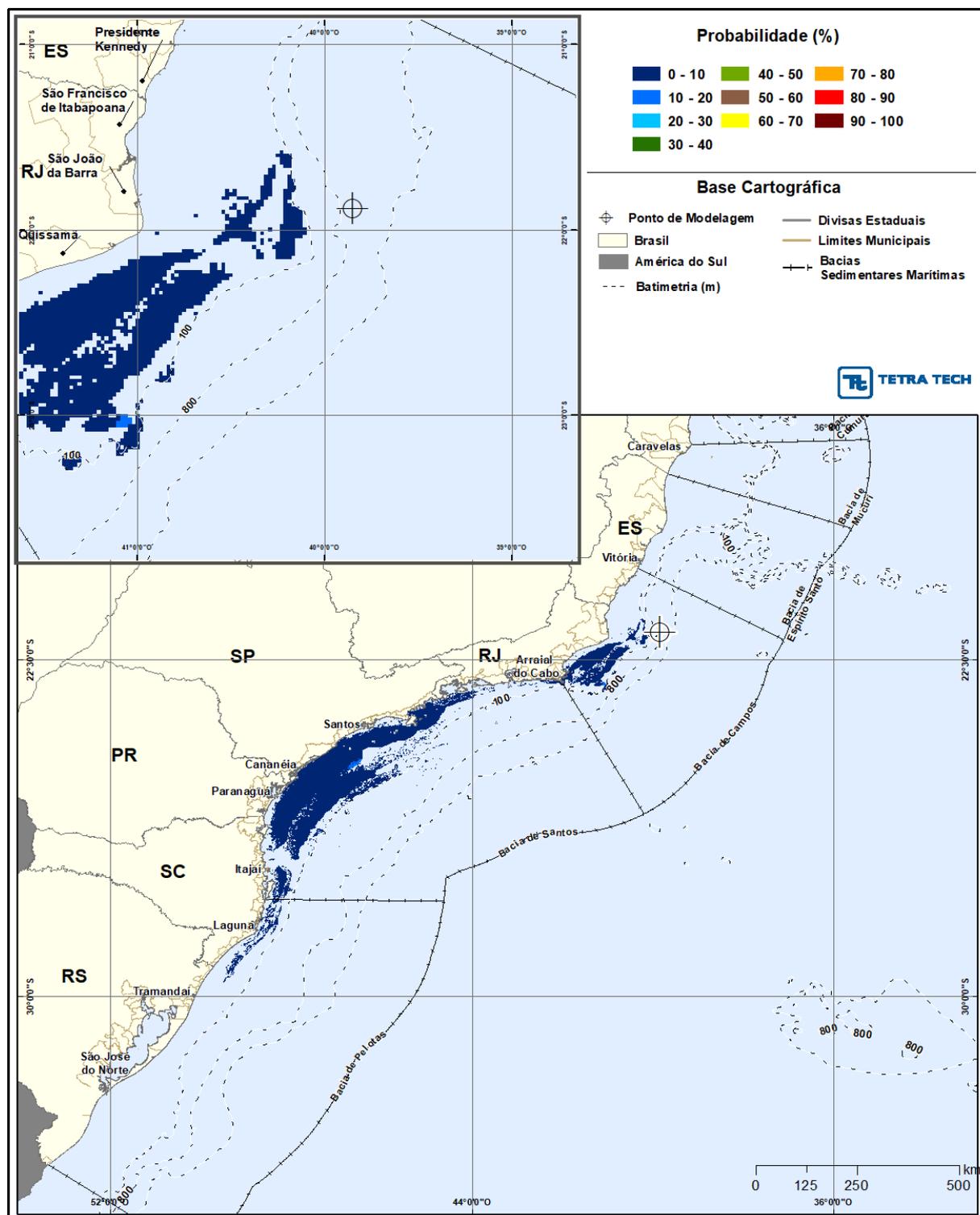
**Figura 69 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 1 a 5.



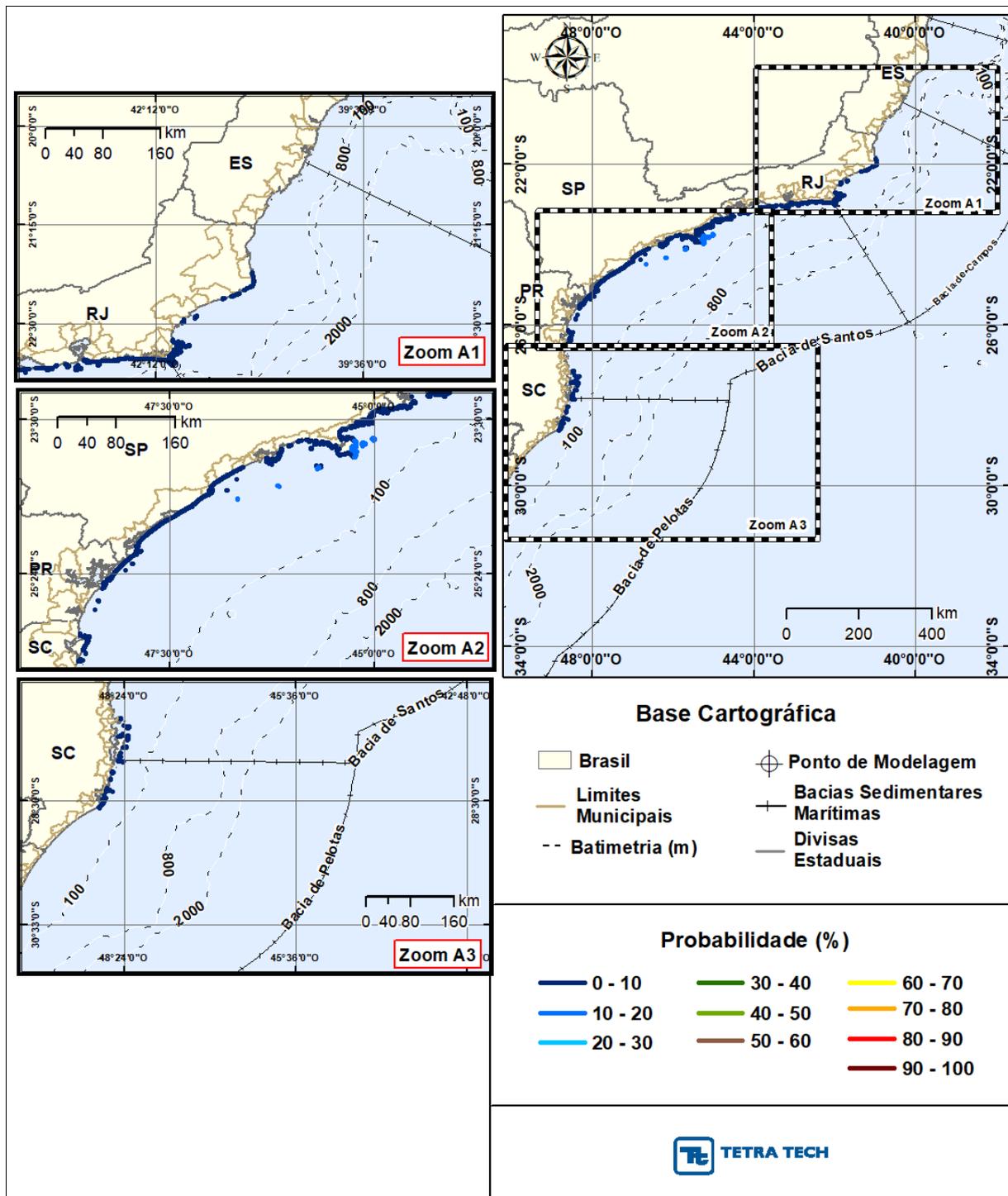
**Figura 70 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 6.



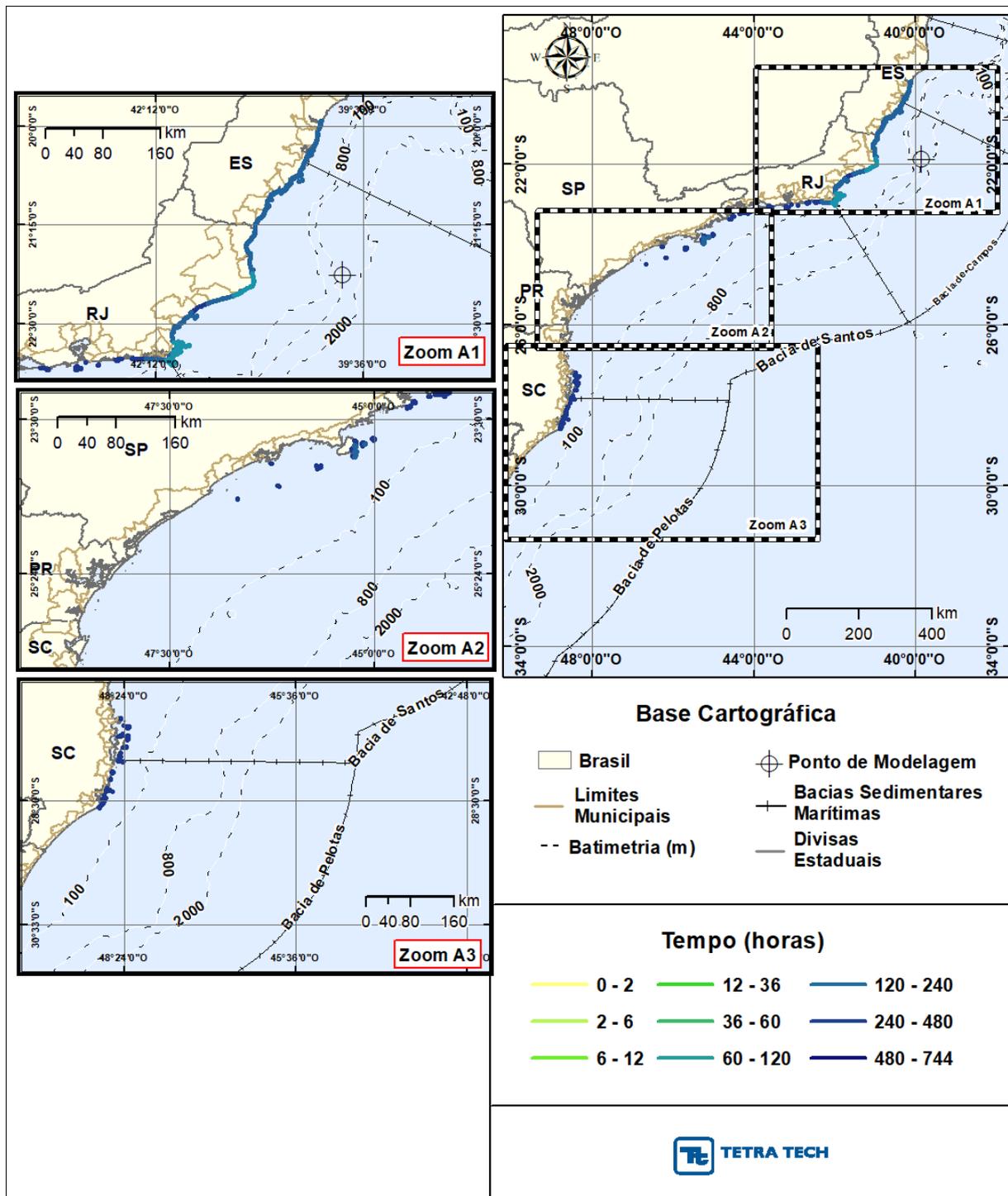
**Figura 71 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



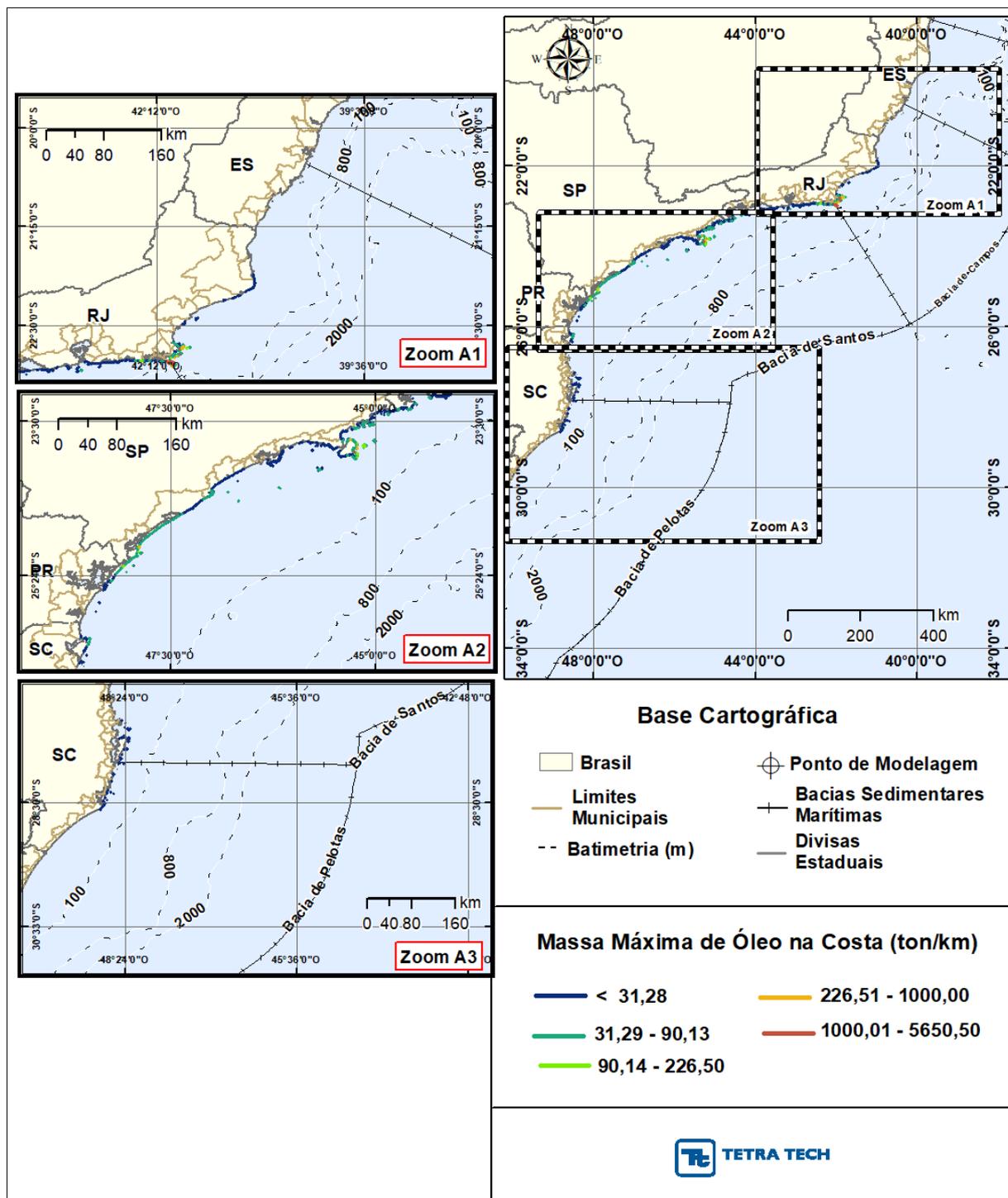
**Figura 72 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



**Figura 73 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



**Figura 74 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



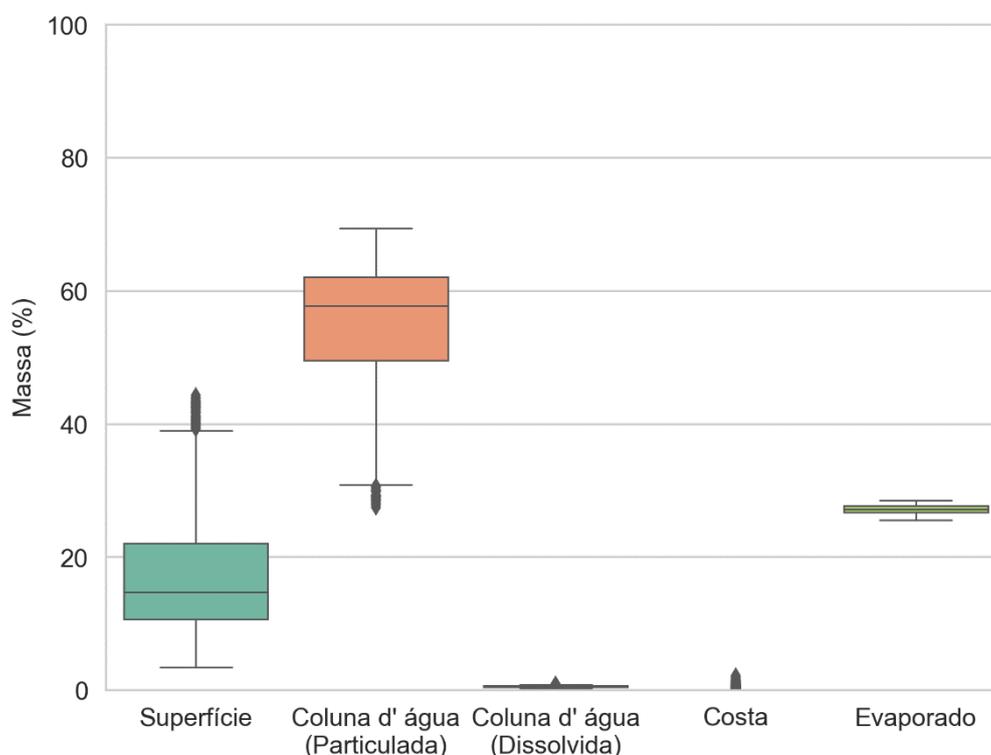
A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico

com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período da primavera-verão.

O entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação foram responsáveis pela retirada de, em média, a 82,02 % de todo o volume derramado. Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 17,36%.

A porcentagem de óleo na costa é, em média de 0,09 % do volume total de óleo derramado.

**Figura 75** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período da primavera-verão, no instante final da simulação.



**Tabela 29** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período da primavera-verão.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	3,42	27,40	0,31	0,00	25,49
Médio	17,36	54,84	0,53	0,09	27,18
Máximo	44,25	69,36	0,88	2,15	28,48

A Tabela 30 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário de primavera-verão com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade. Observa-se que a probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 1.561,1 km de linha de costa, com toque em municípios litorâneos dos estados do Rio de Janeiro a Santa Catarina. O município com o toque mais ao norte foi São João da Barra (RJ) e, mais ao sul, o de Laguna (SC). Observa-se ainda que o menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), 157 após o derrame.

**Tabela 30** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período da primavera-verão.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
RJ	São João da Barra	1,0	354	357	2,1886	4,20
	Campos dos Goytacazes	1,0	212	296	5,2208	22,73
	Quissamã	1,0	310	333	3,3058	11,56
	Macaé / Pedra das Galhetas	1,0	351	351	3,6872	0,69
	Macaé / Ilha Ponta das Cavalas	1,0	351	351	3,6872	1,23
	Macaé / Ilha do Francês	1,0	351	351	3,6872	3,65
	Macaé / Ilha de Sant'anna	1,0	334	360	1,1953	5,61
	Macaé / Ilhote do Sul	1,0	366	366	0,1508	1,75
	Rio das Ostras / Ilha da Marieta	1,0	363	363	1,1901	0,50
	Rio das Ostras / Ilha Moleque de Fora	1,0	363	374	1,2128	0,66
	Rio das Ostras / Ilha Rasa	1,0	381	381	1,2128	0,33
	Rio das Ostras / Ilha do Mel	1,0	381	381	1,2128	0,78
	Rio das Ostras	1,0	363	376	1,2128	6,87
	Armação dos Búzios / Ilha Feia	1,1	230	230	7,0016	2,09
	Armação dos Búzios / Rochedo do Caboclo	1,1	240	240	26,7102	0,10
	Armação dos Búzios / Lajes na Ilha da Rasa	1,0	232	232	9,1788	0,25
	Armação dos Búzios / Ilha Rasa	1,0	232	232	9,1788	1,91
RJ	Armação dos Búzios / Laje de Manguinhos	1,2	215	215	6,9072	0,13
	Armação dos Búzios / Laje da Praia da Tartaruga	1,0	260	260	7,9600	0,27
	Armação dos Búzios / Ilha do Caboclo	1,0	260	260	7,9600	0,23
	Armação dos Búzios / Ilha Branca	2,6	192	192	35,2393	0,83
	Armação dos Búzios / Laje do Criminoso	2,6	192	192	35,2393	0,06
	Armação dos Búzios / Ilha próxima à Praia do Forno	3,0	186	187	254,9516	0,31

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	4,2	157	157	53,1171	2,92
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá (Filhote)	3,4	165	165	141,3861	0,50
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá	3,4	161	163	141,3861	2,36
	Armação dos Búzios / Ilha do Boi	3,0	188	188	254,9516	0,58
	Armação dos Búzios / Lajes na Praia da Ferradura	3,0	188	189	254,9516	0,18
	Armação dos Búzios / Laje das Enchovas	4,1	186	186	35,6162	0,04
	Armação dos Búzios / Laje Seca	4,1	186	186	35,6162	0,07
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Fora	4,1	186	186	35,6162	1,05
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Dentro	4,1	186	186	35,6162	1,06
	Armação dos Búzios	4,1	183	211	1973,4722	52,03
	Cabo Frio / Ilha do Breu	5,2	180	180	35,6024	1,34
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	5,2	179	181	2098,3293	5,14
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	4,7	179	179	35,6305	1,93
	Cabo Frio / Ilha Comprida	4,1	184	186	35,2496	7,62
	Cabo Frio / Ilha Redonda	4,1	181	183	547,2976	1,14
	Cabo Frio / Ilha Dois Irmãos	2,9	186	186	575,6895	1,26
	Cabo Frio / Ilha dos Papagaios	2,9	186	187	507,1722	6,14
	Cabo Frio / Ilha do Forte São Matheus	2,0	218	218	70,5203	0,38
	Cabo Frio	2,8	187	231	213,6919	24,82
	Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	3,5	180	180	5650,4958	1,03
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	6,2	172	173	3614,8526	2,78
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	7,9	165	172	1728,9916	19,10
	Arraial do Cabo / Ilha do Farol	4,4	177	177	325,9013	0,29
	Arraial do Cabo / Ilha dos Franceses	4,4	177	177	325,9013	0,85
	Arraial do Cabo	5,9	173	200	5650,4958	50,71
	Araruama	1,0	458	460	69,9538	9,40
	Squarema / Laje Itaúna	1,0	449	449	35,2147	0,48
RJ	Squarema / Pedras da Laje	1,0	449	449	35,2147	0,57
	Squarema	1,0	445	457	118,5831	21,28
	Maricá / Ilhas Maricás	1,0	333	351	7,7973	6,43
	Maricá	1,1	341	453	15,6697	40,09
	Niterói / Ilha da Menina	1,0	355	355	5,1018	1,15
	Niterói / Ilha da Mãe	1,0	355	355	5,1018	2,23
	Niterói / Ilha do Veado	1,0	457	457	2,5233	1,24
	Niterói	1,0	355	454	6,7712	14,18
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa	2,8	307	307	35,2138	2,67

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda	2,9	288	322	15,9732	2,55
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda (Filhote)	2,9	338	338	11,5900	0,68
	Rio de Janeiro / Laje da Redonda	2,9	338	338	11,5900	0,13
	Rio de Janeiro / Laje da Cagarra	1,0	334	334	7,7935	0,80
	Rio de Janeiro / Ilha Cagarra	1,0	334	334	7,7935	1,32
	Rio de Janeiro / Ilha Filhote	1,0	334	334	7,7935	0,71
	Rio de Janeiro / Ilhota Pequena (Matias)	1,0	333	333	8,3833	0,23
	Rio de Janeiro / Ilhota Grande (Praça Onze)	1,2	324	329	10,3196	0,57
	Rio de Janeiro / Ilha Comprida	1,2	324	324	10,3196	3,25
	Rio de Janeiro / Ilha da Alfavaca	1,0	340	340	10,1043	1,33
	Rio de Janeiro / Laje da Alfavaca	1,0	340	340	10,1043	0,28
	Rio de Janeiro / Ilha Pontuda	1,0	340	340	10,1043	1,62
	Rio de Janeiro / Lajes do Magdalena	1,0	340	340	10,1043	0,39
	Rio de Janeiro / Ilha da Barra	1,0	340	340	10,1043	0,26
	Rio de Janeiro / Ilha das Peças	1,0	566	566	4,7669	0,65
	Rio de Janeiro / Ilha Urupira	1,0	566	566	4,7669	2,80
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa de Guaratiba	1,0	326	326	20,4973	1,76
	Rio de Janeiro / Ilha do Frade	1,0	548	548	5,1624	0,47
	Rio de Janeiro / Restinga da Marambaia	1,0	411	492	5,2614	8,95
	Rio de Janeiro	1,0	326	440	20,4973	13,92
	Itaguaí / Restinga da Marambaia	1,0	447	572	5,1476	7,28
	Mangaratiba / Laje da Marambaia	1,0	565	565	5,1741	0,43
	Mangaratiba / Restinga da Marambaia	1,0	447	487	10,0926	12,25
	Angra dos Reis / Ilha de Jorge Grego	3,8	386	403	30,5594	6,82
	Angra dos Reis / Ilha do Guriri	1,4	447	447	10,1979	0,65
	Angra dos Reis / Ilha de Dois Rios	2,6	412	412	20,5426	1,25
RJ	Angra dos Reis / Ilha dos Meros	2,9	414	434	35,2106	1,40
	Angra dos Reis / Ilha Grande	4,4	395	453	35,2106	82,01
	Angra dos Reis / Ilha do Recife	1,0	503	503	5,0554	0,46
	Angra dos Reis / Ilha de Palmas	1,0	501	501	5,1448	1,88
	Paraty / Ilha Deserta	2,0	638	638	10,0887	0,03
	Paraty / Ilha Cairuçu	6,6	448	468	35,2057	1,66
	Paraty / Laje do Sono	2,4	589	589	16,3106	0,40
	Paraty / Ilha das Laranjeiras	3,5	585	592	17,5926	0,95
	Paraty / Ilhas em Laranjeiras	1,1	607	607	15,2294	0,77

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
	Paraty / Ilha da Trindade	2,3	605	605	35,0976	1,01
	Paraty	6,6	448	558	35,2208	75,13
SP	Ubatuba / Ilhota das Couves	1,0	710	710	16,4250	0,75
	Ubatuba / Ilha das Couves	1,4	608	632	52,3468	6,22
	Ubatuba / Ilhota da Comprida	1,1	608	608	14,8286	0,70
	Ubatuba / Ilhota da Carapuça	1,1	608	608	14,8286	0,52
	Ubatuba / Ilha Comprida	1,1	608	608	14,8286	4,08
	Ubatuba / Laje Mofina	1,0	716	716	17,1306	0,54
	Ubatuba / Ilha dos Porcos Pequena	1,0	718	719	19,6549	2,73
	Ubatuba / Ilha da Pesca	1,0	725	725	19,6549	0,99
	Ubatuba / Ilha da Selinha	1,0	725	725	19,6549	0,66
	Ubatuba / Ilha Rapada	1,0	591	591	9,1915	1,53
	Ubatuba / Laje Pequena	1,0	610	610	14,2004	0,25
	Ubatuba / Laje Feia	1,0	602	602	12,2358	0,23
	Ubatuba / Laje Grande	1,0	599	599	12,4647	0,28
	Ubatuba / Ilhota do Prumirim	1,0	610	610	14,2004	1,13
	Ubatuba / Ilha do Prumirim	1,0	610	612	19,6529	3,40
	Ubatuba / Laje das Palmas	6,5	475	475	12,0231	0,08
	Ubatuba / Ilha das Palmas	6,5	475	475	35,2156	3,06
	Ubatuba / Laje da Fortaleza	1,0	606	606	35,1038	0,15
	Ubatuba / Ilha das Cabras	3,5	634	634	8,2680	0,83
	Ubatuba / Ilha Anchieta	6,5	468	522	35,2156	22,34
	Ubatuba / Ilhota do Sul	4,3	468	468	14,9574	1,29
	Ubatuba / Laje de Dentro	1,0	721	721	8,0007	0,17
	Ubatuba / Ilhota de Fora	1,0	721	721	8,0007	0,62
	Ubatuba / Ilha do Mar Virado	2,2	591	625	34,9838	7,42
	Ubatuba / Ilhota de Dentro	1,0	721	721	8,0007	0,72
	Ubatuba / Ilha Maranduba	1,0	714	714	0,1741	1,15
Ubatuba / Laje do Pulso	1,0	714	714	0,1741	0,03	
Ubatuba	2,7	505	634	52,3579	99,19	
SP	Caraguatatuba / Ilha Tamanduá	1,0	717	728	14,7257	5,86
	Caraguatatuba	1,1	587	699	10,0085	17,13
	Ilhabela / Ilha dos Pescadores	10,7	422	448	52,5394	2,12
	Ilhabela / Ilhota das Cabras (Ilha Cagadinha)	10,2	422	422	35,2222	1,32
	Ilhabela / Ilha da Vitória	13,3	400	439	52,5602	9,24
	Ilhabela / Ilha dos Búzios	14,7	431	450	114,2722	18,22
	Ilhabela / Ilha Sumítica	14,1	455	455	40,7081	1,29
	Ilhabela / Ilha da Serraria	11,7	470	470	606,2996	1,58
Ilhabela / Ilha Ribeirão	11,0	473	473	52,5359	0,87	

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)	
	Ilhabela / Ilha das Galetas	9,8	480	480	52,5388	1,39	
	Ilhabela / Ilhote Codó	1,4	496	496	5,1347	0,40	
	Ilhabela / Ilhote da Figueira	1,4	493	495	5,1365	0,44	
	Ilhabela / Laje da Garoupa	1,4	493	493	5,1365	0,14	
	Ilhabela / Laje do Carvão	1,3	497	497	10,2131	1,82	
	Ilhabela / Laje do Veloso	1,0	648	648	5,0475	0,02	
	Ilhabela / Laje da Fome	8,3	490	490	52,5338	0,04	
	Ilhabela / Ilha da Lagoa	11,0	473	473	52,5359	0,45	
	Ilhabela	18,6	417	498	1617,7297	133,68	
	São Sebastião / Ilha de Toque-Toque	1,0	637	638	15,1028	3,61	
	São Sebastião / Laje da Apará	1,0	623	623	10,0595	0,95	
	São Sebastião / Laje na Praia de Santiago	1,0	656	656	5,0345	0,16	
	São Sebastião / Laje de Maresias	1,0	626	626	5,0396	0,16	
	São Sebastião / Ilha dos Gatos	1,0	656	660	5,0285	1,33	
	São Sebastião / Ilha Montão de Trigo	1,3	636	639	5,0598	4,86	
	São Sebastião / Baixio Grande	1,0	658	658	5,0252	0,10	
	São Sebastião / Ilha das Couves	1,0	671	671	5,0248	4,51	
	São Sebastião / As Ilhas	1,0	671	671	5,0248	2,03	
	São Sebastião / Arq. Alcatrazes	11,9	496	511	35,2110	13,46	
	São Sebastião / Ilha do Maracujá	1,0	736	736	5,0237	0,48	
	São Sebastião	4,3	478	616	69,9230	47,91	
	Bertioga / Ilha Monte Pascoal	1,0	710	710	5,0097	0,69	
	Bertioga	1,0	710	728	5,0424	7,28	
	Santos / Laje de Santos	17,1	515	516	35,2180	1,99	
	Santos	1,0	738	738	4,9623	1,83	
	Guarujá / Ilha do Guará	1,0	713	713	4,9450	0,65	
	Guarujá / Ilhota da Prainha	1,0	685	685	0,0000	0,79	
	Guarujá / Ilha Prainha Branca	1,0	713	713	4,9450	0,76	
	SP	Guarujá / Ilhota do Itaporanga	1,0	701	701	5,0329	0,67
		Guarujá / Ilha do Perequê	1,0	691	691	0,0027	0,26
		Guarujá / Ilha dos Arvoredos	1,0	682	682	7,4072	0,80
		Guarujá / Ilha Laje	1,0	684	684	14,9597	0,34
		Guarujá / Ilha do Mar Casado	1,0	684	684	14,9597	1,82
Guarujá / Ilha das Cabras		1,0	667	667	5,0206	1,43	
Guarujá / Ilha Pombeba		1,0	684	684	5,0028	0,96	
Guarujá / Ilha da Moela		1,3	677	683	14,8753	3,88	
Guarujá / Ilhota Pau a Pino		1,3	685	685	14,8753	0,27	
Guarujá / Ilha do Mato		1,0	709	709	9,9101	0,46	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)	
	Guarujá	1,2	662	694	15,0285	52,71	
	Mongaguá	1,0	705	728	5,0168	11,68	
	Itanhaém / Laje da Conceição	2,7	666	666	10,1144	0,35	
	Itanhaém / Ilha do Givura	1,0	691	708	9,9616	0,53	
	Itanhaém	1,0	691	707	9,9616	22,71	
	Itanhaém / Pedra Meia Praia	1,0	699	699	4,9720	0,41	
	Peruíbe / Ilha Queimada Grande	13,5	538	540	52,5065	4,69	
	Peruíbe / Ilha Queimada Pequena	6,6	633	635	33,1526	1,44	
	Peruíbe / Ilha de Peruíbe	2,8	660	660	17,1600	0,68	
	Peruíbe / Ilhota da Praia Guaraú	2,7	663	663	34,7833	0,21	
	Peruíbe / Ilha do Guaraú	4,8	653	653	34,8471	1,66	
	Peruíbe / Pedra Grande	4,8	653	653	34,8471	0,95	
	Peruíbe / Ilha do Boquete	3,9	639	639	52,3466	1,11	
	Peruíbe / Laje Paranapuã	3,9	641	641	45,6244	0,29	
	Peruíbe	3,7	636	666	78,6871	38,98	
	Iguape	3,5	653	693	78,6871	44,03	
	Ilha Comprida	3,1	656	669	686,0112	67,31	
	Cananéia / Ilha do Bom Abrigo	5,0	661	664	52,3578	5,96	
	Cananéia / Ilhota	4,0	664	664	68,9894	1,56	
	Cananéia / Laje do Cambriú	2,9	667	667	86,6457	0,07	
	Cananéia / Ilha do Cambriú	2,9	667	667	86,6457	2,02	
	Cananéia	3,2	667	683	206,4899	43,78	
	Cananéia / Ilha do Castilho	4,9	660	661	34,7681	1,16	
	PR	Guaraqueçaba	1,5	683	692	69,6754	27,83
		Guaraqueçaba / Ilha da Figueira	3,7	660	665	36,1579	0,78
		Guaraqueçaba / Ilha das Peças	1,0	687	725	7,7558	1,43
Paranaguá / Ilha Portão do Norte		1,0	722	722	4,8588	0,41	
Paranaguá / Ilha Itapema do Norte		1,0	722	722	4,8588	0,54	
Paranaguá / Ilhas das Palmas		1,0	710	710	19,4473	2,89	
PR	Paranaguá / Ilha do Mel	1,0	707	720	9,8233	16,47	
	Paranaguá / Ilha da Galheta	1,0	711	711	4,9007	0,64	
	Matinhos / Ilhas Currais	1,1	705	707	8,4950	1,79	
	Matinhos / Ilhas Itacolomís	1,0	722	722	5,6581	0,33	
SC	Itapoá	1,0	743	743	4,8432	2,23	
	São Francisco do Sul	1,0	706	723	52,4413	23,13	
	São Francisco do Sul / Pedra do Lobo	1,0	707	707	13,0229	0,15	
	São Francisco do Sul / Laje da Baleia	1,5	706	706	10,3057	0,17	
	São Francisco do Sul / Pedra do Itacolomi	1,0	707	707	13,0229	0,07	

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
SC	São Francisco do Sul / Ilhota São Luís	1,2	714	714	34,7436	0,14
	São Francisco do Sul / Ilha da Paz	1,2	714	714	34,7436	3,07
	São Francisco do Sul / Ilha da Velha	1,2	714	714	34,7436	1,01
	São Francisco do Sul / Ilha da Soroca	1,2	714	714	34,7436	0,19
	São Francisco do Sul / Ilha do Pirata	1,0	707	707	13,0229	0,70
	São Francisco do Sul / Ilha Mandigituba	1,0	708	708	38,8919	0,81
	São Francisco do Sul / Pedra do Caçõ	1,0	708	708	38,8919	0,08
	São Francisco do Sul / Ilha dos Veados	1,0	707	707	13,0229	0,97
	São Francisco do Sul / Ilha Tamboretas	1,0	717	722	9,7308	4,22
	Balneário Barra do Sul	1,0	740	741	4,8587	2,68
	Balneário Barra do Sul / Ilha Araras	1,0	736	736	8,5074	1,91
	Balneário Barra do Sul / Ilha Remédio	1,0	736	737	8,5074	2,78
	Balneário Barra do Sul / Ilha Feia	1,0	736	738	8,5074	1,30
	Bombinhas	1,0	678	678	4,8989	4,10
	Bombinhas / Ilha Calhau de São Pedro	1,0	672	672	5,0167	0,47
	Bombinhas / Ilha Deserta	1,0	692	704	9,9468	3,81
	Bombinhas / Ilha do Arvoredo	1,0	715	735	9,8396	12,94
	Florianópolis	1,0	677	708	15,2652	22,31
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Norte	1,0	705	705	5,0818	0,60
	Florianópolis / Ilha do Francês	1,0	708	708	4,9457	1,40
	Florianópolis / Ilha Mata - Fome	1,0	709	709	15,2652	1,35
	Florianópolis / Ilha do Badejo	1,0	709	712	5,6956	1,36
	Florianópolis / Ilha do Xavier	1,0	680	693	5,0791	2,26
	Florianópolis / Ilha do Campeche	1,0	714	714	4,9777	0,23
	Florianópolis / Ilha das Aranhas	1,0	720	720	10,0085	4,38
	Florianópolis / Ilha Irmã de Fora	1,0	742	742	4,9718	1,92
	Florianópolis / Laje Moleques do Sul	1,0	711	711	5,0078	0,28
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Sul	1,0	677	677	5,0569	3,18
	Garopaba	1,0	683	690	5,0120	7,59
	Imbituba	1,0	687	694	5,0537	4,96
	Imbituba / Ilha do Batuta	1,0	687	687	5,0537	0,77
	Imbituba / Ilha das Araras	1,0	712	712	4,9357	2,05
	Imbituba / Ilha Tacami	1,0	669	683	5,0131	0,44

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
	Laguna	1,0	667	692	4,9853	26,44
	Laguna / Ilha dos Lobos	1,0	676	676	4,9875	1,28
	Laguna / Ilha do Cardoso	1,0	736	736	4,9814	0,34

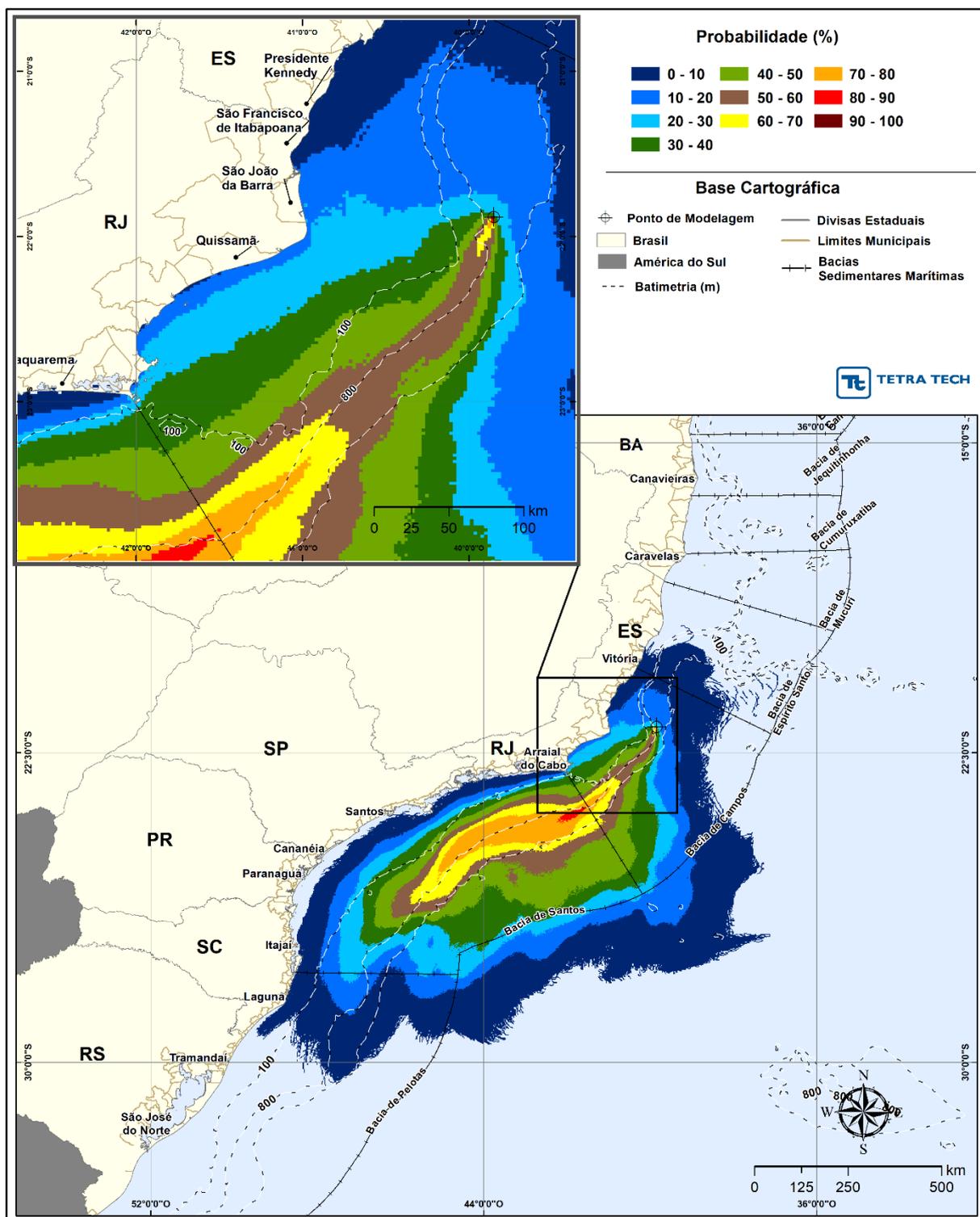
A Tabela 31 apresenta um resumo dos municípios presentes no interior de baías/estuários/canais com toque superior a 60 horas, associado ao cenário probabilístico de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, para o período da primavera-verão.

**Tabela 31** - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período da primavera-verão.

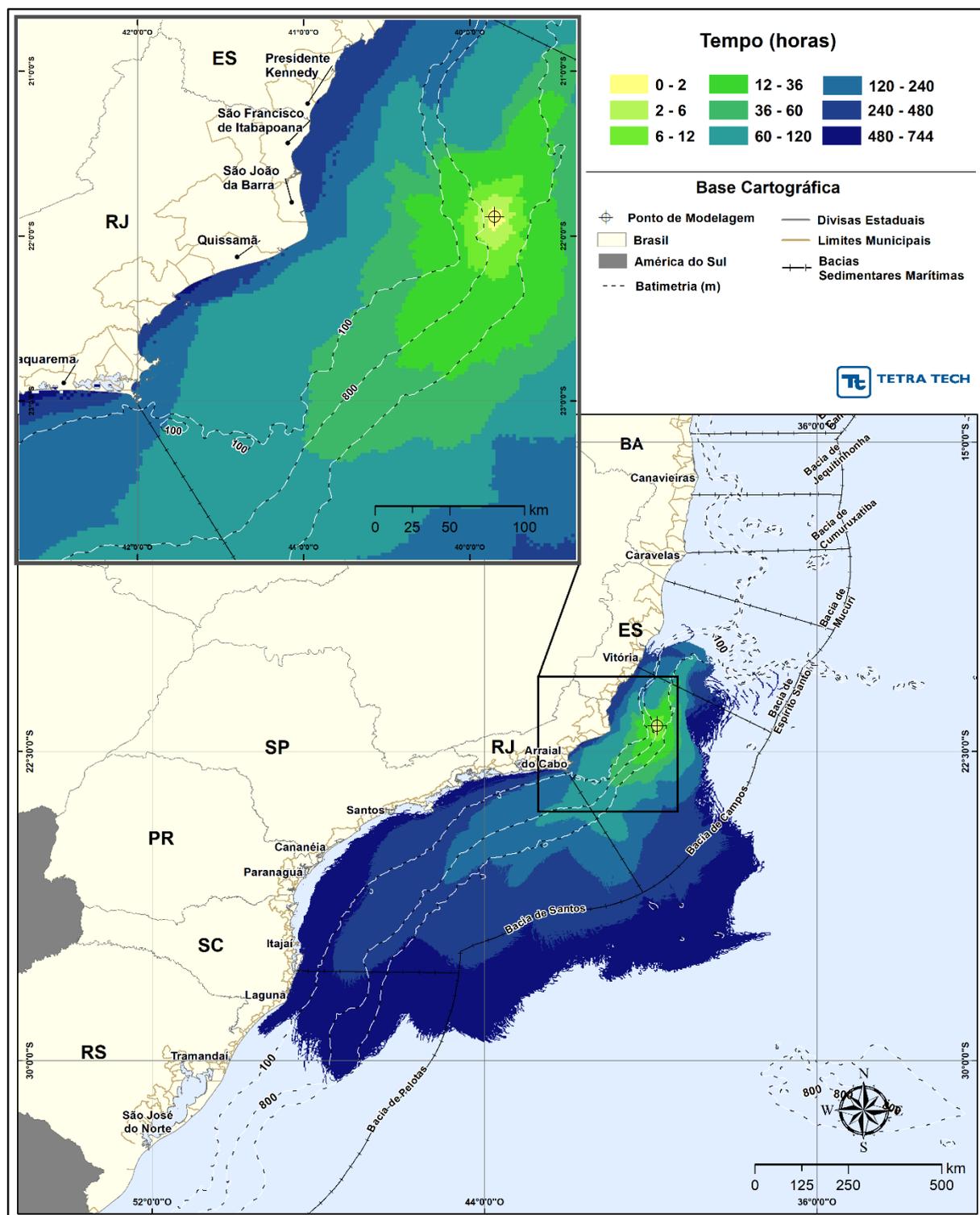
UF	REGIÃO/MUNICÍPIO	PROBABILIDADE NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	
RJ	Lagoa do Araruama - Arraial do Cabo	2,0	218,0	70,5203	
	Lagoa do Araruama - São Pedro da Aldeia				
	Lagoa do Araruama - Iguaba Grande				
	RJ	Baía de Guanabara - São Gonçalo	1,0	457,0	2,5233
		Baía de Guanabara - Itaboraí			
		Baía de Guanabara - Magé			
		Baía de Guanabara - Duque de Caxias			
SP	Mar Pequeno - Iguape	2,7	668,0	686,0112	
PR	Baía de Paranaguá - Antonina	1,0	707,0	9,8233	
	Baía de Paranaguá - Morretes				
	Baía de Paranaguá - Pontal do Paraná				
SC	Baía de Babitonga - Garuva	1,0	725,0	4,8601	
	Baía de Babitonga - Joinville	1,0	725,0	4,8601	
	Baía de Babitonga - Araquari				
	Baía Norte - Governador Celso Ramos	1,0	709,0	4,9455	
	Baía Norte - Biguaçu				
	Baía Norte - São José				

OBS: estes resultados foram obtidos a partir dos resultados probabilísticos observados na entrada dos estuários/baías com probabilidade de toque acima de 60 horas.

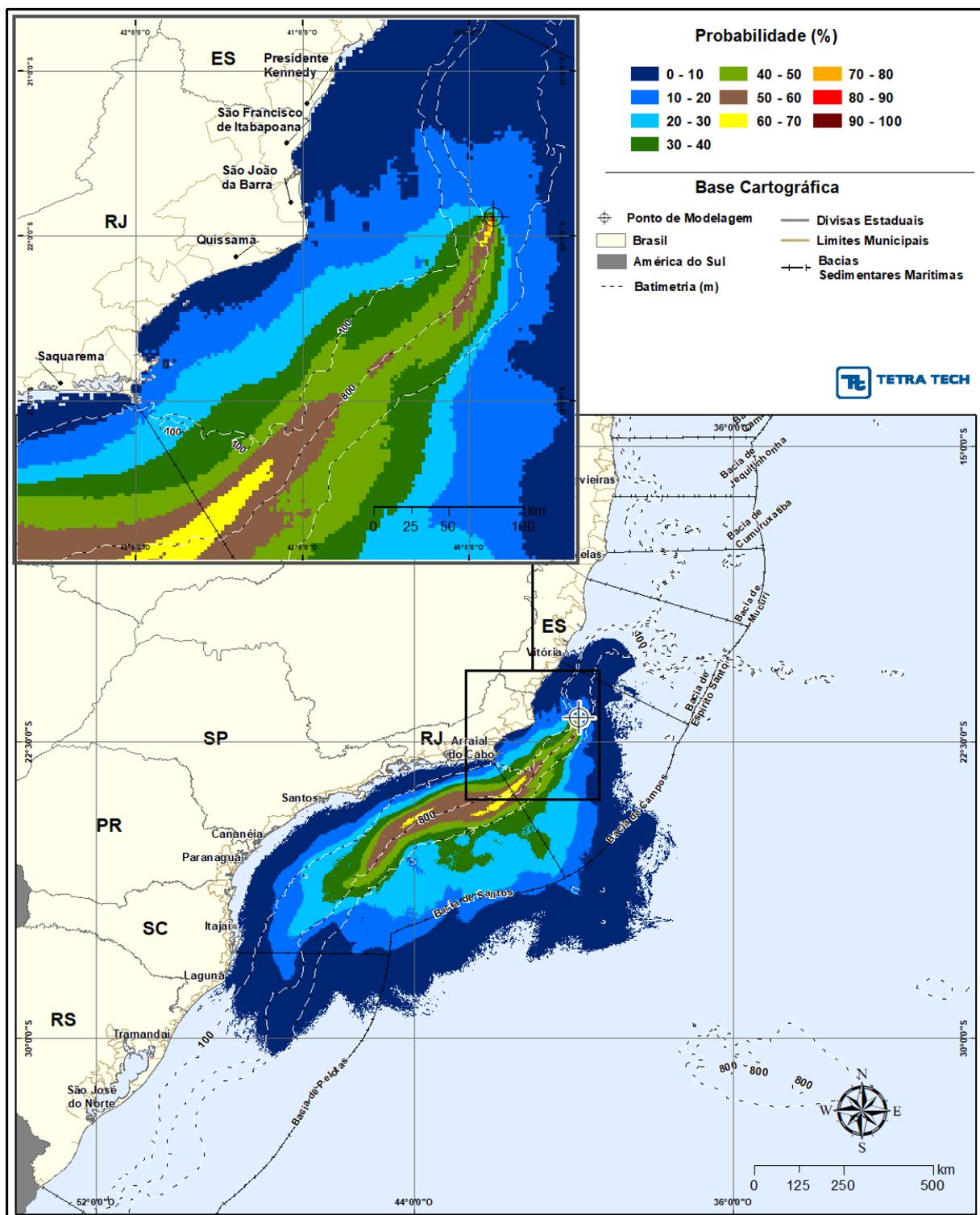
**Figura 76 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



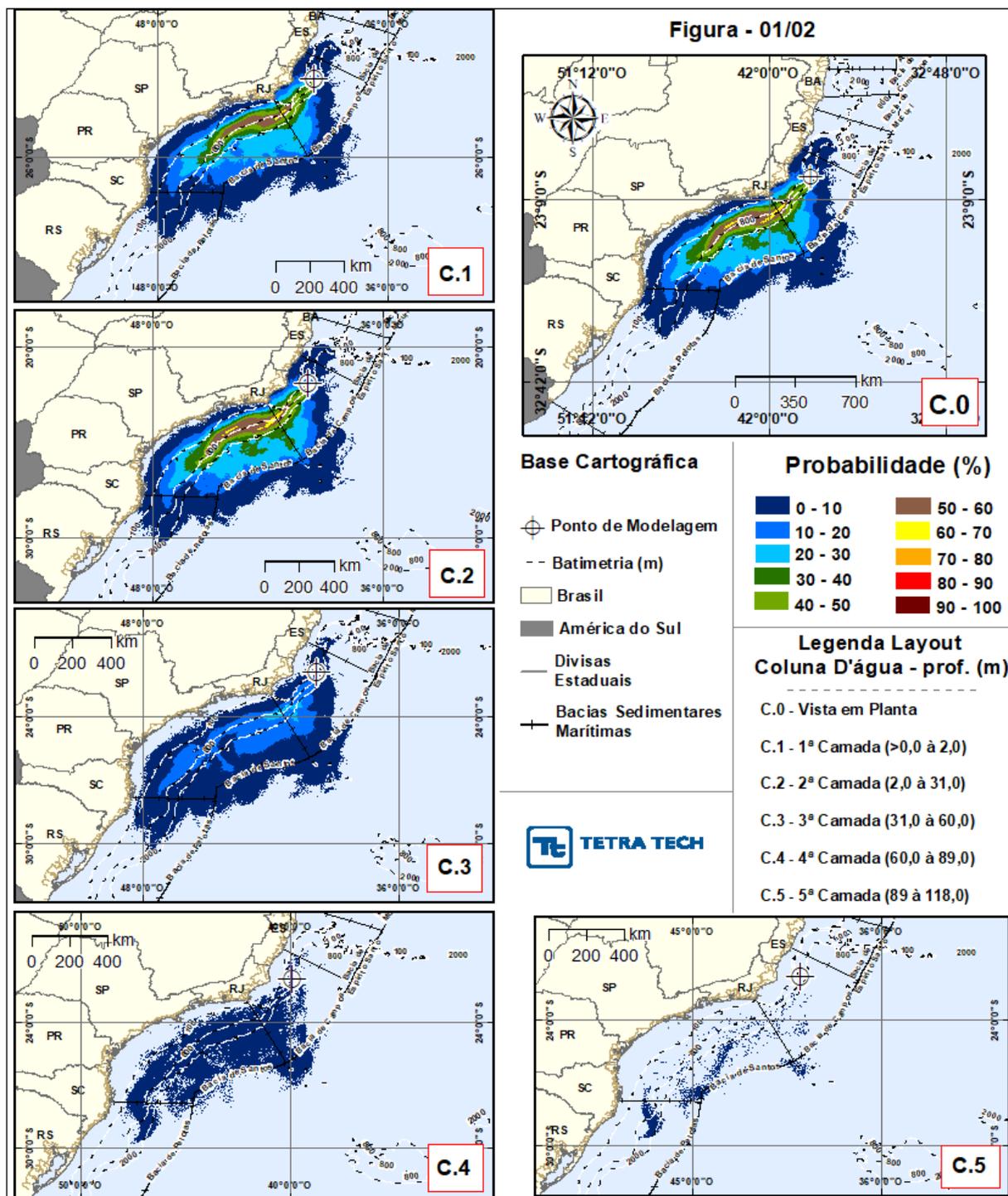
**Figura 77 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Baía de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



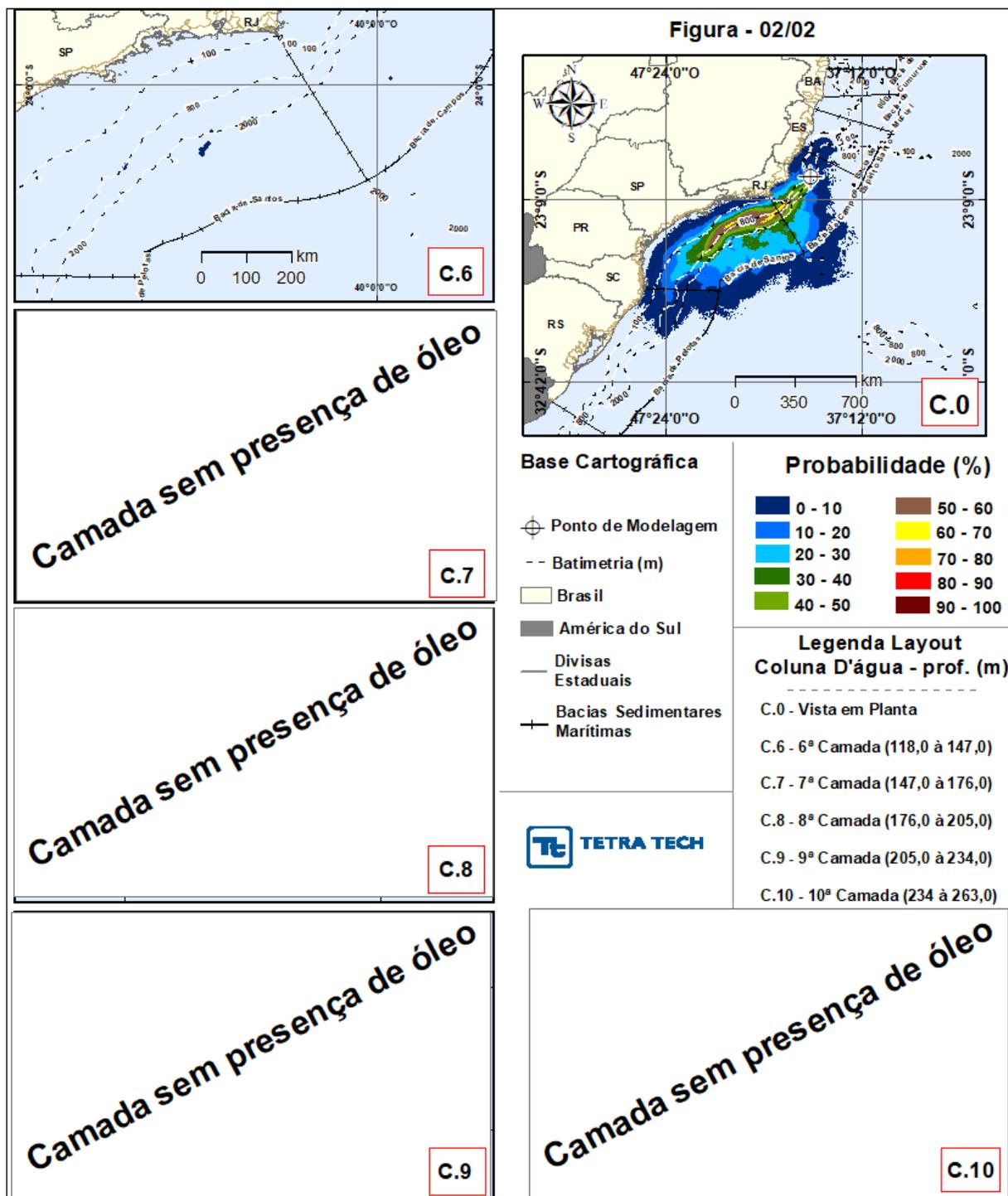
**Figura 78 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



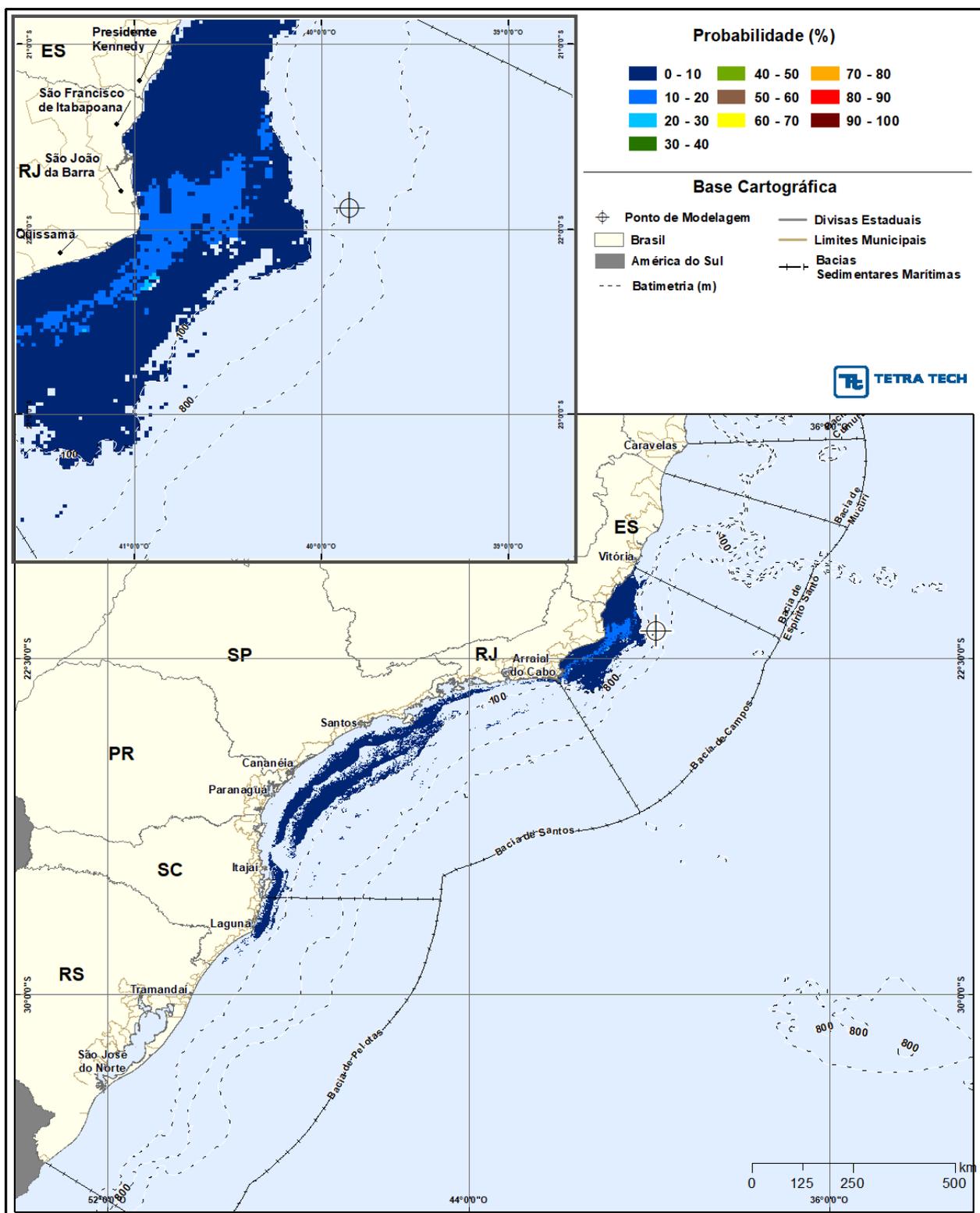
**Figura 79 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 1 a 5.



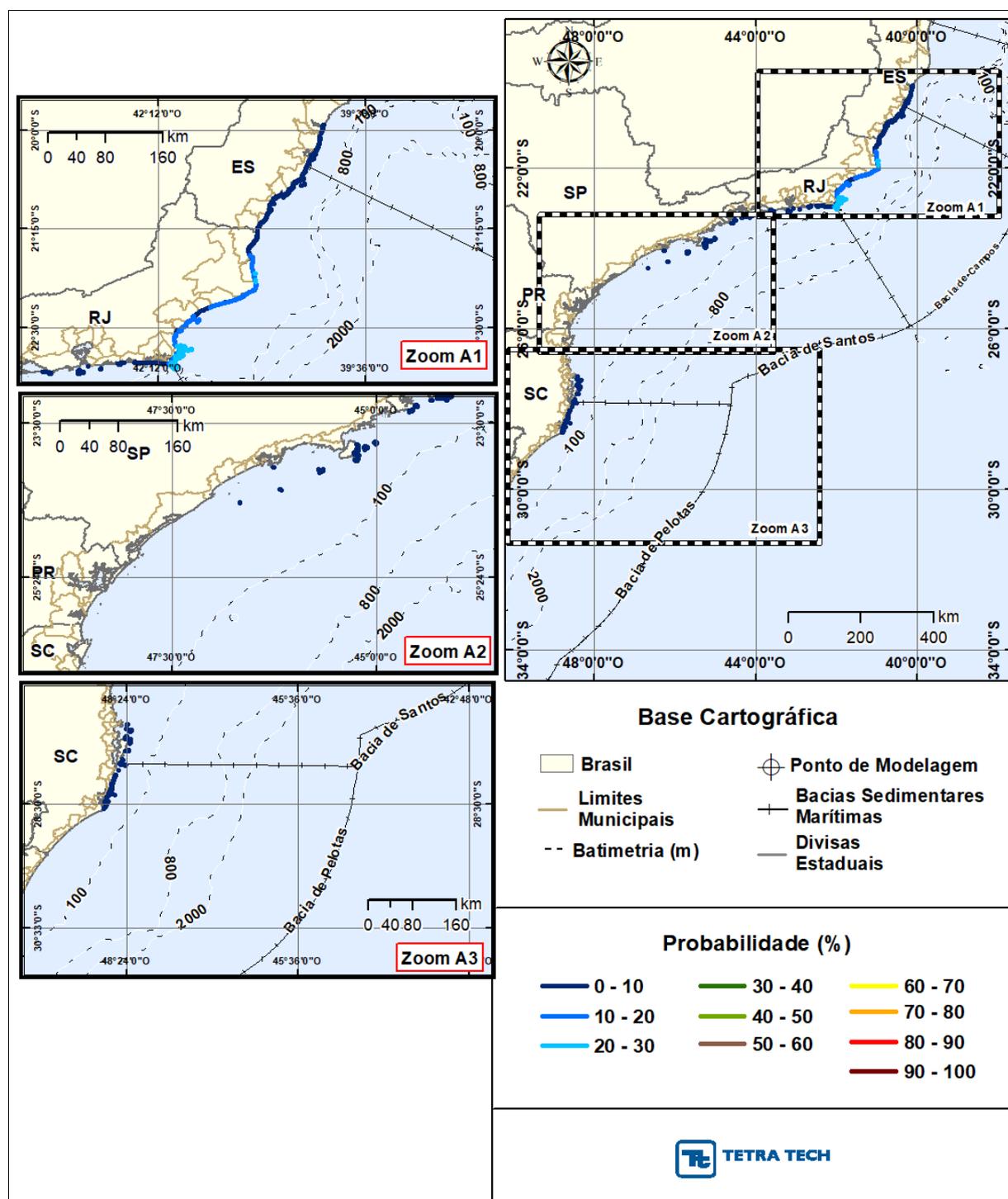
**Figura 80 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. Camada 6



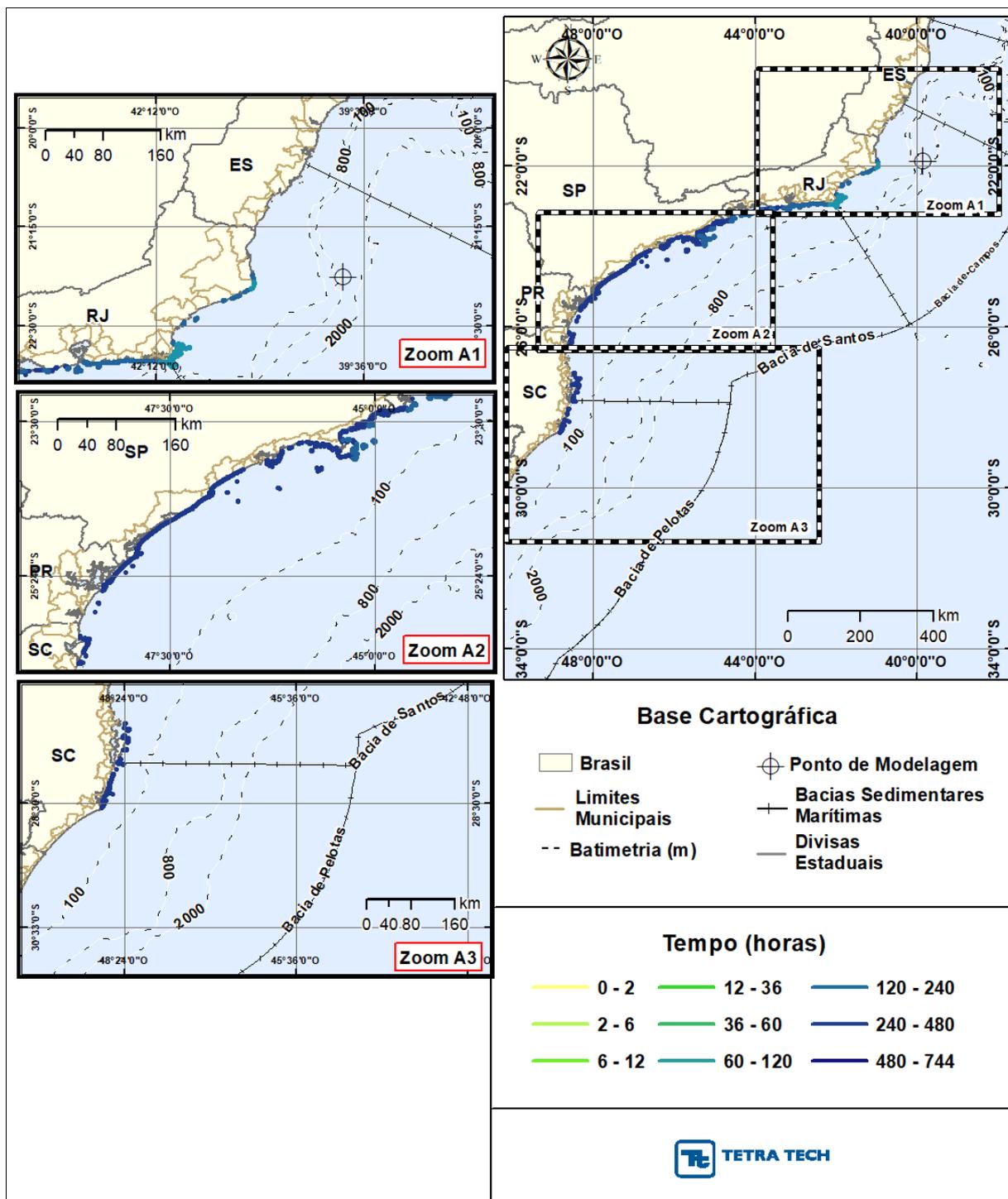
**Figura 81 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Baía de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



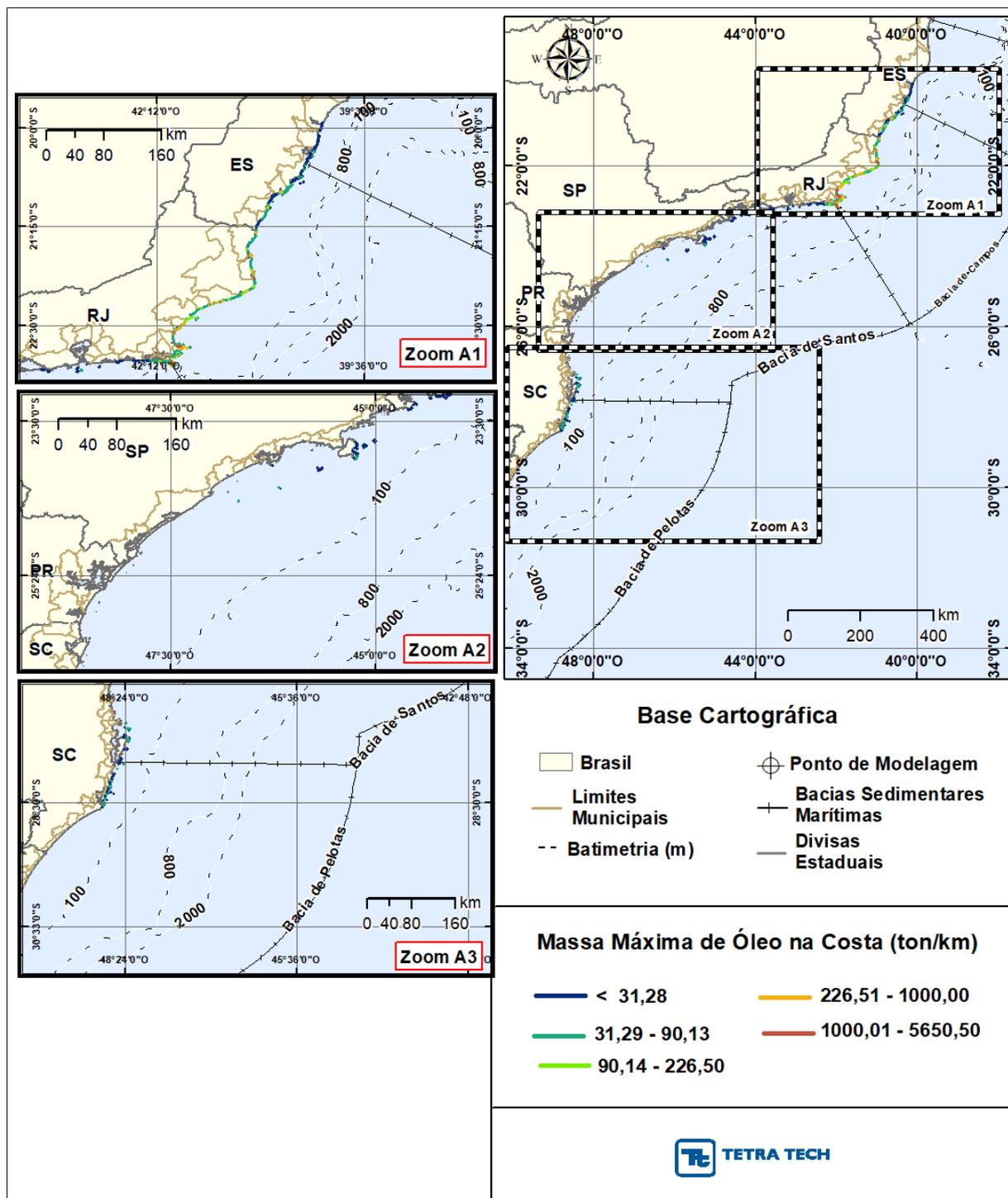
**Figura 82 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



**Figura 83 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m³ (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



**Figura 84 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.** Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.

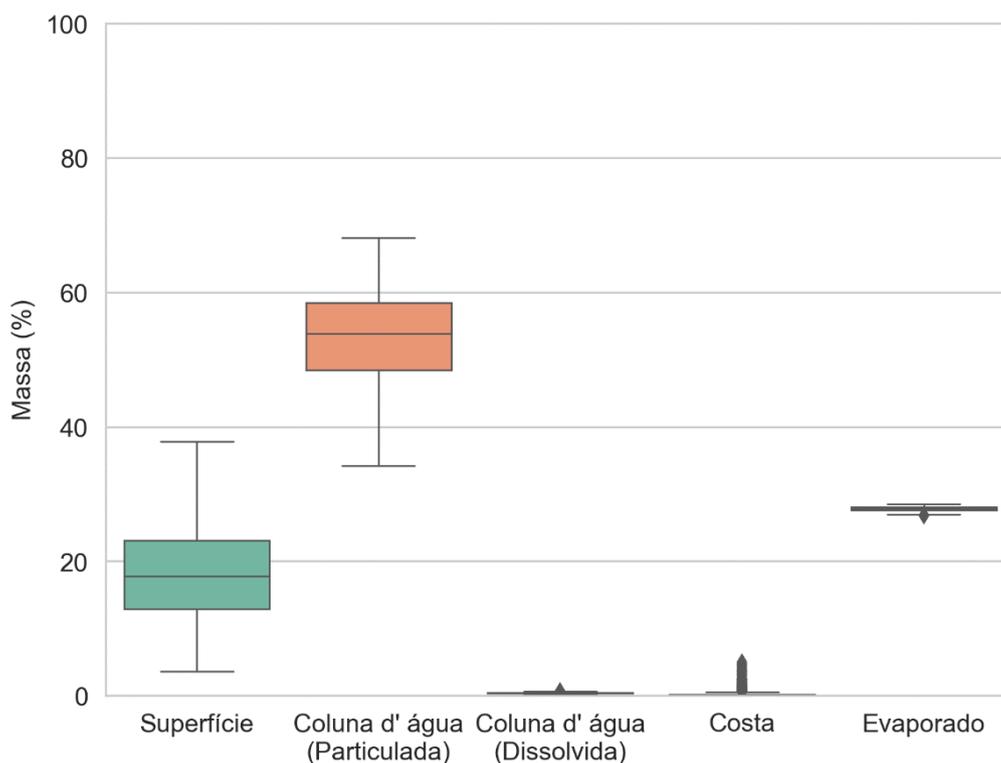


A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período de outono-inverno.

A evaporação e o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) são os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água, o que corresponde, em média, a 80,99 % de todo o volume derramado.

A porcentagem de óleo na costa ao final da simulação é, em média, baixa (0,39 %). Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 18,22%.

**Figura 85** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade, no período de outono-inverno, no instante final da simulação.



**Tabela 32** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período de outono-inverno.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	3,62	34,16	0,22	0,00	26,74
Médio	18,22	53,20	0,40	0,39	27,79
Máximo	37,76	68,14	0,70	5,05	28,51

A Tabela 33 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário de outono-inverno com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade. Observa-se que a probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 1.156,3 km de linha de costa, com toque em municípios litorâneos dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. O município com o toque mais ao norte foi Aracruz (ES) e, mais ao sul, o de Laguna (SC). Observa-se ainda que o menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), 132 horas após o derrame.

**Tabela 33** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade no período de outono-inverno.

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
ES	Aracruz	1,0	445	451	5,0618	10,62
	Fundão	1,0	466	466	5,0908	3,27
	Serra	1,2	339	401	20,1291	20,67
	Vitória	1,7	320	420	35,2170	23,31
	Vila Velha / Ilha Itatiaia	1,0	338	425	5,1218	5,54
	Vila Velha / Ilha das Garças	1,0	387	422	20,2107	1,08
	Vila Velha / Laje Canopus	2,9	309	309	52,4611	0,77
	Vila Velha	2,9	309	400	52,4611	40,01
	Guarapari /Arquipélago das Três Ilhas	3,7	299	300	41,0384	4,82
	Guarapari / Ilha Rasas	3,7	283	287	27,2974	1,12
	Guarapari / Ilha Escalvada	3,8	294	294	27,6089	0,71
	Guarapari / Ilha Caieira	2,9	307	307	15,9685	1,06
	Guarapari / Afloramento não Identificado	3,6	322	337	38,4581	0,40
	Guarapari	3,6	302	343	69,8615	59,18
	Anchieta / Laje na Praia do Além	4,8	309	309	52,5797	0,23
	Anchieta / Ilha de Parati	2,5	390	390	52,5512	0,67
	Anchieta / Laje em Anchieta	2,0	327	327	47,2330	0,27
	Anchieta / Ilhota em Iriri	1,0	424	424	14,2645	0,23

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
ES	Anchieta	4,8	301	379	685,8131	33,15
	Piúma / Ilhas Piúmas	1,0	446	446	10,8726	0,56
	Piúma	1,0	408	432	5,0365	4,82
	Itapemirim / Ilha Itapetinga	1,0	408	427	9,9971	0,49
	Itapemirim / Ilha do Francês	2,5	326	326	32,4633	1,72
	Itapemirim	4,7	376	428	209,5485	15,71
	Marataízes / Ilha Branca	2,5	329	329	18,8964	1,01
	Marataízes / Ilhas Itaputeras	2,8	318	327	29,1704	0,89
	Marataízes / Lajes na Praia das Pitas	6,4	320	320	69,9704	0,52
	Marataízes / Ilha das Andorinhas	2,2	331	331	19,8134	0,86
	Marataízes	6,5	317	363	209,5485	26,04
	Presidente Kennedy	6,6	337	429	69,9183	13,39
	RJ	São Francisco de Itabapoana / Ilha do Lima	16,2	313	323	313,8238
São Francisco de Itabapoana		12,3	310	334	1470,3766	36,28
São João da Barra		20,6	180	258	1265,6747	43,09
Campos dos Goytacazes		20,3	153	184	267,3026	28,85
Quissamã		15,6	227	337	615,3192	44,98
Carapebus		10,3	388	542	479,6943	17,23
Macaé / Pedra das Galhetas		18,0	382	382	52,5316	0,69
Macaé / Ilha Ponta das Cavalas		18,0	382	382	52,5316	1,23
Macaé / Ilha do Francês		18,0	382	382	52,5316	3,65
Macaé / Ilha de Sant'anna		17,3	389	389	134,0653	5,61
Macaé / Ilhote do Sul		17,3	389	389	69,9612	1,75
Macaé / Ilha dos Papagaios		11,3	515	515	151,5108	0,62
Macaé / Pedra de Imbetiba		11,2	426	426	122,8364	0,63
Macaé / Pedra Dona Maria		13,0	404	404	105,1686	0,16
Macaé		13,0	404	498	122,8364	24,11
Rio das Ostras / Ilha da Marieta		12,8	427	427	69,9280	0,50
Rio das Ostras / Ilha Moleque de Fora		13,6	399	410	332,9996	0,66
Rio das Ostras / Ilha Rasa		13,6	399	399	332,9996	0,33
Rio das Ostras / Ilha do Mel		13,6	399	399	332,9996	0,78
Rio das Ostras / Lajes de Itapebussus		13,5	411	411	473,4187	0,52
Rio das Ostras / Laje em Rio das Ostras		13,3	416	416	997,6433	0,11
Rio das Ostras / Ilha do Costa		13,3	416	416	997,6433	1,25
Rio das Ostras / Ilha do Coqueiro Só		12,4	413	434	573,8927	0,62
Rio das Ostras / Ilha dos Trinta-Réis	12,4	413	413	573,8927	0,27	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
RJ	Rio das Ostras / Laje na Praia do Bosque	2,7	529	529	54,9397	0,12
	Rio das Ostras	13,6	399	432	997,6433	30,51
	Casimiro de Abreu / Ilha dos Trinta-Réis	13,8	414	414	357,1200	0,38
	Casimiro de Abreu	13,8	414	425	3213,0869	5,59
	Armação dos Búzios / Ilha Feia	23,0	173	173	79,7440	2,09
	Armação dos Búzios / Rochedo do Caboclo	22,7	216	216	456,0408	0,10
	Armação dos Búzios / Lajes na Ilha da Rasa	22,4	217	217	1152,1682	0,25
	Armação dos Búzios / Ilha Rasa	22,4	217	217	1152,1682	1,91
	Armação dos Búzios / Laje de Manguinhos	22,1	187	187	2966,3194	0,13
	Armação dos Búzios / Laje da Praia da Tartaruga	22,6	173	173	70,2904	0,27
	Armação dos Búzios / Ilha do Caboclo	22,6	173	173	70,2904	0,23
	Armação dos Búzios / Ilha Branca	25,6	155	155	35,2347	0,83
	Armação dos Búzios / Laje do Criminoso	25,6	155	155	35,2347	0,06
	Armação dos Búzios / Ilha próxima à Praia do Forno	27,1	150	151	255,1993	0,31
	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	29,6	132	132	52,7277	2,92
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá (Filhote)	27,2	136	136	353,5415	0,50
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá	27,2	134	135	452,0021	2,36
	Armação dos Búzios / Ilha do Boi	26,3	150	150	255,1993	0,58
	Armação dos Búzios / Lajes na Praia da Ferradura	26,3	150	162	255,1993	0,18
	Armação dos Búzios / Laje das Enchovas	26,6	157	157	35,3506	0,04
	Armação dos Búzios / Laje Seca	26,6	157	157	35,3506	0,07
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Fora	26,6	157	157	35,3506	1,05
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Dentro	26,6	157	157	35,3506	1,06
	Armação dos Búzios	27,1	147	198	3899,1204	52,03
	Cabo Frio / Laje do Mero	11,6	419	419	69,8727	0,07
	Cabo Frio / Ilha do Breu	28,8	151	151	35,4781	1,34
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	28,8	151	153	411,8996	5,14
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	27,2	153	153	35,2745	1,93
	Cabo Frio / Ilha Comprida	26,5	158	160	35,3668	7,62
	Cabo Frio / Ilha Redonda	26,5	158	160	186,0943	1,14
	Cabo Frio / Ilha Dois Irmãos	24,4	199	199	471,3270	1,26
	Cabo Frio / Ilha dos Papagaios	23,5	191	196	215,8937	6,14

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)	
RJ	Cabo Frio / Ilha do Forte São Matheus	12,3	437	437	69,9057	0,38	
	Cabo Frio	23,0	173	366	3213,0869	36,26	
	Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	22,8	179	179	1339,3828	1,03	
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	26,4	158	159	767,5818	2,78	
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	29,9	148	157	3117,4604	19,10	
	Arraial do Cabo / Ilha do Farol	20,1	166	166	90,2997	0,29	
	Arraial do Cabo / Ilha dos Franceses	20,1	166	166	90,2997	0,85	
	Arraial do Cabo	26,0	159	253	3117,4604	57,13	
	Araruama	1,8	471	576	19,8036	7,27	
	Saquarema / Laje Itaúna	1,0	645	645	4,9474	0,48	
	Saquarema / Pedras da Laje	1,0	645	645	4,9474	0,57	
	Saquarema	1,0	543	571	4,9807	8,44	
	Maricá / Ilhas Maricás	1,0	737	738	4,9981	3,60	
	Maricá	1,0	726	727	5,2369	8,75	
	Niterói / Ilha do Pai	1,0	742	742	2,7712	2,15	
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa	1,0	590	590	34,4599	2,67	
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda	1,4	493	598	8,3602	2,55	
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda (Filhote)	1,3	543	543	6,5230	0,68	
	Rio de Janeiro / Laje da Redonda	1,3	543	543	6,5230	0,13	
	Rio de Janeiro / Ilhota Pequena (Matias)	1,0	740	740	4,9663	0,23	
	Rio de Janeiro / Ilhota Grande (Praça Onze)	1,0	687	714	5,0738	0,57	
	Rio de Janeiro / Ilha Comprida	1,0	687	687	5,0738	3,25	
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa de Guaratiba	1,0	668	668	0,3790	1,76	
	Rio de Janeiro / Restinga da Marambaia	1,0	731	733	4,9976	4,37	
	Rio de Janeiro	1,0	668	668	0,3790	5,25	
	Angra dos Reis / Ilha de Jorge Grego	1,0	570	619	10,1459	6,82	
	Angra dos Reis / Ilha do Guriri	1,0	652	652	4,9012	0,65	
	Angra dos Reis / Ilha de Dois Rios	1,0	594	594	4,8938	1,25	
	Angra dos Reis / Ilha Grande	1,0	588	642	5,3444	37,18	
	Paraty / Ilha Cairuçu	1,0	643	660	5,1406	1,66	
	Paraty	1,0	632	707	5,3334	22,19	
	SP	Ilhabela / Ilha dos Pescadores	3,0	600	614	19,8533	2,12
		Ilhabela / Ilhota das Cabras (Ilha Cagadinha)	1,2	668	668	10,1469	1,32
Ilhabela / Ilha da Vitória		3,3	589	597	30,1863	9,24	
Ilhabela / Ilha dos Búzios		2,2	475	615	19,9370	18,22	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
SP	Ilhabela / Ilha Sumítica	1,0	483	483	5,2528	1,29
	Ilhabela / Ilha da Serraria	1,0	635	635	5,1698	1,58
	Ilhabela / Ilha das Galetas	1,0	605	605	5,1900	1,39
	Ilhabela	5,0	448	565	39,5177	59,63
	São Sebastião / Arq. Alcatrazes	1,7	649	678	10,0547	13,46
	Santos / Laje de Santos	3,5	505	506	35,0603	1,99
	Guarujá / Ilha da Moela	1,0	708	708	4,9751	3,43
	Guarujá / Ilhota Pau a Pino	1,0	708	708	4,9751	0,27
	Peruíbe / Ilha Queimada Grande	1,7	664	664	39,5079	4,69
SC	Bombinhas / Ilha da Galé	1,5	683	683	52,3546	5,98
	Bombinhas / Ilha Calhau de São Pedro	1,0	706	706	4,9647	0,47
	Bombinhas / Ilha Deserta	2,1	662	666	34,9454	3,81
	Bombinhas / Ilha do Arvoredo	1,9	678	681	34,8857	12,94
	Florianópolis	1,9	659	685	43,8611	33,09
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Norte	1,8	675	675	19,0809	0,60
	Florianópolis / Ilha Mata - Fome	1,9	677	677	34,7375	1,35
	Florianópolis / Ilha do Badejo	2,1	674	674	14,2342	1,36
	Florianópolis / Ilha do Xavier	1,8	681	682	9,8897	2,26
	Florianópolis / Ilha das Aranhas	1,7	678	678	52,4803	4,38
	Florianópolis / Ilha Irmã Pequena	1,0	704	704	4,8956	1,94
	Florianópolis / Ilha Irmã de Fora	1,2	657	665	9,9223	3,17
	Florianópolis / Laje Moleques do Sul	2,8	643	643	16,8778	0,28
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Sul	3,2	635	635	34,9064	3,18
	Florianópolis / Ilha Irmã do Meio	1,0	673	696	5,0750	1,86
	Paulo Lopes / Ilha de Coral	1,7	673	673	34,6508	3,40
	Garopaba	1,2	682	699	10,0530	13,40
	Garopaba / Parcel de Garopaba	1,0	697	697	9,8347	0,38
	Garopaba / Ilhote de Ouvidor	1,2	682	682	10,0530	0,39
	Imbituba	2,1	659	675	69,7088	40,05
	Imbituba / Ilha do Batuta	2,0	661	675	34,8387	1,18
	Imbituba / Ilha Santana Norte	2,1	660	660	35,2156	0,80
	Imbituba / Ilha Santana Sul	2,1	660	660	35,2156	0,94
	Imbituba / Ilha das Araras	2,1	659	659	13,0356	2,05
	Imbituba / Ilha Tacami	2,4	661	661	20,1233	0,44
	Laguna	2,0	668	679	69,7753	34,85
	Laguna / Ilha dos Lobos	1,9	671	671	9,2975	1,28
Laguna / Ilha Marta Pequeno	1,5	679	679	10,1176	0,86	

A Tabela 34 apresenta um resumo dos municípios presentes no interior de baías/estuários/canais com toque superior a 60 horas, associado ao cenário probabilístico de volume de pior caso de afundamento do FPSO Frade para o período da primavera-verão

**Tabela 34** - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de pior caso de afundamento FPSO Frade no período da primavera-verão.

UF	REGIÃO/MUNICÍPIO	PROBABILIDADE NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)
RJ	Baía de Vitória - Cariacica	1,7	323,0	35,2170
	Lagoa do Araruama - São Pedro da Aldeia	12,3	437,0	69,9057
	Lagoa do Araruama - Iguaba Grande			
	Baía de Ilha Grande - Itaguaí	1,0	605,0	5,0083
	Baía de Ilha Grande - Mangaratiba			

OBS: estes resultados foram obtidos a partir dos resultados probabilísticos observados na entrada dos estuários/baías com probabilidade de toque acima de 60 horas.

#### 4.2.1.4. Simulações Probabilísticas - Volume Pior Caso - Poço

Da Figura 86 até a Figura 109, são apresentados os resultados da simulação probabilística com derrame de volume de pior caso – *blowout* do poço ODP4 (47.700,0 m<sup>3</sup>) para o período da primavera-verão e outono-inverno.

Os resultados mostram probabilidade de presença de óleo na superfície da água nas bacias do Espírito Santo, Campos, Santos e Pelotas em ambos os períodos. A direção preferencial de deslocamento do óleo na superfície da água é para o quadrante SW próximo ao ponto de modelagem e, à medida que se desloca, acompanha o fluxo da corrente do Brasil.

Na bacia de Pelotas as maiores probabilidades não foram superiores a 50% em ambos os períodos. Nas bacias de Campos e Santos as maiores probabilidades foram superiores a 90% em ambos os períodos, enquanto na bacia do Espírito Santo, as maiores probabilidades foram inferiores a 10% (primavera-verão) e 30% (outono-inverno).

O toque do óleo na costa ocorreu ao longo de 2.785,9 km no período da primavera-verão e 3.389,5 km no período do outono-inverno, ao longo do litoral dos estados do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul em ambos os períodos. As maiores probabilidades de toque foram de 75,4%

(Ilha Bom Abrigo, Cananéia - SP) no período da primavera-verão e, 81,9% (outono-inverno) na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ).

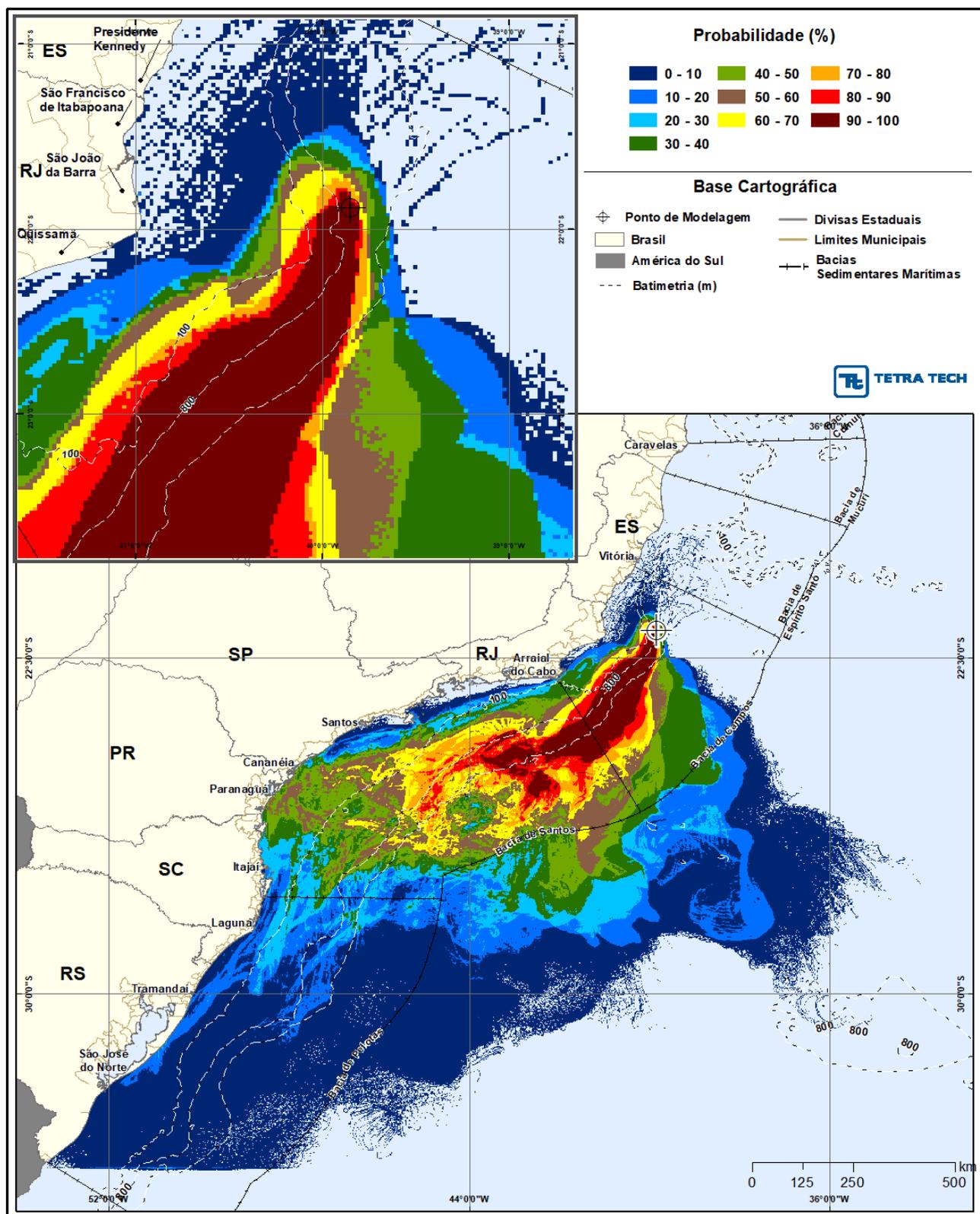
O menor tempo de afloramento do óleo foi de 2 horas nos dois períodos de simulação.

Com relação ao óleo na coluna d'água, verifica-se a presença do óleo desde a superfície até a camada 19 (998 m até 1.046 m). Por estes resultados é possível observar que em regiões mais profundas o deslocamento do óleo ocorre no sentido oposto ao da superfície, ou seja, para NE. Em ambos os períodos simulados, da camada 8 (350 m até 408 m) até camada 19 (988 m até 1.046 m) o transporte do óleo ocorre preferencialmente para N, com diminuição da magnitude deste deslocamento conforme com o afastamento do fundo. Nessas camadas a presença do óleo ocorre de forma pontual ao longo das bacias de Campos e Espírito Santo.

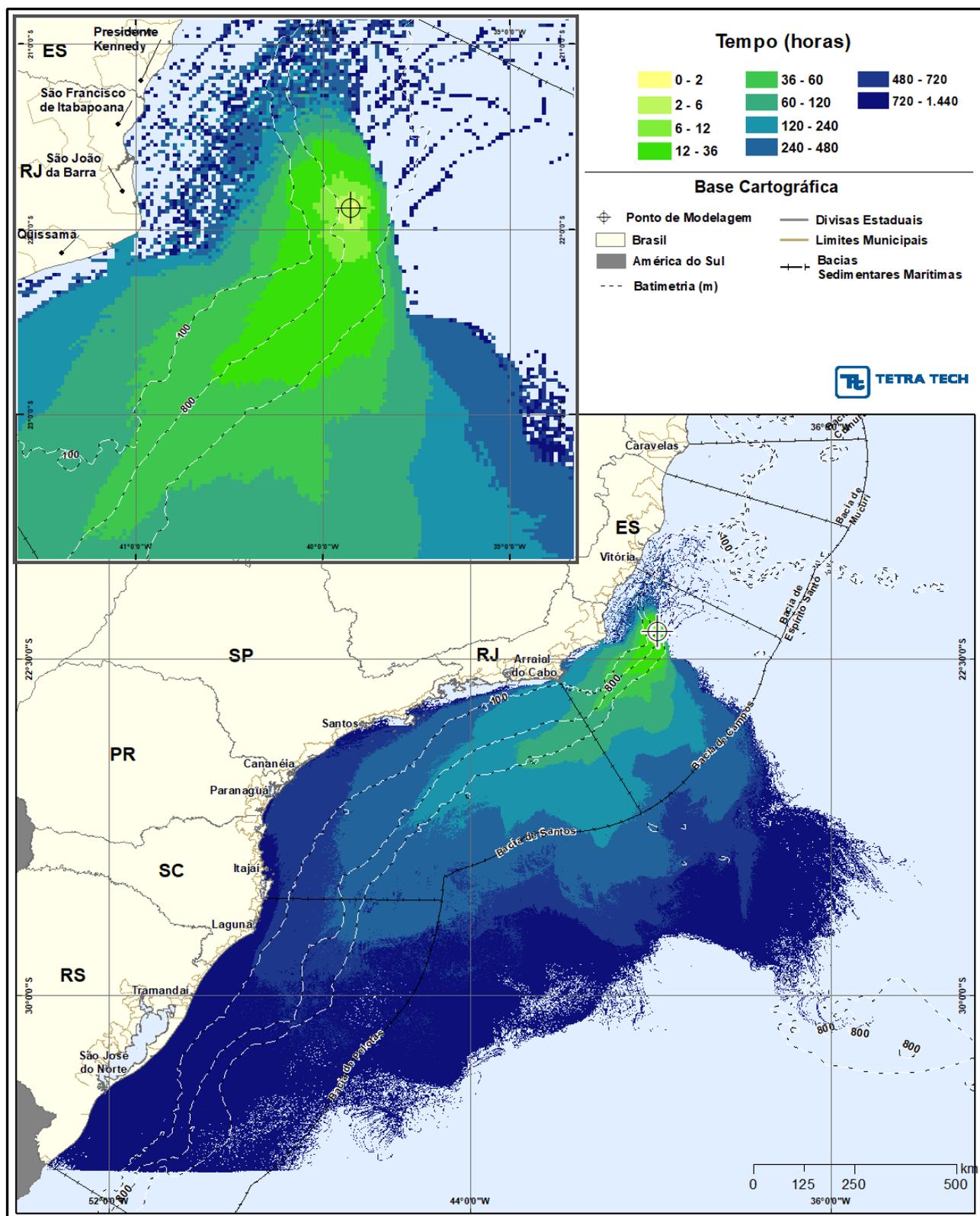
Da camada 7 (292 m até 350 m) até a camada 6 (234 m até 192 m) os contornos de probabilidade ainda apontam o transporte para N, porém com o alcance significativamente inferior ao das camadas mais profundas, indicando a transição do padrão de corrente de fundo para o de superfície, com a presença do óleo ao sul do ponto de modelagem devido ao deslocamento das correntes para o quadrante sul. Da camada 5 (176 m até 234 m) até a camada 3 (60 m até 118 m) a presença do óleo fica restrita à região do entorno do ponto de modelagem. Na camada 2 (2 m até 60 m) a presença do óleo ocorre de forma dispersa ao longo da bacia de Santos e Campos (primavera-verão) e Bacia de Campos (Outono-inverno). Na camada 1 (até 2 m) a presença do óleo ocorre associada ao deslocamento superficial.

A presença do óleo no leito oceânico apresenta-se em regiões mais rasas, próximo da isóbata de 100 m, ao longo ao longo das bacias de Pelotas, Santos, Campo, Espírito Santo nos dois períodos, com probabilidades inferiores a 10% no período da primavera-verão e 20% no período de outono-inverno.

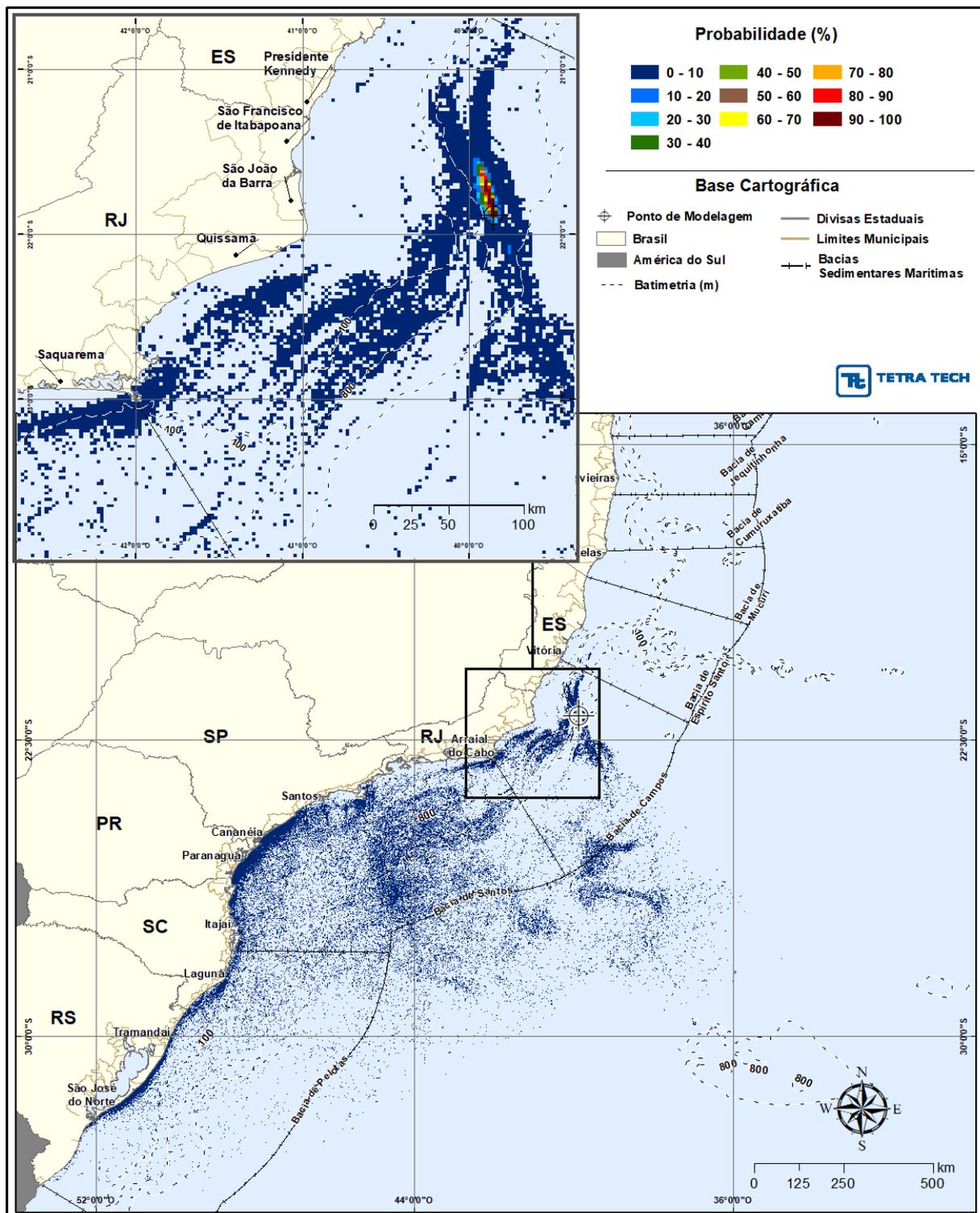
**Figura 86 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



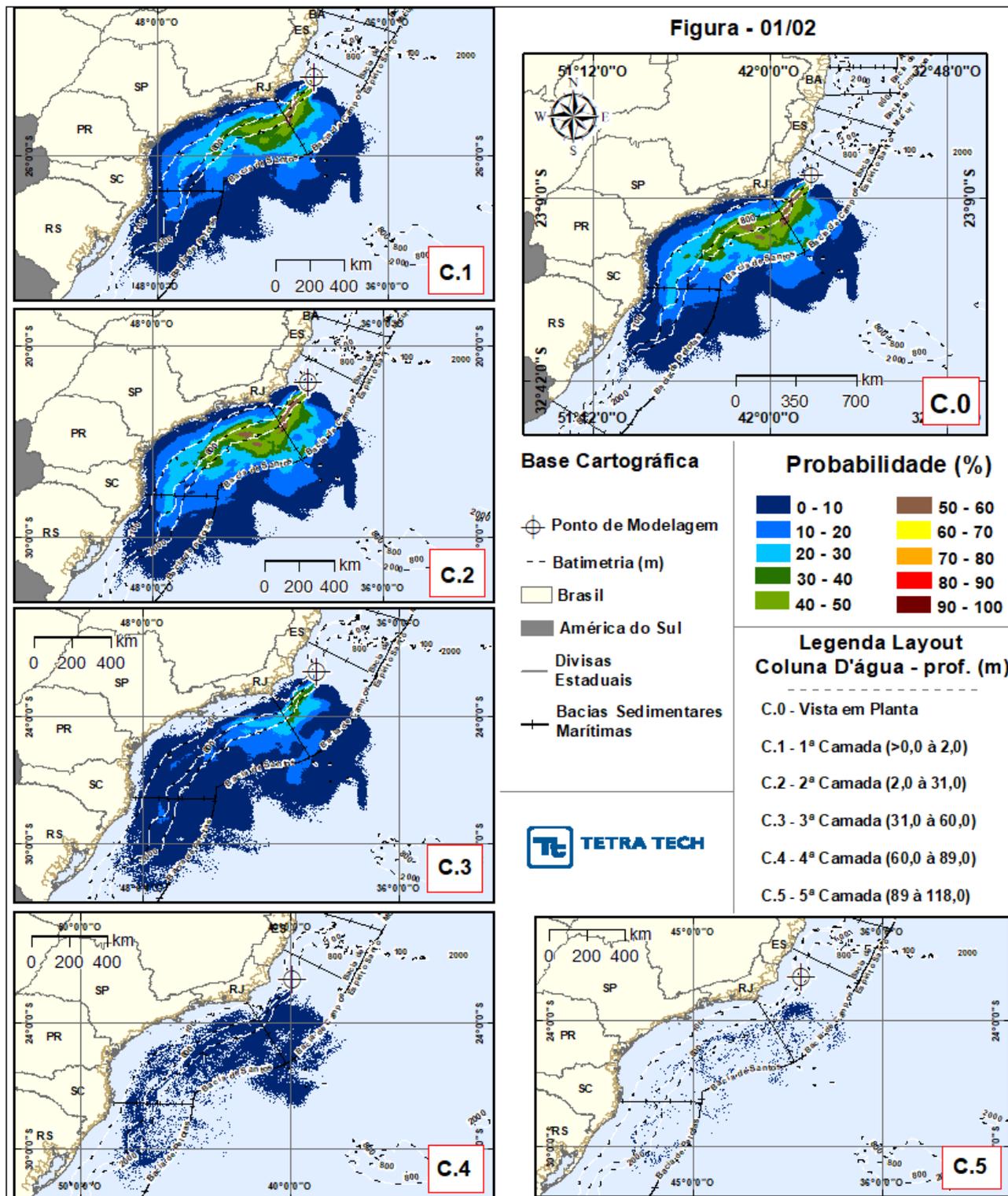
**Figura 87 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



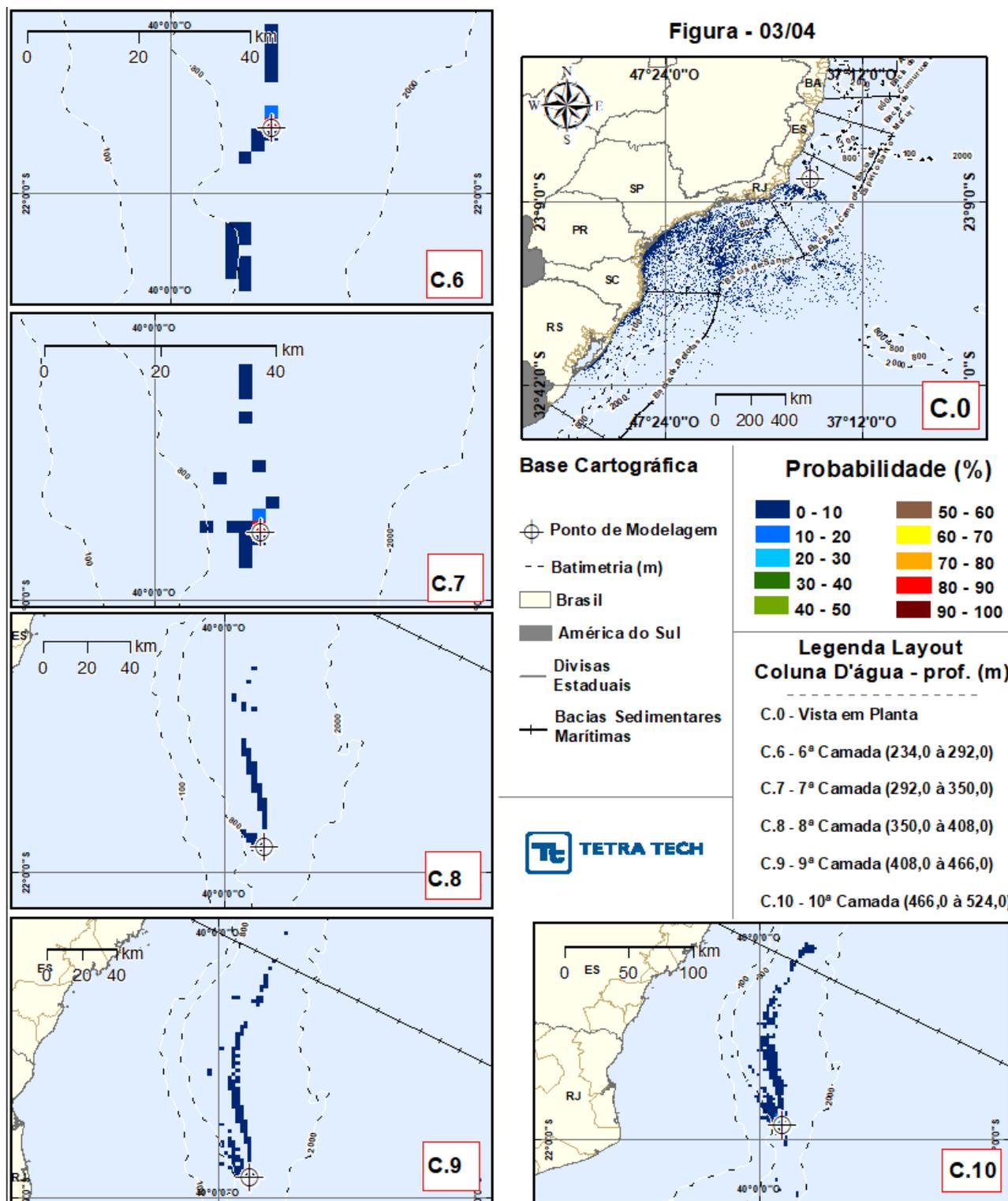
**Figura 88 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m³ (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



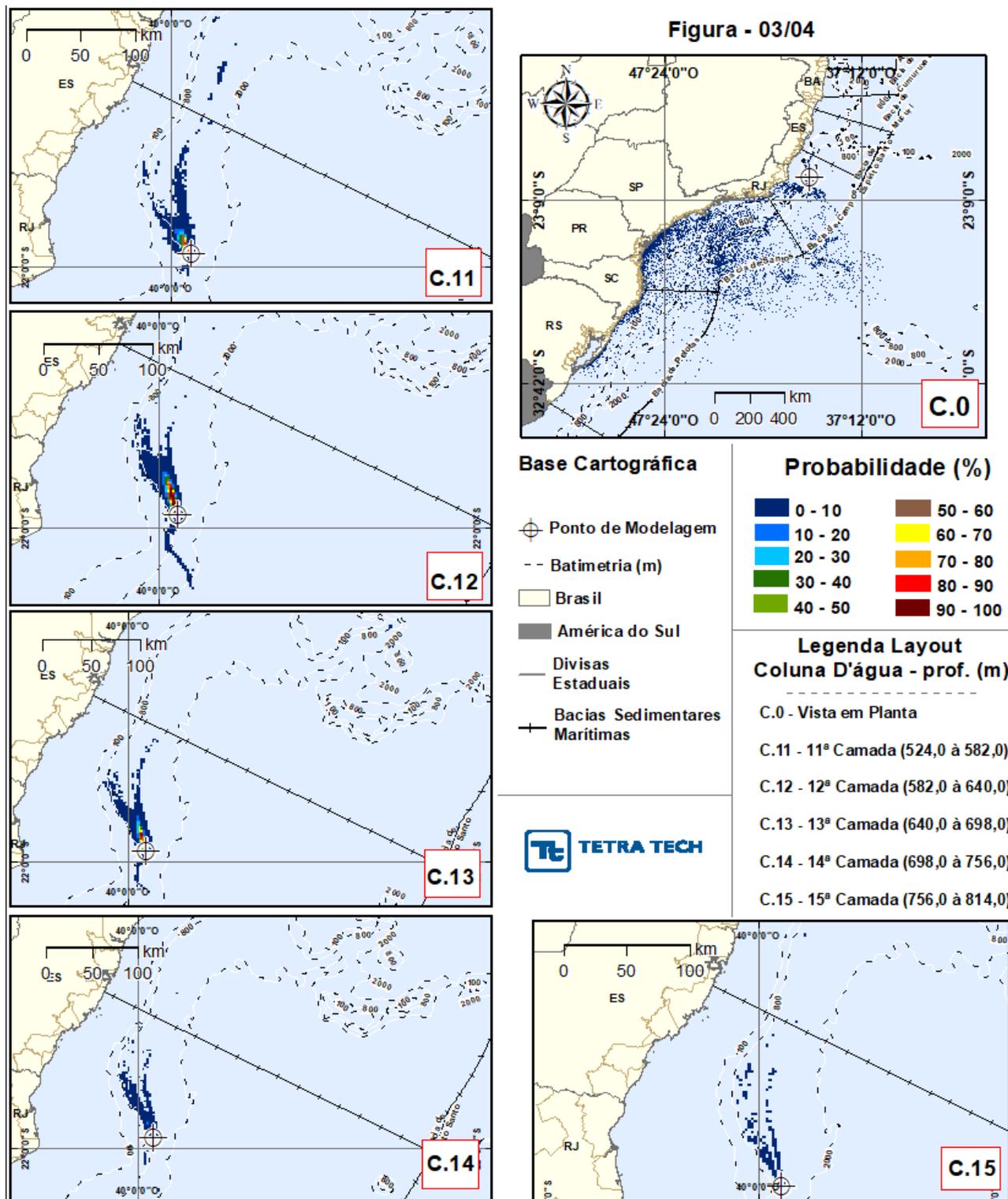
**Figura 89 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 1 a 5.



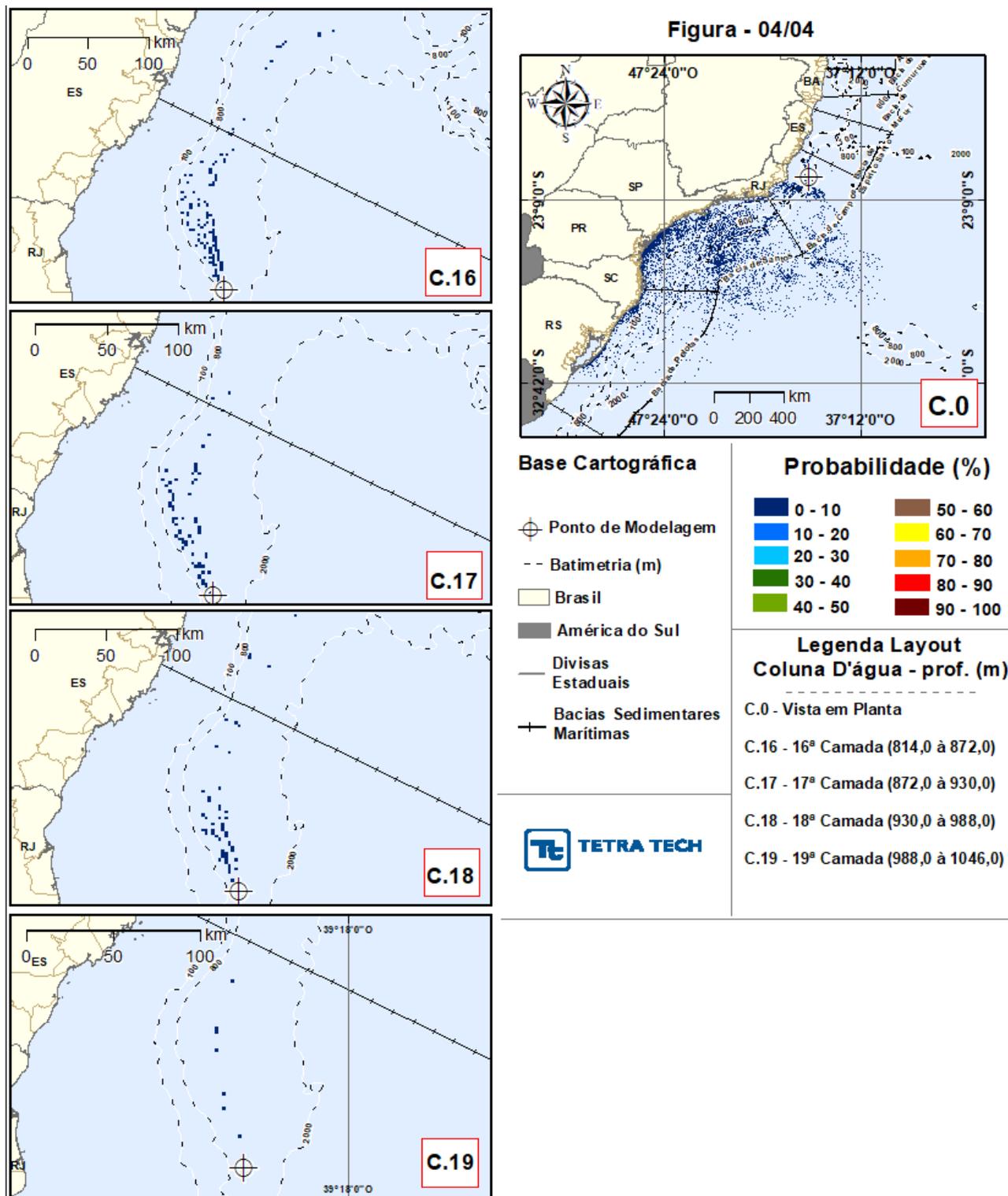
**Figura 90 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 6 a 10.



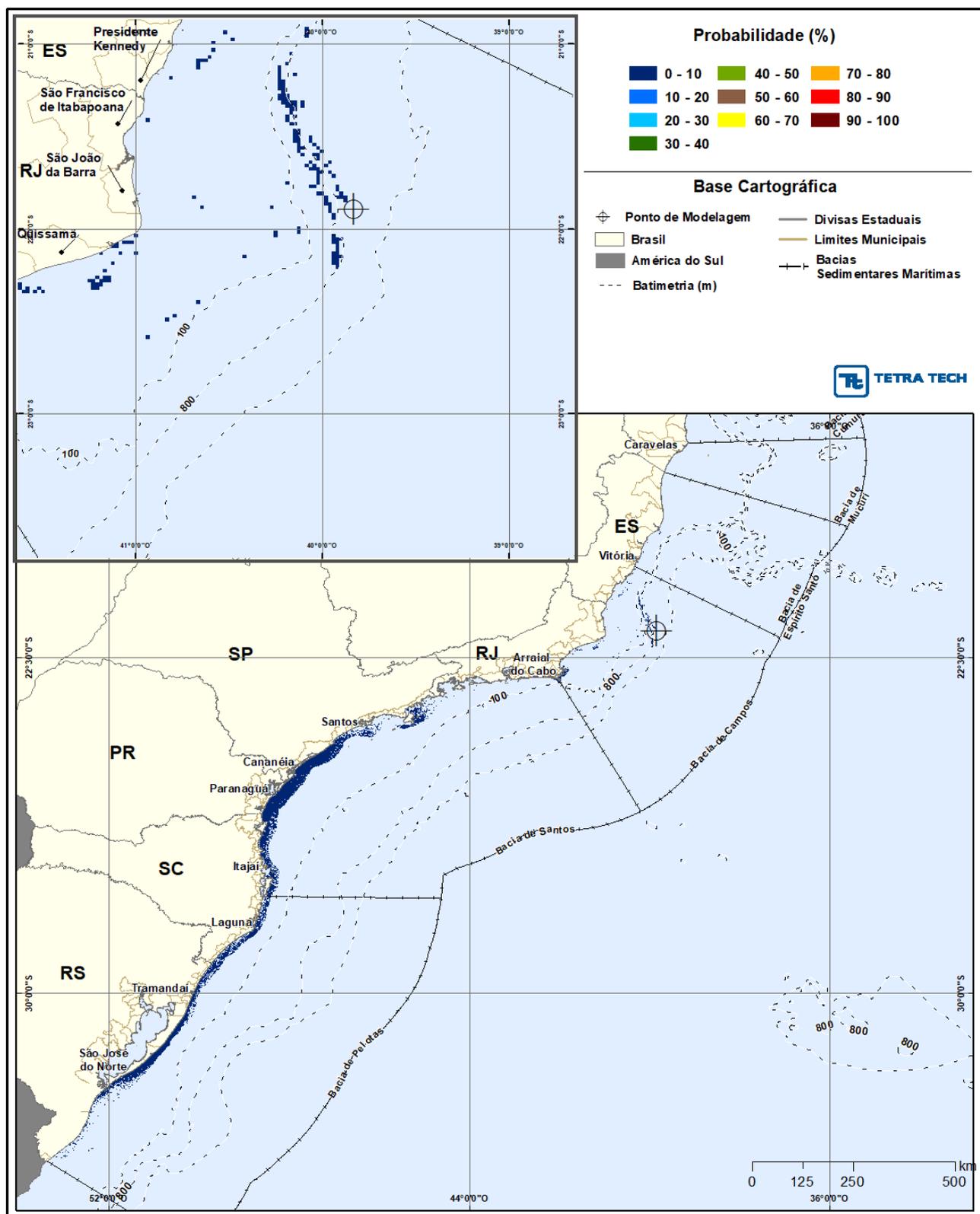
**Figura 91 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada11 a 15.



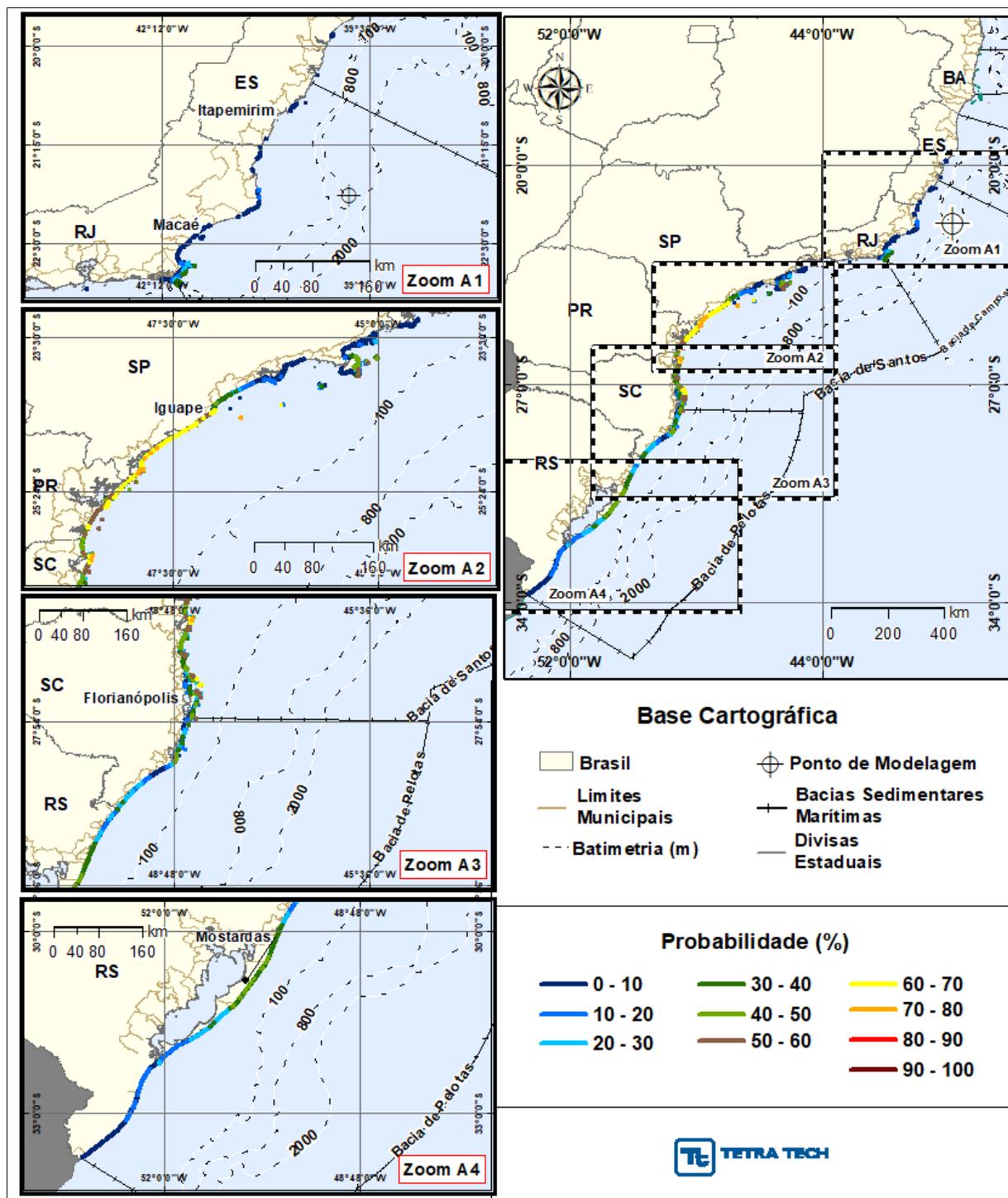
**Figura 92 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 16 a 20.



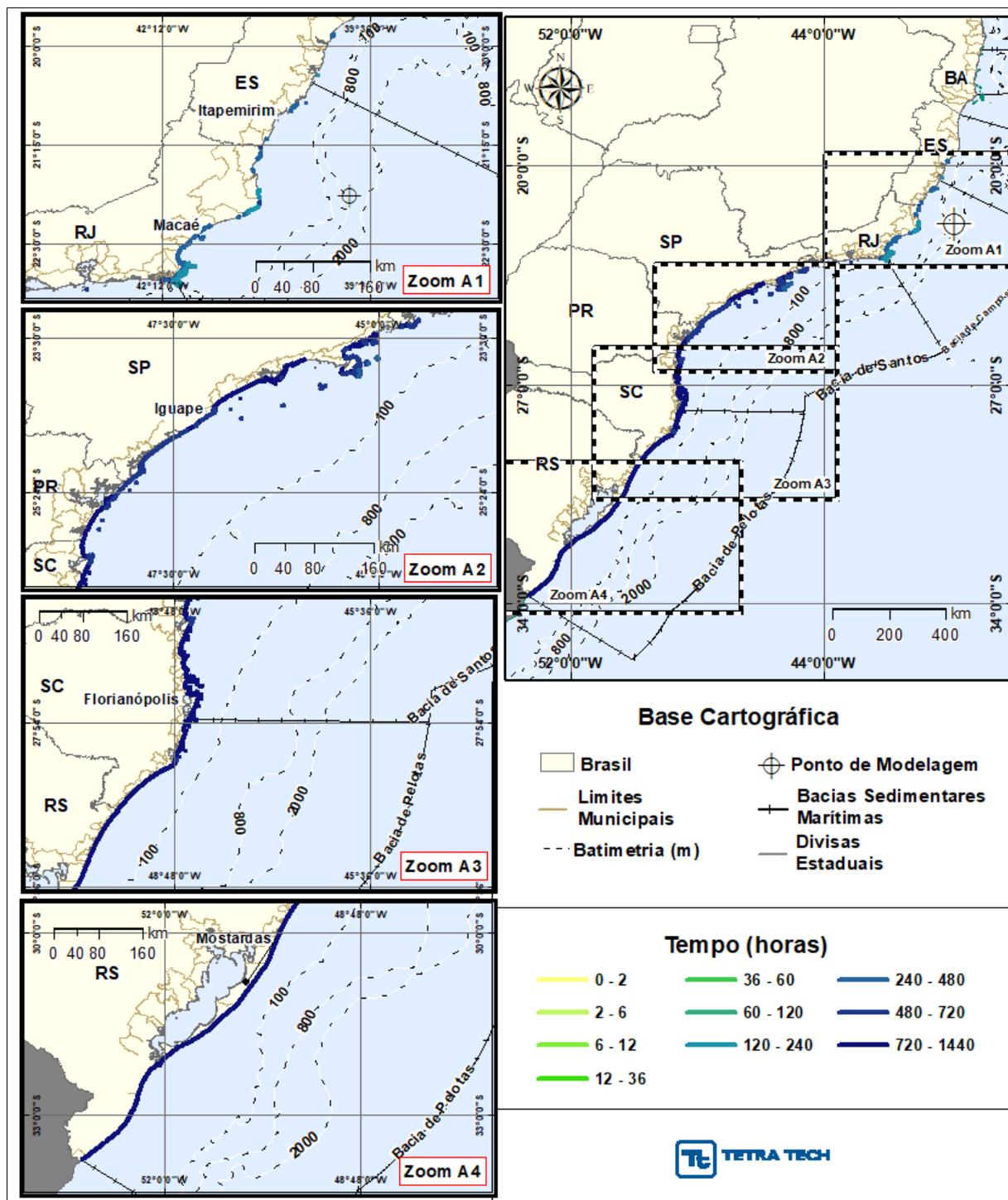
**Figura 93 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 20° - ODP4) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



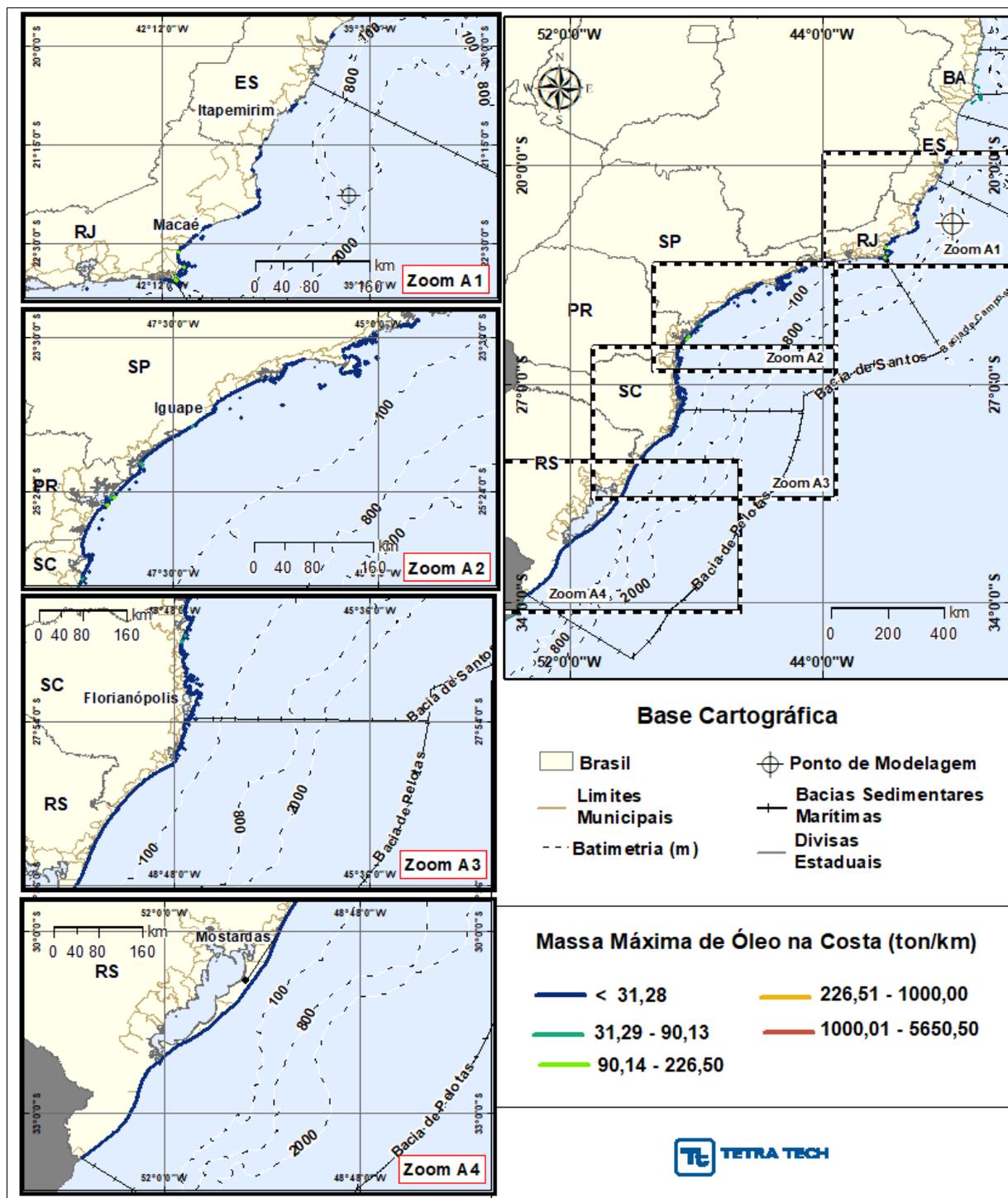
**Figura 94 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Intervalos de probabilidade de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



**Figura 95 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Intervalos de tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



**Figura 96 - Cenário FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Massa máxima de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.

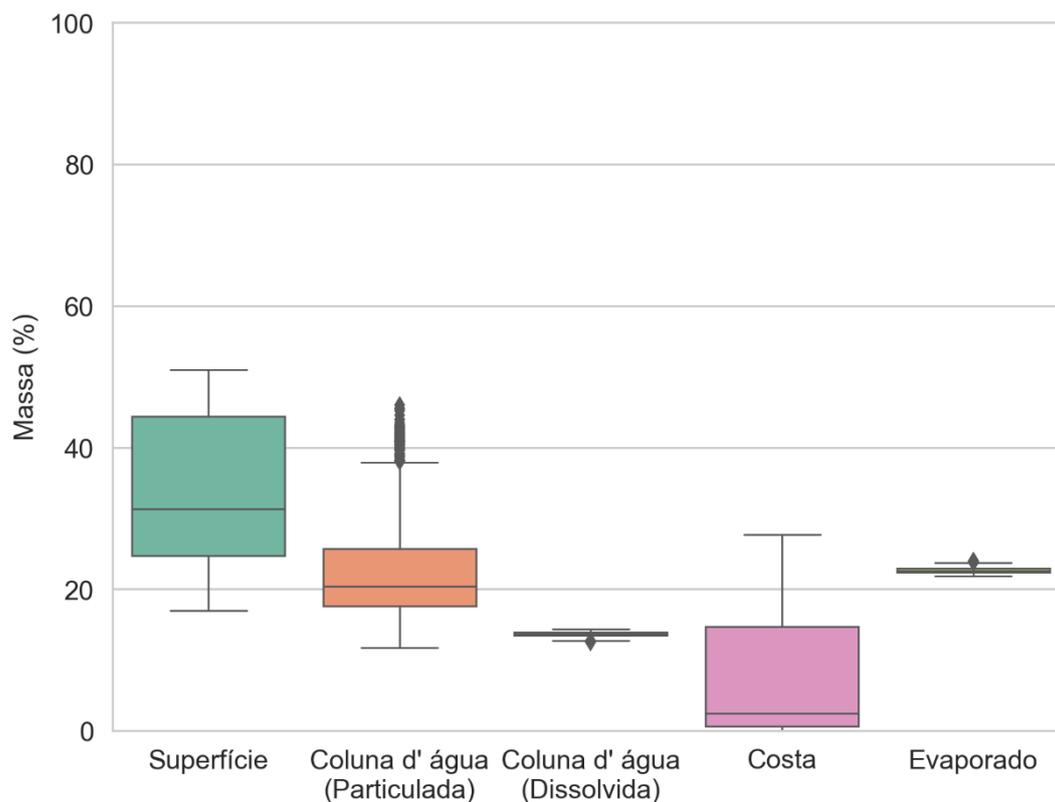


A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da primavera-verão.

Observa-se que a evaporação e o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) são os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água. Verifica-se um aumento da parcela de óleo dissolvido na coluna d'água quando comparado com os resultados dos derrames de superfície. Atribui-se esse aumento à liberação do óleo a partir do fundo do mar, proporcionando maior dissolução do óleo na coluna.

A soma da parcela entranhada (dissolvida e particulada) e evaporada resulta em média 59,15% de todo o volume de óleo derramado. Ao final da simulação, a parcela de óleo na superfície da água é, em média, de 34,15% do total derramado.

**Figura 97** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da primavera-verão, no instante final da simulação.



**Tabela 35** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de afundamento de *blowout* do poço ODP4 no período da primavera-verão.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	17,01	11,78	12,45	0,00	21,79
Médio	34,15	22,85	13,64	6,70	22,66
Máximo	51,01	46,03	14,35	27,71	24,01

A Tabela 36 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário de primavera-verão com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4. Observa-se que a probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 2.758,9 km de linha de costa, com toque em municípios litorâneos dos estados do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul. O município com o toque mais ao norte foi Aracruz (ES) e, mais ao sul, o de Santa Vitória do Palmar (RS). Observa-se ainda que o menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre em Campos dos Goytacazes (RS), 165 horas após o derrame.

**Tabela 36** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da primavera-verão.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
ES	Aracruz	5,0	266	301	0,9684	12,38
	Vila Velha	4,2	240	240	0,6671	1,10
	Guarapari / Ilha Escalvada	1,0	293	293	0,5492	0,71
	Guarapari / Afloramento não Identificado	2,3	306	306	0,3298	0,14
	Guarapari	2,3	289	333	0,3298	12,23
	Anchieta / Laje na Praia do Além	4,2	294	294	0,6408	0,23
	Anchieta	4,2	294	294	0,6408	3,51
	Maratáizes	2,3	344	344	0,3227	1,62
	Presidente Kennedy	1,8	540	540	0,3205	2,12
RJ	São Francisco de Itabapoana	6,0	242	398	0,6467	15,87
	São João da Barra	16,8	171	218	1,8334	15,67
	Campos dos Goytacazes	14,7	165	272	25,4570	22,14
	Quissamã	2,0	223	350	25,4503	6,70
	Carapebus	1,0	332	480	7,5830	8,86
	Macaé / Pedra das Galhetas	8,0	291	291	14,6375	0,69
	Macaé / Ilha Ponta das Cavalas	8,0	291	291	14,6375	1,23
	Macaé / Ilha do Francês	8,0	291	291	14,6375	3,65
	Macaé / Ilha de Sant'anna	3,7	327	327	19,7141	5,00
Macaé / Ilhote do Sul	3,7	327	327	19,7141	1,75	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Macaé / Ilha dos Papagaios	1,0	737	737	0,6289	0,62
	Macaé	3,4	307	378	25,4326	19,94
	Rio das Ostras / Ilha da Marieta	1,2	333	333	25,4698	0,50
	Rio das Ostras / Ilha Moleque de Fora	1,2	333	857	25,4698	0,66
	Rio das Ostras / Ilha Rasa	1,0	1206	1206	0,4766	0,33
	Rio das Ostras / Ilha do Mel	1,0	1206	1206	0,4766	0,78
	Rio das Ostras / Lajes de Itapebussus	1,0	1211	1211	0,5081	0,52
	Rio das Ostras / Ilha do Coqueiro Só	1,0	345	400	12,6976	0,62
	Rio das Ostras / Ilha dos Trinta-Réis	1,0	345	345	0,4825	0,27
	Rio das Ostras / Laje na Praia do Bosque	1,0	577	577	19,8185	0,12
	Rio das Ostras	1,2	307	703	25,4698	21,95
	Casimiro de Abreu / Ilha dos Trinta-Réis	1,0	341	341	0,7968	0,38
	Casimiro de Abreu	1,0	341	350	90,1359	5,59
	Armação dos Búzios / Ilha Feia	1,0	268	268	0,5766	2,09
	Armação dos Búzios / Rochedo do Caboclo	1,0	271	271	0,6641	0,10
	Armação dos Búzios / Lajes na Ilha da Rasa	1,0	271	271	0,8820	0,25
	Armação dos Búzios / Ilha Rasa	1,0	271	271	0,8820	1,91
	Armação dos Búzios / Laje de Manguinhos	1,0	278	278	0,7102	0,13
	Armação dos Búzios / Laje da Praia da Tartaruga	7,0	270	270	25,4320	0,27
	Armação dos Búzios / Ilha do Caboclo	7,0	270	270	25,4320	0,23
	Armação dos Búzios / Ilha Branca	22,2	239	239	12,7171	0,83
	Armação dos Búzios / Laje do Criminoso	22,2	239	239	12,7171	0,06
	Armação dos Búzios / Ilha próxima à Praia do Forno	23,0	231	242	21,3970	0,31
	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	39,5	171	171	19,1071	2,92
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá (Filhote)	8,5	247	247	0,9622	0,50
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá	22,8	172	210	2,2807	2,36
	Armação dos Búzios / Ilha do Boi	3,7	252	252	21,3970	0,58
	Armação dos Búzios / Lajes na Praia da Ferradura	9,6	252	255	21,3970	0,18
	Armação dos Búzios / Laje das Enchovas	24,6	239	239	12,7673	0,04
	Armação dos Búzios / Laje Seca	24,6	239	239	12,7673	0,07

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)	
RJ	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Fora	24,6	239	239	12,7673	1,05	
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Dentro	24,6	239	239	12,7673	1,06	
	Armação dos Búzios	24,6	231	282	133,9572	52,04	
	Cabo Frio / Laje do Mero	1,0	345	345	25,4045	0,07	
	Cabo Frio / Ilha do Breu	35,2	193	193	12,8000	1,34	
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	35,2	193	195	12,8147	5,14	
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	30,3	194	194	12,8147	1,93	
	Cabo Frio / Ilha Comprida	30,4	202	216	12,7497	7,62	
	Cabo Frio / Ilha Redonda	30,4	199	201	12,7497	1,14	
	Cabo Frio / Ilha Dois Irmãos	4,0	248	248	4,6325	1,26	
	Cabo Frio / Ilha dos Papagaios	16,0	231	241	12,7348	6,14	
	Cabo Frio / Ilha do Forte São Matheus	3,0	258	258	25,4284	0,38	
	Cabo Frio	17,1	231	284	159,9757	36,26	
	Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	19,5	192	192	165,5091	1,03	
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	33,1	182	184	18,3799	2,78	
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	38,5	177	182	12,9586	19,10	
	Arraial do Cabo / Ilha do Farol	21,5	191	191	2,8704	0,29	
	Arraial do Cabo / Ilha dos Franceses	21,5	191	191	2,8704	0,85	
	Arraial do Cabo	35,3	184	258	165,5091	49,59	
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa	1,3	654	654	1,2539	2,67	
	Paraty / Ilha Cairuçu	8,1	527	658	0,9323	1,67	
	Paraty / Laje do Sono	1,8	787	787	0,3236	0,40	
	Paraty / Ilhas em Laranjeiras	1,0	895	895	0,3192	0,77	
	Paraty / Ilha da Trindade	3,3	642	642	0,6227	1,01	
	Paraty	8,1	527	768	0,9430	73,62	
	SP	Ubatuba / Laje das Palmas	1,0	887	887	0,5604	0,08
		Ubatuba / Ilha das Palmas	20,2	496	638	1,5551	3,06
		Ubatuba / Laje da Fortaleza	1,7	930	930	0,3129	0,15
		Ubatuba / Ilha das Cabras	1,0	1024	1024	0,4369	0,83
		Ubatuba / Ilha Anchieta	20,2	494	695	1,5551	22,34
		Ubatuba / Ilhota do Sul	1,0	1335	1335	0,4656	1,29
		Ubatuba / Laje de Dentro	1,0	1153	1153	0,6297	0,17
		Ubatuba / Ilhota de Fora	1,0	1153	1153	0,6297	0,62
Ubatuba / Ilha do Mar Virado		6,7	719	864	1,1288	5,73	
Ubatuba / Laje Grande do Perequê		1,0	750	750	0,3175	0,27	
Ubatuba / Ilhota de Dentro		1,0	1153	1153	0,6297	0,72	
Ubatuba / Ilha Maranduba		1,2	876	876	0,3202	1,15	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Ubatuba / Laje do Pulso	1,2	876	876	0,3202	0,03
	Ubatuba	13,6	642	809	1,8640	77,50
	Caraguatatuba / Ilha Tamanduá	1,0	920	1005	0,5784	5,25
	Caraguatatuba	8,0	699	848	0,9309	21,35
	Ilhabela / Ilha dos Pescadores	31,8	479	488	6,5277	2,12
	Ilhabela / Ilhota das Cabras (Ilha Cagadinha)	31,8	526	526	3,1025	1,32
	Ilhabela / Ilha da Vitória	40,9	479	483	7,3342	9,24
	Ilhabela / Ilha dos Búzios	50,4	475	572	11,2611	18,22
	Ilhabela / Ilha Sumítica	19,2	484	484	1,8204	1,29
	Ilhabela / Ilha da Serraria	17,1	692	692	1,5631	1,58
	Ilhabela / Ilha Ribeirão	40,7	511	511	6,5248	0,87
	Ilhabela / Ilha das Galetas	22,2	579	579	3,7297	1,39
	Ilhabela / Ilhote Codó	1,8	680	680	0,3188	0,40
	Ilhabela / Ilhote da Figueira	1,8	680	680	0,3188	0,16
	Ilhabela / Laje do Carvão	5,0	724	724	0,6338	1,82
	Ilhabela / Laje da Fome	46,1	513	513	4,6824	0,04
	Ilhabela / Ilha da Lagoa	40,7	511	511	6,5248	0,45
	Ilhabela	57,0	475	601	17,8366	136,70
	São Sebastião / Arq. Alcatrazes	39,1	597	632	4,1879	13,46
	São Sebastião	14,6	547	715	1,2612	9,64
	Bertioga / Ilha Monte Pascoal	5,2	868	1225	0,6249	0,77
	Bertioga	5,7	838	966	0,6350	32,79
	Santos / Laje de Santos	64,2	542	608	12,7957	1,99
	Guarujá / Ilha do Guará	4,9	909	909	0,6211	0,65
	Guarujá / Ilhota da Prainha	1,9	812	812	0,3186	0,79
	Guarujá / Ilha Prainha Branca	4,9	909	909	0,6211	0,76
	Guarujá / Ilhota do Itaporanga	7,1	840	1048	0,6357	0,69
	Guarujá / Ilha do Perequê	5,2	815	815	0,6207	0,26
	Guarujá / Ilha Laje	6,9	743	743	1,2306	0,34
	Guarujá / Ilha do Mar Casado	6,9	743	743	1,2306	1,82
	Guarujá / Ilha das Cabras	1,0	1375	1375	0,5220	1,43
	Guarujá / Ilha Pombeba	3,4	976	976	0,6290	0,96
	Guarujá / Ilha da Moela	19,3	721	767	1,2503	3,88
	Guarujá / Ilhota Pau a Pino	19,3	721	721	1,2503	0,27
	Guarujá / Ilha do Mato	7,6	797	918	0,6210	0,69
	Guarujá / Ilha das Palmas	2,0	795	795	0,3173	0,88
	Guarujá / Ilha do Pau a Pino	1,0	1039	1039	0,4617	0,50
	Guarujá	14,1	714	889	1,2532	71,91
	São Vicente	7,3	818	950	0,6263	6,89

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)	
	Praia Grande	15,5	828	938	1,2441	26,84	
	Mongaguá	21,1	764	905	1,8343	13,56	
	Itanhaém / Laje da Conceição	2,0	927	927	0,6254	0,35	
	Itanhaém / Ilha do Givura	33,4	862	912	4,5901	0,53	
	Itanhaém	36,9	743	887	4,5901	24,29	
	Itanhaém / Pedra Meia Praia	2,0	974	974	0,7145	0,41	
	Peruíbe / Ilha Queimada Grande	73,4	580	612	19,1637	4,69	
	Peruíbe / Ilha Queimada Pequena	8,9	703	704	0,7912	1,44	
	Peruíbe / Ilha de Peruíbe	2,3	901	901	0,6142	0,68	
	Peruíbe / Ilhota da Praia Guaraú	39,3	672	672	5,4025	0,21	
	Peruíbe / Ilha do Guaraú	67,7	665	665	10,4564	1,66	
	Peruíbe / Pedra Grande	67,7	665	665	10,4564	0,95	
	Peruíbe / Ilha do Boquete	64,5	651	661	7,7030	1,11	
	Peruíbe / Laje Paranapuã	8,5	722	722	0,8624	0,29	
	Peruíbe	64,5	649	751	10,4575	42,20	
	Iguape	68,8	672	745	34,4098	46,33	
	Ilha Comprida	70,2	666	709	73,5802	68,18	
	Cananéia / Ilha do Bom Abrigo	75,4	671	675	19,2907	5,96	
	Cananéia / Ilhota	74,4	676	681	19,2907	1,56	
	Cananéia / Laje do Cambriú	51,7	683	683	5,9330	0,07	
	Cananéia / Ilha do Cambriú	51,7	683	683	5,9330	2,02	
	Cananéia	70,9	677	703	25,6180	43,78	
	Cananéia / Ilha do Castilho	51,8	667	668	1,5359	1,16	
	PR	Guaraqueçaba	69,8	692	723	118,6161	28,43
		Guaraqueçaba / Ilha da Figueira	47,8	682	682	1,1236	0,78
		Guaraqueçaba / Ilha das Peças	54,6	705	814	41,3392	13,63
Paranaguá / Ilha Portão do Norte		26,1	773	773	1,1422	0,41	
Paranaguá / Ilha Itapema do Norte		26,1	740	760	1,4865	0,54	
Paranaguá / Ilhas das Palmas		65,1	714	714	19,2291	2,89	
Paranaguá / Ilha do Mel		67,1	709	752	101,5634	27,97	
Paranaguá / Ilha da Galheta		63,4	717	740	12,8209	1,49	
Pontal do Paraná		58,9	800	829	25,7287	22,08	
Matinhos / Ilhas Currais		51,3	706	713	1,3882	1,79	
Matinhos		61,9	760	818	25,4849	19,45	
Matinhos / Ilhas Itacolomís		50,8	711	711	1,7283	0,33	
Matinhos / Ilha Caiobá		33,6	760	771	1,9448	0,95	
Guaratuba		55,6	755	833	25,5168	16,17	
SC		Itapoá / Ilha Sai	49,9	776	776	19,1973	0,88
	Itapoá	56,4	754	778	25,5982	23,85	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Itapoá / Ilha Fora de Itapema	29,7	756	756	2,0792	0,45
	São Francisco do Sul	70,1	709	745	25,5631	47,16
	São Francisco do Sul / Pedra do Lobo	34,4	708	708	3,9971	0,15
	São Francisco do Sul / Laje da Baleia	42,2	707	707	0,9040	0,17
	São Francisco do Sul / Pedra do Itacolomi	34,4	708	708	3,9971	0,07
	São Francisco do Sul / Ilhota São Luís	71,4	710	710	12,7818	0,14
	São Francisco do Sul / Ilha da Paz	71,4	710	710	12,7818	3,07
	São Francisco do Sul / Ilha da Velha	71,4	710	710	12,7818	1,01
	São Francisco do Sul / Ilha da Sororoca	71,4	710	710	12,7818	0,19
	São Francisco do Sul / Ilha do Pirata	34,4	708	708	3,9971	0,70
	São Francisco do Sul / Pedra da Corvina	25,9	725	725	1,1520	0,05
	São Francisco do Sul / Ilha Mandigituba	66,6	707	707	19,1787	0,81
	São Francisco do Sul / Pedra do Caçõ	66,6	707	707	19,1787	0,08
	São Francisco do Sul / Ilha dos Veados	34,4	708	708	3,9971	0,97
	São Francisco do Sul / Ilha Tamboretas	59,6	730	734	19,2231	4,22
	Balneário Barra do Sul	48,5	746	801	56,0018	11,89
	Balneário Barra do Sul / Ilha Araras	29,2	739	739	1,3449	1,91
	Balneário Barra do Sul / Ilha Remédio	29,2	739	742	1,4424	2,78
	Balneário Barra do Sul / Ilha Feia	29,2	739	743	1,3449	1,31
	Balneário Barra do Sul / Ilha Tipitinga	31,4	745	745	1,2709	0,73
	Balneário Barra do Sul / Ilha dos Lobos	32,6	757	763	1,5627	0,48
	Araquari	47,6	818	846	47,0933	4,48
	Barra Velha	47,5	849	885	19,1079	19,22
	Barra Velha / Ilha de Canas	13,7	904	904	1,3373	1,61
	Barra Velha / Pedra da Laje	44,6	867	867	19,1079	2,13
	Barra Velha / Ilhas Itacolomis	19,8	797	797	0,7200	0,46
	Balneário Piçarras	45,5	874	919	19,1397	7,07
	Balneário Piçarras / Ilha Feia	22,0	878	878	1,4779	2,16
	Penha	56,3	789	843	19,1434	31,84
	Navegantes	39,9	845	874	12,8000	11,19
	Navegantes / Ilha de Gravatá	38,6	861	877	12,8000	0,48

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Itajaí	39,9	846	858	11,3730	10,86
	Balneário Camboriú / Laje das Laranjeiras	23,8	861	861	1,4814	0,31
	Balneário Camboriú	49,5	843	865	25,4563	29,46
	Balneário Camboriú / Ilha das Cabras	32,0	851	851	7,7099	0,71
	Itapema	23,3	871	942	3,0869	11,43
	Bombinhas	54,5	815	933	19,1417	53,65
	Bombinhas / Ilha da Galé	65,8	789	789	19,1716	5,98
	Bombinhas / Ilha do Amendoim	40,9	860	860	17,1348	5,11
	Bombinhas / Ilhas Mondobins	7,2	910	910	1,0725	0,05
	Bombinhas / Ilha Calhau de São Pedro	21,5	832	832	1,2690	0,47
	Bombinhas / Ilha Deserta	66,8	748	757	12,7906	3,81
	Bombinhas / Ilha do Arvoredo	63,2	748	785	12,7967	12,94
	Porto Belo	53,8	838	904	19,1402	22,83
	Porto Belo / Ilha João da Cunha	36,4	904	909	17,9900	4,67
	Tijucas	14,0	910	927	4,0054	14,20
	Florianópolis	56,3	770	895	25,5237	102,63
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Norte	20,8	808	808	0,9149	0,60
	Florianópolis / Ilha do Francês	21,9	864	903	2,3816	2,20
	Florianópolis / Ilha Mata - Fome	56,3	792	792	12,8015	1,35
	Florianópolis / Ilha do Badejo	24,0	805	806	0,9402	1,36
	Florianópolis / Ilha do Xavier	18,5	760	768	0,7954	2,26
	Florianópolis / Ilha do Campeche	34,0	868	921	9,8058	5,23
	Florianópolis / Ilha das Aranhas	50,1	802	802	19,1472	4,38
	Florianópolis / Ilha Irmã Pequena	14,6	900	900	1,5386	1,94
	Florianópolis / Ilha Irmã de Fora	40,2	871	900	11,6741	3,17
	Florianópolis / Laje Moleques do Sul	17,8	814	814	0,5938	0,28
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Sul	57,8	804	804	12,7764	3,18
	Florianópolis / Ilha Irmã do Meio	16,6	900	911	2,4574	5,57
	Governador Celso Ramos / Ilha na Ponta dos Ganchos	19,3	891	891	10,3892	0,27
	Governador Celso Ramos / Laje Preta	35,9	881	881	11,9727	0,05
	Governador Celso Ramos	35,9	875	912	11,9727	48,62
	Governador Celso Ramos / Ilha de Ganchos	6,6	907	944	1,4841	2,25
	Governador Celso Ramos / Ilha das Palmas	35,9	881	881	11,9727	1,61
	Palhoça	11,2	990	1067	1,5478	14,56
	Palhoça / Ilha dos Papagaios	3,8	1085	1188	0,9249	1,72

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)	
	Palhoça / Ilha Nossa Senhora de Araçatuba	3,8	1085	1085	0,9249	1,12	
	Paulo Lopes	7,9	962	1012	1,5159	5,61	
	Paulo Lopes / Ilha de Coral	34,4	857	857	11,9178	3,40	
	Garopaba / Ilhote do Areal	19,5	898	898	2,1374	0,25	
	Garopaba	26,0	872	941	8,5565	32,05	
	Garopaba / Ilhota do Siriú	3,0	1044	1093	1,0568	0,81	
	Garopaba / Parcel de Garopaba	10,1	931	931	1,0531	0,38	
	Garopaba / Ilhote de Ouvidor	23,5	872	872	4,8909	0,39	
	Imbituba	40,0	837	957	8,2543	41,74	
	Imbituba / Ilha do Batuta	32,1	882	884	7,6797	1,18	
	Imbituba / Ilha Santana Norte	40,0	837	837	6,1401	0,80	
	Imbituba / Ilha Santana Sul	40,0	837	837	6,1401	0,94	
	Imbituba / Ilha das Araras	12,7	864	864	0,7871	2,05	
	Imbituba / Ilha Tacami	13,9	836	839	0,7631	0,44	
	Laguna	48,6	685	877	12,2720	51,81	
	Laguna / Ilha dos Lobos	4,2	893	893	0,6389	1,28	
	Laguna / Ilha Marta Pequeno	6,2	858	858	0,6100	0,86	
	Laguna / Ilha do Cardoso	27,6	863	863	2,7421	0,34	
	Jaguaruna	14,3	900	1103	3,0468	38,34	
	Balneário Rincão	18,9	1023	1085	4,2605	15,30	
	Araranguá	22,5	962	1060	6,1422	11,63	
	Balneário Arroio do Silva	22,5	979	1037	5,2053	20,62	
	Balneário Gaivota	30,6	862	1036	3,4583	20,36	
	Passo de Torres	26,6	996	1052	2,7548	11,83	
	RS	Torres	31,6	1020	1084	4,2974	16,92
		Arroio do Sal	22,8	961	1099	4,5656	21,64
		Torres / Ilha dos Lobos	31,6	1027	1027	4,2974	1,06
		Terra de Areia	19,2	1111	1149	3,9607	2,90
		Capão da Canoa	22,3	961	1113	3,6635	18,28
		Xangri-Lá	28,6	904	1036	5,4982	11,46
Osório		16,6	948	1042	1,8183	2,94	
Imbé		34,4	846	1013	7,0215	11,02	
Tramandaí		35,7	889	991	6,7391	15,81	
Cidreira		36,8	853	937	8,9000	17,34	
Balneário Pinhal		39,1	851	898	16,6055	7,93	
Palmares do Sul		41,6	851	904	17,8378	23,49	
Mostardas		44,2	829	926	23,3448	91,64	
Tavares		41,1	879	951	20,1269	46,88	
São José do Norte	32,3	944	1066	15,9871	116,59		

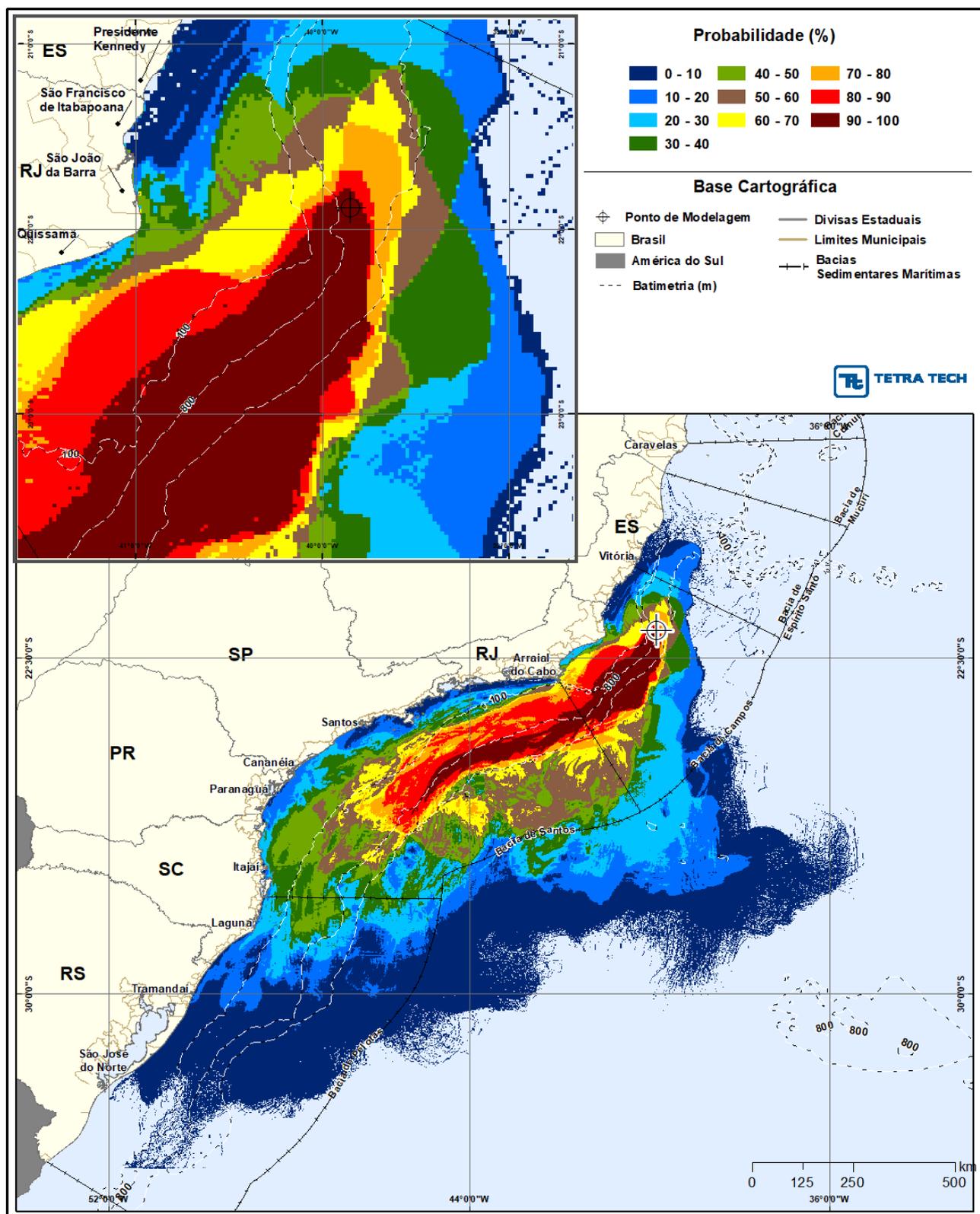
UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Rio Grande	25,0	1031	1245	7,2883	65,33
	Santa Vitória do Palmar	12,6	1173	1302	2,7334	142,64

A Tabela 37 apresenta um resumo dos municípios presentes no interior de baías/estuários/canais com toque superior a 60 horas, associado ao cenário probabilístico de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, para o período da primavera-verão.

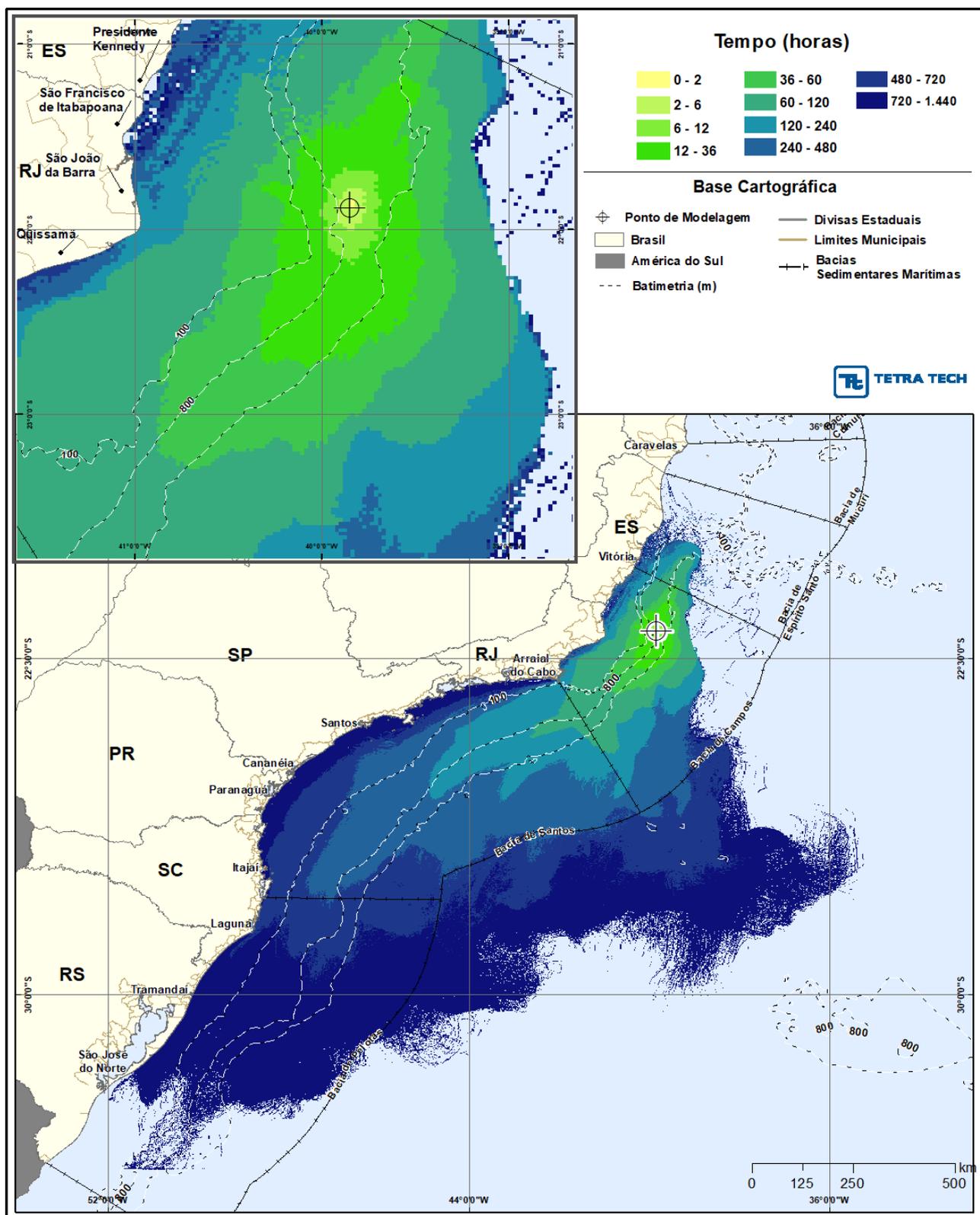
**Tabela 37** - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da primavera-verão.

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)
RJ	Lagoa do Araruama - Araruama	3,0	258,0	25,45
	Baía de Ilha Grande - Angra dos Reis	5,7	1,1	0,93
PR	Baía de Paranaguá - Antonina	67,1	1,3	101,56
SC	Baía Norte - Biguaçu	38,9	829,0	14,01

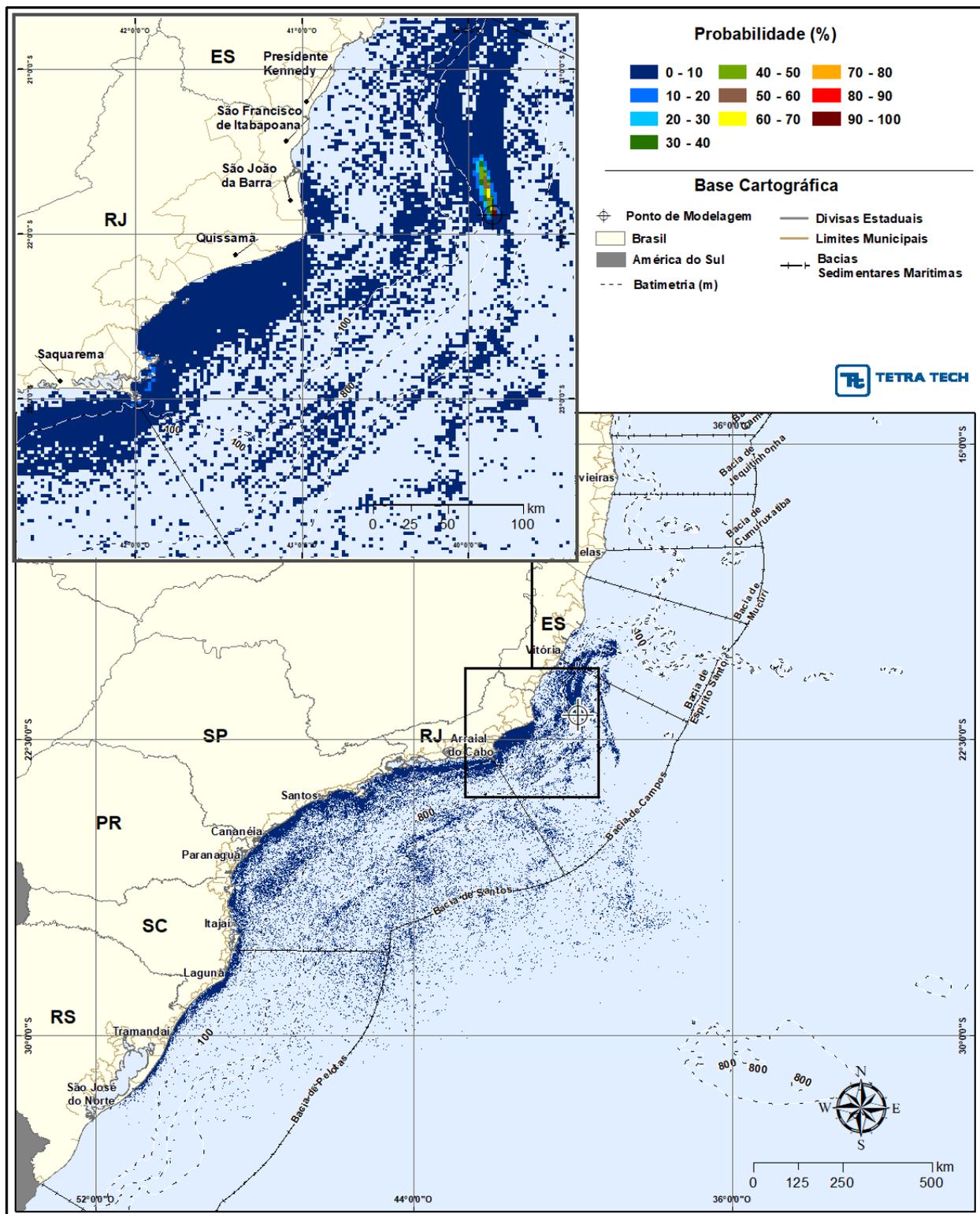
**Figura 98 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



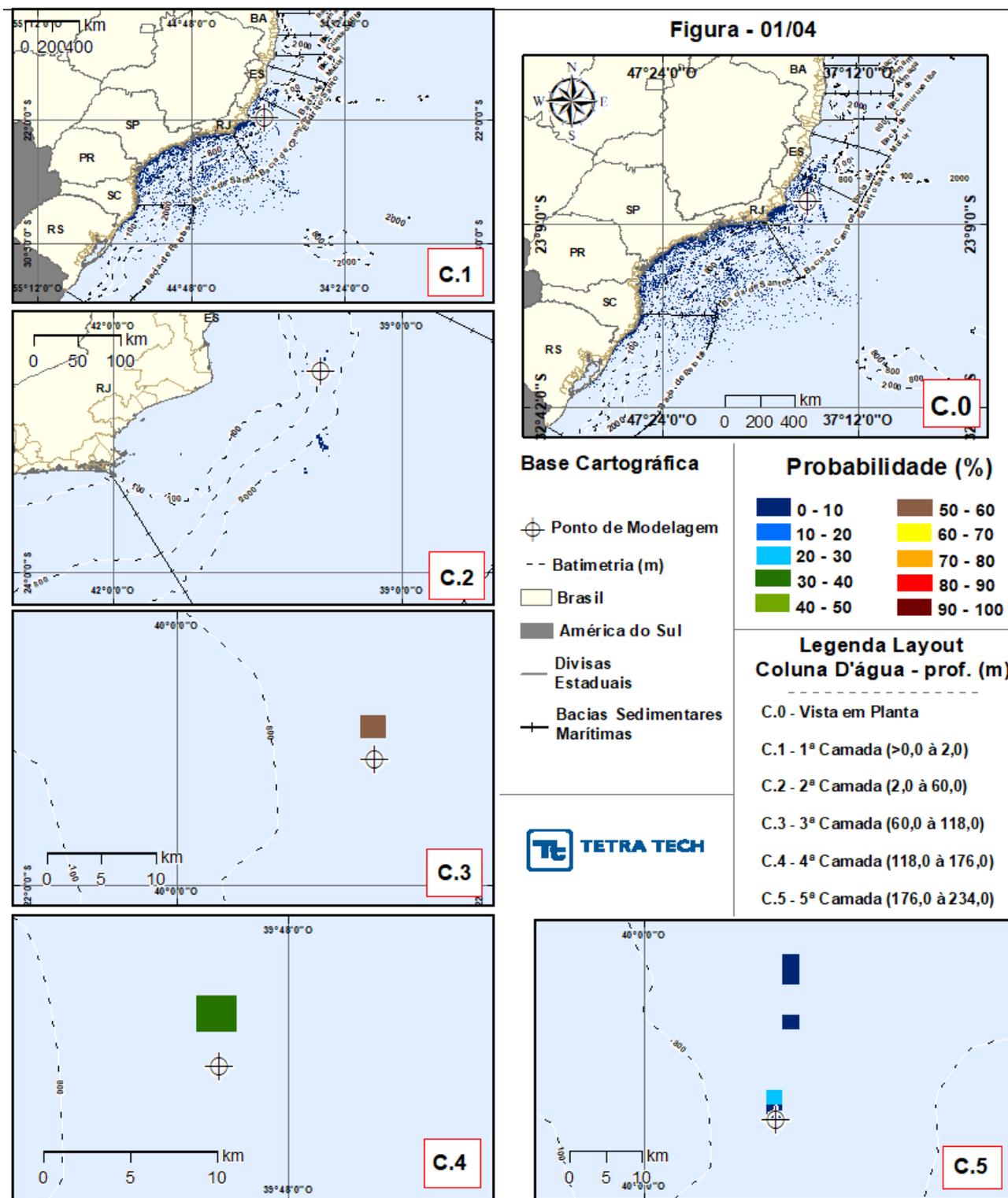
**Figura 99 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos do tempo de deslocamento do óleo (API 20° - ODP4) na superfície da água para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



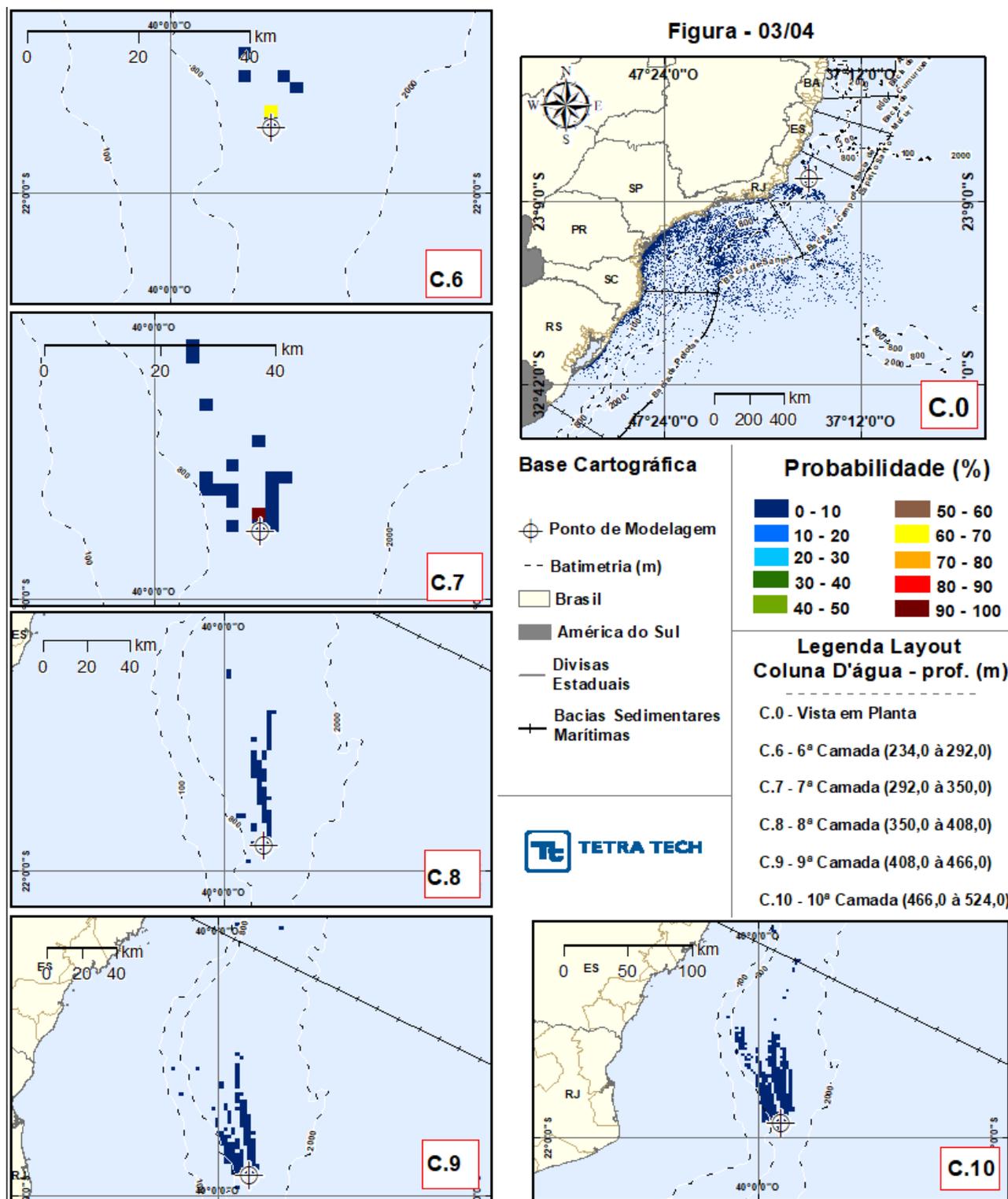
**Figura 100 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em planta: resultado mais crítico independente da profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



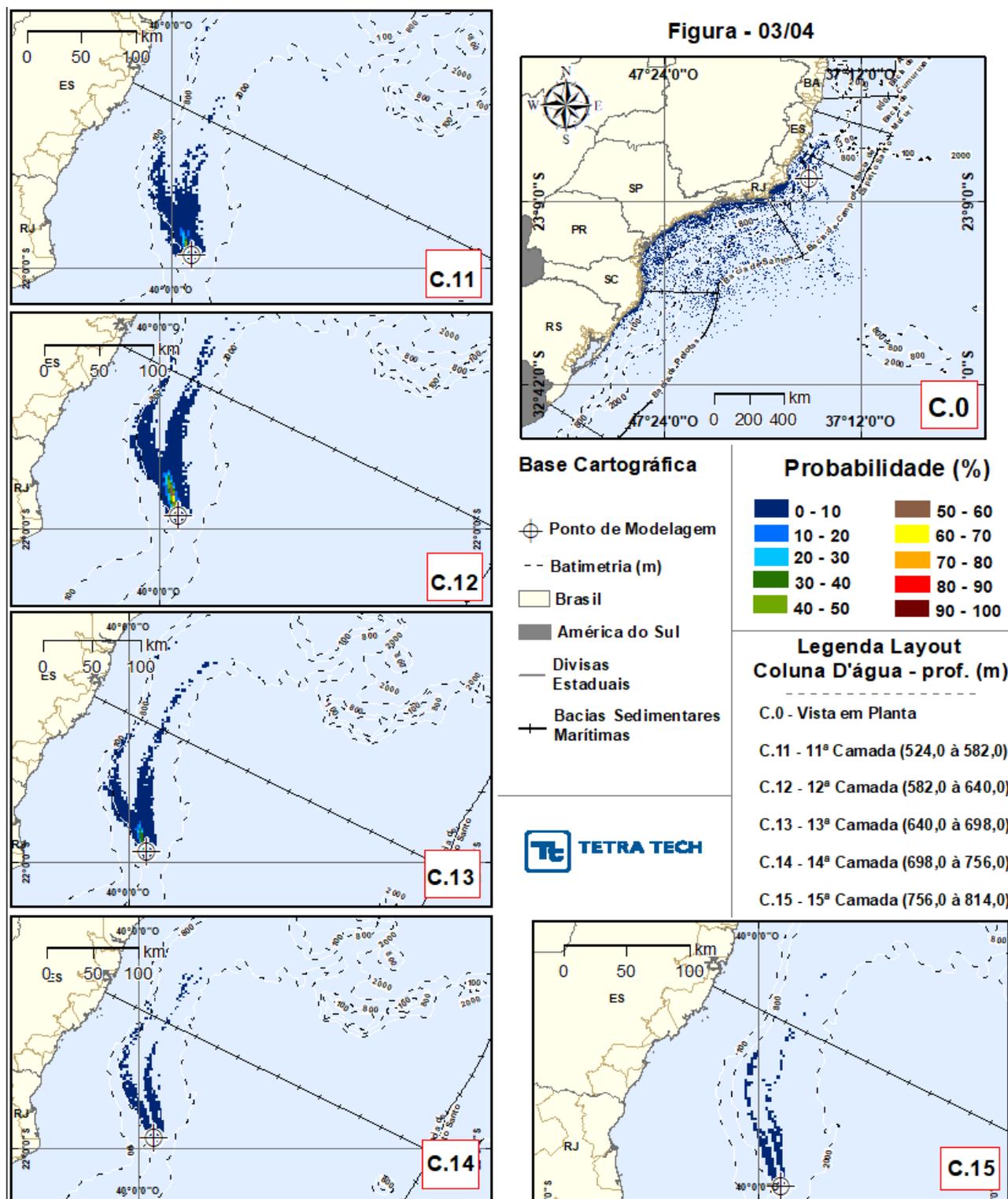
**Figura 101 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 1 a 5.



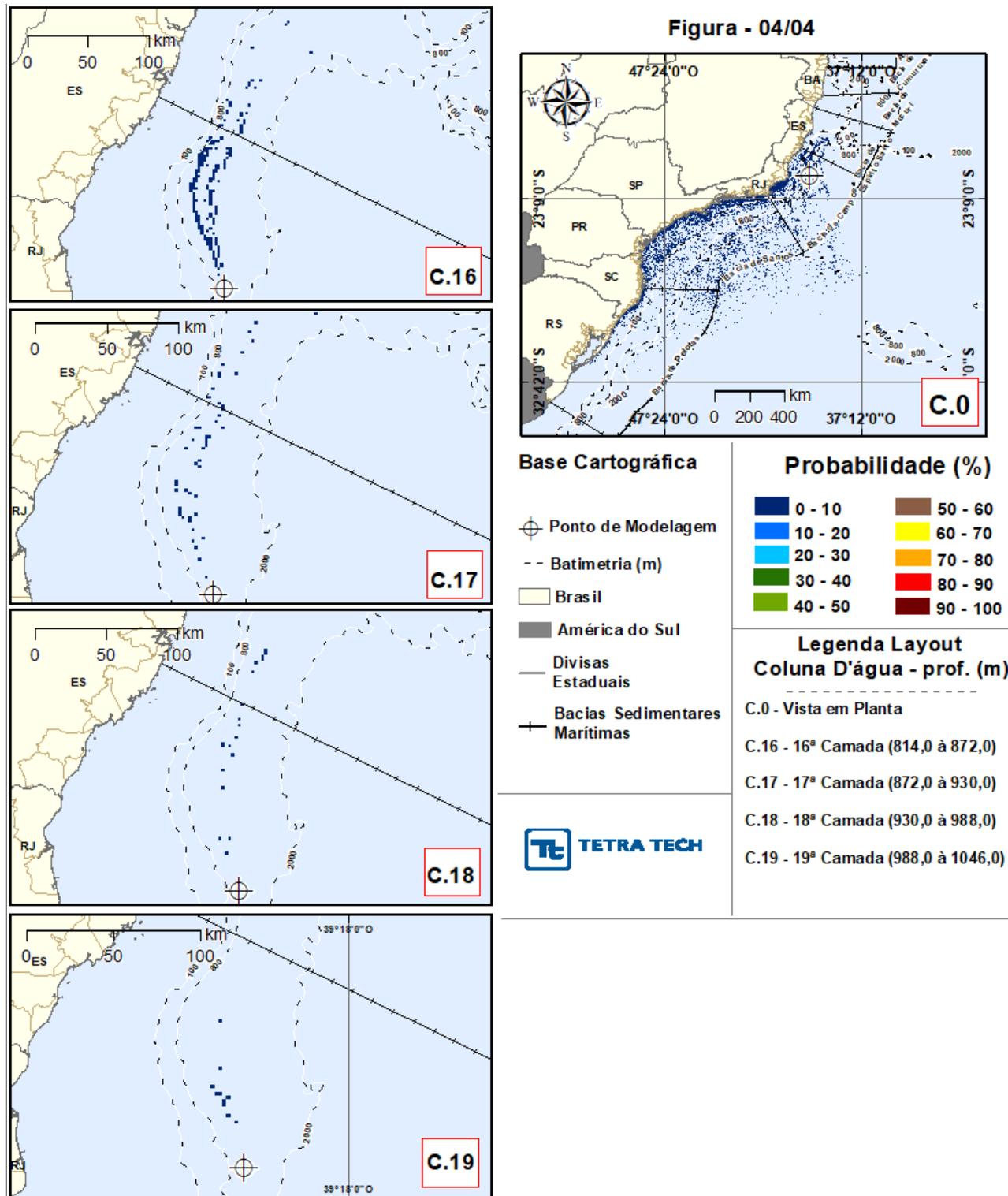
**Figura 102 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 6 a 10.



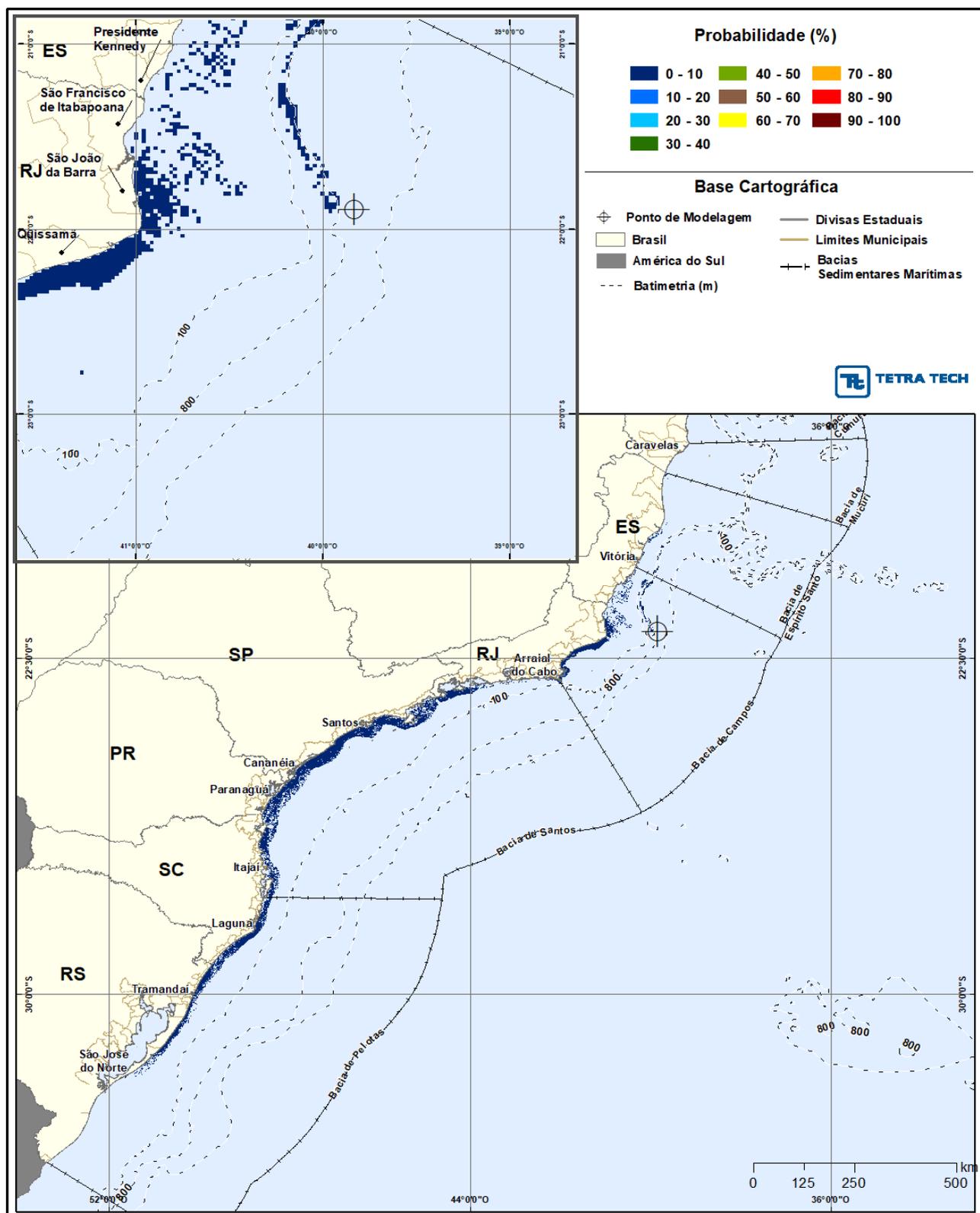
**Figura 103 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 11 a 15.



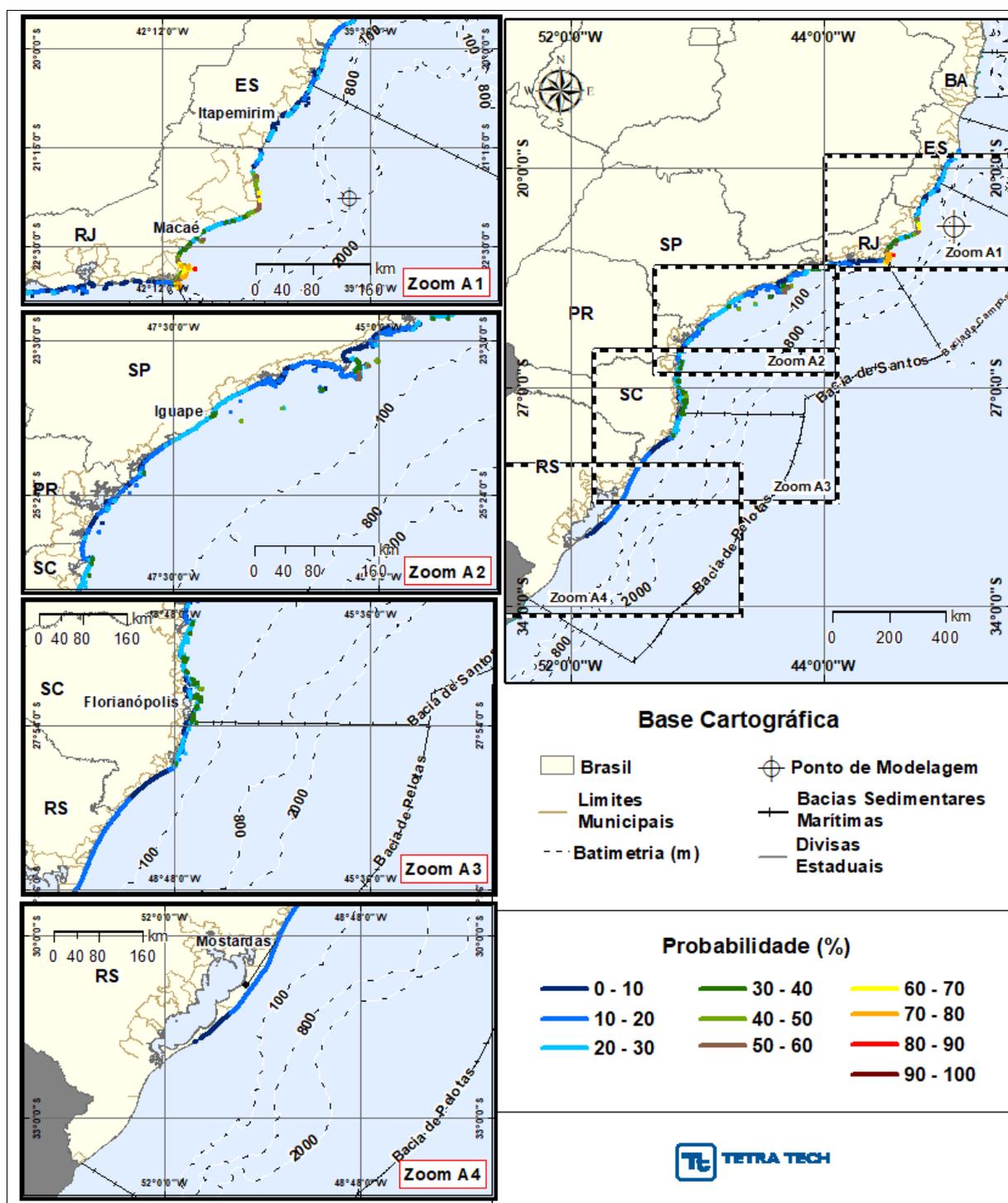
**Figura 104 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Contornos de probabilidade de óleo (API 20° - ODP4) na coluna d'água (vista em camadas: resultado de acordo com a profundidade) para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. Camada 16 a 20.



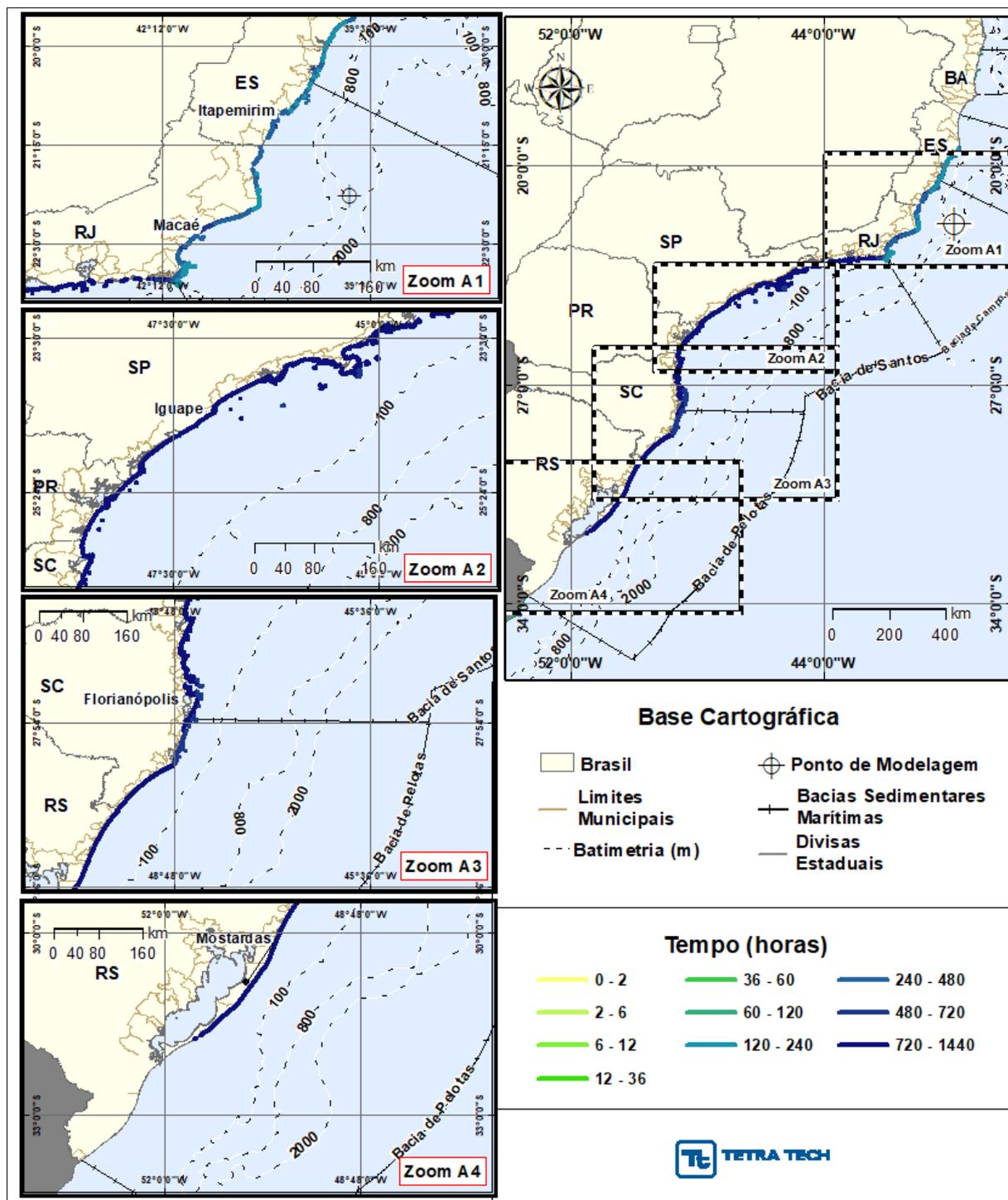
**Figura 105 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D** Contornos de probabilidade de interação do óleo (API 20° - ODP4) com o leito oceânico para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



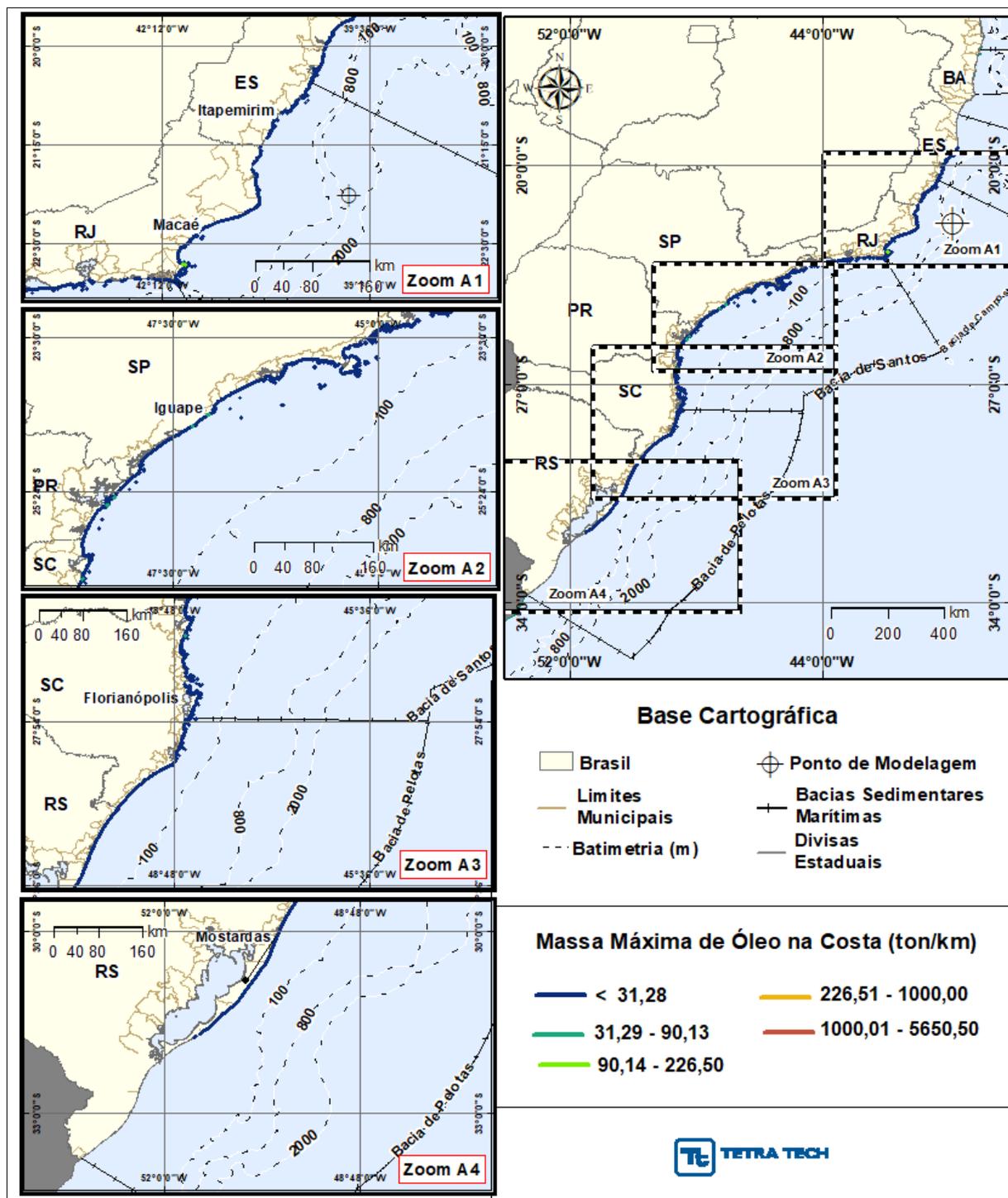
**Figura 106 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Intervalos de probabilidade de óleo (API 18,7 - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



**Figura 107 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Intervalos de tempo de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



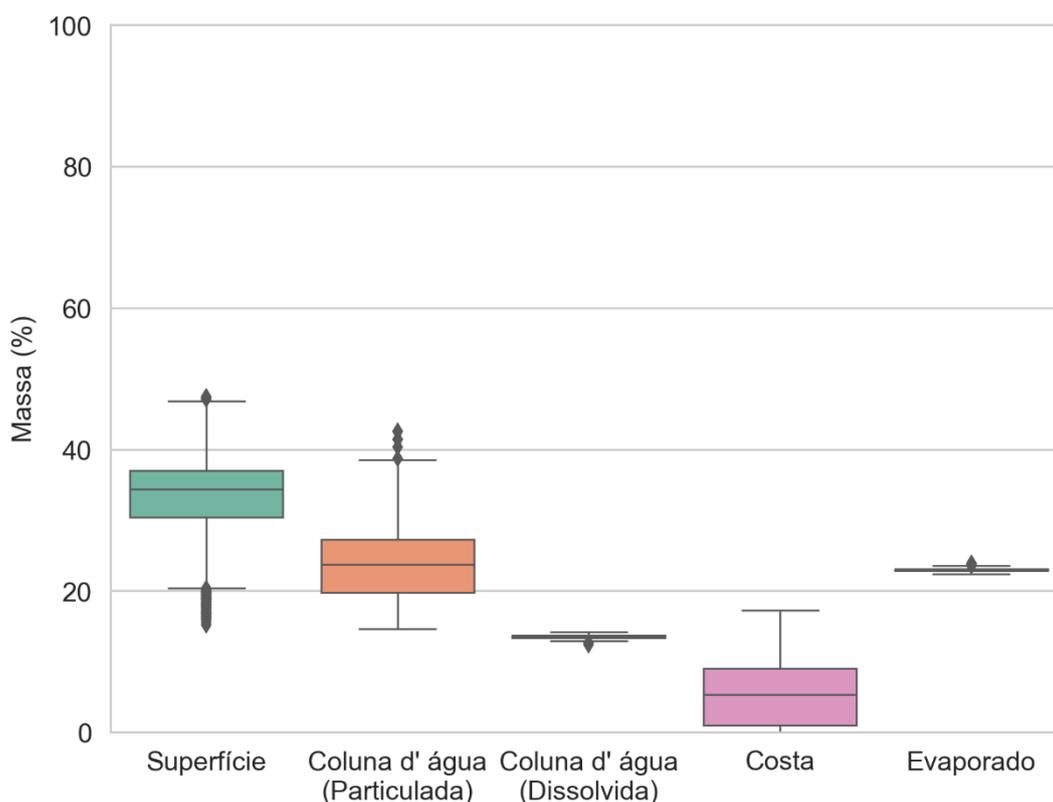
**Figura 108 - Cenário FRADE\_OUT-INV\_PC\_60D.** Massa máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



A seguir, apresenta-se o diagrama boxplot e tabela com valores mínimo, médio e máximo dos balanços de massa dos 1.000 cenários determinísticos que compuseram o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período de outono-inverno.

Observa-se o mesmo padrão descrito para o cenário de *blowout* no período de primavera-verão, com entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada e dissolvida) e a evaporação sendo os principais processos que contribuem para a retirada do óleo da superfície da água. Em média o óleo entranhado na coluna d'água (parcela particulada e dissolvida) corresponde a 59,46% de todo o volume derramado. Ao final da simulação, a presença do óleo na superfície da água é, em média, de 33,48 %.

**Figura 109** - Diagrama boxplot com o resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período de outono-inverno, no instante final da simulação.



**Tabela 38** - Resumo dos balanços de massa para o cenário probabilístico com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4 no período de outono-inverno.

VALORES	SUPERFÍCIE (%)	COLUNA D'ÁGUA - PARTICULADO (%)	COLUNA D'ÁGUA - DISSOLVIDO (%)	COSTA (%)	EVAPORADO (%)
Mínimo	15,20	14,62	12,34	0,00	22,36
Médio	33,48	23,96	13,53	6,06	22,97
Máximo	47,46	42,60	14,13	17,24	23,91

A Tabela 39 apresenta um resumo dos resultados por município com probabilidade de toque para o cenário de outono-inverno com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4. Observa-se que a probabilidade de toque de óleo na costa abrangeu 3.401,2 km de linha de costa, com toque em municípios litorâneos dos estados da Bahia ao Rio Grande do Sul. O município com o toque mais ao norte foi Linhares (ES) e, mais ao sul, o de São José do Norte (RS). Observa-se ainda que o menor tempo para o toque de óleo na costa ocorre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), 139 após o derrame.

**Tabela 39** - Resumo dos resultados probabilísticos por município para o cenário com derrame de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da outono-inverno.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSÃO DE TOQUE (km)
ES	Linhares	24,1	206	312	1,2838	37,57
	Aracruz	25,3	202	318	0,9697	69,21
	Fundão	24,0	220	237	1,5679	6,77
	Serra	26,7	191	313	1,6096	19,75
	Vitória	21,6	216	443	0,9735	38,81
	Vila Velha / Ilha Itatiaia	1,0	931	932	0,6279	5,54
	Vila Velha / Ilha das Garças	11,6	197	428	0,6504	1,08
	Vila Velha / Laje Canopus	21,0	211	211	0,9767	0,77
	Vila Velha	29,9	197	370	1,4954	37,79
	Guarapari /Arquipélago das Três Ilhas	1,4	370	530	0,9477	4,82
	Guarapari / Ilha Rasas	1,9	370	649	0,6322	1,12
	Guarapari / Ilha Escalvada	2,2	295	295	0,6422	0,71
	Guarapari / Ilha Caieira	1,0	534	534	0,6280	0,33
	Guarapari / Afloramento não Identificado	22,1	253	327	2,5001	0,40
	Guarapari	22,1	214	374	2,5001	45,87
	Anchieta / Laje na Praia do Além	26,5	220	220	5,3402	0,23
	Anchieta / Ilha de Parati	17,7	310	310	2,2437	0,67
	Anchieta / Laje em Anchieta	7,0	309	309	1,0520	0,27
	Anchieta / Ilhota em Iriri	1,0	300	300	0,6425	0,23

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Anchieta	26,5	220	319	5,3402	31,21
	Itapemirim / Ilha do Francês	1,0	348	348	0,6294	1,72
	Itapemirim	8,4	283	548	0,9546	14,89
	Marataízes / Ilha Branca	1,0	810	810	0,4698	1,01
	Marataízes / Ilhas Itaputerias	1,0	489	757	0,7281	0,89
	Marataízes / Lajes na Praia das Pitas	23,3	244	244	1,8892	0,52
	Marataízes	23,3	244	377	1,8993	20,88
	Presidente Kennedy	6,5	317	317	0,6387	2,12
RJ	São Francisco de Itabapoana / Ilha do Lima	52,4	197	261	4,0364	4,20
	São Francisco de Itabapoana	43,9	259	414	2,7650	29,06
	São João da Barra	67,9	202	272	25,5590	43,10
	Campos dos Goytacazes	61,1	164	271	25,5590	28,85
	Quissamã	37,7	359	475	25,5363	44,99
	Carapebus	32,3	359	658	25,5286	17,23
	Macaé / Pedra das Galhetas	53,6	251	251	19,1619	0,69
	Macaé / Ilha Ponta das Cavalas	53,6	251	251	19,1619	1,23
	Macaé / Ilha do Francês	53,6	251	251	19,1619	3,65
	Macaé / Ilha de Sant'anna	48,1	338	354	25,4911	5,61
	Macaé / Ilhote do Sul	48,1	338	338	25,4911	1,75
	Macaé / Ilha dos Papagaios	18,6	632	632	4,0092	0,62
	Macaé / Pedra de Imbetiba	17,5	350	350	5,2726	0,63
	Macaé / Pedra Dona Maria	19,3	553	553	2,0606	0,16
	Macaé	35,5	333	381	25,5286	24,11
	Rio das Ostras / Ilha da Marieta	35,1	390	390	22,4964	0,50
	Rio das Ostras / Ilha Moleque de Fora	35,1	390	482	22,4964	0,66
	Rio das Ostras / Ilha Rasa	22,0	544	544	1,3324	0,33
	Rio das Ostras / Ilha do Mel	22,0	544	544	1,3324	0,78
	Rio das Ostras / Lajes de Itapebussus	22,7	536	536	1,9798	0,52
	Rio das Ostras / Laje em Rio das Ostras	21,1	543	543	4,1430	0,11
	Rio das Ostras / Ilha do Costa	21,1	543	543	4,1430	1,25
	Rio das Ostras / Ilha do Coqueiro Só	31,5	525	530	12,7415	0,62
	Rio das Ostras / Ilha dos Trinta-Réis	21,4	537	537	3,1263	0,27
	Rio das Ostras / Laje na Praia do Bosque	1,0	1154	1154	0,3131	0,12
	Rio das Ostras	38,7	348	525	25,4780	30,51
Casimiro de Abreu / Ilha dos Trinta-Réis	20,7	446	446	1,1162	0,38	

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Casimiro de Abreu	36,5	446	477	18,7178	5,59
	Armação dos Búzios / Ilha Feia	40,2	346	346	9,7016	2,09
	Armação dos Búzios / Rochedo do Caboclo	43,2	406	406	19,4066	0,10
	Armação dos Búzios / Lajes na Ilha da Rasa	34,5	255	255	35,4949	0,25
	Armação dos Búzios / Ilha Rasa	34,5	255	255	35,4949	1,91
	Armação dos Búzios / Laje de Manguinhos	27,1	404	404	110,0132	0,13
	Armação dos Búzios / Laje da Praia da Tartaruga	62,0	204	204	25,5099	0,27
	Armação dos Búzios / Ilha do Caboclo	62,0	204	204	25,5099	0,23
	Armação dos Búzios / Ilha Branca	74,6	188	188	12,7487	0,83
	Armação dos Búzios / Laje do Criminoso	74,6	188	188	12,7487	0,06
	Armação dos Búzios / Ilha próxima à Praia do Forno	73,5	178	179	12,8383	0,31
	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	81,9	139	139	19,1544	2,92
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá (Filhote)	68,6	151	151	2,4914	0,50
	Armação dos Búzios / Ilha Gravatá	68,6	151	152	3,2106	2,36
	Armação dos Búzios / Ilha do Boi	63,3	178	178	6,8192	0,58
	Armação dos Búzios / Lajes na Praia da Ferradura	64,4	178	200	12,7770	0,18
	Armação dos Búzios / Laje das Enchovas	67,3	197	197	12,7725	0,04
	Armação dos Búzios / Laje Seca	67,3	197	197	12,7725	0,07
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Fora	67,3	197	197	12,7725	1,05
	Armação dos Búzios / Ilha Emerência de Dentro	67,3	197	197	12,7725	1,06
	Armação dos Búzios	74,6	154	259	156,5317	52,04
	Cabo Frio / Laje do Mero	36,5	447	447	8,9863	0,07
	Cabo Frio / Ilha do Breu	76,4	174	174	12,8219	1,34
	Cabo Frio / Ilha de Pargos	76,4	174	179	12,8588	5,14
	Cabo Frio / Ilha dos Capões	71,1	178	178	12,8588	1,93
	Cabo Frio / Ilha Comprida	70,9	194	205	12,8751	7,62
	Cabo Frio / Ilha Redonda	70,9	194	196	12,8751	1,14
	Cabo Frio / Ilha Dois Irmãos	46,4	214	214	6,1684	1,26
	Cabo Frio / Ilha dos Papagaios	58,1	406	418	12,7591	6,14
	Cabo Frio / Ilha do Forte São Matheus	41,6	480	480	25,4761	0,38
	Cabo Frio	62,8	294	429	25,5058	36,26
	Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	37,1	327	327	11,4053	1,03

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos	72,3	176	181	12,8289	2,78
	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	77,4	162	175	13,0469	19,10
	Arraial do Cabo / Ilha do Farol	17,2	478	478	2,1314	0,29
	Arraial do Cabo / Ilha dos Franceses	17,2	478	478	2,1314	0,85
	Arraial do Cabo	72,3	183	377	25,4851	57,13
	Araruama	4,6	738	1018	0,9295	2,99
	Saquarema / Laje Itaúna	3,5	954	954	1,2207	0,48
	Saquarema / Pedras da Laje	3,5	954	954	1,2207	0,57
	Saquarema	3,5	930	1303	1,2207	10,58
	Maricá / Ilhas Maricás	1,9	1069	1289	0,5943	6,43
	Maricá	2,9	850	1093	0,9314	14,65
	Niterói / Ilha da Menina	1,5	1077	1077	0,9283	1,15
	Niterói / Ilha da Mãe	1,5	1077	1077	0,9283	2,23
	Niterói / Ilha do Pai	5,9	1012	1012	1,2420	2,15
	Niterói / Ilha do Veado	1,0	1185	1268	0,4658	1,32
	Niterói	1,5	1077	1342	0,9283	7,59
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa	18,4	837	837	6,7930	2,67
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda	1,8	1030	1036	0,7271	2,55
	Rio de Janeiro / Ilha Redonda (Filhote)	1,8	1031	1031	0,7271	0,68
	Rio de Janeiro / Laje da Redonda	1,8	1031	1031	0,7271	0,13
	Rio de Janeiro / Laje da Cagarra	1,0	1158	1158	0,6887	0,80
	Rio de Janeiro / Ilha Cagarra	12,1	951	1106	3,7084	1,40
	Rio de Janeiro / Ilha Filhote	1,0	1158	1158	0,6887	0,71
	Rio de Janeiro / Ilhota Pequena (Matias)	1,2	1062	1062	0,5360	0,23
	Rio de Janeiro / Ilhota Grande (Praça Onze)	15,7	918	990	6,0613	0,58
	Rio de Janeiro / Ilha de Palmas	12,1	951	951	3,7084	1,45
	Rio de Janeiro / Ilha Comprida	15,7	918	918	6,0613	3,25
	Rio de Janeiro / Ilha do Meio	9,6	935	994	1,8624	0,96
	Rio de Janeiro / Ilha da Alfavaca	13,5	875	908	4,6085	1,77
	Rio de Janeiro / Laje da Alfavaca	13,5	875	875	4,6085	0,28
	Rio de Janeiro / Ilha Pontuda	13,5	875	875	4,6085	1,62
	Rio de Janeiro / Lajes do Magdalena	13,5	875	875	4,6085	0,39
	Rio de Janeiro / Ilha da Barra	13,5	875	875	4,6085	0,26
	Rio de Janeiro / Ilha do Pontal de Sernambetiba	8,9	961	961	1,2412	1,82
	Rio de Janeiro / Ilha das Peças	11,2	905	905	1,8582	0,65
	Rio de Janeiro / Ilha Urupira	11,2	905	905	1,8582	2,80

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Rio de Janeiro / Ilha Rasa de Guaratiba	20,4	827	827	4,6402	1,76
	Rio de Janeiro / Ilha do Frade	1,8	948	948	0,6184	0,47
	Rio de Janeiro / Restinga da Marambaia	18,7	858	959	4,9309	11,06
	Rio de Janeiro	20,4	827	1009	4,6402	54,29
	Itaguaí / Restinga da Marambaia	23,9	819	901	9,8365	19,71
	Mangaratiba / Laje da Marambaia	8,2	857	857	0,8386	0,43
	Mangaratiba / Restinga da Marambaia	23,9	793	963	9,8365	20,76
	Angra dos Reis / Ilha de Jorge Grego	32,7	806	836	12,7383	6,82
	Angra dos Reis / Ilha do Guriri	27,0	849	849	8,9134	0,65
	Angra dos Reis / Ilha de Dois Rios	27,4	825	825	8,3093	1,25
	Angra dos Reis / Ilha dos Meros	22,5	806	816	13,6844	1,40
	Angra dos Reis / Ilha Grande	30,8	766	871	16,9241	85,37
	Angra dos Reis / Ilha do Recife	12,1	869	869	2,1428	0,46
	Angra dos Reis / Ilha de Palmas	14,5	852	852	2,4746	1,88
	Paraty / Ilha Cairuçu	25,7	807	861	12,7350	1,67
	Paraty / Laje do Sono	12,2	905	905	1,8538	0,40
	Paraty / Ilha das Laranjeiras	5,3	891	895	0,8184	0,95
	Paraty / Ilhas em Laranjeiras	13,3	876	876	2,4624	0,77
	Paraty / Ilha da Trindade	19,1	867	867	8,3545	1,01
	Paraty	26,2	807	878	15,0684	76,64
SP	Ubatuba / Ilhota das Couves	8,9	884	884	0,8575	0,75
	Ubatuba / Ilha das Couves	17,5	869	872	6,4606	6,22
	Ubatuba / Ilhota da Comprida	16,1	892	892	3,3824	0,70
	Ubatuba / Ilhota da Carapuça	16,1	892	892	3,3824	0,52
	Ubatuba / Ilha Comprida	16,1	892	892	3,3824	4,08
	Ubatuba / Laje Mofina	9,3	899	899	1,2819	0,54
	Ubatuba / Ilha Redonda	6,6	922	924	1,2298	0,93
	Ubatuba / Ilha dos Porcos Pequena	12,7	893	917	3,9929	2,73
	Ubatuba / Ilha da Pesca	12,7	893	893	3,9929	0,99
	Ubatuba / Ilha da Selinha	12,7	893	893	3,9929	0,66
	Ubatuba / Ilha Rapada	10,1	894	894	1,1095	1,53
	Ubatuba / Laje Pequena	2,8	1026	1026	0,9034	0,25
	Ubatuba / Laje Feia	4,6	917	917	0,7703	0,23
	Ubatuba / Laje Grande	1,2	917	917	0,7678	0,28
	Ubatuba / Ilhota do Prumirim	2,8	1026	1026	0,9034	1,13
	Ubatuba / Ilha do Prumirim	10,5	935	958	1,8459	3,40
	Ubatuba / Laje das Palmas	2,0	884	884	0,5749	0,08

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Ubatuba / Ilha das Palmas	25,8	814	839	4,3123	3,06
	Ubatuba / Ilha das Pombas	6,6	922	922	1,2298	0,40
	Ubatuba / Ilha das Cabras	1,0	1151	1151	0,5581	0,83
	Ubatuba / Ilha Anchieta	25,8	807	861	11,0759	22,34
	Ubatuba / Ilhota do Sul	7,4	847	847	0,6799	1,29
	Ubatuba / Ilha do Mar Virado	6,0	958	963	0,9237	6,99
	Ubatuba / Ilhota do Negro	4,8	1070	1070	1,2355	0,30
	Ubatuba / Laje Grande do Perequê	10,2	964	964	4,8961	0,27
	Ubatuba	19,1	813	1022	8,3545	127,75
	Caraguatatuba / Ilha Tamanduá	1,0	1365	1365	0,2151	3,01
	Caraguatatuba	4,5	948	1239	1,5292	17,43
	Ilhabela / Ilha dos Pescadores	44,0	729	737	14,6956	2,12
	Ilhabela / Ilhota das Cabras (Ilha Cagadinha)	42,9	770	770	12,7372	1,32
	Ilhabela / Ilha da Vitória	47,9	729	737	19,0674	9,24
	Ilhabela / Ilha dos Búzios	53,7	764	778	19,1014	18,22
	Ilhabela / Ilha Sumítica	20,7	779	779	0,9851	1,29
	Ilhabela / Ilha da Serraria	15,5	876	876	1,0580	1,58
	Ilhabela / Ilha Ribeirão	29,2	803	803	19,0859	0,87
	Ilhabela / Ilha das Galetas	28,6	798	798	4,2834	1,39
	Ilhabela / Ilhote Codó	13,0	886	886	6,4097	0,40
	Ilhabela / Ilhote da Figueira	13,0	885	886	6,4097	0,44
	Ilhabela / Laje da Garoupa	3,1	885	885	0,7836	0,14
	Ilhabela / Laje do Carvão	12,4	892	892	3,0598	1,82
	Ilhabela / Laje do Veloso	2,2	1030	1030	0,6501	0,02
	Ilhabela / Laje da Fome	33,8	801	801	4,0130	0,04
	Ilhabela / Ilha da Lagoa	29,2	803	803	19,0859	0,45
	Ilhabela	57,4	561	866	19,1962	142,52
	São Sebastião / Ilha de Toque-Toque	13,0	959	969	13,9412	3,61
	São Sebastião / Laje da Apra	12,6	943	943	12,7455	0,95
	São Sebastião / Laje na Praia de Santiago	8,3	1007	1007	0,9369	0,16
	São Sebastião / Laje de Maresias	8,5	1003	1003	0,9423	0,16
	São Sebastião / Ilha dos Gatos	9,9	975	990	0,7290	1,79
	São Sebastião / Ilha Montão de Trigo	10,4	966	974	0,9230	4,86
	São Sebastião / Baixo Grande	9,9	995	995	0,8004	0,10
	São Sebastião / Ilha das Couves	12,6	963	963	8,9571	4,51
	São Sebastião / As Ilhas	12,6	963	989	8,9571	3,38

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	São Sebastião / Ilhota da Praia de Juquehy 2	2,2	1024	1024	0,7313	0,30
	São Sebastião / Ilhota da Praia de Juquehy 1	2,2	1022	1022	1,1178	0,12
	São Sebastião / Arq. Alcatrazes	39,0	816	825	12,7752	13,46
	São Sebastião / Ilha do Maracujá	3,7	1011	1011	0,7183	0,48
	São Sebastião	12,6	934	1026	18,6939	75,44
	Bertioga / Ilha Monte Pascoal	13,7	978	987	7,7405	0,77
	Bertioga	13,7	971	1003	9,1948	42,65
	Santos / Laje de Santos	45,4	699	700	12,7816	1,99
	Santos / Ilha de Urubuqueçaba	11,1	978	978	3,3882	1,73
	Santos	12,0	964	982	5,2194	10,27
	Guarujá / Ilha do Guará	12,8	1002	1002	4,2517	0,65
	Guarujá / Ilhota da Prainha	9,2	1030	1030	1,8335	0,79
	Guarujá / Ilha Prainha Branca	12,8	1002	1002	4,2517	0,76
	Guarujá / Ilhota do Itaporanga	9,4	988	1146	2,1611	0,69
	Guarujá / Ilha do Perequê	5,8	1002	1002	1,2257	0,26
	Guarujá / Ilha dos Arvoredos	1,0	1019	1019	0,6098	0,80
	Guarujá / Ilha Laje	6,8	984	984	1,3112	0,34
	Guarujá / Ilha do Mar Casado	6,8	984	984	1,3112	1,82
	Guarujá / Ilha das Cabras	2,3	966	966	0,8216	1,43
	Guarujá / Ilha Pombeba	4,5	995	995	2,1387	0,96
	Guarujá / Ilha da Moela	19,6	909	910	12,7433	3,88
	Guarujá / Ilhota Pau a Pino	19,6	909	909	12,7433	0,27
	Guarujá / Ilha do Mato	16,5	934	959	14,9760	0,69
	Guarujá / Ilha das Palmas	15,2	959	959	9,1942	0,88
	Guarujá / Ilha do Pau a Pino	4,1	984	984	0,6117	0,50
	Guarujá	19,8	896	994	19,1048	73,61
	São Vicente	13,3	945	1244	5,1665	9,88
	Praia Grande	19,2	945	999	22,3916	33,73
	Mongaguá	20,5	953	987	25,5058	13,56
	Itanhaém / Laje da Conceição	12,6	969	969	1,7764	0,35
	Itanhaém / Ilha do Givura	20,6	965	965	12,7668	0,53
	Itanhaém	23,7	931	972	25,5116	24,29
	Itanhaém / Pedra Meia Praia	10,6	968	968	0,7897	0,41
	Peruíbe / Ilha Queimada Grande	41,6	769	796	19,0909	4,69
	Peruíbe / Ilha Queimada Pequena	13,4	913	924	2,1794	1,44
	Peruíbe / Ilha de Peruíbe	13,5	949	949	0,9737	0,68
	Peruíbe / Ilhota da Praia Guaraú	23,2	951	951	10,3585	0,21
	Peruíbe / Ilha do Guaraú	30,3	940	940	12,8082	1,66

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Peruíbe / Pedra Grande	30,3	940	940	12,8082	0,95
	Peruíbe / Ilha do Boquete	31,2	926	926	19,2017	1,11
	Peruíbe / Laje Paranapuã	22,0	929	929	2,0080	0,29
	Peruíbe	31,4	926	952	38,6158	42,20
	Iguape	28,3	940	988	38,6158	46,33
	Ilha Comprida	23,2	1029	1080	25,4675	68,18
	Cananéia / Ilha do Bom Abrigo	30,8	996	998	19,1103	5,96
	Cananéia / Ilhota	27,7	995	995	19,0953	1,56
	Cananéia / Laje do Cambriú	14,1	1057	1057	1,7919	0,07
	Cananéia / Ilha do Cambriú	14,1	1057	1057	1,7919	2,02
	Cananéia	20,8	962	1096	26,7478	43,78
	Cananéia / Ilha do Castilho	13,4	1033	1045	0,9596	1,16
	PR	Guaraqueçaba	20,6	951	1029	40,8131
Guaraqueçaba / Ilha da Figueira		12,9	1042	1042	0,8041	0,78
Guaraqueçaba / Ilha das Peças		11,1	956	1065	8,2759	13,63
Paranaguá / Ilha Portão do Norte		2,7	1107	1107	0,6730	0,41
Paranaguá / Ilha Itapema do Norte		2,7	1107	1133	0,6730	0,54
Paranaguá / Ilhas das Palmas		19,7	1025	1025	19,0955	2,89
Paranaguá / Ilha do Mel		20,6	1000	1041	33,6811	27,65
Paranaguá / Ilha da Galheta		18,2	1000	1021	12,7290	1,49
Pontal do Paraná		12,5	990	1075	24,5305	22,08
Matinhos / Ilhas Currais		9,6	978	985	1,2093	1,79
Matinhos		14,4	1021	1076	18,9322	19,45
Matinhos / Ilhas Itacolomís		13,3	977	977	1,0281	0,33
Matinhos / Ilha Caiobá		8,0	1021	1039	1,0597	0,95
Guaratuba		20,1	987	1045	16,4950	16,17
SC	Itapoá / Ilha Saí	18,8	998	998	4,5857	0,88
	Itapoá	18,8	996	1021	6,1333	24,87
	Itapoá / Ilha Fora de Itapema	7,7	1003	1003	1,6865	0,45
	São Francisco do Sul	33,7	899	958	25,4895	47,16
	São Francisco do Sul / Pedra do Lobo	12,9	936	936	3,3823	0,15
	São Francisco do Sul / Laje da Baleia	20,7	932	932	1,1383	0,17
	São Francisco do Sul / Pedra do Itacolomi	12,9	936	936	3,3823	0,07
	São Francisco do Sul / Ilhota São Luís	35,1	924	924	12,7502	0,14
	São Francisco do Sul / Ilha da Paz	35,1	924	924	12,7502	3,07
	São Francisco do Sul / Ilha da Velha	35,1	924	924	12,7502	1,01

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	São Francisco do Sul / Ilha da Sororoca	35,1	924	924	12,7502	0,19
	São Francisco do Sul / Ilha do Pirata	12,9	936	936	3,3823	0,70
	São Francisco do Sul / Pedra da Corvina	7,0	951	951	0,7699	0,05
	São Francisco do Sul / Ilha Mandigituba	32,5	915	915	19,0772	0,81
	São Francisco do Sul / Pedra do Caçõ	32,5	915	915	19,0772	0,08
	São Francisco do Sul / Ilha dos Veados	12,9	936	936	3,3823	0,97
	São Francisco do Sul / Ilha Tamboretas	31,3	896	897	19,1131	4,22
	Balneário Barra do Sul	26,2	908	945	34,1354	11,89
	Balneário Barra do Sul / Ilha Araras	26,1	891	891	1,6256	1,91
	Balneário Barra do Sul / Ilha Remédio	26,1	891	906	1,6256	2,78
	Balneário Barra do Sul / Ilha Feia	26,1	891	910	1,6256	1,31
	Balneário Barra do Sul / Ilha Tipitinga	25,3	916	916	1,5717	0,73
	Balneário Barra do Sul / Ilha dos Lobos	27,2	887	887	1,8127	0,48
	Araquari	25,6	908	942	31,2356	4,48
	Barra Velha	27,4	930	965	22,4981	19,22
	Barra Velha / Ilha de Canas	14,1	986	986	8,9430	1,61
	Barra Velha / Pedra da Laje	27,4	942	942	19,1135	2,13
	Barra Velha / Ilhas Itacolomis	25,0	907	907	3,4232	0,46
	Balneário Piçarras	28,8	987	1001	25,4675	7,07
	Balneário Piçarras / Ilha Feia	25,2	937	937	2,7872	2,16
	Penha	35,1	849	907	19,1279	31,84
	Navegantes	30,6	901	982	12,7795	11,19
	Navegantes / Ilha de Gravatá	30,6	901	969	12,7674	0,48
	Itajaí	28,7	993	997	9,5434	10,86
	Balneário Camboriú / Laje das Laranjeiras	20,1	897	897	1,0404	0,31
	Balneário Camboriú	31,9	860	1001	15,5736	29,46
	Balneário Camboriú / Ilha das Cabras	19,5	1017	1017	4,3073	0,71
	Itapema	13,5	1014	1068	2,1521	11,43
	Bombinhas	35,1	826	984	19,1256	45,56
	Bombinhas / Ilha da Galé	38,8	689	689	19,1568	5,98
	Bombinhas / Ilha do Amendoim	31,2	879	879	13,7785	5,11
	Bombinhas / Ilhas Mondobins	6,7	1002	1002	1,3057	0,05
	Bombinhas / Ilha Calhau de São Pedro	28,2	750	750	1,2806	0,47

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Bombinhas / Ilha Deserta	40,6	676	683	12,7646	3,81
	Bombinhas / Ilha do Arvoredo	40,7	679	716	12,7913	12,94
	Porto Belo	33,2	850	1009	19,1256	18,69
	Porto Belo / Ilha João da Cunha	16,4	1018	1019	3,4122	4,67
	Tijucas	3,5	1090	1216	0,9174	7,11
	Florianópolis	38,0	682	884	25,5068	102,63
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Norte	29,7	692	692	1,8108	0,60
	Florianópolis / Ilha do Francês	19,3	855	946	3,5899	2,20
	Florianópolis / Ilha Mata - Fome	38,0	682	682	12,7601	1,35
	Florianópolis / Ilha do Badejo	32,7	676	677	1,7525	1,36
	Florianópolis / Ilha do Xavier	20,1	689	701	1,2316	2,26
	Florianópolis / Ilha do Campeche	32,8	779	796	11,0889	5,23
	Florianópolis / Ilha das Aranhas	35,3	681	681	19,1229	4,38
	Florianópolis / Ilha Irmã Pequena	20,1	746	746	3,3560	1,94
	Florianópolis / Ilha Irmã de Fora	33,5	708	717	8,0564	3,17
	Florianópolis / Laje Moleques do Sul	20,4	672	672	1,4987	0,28
	Florianópolis / Ilhas Moleques do Sul	34,6	632	632	12,7697	3,18
	Florianópolis / Ilha Irmã do Meio	20,1	725	847	3,3560	5,57
	Governador Celso Ramos / Ilha na Ponta dos Ganchos	16,5	1016	1016	1,8536	0,27
	Governador Celso Ramos / Laje Preta	25,5	1003	1003	3,8502	0,05
	Governador Celso Ramos	25,5	1003	1105	3,8502	47,93
	Governador Celso Ramos / Ilha de Ganchos	10,9	1020	1023	1,0783	2,25
	Governador Celso Ramos / Ilha das Palmas	25,5	1003	1003	3,8502	1,61
	Palhoça	7,3	1067	1150	3,0537	17,54
	Palhoça / Ilha dos Papagaios	3,7	1158	1170	0,9107	1,80
	Palhoça / Ilha Nossa Senhora de Araçatuba	3,7	1159	1159	0,6167	1,12
	Paulo Lopes	6,8	1140	1157	2,1354	5,61
	Paulo Lopes / Ilha de Coral	24,8	694	694	9,5148	3,40
	Garopaba / Ilhote do Areal	13,8	1020	1020	4,8798	0,25
	Garopaba	21,3	685	967	8,8615	32,05
	Garopaba / Ilhota do Siriú	7,0	835	934	1,1639	0,81
	Garopaba / Parcel de Garopaba	11,9	688	688	0,8636	0,38
	Garopaba / Ilhote de Ouvidor	21,3	692	692	5,5011	0,39
	Imbituba	26,8	666	706	15,3729	41,74
	Imbituba / Ilha do Batuta	24,0	681	690	8,3434	1,18
	Imbituba / Ilha Santana Norte	26,8	696	696	12,7312	0,80

UF	MUNICIPIO	PROBABILIDADE DE OLEO NA COSTA (%)	TEMPO MINIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MEDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MAXIMA NA COSTA (ton./km)	EXTENSAO DE TOQUE (km)
	Imbituba / Ilha Santana Sul	26,8	696	696	12,7312	0,94
	Imbituba / Ilha das Araras	18,0	696	696	0,6433	2,05
	Imbituba / Ilha Tacami	27,1	685	686	3,6216	0,44
	Laguna	32,4	683	782	19,1352	51,81
	Laguna / Ilha dos Lobos	11,6	696	696	0,6139	1,28
	Laguna / Ilha Marta Pequeno	13,0	704	704	0,7903	0,86
	Laguna / Ilha do Cardoso	13,2	957	957	12,7677	0,34
	Jaguaruna	11,9	1032	1105	15,2484	37,23
	Balneário Rincão	9,2	1078	1138	3,9534	15,30
	Araranguá	7,3	1083	1115	6,3346	11,15
	Balneário Arroio do Silva	7,3	1098	1152	6,9646	20,14
	Balneário Gaivota	18,9	806	1006	8,1510	20,36
	Passo de Torres	18,0	806	894	5,8772	11,83
	RS	Torres	18,7	806	1010	5,0077
Arroio do Sal		15,1	894	1036	8,2118	21,64
Torres / Ilha dos Lobos		18,7	907	907	5,0077	1,06
Terra de Areia		15,1	1039	1046	8,2118	2,90
Capão da Canoa		17,5	887	975	5,2548	18,28
Xangri-Lá		18,4	880	898	8,8591	11,46
Osório		16,3	894	913	4,5874	2,94
Imbé		19,2	887	925	9,1566	11,02
Tramandaí		18,8	898	918	11,6797	15,81
Cidreira		18,8	884	924	14,9581	17,34
Balneário Pinhal		19,0	912	926	12,1739	7,93
Palmares do Sul		18,8	898	966	14,9164	23,49
Mostardas		18,8	929	1025	18,8441	91,64
Tavares		15,9	1057	1229	8,2065	46,88
São José do Norte	8,5	1221	1323	6,0581	34,98	

A Tabela 40

**Tabela 40** apresenta um resumo dos municípios presentes no interior de baías/estuários/canais com toque superior a 60 horas, associado ao cenário probabilístico de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, para o período da outono-inverno.

**Tabela 40** - Resumo dos municípios presentes no interior de estuários/baías com probabilidade de toque em tempo superior a 60 horas, considerando o resultado probabilístico do cenário de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4, no período da outono-inverno.

UF	MUNICÍPIO	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA NA COSTA (ton./km)
RJ	Baía de Vitória - Cariacica	21,6	216,0	0,9735
	Baía de Guanabara - Duque de Caxias	4,3	951,0	1,2335
PR	Baía de Paranaguá - Antonina	20,6	951,0	33,6811
SC	Baía Norte - Biguaçu	26,5	997,0	19,0783

#### 4.2.1.5. Resumo dos Resultados Probabilísticos

A Tabela 41 apresenta o resumo dos resultados probabilísticos mais críticos de toque do óleo na linha de costa para cada um dos cenários. Ressalta-se que os cenários de volume pequeno não apresentaram probabilidade de toque de óleo na costa.

No período da primavera-verão os menores tempos de toque na costa ocorreram na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), sendo de 165 horas para o cenário de volume médio e de 157 horas no cenário de afundamento do FPSO. No cenário de pior caso a partir de *blowout* do poço ODP4 o menor tempo de toque foi de 165 horas em Campos dos Goytacazes (RJ).

Os menores tempos de toque de todo o estudo ocorreram no período de outono-inverno, sendo 135 horas para o volume médio, 132 horas no cenário de afundamento do FPSO Frade e 139 horas no cenário de *blowout* (poço ODP4), com o primeiro toque sempre na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ).

Os cenários do período de outono-inverno apresentaram as maiores probabilidades de toque quando comparadas com as respectivas hipóteses acidentais da primavera-verão. Os valores do período de outono-inverno foram de 81,9% (pior caso - *blowout* do poço ODP4) na Ilha da Âncora (Armação dos Búzios, RJ), 29,9% (pior caso – afundamento do FPSO Frade) e 24,2% (volume médio) na Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ).

No período de primavera-verão os maiores valores foram de 75,4% (pior caso - *blowout* do poço ODP4) na Ilha do Bom Abrigo (Cananéia, SP), 18,6% (pior caso – afundamento do FPSO Frade) em Ilhabela (SP) e 4,1 % (volume médio) na Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo-RJ).

Os maiores valores de massa de óleo na costa ocorreram nos cenários de pior caso de afundamento do FPSO Frade, com 5650,4958 ton/km em Arraial do Cabo (RJ) no período primavera-verão e 3.899,120 ton/km em Armação dos Búzios (RJ) no período de outono.

**Tabela 41** - Resumo dos resultados probabilísticos mais críticos para o toque do óleo na costa.

PONTO	PERÍODO	VOLUME	PARÂMETRO	VALORES	MUNICÍPIOS	UF
Frade	PRI-VER	200	Prob. (%)	4,1	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	RJ
			Tempo Mín. (horas)	165	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Tempo Míd. (horas)	165	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Volume (ton/km)	13,8560	Arraial do Cabo / Ilha dos Porcos Arraial do Cabo	RJ RJ
		PC_31D	Prob. (%)	18,6	Ilhabela	SP
			Tempo Mín. (horas)	157	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Tempo Míd. (horas)	157	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Volume (ton/km)	5650,4958	Arraial do Cabo Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	RJ RJ
		PC_60D	Prob. (%)	75,4	Cananéia / Ilha do Bom Abrigo	SP
			Tempo Mín. (horas)	165	Campos dos Goytacazes	RJ
			Tempo Míd. (horas)	171	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Volume (ton/km)	165,5091	Arraial do Cabo Arraial do Cabo / Ilha do Pontal	RJ RJ
	OUT-INV	200	Prob. (%)	24,2	Arraial do Cabo / Ilha Cabo Frio	RJ
			Tempo Mín. (horas)	135	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Tempo Míd. (horas)	135	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Volume (ton/km)	66,0063	Arraial do Cabo / Ilha de Cabo Frio	RJ
		PC_31D	Prob. (%)	29,9	Arraial do Cabo / Ilha de Cabo Frio	RJ
			Tempo Mín. (horas)	132	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Tempo Míd. (horas)	132	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ
			Volume (ton/km)	3899,1204	Armação dos Búzios	RJ
PC_60D	Prob. (%)	81,9	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ		
	Tempo Mín. (horas)	139	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ		
	Tempo Míd. (horas)	139	Armação dos Búzios / Ilha Âncora	RJ		
	Volume (ton/km)	156,5317	Armação dos Búzios	RJ		

A Tabela 42 apresenta a menor distância do óleo com relação a costa para os cenários que não apresentaram probabilidade de toque de óleo na costa (volume pequeno).

**Tabela 42** – Menor distância do óleo em relação a costa para os cenários que não apresentaram a chegada do óleo na costa.

CENÁRIO	MENOR DISTÂNCIA (km)	MUNICÍPIO
FRADE_PRI-VER_8_30	41,2	Armação dos Búzios / Ilha Âncora
FRADE_OUT-INV_8_30D	31,5	Campos dos Goytacazes (RJ)

Considerando as 1.000 simulações que compuseram cada cenário probabilístico, na Tabela 43 apresenta-se um resumo do número de simulações com probabilidade de toque na costa, demonstrando a porcentagem em relação ao total de simulações realizadas e a média do tempo para o primeiro toque.

Ressalta-se que esta tabela apresenta os resultados independentemente do corte adotado para apresentação dos resultados em superfície. Conforme explicado anteriormente, os resultados para o óleo na superfície da água, na coluna d'água e na costa são calculados de forma segregada. Assim, caso uma partícula do óleo na superfície da água com valor abaixo do corte atinja a costa, o toque será computado. Como este resultado é obtido diretamente do OSCAR, sem a possibilidade de aplicar um filtro, não existe opção para eliminar os cenários com toque abaixo da espessura de 0,0003 mm.

Observa-se que, nos cenários de pior caso para o *blowout* do poço ODP4 todas as simulações que compuseram o resultado probabilístico apresentaram o toque do óleo na costa.

**Tabela 43** – Percentual de simulações com toque e média do tempo do primeiro toque na costa para as simulações probabilísticas.

CENÁRIO	PERCENTUAL DE SIMULAÇÕES COM TOQUE (%)	MÉDIA DO TEMPO DO PRIMEIRO TOQUE NA COSTA (HORAS)
FRADE_PRI-VER_200_30	22	514,1
FRADE_PRI-VER_PC_31D	32	504,8
FRADE_PRI-VER_PC_60D	100	511,5
FRADE_OUT-INV_200_30D	34	441,5
FRADE_OUT-INV_PC_31D	45	452,6
FRADE_OUT-INV_PC_60D	100	650,8

#### 4.2.2. Simulações Determinísticas Críticas

A análise dos resultados das simulações probabilísticas permitiu identificar, dentre as 1.000 simulações determinísticas realizadas para cada cenário probabilístico, os cenários determinísticos críticos para a condição de menor tempo de toque na costa e para a maior massa de óleo na costa<sup>14</sup>, os quais foram reproduzidos individualmente no modo determinístico, levando-se em consideração o corte de espessuras de óleo na superfície do mar (0,0003 mm).

Os resultados das simulações determinísticas mais críticas são apresentados na forma de cinco ilustrações:

1. Área varrida pela mancha de óleo na superfície (representada pela cor cinza) para todo o período de simulação. Sendo apresentados também os contornos de espessura do óleo no instante de primeiro toque a partir da deriva do óleo na superfície (nos cenários com toque na costa) e a massa máxima de óleo na costa (no caso dos cenários de maior massa);
2. Contornos de espessura máxima do óleo na superfície da água, calculados ao longo de todo o período da simulação;
3. Concentração máxima total vista em planta, na coluna d'água, ou seja, os resultados mais críticos, independente da profundidade, considerando toda a área varrida pelo óleo na coluna d'água durante a simulação determinística;
4. Perfil das concentrações do óleo na coluna d'água, calculados ao longo de todo o período da simulação. É apresentado o perfil corresponde um transecto ao longo da área varrida (ferramenta de transect do OSCAR). Todos os transectos, que só podem ser realizados com uma linha reta, foram gerados a partir do ponto de modelagem, em direção às regiões de maiores concentrações, até o final da presença do óleo na coluna d'água. A informação apresentada corresponde exatamente às concentrações que se encontram abaixo do transecto. Optou-se pelo transecto para apresentar, da melhor forma possível, o perfil para a região com maiores concentrações e a presença do óleo na coluna d'água.
5. Gráfico com o balanço de massa (óleo na superfície, na costa, evaporado, na coluna d'água) para as simulações determinísticas. Quando o volume final de óleo na costa é muito pequeno, não é possível visualizar a porcentagem nos balanços de massa.

<sup>14</sup> Considerando o toque de óleo com relação ao município.

São apresentadas, também, figuras de instantes (inicial, intermediário e primeiro toque na costa) da evolução temporal da mancha de óleo a partir do início do derrame até o momento do primeiro toque do óleo na costa para o cenário que proporcionou o menor tempo e a maior massa de óleo na costa.

#### 4.2.2.1. Simulações Determinísticas de Menor Tempo

A Tabela 44 apresenta a lista dos cenários determinísticos de menor tempo de toque na costa, estes cenários mais críticos são referentes à hipótese acidental de pior caso associada ao afundamento do FPSO Frade, em ambos os períodos. O menor tempo de toque de 132 horas no litoral da Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ) ocorreu no período outono-inverno.

**Tabela 44** - Resumo dos cenários determinísticos críticos analisados para a seleção do menor tempo de toque na costa.

CENÁRIOS	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (HORAS)	MUNICÍPIO DO PRIMEIRO TOQUE	VOLUME FINAL DE ÓLEO NA COSTA (m <sup>3</sup> )
DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_200_30D	08/12/2017 09h00min	165	Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ)	5,8
DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_31D		157		258,3
DET_TEMPO_FRADE_PRI-VER_PC_60D	01/09/2017 17h00min	165	Campos dos Goytacazes (RJ)	10.017,0
DET_TEMPO_FRADE_OUT-INV_200_30D	13/04/2018 13h00min	135	Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ)	23,2
DET_TEMPO_FRADE_OUT-INV_PC_31D		132		2.066,4
DET_TEMPO_FRADE_OUT-INV_PC_60D		139		2.679,0

Da Figura 110 a Figura 139 são apresentados os resultados do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo na costa.

Os resultados mostram que as trajetórias do óleo na superfície ocorreram para SW, alcançando a bacia de Santos nos cenários de volume médio e as bacias de Santos e Pelotas nos cenários de pior caso.

Nos cenários de volume médio as áreas com maiores espessuras (> 0,01 mm) ocorreram somente na Bacia de Campos e no instante do toque a mancha de óleo já não apresenta espessuras superiores 0,01 mm. Nos cenários de pior caso, as áreas com maiores espessuras ocorreram nas Bacias de Campos, Santos (primavera-verão) e também na Bacia de Pelotas (outono-inverno). No

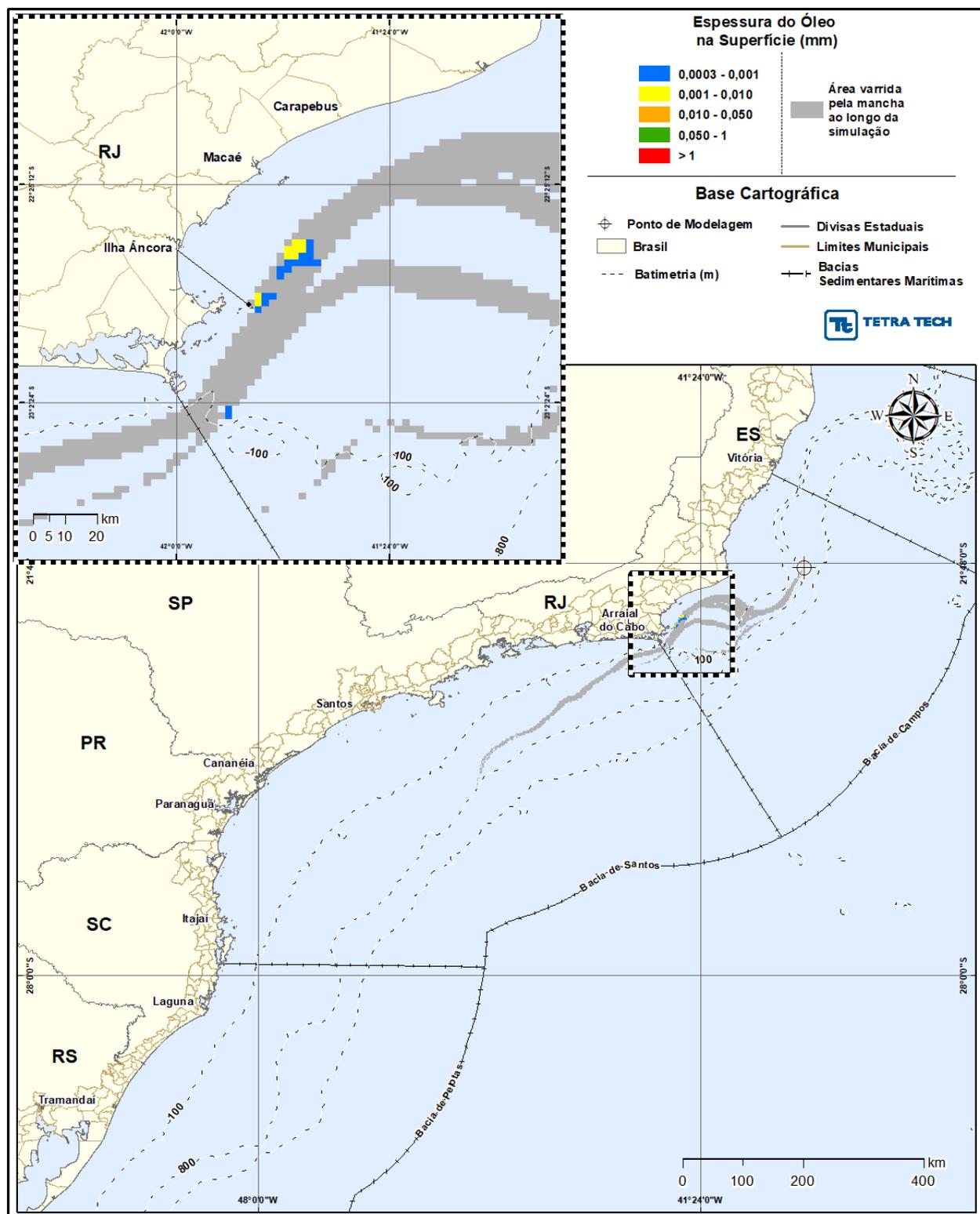
instante do primeiro toque do óleo na costa, a mancha de óleo apresenta espessuras superiores a 1 mm na maioria dos cenários.

As áreas de deslocamento do óleo foram de 7,961,4 km<sup>2</sup> (volume médio), 214.581,1 km<sup>2</sup> (volume de pior caso - afundamento do FPSO Frade) e 119.079,8 km<sup>2</sup> (volume de pior caso - *blowout* do poço ODP4) no período da primavera-verão e, de 6.973,4 km<sup>2</sup> (volume médio), 113.880 km<sup>2</sup> (volume de pior caso - afundamento do FPSO Frade) e 333.150,2 km<sup>2</sup> (volume de pior caso - *blowout* do poço ODP4) no período de outono-inverno.

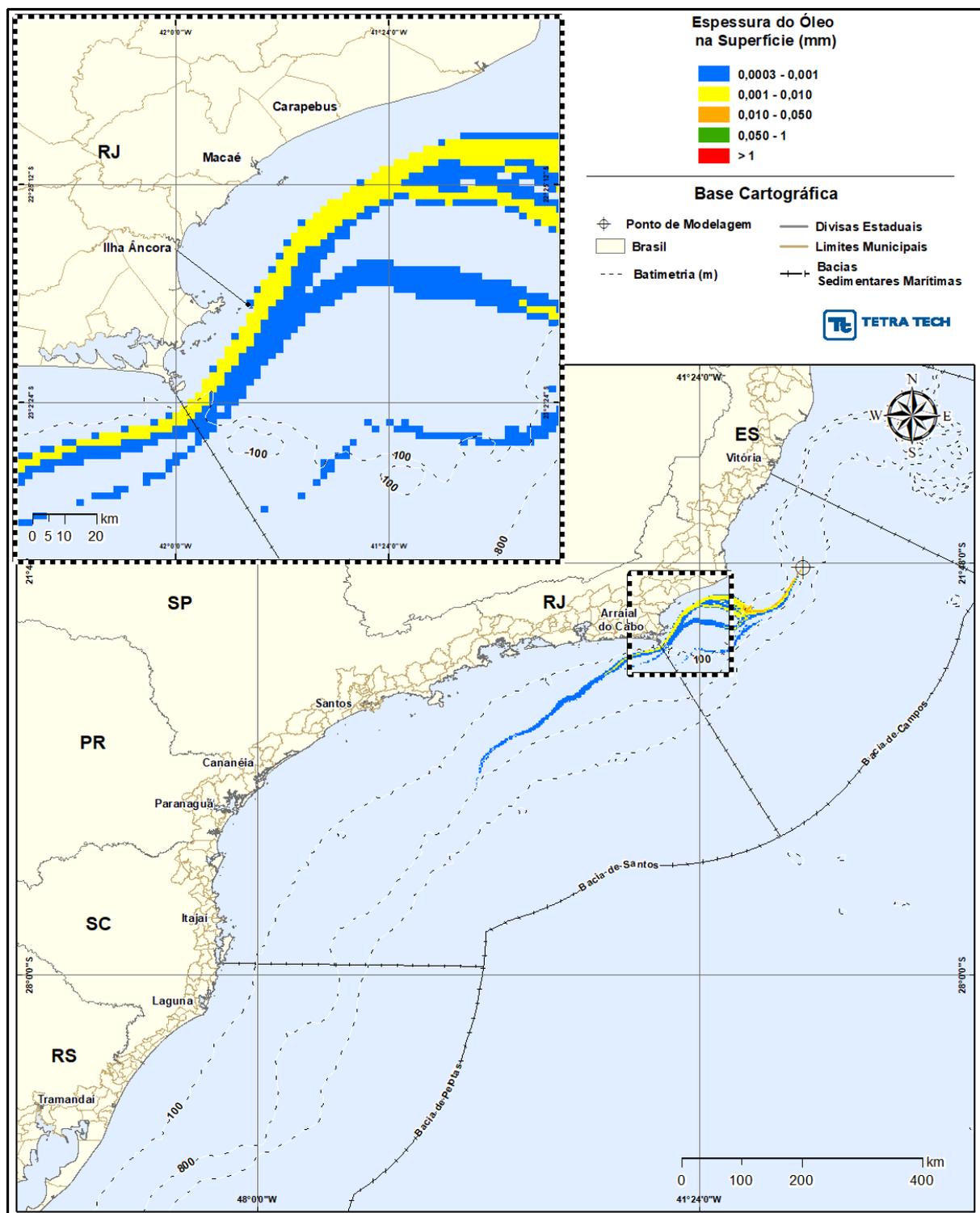
Os cenários de pior caso decorrentes de afundamento do FPSO Frade apresentaram as maiores concentrações de óleo na coluna d'água. As profundidades máximas com presença do óleo ao longo da simulação foram de 31 m (volume médio) e 89 m (volume de pior caso - afundamento do FPSO Frade) em ambos os períodos. Nos cenários de pior caso (*blowout* do poço ODP4) é observada a presença do óleo até 988 m.

Nas figuras do perfil vertical do óleo verifica-se que quanto mais profunda a presença do óleo menores as concentrações. Analisando os gráficos de balanço de massa dessas simulações, observa-se que ao final da simulação a maior parcela do óleo encontra-se na coluna na forma particulada com variação entre 25,6% e 55,1% do volume total derramado. A evaporação apresentou valores entre 21,8% e 28,3%, enquanto a parcela de óleo na costa variou de 0,1% a 21%. Na superfície, ao final das simulações restam entre 10% e 32,4% de todo o volume derramado.

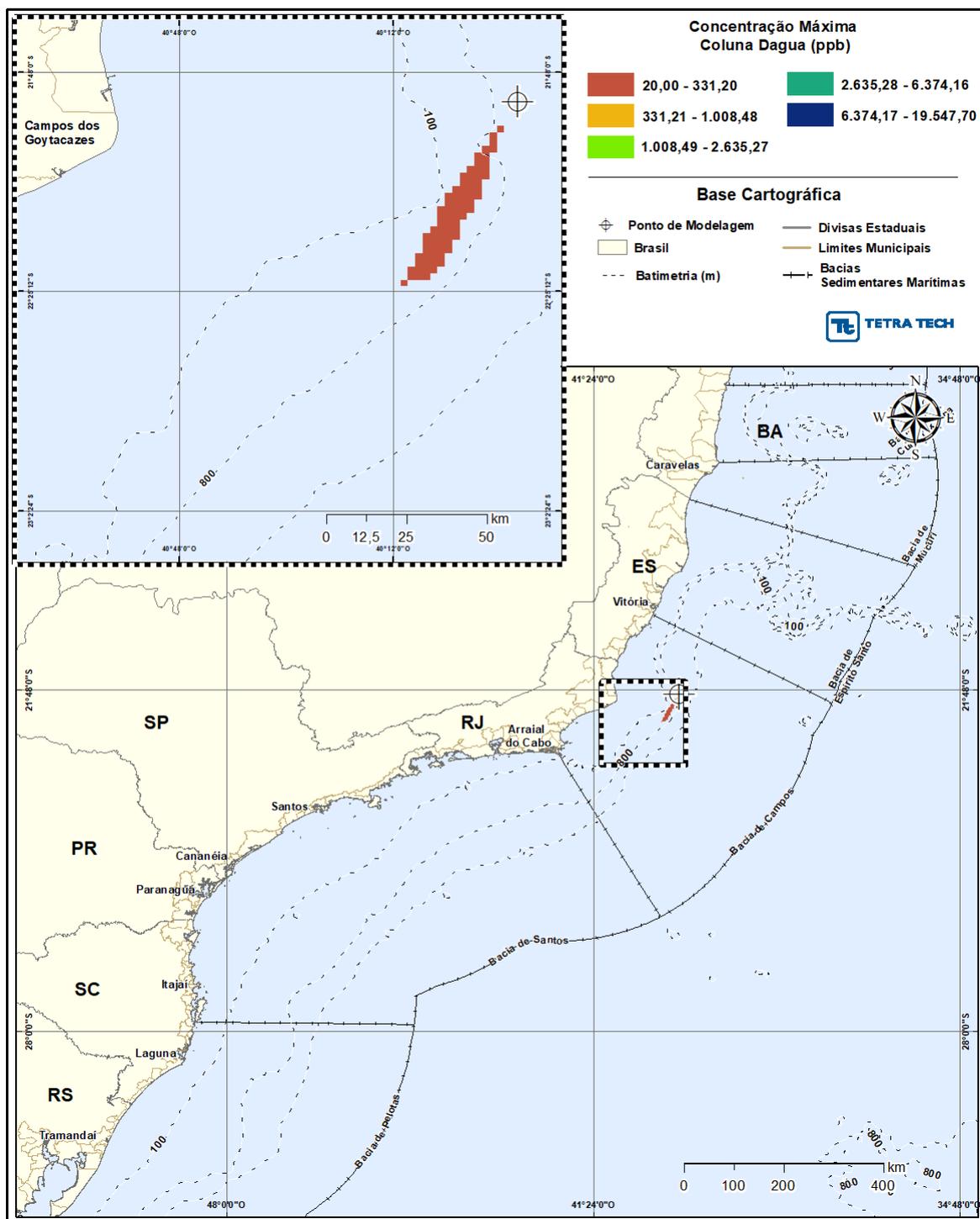
**Figura 110 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



**Figura 111 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



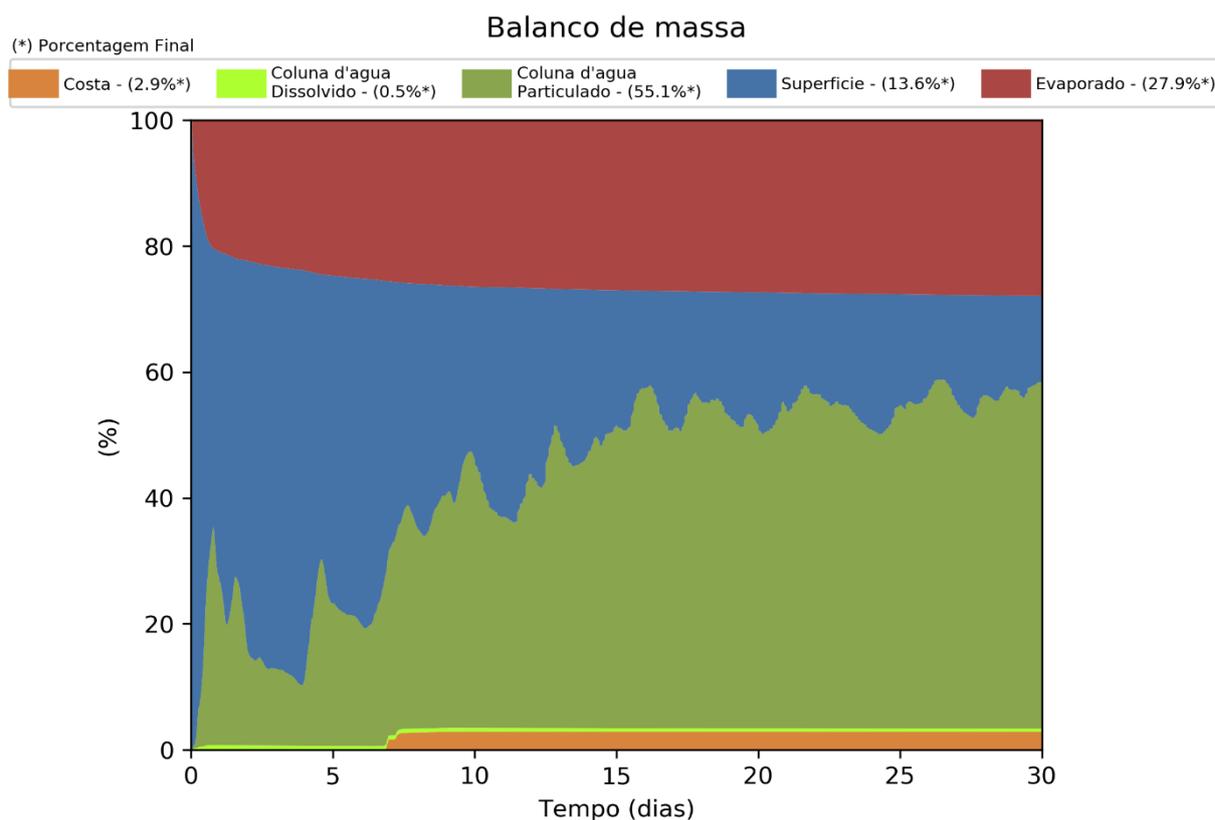
**Figura 112 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



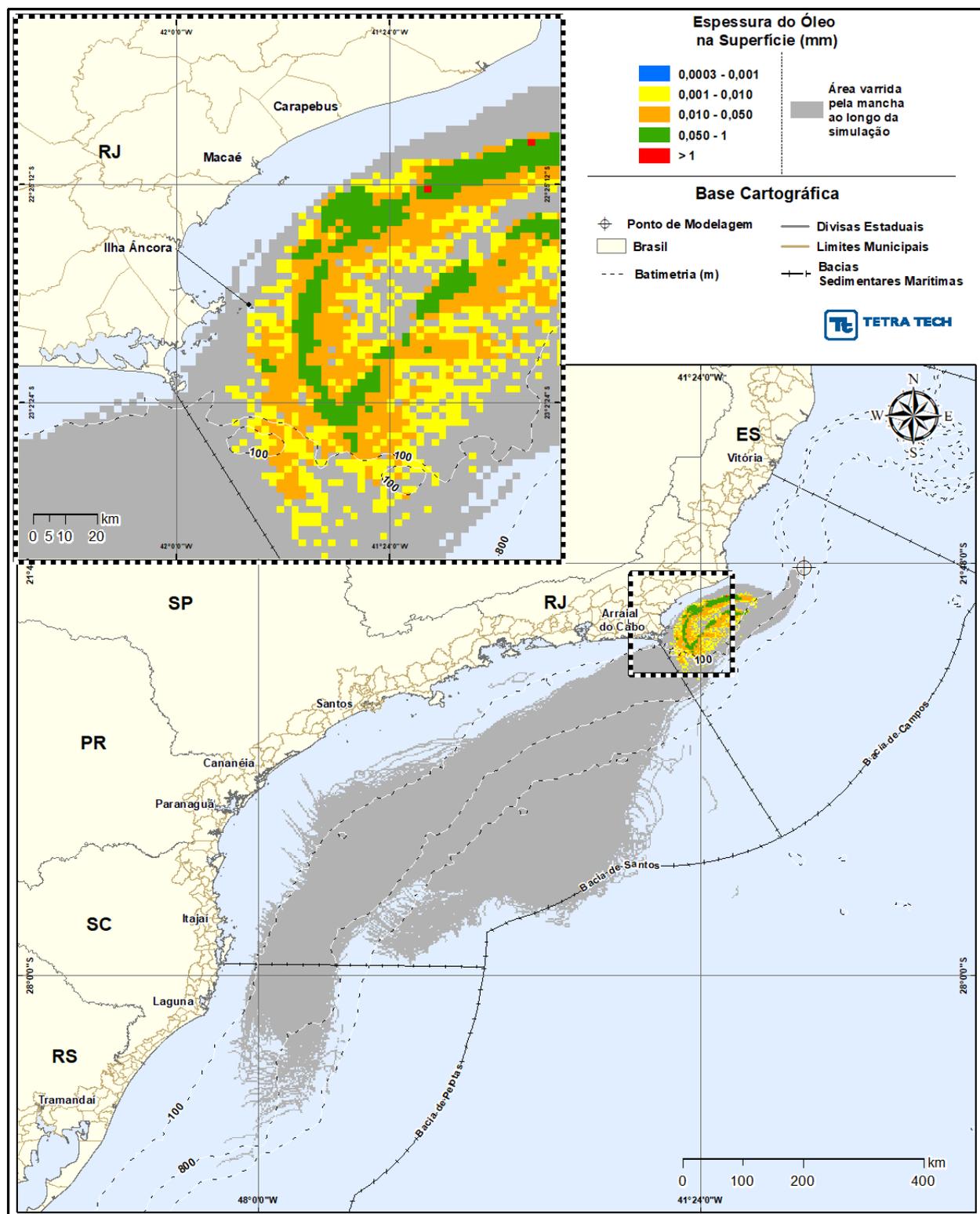
**Figura 113 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



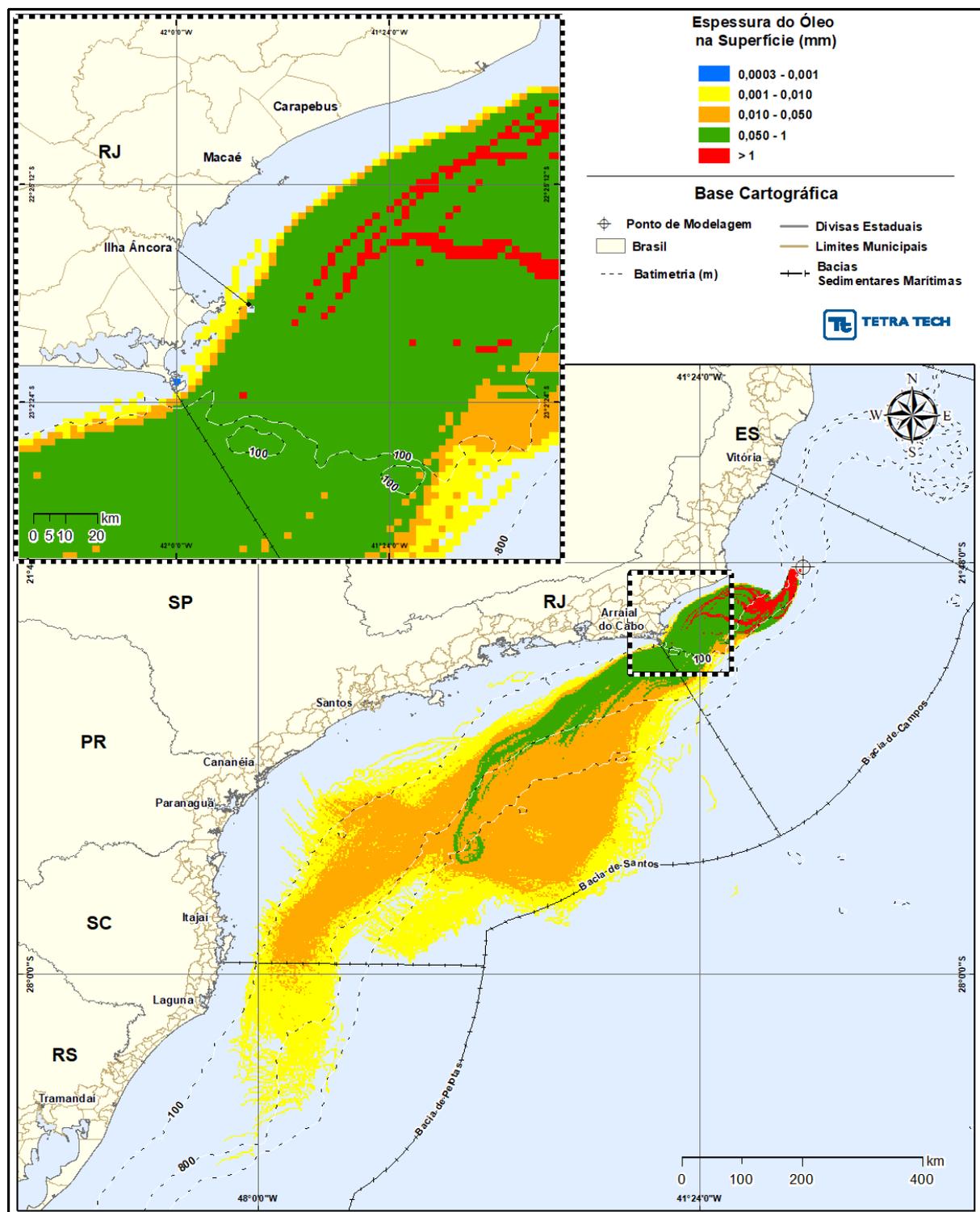
**Figura 114 - Balanço de massa para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.**



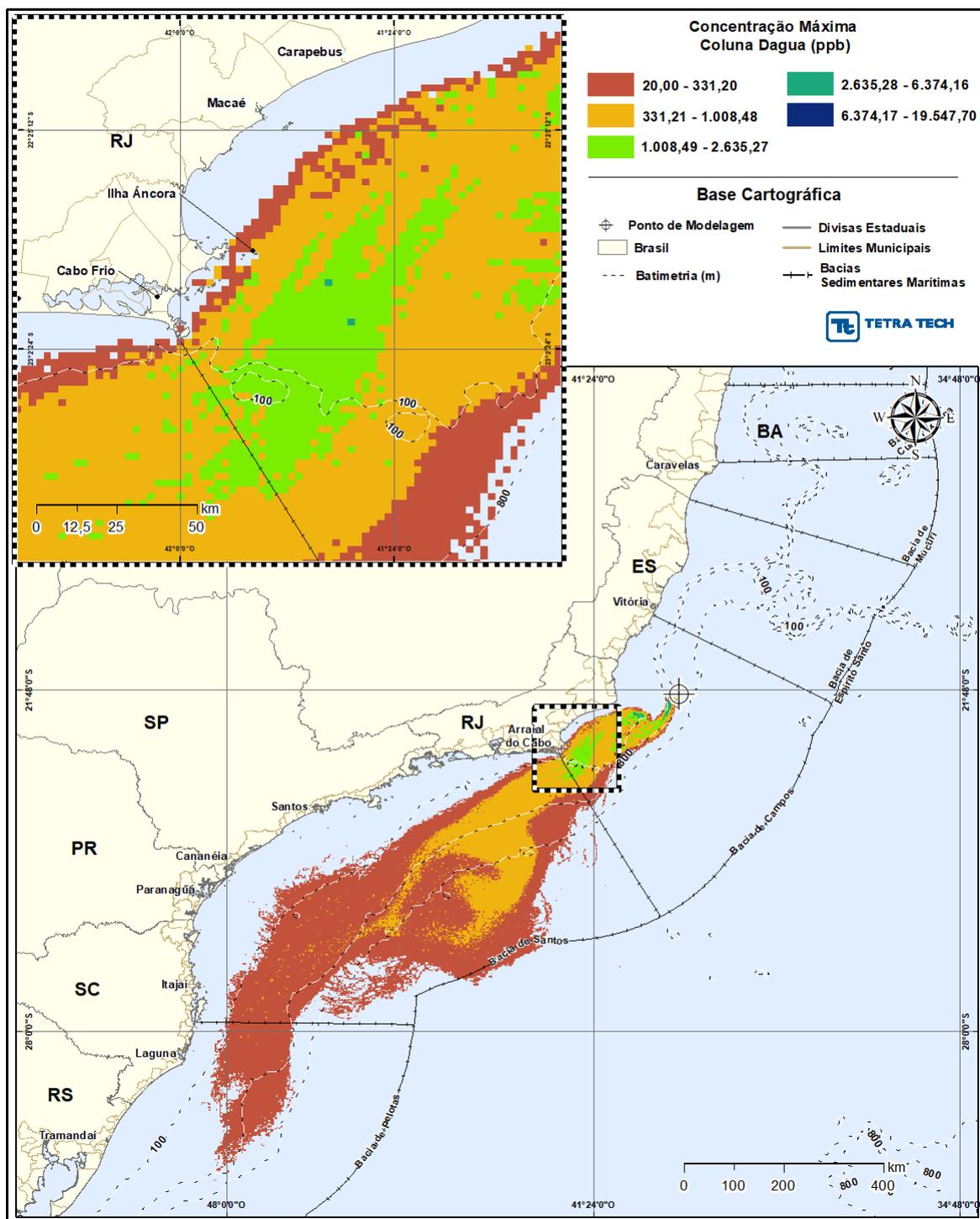
**Figura 115 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



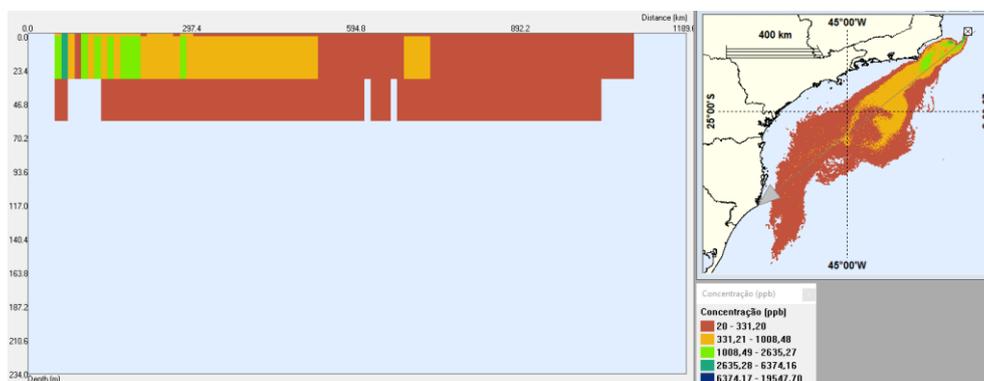
**Figura 116 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



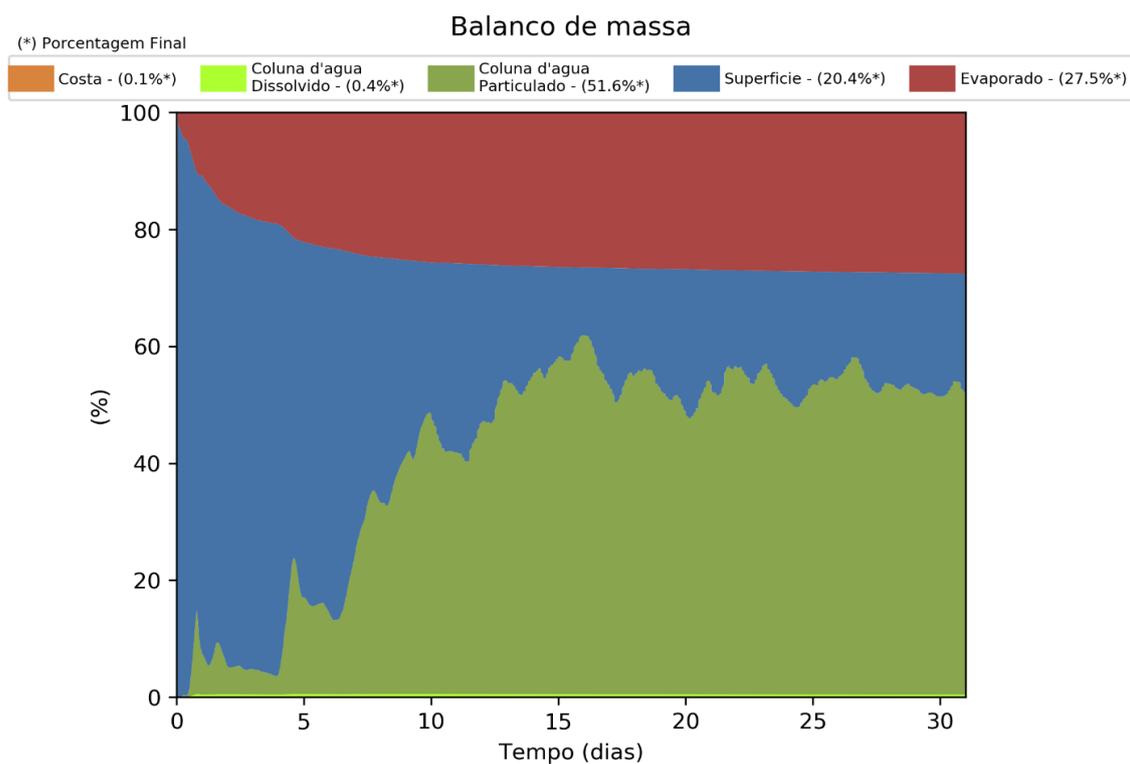
**Figura 117 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



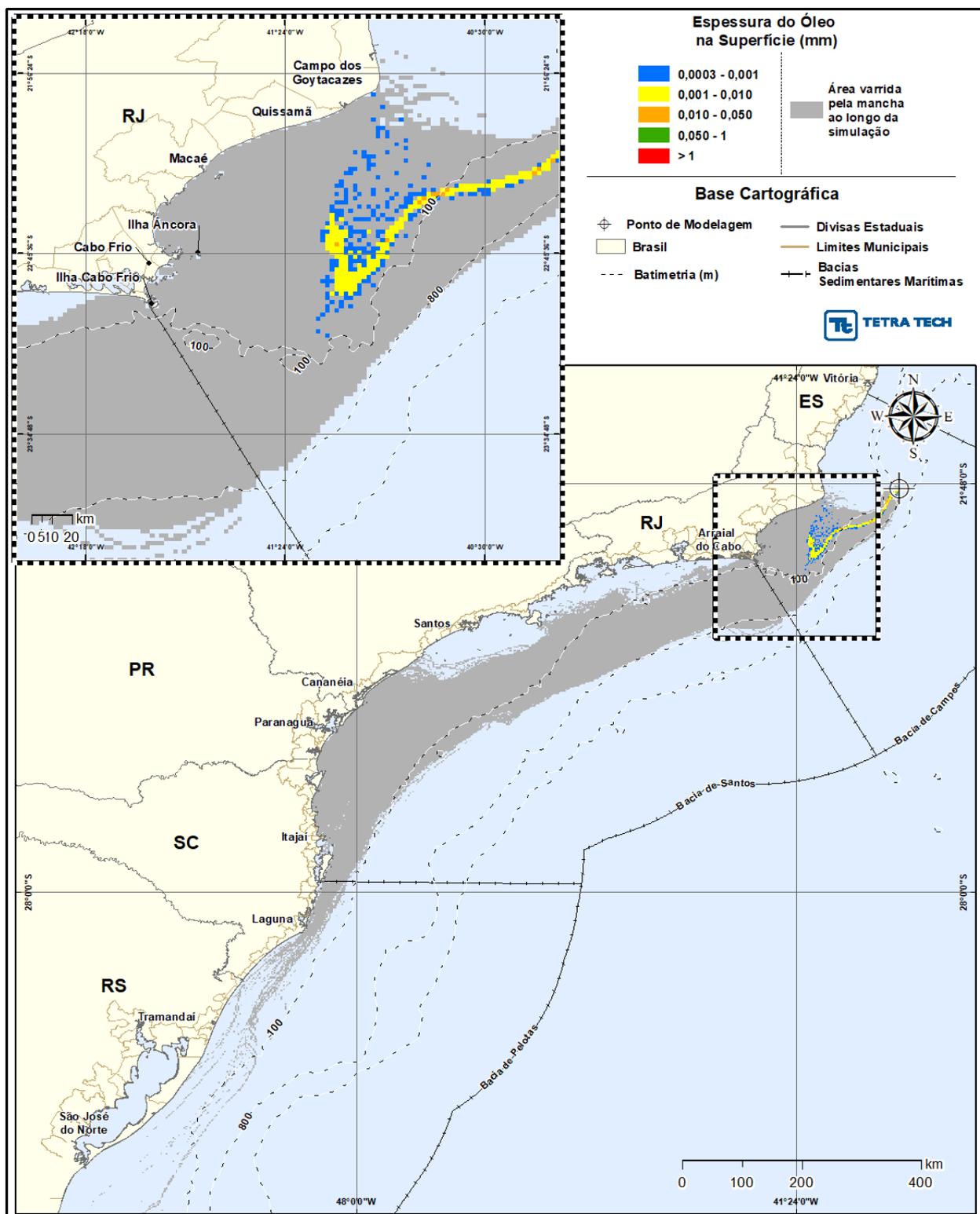
**Figura 118** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



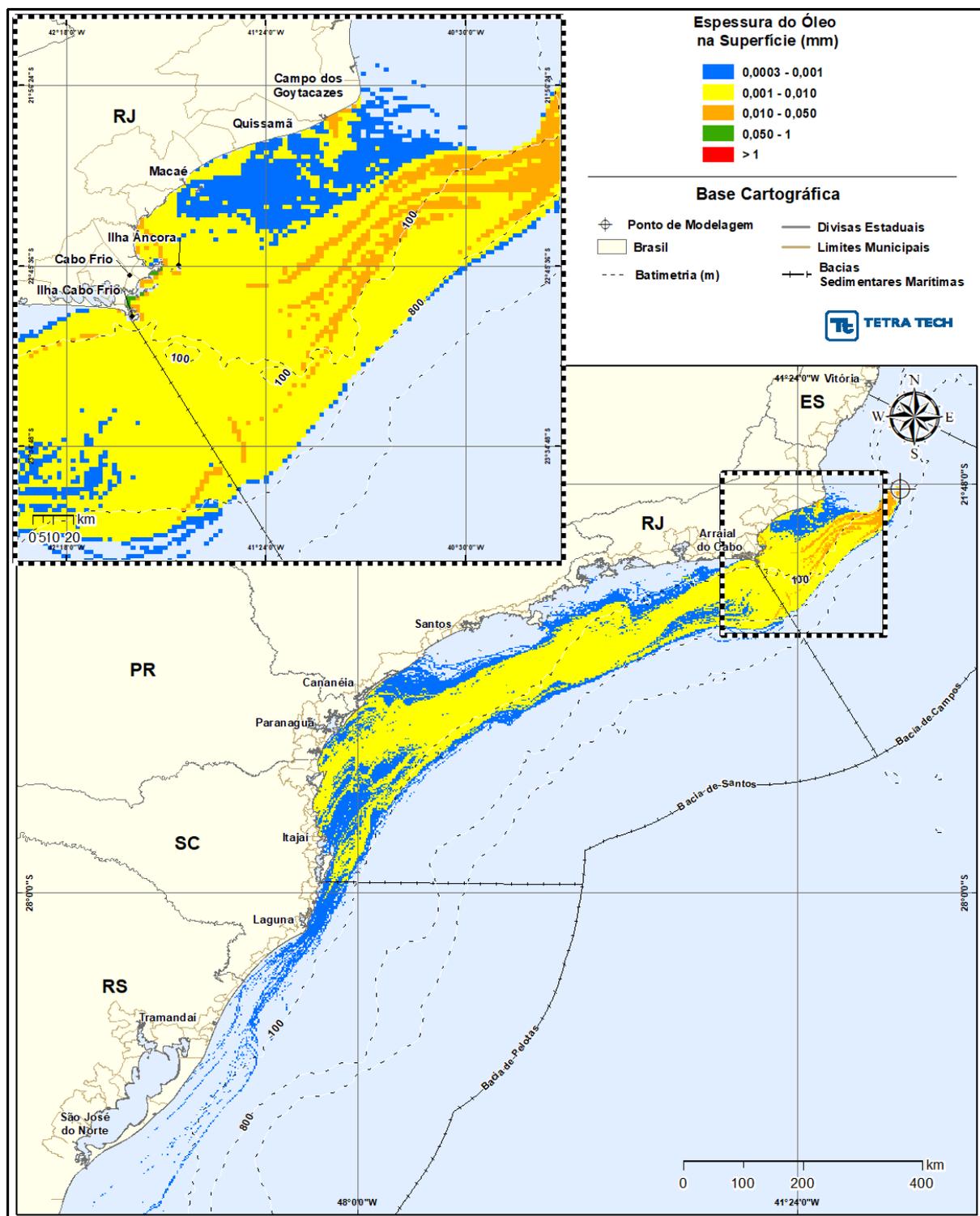
**Figura 119** - Balanço de massa para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D**.



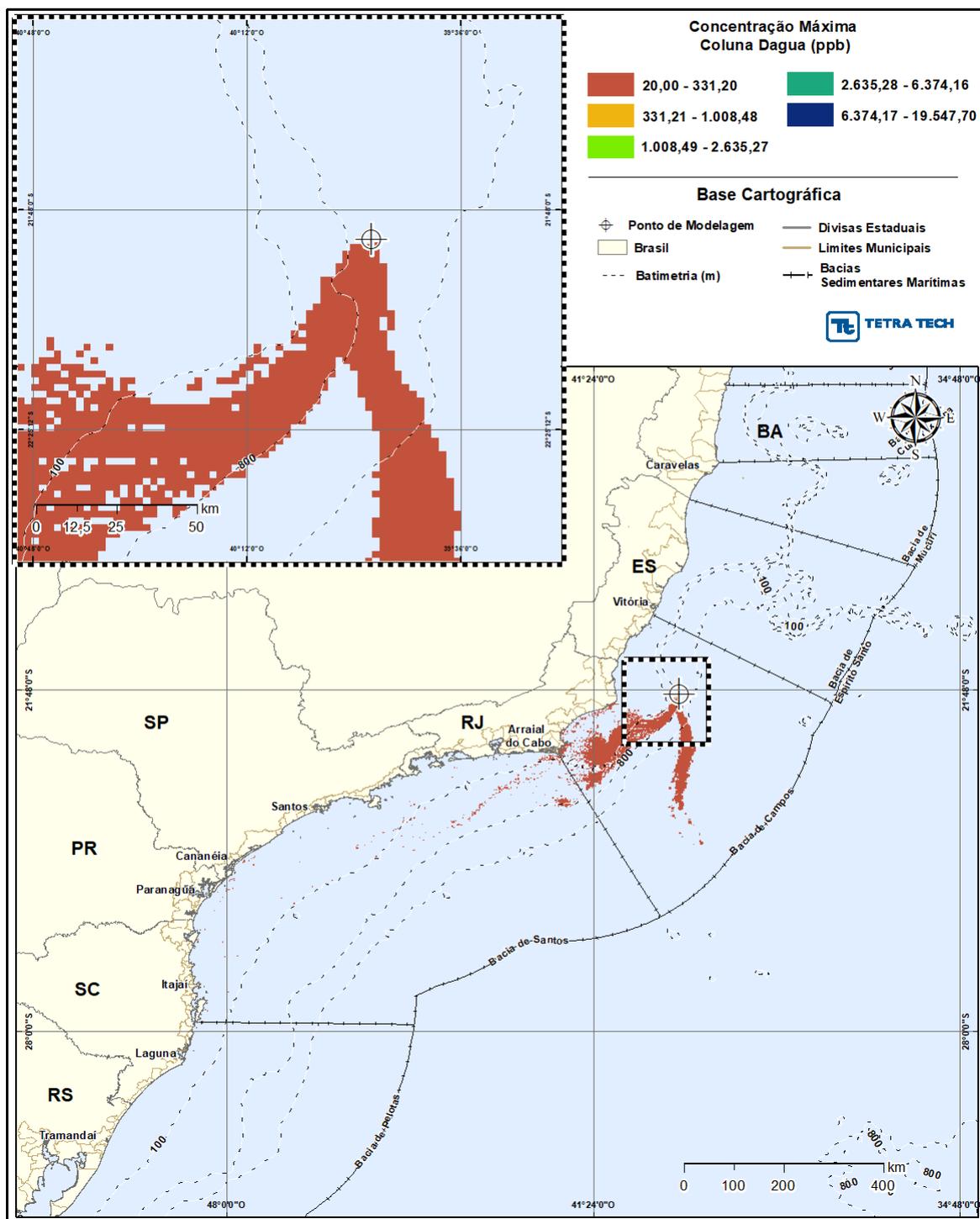
**Figura 120 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



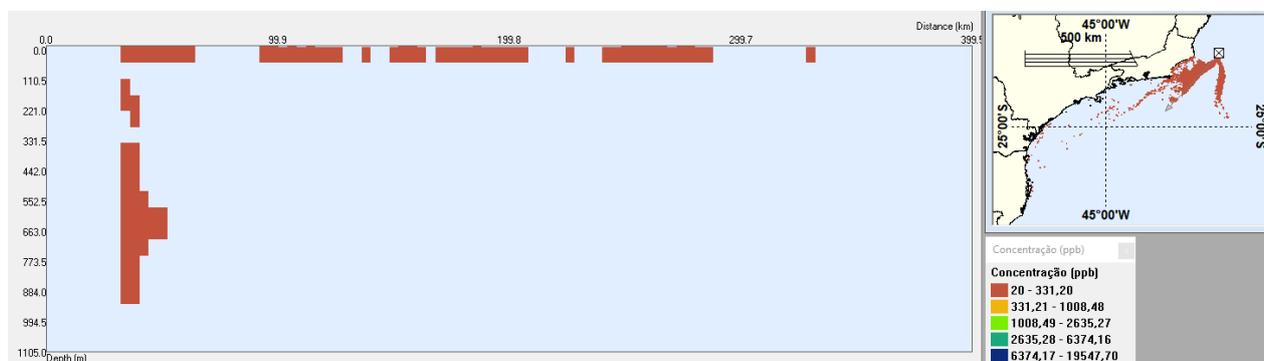
**Figura 121 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



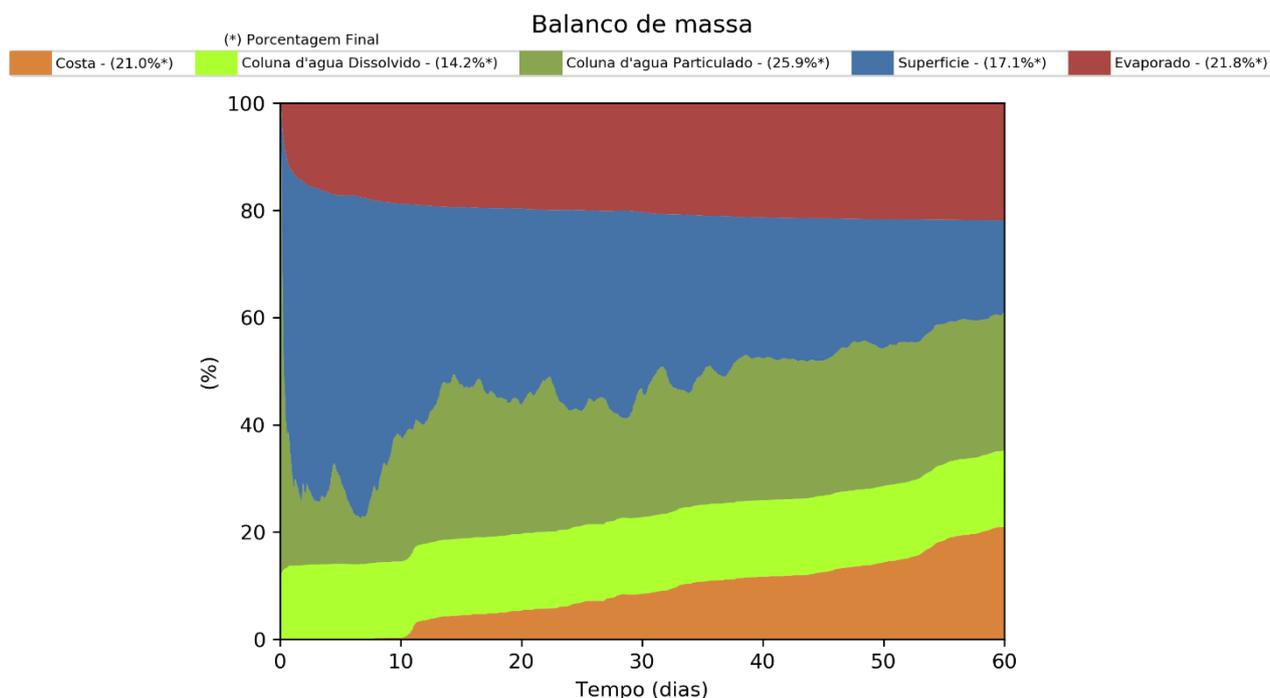
**Figura 122 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



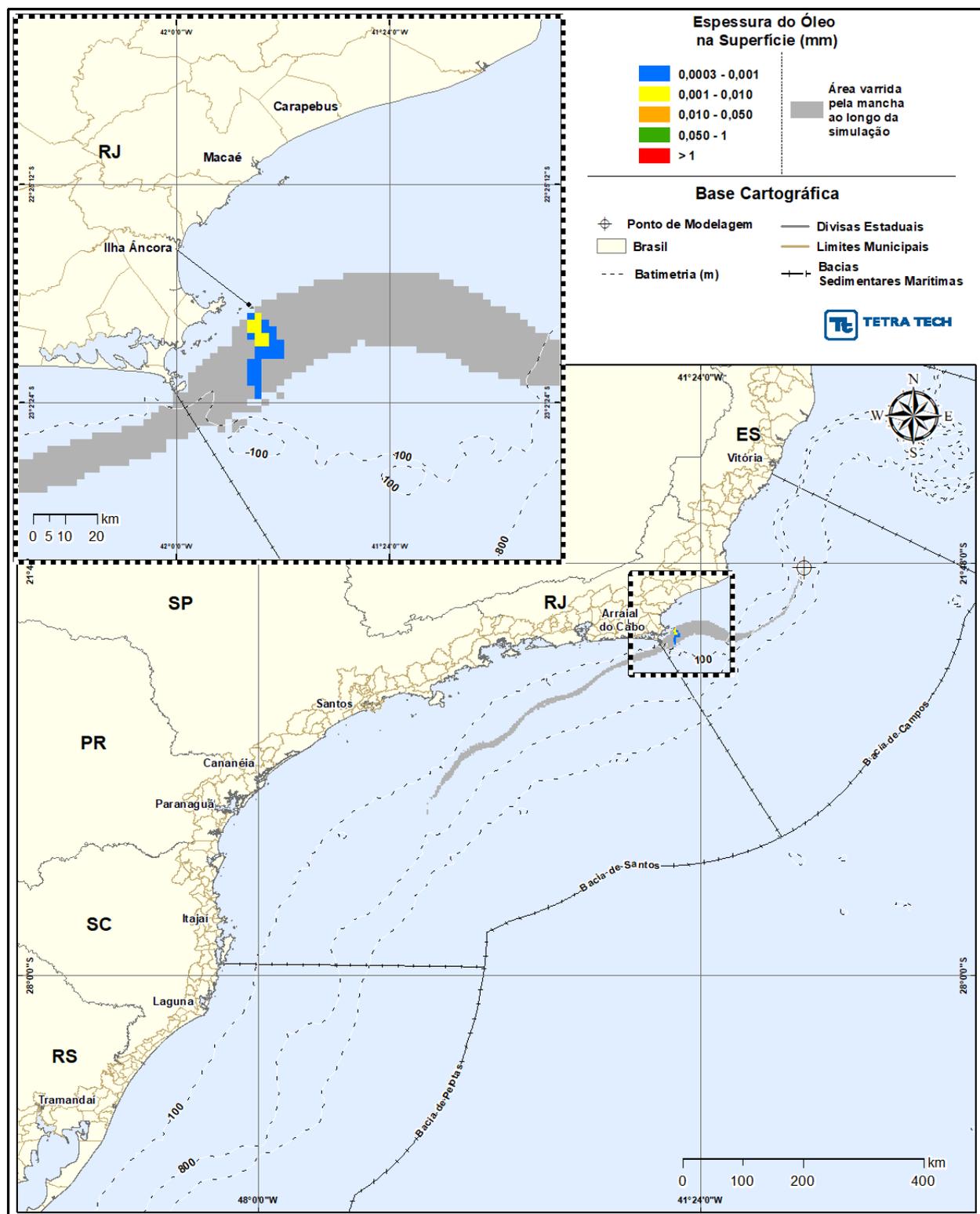
**Figura 123** - Cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



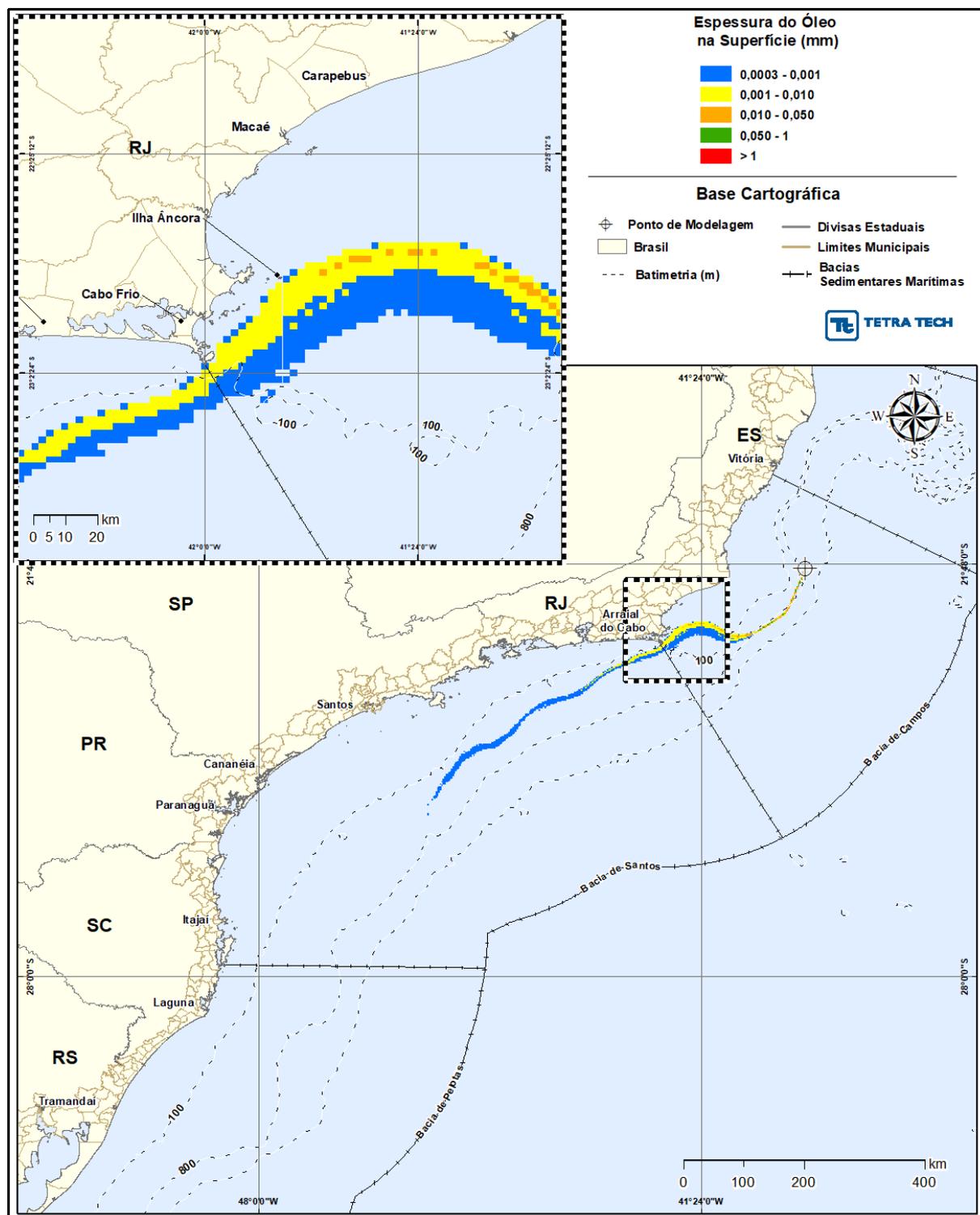
**Figura 124** - Balanço de massa para o cenário **DET\_TEMPO\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**.



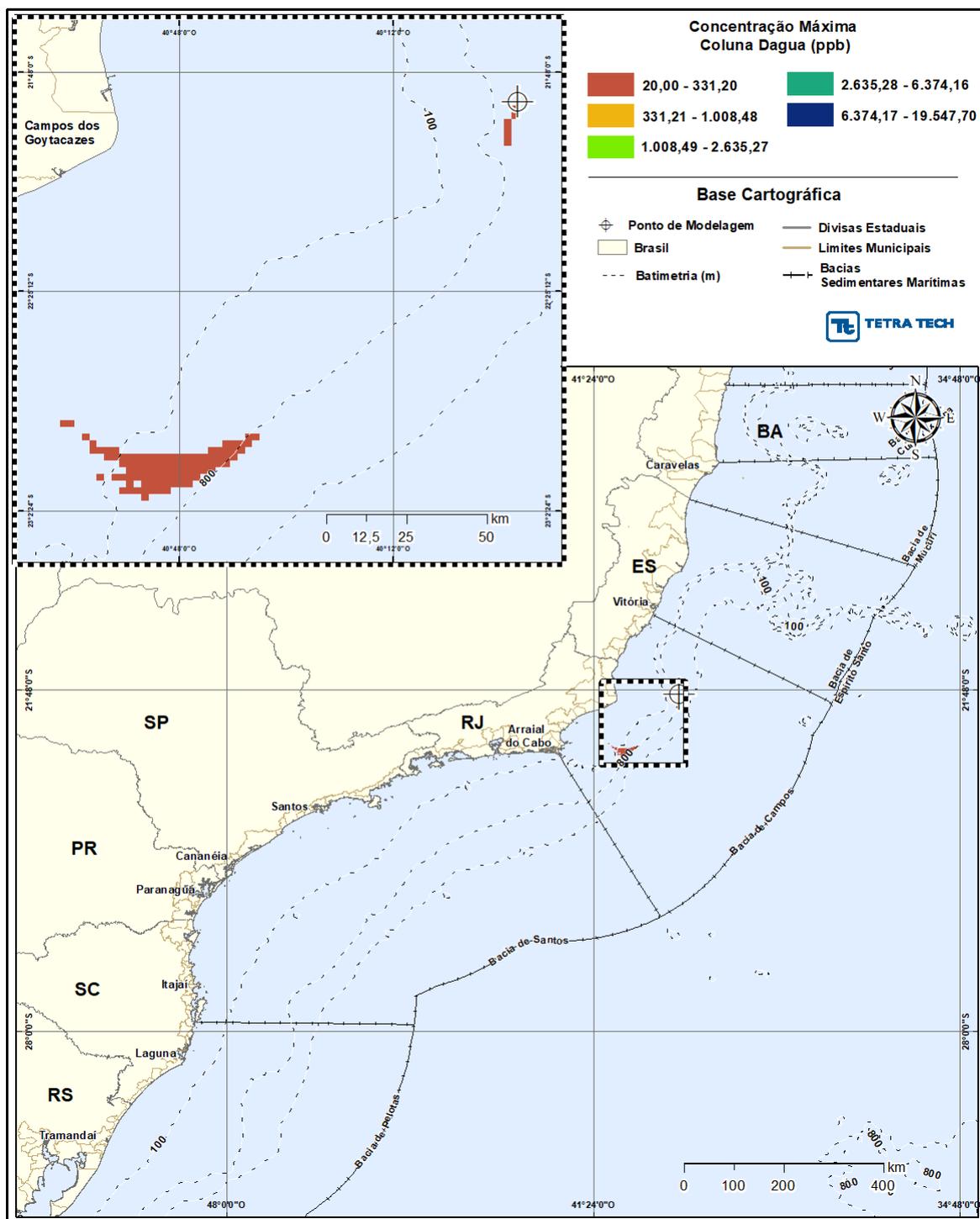
**Figura 125 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



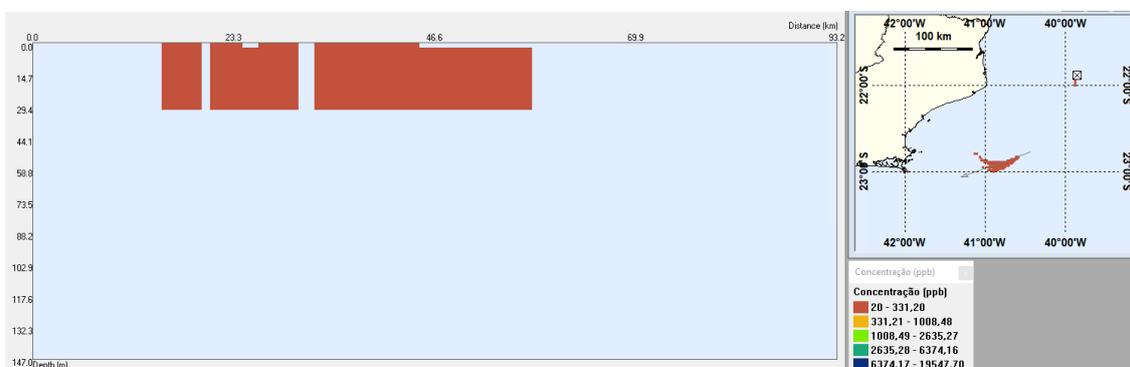
**Figura 126 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



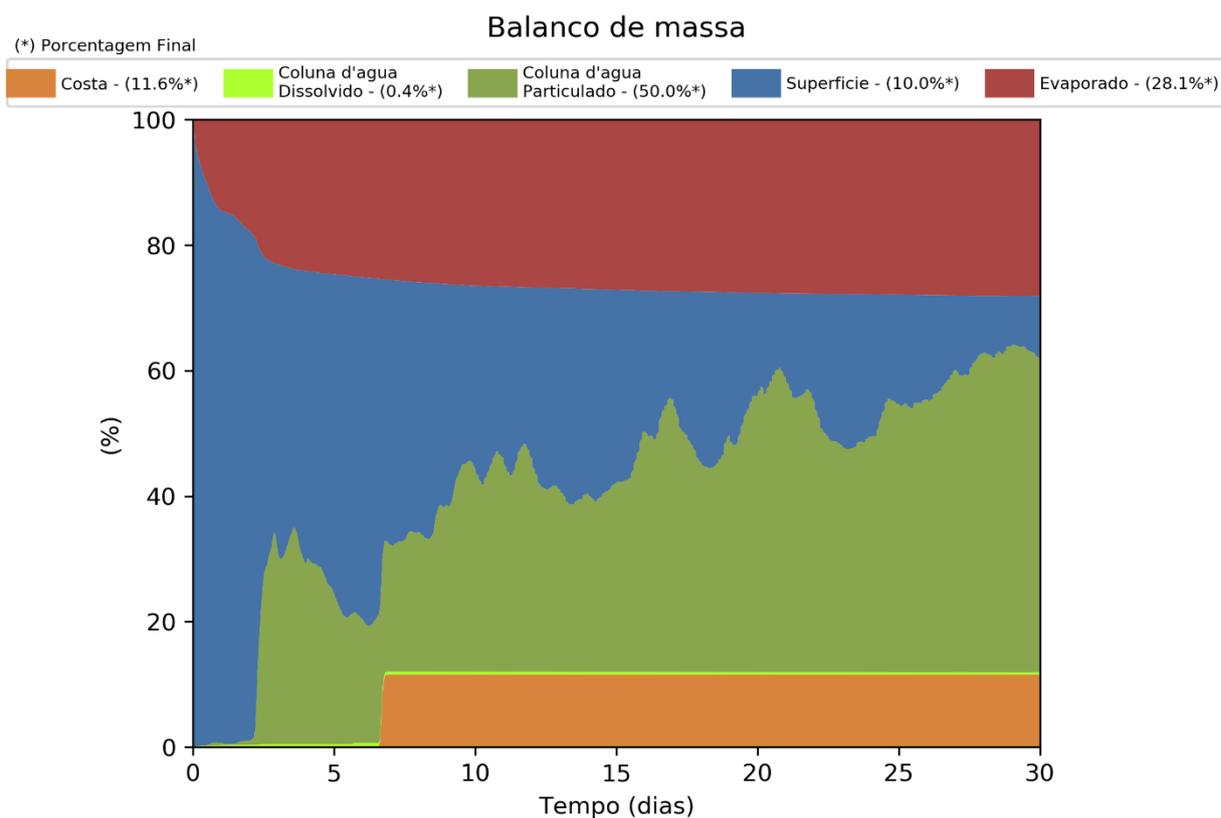
**Figura 127 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



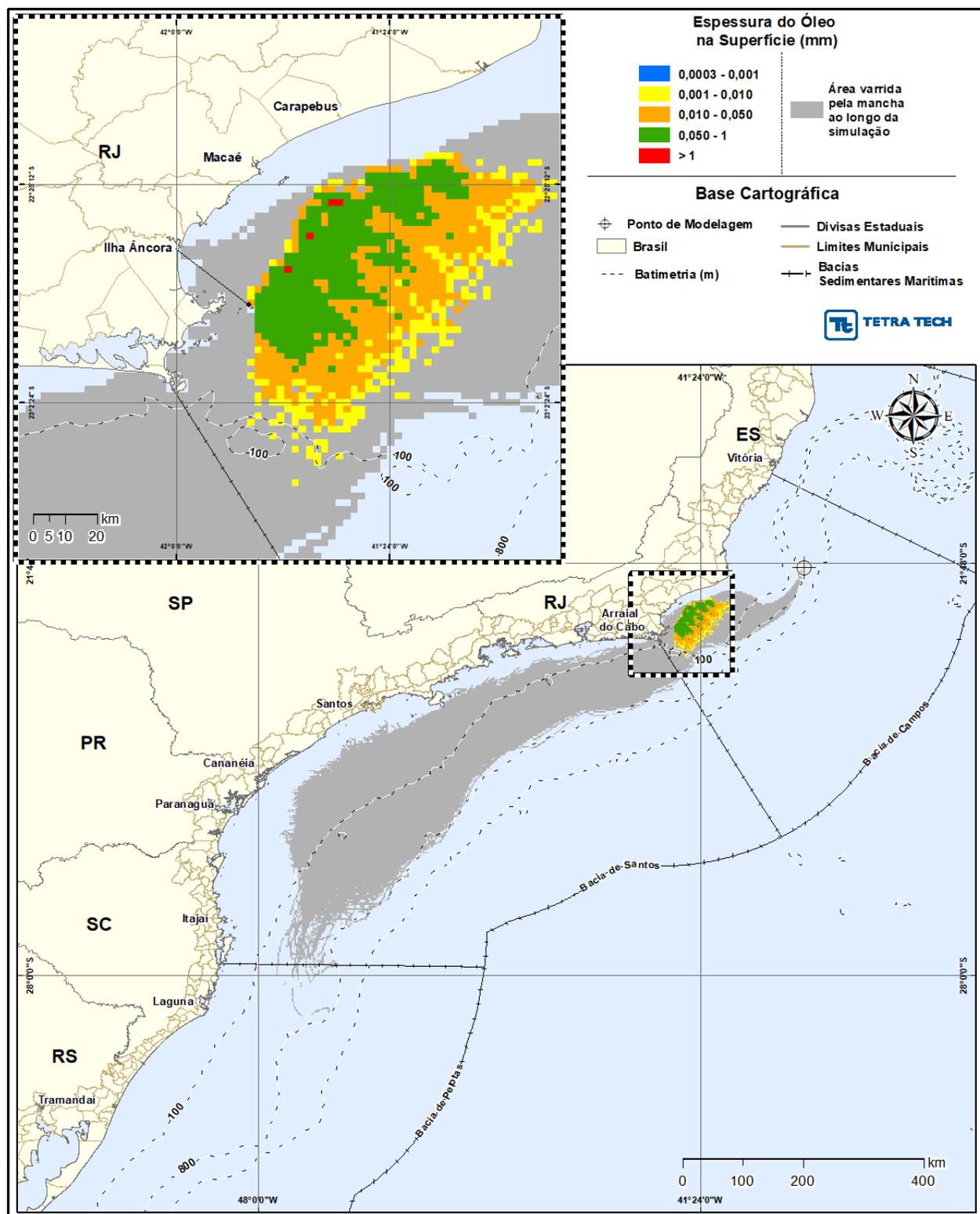
**Figura 128 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



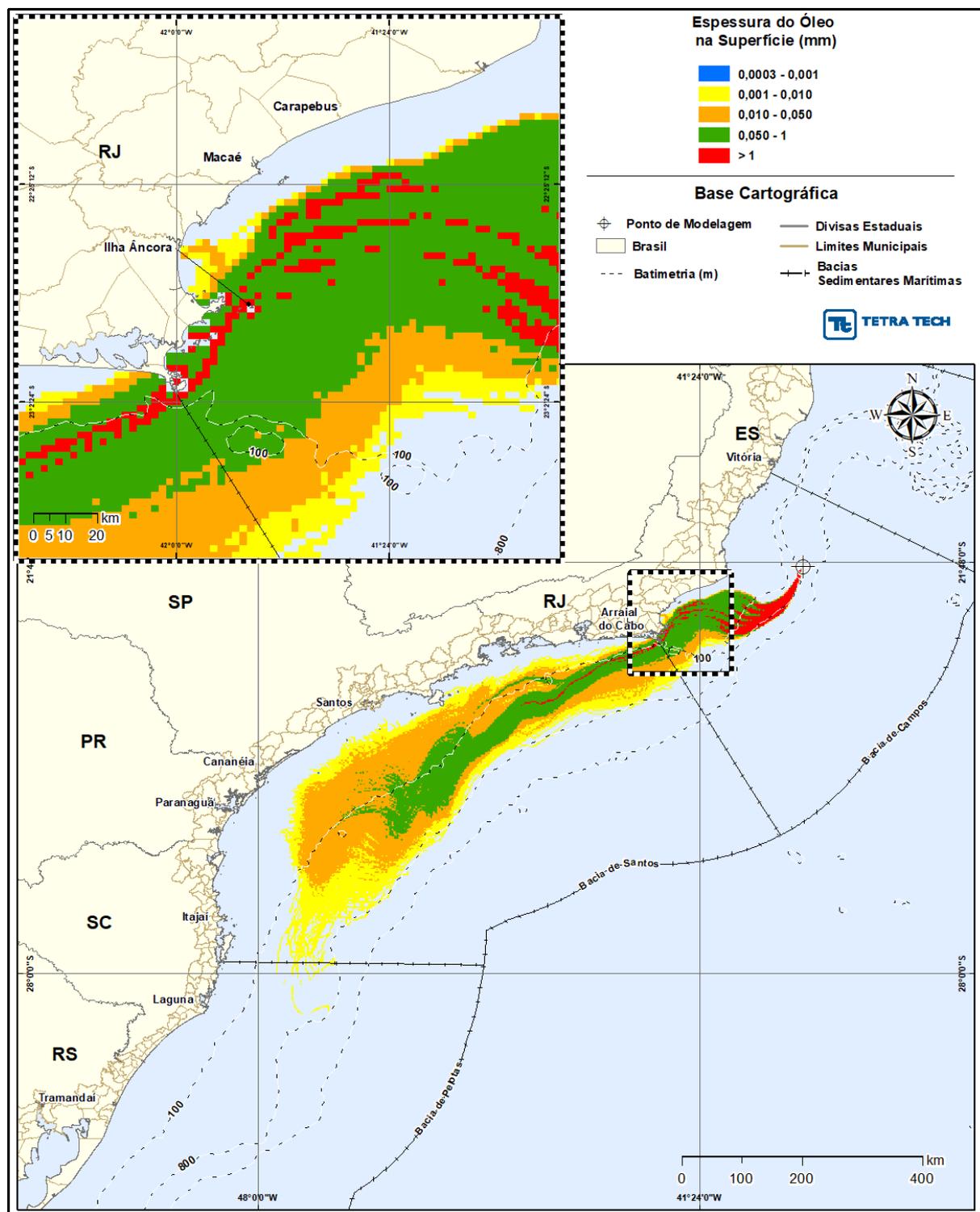
**Figura 129 - Balanço de massa para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.**



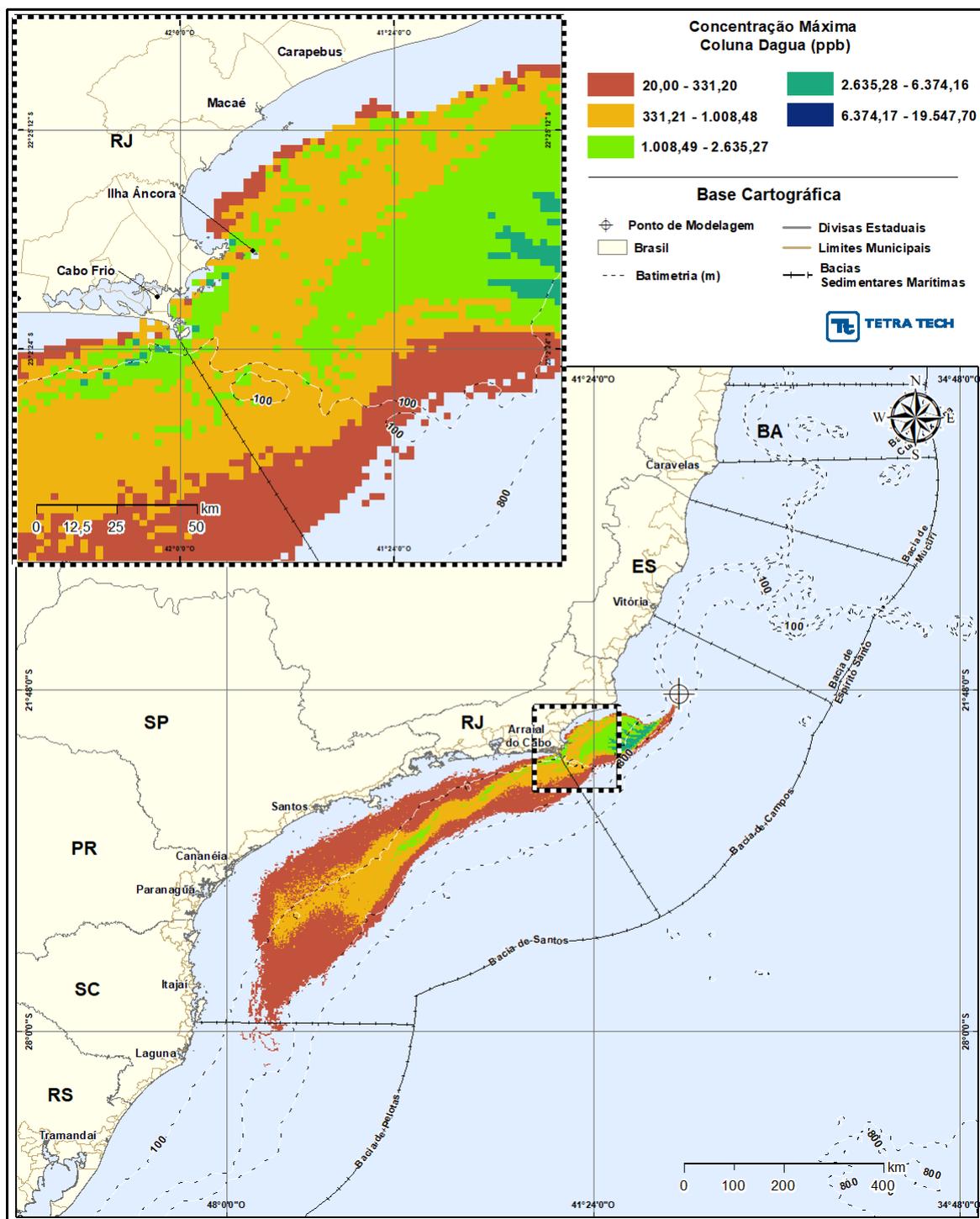
**Figura 130 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



**Figura 131 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



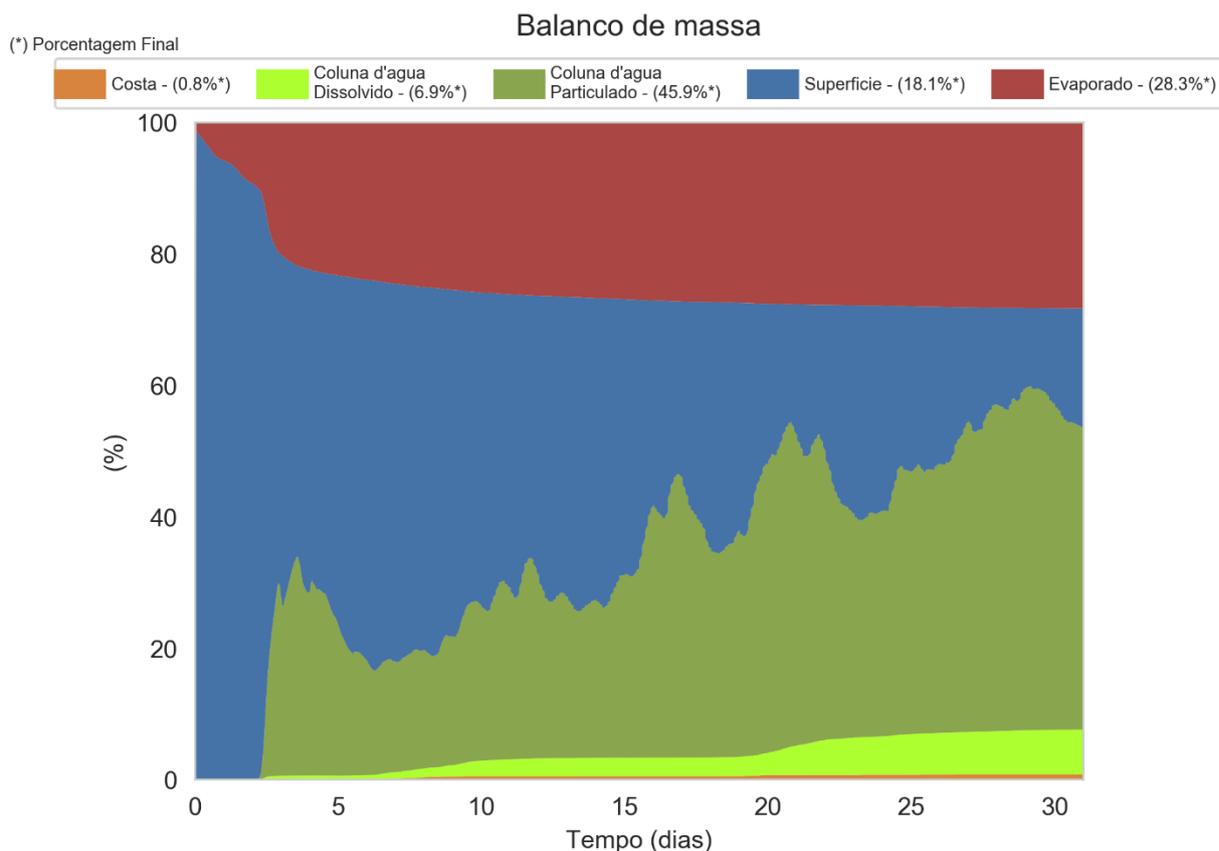
**Figura 132 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



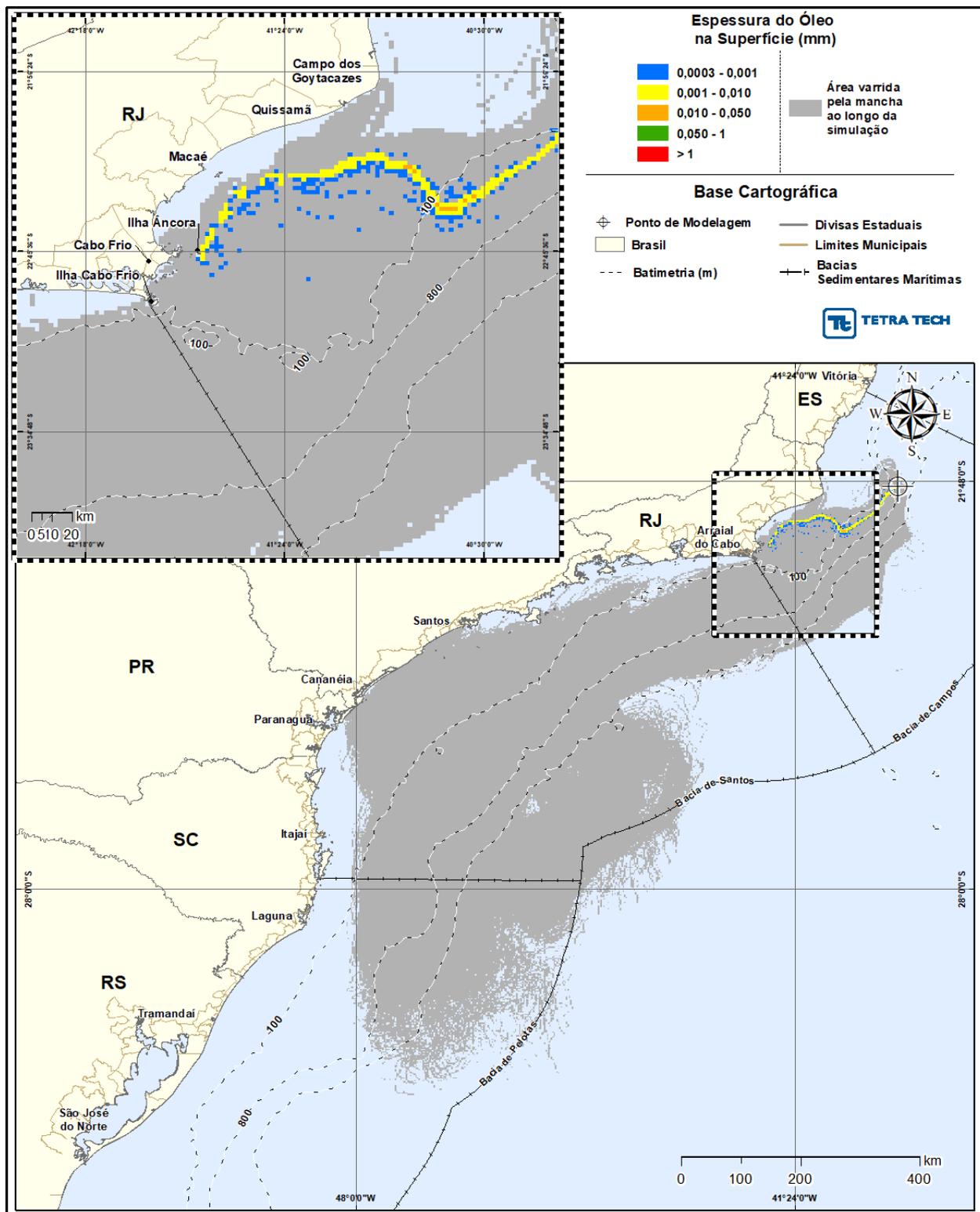
**Figura 133 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



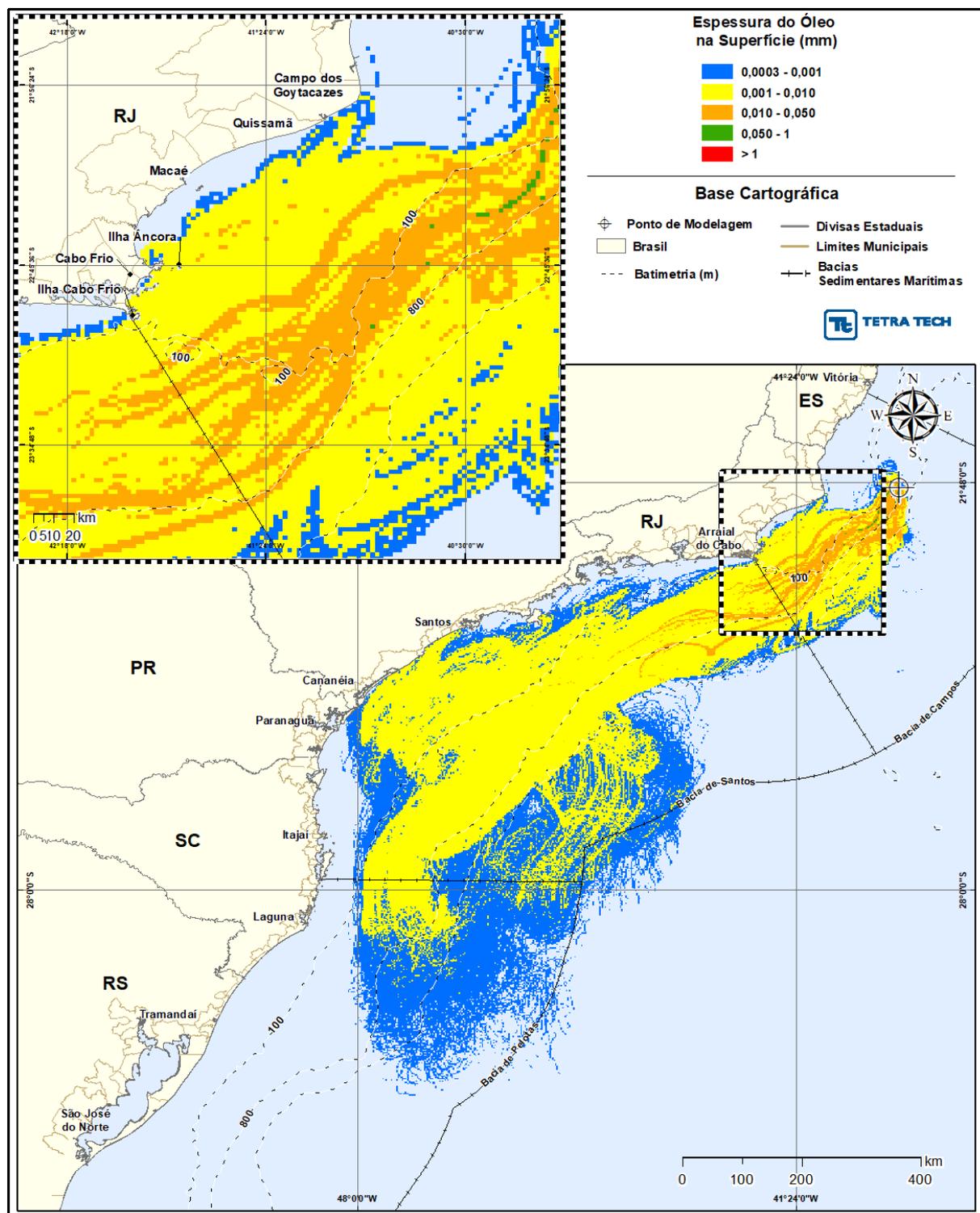
**Figura 134 - Balanço de massa para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.**



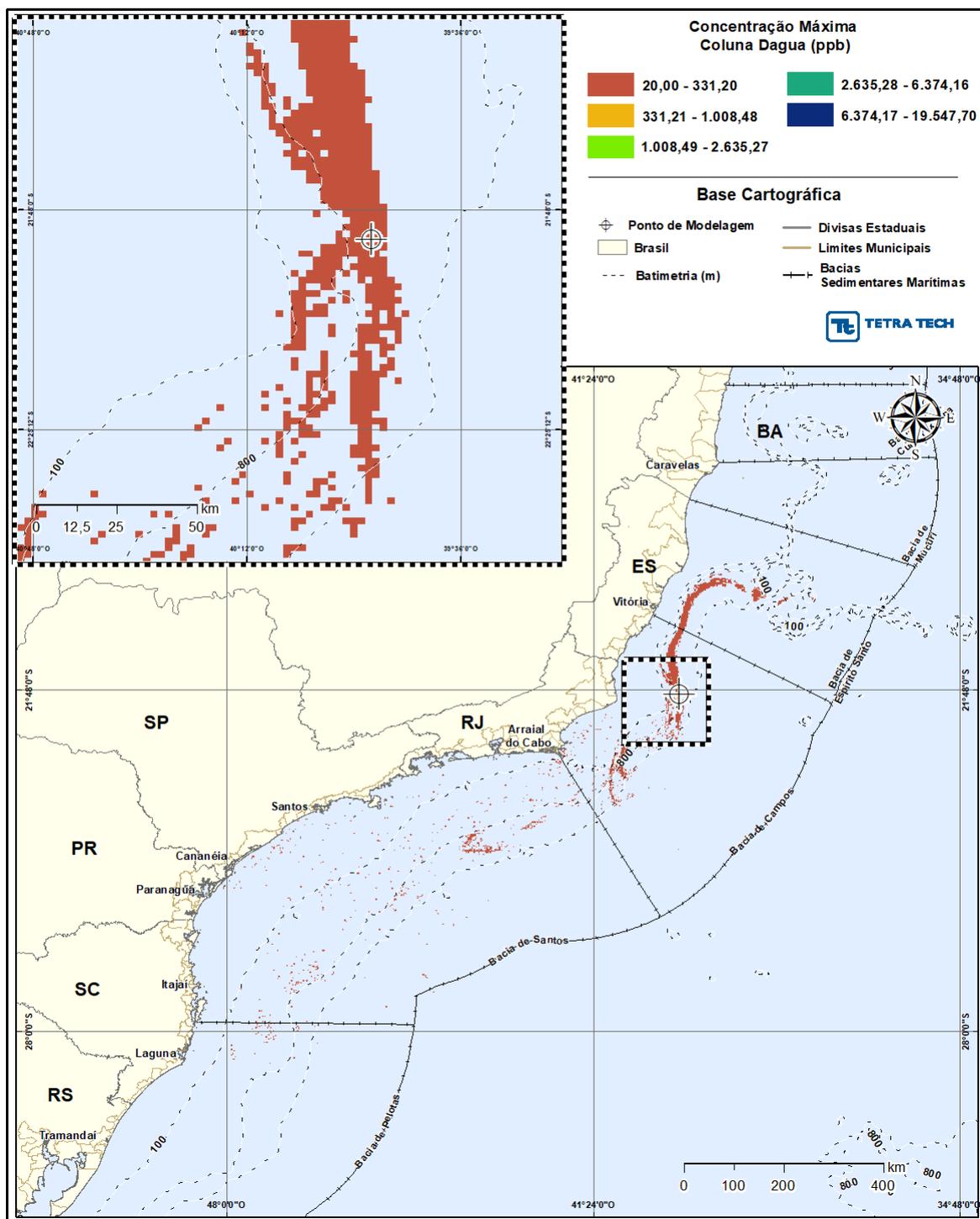
**Figura 135 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Cenário determinístico crítico de menor tempo de toque do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



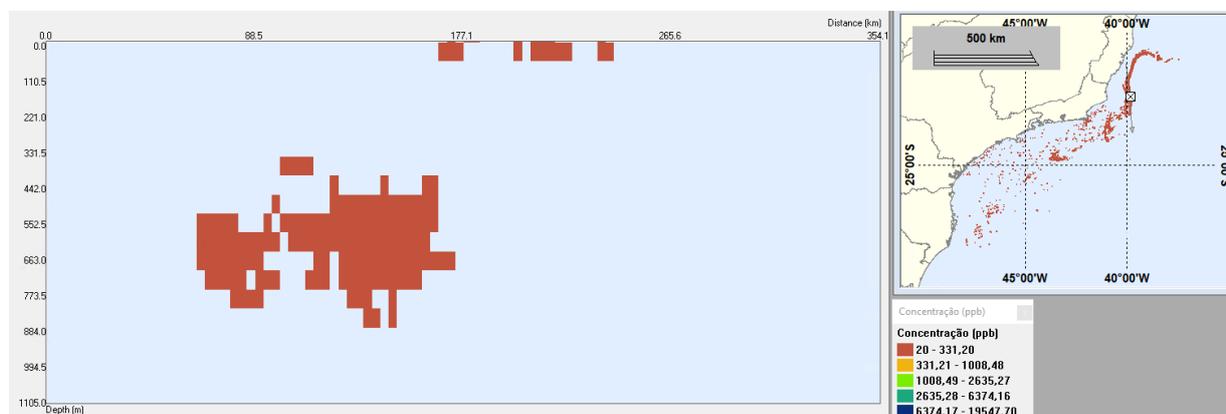
**Figura 136 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



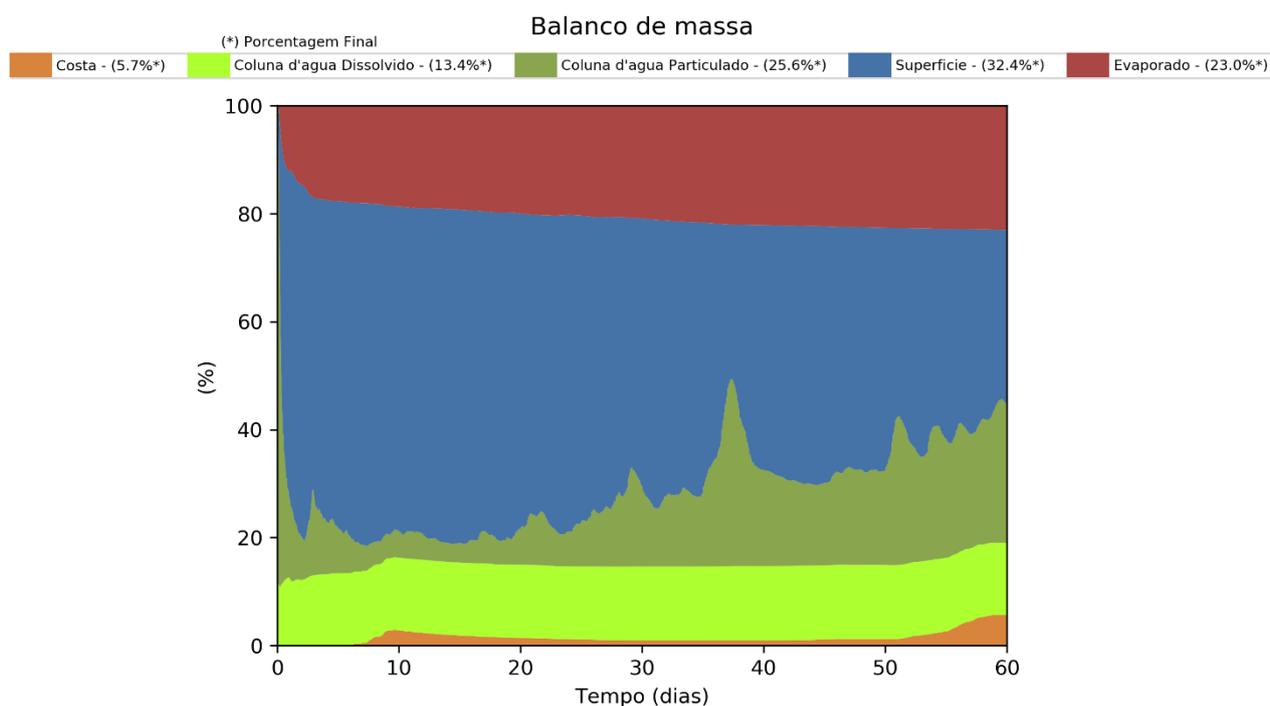
**Figura 137 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



**Figura 138 - Cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de menor tempo de toque, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



**Figura 139 - Balanço de massa para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.**



#### 4.2.2.1.1 Condições Meteorológicas e Oceanográficas – Simulações Determinísticas de Menor Tempo

A seguir, são apresentadas as figuras das condições meteorológicas e oceanográficas referente ao cenário determinístico crítico proporcionou a chegada do óleo mais rapidamente a costa, representado pelo cenário de derrame de pior caso do período de outono-inverno. O instante de primeiro toque do óleo na costa ocorreu em 132 horas na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ).

O campo de correntes foi obtido a partir do modelo global MERCATOR (*Mercator Ocean International*) e o campo de ventos foi proveniente de dados de reanálise de modelo meteorológico CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*), ambos com dados extraídos do vértice mais próximo ao ponto de modelagem.

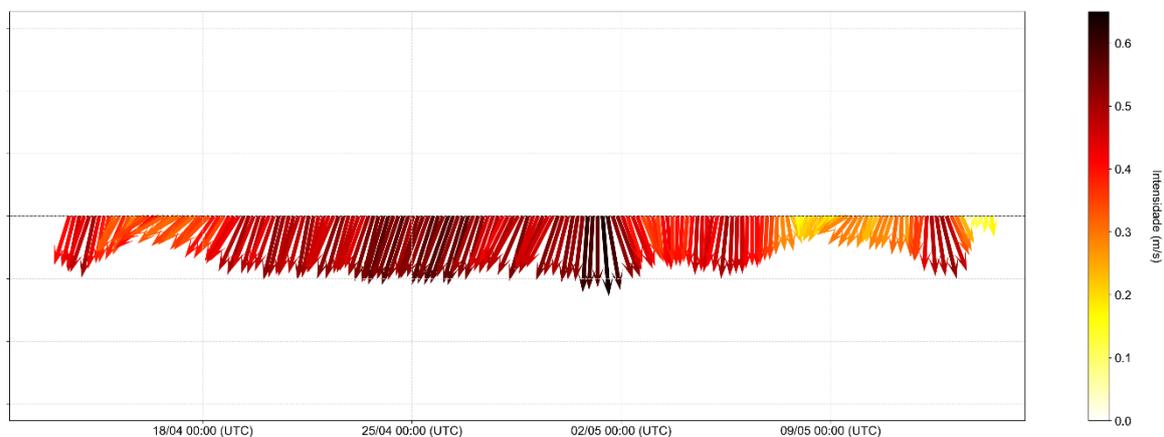
As séries temporais da corrente e vento do cenário determinístico crítico de maior massa (DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D) são apresentadas no formato *stickplot* na Figura 140 e Figura 141, seguidas pelas respectivas tabelas de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos e correntes na Tabela 45 e Tabela 46. O *stickplot* apresenta os vetores de velocidade ao longo da série temporal, onde a cor e tamanho do vetor indicam a intensidade e a angulação indica a direção de incidência (do vento) ou fluxo (da corrente).

O fluxo das correntes do cenário determinístico teve direção predominante para SSW (Figura 140) e S. Durante o período analisado a intensidade máxima registrada foi de 0,64 m/s para S, sendo a faixa de velocidades registradas com maior frequência entre 0,4 e 0,5 m/s (Tabela 45).

Os ventos apresentaram uma distribuição de direções variando em todo o quadrante entre NE e SE, associadas à uma grande quantidade de passagens de sistemas frontais durante o período analisado (Figura 141). A faixa de intensidades mais frequente foi entre 4 e 6 m/s, enquanto a intensidade máxima registrada foi de 11,3 m/s de direção SE (Tabela 46).

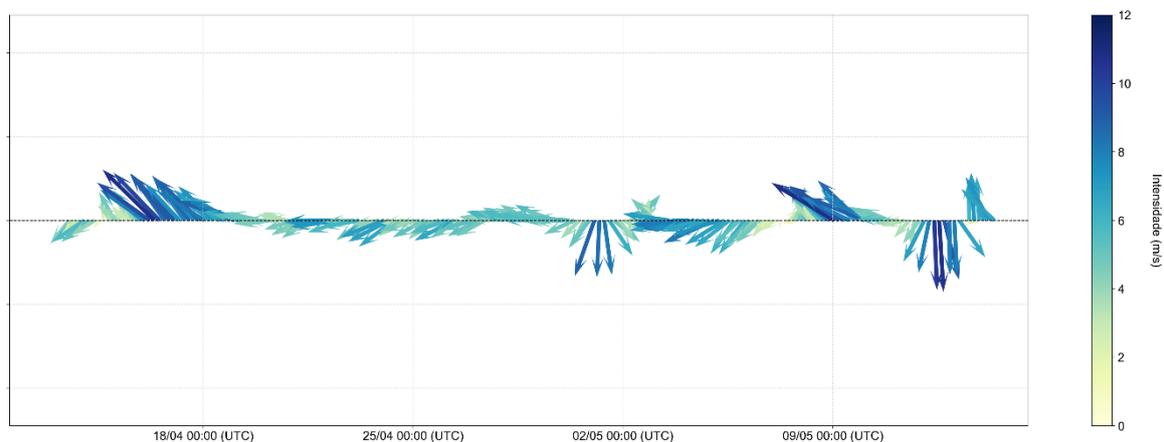
**Figura 140** –Série temporal de corrente em formato stickplot para o cenário  
**DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D**

**Stickplot de correntes**



**Figura 141** –Série temporal de vento em formato stickplot para o cenário  
**DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D**.

**Stickplot de vento**



**Tabela 45 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.**

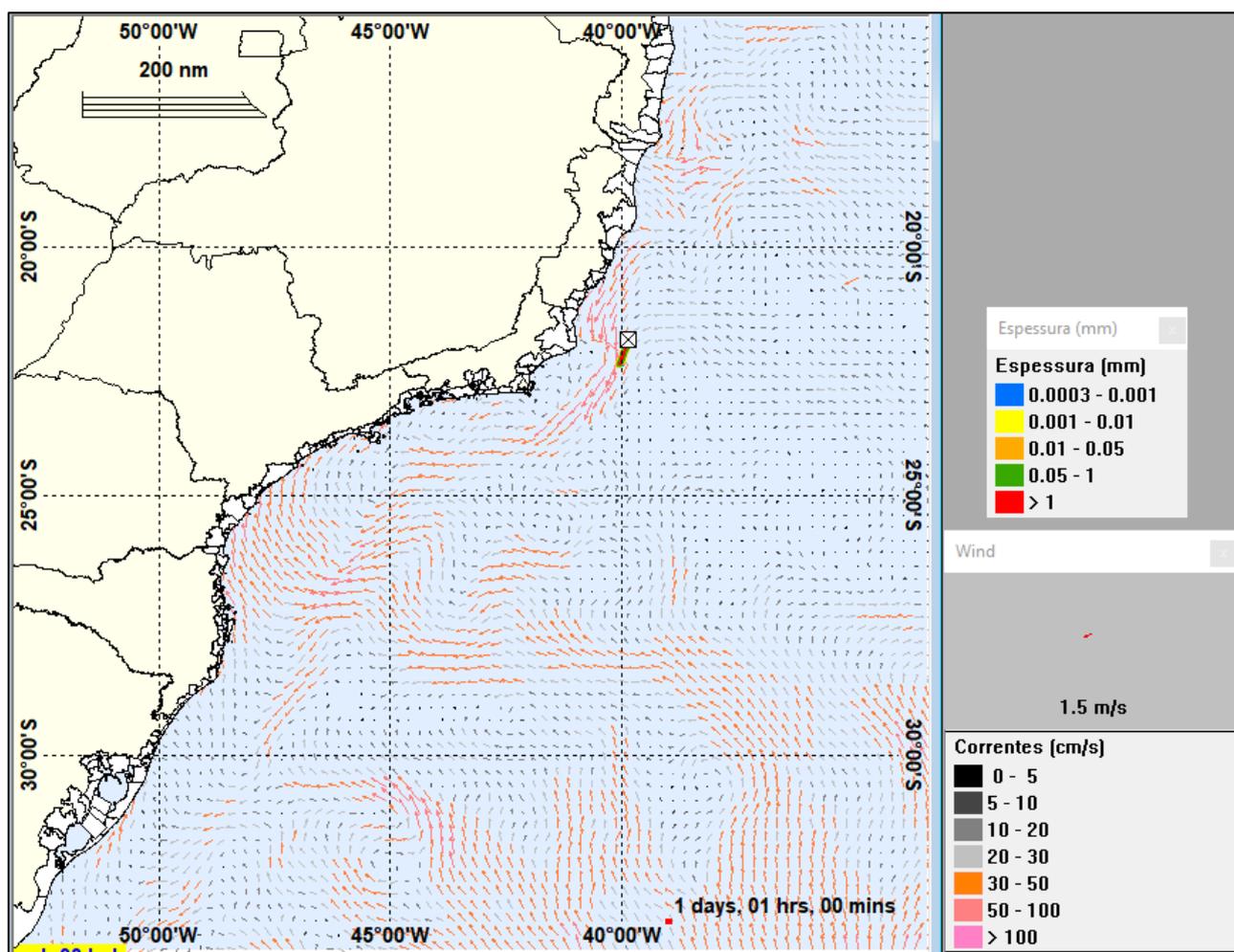
Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	0	0	0	0	1,0
0,1-0,2	0	0	0	0	0	0	0	7	10	12	9	0	0	0	0	0	5,2
0,2-0,3	0	0	0	0	0	0	0	8	14	53	6	6	0	0	0	0	11,9
0,3-0,4	0	0	0	0	0	0	0	21	54	32	46	13	0	0	0	0	22,6
0,4-0,5	0	0	0	0	0	0	0	17	86	164	3	0	0	0	0	0	36,8
0,5-0,6	0	0	0	0	0	0	0	12	27	127	0	0	0	0	0	0	22,6
(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,99	26,16	52,86	9,13	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00	
Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,42	0,44	0,31	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	
Max.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,64	0,59	0,41	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tabela 46 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento para o cenário DET\_TEMPO\_FRADE\_OUT-INV\_PC\_31D.**

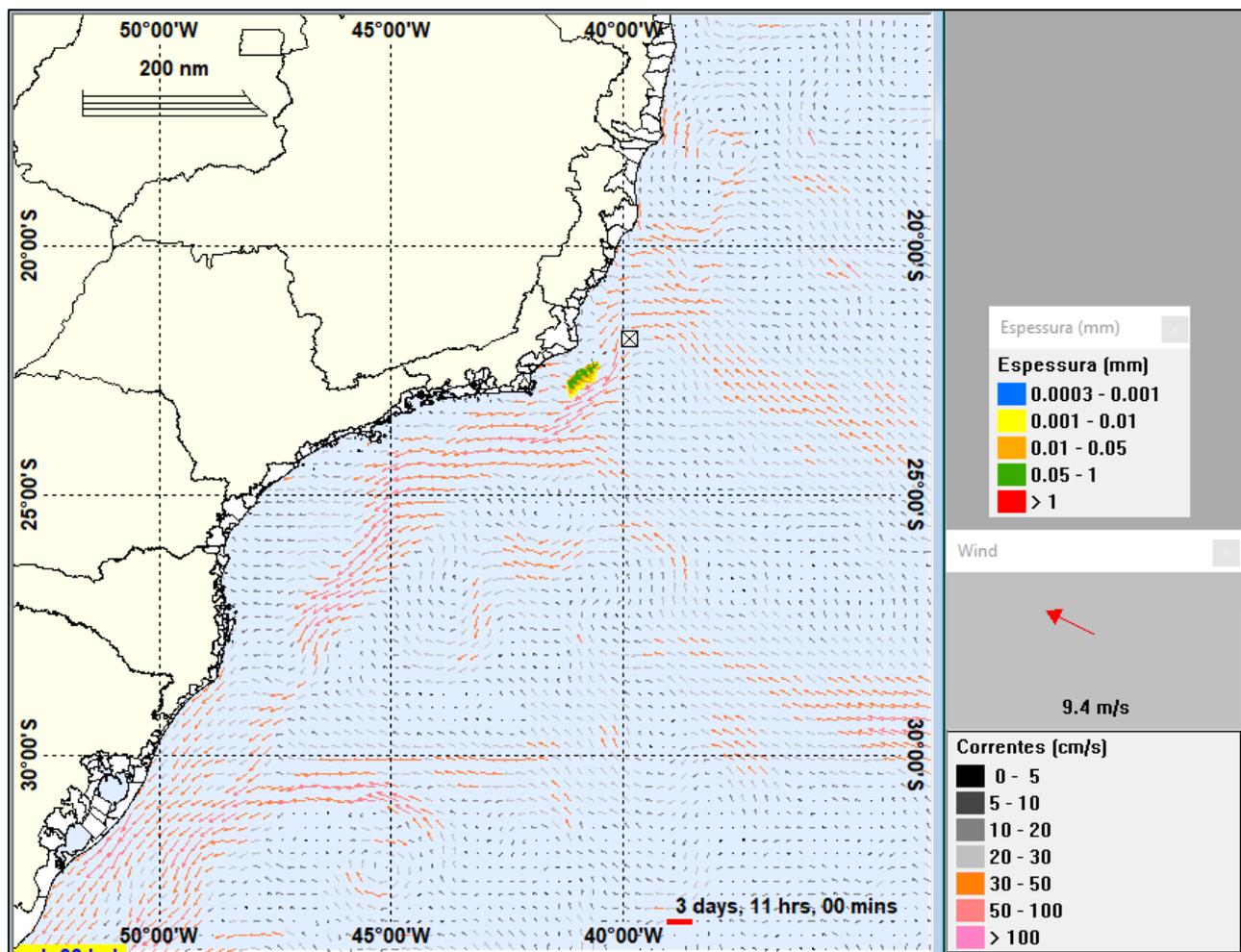
Vento (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-2,0	1	2	2	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	3	1	2,3
2,0-4,0	2	11	27	28	8	9	18	13	3	6	2	3	3	3	4	0	18,8
4,0-6,0	0	5	42	78	66	61	12	6	4	5	3	1	2	0	8	0	39,4
6,0-8,0	3	8	15	41	30	31	39	10	9	0	0	0	0	0	2	5	25,9
8,0-10,0	15	2	0	1	7	15	42	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11,4
10,0-12,0	8	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2
(%)	3,9	3,8	11,6	20,0	14,9	15,9	15,7	4,0	2,3	1,5	0,8	0,7	0,9	0,5	2,3	1,2	
Media	8,5	4,9	4,5	5,2	5,6	6,0	7,1	4,7	5,6	4,0	3,6	3,5	3,0	3,0	4,0	7,0	
Max.	10,9	9,1	6,6	8,2	8,5	10,9	11,3	7,8	7,6	5,0	5,0	4,0	4,2	3,8	6,7	9,1	

Os resultados mostram que a trajetória do óleo até o instante do toque ocorre em direção ao quadrante SW, sobre a ação de correntes de SW e vento do quadrante SE.

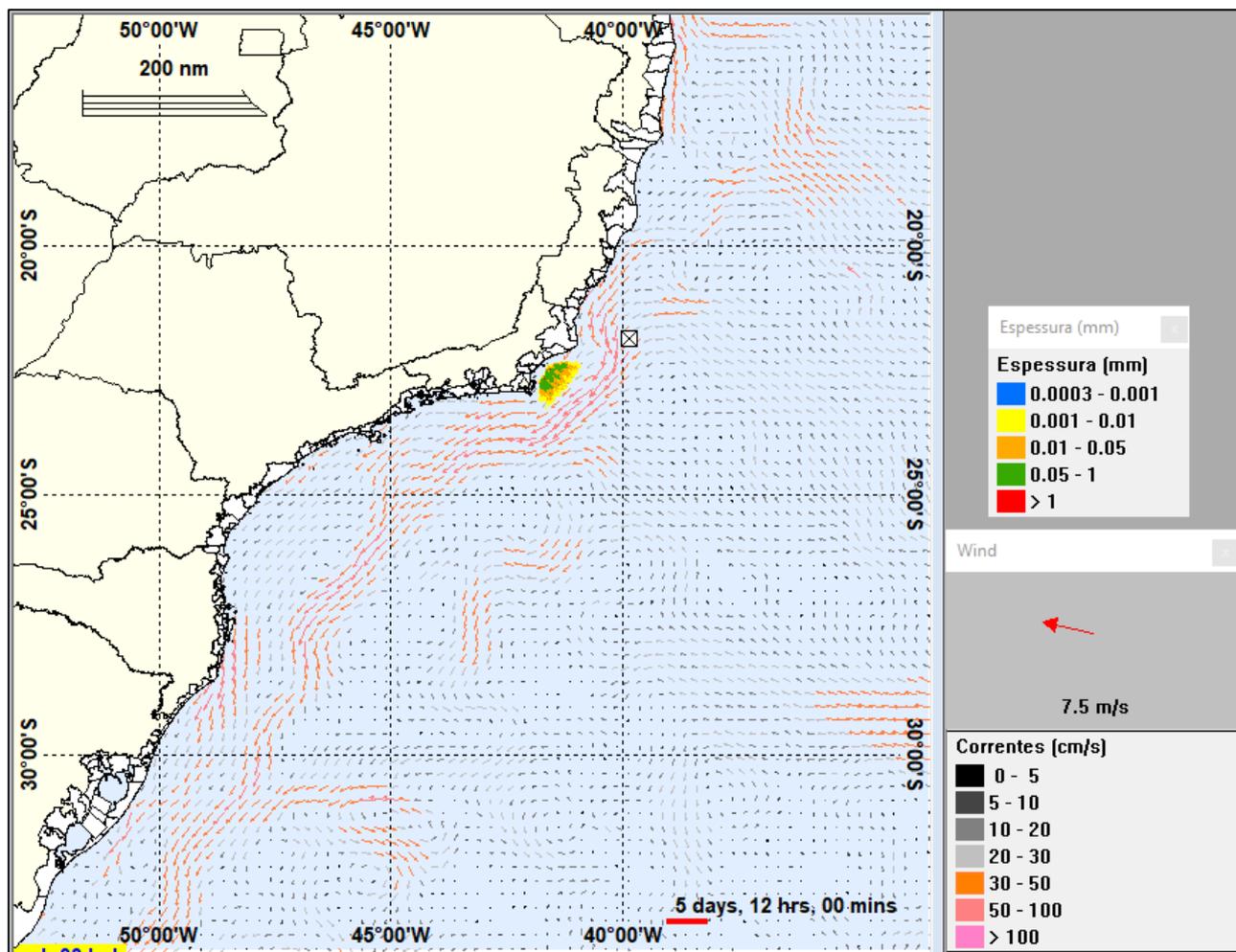
**Figura 142** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 25 horas após o início da simulação determinística crítica de menor tempo, volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



**Figura 143** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 83 horas após o início da simulação (instante intermediário) determinística crítica de menor tempo, volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



**Figura 144** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da determinística crítica de menor tempo, volume de pior caso, no período de outono-inverno. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



#### 4.2.2.2. Simulações Determinísticas de Maior Massa na Costa

A Tabela 47 apresenta a lista dos cenários determinísticos de maior massa de óleo na costa. Os cenários mais críticos são referentes as hipóteses acidentais de pior caso (*blowout* do poço ODP4) no período da primavera-verão e de pior caso (afundamento do FPSO Frade) no período de outono-inverno. A maior massa de óleo na costa foi de 13.212,9 m<sup>3</sup> no cenário de pior caso de *blowout* de outono-inverno, com o primeiro toque do óleo na costa ocorrendo em 512 horas no litoral da Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ).

**Tabela 47** - Resumo dos cenários determinísticos críticos analisados para a seleção do menor tempo de toque na costa.

CENÁRIOS	DATA DE INÍCIO DA SIMULAÇÃO	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (HORAS)	MUNICÍPIO DO PRIMEIRO TOQUE	VOLUME FINAL DE ÓLEO NA COSTA (m <sup>3</sup> )
DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_200_30D	04/12/2017 05h00min	211	Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ)	56,6
DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_31D	07/01/2018 08h00min	662	Ilhabela (SP)	5.682,71
DET_MASSA_FRADE_PRI-VER_PC_60D	15/11/2017 09h00min	512	Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ)	13.212,9
DET_MASSA_FRADE_OUT-INV_200_30D	22/05/2018 10h00min	334	Campos dos Goytacazes (RJ)	66
DET_MASSA_FRADE_OUT-INV_PC_31D	27/05/2018 11h00min	442	Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ)	13.173,55
DET_MASSA_FRADE_OUT-INV_PC_60D	22/08/2018 14h00min	900	Ilha dos Búzios (Ilhabela, SP)	8.204,4

Da Figura 145 a Figura 174 são apresentados os resultados do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa.

Os resultados mostram que as trajetórias do óleo na superfície ocorreram para SW. No cenário de volume médio do período da outono-inverno o deslocamento do óleo ficou restrito a região da Bacia de Campo e o mesmo apresentou uma alteração no deslocamento para NW, que proporcionou o toque na costa em Campos dos Goytacazes (RJ). Para a mesma hipótese acidental, porém no período da primavera verão, verifica-se a presença do óleo também na Bacia de Santos.

Em praticamente todos os cenários de pior caso, as trajetórias do óleo alcançaram as bacias de Campos, Santos e Pelotas, exceto no cenário de outono-inverno para a hipótese de afundamento do FPSO onde o óleo não alcançou a bacia de Pelotas.

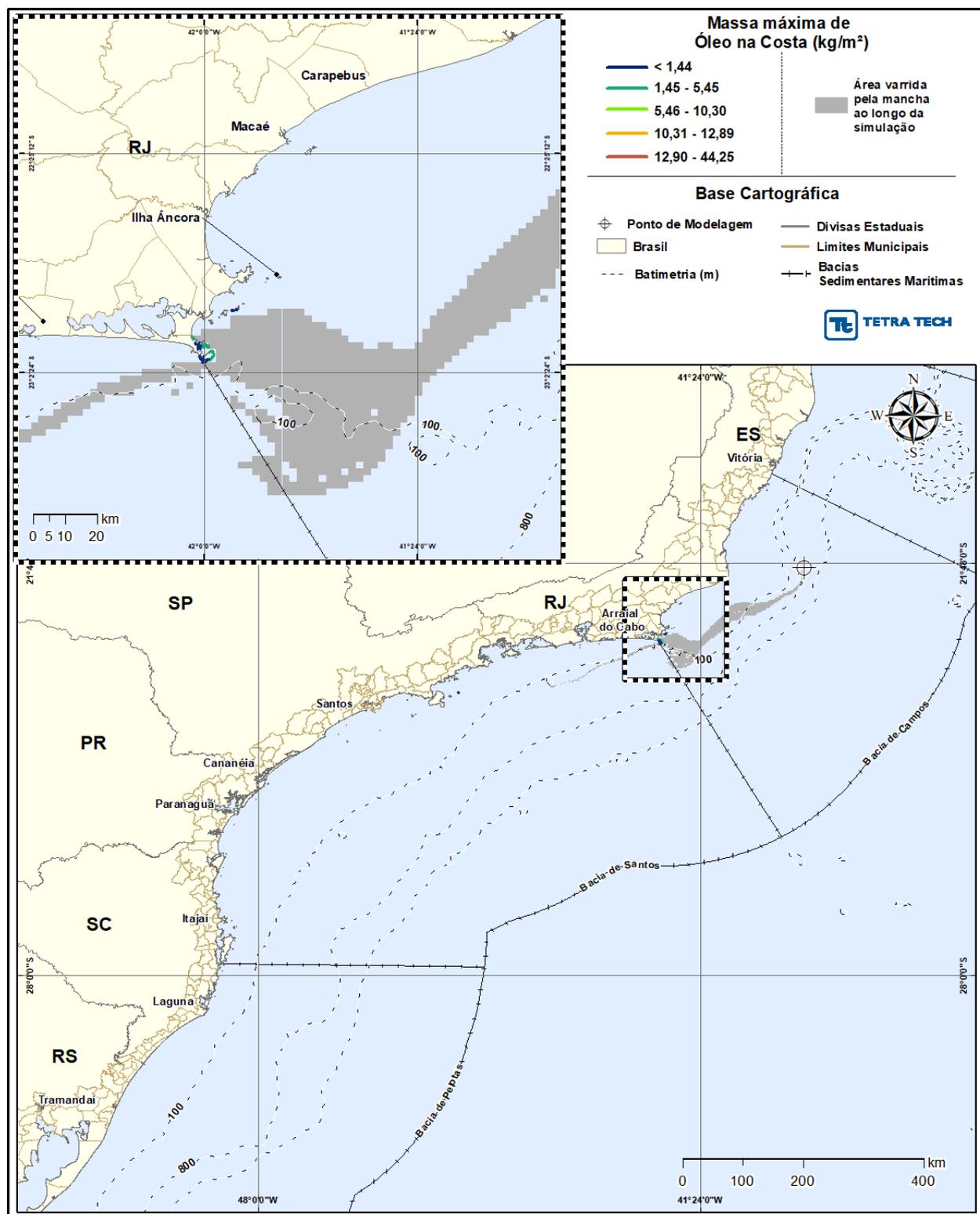
Nos cenários de volume médio as áreas com maiores espessuras (> 0,01 mm) ocorreram somente na Bacia de Campos, no instante do toque na costa a mancha de óleo não apresenta espessuras superiores 0,01 mm. Nos cenários de pior caso (afundamento do FPSO), as áreas com maiores espessuras ocorreram nas Bacias de Campos, Santos em ambos os períodos. E nos cenários de pior caso (*blowout* do poço) verifica-se que estas áreas com maiores espessuras se estendem até a Bacia de Pelotas.

As áreas de deslocamento do óleo foram de 5.477,6 km<sup>2</sup> (volume médio), 248.135,5 km<sup>2</sup> (volume de pior caso – afundamento do FPSO Frade) e 392.867,8 km<sup>2</sup> (volume de pior caso – *blowout* do poço ODP4) no período da primavera-verão e, 4.529,3 km<sup>2</sup> (volume médio), 94.775,2 km<sup>2</sup> (volume de pior caso - afundamento do FPSO Frade) e 477.455,1 km<sup>2</sup> (volume de pior caso – *blowout* do poço ODP4) no período de outono-inverno.

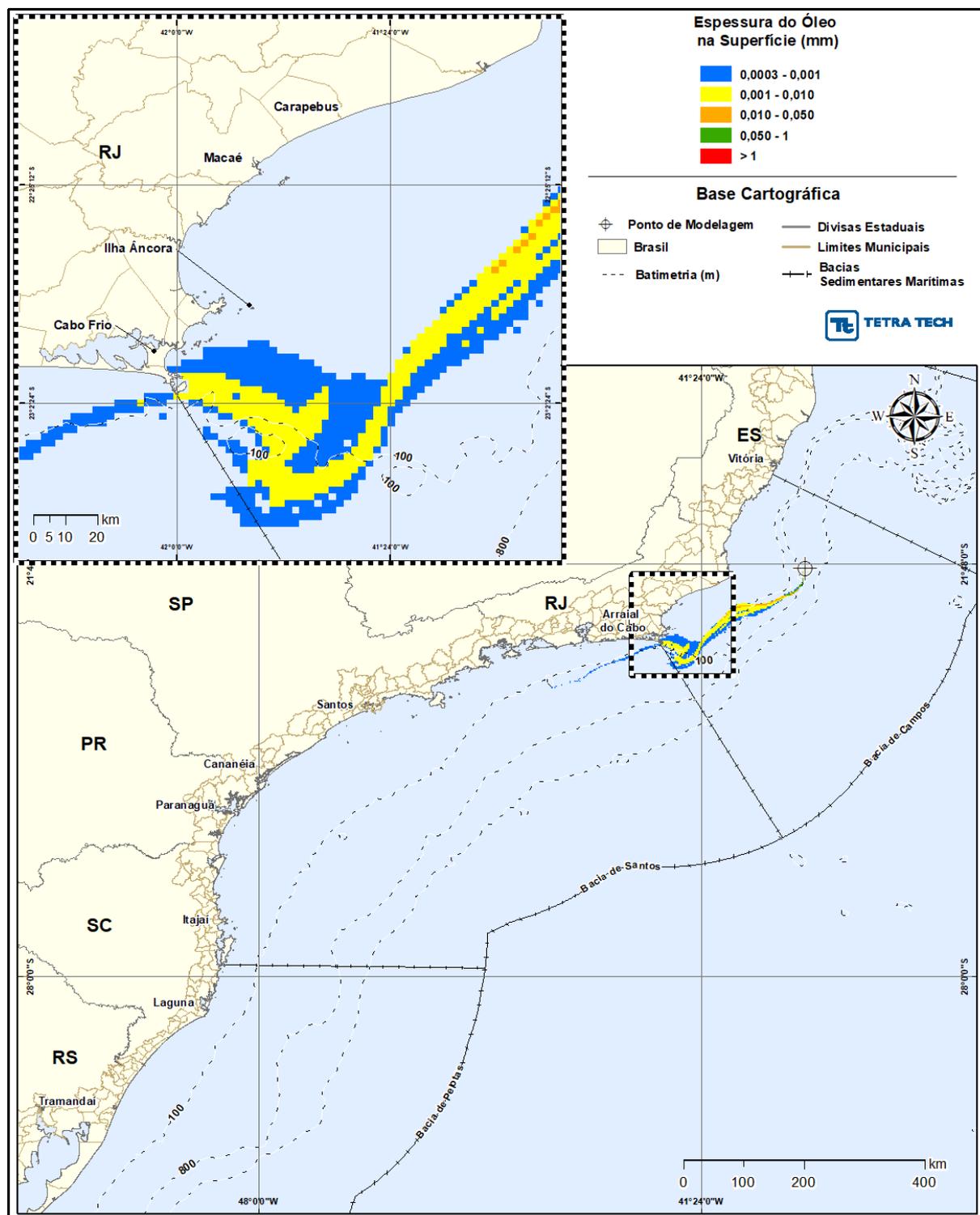
Os cenários de pior caso (afundamento do FPSO Frade) apresentaram as maiores concentrações na coluna d'água. As profundidades máximas com presença do óleo ao longo da simulação foram de 31 m (volume médio) e 89 m (volume de pior caso) no período da primavera-verão e outono-inverno. Nos cenários de pior caso (*blowout* do poço ODP4) é observado a presença do óleo até a profundidade de 988 m. Nas figuras do perfil vertical do óleo verifica-se que quanto mais profunda a presença do óleo menores as concentrações.

Analisando os gráficos de balanço de massa dessas simulações, observa-se que ao final da simulação a maior parcela do óleo encontra-se, na coluna na forma particulada com variação de 18,1% a 43,1%. A percentual evaporado variou entre 22,8% e 27,8%, enquanto a parcela de óleo na costa variou entre 2,2 % e 33,3 %. Na superfície, ao final da simulação restam entre 7% e 26,8% de todo o volume derramado.

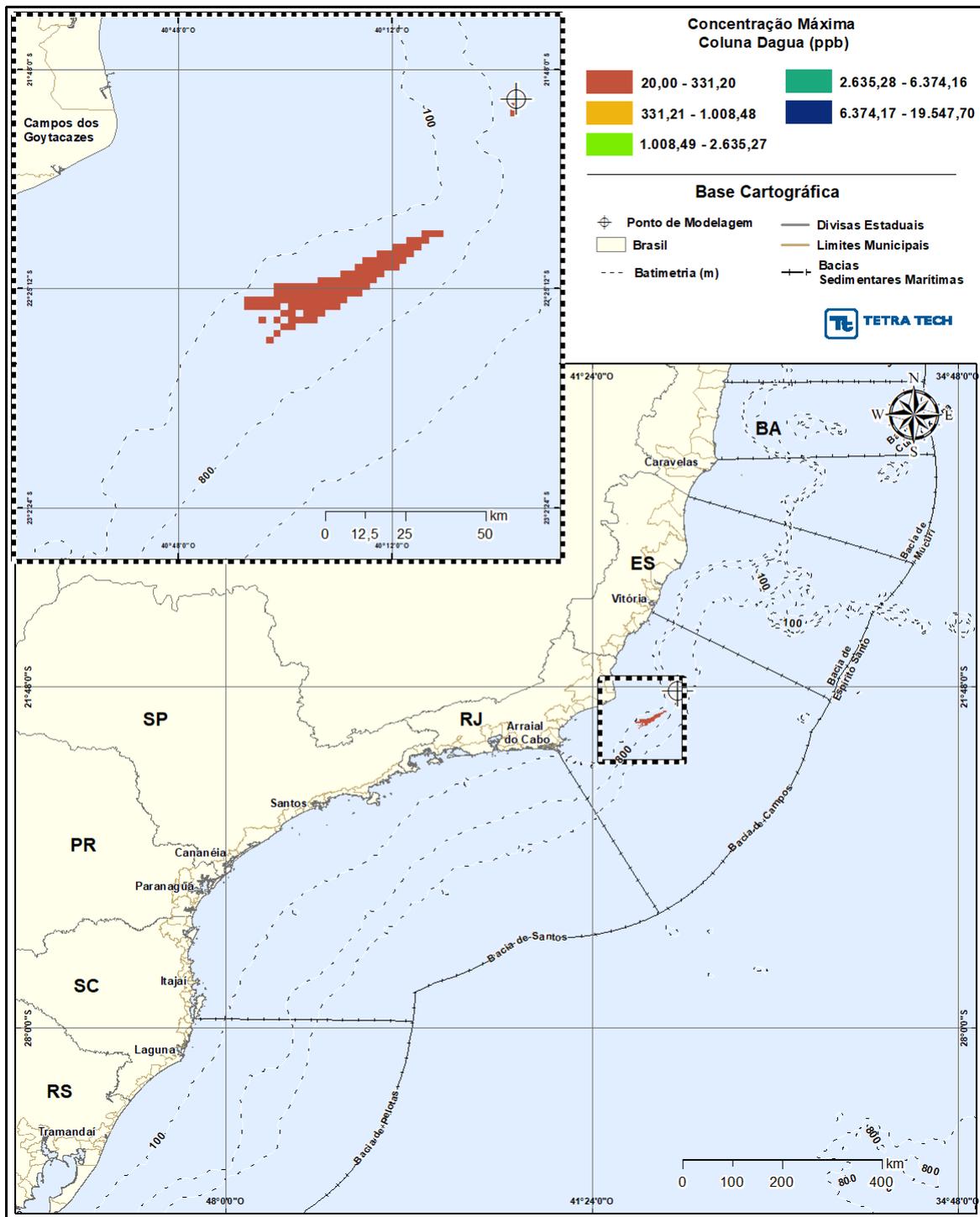
**Figura 145 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



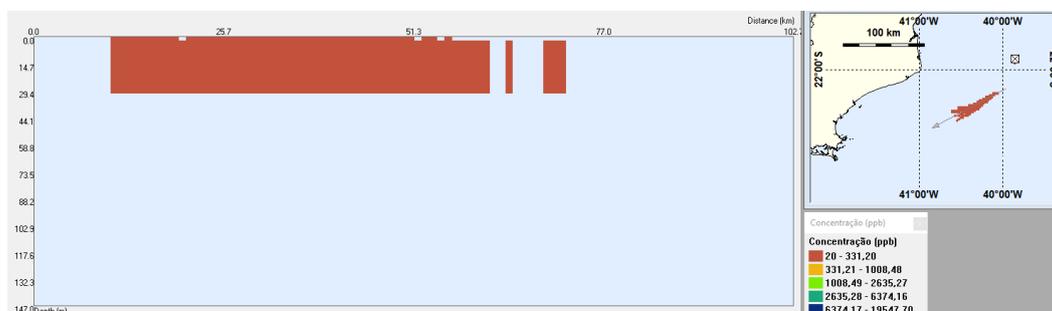
**Figura 146 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



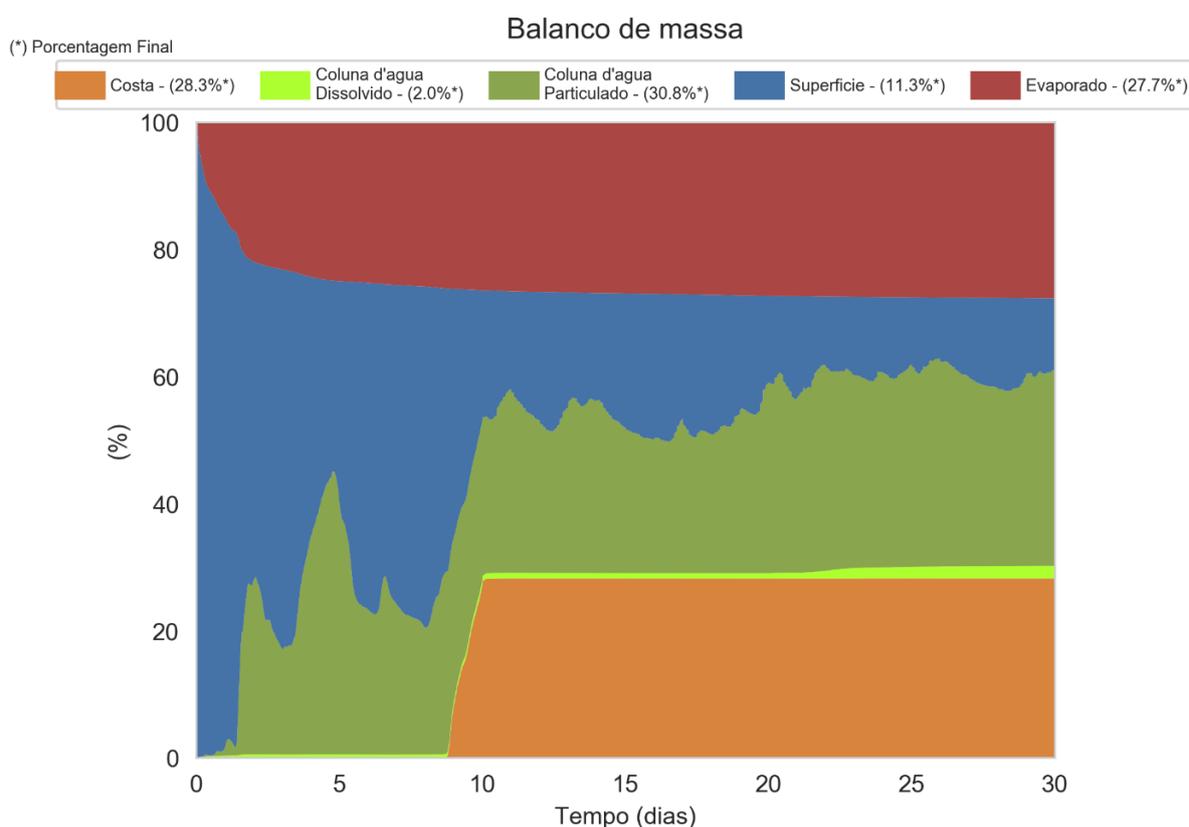
**Figura 147 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



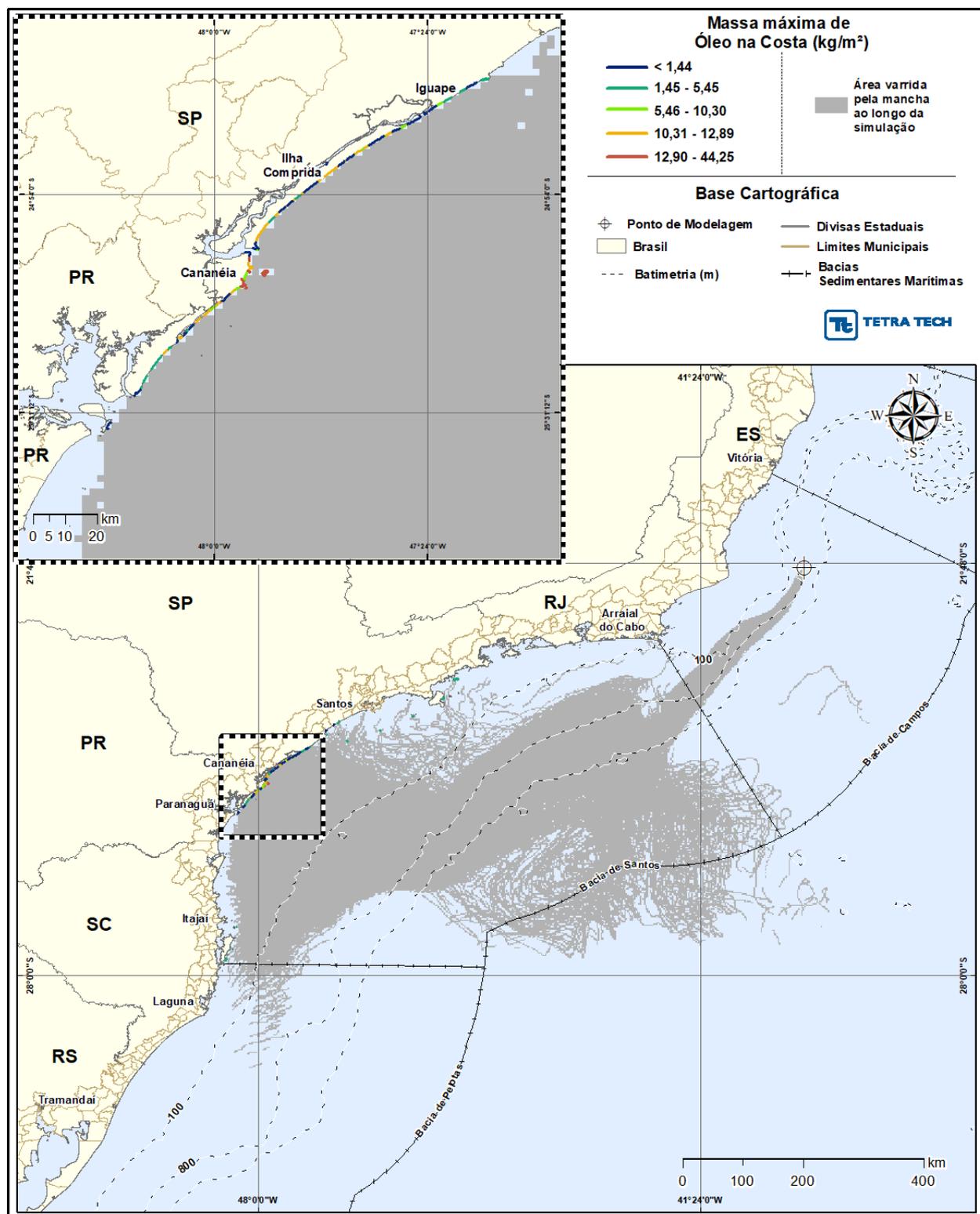
**Figura 148 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



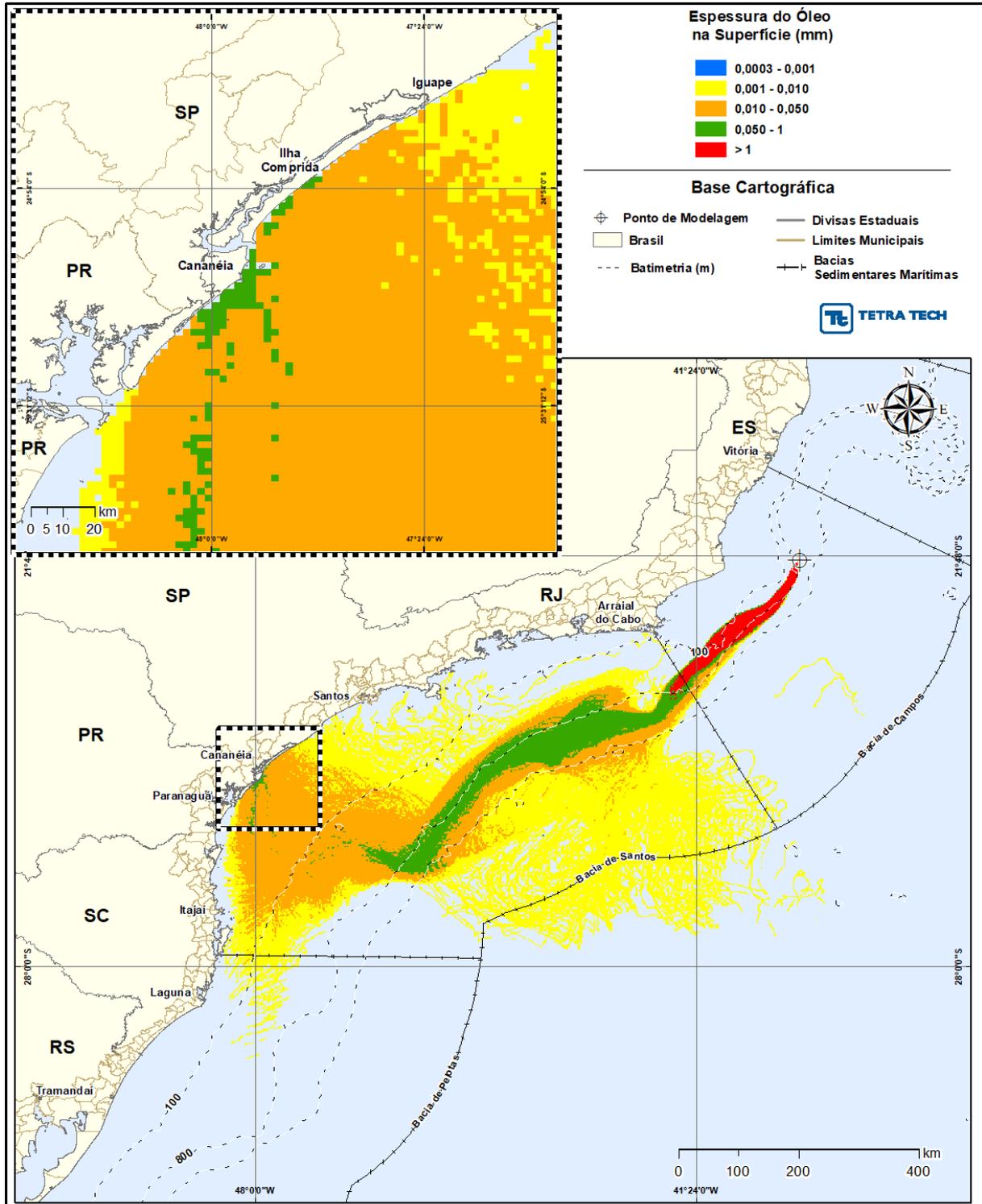
**Figura 149 - Balanço de massa para o cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_200\_30D.**



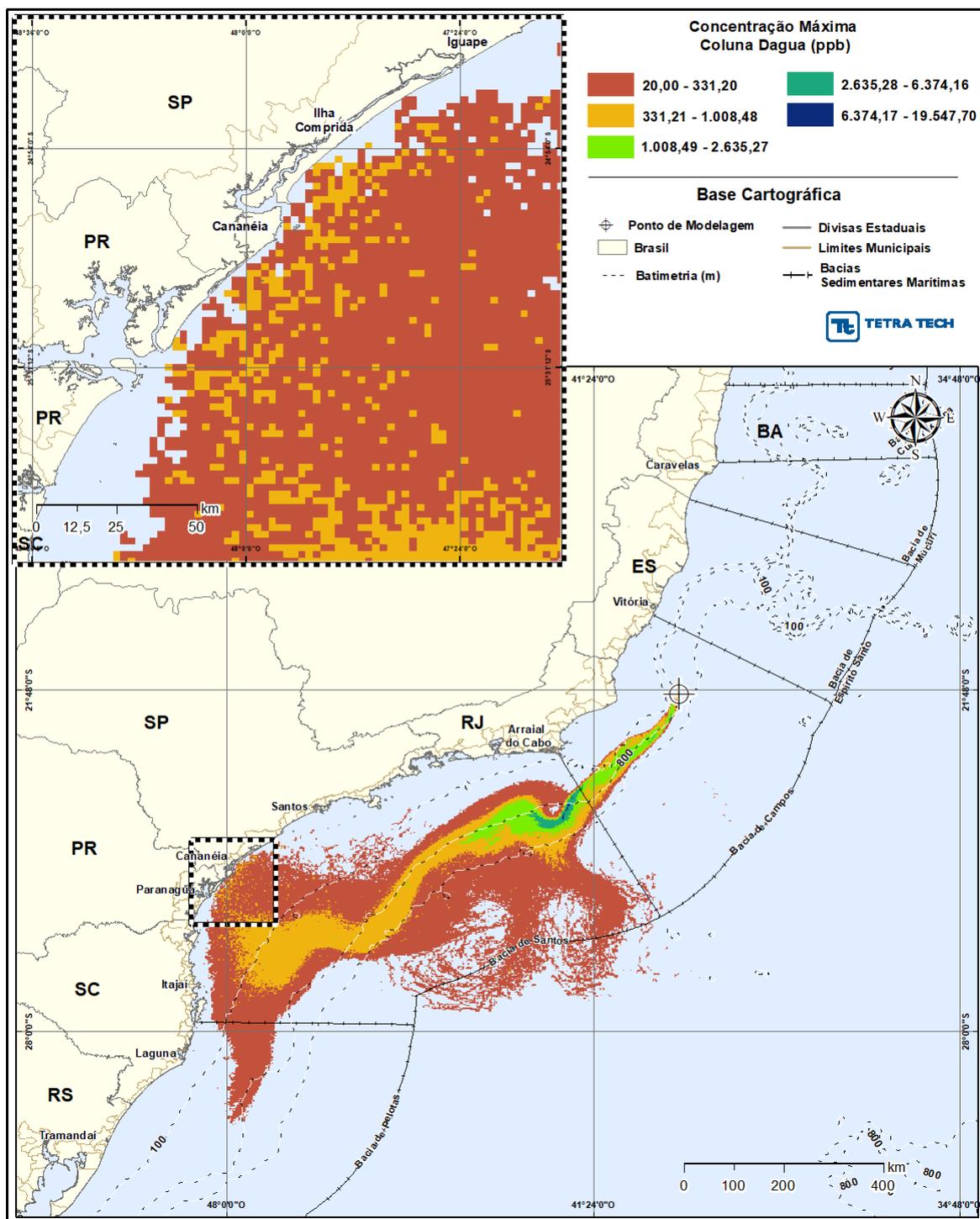
**Figura 150 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



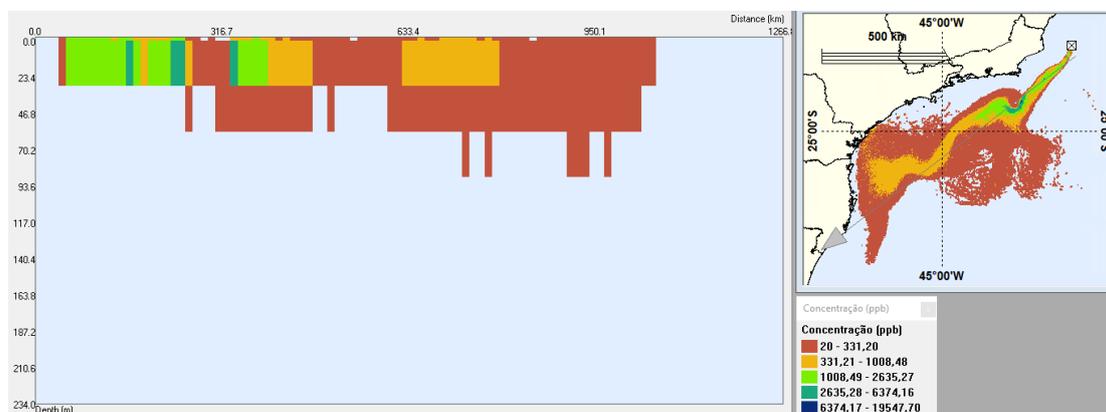
**Figura 151 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



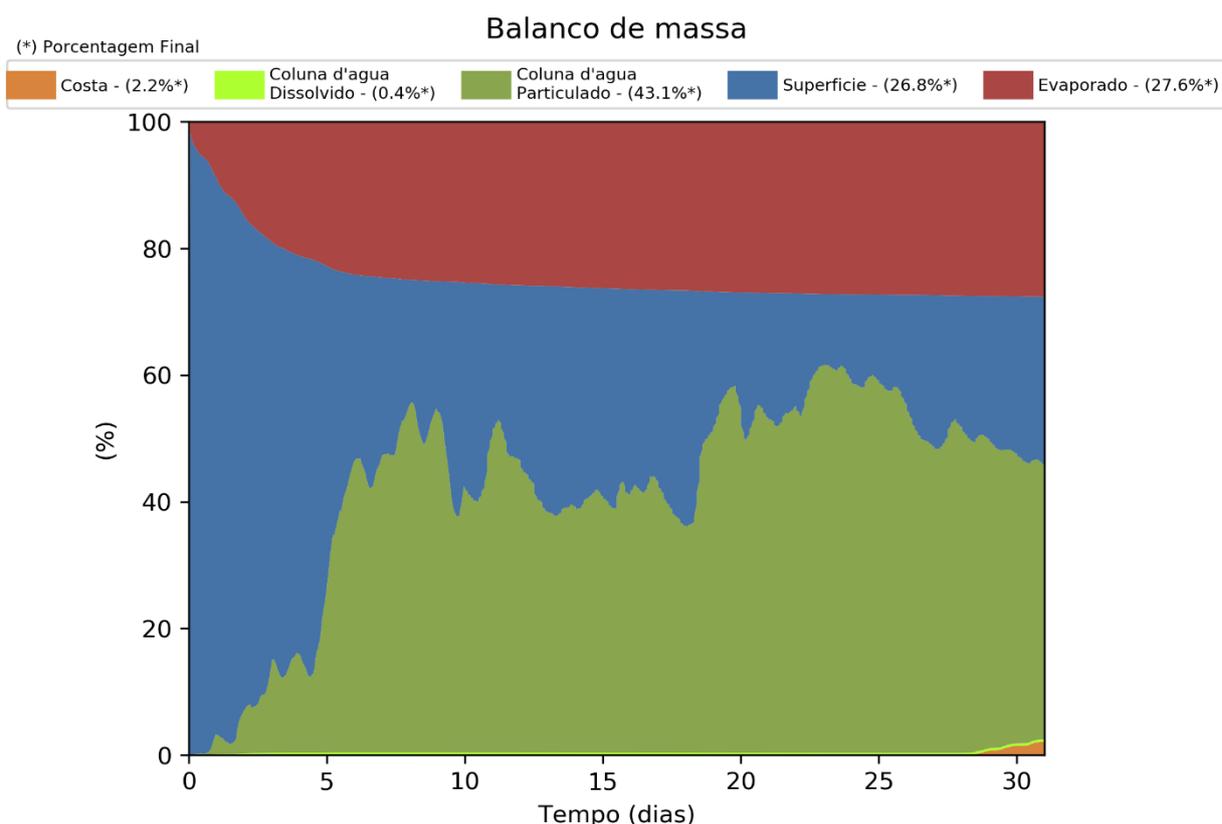
**Figura 152 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



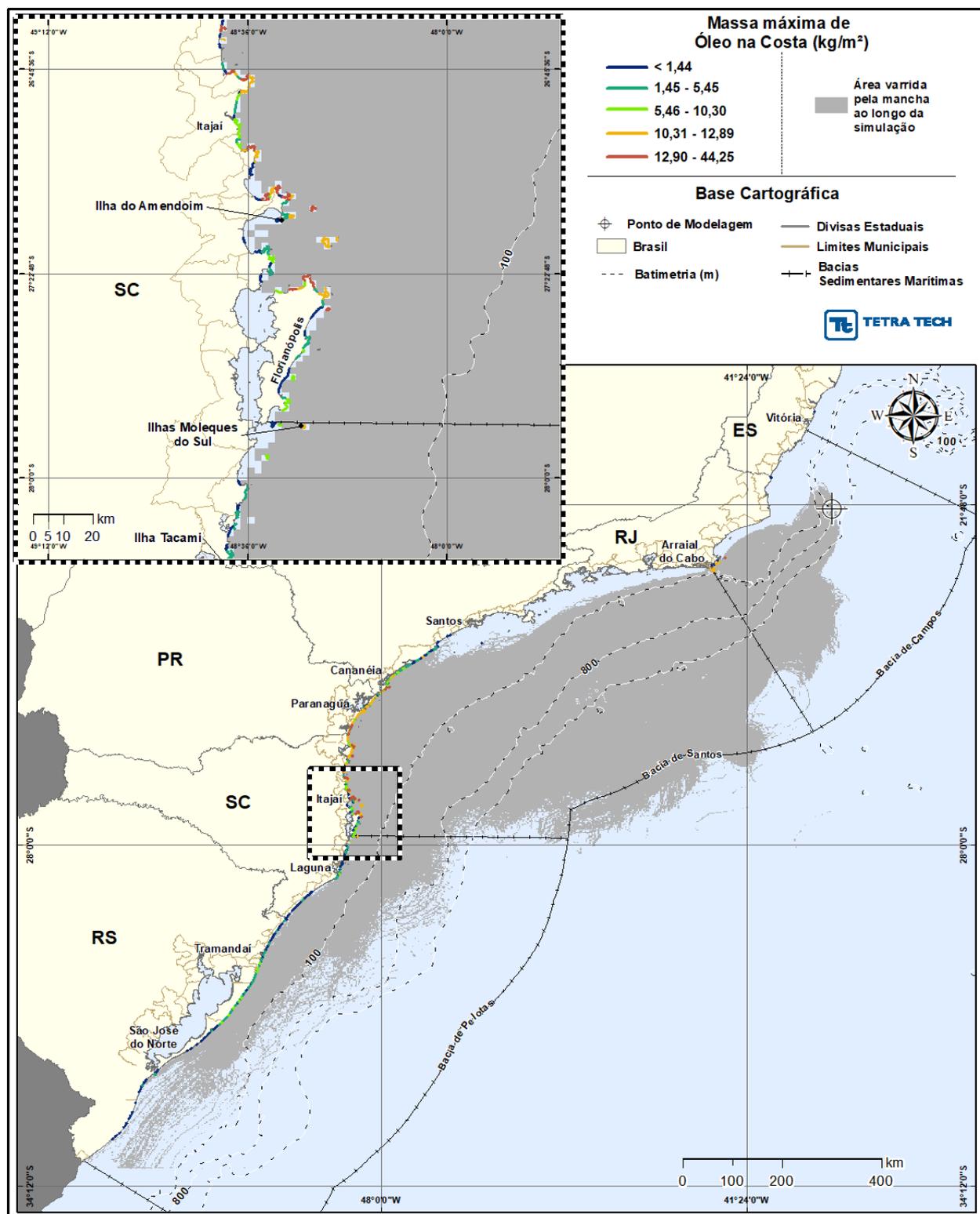
**Figura 153** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



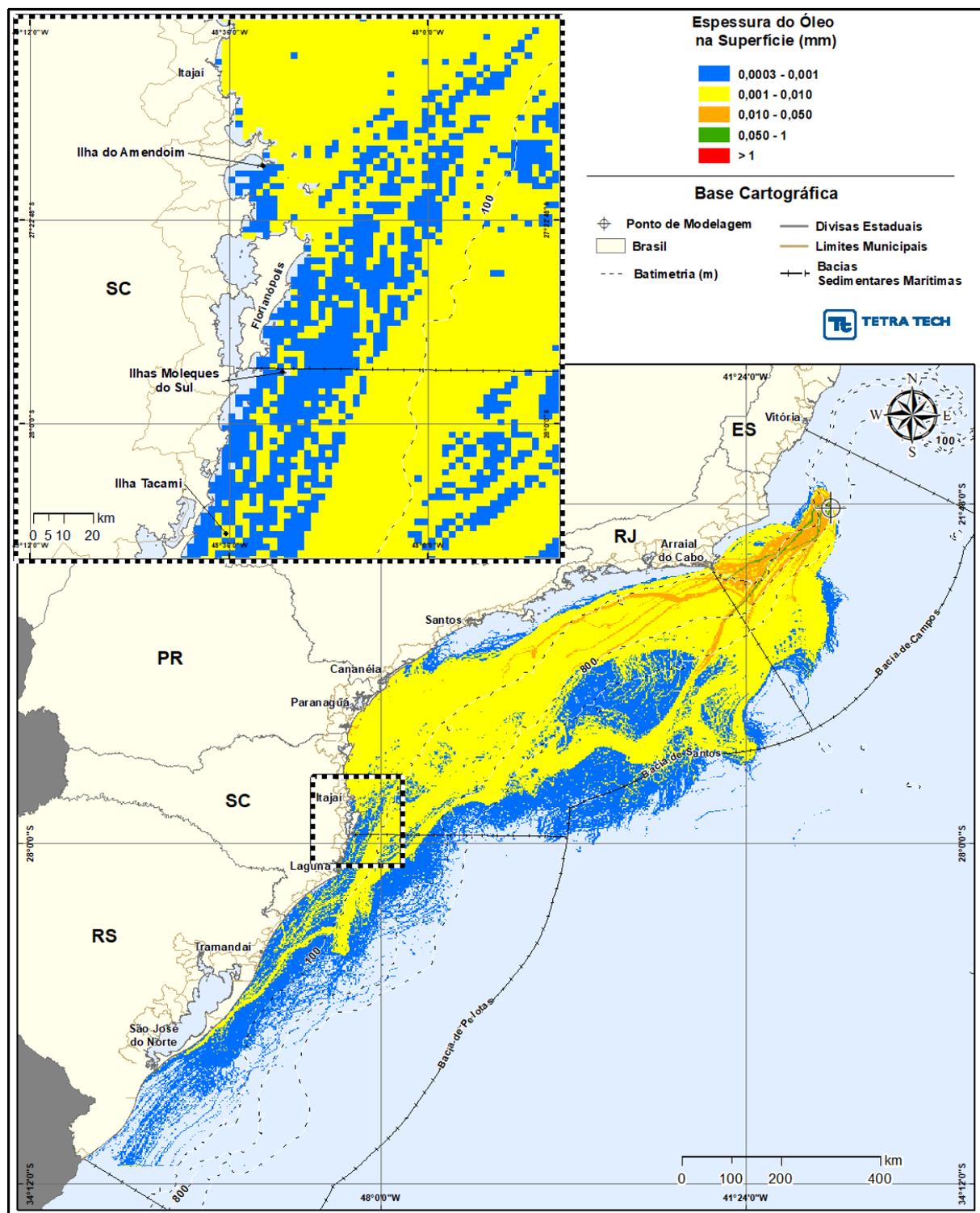
**Figura 154** - Balanço de massa para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_31D**.



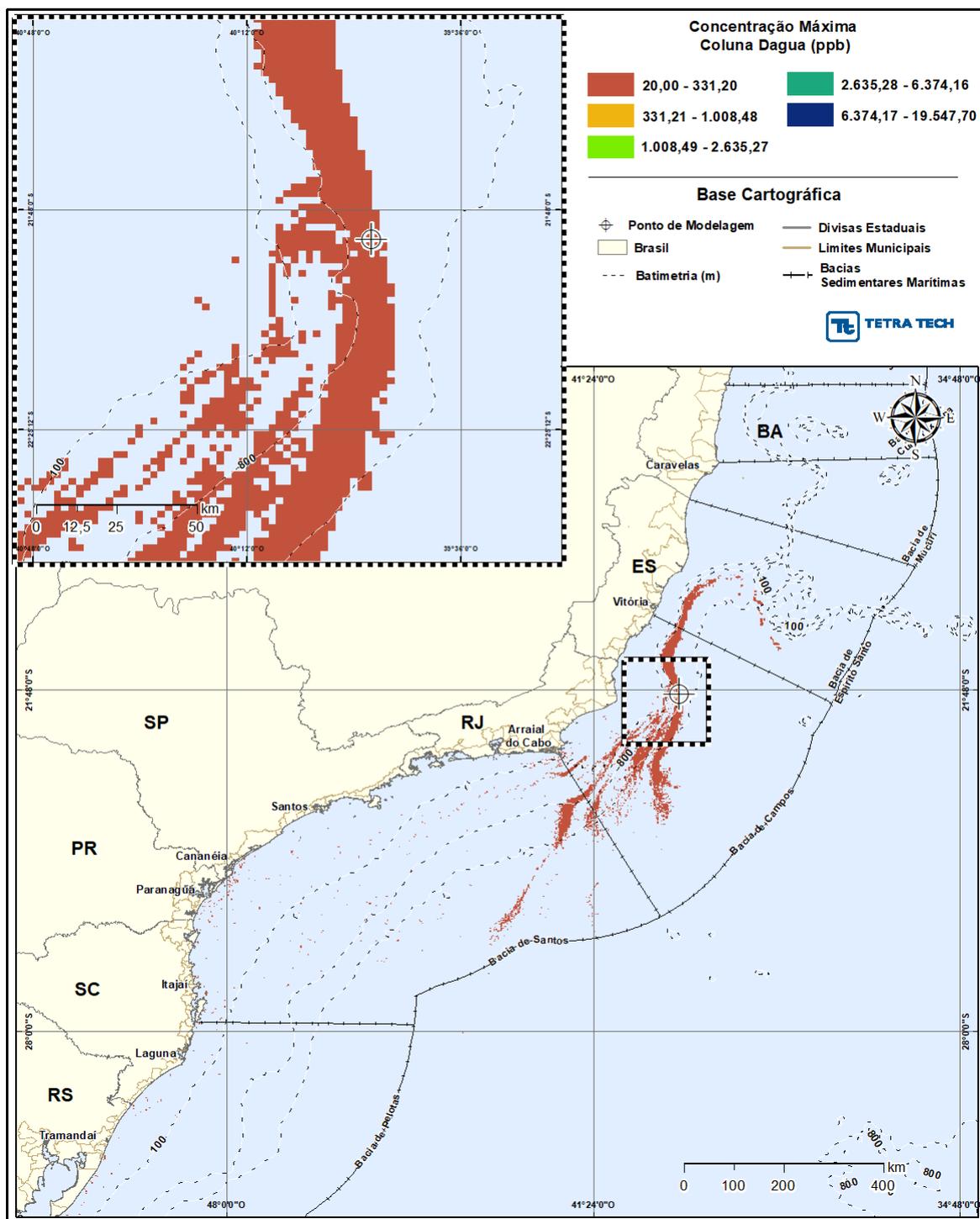
**Figura 155 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



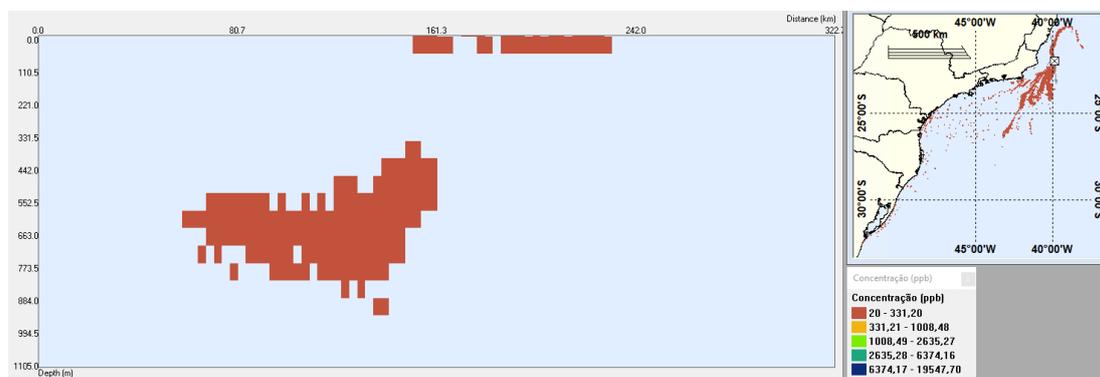
**Figura 156 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



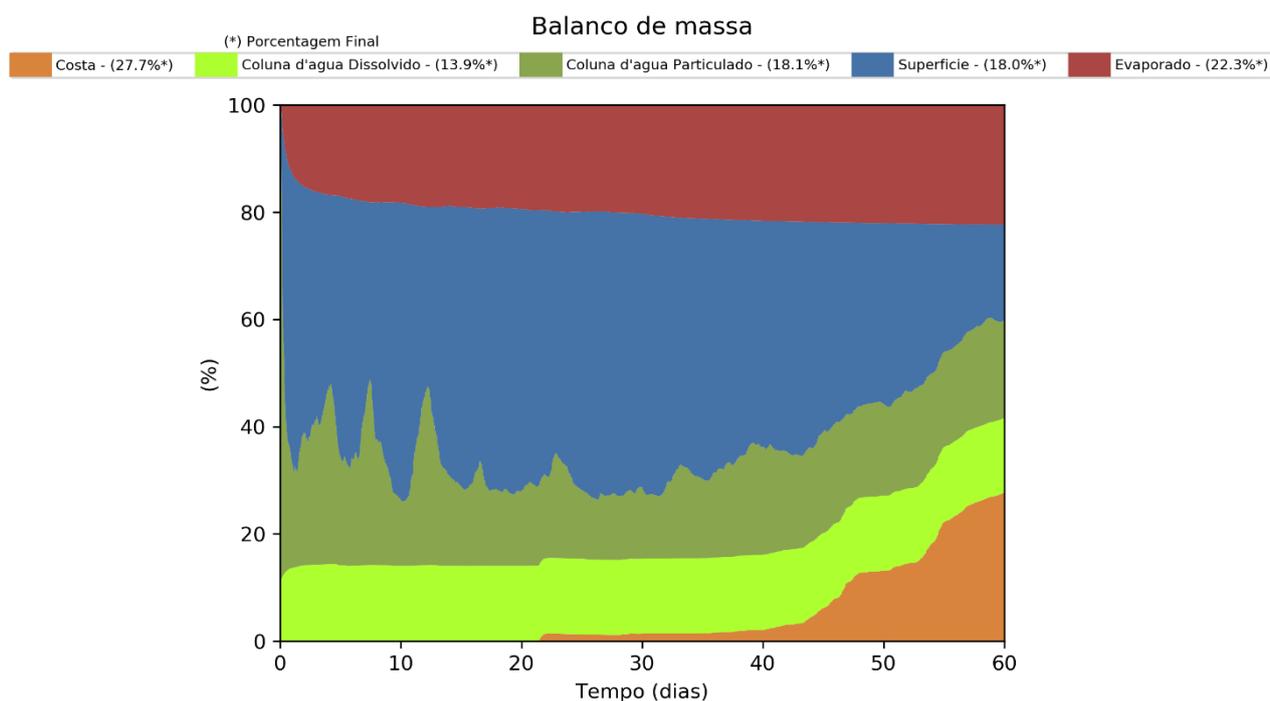
**Figura 157 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



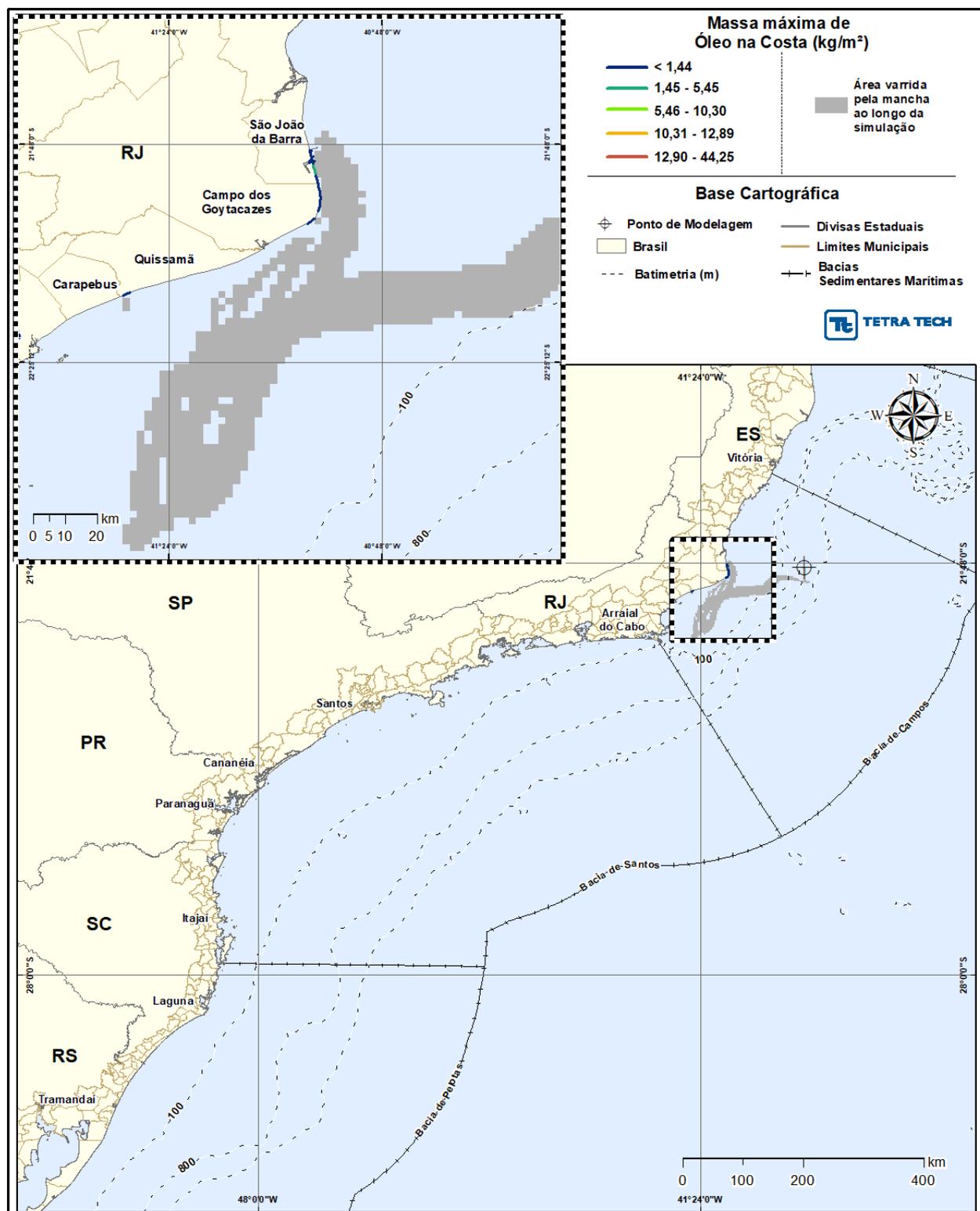
**Figura 158** - Cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**. Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período da primavera-verão (setembro a fevereiro), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



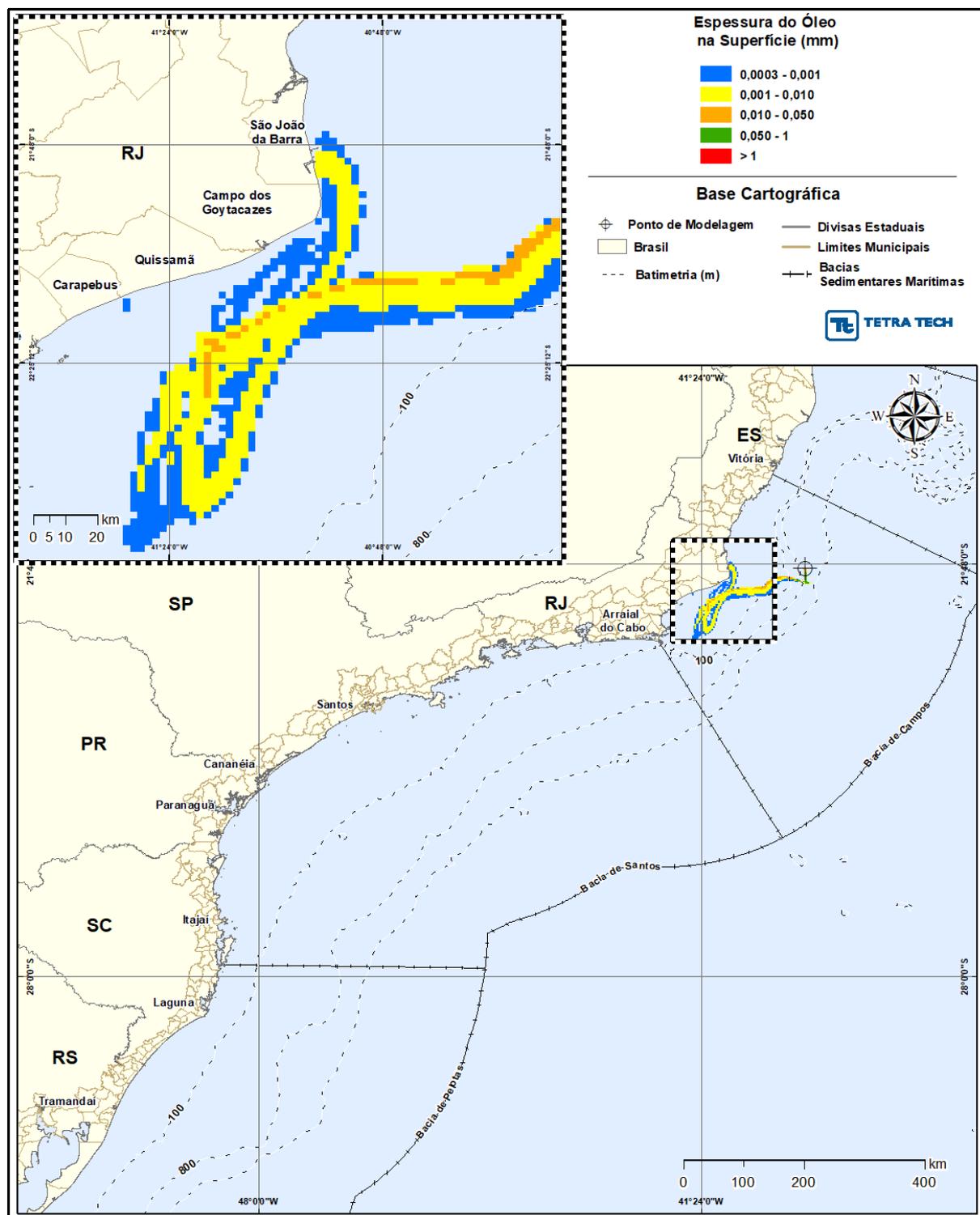
**159** - Balanço de massa para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**.



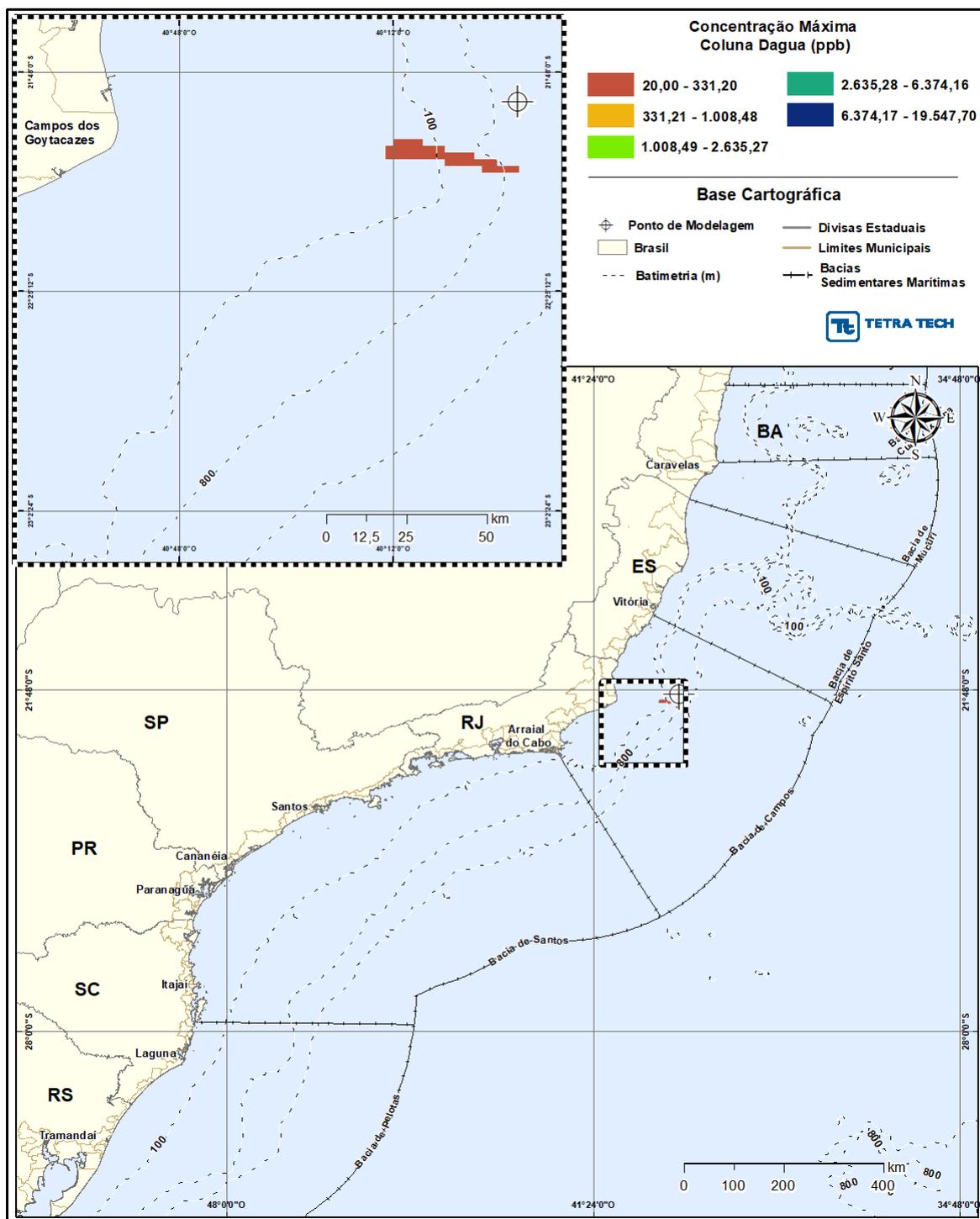
**Figura 160 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



**Figura 161 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação.



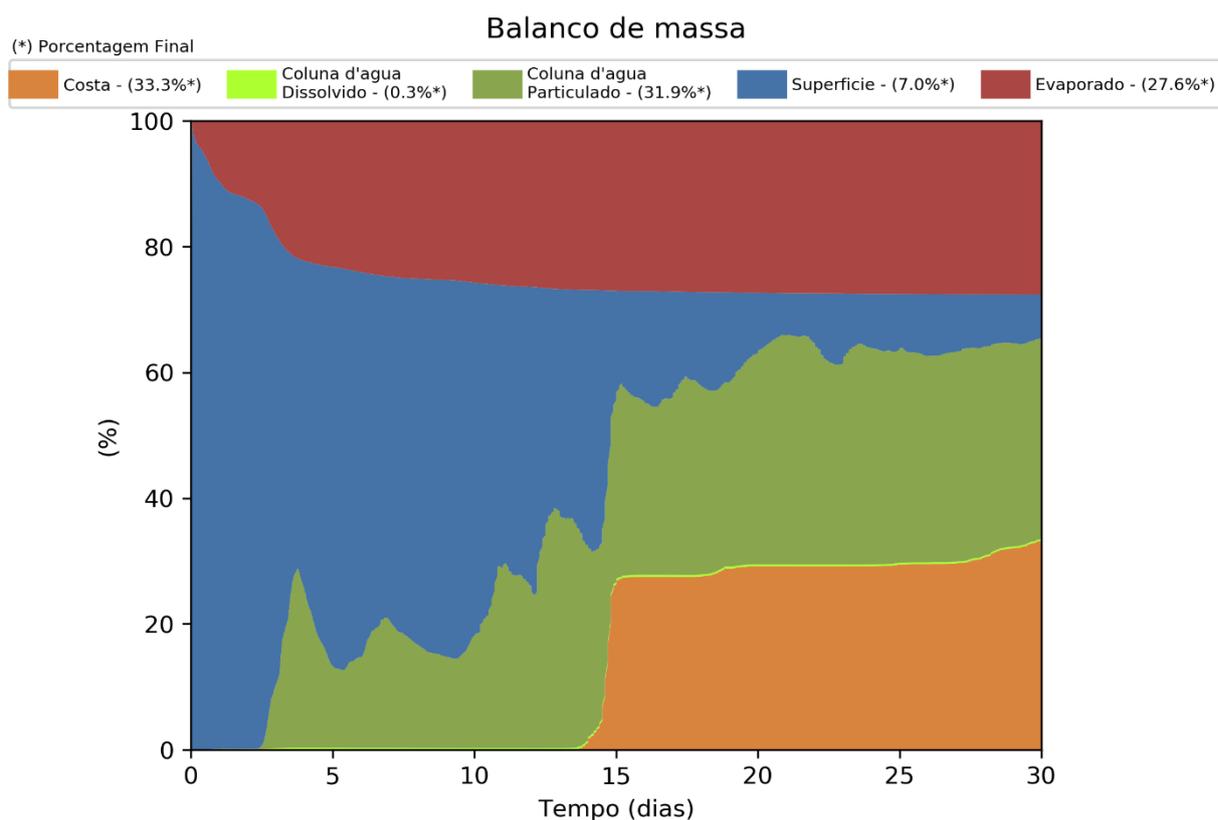
**Figura 162 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m³ (instantâneo), após 30 dias de simulação.



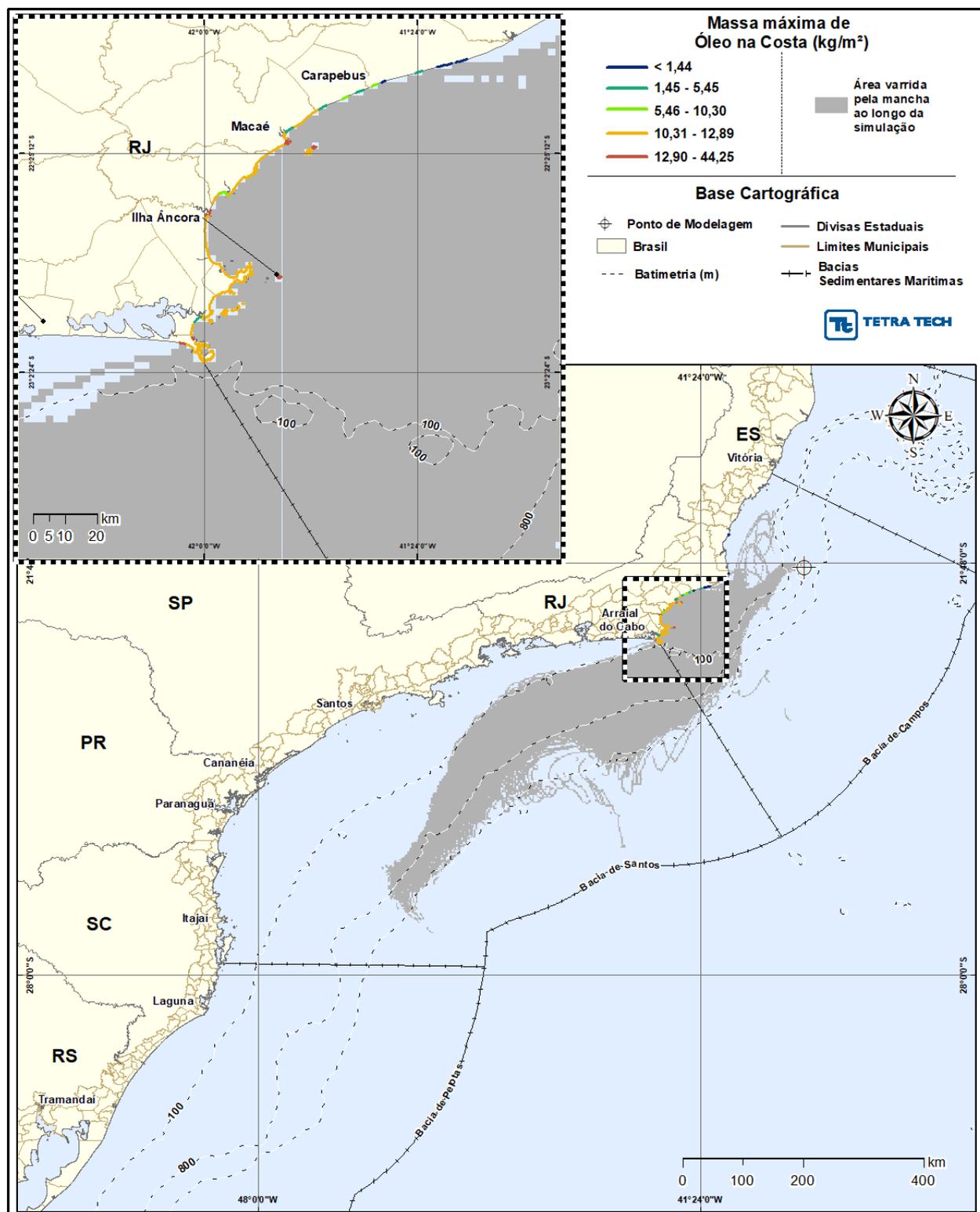
**Figura 163 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 200,0 m<sup>3</sup> (instantâneo), após 30 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



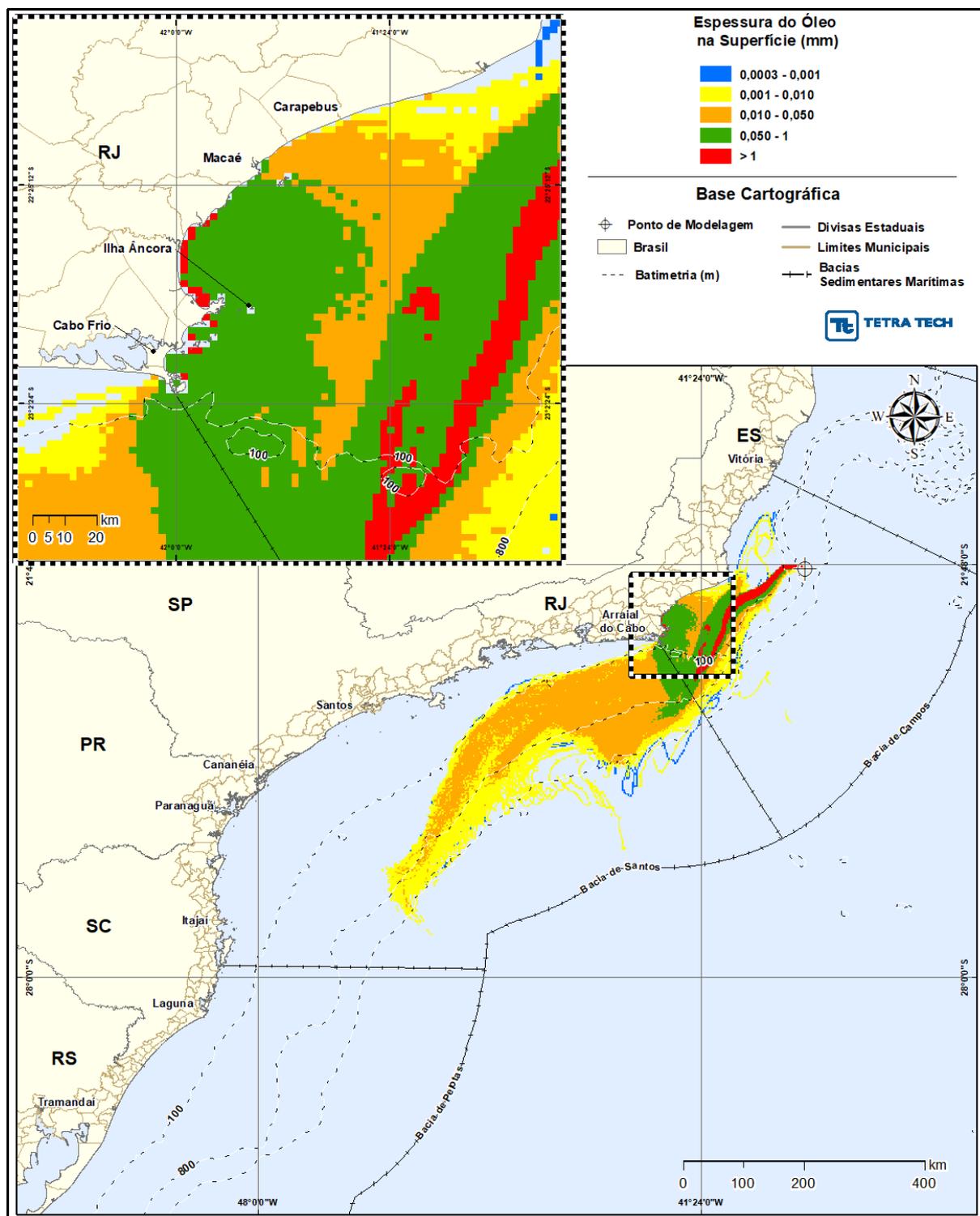
**Figura 164 - Balanço de massa para o cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_200\_30D.**



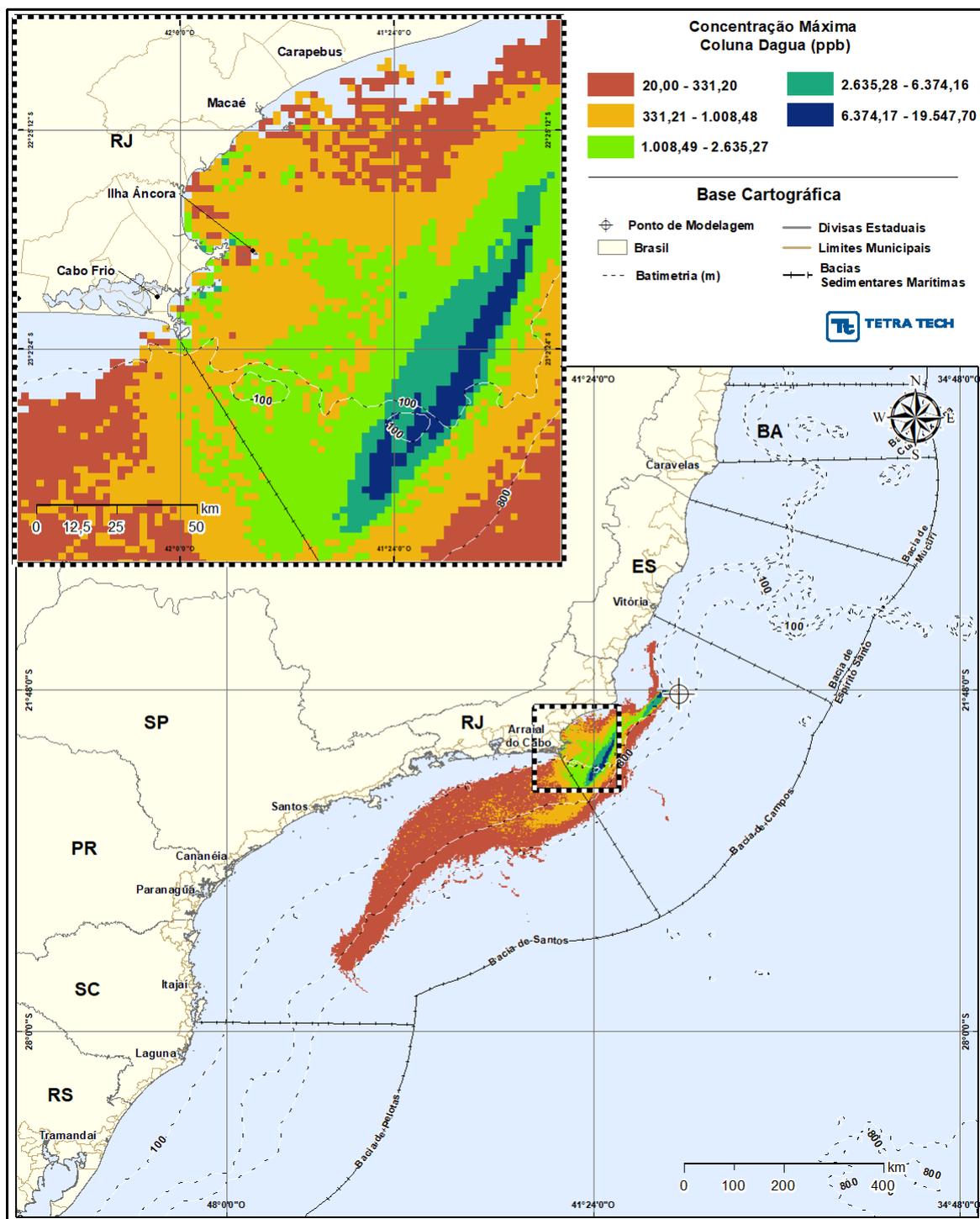
**Figura 165 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



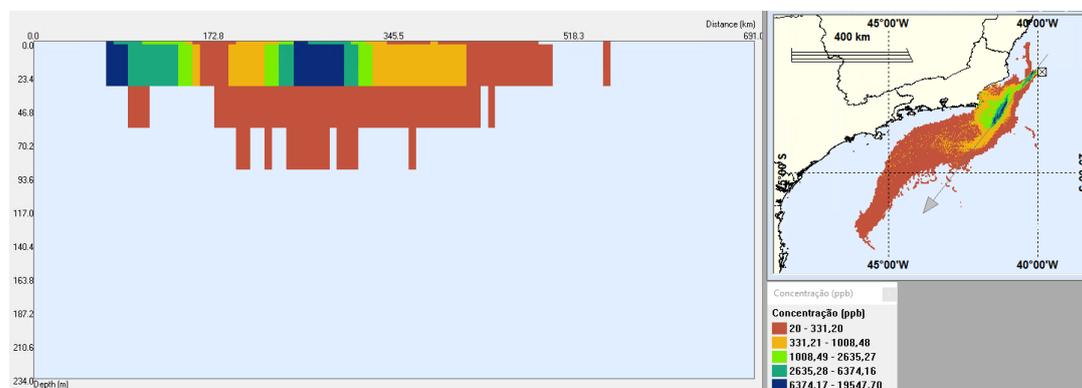
**Figura 166 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



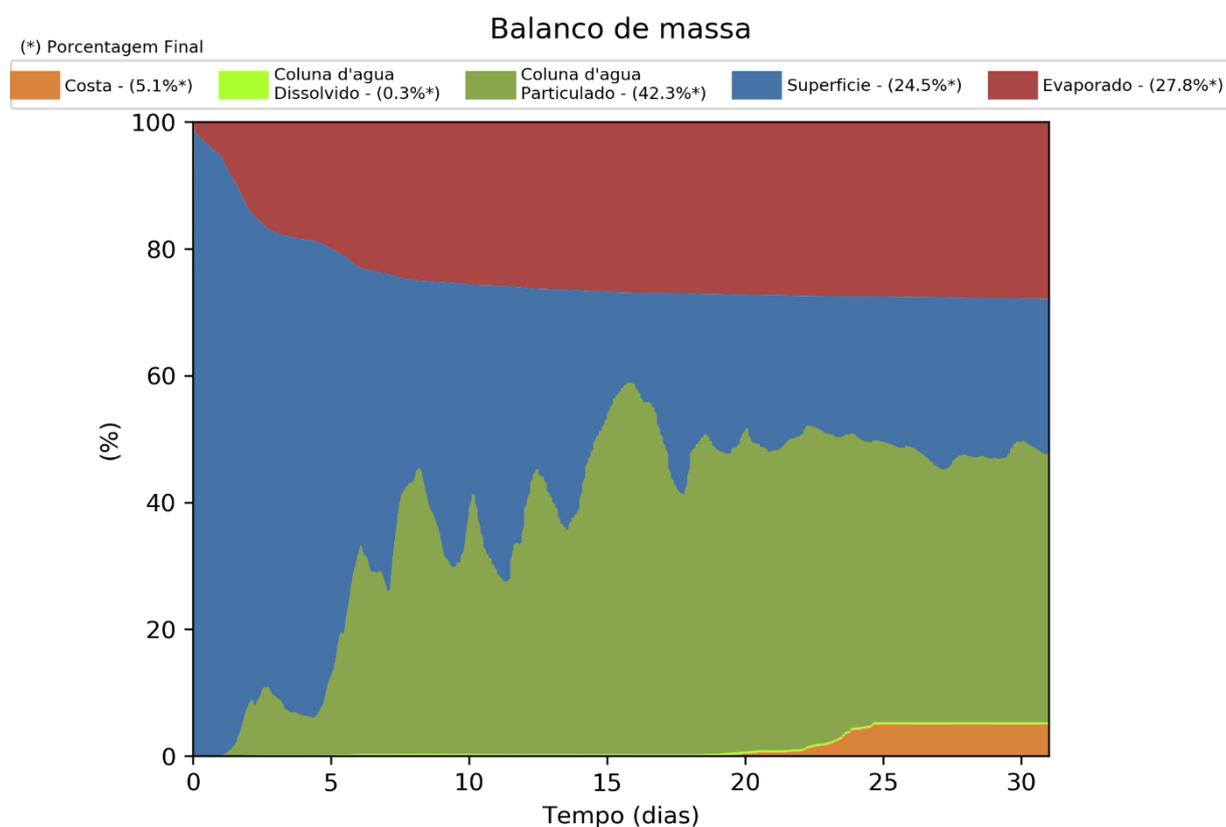
**Figura 167 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação.



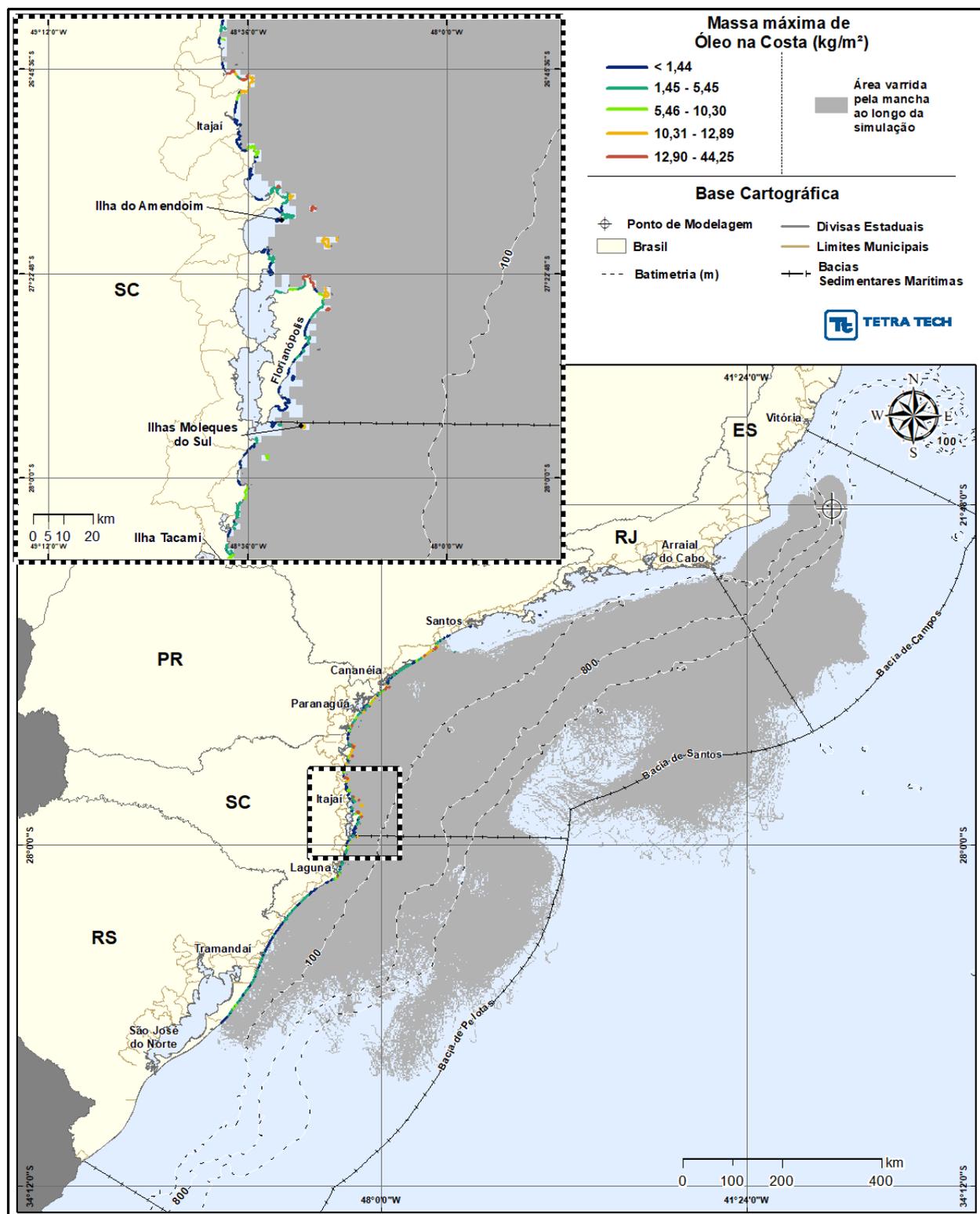
**Figura 168 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir da superfície de 258.304,99 m<sup>3</sup> (ao longo de 24 horas), após 31 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



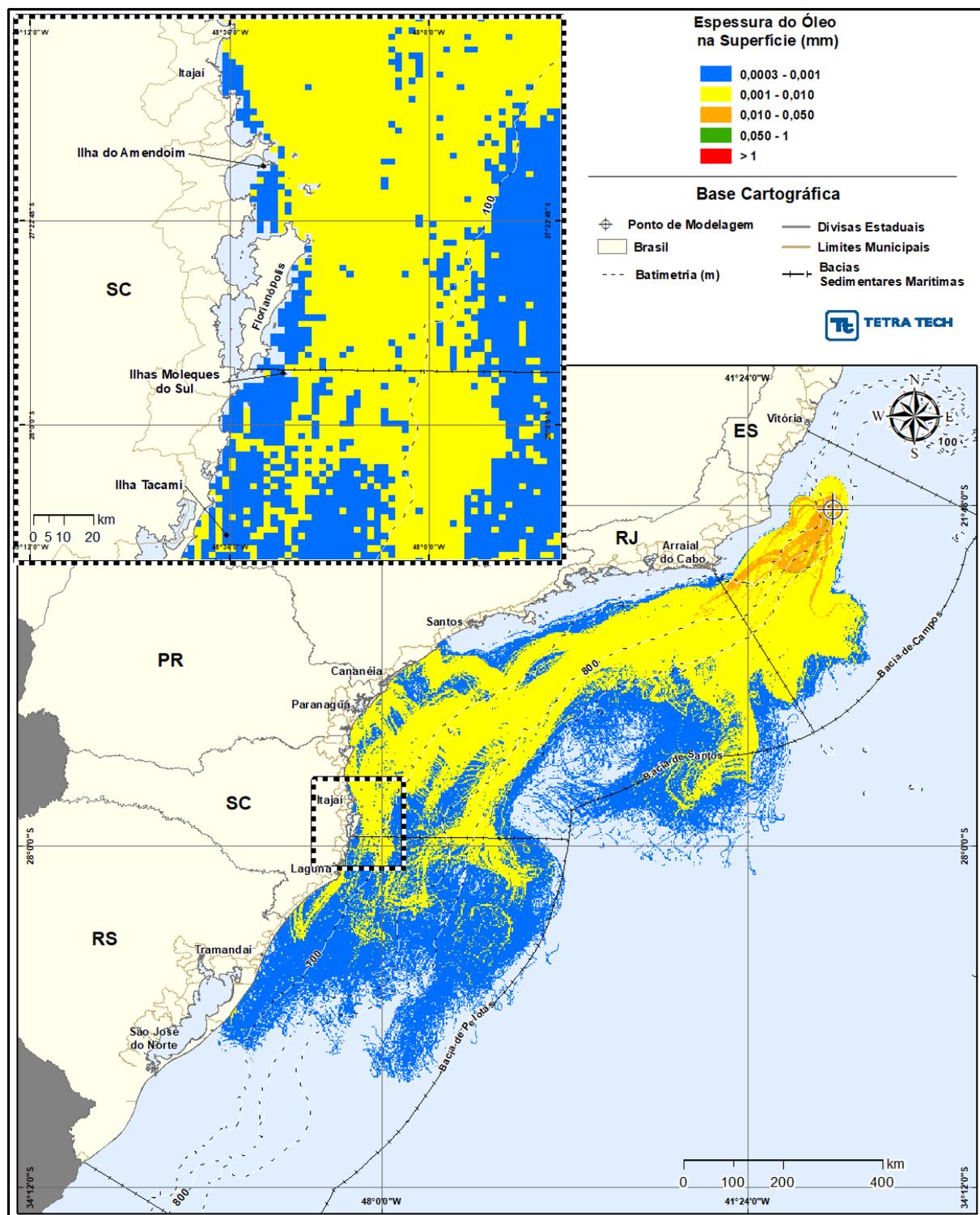
**Figura 169 - Balanço de massa para o cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_31D.**



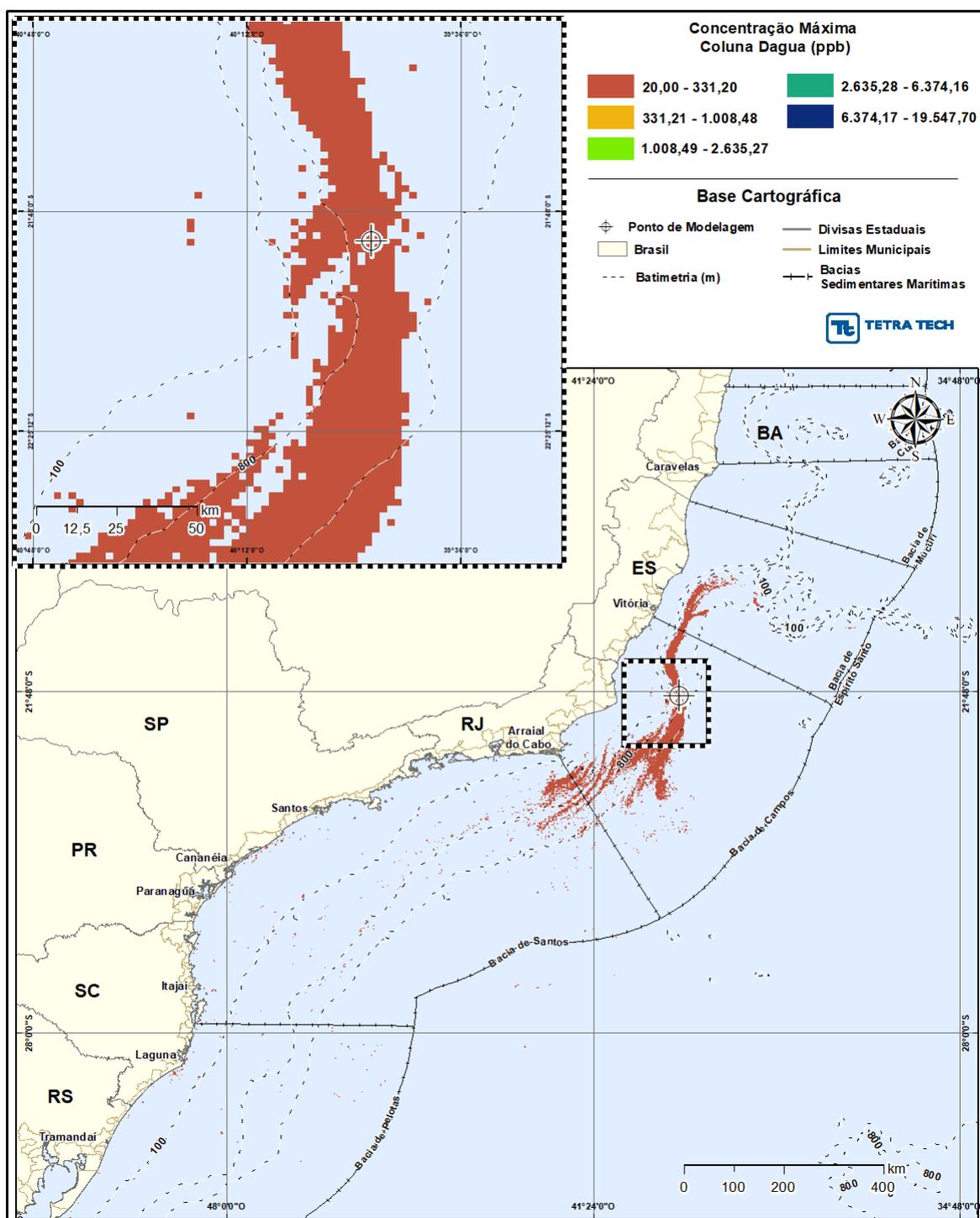
**Figura 170 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Cenário determinístico crítico de maior massa de óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



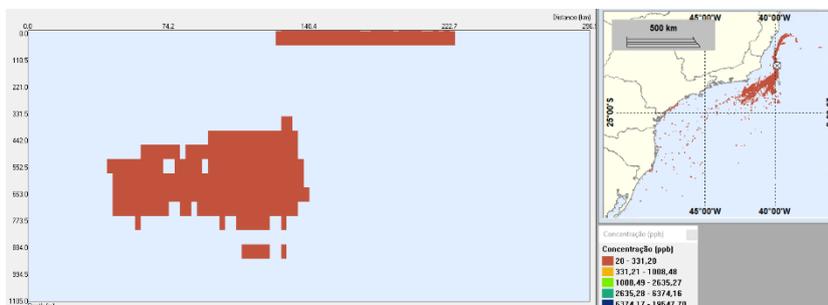
**Figura 171 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Espessura máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil), na superfície da água (área varrida), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



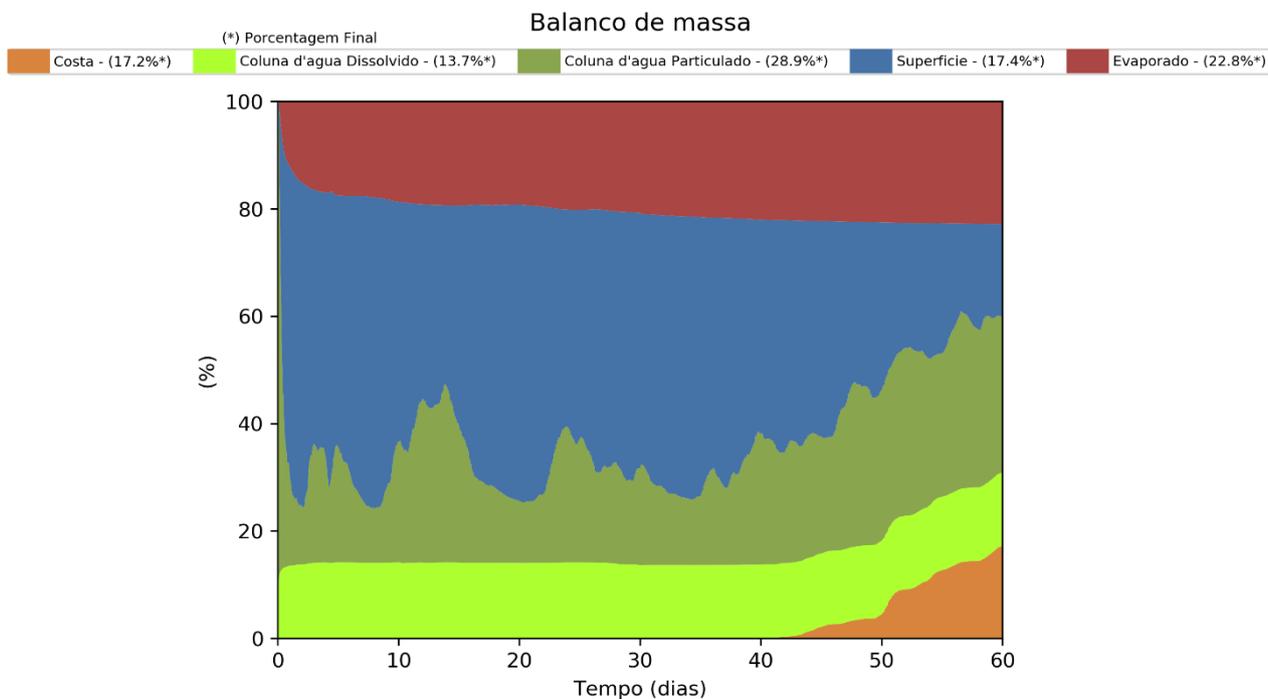
**Figura 172 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Área varrida com a concentração total máxima do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água (vista em planta: informação mais crítica, independente da profundidade), do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação.



**Figura 173 - Cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.** Perfil vertical da concentração do óleo (API 18,7° - Frade Crude Oil) na coluna d'água, do cenário determinístico crítico de maior massa de óleo na costa, para um acidente a partir do Campo de Frade, Bacia de Campos, durante o período de outono-inverno (março a agosto), com derrame a partir do fundo (1.050 m) de 47.700,0 m<sup>3</sup> (ao longo de 30 dias), após 60 dias de simulação. A informação apresentada corresponde a exatamente às concentrações que se encontram abaixo deste traçado.



**Figura 174 - Balanço de massa para o cenário DET\_MASSA\_FRADE\_OUT\_INV\_PC\_60D.**



#### 4.2.2.2.1 Condições Meteorológicas e Oceanográficas – Simulações Determinísticas de Maior Massa na Costa

A seguir, são apresentadas as figuras das condições meteorológicas e oceanográficas referente ao cenário determinístico crítico proporcionou a maior massa de óleo na costa, representado pelo cenário de volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4 do período de primavera-verão. O instante de primeiro toque do óleo na costa ocorreu em 512 horas na Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ).

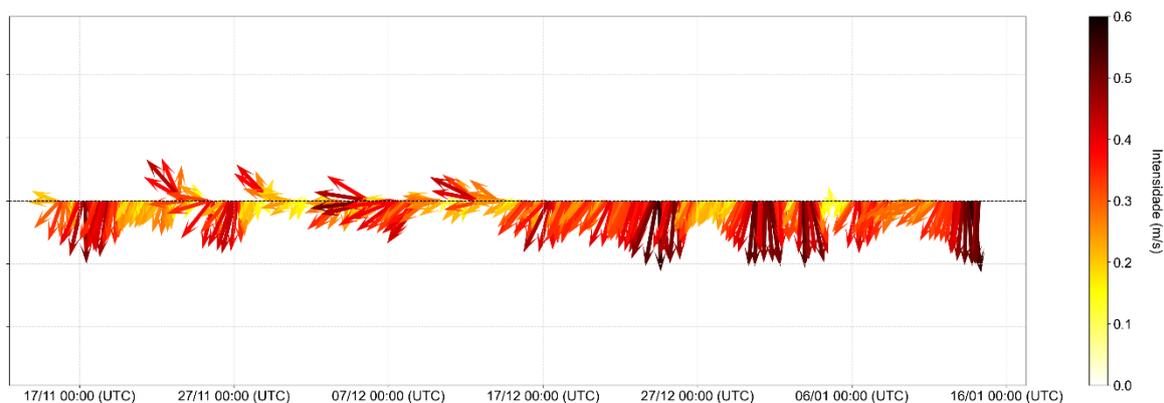
O campo de correntes foi obtido a partir do modelo global MERCATOR (*Mercator Ocean International*) e o campo de ventos foi proveniente de dados de reanálise de modelo meteorológico CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*), ambos com dados extraídos do vértice mais próximo ao ponto de modelagem.

As séries temporais da corrente e vento do cenário determinístico crítico de maior massa (DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D) são apresentadas no formato *stickplot* na Figura 175 e Figura 176, seguidas pelas respectivas tabelas de ocorrência conjunta de intensidade e direção dos ventos e correntes na Tabela 48 e Tabela 49. O *stickplot* apresenta os vetores de velocidade ao longo da série temporal, onde a cor e tamanho do vetor indicam a intensidade e a angulação indica a direção de incidência (do vento) ou fluxo (da corrente).

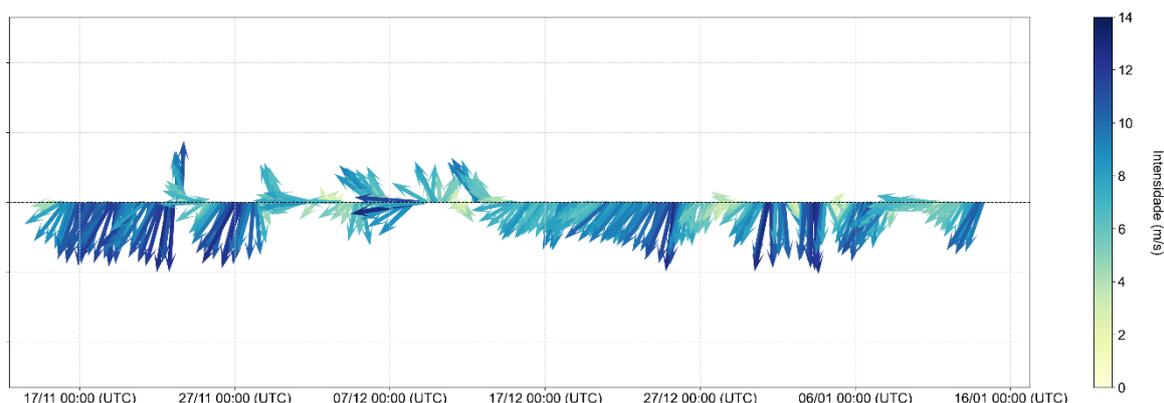
O fluxo das correntes do cenário determinístico teve direção predominante para SSW (Figura 175). Durante o período analisado a intensidade máxima registrada foi de 0,58 m/s para S, sendo a faixa de velocidades registradas com maior frequência entre 0,2 e 0,3 m/s (Tabela 48).

Os ventos apresentaram uma distribuição de direções com incidência do quadrante N, com direção preferencial de NNE, que representam a circulação predominante da região, intercaladas com incidências do quadrante SE, associadas à passagem de sistemas frontais (Figura 176). A faixa de intensidades mais frequente foi entre 6 e 8 m/s, enquanto a intensidade máxima registrada foi de 13,3 m/s de direção E (Tabela 49).

**Figura 175** –Série temporal de corrente em formato stickplot para o cenário  
**DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**  
**Stickplot de correntes - período completo da simulação**



**Figura 176** –Série temporal de vento em formato stickplot para o cenário  
**DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**.  
**Stickplot de vento - período completo da simulação**



**Tabela 48** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção da corrente para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**.

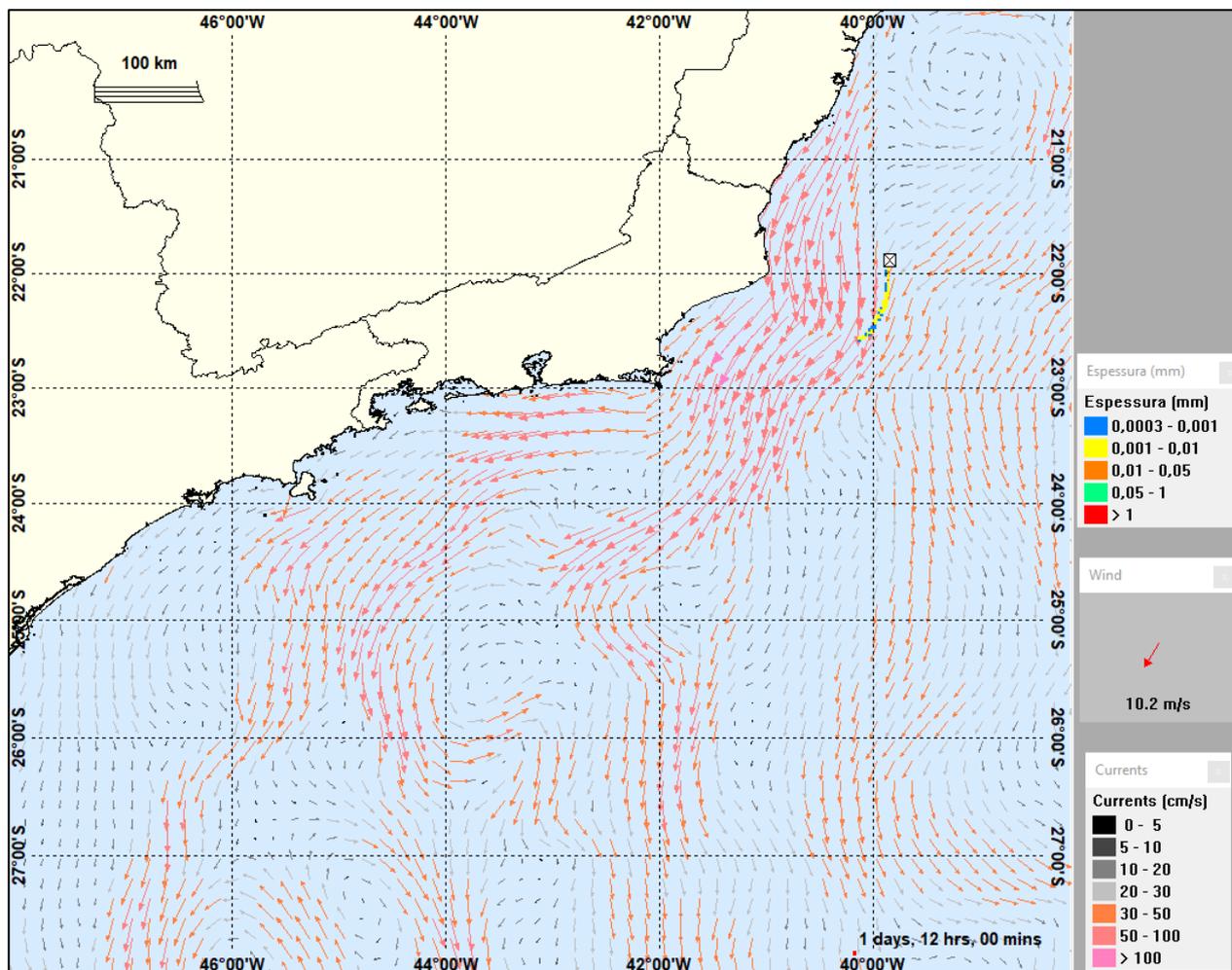
Corrente(m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-0,1	4	6	3	2	2	1	4	3	3	11	5	7	2	7	3	3	4,6
0,1-0,2	1	4	2	0	0	1	2	8	37	68	47	33	14	19	9	6	17,4
0,2-0,3	3	1	0	0	0	0	0	4	76	158	96	53	31	23	9	2	<b>31,7</b>
0,3-0,4	2	0	0	0	0	0	0	13	101	178	79	21	15	11	9	3	30,0
0,4-0,5	0	0	0	0	0	0	0	5	80	58	9	4	5	9	7	2	12,4
0,5-0,6	0	0	0	0	0	0	0	2	50	2	0	0	2	0	0	0	3,9
(%)	0,69	0,76	0,35	0,14	0,14	0,14	0,42	2,43	24,10	<b>32,99</b>	16,39	8,19	4,79	4,79	2,57	1,11	
Media	0,17	0,10	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,29	<b>0,35</b>	0,29	0,26	0,24	0,27	0,24	0,26	0,21	
Max.	0,32	0,24	0,13	0,09	0,09	0,10	0,14	0,50	<b>0,58</b>	0,52	0,43	0,48	0,50	0,44	0,44	0,43	

**Tabela 49** - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento para o cenário **DET\_MASSA\_FRADE\_PRI-VER\_PC\_60D**.

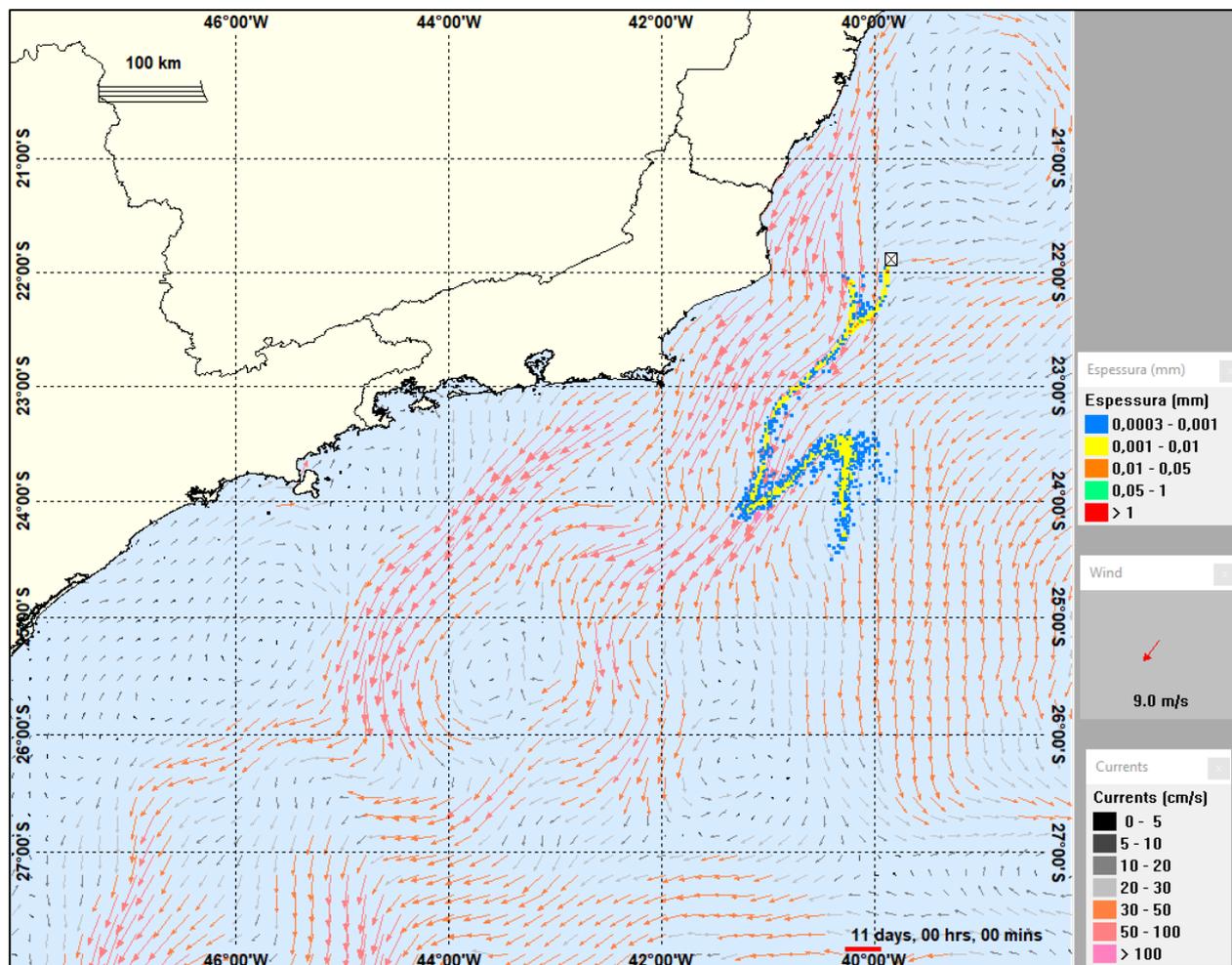
Vel. (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	(%)
0,0-2,0	2	2	0	2	3	1	5	5	4	3	1	6	0	3	3	1	2,8
2,0-4,0	5	14	17	14	9	7	2	8	1	3	10	7	2	4	11	10	8,6
4,0-6,0	11	34	42	41	37	15	13	9	5	10	2	1	0	4	15	13	17,5
6,0-8,0	43	89	102	40	53	26	31	32	5	6	2	0	1	1	1	6	30,4
8,0-10,0	43	148	83	14	7	3	16	8	6	0	0	0	0	0	0	5	23,1
10,0-12,0	77	106	21	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	1	14,9
12,0-14,0	24	9	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6
(%)	14,2	27,9	18,4	7,7	8,2	3,6	4,7	4,3	1,7	1,5	1,0	1,0	0,2	0,8	2,2	2,5	
Media	9,3	8,6	7,4	5,9	6,3	5,8	6,5	6,0	6,6	4,7	3,6	2,3	4,1	3,6	4,1	5,4	
Max.	13,0	12,9	11,8	9,0	13,3	8,9	9,6	9,8	11,1	7,9	6,4	4,3	6,2	7,8	10,4	11,9	

Os resultados mostram que a trajetória do óleo até o instante do toque ocorre em direção ao quadrante SW, sobre a ação de correntes de SSW e vento de NNE, com inversões de SE.

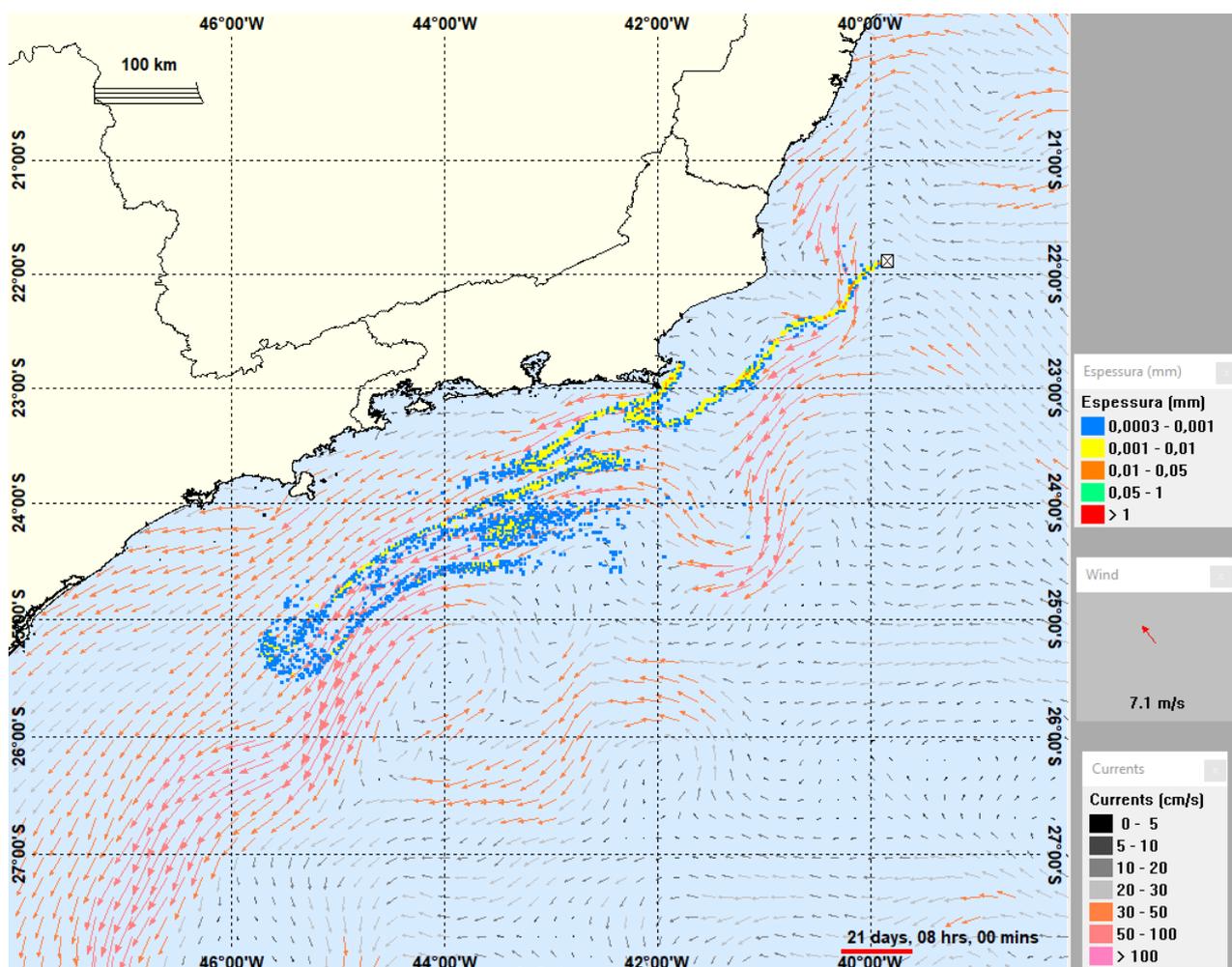
**Figura 177** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no 36 horas após o início da simulação determinística crítica de maior massa, volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



**Figura 178** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo 11 dias após o início da simulação (instante intermediário) determinística crítica de maior massa, volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



**Figura 179** - Condições meteorológicas e oceanográficas e espessuras da mancha de óleo no instante de primeiro toque na costa da determinística crítica de maior massa volume de pior caso de *blowout* do poço ODP4 do período de primavera-verão. O vetor de vento apresentado é referente ao ponto de modelagem.



### 4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizou simulações numéricas da trajetória e intemperismo de derrames de óleo no mar com o modelo OSCAR, para dar suporte a à PETRORIO no desenvolvimento de suas atividades de exploração e produção no Campo de Frade, localizado na Bacia de Campos.

Foram consideradas 8 hipóteses acidentais; quatro volumes de derrame (pequeno, médio e dois volumes de pior caso), dois pontos de modelagem (FPSO Frade e Poço ODP4) e dois períodos de seis meses (primavera-verão e outono-inverno).

Para a posição do FPSO Frade, foram simulados os volumes de derrame pequeno e médio, com vazamento instantâneo, e de pior caso, com vazamento ao longo de 24 horas (afundamento da unidade). Para o Poço ODP4, considerou-se o derrame de volume de pior caso, com o vazamento ao longo de 30 dias (*blowout* do poço). Foi aplicado um corte de espessuras de 0,0003 mm para a apresentação dos resultados na superfície. Todos os cenários foram conduzidos por 30 dias após o fim do vazamento.

O campo de correntes característico dos padrões de circulação na região utilizado na modelagem de óleo foi obtido a partir de resultados do modelo numérico global MERCATOR e, o campo de ventos utilizado, variável no tempo e no espaço, foi gerado baseado em dados de reanálise do CFSRv2<sup>15</sup> (SAHA *et al.*, 2014). Para avaliar a capacidade do modelo hidrodinâmico de reproduzir o comportamento dinâmico das correntes, comparou-se os resultados do modelo com os dados de correntes coletados pela boia meteo-oceanográfica, instalada no Campo de Frade, para os períodos junho a agosto de 2016 (inverno), setembro a novembro de 2017 (primavera) e dezembro a fevereiro de 2018 (verão).

Os resultados das simulações de transporte de óleo mostraram que o padrão preferencial de deslocamento do óleo na superfície da água é para SW, devido ao fluxo da Corrente do Brasil e aos ventos mais constantes de N e NE. Nos cenários de *blowout*, cujo derrame é considerado a partir do fundo do mar, observou-se o deslocamento preferencial do óleo para N nas camadas mais profundas, demonstrando um fluxo invertido entre as correntes de superfície e fundo. Destaca-se que esta inversão das correntes no fundo também foi observada na análise de dados da região.

<sup>15</sup> *Climate Forecast System Reanalysis Version 2*, gerado pelo *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Obtido em < <https://rda.ucar.edu/datasets/ds094.1/>>. Último acesso em 21 de fevereiro de 2020.

Nos cenários de volume pequeno as probabilidades ficaram restritas a Bacia de Campo no período de primavera-verão, e de Campos e Santos no outono-inverno. Para os cenários de volume médio foi verificada a presença de contornos de probabilidade nas bacias de Campo e Santos no período de primavera-verão, e nas bacias do Espírito Santo, Campos e Santo no período de outono-inverno. Na hipótese acidental de pior caso de afundamento do FPSO os resultados alcançam as bacias de Campos, Santos e Pelotas no período de primavera-verão bem como a bacia do Espírito Santo no período de outono-inverno.

Por fim, os resultados de pior caso de *blowout* do poço apresentaram o maior domínio probabilístico de todo o estudo com os resultados alcançando as bacias do Espírito Santo a Pelotas em ambos os períodos.

Somente os cenários de volume pequeno não apresentaram o toque do óleo na costa. Para os cenários que apresentaram toque de óleo na costa, os resultados do período de outono-inverno apresentaram os menores tempo de toque dentro das respectivas hipóteses acidentais. Os resultados mais críticos foram identificados nas hipóteses de pior caso por afundamento do FPSO, sendo o menor tempo de toque de 132 horas no outono-inverno e 157 horas no período de primavera-verão na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ).

Nos cenários de volume médio os menores tempos de toque também ocorreram na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ), sendo de 135 horas (outono-inverno) e 165 horas (primavera-verão).

Nos cenários de pior caso (*blowout* do poço ODP4), os menores tempos de toque foram de 139 horas (outono-inverno) na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ) e 165 horas (primavera-verão) em Campos dos Goytacazes (RJ).

As extensões de toque dos resultados probabilísticos foram maiores nos cenários de pior caso decorrentes de *blowout* do poço ODP4, sendo de 2.785,9 km na primavera-verão e 3.3.389,5 km no outono-inverno, com o toque ocorrendo em municípios do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, em ambos os períodos. As maiores probabilidades de toque ocorreram na Ilha do Bom Abrigo (Cananéia, SP) no período da primavera-verão (75,4%) e na Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ) no período de outono-inverno (81,9%).

Nos cenários de pior caso (afundamento do FPSO) as extensões de toque foram de 1.561,1 km na primavera-verão e de 1.156,3 km no outono-inverno. O toque ocorreu em municípios dos estados

do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina em ambos os períodos, sendo que no período de outono-inverno também foi computado o toque no estado do Espírito Santo. As maiores probabilidades de toque ocorreram em Ilhabela (SP) no período da primavera-verão (18,6%) e na Ilha de Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ) no período de outono-inverno (29,9%).

Para os cenários probabilísticos de volume médio o toque ficou restrito ao Estado do Rio de Janeiro, com uma extensão total de toque de 71 km no período de primavera-verão e de 110,9 km no outono-inverno. As maiores probabilidades de toque ocorreram na Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ) em ambos os períodos, sendo de 4,1% no período de primavera-verão e de 24,2 % no outono-inverno.

Para os cenários de volume pequeno, onde não houve toque de óleo na costa, as menores distâncias do óleo em relação a costa foram de; 41,2 km da Ilha Âncora (Armação dos Búzios, RJ) no período da primavera-verão e, 31,5 km de Campos dos Goytacazes no período de outono-inverno.

Os maiores volumes de óleo na costa foram verificados nos cenários de pior caso com afundamento do FPSO, 5.650,49 ton./km (Arraial do Cabo, RJ) no período da primavera-verão e 3.899,12 ton./km em Armação dos Búzios (RJ) no período de outono-inverno.

Os resultados da análise do balanço de massa dos cenários probabilísticos mostraram que não correram diferenças significativas com relação as sazonalidades e volumes de derrame. No geral, o entranhamento do óleo na coluna d'água (parcela particulada) e a evaporação foram os principais processos responsáveis por retirar o óleo da superfície, restando ao final das simulações aproximadamente 82% de todo o volume derramado.

Somente os cenários de pior caso (*blowout*) apresentaram um padrão diferenciado, com uma significativa parcela do óleo entranhado na forma dissolvida. Este comportamento está correlacionado ao fato de o derrame ocorrer a partir do fundo do mar, o que proporciona maior dissolução do óleo na coluna. O tempo mínimo para o afloramento do óleo foi de 2 horas em ambos os períodos.

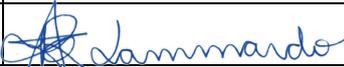
Os resultados das simulações dos cenários determinísticos mostraram que os cenários de pior caso de afundamento do FPSO apresentaram os menores tempos de toque de óleo na costa. Para os determinísticos de menor tempo, o cenário mais crítico foi o de pior caso (afundamento do FPSO) no período de outono-inverno, com o toque ocorrendo após 132 horas na Ilha Âncora (Armação dos

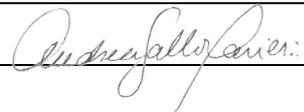
Búzios, RJ). Para esse cenário o volume de óleo retido na costa ao final da simulação foi de 2.066,4 m<sup>3</sup>. A análise dos campos de correntes e ventos da região demonstrou que este toque ocorre sob condições de corrente de SW e ventos de SE.

O cenário determinístico que proporcionou a maior massa de óleo na costa foi a hipótese acidental de pior caso (*blowout* do poço ODP4) para o período da primavera-verão, com o toque ocorrendo após 512 horas do início do derrame na Ilha Cabo Frio (Arraial do Cabo, RJ) e, retido na costa ao final da simulação um volume de 13.212,9 m<sup>3</sup>. A análise dos campos de correntes e ventos da região indicou que este toque ocorre sob condições de correntes de SSW e vento de NNE, com inversões de SE.

Finalmente, destaca-se que nas simulações apresentadas neste estudo, não foram consideradas quaisquer medidas de resposta ou controle, provenientes de Planos de Contingência e Planos de Emergência, para os potenciais acidentes simulados.

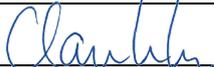
## 5. EQUIPE TÉCNICA

<b>Profissional</b>	Ana Carolina R. Lammardo
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafa / Ma. Oceanografia Geológica
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	1.689 (AOCEANO)
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 216.695.528-29)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Andrea Gallo Xavier
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafa / Dra. Eng. Oceânica
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 898.525.407-34)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Beatriz Pezeta Brasileiro
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Tecnóloga Gestão Ambiental
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 494.939.808-39)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Capítulo 4
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Bruno Antônio Duarte Passa
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 844.997.370-87)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Capítulo 4
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Clarissa B. De Luca Menin
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafa, Me. Engenharia de Costa e Portos
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	2283 (AOCEANO)
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 056.575.569-25)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Capítulos 2 e 3
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Débora de Toledo Alves
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafa, Me. Engenharia Costeira e Desenvolvimento de Portos
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 410.194.848-88)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Itens 2.2 e 2.3, e Capítulo 3
<b>Assinatura</b>	p/ 

<b>Profissional</b>	Gabriel Clauzet
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Físico / Dr. Oceanografia Física
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 188.764.658-20)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Mariana Lino Gouvêa
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Meteorologista / Ma. Meteorologia
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	5069291950 (CREA-SP)
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5489811
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Itens 1.1 e 2.1
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Pedro Fabiano M. Sarmiento
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Não aplicável
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 303.524.648-36)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Renan P. dos Anjos
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Engenharia e Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Meteorologista
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	Em processo de solicitação
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Não aplicável (CPF 157.992.277-51)
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	Item 2.3
<b>Assinatura</b>	p/  <i>Renan P. dos Anjos</i>

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABASCAL, A.J.; S. CASTANEDO, R. MEDINA & M. LISTE, 2010.** Analysis of the reliability of a statistical oil spill response model. *Marine Pollution Bulletin* 60 (2099–2110).

**AMANTE C. & B.W. EAKINS, 2009.** ETOPO1 1 Arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis, NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24, 25 pp., 2009.

**ARAKAWA, A. & V.R. LAMB, 1981.** A potential entropy and energy conserving scheme for the shallow water equations, *Mon. Weather. Rev.*, 109, 18-36, 1981.

**BEAL, L.M., W.P.M. DE RUIJTER, A. BIASTOCH, R. ZAHN, M. CRONIN, J. HERMES, J. LUTJEHARMS, et al. 2011.** On the Role of the Agulhas System in Ocean Circulation and Climate. *Nature* 472 (7344): 429–36. <https://doi.org/10.1038/nature09983>.

**BECKER, J.J.; D.T. SANDWELL, W.H.F. SMITH, J. BRAUD, B. BINDER, J. DEPNER, D. FABRE, J. FACTOR, S. INGALLS, S.H. KIM, R. LADNER, K. MARKS, S. NELSON, A. PHARAOH, R. TRIMMER, J. VON ROSENBERG, G. WALLACE & P. WEATHERALL, 2009:** Global Bathymetry and Elevation Data at 30 Arc Seconds Resolution: SRTM30\_PLUS, *Mar. Geod.*, 32, 355-371, doi: 10.1080/01490410903297766, 2009.

**BLANKE, B. & P. DELECLUSE, 1993.** Variability of the tropical Atlantic-Ocean simulated by a general-circulation model with 2 different mixed-layer physics, *J. Phys. Oceanogr.*, 23, 1363-1388, 1993.

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

**BOEBEL, O.; R.E. DAVIS, M. OLLITRAULT, R.G. PETERSON, C. SCHMID & W. ZENK, 1999.** The Intermediate Depth Circulation of the Western South Atlantic. *Geophysical Research Letters*, 26(21): 3329-3332.

**CORTÊS, F, C, 2004.** Obtenção e Validação de Modelos de Regionalização de Vazão na Bacia do Rio dos Bois, Estado de Goiás, 2004, 56f, Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília.

**DEFANT, A.** 1960. Physical Oceanography. Pergamon Press.

**DERECZYNSKI, C.P. & W.F. MENEZES, 2015.** Meteorologia da Bacia de Campos. In: Meteorologia e Oceanografia. Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. São Paulo: Elsevier, 2015. p. 1-54.

**FEMAR (FUNDAÇÃO DE ESTUDO DO MAR), 2000.** Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras. Fundação de Estudos do Mar. Rio de Janeiro. 281pp.

**FRAGOSO, M.D.R., 2004.** Um modelo numérico da circulação oceânica para as bacias leste e sudeste do Brasil (Doctoral dissertation, Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 173p).

**GUERRA, L.A.A., 2011.** Vórtices das Agulhas Colidem com a Corrente do Brasil? Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários a obtenção do título de Doutor em Engenharia Oceânica. Rio de Janeiro. UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Oceânica, 2011. 73pp.

**GUILLENA, G., G. RAINEYB, M. MORINB, 2004.** A simple rapid approach using coupled multivariate statistical methods, GIS and trajectory models to delineate areas of common oil spill risk. *Journal of Marine Systems* 45 (221– 235).

**HALL, M.M, M. MCCARTNEY & J.A. WHITEHEAD, 1997.** Antarctic Bottom Water Flux in the Equatorial Western Atlantic. *Journal of Physical Oceanography* 27 (9): 1903–26. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1997\)027<1903:ABWFIT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1997)027<1903:ABWFIT>2.0.CO;2).

**IBAMA, 2009.** Nota Técnica nº 02/2009/CGPEG/DILIC. Síntese dos aspectos técnicos da modelagem de transporte de óleo no mar e suas aplicações aos processos de licenciamento em E&P. Rio de Janeiro, 02 de março de 2009.

**IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis), 2016.** Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM: Banco de Dados Geográficos. Rio de Janeiro, 2016. Escala indeterminável. Disponível em: <<http://www.marem-br.com.br/>>. Acesso em: 03 de junho de 2016.

**LEGEAIS, J.F.; M. OLLITRAULT & M. ARHAN, 2013.** Lagrangian Observation in the Intermediate Western Boundary Current of the South Atlantic. *Deep-Sea Research*, 2(85): 109-126.

**LUMPKIN, R. & Z. GARRAFFO, 2005.** Evaluating the Decomposition of Tropical Atlantic Drifter Observations. *J. Atmos. Oceanic Techn.* | 22, 1403-1415.

**MADEC, G. & M. IMBARD, 1996.** A global ocean mesh to overcome the North Pole singularity, *Clim. Dynam.*, 12, 381-388.

**MATA, M.M. & C.A.E. GARCIA, 1996.** Variabilidade da topografia oceânica superficial no Atlântico Sul Ocidental observada pela altimetria TOPEX/POSEIDON. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 67pp.

**MATANO, R. P., E.D. PALMA & A.R. PIOLA, 2010.** “The Influence of the Brazil and Malvinas Currents on the Southwestern Atlantic Shelf Circulation.” *Ocean Science Discussions* 7 (April): 837–71. <https://doi.org/10.5194/osd-7-837-2010>.

**SAHA and coautores, 2014.** The NCEP Climate Forecast System Version 2. *Journal of Climate*, 27, 2185–2208. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00823.1>.

**SCHMID, C. & S.L. GARZOLI, 2009.** New observations of the spreading and variability of the Antarctic Intermediate Water in the Atlantic. *Journal of Marine Research*, 67: 815-843.

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

**STRAMMA, L. & M. ENGLAND, 1999.** On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.*, 104(C9): 20863–20883.

**TOMCZAK, M. & S.J. GODFREY, 1994.** Regional Oceanography: An Introduction. Pergamon Press, New York, 422 p.

**WILLMOTT C.J., 1982.** Some comments on the evaluation of model performance. *American Meteorological Society Bulletin*, 1309-1313.

## **APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DO MODELO HIDRODINÂMICO - MERCATOR**

Para a caracterização dos padrões de correntes foi utilizado os resultados do modelo MERCATOR, um modelo de previsão das condições oceânicas globais de alta resolução baseado no grid tripolar ORCA (MADEC & IMBARD, 1996), sendo uma combinação de uma configuração de modelo e um sistema de assimilação em tempo real.

O sistema global de análise e previsão dos oceanos MERCATOR possui resolução de  $1/12^\circ$  (aproximadamente, 8 km) com 10 dias de previsão 3D e atualizados diariamente, com início da série de dados em 27 de dezembro de 2006. Esses produtos incluem dados de correntes horários, médias diárias e mensais de temperatura, salinidade, nível do mar, profundidade da camada de mistura e parâmetros de gelo da superfície até as profundidades oceânicas.

A batimetria utilizada no MERCATOR é uma combinação e interpolação entre as bases de dados ETOPO1 (AMANTE & EAKINS, 2009) para o oceano profundo e *General Bathymetric Chart of the Oceans* - GEBCO 8 (BECKER *et al.*, 2009) para as regiões perto da costa. O ETOPO1 é um modelo de relevo global (arco de 1 minuto) da superfície da Terra que integra a topografia terrestre e a batimetria oceânica; foi construído a partir de conjuntos de dados globais e regionais. O GEBCO é consiste em um grupo internacional de especialistas que trabalham no desenvolvimento de uma gama de produtos de batimetria em todo o mundo; opera sob a *International Hydrographic Organization* (IHO) e *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC) da UNESCO.

O resultado é apresentado com resolução horizontal de  $1/12^\circ$  em grade regular de projeção equiretangular, 50 níveis verticais de profundidade indo de 0 a 5.500 metros. Este produto também fornece um conjunto de dados especial para corrente de superfície, que também inclui ondas e marés denominadas SMOC (*Surface merged Ocean Current*), um composto que combina informações dos sistemas de modelagem CMEMS (*Copernicus Marine Environment Monitoring Service*) para abordar uma velocidade na superfície do mar. No SMOC, a corrente total é obtida pela simples adição de contribuições da circulação geral oceânica, marés e ondas.

As forçantes atmosféricas usadas para iniciar o modelo oceânico são retiradas do sistema de previsão integrado ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), de 3 em 3 horas, e utiliza o esquema de assimilação SAM2 (SEEK Kernel) com assimilação de dados observados provenientes de satélite (CMEMS OSTIA SST).

As correntes de marés do são obtidas a partir do modelo FES2014 (Carrere et al., 2015), um modelo de marés hidrodinâmico desenvolvido por LEGOS/NOVELTIS/CLS. O FES2014 é baseado em uma versão do modelo TUGO que assimila dados do altímetricos (Topex/Poseidon, Jason-1, Jason-2, TP intercalado –J1 intercalado, ERS-1, ERS-2 e Envisat).

O termo de advecção do momento é computado com o esquema de conservação de energia e entropia proposto por ARAKAWA & LAMB (1981); e, a advecção dos traçadores (temperatura e salinidade) é calculada através do sistema de diminuição da variância total (LÉVY *et al.*, 2001; CRAYATTE *et al.*, 2007). Utiliza-se a difusão isopical laplaciana lateral nos traçadores e uma viscosidade biarmônica horizontal para o momento. Além disso, a mistura vertical é parametrizada de acordo com o modelo de fechamento turbulento adaptado por BLANKE & DELECLUSE (1993).

## A.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrere L, Lyard F, Cancet M, Guillot A (2015) FES 2014, a new tidal model on the global ocean with enhanced accuracy in shallow seas and in the Arctic region. EGU Gen Assem Conf Abstr

**AMANTE C. & B.W. EAKINS, 2009.** ETOPO1 1 Arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis, NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24, 25 pp., 2009.

**ARAKAWA, A. & V.R. LAMB, 1981.** A potential enstrophy and energy conserving scheme for the shallow water equations, *Mon. Weather. Rev.*,109,18-36,1981.

**BECKER, J.J.; D.T. SANDWELL, W.H.F. SMITH, J. BRAUD, B. BINDER, J. DEPNER, D. FABRE, J. FACTOR, S. INGALLS, S.H. KIM, R. LADNER, K. MARKS, S. NELSON, A. PHARAOH, R. TRIMMER, J. VON ROSENBERG, G. WALLACE & P. WEATHERALL, 2009:** Global Bathymetry and Elevation Data at 30 Arc Seconds Resolution: SRTM30\_PLUS, *Mar. Geod.*, 32, 355-371, doi: 10.1080/01490410903297766, 2009.

**BLANKE, B. & P. DELECLUSE, 1993.** Variability of the tropical Atlantic-Ocean simulated by a general-circulation model with 2 different mixed-layer physics, *J. Phys. Oceanogr.*, 23, 1363-1388, 1993.

**Cravatte, S., Madec, G., Izumo, T., Menkes, C., and Bozec, A.:** Progress in the 3-D circulation of the eastern equatorial Pacific in a climate, *Ocean Model.*, 17, 28-48, 2007.

**MADEC, G. & M. IMBARD, 1996.** A global ocean mesh to overcome the North Pole singularity, *Clim. Dynam.*, 12, 381-388.

**Lévy, M., Estublier, A., and Madec, G.:** Choice of an advection scheme for biogeochemical models, *Geophys. Res. Lett.*, 28, 3725–3728, doi:10.1029/2001GL012947, 2001.

;

## APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MODELOS OSCAR

O modelo OSCAR (*Oil Spill Contingency and Response*) foi desenvolvido pela SINTEF (<http://www.sintef.no>) com a finalidade de dar suporte a Planos de Contingência e respaldo à 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 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,
- 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.

### B.1 PREMISSAS

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 intemperismo 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<sup>16</sup>. São empregados algoritmos de advecção,

---

<sup>16</sup> Na modelagem em questão não foi estimada a interação do óleo com sedimentos em suspensão, uma vez que não há dados medidos de material em suspensão para toda a área de abrangência. Além disso, como o modelo utiliza apenas um valor, sem variação espacial, não seria representativo de toda a área de abrangência, que engloba a região costeira de vários municípios no litoral brasileiro. Estes resultados, sem a interação com os sedimentos em suspensão, são mais conservadores.

espalhamento, emulsificação, volatilização, dispersão, dissolução, adsorção e entranhamento (óleo na coluna d'água).

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<sup>17</sup>.

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. O óleo que se encontra na costa continua sofrendo o processo de evaporação. 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.

<sup>17</sup> Este módulo não foi considerado na modelagem em questão.

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.

## B.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO MODELO

As limitações identificadas para o modelo estão listadas, abaixo:

- ✓ A grade do modelo apresenta limitação numérica de 1.000 células no eixo X e 1.000 células no eixo Y, distribuídas de forma regular. No caso de modelagens para vazamentos *offshore*, nas quais os domínios modelados são extensos, a resolução máxima pode ser insuficiente e ocasionar a diminuição da resolução de contornos costeiros; os tipos de costa também podem ter perda de informação;
- ✓ Não é possível ajustar o fator de dispersão horizontal;
- ✓ Não é possível visualizar, na coluna d'água, as parcelas de óleo particulado e dissolvido separadamente;
- ✓ No modo probabilístico, não são considerados os processos de sedimentação do óleo<sup>18</sup>;
- ✓ Coeficiente de arrasto de vento é fixo para todo o domínio espacial;
- ✓ Arquivos em inglês e que devem ser traduzidos;
- ✓ É possível adotar corte de espessuras para o óleo que está na superfície da água, no entanto, o modelo não exclui da linha de costa (probabilidade, massa, tempo) a chegada de óleo com espessuras abaixo do corte. Sendo assim, é necessário realizar um balizamento do toque na costa a partir dos resultados gerados, com corte, para a superfície da água;

<sup>18</sup> Para manter coerência entre o modo probabilístico e determinístico, os cenários determinísticos foram conduzidos pela ferramenta *re-run*, rodados via modo probabilístico, não sendo considerados os processos de sedimentação do modo determinístico.

- ✓ Em simulações determinísticas não é possível exportar a informação do eixo do tempo para todo o domínio da simulação;
- ✓ Os gráficos de balanço de massa não consideram o corte de espessura do óleo na superfície da água e concentração do óleo na coluna d'água;
- ✓ Ao se exportar os resultados na extensão *shape*, somente é possível a obtenção de uma informação por vez, ao passo um arquivo contendo diferentes informações tornaria mais ágil o processo de análise dos cenários e simulações;
- ✓ O campo de correntes deve ser exportado em grade regular, mesmo que tenha sido derivado de hidrodinâmico com grade curvilínea, para que o mesmo possa ser importado no OSCAR. Este processo é elaborado pelo usuário através de outros *softwares*, com metodologia própria;
- ✓ Apesar de mostrar o óleo presente na coluna d'água, o modelo não estima a interação do óleo com o assoalho oceânico ou com bancos biogênicos submersos.

### B.3 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 média local, em geral, é a soma das componentes climatológicas, 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 cm<sup>2</sup>/s e tempo t em segundos. Kullenberg (1982) CD1a que o valor máximo dos dados é de 10<sup>6</sup> cm/s, ou 100 m<sup>2</sup>/dia.

O coeficiente vertical de difusão turbulenta acima da pycnoclina 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 pycnoclina, assume-se o valor de  $K_z$  é uma constante igual a  $10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$  (KULLENBERG, 1984). Na ausência de um pycnoclina, 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 média harmônica de dois extremos e o coeficiente de arraste é função do número de Reynolds (JOHANSEN, 2000).

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

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

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

Onde,

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

g= aceleração gravitacional ( $\text{m}/\text{s}^2$ );

$\rho_w$ = densidade da água ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$\rho_0$ = densidade da gotícula ou do material da partícula ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

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

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.

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

Onde,

$\chi_{LE}$  = largura da seção principal da mancha (m)

$g$  = aceleração gravitacional ( $m/s^2$ );

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

$\rho_w$  = densidade da água ( $kg/m^3$ );

$\mu_w$  = 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 ( $^{\circ}K$ );

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

$A$  = área de superfície da mancha ( $m^2$ );

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

$F_i$  = fração molar do componente  $i$  restante na mancha;

$R$  = constante do gás  $8,206 \times 10^5 \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}\cdot^{\circ}K$ .

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:

$$C_d = (U^*/U(t))^2 \quad (11)$$

onde  $U(t) > u_2$

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<sup>2</sup>s)

$C^*$  = coeficiente de entranhamento derivado empiricamente,

$D$  = enérgica de onda dissipada por unidade de área superficial (kg/s<sup>2</sup>)

$S$  = fração da superfície do mar coberta pelo óleo;

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

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

$\Delta d$  = 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<sup>2</sup>/s).

A energia dissipada da arrebentação da onda  $D$  é aproximada como:

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

Onde,

$\rho_w$  = densidade da água (kg/m<sup>3</sup>);

$g$  = aceleração gravitacional (m/s<sup>2</sup>);

$H_b$  = altura da onda no momento da arrebentação (m)

A fração  $F$  da superfície do mar coberta pela arrebentação 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/m<sup>3</sup>s)

$C_0$  = aproximadamente 500 para o tamanho mínimo das partículas e 3400 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 desenvolvida 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,  $V_{max}$  (m<sup>3</sup>), que pode ser depositada é calculada como:

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

Onde,

$\delta_i$  = 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 distância diagonal da célula como uma estimativa do L. Se o segmento de costa se encontra 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  $\Delta t$  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 (m<sup>2</sup>);

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

$S_i$  = solubilidade do i-ésimo componente (g/m<sup>3</sup>; ppm),

$C_i$  = concentração do ambiente para o i-ésimo componente (g/m<sup>3</sup>).

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  $\nu_w / D_i$

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

$L$  = largura da mancha (m);

$\nu_w$  = viscosidade cinemática da água ~ 8,9 x 10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s a 25°C

$D_i$  = difusividade molecular do componente i (m<sup>2</sup>/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 cálculo do número 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  $C_s \times C_w$  a uma temperatura constante. Há várias 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·m<sup>3</sup>/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,  $K_6$ :

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

São utilizados para calcular o coeficiente de transferência de massa:

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

Os coeficientes  $K_5$ ,  $K_6$  e  $K_7$  são em cm/hora. A transferência de massa da coluna d'água para a atmosfera para este constituinte é:

$$dm/dt = K_7 m/d \quad (36)$$

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,

$D_z$  = difusividade vertical ( $m^2/s$ );

$\Delta t$  = 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.

Vale ressaltar que os parâmetros de onda necessários para as simulações de derrame de óleo (altura significativa ( $H$ ) e período ( $T$ )), são calculados internamente pelo modelo OSCAR sem considerar a interação da onda com o campo de correntes. As equações aplicadas pelo modelo são retiradas do U.S. Army Corps of Engineers Shore Protection Manual (1984), e apresentadas abaixo:

$$\frac{gH}{U_A^2} 0,283 \tanh \left[ 0,530 \left( \frac{gH}{U_A^2} \right)^{3/4} \right] \tanh \left\{ \frac{0,00565 \left( \frac{gH}{U_A^2} \right)^{1/2}}{\tanh \left[ 0,530 \left( \frac{gH}{U_A^2} \right)^{3/4} \right]} \right\} \quad (38)$$

$$\frac{gT}{U_A} 7,54 \tanh \left[ 0,833 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{3/8} \right] \tanh \left\{ \frac{0,0379 \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3}}{\tanh \left[ 0,833 \left( \frac{gd}{U_A^2} \right)^{3/8} \right]} \right\} \quad (39)$$

Onde:

$g$  = aceleração gravitacional ( $m/s^2$ );

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

$d$  = profundidade local ( $m$ );

$F$  = fetch (pista) do vento ( $m$ );

## B.4 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);
- ✓ Campo de correntes;
- ✓ Campo de ventos;
- ✓ Temperatura da água do mar;
- ✓ Parâmetros de simulação (e.g. número de partículas, número de camadas verticais, número de simulações determinísticas que compõe cada cenário probabilístico, passo de tempo, intervalo de saída, fator de vento, entre outros).

## B.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**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. 227 p.

**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. AND 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

## **APÊNDICE C – RESUMO DOS RESULTADOS PROBABILÍSTICOS PARA O TOQUE DO ÓLEO NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Este apêndice apresenta o resumo, na forma de uma tabela, dos valores mais críticos dentre os resultados probabilísticos obtidos, considerando as Unidades de Conservação (UCs) com probabilidade de presença do óleo, extraídas a partir do conjunto das bases do MAREM (IBP, 2016) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) <sup>19</sup>.

As informações para as Unidades de Conservação foram obtidas através de pós-processamento dos shapes dos resultados probabilísticos com o shape da Unidades de Conservação. As tabelas apresentam as informações de maior probabilidade de toque, menor tempo de toque, tempo médio de toque e maior massa em cada UC, por cenário simulado.

A Tabela C-1 apresenta o resumo das informações mais críticas de toque nas Unidades de Conservação de cenário. Os cenários de volume pequeno e pior caso de *blowout* do poço ODP4 não apresentaram o toque do óleo em Unidades de Conservação.

Pode-se verificar que no período da primavera-verão a maior probabilidade de toque (75,4%) ocorreu na Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul (SP) no cenário de pior caso (*blowout*) e, o menor tempo (149 horas) foi na Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de (RJ) a partir do resultado de volume médio. Para o período de outono-inverno a maior probabilidade (81,9 %) ocorreu no Parque Estadual da Costa do Sol (RJ) e o menor tempo (112 horas) na Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana (RJ), sendo ambos os resultados encontrados no cenário de pior caso (FPSO).

<sup>19</sup> <https://www.mma.gov.br/> Último acesso em 15 de fevereiro de 2020.

**Tabela C-1** – Resumo dos resultados mais críticos para o toque do óleo nas Unidades de Conservação das simulações probabilísticas.

PONTO	PERÍODO	VOLUME	PARÂMETRO	VALORES	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF
FRADE	PRIVER	200m <sup>3</sup>	Tempo Min. (horas)	149	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Tempo Med. (horas)	154	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Prob. (%)	4,1	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ
			Massa Máxima (ton./célula)	13,856	Parque Estadual da Costa do Sol	RJ
		Pior Caso (FPSO)	Tempo Min. (horas)	150	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Tempo Med. (horas)	172	Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ
			Prob. (%)	23,6	Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro	SP
			Massa Máxima (ton./célula)	5650,4958	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ
		Pior Caso (blowout)	Tempo Min. (horas)	160	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Tempo Med. (horas)	183	Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ
			Prob. (%)	75,4	Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul	SP
			Massa Máxima (ton./célula)	165,5091	Parque Estadual da Costa do Sol	RJ
	OUTINV	200m <sup>3</sup>	Tempo Min. (horas)	116	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Tempo Med. (horas)	127	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Prob. (%)	24,2	Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ
			Massa Máxima (ton./célula)	66,0063	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ
		Pior Caso (FPSO)	Tempo Min. (horas)	112	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ
			Tempo Med. (horas)	155	Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ
			Prob. (%)	33,9	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ
			Massa Máxima (ton./célula)	3899,1204	Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ
Pior Caso (blowout)		Tempo Min. (horas)	121	Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	
		Tempo Med. (horas)	174	Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	
		Prob. (%)	81,9	Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	
		Massa Máxima (ton./célula)	156,5317	Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	

A Tabela C-2 até a Tabela C-4 apresentam os resultados individuais do toque do óleo nas Unidades de Conservação.

**Tabela C-2 - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume médio, período de primavera-verão.**

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	0,1	149	154	2,1540
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	4,1	172	180	11,1083
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	2,7	165	191	13,8560
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	2,3	187	190	6,9819
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	4,1	165	184	13,8560

**Tabela C-3 - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume de pior caso (FPSO), período de primavera-verão.**

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima	RJ	0,1	539	603	5,1890
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mato Grosso	RJ	0,5	460	461	10,1035
Reserva Ecológica da Juatinga	RJ	6,6	448	509	35,2208
Monumento Natural das Ilhas Cagarras	RJ	2,9	288	326	15,9732
Parque Estadual Marinho do Aventureiro	RJ	3,1	420	465	25,4850
Parque Estadual da Ilha Grande	RJ	3,3	395	463	35,2106
Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro	RJ	3,1	420	481	25,4850
Reserva Biológica da Praia do Sul	RJ	4,4	414	469	35,2106
Reserva Extrativista Marinha de Itaipu	RJ	1,0	352	440	11,7868
Parque Natural Municipal de Niterói	RJ	0,1	457	459	2,5233
Parque Estadual da Serra da Tiririca	RJ	0,6	355	444	10,1251
Parque Natural Municipal de Grumari	RJ	0,8	326	415	20,4973
Parque Nacional da Serra da Bocaina	RJ/SP	3,0	542	585	35,0976
Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba	RJ	0,4	415	528	5,2598
Área de Proteção Ambiental de Grumari	RJ	0,8	326	437	20,4973
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	RJ	0,8	326	467	20,4973
Área de Proteção Ambiental de Tamoios	RJ	4,4	386	462	35,2106
Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba	RJ	0,5	468	478	5,1734
PNM de Marapendi	RJ	0,1	539	539	5,1185
Área de Proteção Ambiental de Marapendi	RJ	0,1	539	573	5,1185
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas das Cagarras	RJ	1,2	324	331	10,3196
Área de Proteção Ambiental de Cairuçu	RJ/SP	6,6	448	523	35,2208
Área de Proteção Ambiental de Maricá	RJ	0,5	450	456	15,6697
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	2,0	150	254	338,7006
Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ	2,6	192	192	35,2393

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	7,9	165	172	1728,9916
Parque Natural Municipal do Arquipélago de Santana	RJ	0,2	331	343	5,4045
Parque Estadual da Lagoa do Açú	RJ	0,3	212	299	5,2208
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	6,2	157	256	5650,4958
REc de Jacarepiá	RJ	0,9	454	456	118,5831
REc de Massambaba	RJ	0,7	305	409	69,9538
Área de Proteção Ambiental de Massambaba	RJ	0,9	305	458	118,5831
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	5,5	173	198	2901,4122
Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	RJ	0,1	335	336	2,2258
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	9,7	153	195	5650,4958
Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	3,0	186	211	35,6043
Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus	RJ	0,1	363	376	1,2128
Área de Proteção Ambiental Municipal das Serras	RJ	0,3	453	456	5,2879
Refúgio de Vida Silvestre Municipal das Serras De Maric	RJ	0,4	453	455	5,2879
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro	SP	23,6	464	520	39,5058
Estação Ecológica dos Tupiniquins	SP	12,4	599	661	102,5932
Estação Ecológica Tupinambás	SP	11,9	475	516	57,4722
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas da Queimada Pequena e Queimada Grande	SP	13,5	538	588	52,5065
Parque Estadual Marinho da Laje de Santos	SP	17,1	509	522	39,5058
Arie Zona de Vida Silvestre da Apa Da Ilha Comprida	SP	2,5	657	681	117,7576
Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida	SP	3,1	656	676	117,7576
Parque Estadual Restinga de Bertiooga	SP	0,1	734	737	5,0424
Parque Estadual de Ilhabela	SP	18,6	400	488	1617,7297
Estação Ecológica Juréia-Itatins	SP	5,3	653	677	78,6871
Parque Estadual da Serra do Mar	SP	4,0	480	604	69,9230
Parque Estadual do Lagamar de Cananéia	SP	0,2	732	732	4,9057
Refúgio da Vida Silvestre Abrigo e Guararitama	SP	4,8	653	657	52,5938
Parque Estadual do Itinguçu	SP	6,0	628	655	78,6871
Parque Estadual do Prelado	SP	5,3	670	689	34,2811
Parque Estadual da Ilha do Cardoso	SP	2,9	667	690	206,4899
Parque Estadual da Ilha Anchieta	SP	6,5	468	505	35,2156
Parque Estadual Xixová-Japuí	SP	0,1	710	710	4,9692
Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	SP	2,7	659	687	686,0112
Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará	SP	1,4	659	667	69,4445
Reserva Extrativista Ilha do Tumba	SP	2,2	673	701	69,5113
Área de Relevante Interesse Ecológica Ilha Ameixial	SP	2,6	653	653	78,6871
Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una	SP	5,4	633	650	90,6424

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Carijó)	SP	19,2	517	623	52,5938
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Cunhambebe)	SP	10,5	361	518	219,3789
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Maembipe)	SP	23,0	373	448	1703,4408
ARIE deE São Sebastião	SP	0,7	629	647	17,9767
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Ypautiba)	SP	7,7	500	616	20,2768
RPPN Marina do Conde	SP	0,1	685	685	0,0000
Área De Proteção Ambiental Municipal da Serra D	SP	0,3	685	697	5,0340
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Guaíbe)	SP	9,0	528	659	16,8102
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul	SP	12,5	584	646	686,0112
Área de Relevante Interesse Ecológico da Ilha Comprida	SP	2,5	656	678	117,7576
Refúgio de Vida Silvestred Do Arquipélago de Alcatrazes	SP	21,9	410	463	70,9958
Parque Natural Municipal das Ilhas dos Currais	PR	1,9	688	707	11,5192
Parque Nacional do Superagui	PR	1,7	677	696	69,6754
Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba (Federal)	PR	0,4	688	688	14,8002
Estação Ecológica da Ilha do Mel	PR	0,1	725	725	4,8585
Parque Estadual da Ilha do Mel	PR	0,6	707	716	9,8233
Estação Ecológica de Guaraqueçaba	PR	0,2	711	711	4,9007
Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste	SC	0,2	677	711	4,9899
Parque Natural Municipal Lagoa Jacaré das Dunas do Santinho	SC	0,2	709	722	15,2652
Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	SC	1,5	663	701	9,9468
Área Tombada Dunas do Santinho	SC	0,2	728	728	4,9950
Parque Estadual Acaraí	SC	0,8	717	726	34,0536
Parque Estadual Acaraí	SC	0,8	720	726	34,0536
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	SC	0,2	711	727	5,0078
Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	SC	0,5	662	700	7,5209

**Tabela C-4** - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume de pior caso (*blowout*), período de primavera-verão.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz	ES	0,1	684	785	0,6506
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	ES	0,3	315	649	0,6872
Área de Proteção Ambiental Municipal Tartarugas	ES	4,2	294	294	0,6408
Reserva Ecológica da Juatinga	RJ	8,1	527	782	0,9430
Parque Nacional da Serra da Bocaina	RJ/SP	3,3	642	872	0,6227
Área de Proteção Ambiental de Cairuçu	RJ/SP	8,1	527	787	0,9430
Monumento Natural dos Costões Rochosos	RJ	0,2	436	436	12,6976
Parque Natural Municipal da Restinga Do Barreto	RJ	0,8	372	377	25,4326
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	17,0	160	457	25,4326
Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ	22,2	239	239	12,7171
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	38,5	177	183	12,9586
Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé	RJ	1,4	361	361	12,6981
Parque Natural Municipal do Arquipélago de Santana	RJ	8,0	291	309	19,7141
Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado	RJ	0,5	345	562	90,1359
Parque Estadual da Lagoa do Açu	RJ	14,7	165	299	25,4461
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	39,5	171	286	165,5091
REc de Massambaba	RJ	0,2	675	675	0,3141
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	35,2	192	264	133,9572
Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	RJ	0,8	332	509	7,5830
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	38,5	165	248	165,5091
Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	23,0	231	278	25,4320
Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus	RJ	1,2	307	742	25,4698
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro	SP	64,2	505	625	12,7957

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Estação Ecológica dos Tupiniquins	SP	70,7	601	722	19,3747
Estação Ecológica Tupinambás	SP	39,1	494	700	4,1879
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas da Queimada Pequena e Queimada Grande	SP	73,4	580	680	19,1637
Parque Estadual Marinho da Laje de Santos	SP	64,2	542	644	12,7957
Arie Zona de Vida Silvestre da Apa da Ilha Comprida	SP	70,2	666	714	32,2148
Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida	SP	70,2	666	720	32,2148
Parque Estadual Restinga de Bertiooga	SP	5,7	864	913	0,6336
Parque Estadual de Ilhabela	SP	57,0	475	624	17,8366
Estação Ecológica Juréia-Itatins	SP	68,8	664	763	12,8178
Parque Estadual da Serra do Mar	SP	15,7	513	874	1,8343
Parque Estadual do Lagamar de Cananéia	SP	6,1	770	770	0,6163
Refúgio da Vida Silvestre Abrigo e Guararitama	SP	67,7	665	756	10,4564
Parque Estadual do Itinguçu	SP	64,5	646	714	10,4575
Parque Estadual do Prelado	SP	68,8	674	751	34,4098
Parque Estadual da Ilha do Cardoso	SP	70,9	677	714	25,6180
Parque Estadual da Ilha Anchieta	SP	20,2	494	725	1,5551
Parque Estadual Xixová-Japuí	SP	10,7	812	978	1,2441
Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	SP	69,8	672	756	73,5802
Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará	SP	67,1	672	763	10,2232
Reserva Extrativista Ilha do Tumba	SP	68,1	677	731	25,4563
Área de Relevante Interesse Ecológica Ilha Ameixial	SP	55,8	672	803	10,4575
Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una	SP	60,5	651	707	10,4575
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Carijó)	SP	73,4	541	783	19,1637
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Cunhambebe)	SP	20,2	488	933	1,8640
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Maembipe)	SP	57,0	459	609	17,8366
ARIE de São Sebastião	SP	0,4	1071	1265	0,3149

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Ypautiba)	SP	9,7	679	890	0,9299
RPPN Marina do Conde	SP	1,9	812	812	0,3186
Área de Proteção Ambiental Municipal Da Serra D	SP	7,1	812	1070	0,6357
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Guaíbe)	SP	19,3	706	1003	1,2532
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul	SP	75,4	597	674	73,5802
Área de Relevante Interesse Ecológico da Ilha Comprida	SP	70,2	666	720	32,2148
Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago De Alcatrazes	SP	39,1	455	591	4,1879
Parque Natural Municipal das Ilhas dos Currais	PR	51,3	689	705	1,7741
Parque Nacional do Superagui	PR	69,8	692	758	118,6161
Estação Ecológica da Ilha do Mel	PR	47,0	743	895	25,5422
Parque Estadual da Ilha do Mel	PR	67,1	709	747	101,5634
Parque Estadual do Boguaçu	PR	43,3	806	879	25,4820
Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange	PR	55,6	830	858	19,1821
Estação Ecológica de Guaraqueçaba	PR	63,4	717	733	12,8208
Área de Proteção Ambiental de Guaratuba	PR	55,6	776	865	25,4820
RESEX do Rio Araranguá	SC	21,9	1019	1154	5,5176
APA da Costa de Araranguá	SC	22,5	959	1091	6,1422
Monumento Natural Morro dos Conventos	SC	21,9	962	1129	6,1422
Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição	SC	24,2	857	962	3,7050
Parque Natural Municipal da Galheta	SC	40,4	794	809	6,2004
Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste	SC	43,0	825	878	11,6461
Parque Natural Municipal Lagoa Jacaré das Dunas do Santinho	SC	56,3	770	800	25,5222
PNM do Atalaia	SC	39,9	863	890	11,3730
Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	SC	66,8	724	776	19,1716
Área Tombada da Restinga de Ponta das Canas	SC	53,8	811	815	19,1334
Área Tombada Dunas dos Ingleses	SC	47,9	801	820	25,5222

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área Tombada Dunas do Santinho	SC	49,4	770	803	25,5222
Área Tombada Dunas do Campeche	SC	12,5	866	968	1,2426
Área Tombada da Lagoa da Chica	SC	12,5	866	866	1,2275
Parque Estadual Acaraí	SC	64,0	715	759	25,5631
Parque Estadual Acaraí	SC	64,0	715	761	25,5631
Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri	SC	12,7	900	1021	1,9290
Parque Natural Municipal da Lagoa do Peri	SC	12,7	900	922	1,9290
Parque Estadual do Rio Vermelho	SC	34,9	794	836	5,8896
Parque Natural Municipal do Morro do Macaco	SC	40,9	860	898	17,1348
Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro	SC	13,5	922	1078	1,8407
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	SC	40,2	814	1033	11,9178
Estação Ecológica de Carijós	SC	36,3	829	861	13,0474
Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	SC	57,8	770	949	12,7764
Área de Proteção Ambiental Anhatomirim	SC	33,8	884	933	8,1823
EE do Taim	RS	12,6	1173	1313	2,7334
Refugio de Vida Silvestre Ilha dos Lobos	RS	31,6	989	1024	4,2974
PE da Guarita	RS	18,0	1078	1078	2,2569
Parque Nacional da Lagoa Do Peixe	RS	36,3	858	964	11,9904
Parque Estadual de Itapeva	RS	18,0	1020	1130	2,7601
Refúgio de Vida Silvestre do Molhe Leste	RS	25,0	1031	1110	7,2883

**Tabela C-5 - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume médio, período de outono-inverno.**

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	0,2	116	127	12,8720
Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ	20,4	170	170	7,9486
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	24,2	155	166	66,0063
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	24,0	135	224	52,2153
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	24,0	156	276	52,2153
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	24,2	140	165	66,0063
Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	20,9	170	173	21,1967

**Tabela C-6 - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume de pior caso (FPSO), período de outono-inverno.**

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande	ES	2,9	309	356	52,4611
Parque Natural Municipal Morro da Pescaria	ES	2,4	305	327	13,5611
Parque Natural Municipal da Ilha do Gambá	ES	0,5	438	438	5,0365
Parque Natural Municipal da Cadeia das Ilhas do Meio, dos Cabritos e dos Franceses	ES	2,5	326	386	32,4633
Área de Proteção Ambiental Baía Das Tartarugas	ES	0,2	423	442	5,0162
Área de Proteção Ambiental de Guanandy	ES	4,9	329	406	209,5485
Reserva Estadual de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra	ES	1,9	372	399	16,7376
Área de Proteção Ambiental de Setiba	ES	3,7	297	325	66,3165
Parque Estadual Paulo César Vinha	ES	2,9	307	341	66,3165
Área de Proteção Ambiental de Praia Mole	ES	0,6	426	447	15,1349
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz	ES	0,3	344	405	5,0927
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	ES	2,6	266	397	44,4906
Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes	ES	6,4	320	347	69,9704
Parque Natural Municipal de Jacarenema	ES	1,4	333	374	15,1577
Área de Proteção Ambiental Municipal Tartarugas	ES	4,8	301	347	221,2763
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio	ES	2,1	390	407	685,8131
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mato Grosso	RJ	0,2	546	546	4,9807
Reserva Ecológica da Juatinga	RJ	0,3	632	698	5,3334
Monumento Natural das Ilhas Cagarras	RJ	1,4	493	637	8,3602
Parque Estadual Marinho do Aventureiro	RJ	0,3	602	606	5,1307
Parque Estadual da Ilha Grande	RJ	0,3	588	635	5,3444
Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro	RJ	0,3	602	607	5,1307

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Reserva Biológica da Praia do Sul	RJ	0,5	602	628	5,1307
Reserva Extrativista Marinha de Itaipu	RJ	0,1	741	742	2,7735
Parque Estadual da Serra da Tiririca	RJ	0,1	742	742	2,7712
Parque Natural Municipal de Grumari	RJ	0,1	668	668	0,3790
Área de Proteção Ambiental de Grumari	RJ	0,1	668	668	0,3790
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	RJ	0,2	668	690	4,9976
Área de Proteção Ambiental de Tamoios	RJ	0,5	570	628	10,1459
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas das Cagarras	RJ	0,2	687	714	5,0738
Área de Proteção Ambiental de Cairuçu	RJ/SP	0,3	632	695	5,3334
Monumento Natural dos Costões Rochosos	RJ	13,3	416	432	997,6433
Parque Natural Municipal da Restinga Do Barreto	RJ	9,7	489	491	69,9285
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	22,8	112	315	512,9920
Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ	25,6	155	155	35,2347
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	29,9	148	157	3117,4604
Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé	RJ	7,7	482	593	35,2116
Parque Natural Municipal do Arquipélago de Santana	RJ	18,0	382	388	333,4196
Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado	RJ	11,6	419	438	3213,0869
RPPN Fazenda Caruara	RJ	16,4	261	268	69,9852
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda	RJ	16,4	261	268	69,9852
Parque Estadual da Lagoa do Açú	RJ	20,3	153	169	197,6355
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	29,6	132	319	1339,3828
REc de Jacarepiá	RJ	0,1	744	744	4,9471
REc de Massambaba	RJ	2,7	441	526	69,6570
Área de Proteção Ambiental de Massambaba	RJ	2,8	441	567	69,6628
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	28,8	147	227	848,1921
Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	RJ	14,2	274	479	615,3192
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	33,9	134	252	3117,4604
Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	27,1	151	162	3899,1204
Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus	RJ	13,6	399	454	473,4187
Área de Proteção Ambiental Municipal Das Serras	RJ	0,2	727	727	5,2349
Refúgio de Vida Silvestre Municipal Das Serras De Maric	RJ	0,2	727	727	5,2349
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro	SP	9,1	463	565	35,9591
Estação Ecológica dos Tupiniquins	SP	0,7	704	704	4,9725
Estação Ecológica Tupinambás	SP	1,7	649	681	10,0547
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas da Queimada Pequena e Queimada Grande	SP	1,7	664	665	39,5079
Parque Estadual Marinho da Laje de Santos	SP	3,7	483	598	35,0603

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Parque Estadual de Ilhabela	SP	5,0	448	586	39,5177
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Carijó)	SP	4,9	530	677	39,5079
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Cunhambebe)	SP	8,0	476	658	14,9702
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Maembipe)	SP	9,8	429	558	39,5177
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Ypautiba)	SP	0,3	651	712	4,9849
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Guaíbe)	SP	1,0	654	707	5,0605
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul	SP	0,7	646	718	8,2912
Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago De Alcatrazes	SP	8,4	448	546	15,1784
Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste	SC	1,1	659	661	9,9289
Parque Natural Municipal Lagoa Jacaré das Dunas do Santinho	SC	1,9	677	685	43,8611
Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	SC	2,4	654	677	52,3546
Área Tombada da Restinga de Ponta das Canas	SC	0,7	690	693	24,5211
Área Tombada Dunas dos Ingleses	SC	1,4	687	689	43,8611
Área Tombada Dunas do Santinho	SC	1,7	683	686	43,8611
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	SC	2,8	643	670	34,6508
Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	SC	3,3	631	668	52,3624

**Tabela C-7 - Resultados mais críticos do toque do óleo nas Unidades de Conservação, da simulação probabilística de volume de pior caso (*blowout*), período de outono-inverno.**

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Parque Nacional Marinho dos Abrolhos	BA	0,6	978	1013	0,3194
Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande	ES	21,0	201	433	0,9767
Parque Natural Municipal da Cadeia das Ilhas do Meio, dos Cabritos e dos Franceses	ES	0,4	348	348	0,6294
Reserva Biológica de Comboios	ES	24,1	206	346	1,2837
Área de Relevante Interesse Ecológico do Degredo	ES	16,3	245	279	0,7497
Área de Proteção Ambiental Baía das Tartarugas	ES	4,1	254	566	0,6489
Área de Proteção Ambiental da Ilha do Frade	ES	0,8	266	523	0,6315
Área de Proteção Ambiental de Guanandy	ES	9,4	280	496	0,9546
Reserva Estadual de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra	ES	2,9	370	589	0,6197

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental de Setiba	ES	21,0	211	506	0,9767
Parque Estadual Paulo César Vinha	ES	14,6	214	554	0,9504
Área de Proteção Ambiental de Praia Mole	ES	9,6	244	534	0,9453
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz	ES	15,0	202	586	0,9748
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	ES	26,7	191	508	1,5679
Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes	ES	23,3	244	309	1,8892
Parque Natural Municipal de Jacarenema	ES	14,1	270	411	0,6500
Área de Proteção Ambiental Municipal Tartarugas	ES	26,5	220	306	5,3402
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio	ES	9,6	299	356	1,5800
Parque Natural Municipal Professor Melo Barreto	RJ	10,3	934	934	2,7583
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima	RJ	10,3	927	1036	2,7583
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mato Grosso	RJ	0,5	1197	1260	0,3178
Reserva Ecológica da Juatinga	RJ	26,2	807	884	15,0684
Monumento Natural das Ilhas Cagarras	RJ	15,7	918	1030	6,0613
Parque Estadual Marinho do Aventureiro	RJ	28,2	766	886	10,4725
Parque Estadual da Ilha Grande	RJ	28,2	766	913	16,9241
Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro	RJ	28,2	766	924	10,4725
Reserva Biológica da Praia do Sul	RJ	30,8	766	913	12,7519
Reserva Extrativista Marinha de Itaipu	RJ	5,9	1012	1141	1,2420
Parque Natural Municipal de Niterói	RJ	0,5	1126	1230	0,6218
Parque Estadual da Serra da Tiririca	RJ	5,9	1012	1115	1,2420
Parque Natural Municipal de Grumari	RJ	20,4	827	931	4,6402
Parque Natural Municipal da Prainha	RJ	2,3	1043	1043	0,6146
Parque Nacional da Serra da Bocaina	RJ/SP	19,1	867	885	8,3545
Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba	RJ	18,7	853	896	4,9309

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental de Grumari	RJ	20,4	827	949	4,6402
Área de Proteção Ambiental das Ptas. de Copac. e Arpoador e seus Entornos	RJ	4,3	1038	1038	1,2335
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	RJ	20,4	827	946	4,9309
Área de Proteção Ambiental da Paisagem e do ÁREA da Praia do Pontal	RJ	8,9	961	961	1,2412
Área de Proteção Ambiental da Prainha	RJ	2,3	1043	1043	0,6146
Área de Proteção Ambiental de Tamoios	RJ	32,7	766	904	16,9241
Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba	RJ	20,1	858	964	2,7478
PNM de Marapendi	RJ	10,3	924	962	2,7583
Área de Proteção Ambiental de Marapendi	RJ	10,3	924	972	2,7583
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas das Cagarras	RJ	15,7	918	1023	6,0613
Área de Proteção Ambiental de Cairuçu	RJ/SP	26,2	807	884	15,0684
Área de Proteção Ambiental de Maricá	RJ	2,9	1038	1096	0,9314
Monumento Natural dos Costões Rochosos	RJ	31,5	525	534	12,7415
Parque Natural Municipal da Restinga do Barreto	RJ	30,2	350	503	15,8681
Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Santana	RJ	65,6	121	344	25,5286
Área de Proteção Ambiental Azeda-Azedinha	RJ	74,6	188	188	12,7487
Reserva Ecológica da Ilha do Cabo Frio	RJ	77,4	162	174	13,0469
Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé	RJ	31,4	403	403	12,7516
Parque Natural Municipal do Arquipélago de Santana	RJ	53,6	251	355	25,4911
Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado	RJ	36,5	447	499	18,7178
RPPN Fazenda Caruara	RJ	50,4	240	263	11,6114
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda	RJ	50,4	240	263	11,6114
Parque Estadual da Lagoa do Açú	RJ	61,1	164	208	25,5590
Parque Estadual da Costa do Sol	RJ	81,9	139	404	25,5099
REc de Massambaba	RJ	12,4	699	742	1,8610

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	RJ	76,4	160	320	26,0220
Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	RJ	37,7	359	604	25,5363
Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	RJ	77,4	140	422	25,4851
Parque Natural Municipal dos Corais de Armação dos Búzios	RJ	74,6	179	224	156,5317
Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus	RJ	38,7	348	510	25,4586
Área De Proteção Ambiental Municipal Das Serras	RJ	1,4	850	1000	0,6284
Refúgio De Vida Silvestre Municipal Das Serras De MaricaS	RJ	1,4	850	1000	0,6284
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro	SP	45,4	496	695	12,7816
Estação Ecológica dos Tupiniquins	SP	19,6	818	984	19,0968
Estação Ecológica Tupinambás	SP	39,0	794	861	12,7752
Área de Relevante Interesse Ecológico Ilhas da Queimada Pequena e Queimada Grande	SP	41,6	769	884	19,0909
Parque Estadual Marinho da Laje de Santos	SP	45,4	686	711	12,7816
Arie Zona de Vida Silvestre da APA Da Ilha Comprida	SP	19,5	1029	1155	10,5041
Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida	SP	23,2	1029	1128	25,4675
Parque Estadual Restinga de Bertioga	SP	13,3	971	1006	9,1948
Parque Estadual de Ilhabela	SP	57,4	561	864	19,1962
Estação Ecológica Juréia-Itatins	SP	28,3	943	982	38,6158
Parque Estadual da Serra do Mar	SP	20,5	867	996	22,3916
Parque Estadual do Lagamar de Cananéia	SP	0,9	1124	1124	0,3116
Refúgio da Vida Silvestre Abrigo e Guararitama	SP	30,3	923	935	12,8082
Parque Estadual do Itinguçu	SP	31,4	914	940	38,6158
Parque Estadual do Prelado	SP	27,4	947	993	35,0744
Parque Estadual da Ilha do Cardoso	SP	20,8	962	1099	26,7478
Parque Estadual da Ilha Anchieta	SP	25,8	807	859	11,0759
Parque Estadual Xixová-Japuí	SP	19,2	945	1028	19,0939
Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	SP	23,2	949	1127	25,4675

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Área de Relevante Interesse Ecológico do Guará	SP	23,2	1053	1084	25,4675
Reserva Extrativista Ilha do Tumba	SP	17,8	1079	1137	20,3664
Área de Relevante Interesse Ecológica Ilha Ameixial	SP	28,3	943	956	38,6158
Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una	SP	28,3	936	946	38,6158
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Carijó)	SP	41,6	705	903	25,5116
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Cunhambebe)	SP	25,8	728	924	11,0759
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Maembipe)	SP	57,4	561	782	19,1962
ARIE DE São Sebastião	SP	12,3	934	1006	18,6939
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (Setor Ypautiba)	SP	15,0	797	931	18,6939
RPPN Marina do Conde	SP	9,2	1030	1030	1,8335
Área de Proteção Ambiental Municipal Da Serra D	SP	12,8	969	1089	4,2517
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (Setor Guaíbe)	SP	19,8	838	953	19,1048
Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Sul	SP	34,8	804	966	26,7478
Área de Relevante Interesse Ecológico da Ilha Comprida	SP	23,2	1029	1129	25,4675
Refúgio de Vida Silvestre do Arquipélago De Alcatrazes	SP	39,0	532	765	12,7752
Área de Proteção Ambiental Baleia Sahy	SP	10,6	974	986	3,3834
Parque Natural Municipal das Ilhas dos Currais	PR	14,2	958	974	1,2979
Parque Nacional do Superagui	PR	20,6	951	1085	40,8131
Estação Ecológica da Ilha do Mel	PR	11,4	1013	1091	4,3144
Parque Estadual da Ilha do Mel	PR	20,6	1000	1053	33,6811
Parque Estadual do Boguaçu	PR	17,4	1007	1086	4,2950
Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange	PR	10,1	1064	1122	14,0972
Estação Ecológica de Guaraqueçaba	PR	18,2	1000	1041	12,7290
Área de Proteção Ambiental de Guaratuba	PR	18,8	998	1105	14,0972
RESEX do Rio Araranguá	SC	5,6	1083	1164	4,0853

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
APA da Costa de Araranguá	SC	7,3	1083	1136	6,3346
Monumento Natural Morro dos Conventos	SC	6,5	1106	1147	4,5255
Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição	SC	27,2	809	1000	4,2987
Parque Natural Municipal da Galheta	SC	33,4	755	840	12,7592
Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste	SC	33,6	719	846	12,2706
Parque Natural Municipal Lagoa Jacaré das Dunas do Santinho	SC	38,0	682	723	25,5068
PNM do Atalaia	SC	28,7	999	1006	9,5434
Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	SC	40,7	673	695	19,1568
Área Tombada da Restinga de Ponta das Canas	SC	36,3	755	779	19,1139
Área Tombada Dunas dos Ingleses	SC	35,8	692	759	25,5068
Área Tombada Dunas do Santinho	SC	37,3	694	736	25,5068
Área Tombada Dunas do Campeche	SC	8,0	809	1015	1,2266
Área Tombada da Lagoa da Chica	SC	8,0	809	809	0,9348
Parque Estadual Acarai	SC	31,3	896	925	25,4895
Parque Estadual Acaraí	SC	29,3	899	928	25,4895
Monumento Natural Municipal Da Lagoa Do Peri	SC	10,6	795	994	2,4400
Parque Natural Municipal da Lagoa do Peri	SC	10,6	795	929	1,8446
Parque Estadual do Rio Vermelho	SC	33,1	806	930	19,1302
Parque Natural Municipal do Morro do Macaco	SC	31,2	879	1007	13,7785
Área de Proteção Ambiental Do Entorno Costeiro	SC	7,9	835	1133	3,6506
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	SC	33,5	672	1064	9,5148
Estação Ecológica de Carijós	SC	26,5	1018	1019	19,0783
Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	SC	34,6	629	807	19,1352
Área de Proteção Ambiental Anhatomirim	SC	20,8	1022	1180	3,0684
Refugio de Vida Silvestre Ilha Dos Lobos	RS	18,7	810	931	5,0077
PE da Guarita	RS	15,1	933	933	3,6684
Parque Nacional da Lagoa do Peixe	RS	14,9	1024	1249	6,6920

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	UF	PROBABILIDADE DE ÓLEO NA COSTA (%)	TEMPO MÍNIMO DE TOQUE NA COSTA (horas)	TEMPO MÉDIO DE TOQUE NA COSTA (horas)	MASSA MÁXIMA (ton./célula)
Parque Estadual de Itapeva	RS	15,1	933	1147	3,6684