

**Anexo II.10-2 - Estudo de Análise de Vulnerabilidade Ambiental - Etapa
4_02001_016155_2020-35**

ANEXO II.10-3 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

A Análise de Vulnerabilidade apresentada, a seguir, foi elaborada de modo a atender às diretrizes da Resolução Conama n.º 398/2008.

Esta análise abrange todas as áreas passíveis de serem atingidas pela atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Etapa 4, na Bacia de Santos.

As simulações probabilísticas foram realizadas considerando dois períodos de seis meses: janeiro a junho e julho a dezembro, contemplando um ano de base hidrodinâmica.

A partir dos resultados das simulações probabilísticas são identificadas as áreas potencialmente atingidas por um incidente de poluição por óleo, considerando um volume de pior caso, durante as atividades da Etapa 4, na Bacia de Santos.

De acordo com a Resolução Conama supracitada, deverá ser avaliada, para este caso, a vulnerabilidade dos seguintes fatores: **(A.II.10-3.1)** Pontos de Captação de Água, **(A.II.10-3.2)** Presença de Concentrações Humanas, **(A.II.10-3.3)** Rotas de Transporte Marítimo, **(A.II.10-3.4)** Áreas de Importância Socioeconômica, **(A.II.10-3.5)**, Áreas Ecologicamente Sensíveis, **(A.II.10-3.6)** Comunidades Biológicas e **(A.II.10-3.7)** Presença de Unidades de Conservação (UCs).

O método de avaliação da vulnerabilidade de cada um dos fatores acima considera o cruzamento da sensibilidade do fator em relação ao óleo com a probabilidade de presença de óleo no cenário de pior caso de vazamento. A sensibilidade e a probabilidade são divididas em 'Alta', 'Média' ou 'Baixa', de acordo com critérios apresentados, a seguir.

A classificação da sensibilidade de cada um dos 06 fatores supracitados considera os seguintes critérios:

A.II.10-3.1) Pontos de Captação Água: possíveis interações com locais de aquicultura, salinas e pontos de captação de água marinha para resfriamento de plantas industriais.

A.II.10-3.2) Presença de Concentrações Humanas: Os significativos impactos negativos para a saúde humana no caso de inalação da pluma de vapor de hidrocarbonetos que pode ser formada em um vazamento de óleo no mar.

A.II.10-3.3) Rotas de Transporte Marítimo: As mudanças de trajeto que possam ser necessárias no caso de um vazamento de óleo no mar, podendo acarretar aumento de percurso ou até mesmo em acidentes de navegação.

A.II.10-3.4) Áreas de Importância Socioeconômica: A relevância de cada uma das atividades econômicas existentes na região litorânea ou marinha da Área de Estudo (como por exemplo turismo, pesca artesanal e pesca industrial) para as economias local e regional.

A.II.10-3.5) Áreas Ecologicamente Sensíveis: A classificação estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) se baseia no Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), onde os ecossistemas costeiros são classificados em uma escala crescente de sensibilidade ambiental, variando de 1 a 10. Considera também as áreas com importância para conservação de determinadas espécies marinhas ou ecossistemas, de acordo com o MMA (2002).

A.II.10-3.6) Comunidades Biológicas: São levadas em consideração as informações sobre o tempo de recuperação ecológica de espécies marinhas e costeiras após acidentes envolvendo vazamento de óleo no mar (CENPES, 2014), bem como o grau de ameaça de extinção das espécies, estabelecidos pelo Livro Vermelho (2018), Portarias MMA Nº 444 e MMA Nº 445 (MMA, 2014) e consultas à página do IUCN na internet.

A.II.10-3.7) Presença de Unidades de Conservação: Relevância dessas unidades para proteção de diversas espécies da fauna e flora e respectivos ecossistemas.

Já a classificação da probabilidade foi determinada a partir dos resultados da simulação probabilística de dispersão de óleo no mar para vazamento de pior caso (referentes ao afundamento de FPSO) durante 30 dias, nas condições de janeiro a junho (primeiro período sazonal) e julho a dezembro (segundo período sazonal).

A combinação da sensibilidade e da probabilidade resulta na vulnerabilidade, a qual também é classificada em ‘Alta’, ‘Média’ ou ‘Baixa’. O **Quadro A.II.10-3.1-1** apresenta a matriz utilizada para a determinação da vulnerabilidade de cada fator em relação ao óleo, seguindo a orientação da Coordenação Geral de Petróleo e Gás do IBAMA (CGPEG/IBAMA).

Quadro A.II.10-3.1-1 - Matriz para a avaliação da vulnerabilidade ao óleo (modificado de KALY et al., 1999).

		PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ÓLEO		
		Baixa (0 - 30%)	Média (30 - 70%)	Alta (> 70%)
Sensibilidade do Fator Ambiental	Baixa	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
	Média	BAIXA	MÉDIA	ALTA
	Alta	MÉDIA	ALTA	ALTA

Os pontos de modelagem foram escolhidos de modo a formar um polígono no entorno da área onde estarão localizados todos os empreendimentos do Etapa 4, conforme apresentado na **Figura A.II.10-3.1-1**.

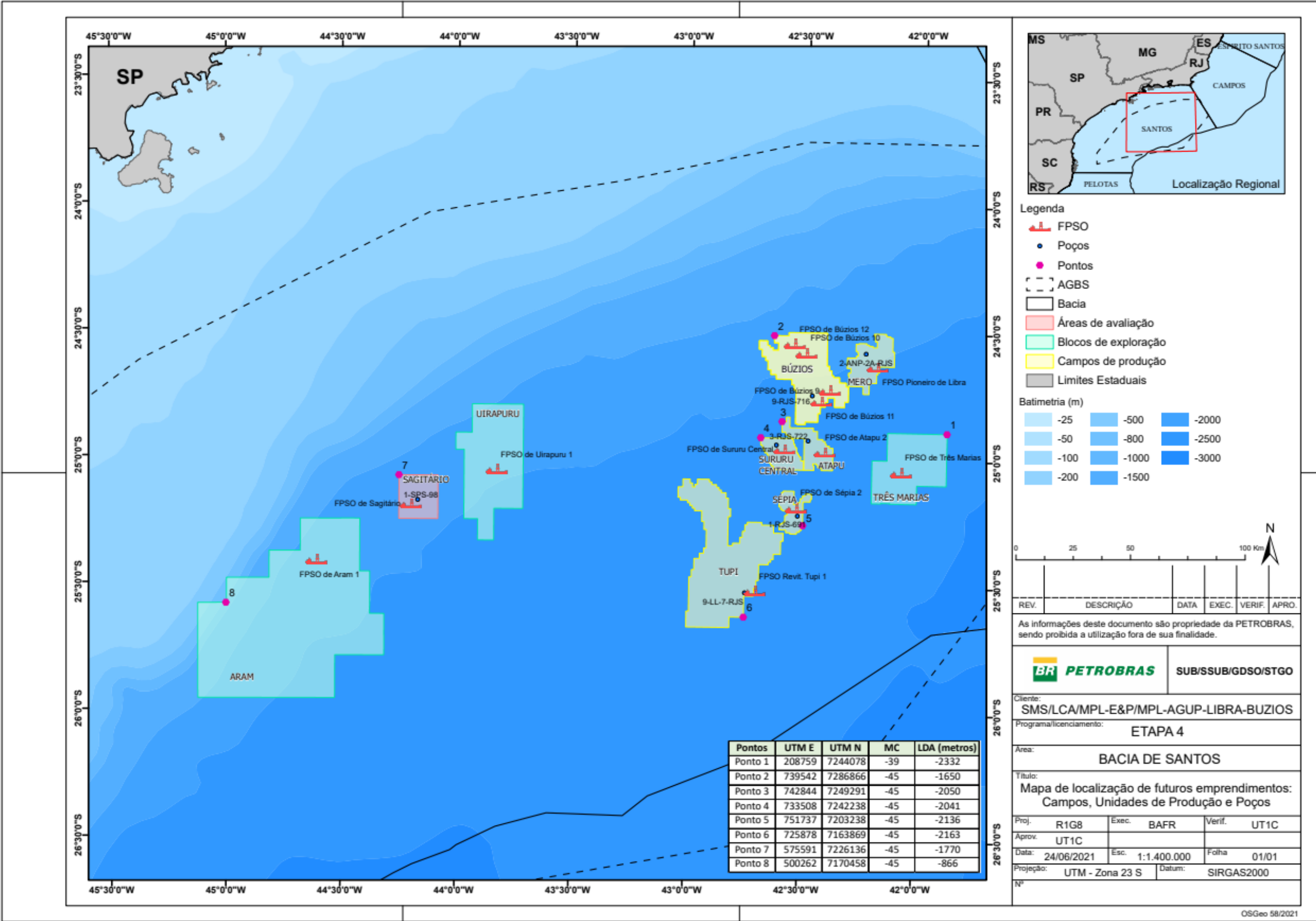


Figura A.II.10-3.1-1 - Localização dos pontos de modelagem considerados nas simulações (datum SIRGAS2000).

A **Figura A.II.10-3.1-2** apresenta os contornos integrados de probabilidade de óleo na água para um vazamento ocorrendo na Etapa 4, Bacia de Santos, considerando a integração dos resultados durante o primeiro período sazonal (JFMAMJ), com derrames de pior caso dos pontos informados no **ANEXO II.10-2**. A **Figura A.II.10-3.1-3**, por sua vez, apresenta o mapa integrado de probabilidade de presença de óleo na água, resultante das modelagens dos cenários de vazamento nas condições do segundo período sazonal (JASOND), com derrames de pior caso dos pontos informados no **ANEXO II.10-2**. A **Figura A.II.10-3.1-4** e a **Figura A.II.10-3.1-5** apresentam a probabilidade de toque de óleo na linha de costa, resultante das modelagens dos cenários de vazamento, de pior caso, nas condições do primeiro e segundo período, respectivamente.

A análise dos resultados das modelagens de derramamento de óleo, decorrentes do afundamento da unidade, mostrou que as probabilidades de toque no primeiro período sazonal, variaram de 1,0 a 27,8% ao longo do litoral dos estados do Rio de Janeiro até Rio Grande do Sul. A maior probabilidade (27,8%) foi identificada na Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba no Estado de Santa Catarina.

As probabilidades de toque no segundo período sazonal variaram entre 1,0 a 54,8% ao longo do litoral dos estados de Rio de Janeiro até Rio Grande do Sul. A maior probabilidade de toque na costa (54,8%) ocorreu Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba no Estado de Santa Catarina.

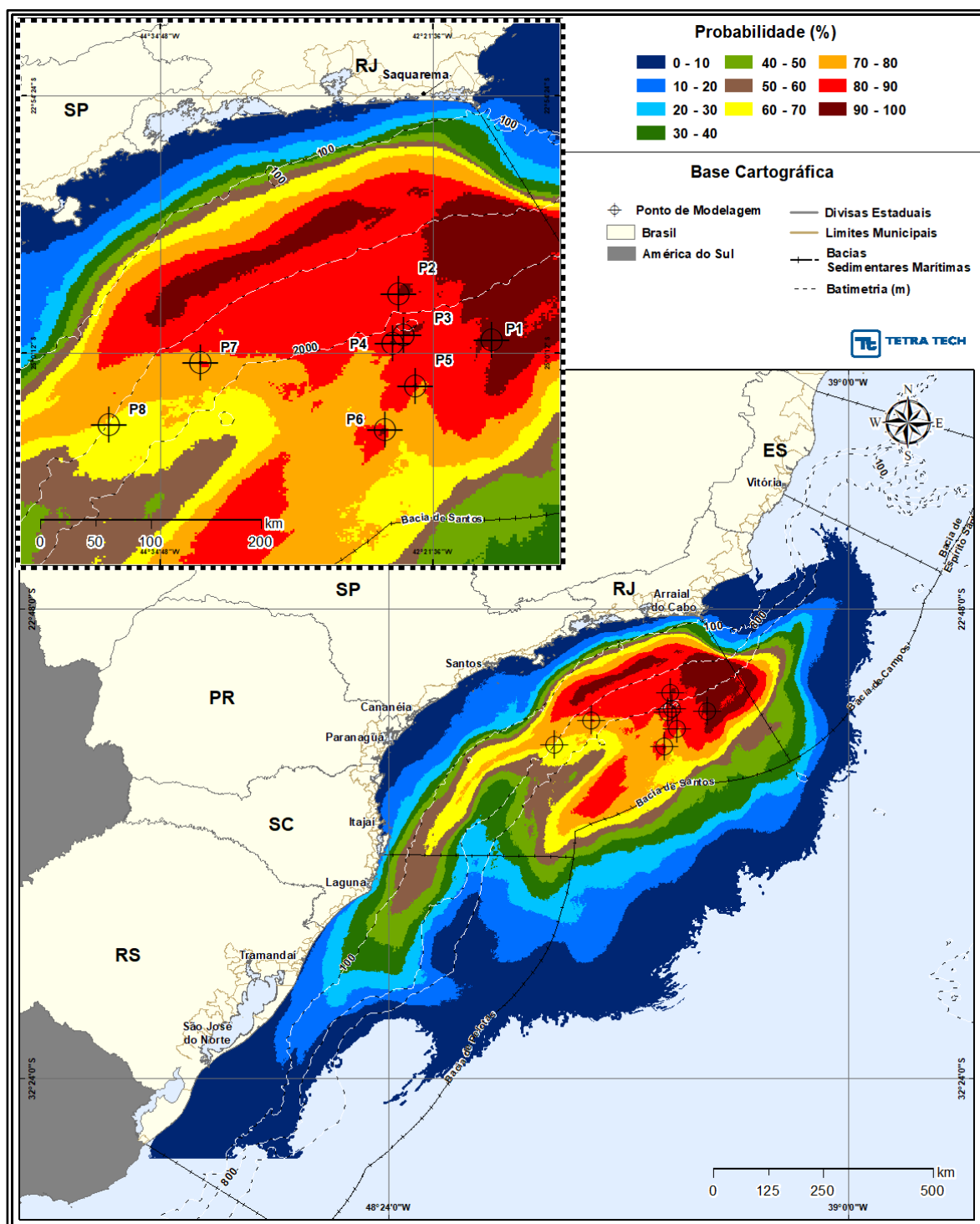


Figura A.II.10-3.1-2 - Cenário INTEGRADO_JFMAMJ_PC_31D. Contornos de probabilidade de óleo na superfície da água para o Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, decorrente de vazamento de volume de pior caso (460.000 m³), durante os meses de janeiro a junho.

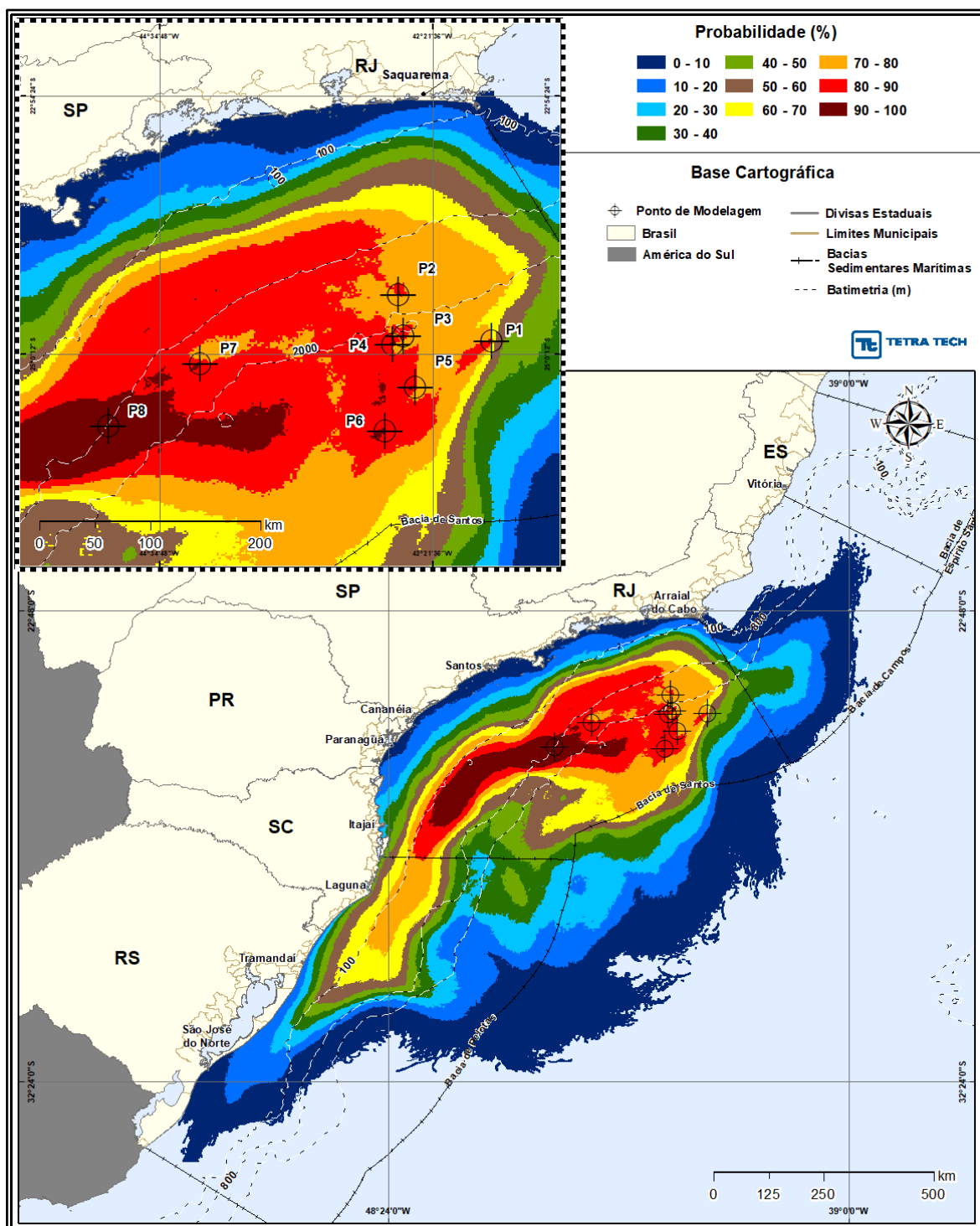


Figura A.II.10-3.1-3 - Cenário INTEGRADO_JASOND_PC_31D. Contornos de probabilidade de óleo na superfície da água para o Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, decorrente de vazamento de volume de pior caso (460.000 m³), durante os meses de julho a dezembro.

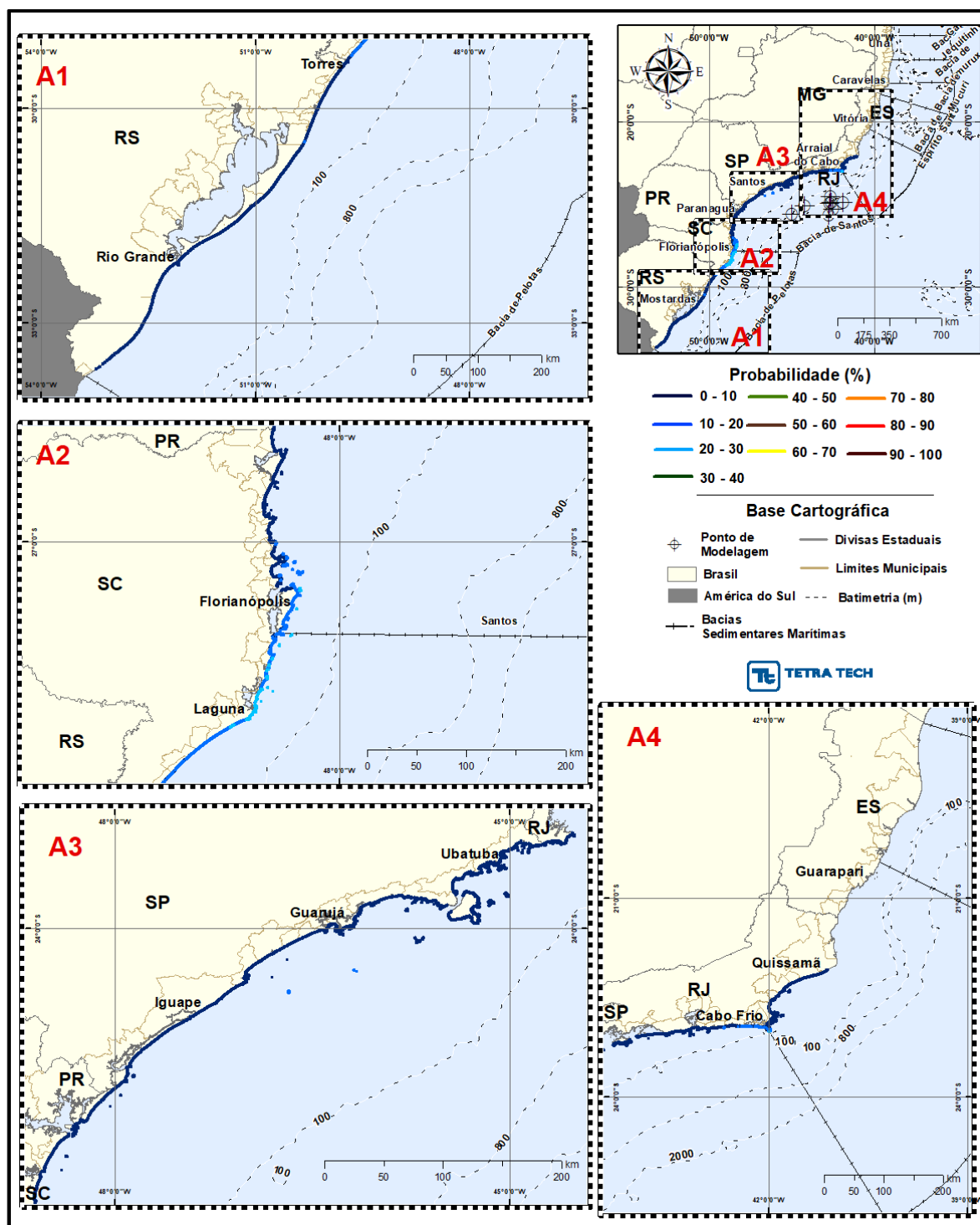


Figura A.II.10-3.1-4 - Cenário INTEGRADO_JFMAMJ_PC_31D. Intervalos de probabilidade de toque de óleo na costa para o Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, decorrente de vazamento de volume de pior caso (460.000 m³), durante os meses de janeiro a junho.

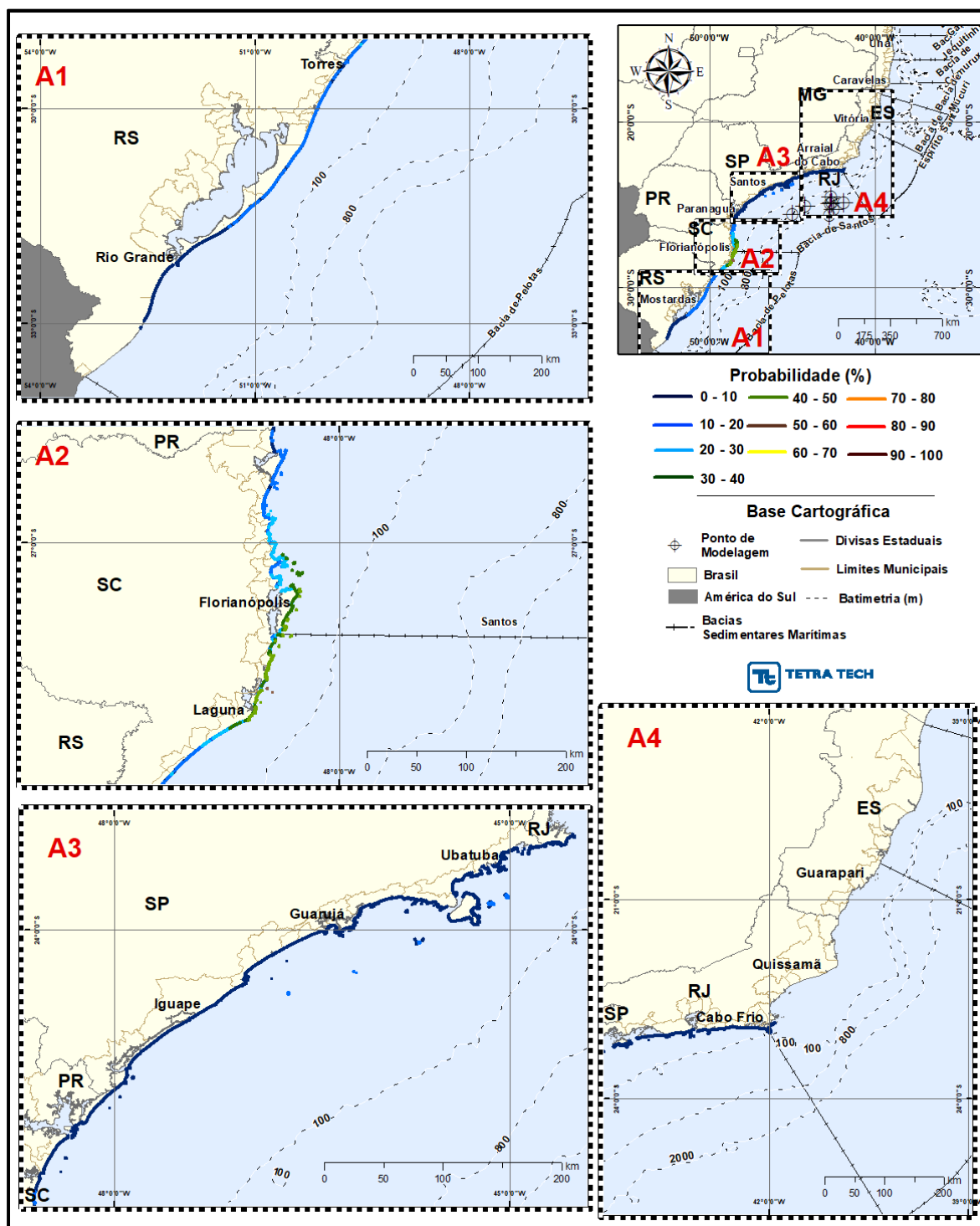


Figura A.II.10-3.1-5 - Cenário INTEGRADO_JASOND_PC_31D. Intervalos de probabilidade de óleo na costa para o Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, decorrente de vazamento de volume de pior caso (460.000 m³), durante os meses de julho a dezembro.

A **Figura A.II.10-3.1-6** apresenta os tempos (em horas) do deslocamento de óleo na água no primeiro semestre. O menor tempo de toque na costa correspondente ao período de 238 horas foi em Arraial do Cabo (RJ).

Para o segundo semestre, os resultados de tempo (deslocamento de óleo na água) são apresentados na **Figura A.II.10-3.1-7**. O menor tempo de toque na costa nesse período foi de 185 horas, ocorrendo na Ilha Cabo Frio, no município de Arraial do Cabo (RJ).

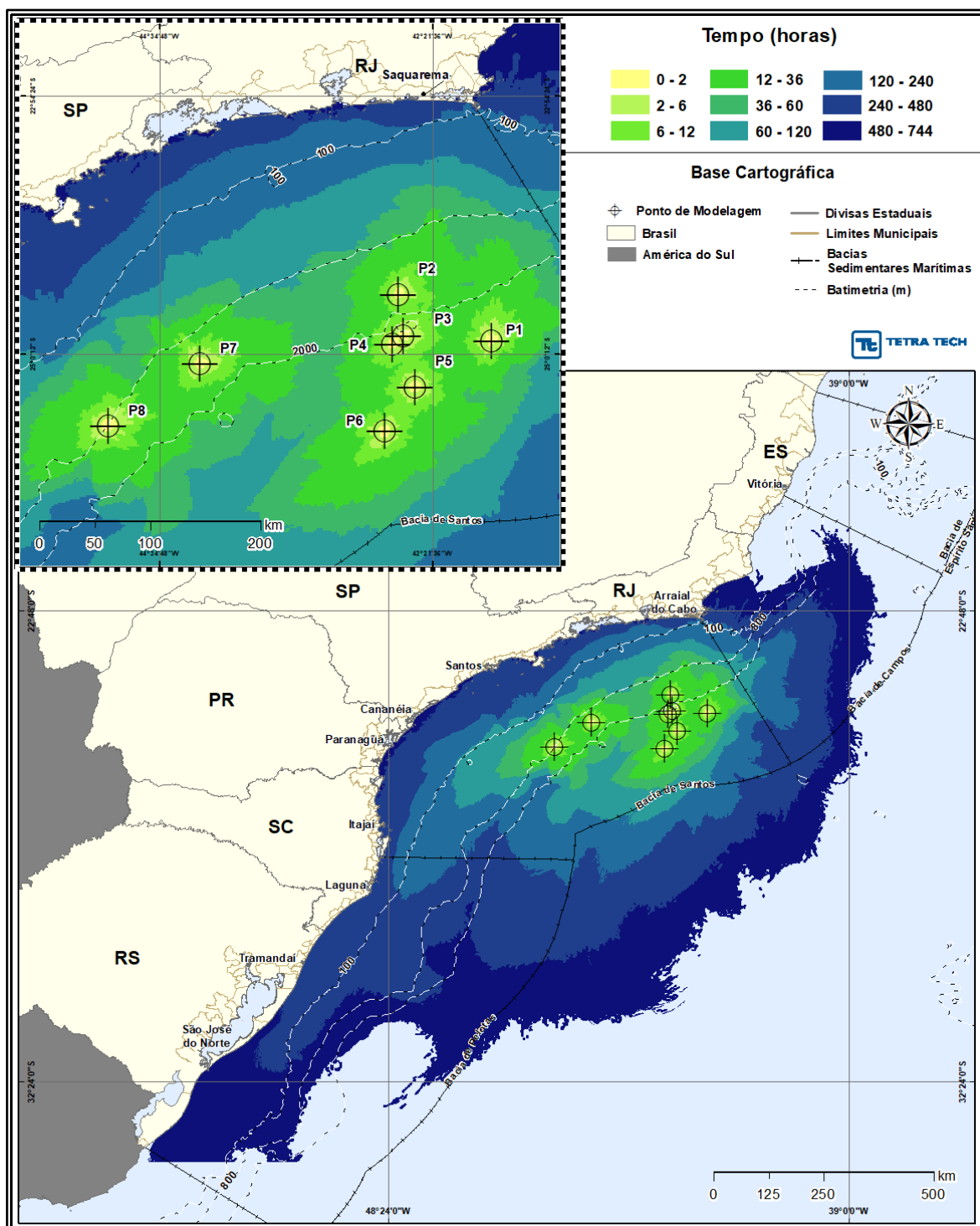
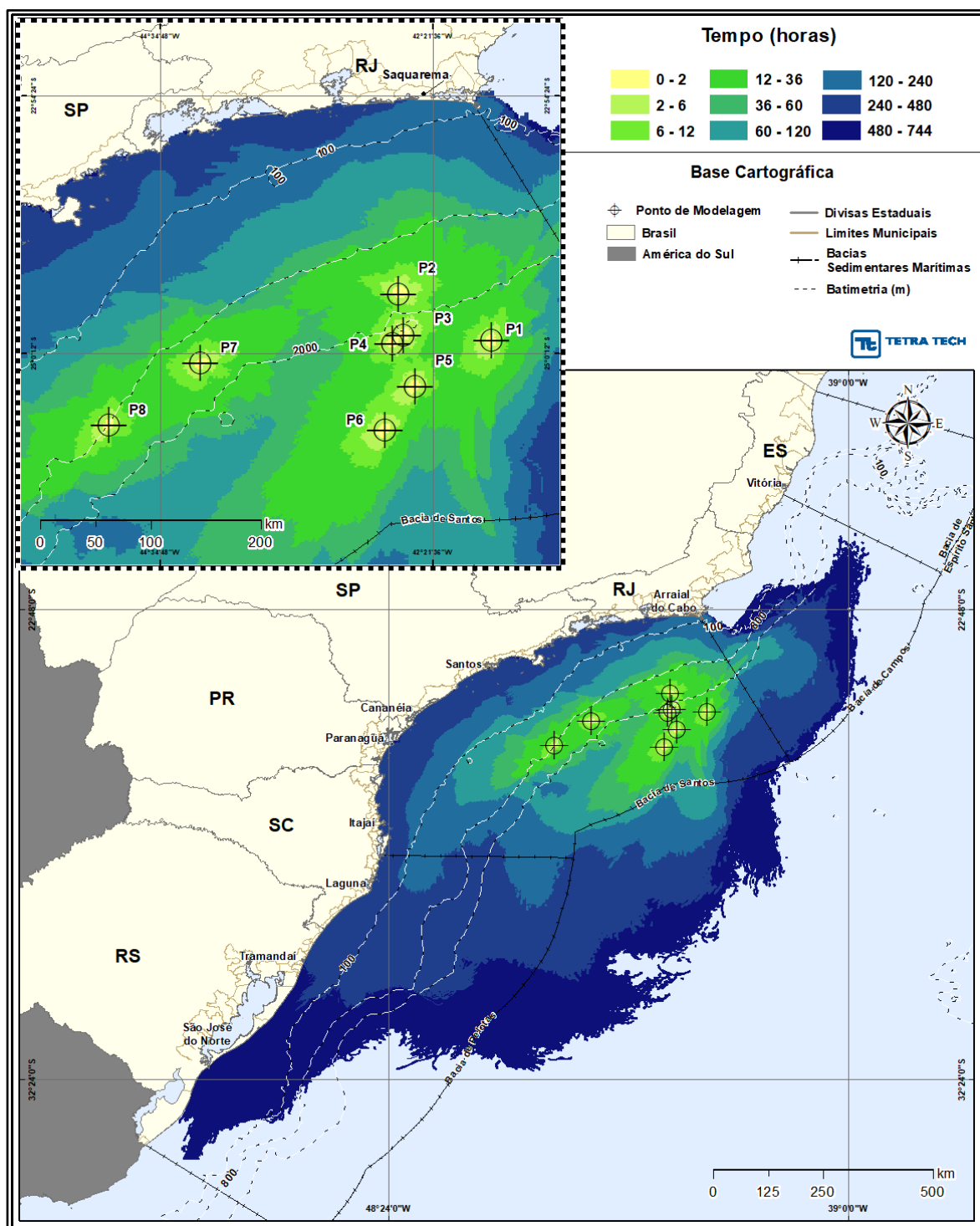


Figura A.II.10-3.1-6 - Cenário INTEGRADO_JFMAMJ_PC_31D. Contornos do tempo de deslocamento do óleo na superfície da água a partir para o Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, decorrente de vazamento de volume de pior caso (460.000 m³), durante os meses de janeiro a junho.



Em relação ao toque de óleo na linha de costa, no primeiro período sazonal, a extensão abrange 19 municípios no Rio de Janeiro, 15 municípios em São Paulo, 05 no Paraná, 27 em Santa Catarina e 16 no Rio Grande do Sul.

Conforme mencionado anteriormente, a maior probabilidade de toque de óleo na costa para os cenários do primeiro período sazonal foi de 27,8% (baixa) ocorrendo na Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba no Estado de Santa Catarina.

No segundo período sazonal, a maior probabilidade de toque foi de 54,8% (média) na Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba no Estado de Santa Catarina. Para este período sazonal, existe probabilidade de toque em 11 municípios no Rio de Janeiro, 15 em São Paulo, 05 no Paraná, 27 em Santa Catarina e 16 no Rio Grande do Sul.

Para a análise das possíveis áreas atingidas e consequências geradas, em caso de um incidente de pior caso decorrente das atividades da Etapa 4, na Bacia de Santos, são utilizados os Mapas de Vulnerabilidade. Esses mapas, apresentados no Anexo A, ilustram os contornos de probabilidade de alcance do óleo gerados nas simulações probabilísticas para os dois períodos sazonais (janeiro a junho e julho a dezembro), juntamente com a indicação da presença de UCs, animais marinhos, rotas de migração, etc.

Será analisada, a seguir, a vulnerabilidade de cada um dos sete fatores estabelecidos pela Resolução Conama nº 398/2008, levando em consideração sua sensibilidade em relação ao óleo, de acordo com os critérios apresentados anteriormente, e a probabilidade de ser atingido no caso de um derramamento de óleo de pior caso.

A.II.10-3.1 PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Com relação a pontos de captação de água, para este estudo foram consideradas as seguintes atividades: captação para uso de tanques de aquicultura; salinas e captação de água para centrais nucleares. Dentro das áreas indicadas pelo estudo de modelagem com potencial de serem atingidas por derrames de óleo não foram registradas atividades salineiras.

As atividades de aquicultura estão presentes ao longo da costa dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, com destaque para a região da Baía

da Ilha Grande (RJ) e o litoral catarinense. A atividade de aquicultura é altamente dependente da qualidade da água dos locais de cultivo, dessa maneira, qualquer tipo de interferência ou contaminação que altere os padrões estabelecidos pela legislação faz com que esta atividade tenha que ser totalmente interrompida. Assim, esse fator socioeconômico possui alta sensibilidade. As maiores probabilidades de toque de óleo estão concentradas no estado de Santa Catarina, em especial no município de Bombinhas, sendo o maior valor de 39,3% para o segundo semestre, o que representa uma média probabilidade de toque (menor que 70%). Desse modo, para todos os locais que possuem probabilidade de toque a vulnerabilidade da atividade de aquicultura é média.

Uma vez que os locais de captação de água para consumo humano estão localizados em águas interiores, ou seja, na porção continental de alguns rios que desaguam na costa, estes não foram considerados nesta análise. Apenas a captação de água para as centrais nucleares de Angra do Reis estaria vulnerável. Em caso de acidentes que atinjam este ponto de captação, a água deverá receber um tratamento prévio ou a captação deverá ser realizada em outra localidade. De acordo com o critério de sensibilidade utilizado para os recursos socioeconômicos, as atividades podem ter suas atividades parcialmente interrompidas durante eventos acidentais, possuindo média sensibilidade. Nota-se que existe probabilidade de toque nos dois períodos modelados, sendo o maior valor encontrado no segundo semestre com classificação de baixa probabilidade (4,9%). Desta maneira, a classificação da vulnerabilidade deste fator é baixa.

A.II.10-3.2 PRESENÇA DE CONCENTRAÇÕES HUMANAS

Todas as aglomerações humanas existentes em áreas oceânicas e costeiras que poderão ser potencialmente afetadas por um incidente de expressivo derramamento de óleo são classificadas como um fator de alta sensibilidade. Essa classificação foi dada devido às significativas consequências negativas para a saúde humana causadas pela inalação da pluma de vapor de hidrocarbonetos formada.

Destaca-se que, conforme resultados das simulações realizadas, para o cenário de pior caso, há probabilidade de toque de óleo na costa em 82 municípios no primeiro período sazonal e em 74 municípios no segundo período sazonal.

Com isso, as populações residentes nestes locais, ou até mesmo turistas que estejam visitando essas áreas, poderão sofrer interferências na ocorrência de derramamentos dessa proporção. Além disso, como a pesca artesanal ocorre em região oceânica próxima à costa, os trabalhadores envolvidos nessa atividade também poderão ser impactados.

De acordo com as faixas de probabilidade de toque de óleo, apresentadas no **ANEXO II.10-2** (Modelagem do Derrame de Óleo no Mar para a atividade de produção e escoamento do polo pré-sal da Bacia de Santos – Etapa 4), as probabilidades de toque de óleo na costa variaram de baixa a média, com valores variando de 1,0% a 27,8% no primeiro período sazonal e de 1,0% a 54,8% no segundo período sazonal. Já para classificação da sensibilidade deste fator, na região da costa, é levado em consideração que o menor tempo de toque de óleo no primeiro e segundo período sazonal, foi de 238 horas e 185 horas, respectivamente, e que maiores efeitos tóxicos estão associados aos maiores teores de aromáticos presentes no óleo (CENPES, 2014). Dessa forma, com a volatilização dos compostos voláteis ao longo do tempo, o óleo que atinge a costa após algumas horas apresenta-se intemperizado, visto que a volatilização e dispersão da pluma de vapores de hidrocarbonetos se dará longe do ambiente costeiro e, portanto, a sensibilidade deste fator nessa área pode ser classificada como média.

Assim, a vulnerabilidade resultante será baixa no primeiro período sazonal, e média no segundo em função da avaliação da sensibilidade média deste fator e de sua avaliação estar inserida em municípios com baixa e média probabilidades de toque de óleo, respectivamente.

Os trabalhadores da atividade de pesca industrial, assim como a tripulação de outras embarcações que porventura estejam presentes em locais com maior probabilidade de presença de óleo, poderão ser afetados pelos componentes voláteis do petróleo. Da mesma forma, as equipes que estiverem trabalhando na plataforma também estarão vulneráveis a esse tipo de exposição. Nestas condições a sensibilidade desse fator é classificada como alta. Como a atividade de pesca industrial pode ocorrer em região oceânica a partir da isóbata de 200 m, ela pode

estar inserida em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo. O mesmo pode ocorrer para diversas outras embarcações que estejam circulando na Bacia de Santos.

Considerando que os trabalhadores de pesca industrial e tripulações de outras embarcações estejam inseridos em áreas com baixa e média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será baixa para o primeiro período sazonal e baixa a média para o segundo.

Em relação aos trabalhadores da plataforma, considera-se que estão localizados em local de alta probabilidade de ser atingido pelo óleo em caso de vazamento, fazendo com que a vulnerabilidade das equipes presentes nas plataformas seja classificada como média no primeiro período sazonal, e média no segundo.

A.II.10-3.3 ROTAS DE TRANSPORTE MARÍTIMO

Para determinação da sensibilidade ambiental desse fator, considerando um potencial vazamento de óleo de grandes proporções, poderiam ocorrer modificações no tráfego marítimo, pois, de acordo com o deslocamento da mancha, podem ser necessárias alterações nas rotas de navegação, ocorrendo eventuais aumentos de percurso.

A necessidade do deslocamento de material para contenção da mancha e controle do acidente acarretaria o aumento da movimentação de embarcações de resposta a emergência e poderia interferir na rota das demais embarcações.

Destaca-se, também, que o tráfego de embarcações na Bacia de Santos e adjacências é intenso, uma vez que há portos de extrema importância, ainda que apenas alguns estejam na área de influência do projeto:

Estado do Rio de Janeiro:

- Porto de Macaé;
- Porto de Niterói;
- Porto do Rio de Janeiro;
- Porto do Açu;
- Porto de Angra dos Reis.

Estado de São Paulo:

- Porto de São Sebastião;
- Porto de Santos;

Estado do Paraná:

- Porto de Paranaguá;

Estado de Santa Catarina:

- Porto de Imbituba;
- Porto de Itajaí;
- Porto de São Francisco do Sul;
- Porto de Navegantes.

De acordo com os critérios supracitados, as rotas de transporte marítimo podem ser classificadas como um fator de alta sensibilidade.

Embarcações de diferentes tipos (recreação, cargueiros, turismo, apoio às atividades de perfuração e produção de óleo e gás, etc.), possivelmente presentes na área da Bacia de Santos, podem estar localizadas em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo, como as áreas oceânicas mais próximas ao vazamento ou em regiões mais próximas à costa. Com isso, a classificação de vulnerabilidade desse grupo pode variar. Quanto menor a probabilidade de óleo em locais com presença de embarcações, menor será o deslocamento para outras áreas.

Considerando que as embarcações estejam inseridas em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, como as áreas mais costeiras onde embarcações com pequena autonomia desenvolvem suas atividades, a vulnerabilidade resultante será média. Se estiverem inseridas em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta. A vulnerabilidade também será alta se estiverem atuando em áreas com alta probabilidade de presença de óleo (acima de 70%).

Conforme mencionado anteriormente, no caso de um acidente de vazamento de óleo de pior caso, será necessário o deslocamento imediato de embarcações de resposta à emergência para controle do acidente para contenção e remoção de óleo.

De acordo com o que foi descrito no item anterior, a atividade de pesca artesanal pode ocorrer próxima a municípios com baixas probabilidades nos dois períodos sazonais, conforme pode ser observado nos Mapas de Vulnerabilidades apresentados no Anexo A. Considerando a alta sensibilidade do fator, no caso de estar inserida em áreas de baixa probabilidade de presença de óleo, a necessidade de modificação de suas rotas será pequena, logo a vulnerabilidade resultante será média. Ainda de acordo com o item anterior, as embarcações da pesca industrial, que pode ocorrer em região oceânica a partir da isóbata de 200 m, podem estar presentes em diferentes áreas das manchas de probabilidade de óleo modeladas, uma vez que sua área de exclusão está delimitada normalmente a 500 m entorno dos FPSO. Em caso de um derramamento de óleo de pior caso, as embarcações que realizam essa atividade deverão se deslocar para outros locais.

Considerando que as embarcações de pesca industrial estejam inseridas em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a necessidade de modificação de suas rotas será pequena, logo a vulnerabilidade resultante será média. No caso de estarem inseridas em áreas com média e alta probabilidade de presença de óleo, é mais provável que as embarcações precisem alterar suas rotas, com isso a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Nota-se que conforme mencionado anteriormente, existe probabilidade de presença dessas embarcações em áreas de alta probabilidade de presença de óleo, uma vez que tais áreas de alta probabilidade não se limitam à zona de exclusão de navegação do Etapa 4, Bacia de Santos.

A.II.10-3.4 ÁREAS DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

A Bacia de Santos concentra a maior população humana do litoral brasileiro e esse adensamento aumenta a diversidade dos recursos socioeconômicos associados, conferindo uma alta complexidade no padrão de ocupação da região (MMA, SMCQ, 2007).

As atividades de pesca artesanal, pesca industrial e turismo são importantes para a geração de emprego e renda em toda a faixa costeira com probabilidade de toque de óleo a partir de um vazamento na Etapa 4, Bacia de Santos, desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul. Ressalta-se que a sustentabilidade dessas

atividades está fortemente vinculada à preservação dos recursos naturais existentes na região.

A pesca industrial é uma atividade muito expressiva na região com extrema importância para a economia das regiões sul e sudeste. De acordo com dados do Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA (Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP), em 2006 (SEAP, 2006), na região sul, a pesca industrial correspondia a 80% da captura total, enquanto na região sudeste correspondia a 70%.

Essas atividades (pesca artesanal, pesca industrial e turismo) são classificadas como de alta sensibilidade, uma vez que possuem grande relevância para a economia dos municípios e estados onde ocorrem.

Conforme mencionado anteriormente, em um vazamento de pior caso, diversos municípios costeiros podem ser atingidos pelo óleo, porém, com baixa probabilidade, inclusive muitos municípios importantes para o turismo. Com isso, é possível concluir que a atividade de turismo poderá ser afetada, uma vez que está diretamente relacionada à região costeira. Da mesma forma, a pesca artesanal, por estar associada à região costeira, também poderá sofrer interferência de um vazamento, porém, com baixa probabilidade. A atividade de pesca industrial também poderá ser afetada na ocorrência de um vazamento de pior caso, pois a mesma pode ocorrer em toda região oceânica a partir da isóbata de 200 m e, portanto, em áreas com diferentes probabilidades de presença de óleo.

Em um vazamento de óleo, o impacto decorrente no meio socioeconômico será a interferência com a pesca artesanal, resultando na exclusão da navegação e da pesca nas áreas afetadas e alterações nos padrões de deslocamento da frota até os pesqueiros. Consequentemente, poderá ocorrer uma elevação dos custos na captura (combustível, alimentação e gelo), onerando a atividade ou impossibilitando as incursões.

No caso da presente Análise de Vulnerabilidade, foram encontradas probabilidades baixas ou médias de toque de óleo em municípios. Dessa forma, a vulnerabilidade será classificada como média no primeiro período sazonal e alta no segundo.

A.II.10-3.5 ÁREAS ECOLÓGICAMENTE SENSÍVEIS

Segundo a Resolução Conama n.º 398/2008, as áreas ecologicamente sensíveis são regiões das águas marítimas ou interiores, onde a prevenção, o controle da poluição e a manutenção do equilíbrio ecológico exigem medidas especiais para a proteção e a preservação do meio ambiente.

Para determinar a sensibilidade ao óleo das áreas ecologicamente sensíveis identificadas, foi utilizada a classificação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, SMCQ, 2007) para a linha de costa, através de um Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) que hierarquiza diversos tipos de ecossistemas costeiros em uma escala crescente de 1 a 10 de sensibilidade, baseada na persistência natural do óleo no ambiente, na granulometria do substrato, no grau de dificuldade para a limpeza da área, na presença de espécies de fauna e flora sensíveis ao óleo e, ainda, na existência de áreas específicas de sensibilidade ou no valor referente ao seu uso. Para delimitar essas categorias de sensibilidade de forma otimizada, foi realizada uma adaptação da escala do MMA, agrupando os dez ISLs em três categorias (alta, média e baixa).

O **Quadro A.II.10-3.5-1** ilustra a adaptação dos dez ISLs da classificação do MMA nas três categorias de sensibilidade ao óleo adotadas nesta Análise de Vulnerabilidade.

Ressalta-se que o quadro citado é utilizado para classificação de regiões costeiras que poderiam ser atingidas em um vazamento de óleo. Para classificar as áreas oceânicas ecologicamente sensíveis na região atingida por um possível vazamento na Etapa 4, na Bacia de Santos, foi considerada a relevância ecológica, tendo em vista: (i) a ocorrência de áreas de extrema importância para conservação de mamíferos marinhos (MMA, 2002; MMA, 2007), (ii) ocorrência de importante concentração de estoques pesqueiros pelágicos, (iii) ocorrência de áreas de alimentação de quelônios marinhos e a (iv) presença de UCs marinhas.

Na região costeira como um todo podem ser encontrados os seguintes ecossistemas: praias arenosas, costões rochosos, manguezais, marismas, planícies de maré, estuários, restingas e lagoas, que apresentam diferentes características geomorfológicas, ecológicas, de usos do solo e de acesso, que se traduzem por diversos níveis de sensibilidade.

Quadro A.II.10-3.5-1 - Adaptação dos 10 ISLs em 03 categorias de sensibilidade ao óleo.

CATEGORIA	ISL	REGIÃO
Baixa (B)	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	Praias dissipativas de areia média a fina, expostas; faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo <i>long beach</i>); escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e tabuleiros litorâneos), expostos; campos de dunas expostas.
	4	Praias de areia grossa; praias intermediárias de areia fina a média, expostas; praias de areia fina a média, abrigadas.
Média (A)	5	Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais; terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação; recifes areníticos em franja.
	6	Praias 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.
Alta (A)	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.
	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 estuários).

Fonte: MMA e SMCQ (2007)

Conforme apresentado nos resultados da modelagem na Etapa 4, na Bacia de Santos, a área do litoral com maior probabilidade de toque na costa, em ambos os períodos, foi a Ilha Tacami, pertencente ao município de Imbituba – SC. Para o primeiro período foi identificada a probabilidade de 27,8% e para o segundo período a probabilidade de 54,8%.

De acordo com a classificação apresentada no **Quadro A.II.10-3.5-1** (MMA, SMCQ, 2007) a Ilha Tacami apresenta índices de sensibilidade do litoral (ISL) baixo (ISL 1, 2 para ambos períodos).

Outras regiões de baixa sensibilidade (ISL 1 a 4) no primeiro período sazonal, relacionadas aos ambientes de costão rochoso de alta a média declividade (ISL 1), são encontradas predominantemente em Imbituba (SC) na Ilha das Araras e na Praia de Itapirubá, em Florianópolis (SC) na Ilha Moleques do Sul, em Laguna (SC) nas proximidades da Praia Ponta do Tamborete, Praia do Gravatá, e Praia da Teresa; costões rochosos lisos de declividade média (ISL 2), são encontradas predominantemente em Imbituba (SC) na Ilha Tacami, e na Ilha das Araras em Florianópolis (SC) na Ilha Moleques do Sul, e Laje Moleques do Sul, em Laguna (SC).

Ainda em regiões de baixa sensibilidade, são encontrados ambientes de praias dissipativas de areia média a fina (ISL 3) como nas proximidades da Praia do Gi, Praia Ponta do Tamborete, Praia do Gravatá, Praia da Teresa, e da Praia Ipuã em Laguna (SC), e nas proximidades da Praia de Itapirubá, e Ilha de Santana de Dentro, em Imbituba (SC); e ambientes de praias (areia grossa, intermediárias de areia fina a média, expostas, e de areia fina a média, abrigadas (ISL 4)) como em Laguna (SC), próximo à Praia da Galheta, em Imbituba do Norte (SC) próximo à Praia do Porto, em Garopaba (SC) na Praia da Silveira, e na Praia da Ferrugem, e em Florianópolis (SC) nas proximidades da Praia da Lagoinha do Leste, e na Ilha do Campeche.

Já as áreas com média sensibilidade no período de janeiro a junho podem ser associadas aos ambientes de praias mistas de areia e cascalho (ISL 5), encontrados em Laguna (SC), nas proximidades da Praia Siri (Manelome), em Imbituba (SC), na Praia da Água e próximo à Praia da Ribanceira.; e de praias de cascalho, costa com detritos calcários, depósitos de talus e enrocamentos expostos, entre outros (ISL 6), representados no mapeamento por Imbituba (SC), na Ilha das Araras, e predominantemente em Laguna (SC), na Ilha do Cardoso, na Prainha do Farol, nas proximidades da Praia Ponta do Tamborete, Praia Galheta, Praia da Teresa, na Ilhota e na Ilha Marta Pequeno.

Também podemos encontrar áreas de planícies de maré ISL (7) de forma pontual em toda a costa, destacando-se as extensas planícies associadas aos

maiores estuários, como Baía de Guanabara, Estuário de Santos, Cananéia, Guaratuba, Paranaguá e Babitonga. Estas áreas, integrando a presença de manguezais, marismas e baixios, concentram os mais elevados ISLs.

Para o segundo período sazonal, as áreas de baixa sensibilidade apresentaram-se relacionadas aos ambientes praias e de costão rochoso. Áreas relacionadas aos ambientes de costão rochoso com alta a média declividade (ISL 1), foram identificadas em Imbituba (SC) na Ilha Tacami, na Ilha das Araras e nas proximidades da Praia Vermelha, em Paulo Lopes (SC), na Ilha de Coral, em Florianópolis (SC) nas Ilhas Moleques do Sul e na Ilha do Xavier, em Laguna (SC) nas proximidades da Praia Ponta do Tamborete. Costões rochosos lisos de declividade média (ISL 2) foram encontrados em Imbituba (SC) na Ilha Tacami, na Ilha das Araras, na Ilha Santana Norte, em Paulo Lopes (SC), na Ilha de Coral, em Florianópolis (SC) nas Ilhas Moleques do Sul e Laje Moleques do Sul, e em Garopaba (SC), próximo à Praia do Ouvidor.

Praias dissipativas de areia média a fina (ISL 3) foram identificadas predominantemente em Imbituba (SC), na Praia Vermelha, na Praia do Rosa, Praia de Itapirubá, Praia do Luz, na Praia de Ibiraquera e em Laguna (SC), na Prainha do Farol, na Praia da Teresa, na Praia do Ipuã, e na Praia do Gi; e ambientes de praias (areia grossa, intermediárias de areia fina a média, expostas, e de areia fina a média, abrigadas; ISL 4) como Imbituba do Norte (SC), na Praia do Porto, em Garopaba (SC), na Praia da Silveira, em Florianópolis (SC), na Ilha do Campeche, e na Praia da Lagoinha do Leste.

As áreas de média sensibilidade no período de julho a dezembro estão relacionadas a ambientes de praias mistas de areia e cascalho (ISL 5), encontrados em Imbituba (SC), na Praia da Água, e em Laguna (SC), próximo à Praia Siri e a ambientes de praias de cascalho, costa com detritos calcários, depósitos de talus e enrocamentos expostos, entre outros (ISL 6), representados no mapeamento pelo município de Imbituba (SC), na Ilha das Araras, na Ilha Santana Norte, na Ilha de Santana Dentro, e nas proximidades da Ilha Vermelha, em Paulo Lopes (SC) na Ilha de Coral, e em Laguna (SC) nas proximidades da Praia Ponta do Tamborete.

A **Figura A.II.10-3.5-1** apresenta o ISL da localidade com maior probabilidade de toque, que ocorreu no primeiro período sazonal (Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba, todos no Estado de Santa Catarina).

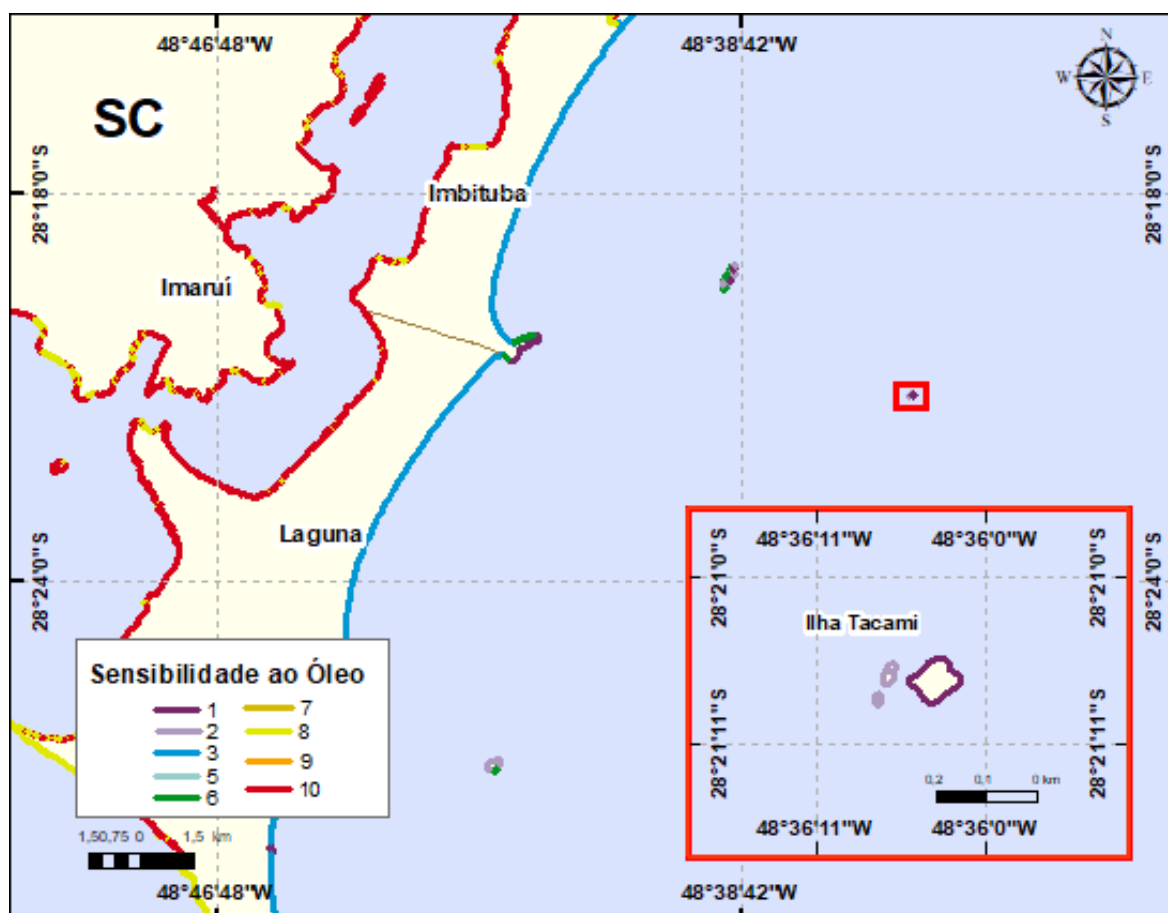


Figura A.II.10-3.5-1 - Local com maior probabilidade de toque na costa (54,8%) na Ilha Tacami (ISL 1 e 2), pertencente ao Município de Imbituba, no Estado de Santa Catarina, para o segundo período sazonal.

Considerando as regiões com maiores probabilidades de toque na costa, conforme os Mapas de Vulnerabilidades apresentados no Anexo A, tem-se a ocorrência de médias e altas probabilidades de toque na costa aliados com trechos de litoral que apresentam sensibilidade baixa ($ISL \leq 4$) a média ($ISL \leq 6$), resultando em regiões de linha de costa com média a alta vulnerabilidade, em caso de acidente com derrame de óleo no mar com origem na Etapa 4, na Bacia de Santos.

Ressalta-se que, nos cinco estados com probabilidade de toque (RJ, SP, PR, SC e RS), também são encontrados diversos ambientes com variados graus de sensibilidade e que, mesmo em menor quantidade e com menor probabilidade de toque de óleo, há regiões com ISL mais elevado (ISL 8 a 10), como: terraços alagadiços, planícies de marés, banhados, brejos, margens de rios e lagoas, marismas e manguezais.

No período de janeiro a junho, existe probabilidade de toque em regiões de sensibilidade alta (ISL 8 a 10) nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, e Santa Catarina, sendo a maior probabilidade de toque de 26% (baixa) nas proximidades da Praia do Mar Grosso em Laguna (SC) (ISL 8); 9,80% (baixa) próximo à Praia de Palmas em Governador Celso Ramos em Santa Catarina (SC – ISL 10); 8,70% (baixa) na Praia de Zimbros em Bombinhas (SC – ISL 9).

No período de julho a dezembro, existe probabilidade de toque em regiões de ISL 8 a 10 (alto) nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, e Santa Catarina, com probabilidade de toque de 49,90% (média) nas proximidades da Praia do Porto em Imbituba do Norte (SC – ISL 8); 28,6% (baixa) nas proximidades da Praia do Tinguá de Dentro, em Governador Celso Ramos, Santa Catarina (SC – ISL 10) e 17,00% na Praia de Zimbros em Bombinhas, Santa Catarina (SC – ISL 9).

Tais ambientes de sensibilidade mais elevada apresentam classificação máxima seja pela riqueza e diversidade, como também pela dificuldade de limpeza e/ou recuperação do ambiente. Desta forma, uma vez que as probabilidades de toque variaram entre baixas e médias, a vulnerabilidade variou de média a alta. No caso da ocorrência de um derramamento de óleo que atinja estas regiões, tais ambientes deverão ser priorizados pelo PEVO-BS.

A.II.10-3.6 COMUNIDADES BIOLÓGICAS

Os efeitos causados pela presença de óleo nas comunidades biológicas variam em função das características ambientais da área, quantidade e tipo de óleo derramado, sua biodisponibilidade, a capacidade dos organismos acumularem e metabolizarem diversos tipos de hidrocarbonetos e sua influência nos processos metabólicos (VARELA *et al.*, 2006).

Apesar do ambiente marinho não oferecer substratos suscetíveis à contaminação por óleo como os ecossistemas costeiros, é uma região de exploração de recursos pesqueiros e rota de migração de aves, quelônios e mamíferos marinhos. Portanto, os impactos de um derramamento de óleo nesse ambiente estão associados, principalmente, ao contato do óleo com esses grupos de organismos e com o impedimento da atividade pesqueira (MMA, SMCQ, 2007).

A seguir, são apresentados os principais grupos biológicos presentes na região costeira e oceânica com probabilidade de presença de óleo, assim como suas respectivas vulnerabilidades a um evento acidental de vazamento de óleo.

Plâncton

O impacto da presença de óleo sobre o plâncton é causado, principalmente, pela formação de uma película de hidrocarbonetos na superfície da água. Essa película reduz as trocas gasosas com a atmosfera e, por conseguinte, a fotossíntese e a produtividade primária.

Além disso, no caso de derramamento de petróleo, as bactérias capazes de degradá-lo multiplicam-se, ocasionando um empobrecimento local de oxigênio na água do mar. As modificações físico-químicas da água do mar poderão causar o desaparecimento de muitos espécimes, gerando espaços livres que serão ocupados pelas espécies melhores adaptadas às novas condições, ou espécies que se encontravam latentes, e que se proliferam devido à falta de competição.

Para o bacterioplâncton, costuma ocorrer um incremento em densidade das espécies carbonoclásticas que degradam o óleo. Tal fato foi observado após o acidente com o navio Tsesis, ocorrido em 1977 no Mar Báltico, com derramamento de 1.000 t de óleo combustível médio (JOHANSSON *et al.*, 1980). O aumento na densidade destas espécies do bacterioplâncton evidencia a ocorrência de um incremento na biodegradação de hidrocarbonetos na coluna d'água.

Em geral, a sensibilidade dos organismos fitoplanctônicos ao óleo varia entre os grupos (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, 2001). Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20 µm) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20 µm). Como o tempo de reprodução destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações tendem a serem efêmeros.

No caso do acidente envolvendo o navio Tsesis em 1977, ocorrido na costa oeste da Cornúlia, litoral da Inglaterra, foi observado um incremento na densidade fitoplanctônica, possivelmente em resposta à redução da predação pelo zooplâncton, que normalmente apresenta uma alta mortalidade pós-derrame (JOHANSSON *et al.*, op.cit.).

O zooplâncton apresenta sensibilidade ao óleo na água, seja pelo seu efeito tóxico ou físico. Efeitos de curta escala incluem decréscimo na biomassa (geralmente temporário), bem como redução das taxas de reprodução e alimentação. Alguns grupos, como os tintinídeos, podem apresentar um incremento em densidade, em resposta ao aumento da disponibilidade de alimento que, neste caso, são as bactérias e a fração menor do fitoplâncton (LEE *et al.*, 1987 *apud* SCHOLZ *et al.*, op.cit.). O zooplâncton também pode ser contaminado através da ingestão de alimento contaminado (bacterio-, fito- e protozooplâncton).

Com isso, a sensibilidade do zooplâncton também varia de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento, e normalmente organismos jovens são mais sensíveis que os adultos. Diversos estudos têm mostrado que ovos e larvas de peixes são extremamente suscetíveis a danos por hidrocarbonetos do petróleo (IPIECA, 2000).

Após o acidente com o navio Torrey Canyon (1967), ocorrido na costa oeste da Cornúlia, (SMITH, 1968; ARMSTRONG *et al.*, 1976), foi observada uma diminuição no número de indivíduos das comunidades zooplanctônicas locais, devido à presença de óleo na água.

Além disso, como o zooplâncton é predado pela maioria dos níveis tróficos superiores, ele representa um importante elo de transferência de compostos poliaromáticos dissolvidos na água para níveis tróficos superiores, podendo afetar as comunidades bentônica e nectônica, e causar impacto sobre as atividades pesqueiras. Na Bacia de Santos, a biomassa total de zooplâncton é mais elevada nas regiões costeiras, próximo a enseadas, baías e estuários (LOPES *et al.*, 2006).

Mesmo em cenários críticos, período coincidente com a reprodução de determinadas espécies de peixes e capacidade de o óleo atingir a região costeira, o tempo de recuperação do plâncton é relativamente curto, de até 1 ano, e, portanto, o grupo possui uma alta resiliência e baixa sensibilidade.

Bentos

Assim como em todos os ecossistemas marinhos, os efeitos resultantes de um derramamento de óleo podem acarretar danos aos organismos, devido à elevada sensibilidade dos invertebrados e vegetais bentônicos (BISHOP, 1983) e ainda pelo fato de terem nenhuma ou reduzida capacidade de locomoção.

É importante destacar que alguns componentes do petróleo podem ser bioacumulados por organismos bentônicos. Um consenso em relação à bioacumulação é que organismos contaminados (grande parte dos moluscos, como por exemplo os mexilhões) podem ser consumidos por organismos de níveis tróficos superiores. Se a biomagnificação ocorrer, o maior nível trófico (consumidor de topo de cadeia, como o homem) pode concentrar contaminantes que poderão causar efeitos tóxicos. Porém, para que isso ocorra, é necessária uma permanência do óleo no ambiente, sendo mais efetivo em contaminações crônicas (intermitentes ou de longo prazo) do que agudas (eventos isolados ou acidentes) (BISHOP, 1983).

Outra forma de impacto sobre os organismos bentônicos ocorre através de emulsificação e adsorção pelo particulado em suspensão, e posterior sedimentação do óleo (BISHOP, 1983). Este fator aumenta a área atingida pelo vazamento. Eles irão ocorrer de forma mais expressiva na região costeira, onde os processos dinâmicos são mais intensos e a disponibilidade de sedimento na coluna d'água é maior. Conforme mencionado anteriormente, a região costeira abrangendo municípios dos estados do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul poderá ser atingida em caso de um vazamento de óleo. Entretanto, vale ressaltar que os menores tempos de toque serão 238 e 185 horas, para o primeiro e segundo períodos sazonais, respectivamente.

Usualmente, as quantidades de óleo que sedimentam com o material particulado são pequenas e rapidamente biodegradadas por organismos bentônicos. Porém, em maiores quantidades, esta contaminação mostra-se significativa, por não haver práticas eficientes de remediação (KINGSTON, 2002).

No acidente do navio Braer, que encalhou na costa da Escócia durante uma tempestade em janeiro de 1993, em profundidade no entorno de 100 m, o óleo se acumulou no sedimento (até 10.000 ppm) em uma área maior que aquela associada à mancha de óleo na superfície. Neste caso, foram constatadas alterações na abundância de diversas espécies de crustáceos (SCHOLZ *et al.*, op.cit.). Um ano após o acidente, não houve qualquer evidência de recuperação e a redução na diversidade de nematódeos tornou-se evidente (KINGSTON *et al.*, 2000).

Destaca-se, no entanto, que essa alta concentração de hidrocarbonetos ocorreu devido ao fato de o acidente ter acontecido na costa das Ilhas Shetland, no

Reino Unido, em local com profundidade muito pequena, uma vez que o afundamento foi causado por um choque contra rochas da costa.

De acordo com as informações apresentadas acima, a sensibilidade dessas comunidades à contaminação por óleo pode ser classificada como alta. Ressalta-se que a probabilidade das comunidades bentônicas, que vivem na região costeira, serem atingidas por um vazamento, pode variar de acordo com o município em que ocorrem. Desta forma, em municípios em que ocorreu probabilidade baixa de toque de óleo, a vulnerabilidade será média, e municípios em que houve probabilidade média, a vulnerabilidade será alta.

A probabilidade das comunidades bentônicas que vivem em ambientes profundos do oceano serem atingidas pelo óleo em um vazamento é, geralmente, considerada baixa, pois como o óleo possui densidade menor que a água do mar, a quantidade que sedimenta para o fundo do oceano é pequena (a maior parte se concentrará na superfície). Portanto, a vulnerabilidade de organismos bentônicos (elevada sensibilidade), localizados em águas profundas, a um incidente dessa natureza, será média.

Nécton

Durante um evento de vazamento de óleo, os organismos nectônicos (peixes adultos, mamíferos e quelônios marinhos), em geral, podem ser atingidos tanto de forma direta (contato com o óleo), quanto indireta (ingestão de alimento contaminado).

Peixes

Os peixes constituem o grupo dominante no nécton. É interessante observar que na Bacia de Santos os ventos predominantes favorecem a ocorrência do fenômeno de ressurgência costeira da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), em Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC), mais intenso nos meses de verão. A penetração sazonal da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e seu aporte de nutrientes fazem do sudeste-sul uma região de alta produtividade primária, responsável pelo sustento de um grande estoque de peixes pelágicos e demersais (MATSUURA, 1995).

Em ambiente oceânico, a dinâmica local, aliada ao fato da maior fração do óleo permanecer na superfície, faz com que não haja grande mortandade entre esses espécimes (tanto peixes adultos como juvenis). Já em ambientes costeiros, a persistência do óleo no sedimento pode gerar a contaminação dos peixes devido à ingestão de organismos bentônicos (IPIECA, 2000).

De acordo com experimentos descritos na literatura, podem ser observadas alterações no comportamento de reprodução e alimentação em peixes expostos a baixas concentrações do óleo (GESAMP, 1993 *apud* IPIECA, op.cit.). As possíveis alterações incluem redução no período de incubação dos ovos, no tempo de sobrevivência das larvas e na exposição dos adultos durante a manutenção gonadal (GESAMP, op.cit. *apud* IPIECA, op.cit.). Apesar disso, diversos estudos (LEMAIRE *et al.*, 1990; MCDONALD *et al.*, 1992; KRAHN *et al.*, 1993 *apud* TOPPING *et al.*, 1995) indicam que os peixes possuem a capacidade de metabolizar rapidamente compostos de hidrocarbonetos após o acúmulo do óleo nos seus tecidos (IPIECA, op.cit.).

Nesse contexto, os peixes podem ser classificados, em geral, como de baixa sensibilidade. No entanto, na Bacia de Santos e regiões adjacentes são identificadas algumas espécies de peixes que se encontram ameaçadas (*Lutjanus purpureus* – Pargo, *Lopholatilus villarii* – Peixe-batata, *Thunnus thynnus* – Atum-azul, *Carcharias taurus* – Cação-mangona, *Carcharodon carcharias* – Tubarão-branco, *Rhinobatos sp* – Raia-Viola, *Squatina sp* – Cação-anjo, entre outras citadas em MMA (2014b), e podem ser classificadas como de alta sensibilidade.

Para as espécies não ameaçadas de extinção, a sensibilidade é considerada baixa, e caso estejam inseridas em áreas com baixa e média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será também baixa. Caso estas espécies estejam inseridas em áreas com alta probabilidade de presença de óleo a vulnerabilidade resultante será média.

Para os peixes ameaçados, considerados de alta sensibilidade, caso estejam inseridos em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Já para as regiões de ocorrência com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta.

Dessa forma, ao se considerar tanto a ampla distribuição dos peixes na coluna d'água e nos ambientes costeiros, como os impactos do óleo relatados para o

grupo, os peixes podem ser considerados um grupo de média sensibilidade. Dessa forma a vulnerabilidade para os peixes, de forma geral, irá variar de baixa a alta, sendo essa variabilidade diretamente relacionada com a probabilidade de presença do óleo na região (Ex. Baixa Probabilidade = Baixa Vulnerabilidade, e assim por diante).

Mamíferos Marinhos

Na área do projeto da Etapa 4, na Bacia de Santos, os mamíferos marinhos de maior destaque são os cetáceos. De acordo com os Mapas de Vulnerabilidade, apresentados no Anexo A, a região com probabilidade de presença de óleo engloba tanto áreas utilizadas como rotas de migração desses animais como também áreas de residência e alimentação.

Dentre as espécies de pequenos cetáceos, destacam-se a Toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o Boto-cinza (*Sotalia guianensis*).

A Toninha ocorre desde Itaúnas, Espírito Santo, até Golfo San Matias, Província de Chubut, Argentina. Seu *habitat* 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 m. A distribuição da Toninha não é contínua entre os limites setentrional e meridional, com dois hiatos ao longo da sua área de ocorrência. O hiato 1 da Baía da Ilha Grande até a foz do Rio São João e, o hiato 2 ao longo da costa do Espírito Santo (LODI & BOROBIA, 2013).

Essa fragmentação da distribuição corresponde às regiões localizadas entre Regência, Espírito Santo e Barra do Itabapoana, Rio de Janeiro, e entre Macaé, Rio de Janeiro e Baía da Ilha Grande, São Paulo. 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 poucos locais em que a espécie ocorre em águas estuarinas. Esse local fica a 20 km da principal desembocadura do estuário, possuindo uma profundidade de até 28 m (LODI & BOROBIA, 2013). Grupos de Toninhas também foram avistados no complexo estuarino de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo (ICMBio, 2010), região onde verificaram-se probabilidades de óleo na água entre 54 e 65% (média) no primeiro período e entre 86 e 89% (alta) no segundo período sazonal.

O Boto-cinza é uma espécie tipicamente costeira, ocorrendo em baías e estuários (SANTOS *et al.*, 2010), predominantemente Sul-americanos, abrangendo apenas uma pequena parte da América Central (BOSSENECKER, 1978 *apud* PINEDO *et al.*, 1992). Possui distribuição contínua desde Florianópolis (SC) até Honduras (HAVUKAINEN *et al.*, 2011).

Dentre as espécies de grandes cetáceos, podem ser destacadas a baleia-jubarte (*Megaptera novaengliae*), a Baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), a Baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*) e a Cachalote (*Physeter macrocephalus*).

A Baleia-jubarte utiliza a área de estudo durante seu deslocamento para regiões de reprodução no litoral norte do Brasil (Abrolhos, BA). A baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*) também utiliza a área de estudo como habitat. Ao sul de Florianópolis (SC), temos a Área de Proteção Ambiental (APA) da Baleia-Franca, importante local para a reprodução da espécie. Há também a Baleia-de-Bryde, que segundo ICMBio (2011), ocorre na região costeira do sudeste do Brasil e utiliza o entorno das unidades de conservação insulares da costa paulista como áreas de alimentação mais frequentemente durante o verão, principalmente a área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos.

A Cachalote, presente em águas profundas e zona de talude, também utiliza a área de estudo durante seu deslocamento migratório entre as regiões tropicais e latitudes mais altas (LODI & BOROBIA, 2013).

A Baleia-Franca-do-Sul merece especial atenção, uma vez que teve suas populações extremamente reduzidas pela caça, e a recuperação populacional, atualmente, está ameaçada pela interação com atividades humanas (pesca, poluição ambiental) em águas costeiras e oceânicas (MMA, 2014a).

Em relação aos impactos sobre esse grupo, o óleo adere pouco à pele lisa dos cetáceos, porém, podem ocorrer irritações na pele e nos olhos, interferências na capacidade natatória, entre outras disfunções, caracterizando uma imunodepressão. O principal fator de impacto causado por óleo é a intoxicação pela alimentação através da contaminação na cadeia alimentar (LEIGHTON, 2000). Além disso, algumas espécies de cetáceos presentes na região encontram-se ameaçadas de extinção, dentre elas, a Baleia Franca-do-Sul.

O reduzido tamanho das populações, associado à maturidade sexual tardia, reduzidas taxas de crescimento e baixo número da prole, resultam em uma baixa resiliência para este grupo, tipicamente K estrategista. Adicionalmente, o grupo possui espécies com variados “status” de conservação, contribuindo para que os cetáceos possam ser definidos como componentes de alta sensibilidade.

Em caso de um vazamento de pior caso, os cetáceos podem estar inseridos em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo, no entanto, ressalta-se que as probabilidades são médias (entre 30 e 70%) na maior parte da área costeira e oceânica, em ambos os períodos sazonais, como apresentado anteriormente na **Figura A.II.2-1-1** e **Figura A.II.2-1-2**. Considerando que estejam inseridos em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta. Entretanto, a vulnerabilidade é média para os pequenos cetáceos (ex: toninha) e para algumas espécies de grandes cetáceos como a Baleia-de-Bryde, que ocorrem em águas costeiras, onde a probabilidade de presença de óleo é baixa.

Quelônios Marinhos

Nas áreas delimitadas pelas manchas de probabilidade de óleo modeladas podem ocorrer as cinco espécies de quelônios marinhos presentes no litoral brasileiro: tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga-de-pente (*Dermochelys coriacea*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) (SANCHES, 1999).

A faixa litorânea que possui probabilidade de ser atingida por um derrame de óleo que possa ser proveniente da Etapa 4, na Bacia de Santos, que compreende o litoral entre os estados do Espírito Santo e Rio Grande do Sul, apresentam-se como áreas de ocorrência de quelônios marinhos (MMA, 2007a). Uma importante área localizada ao norte do estado do Espírito Santo merece destaque por ser uma área prioritária para a conservação da tartaruga-de-couro, onde ocorrem as desovas dessa espécie (<http://www.tamar.org.br>).

De acordo com Hall *et al.* (1983), através de pesquisas sobre o vazamento Ixtoc I no Golfo do México (1979), a exposição dos quelônios marinhos ao óleo pode ocasionar diminuição de massa corporal, talvez por descontrolar a atividade

de alimentação. Assim, em condições de fraqueza, estes animais poderiam sucumbir a outros fatores externos ou a alguns elementos tóxicos do próprio óleo (HALL *et al.*, 1983). Além disso, as cinco espécies de quelônios marinhos que ocorrem na região estão listadas com variados graus de ameaça (MMA, 2014a). Nesse contexto, esse grupo é classificado como de alta sensibilidade.

Conforme apresentado anteriormente, os quelônios marinhos podem estar presentes em diferentes locais das áreas com probabilidade de presença de óleo segundo a modelagem realizada, de acordo com a espécie e seus hábitos. Portanto, considerando que este grupo é classificado como de alta sensibilidade e, que os quelônios marinhos estejam inseridos em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. No caso de estarem inseridos em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta.

Recursos Pesqueiros

Na área de estudo são registradas diversas espécies de peixes pelágicos (vivem na coluna d'água), dentre os quais alguns com importância econômica como a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) (principal recurso pesqueiro da Bacia de Santos), o albacora-laje (*Thunnus albacares*), o dourado (*Coryphaena hippurus*), o bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), o bonito-cachorro (*Auxis thazard*), o espadarte (*Xiphias gladius*) e o agulhão-vela (*Istiophorus platypterus*). Também estão presentes espécies demersais (vivem no fundo do oceano) economicamente importantes, tais como a abrótea-de-profundidade (*Urophycis mystacea*), o cação-anjo (*Squatina* spp.), a merluza (*Merluccius hubbsi*), o namorado (*Pseudoperca numida*) e os chernes (*Epinephelus niveatus* e *Polyprion americanus*). São encontradas também algumas espécies de tubarões e raias, dentre eles o tubarão-azul (*Prionace glauca*), o tubarão-martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*) e a raia-chita (*Raja castelnaui*).

Podem ser citados, ainda, crustáceos, como camarão-moruno (*Aristaeomorpha foliacea*), camarão-carabineiro (*Aristaeopsis edwardsiana*), caranguejos-de-profundidade (*Chaceon ramosae* e *C. notialis*) e o calamar-argentino (*Illex argentinus*) e moluscos, como a lula (*Loligo plei*).

Destaca-se que alguns dos recursos pesqueiros que ocorrem na área de estudo encontram-se ameaçados, como: tubarão-branco, tubarão-martelo, cação-anjo e o cherne-poveiro (MMA, 2018b).

Foi observada a exposição e efeitos adversos do derramamento do Exxon Valdez, no Alasca, em diversas espécies de crustáceos e moluscos, entre os anos de 1989 e 1991, por Armstrong *et al.* (1995), que analisaram baías que foram atingidas pelo óleo e baías que não sofreram efeitos do acidente. Segundo os dados de fecundidade de uma das espécies de camarões analisadas, a taxa de fecundidade encontrava-se 30% menor entre as fêmeas da baía que sofreu efeitos do derramamento em oposição àquela que mantinha suas condições originais.

Já no derramamento de óleo do *Sea Empress*, em 1996, no Reino Unido (EDWARDS & WHITE, 1999), os níveis de hidrocarbonetos observados foram particularmente elevados em moluscos, mas com concentrações inferiores em crustáceos e peixes.

Apesar dos resultados apresentados acima demonstrarem impactos em camarões e moluscos, conforme descrito anteriormente, os principais recursos pesqueiros identificados na região são espécies de peixes, que são classificados na literatura, geralmente, como de baixa sensibilidade. No entanto, conforme apresentado anteriormente, alguns dos recursos pesqueiros encontram-se ameaçados (MMA, 2018b), logo, para os que se encontram nessa situação, a sensibilidade é classificada como alta. Destaca-se que esses peixes que compõem o grupo de recursos pesqueiros da região podem estar presentes em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo.

Para os recursos pesqueiros não ameaçados (baixa sensibilidade), caso estejam inseridos em áreas com baixa e média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante é também baixa. Considerando os que estão inseridos em áreas com alta probabilidade de presença de óleo (> 70%), ou seja, nas proximidades do Etapa 4, na Bacia de Santos, a vulnerabilidade resultante passa a ser média.

Para os recursos pesqueiros ameaçados (alta sensibilidade), caso estejam inseridos em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Considerando os que estão inseridos em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta.

Aves Marinhas Oceânicas e Costeiras

As aves marinhas oceânicas e costeiras, assim como os demais organismos que vivem nas camadas superficiais do mar, são especialmente vulneráveis a vazamentos de óleo (LEIGHTON, 2000).

Os principais efeitos do óleo sobre as aves são causados devido ao contato físico direto, que acarreta perda da impermeabilidade das penas (impedindo que as aves voltem a voar). Esse contato com a camada superficial da água ocorre, em alguns casos, durante a captura de suas presas. Além disso, pode haver a ingestão de óleo ou de alimento contaminado principalmente durante a tentativa de se limpar (SCHOLZ *et al.*, op.cit.).

Além disso, é importante ressaltar que na área de estudo há algumas espécies de aves ameaçadas, como o albatroz-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*) e o trinta-réis-real (*Thalasseus maximus*) (MMA, 2014a). Nesse contexto, a sensibilidade desse grupo pode ser classificada como alta.

Destaca-se que as praias arenosas, ecossistema predominante no litoral sudeste-sul, que possui probabilidade de ser atingido no caso de um vazamento de óleo de pior caso, são utilizadas pelas aves marinhas oceânicas e costeiras, que encontram nesses ambientes um local propício para alimentação e descanso durante suas rotas migratórias.

Na região costeira que pode ser atingida por óleo, em caso de incidente de pior caso, há locais de nidificação de aves, como por exemplo, as Ilhas Cagarras (RJ), Ilhas Codó, Laje da Conceição, Queimada, do Coelho (SP), Arquipélago de Currais (PR), Ilhas das Galés, Deserta e do Arvoredo (SC).

Além disso, há também áreas prioritárias para a conservação desse grupo. Destacam-se, como de extrema importância biológica, de acordo com MMA (2002): Ilhas da Baía de Guanabara, Ilhas Cagarras, Redonda, da Baía de Sepetiba, da Ilha Grande, Itacuruça, Jaguanum, Jorge Grego (RJ), Ilhas da Costa Norte de São Paulo, Rapada, Cabras, Sumítica, Figueira, Codó, Arquipélago de Alcatrazes, Laje de Santos, Ilhas do Bom Abrigo, do Castilho (SP), Ilha da Figueira, Arquipélago de Currais, Ilha Itacolomis (PR), Ilhas das Galés, Deserta, do Arvoredo, Ratoes Grande, Campeche, Moleques do Sul (SC), Costa Norte do Rio Grande do Sul, Ponta sul da Barra e Arroio do Navio (RS).

É importante destacar que, apesar de existirem algumas espécies de aves na Bacia de Santos, que são restritas a região costeira, como as da ordem Charadriiformes, são observadas também algumas aves, como as da ordem Procellariiformes (albatrozes e petréis), que também têm ocorrência em locais mais distantes do litoral. Essas aves habitam as águas brasileiras durante extensas migrações, vindos, na sua maior parte, de regiões subantárticas. Com isso, podem chegar próximas às áreas potencialmente afetadas por óleo. Nesse contexto, observa-se que as aves podem estar presentes em diferentes locais dos contornos de probabilidade de óleo modeladas, mas a sensibilidade desse grupo é classificada como alta.

Portanto, considerando que estejam inseridas em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, o que ocorre em grande extensão da região potencialmente afetada por vazamentos a partir da Etapa 4, na Bacia de Santos, a vulnerabilidade resultante será média. No caso de estarem inseridas em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta.

A.II.10-3.7 PRESENÇA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Considerando todos os municípios com probabilidade de toque de óleo na costa, de Campos dos Goytacazes (RJ) a Santa Vitória do Palmar (RS), e as regiões oceânicas, 171 Unidades de Conservação (UCs) Federais, Estaduais e Municipais poderão ser atingidas em um vazamento de pior caso. Dessas, 101 no Rio de Janeiro, 38 em São Paulo, 09 no Paraná, e 23 em Santa Catarina. Destaca-se que as UCs localizadas no estado do Rio Grande do Sul não são identificadas por estarem fora da área de estudo do Etapa 4, conforme definido no item II.4 do EIA.

As UCs são áreas de extrema importância para proteção de ecossistemas e de diversas espécies da fauna e flora. Dessa forma, são consideradas áreas de alta sensibilidade. Conforme observado anteriormente, as probabilidades de toque de óleo nas UCs são baixas, portanto, nas UCs presentes em municípios com baixa probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade é classificada como média. A seguir, é apresentada a relação de UCs (Federais e Estaduais/Municipais) com probabilidade de toque por estado.

Rio de Janeiro

- APA Azeda-Azedinha
- APA da Bacia do rio São João / Mico Leão-Dourado
- APA da Orla Marítima (Praias: Copacabana, Ipanema, Leblon, São Conrado e Barra da Tijuca)
- APA da Orla Marítima da Baía de Sepetiba
- APA da Paisagem e do Areal da Praia do Pontal
- APA da Pedra Branca
- APA da Prainha
- APA das Lagunas e Florestas de Niterói
- APA das Pontas de Copacabana, Arpoador e Seus Entornos
- APA das Serras de Maricá
- APA de Cairuçu
- APA de Mangaratiba
- APA de Marapendi
- APA de Maricá
- APA de Massambaba
- APA de Tamoios
- APA do Arquipélago de Santana
- APA do Morro da Saudade
- APA do Morro do Leme
- APA do Parque Municipal Ecológico de Marapendi (antiga APA do Parque Zoobotânico de Marapendi)
- APA do Pau Brasil
- APA do Sacopã
- APA dos Morros da Babilônia e de São João
- APA dos Morros do Leme e Urubu Pedra do Anel Praia do Anel e Ilha da Cotunduba
- APA e Recuperação Urbana do Complexo Cotunduba-São João
- APA Grumari
- APA Marinha
- APA Marinha Boto Cinza

- APA Morro dos Cabritos
- APA Municipal do Morro da Cabocla
- APA Municipal Lagoa do Iriry
- APA Paisagem Carioca
- ARIE da Baía de Guanabara
- ARIE da Baía de Sepetiba
- ARIE de Itapebussus
- ARIE de São Conrado
- ARIE de Sepetiba
- ARIE Ilhas das Cagarras
- ARIE Municipal das Prainhas
- ARIE Municipal do Morro do Miranda
- ARIE Municipal do Morro do Vigia
- ARIE Pedra Branca
- MN Costões Rochosos
- MN do Arquipélago das Ilhas Cagarras
- MN dos Morros do Pão de Açúcar e Urca
- MN Praia do Sossego
- MONA das Ilhas Cagarras
- PARNA da Tijuca
- PE da Chacrinha
- PE da Costa do Sol
- PE da Ilha Grande
- PE da Pedra Branca
- PE da Serra da Tiririca
- PM da Boca da Barra
- PM da Mata do Rio São João
- PM da Praia do Forno
- PM da Praia do Forte
- PM da Praia do Pontal
- PM das Dunas
- PM do Morro do Mico
- PM Lagoinha
- PN da Restinga de Jurubatiba

- PNM Bosque da Barra
- PNM Chico Mendes
- PNM da Barra da Tijuca - Nelson Mandela
- PNM da Catacumba
- PNM da Fábrica
- PNM da Prainha
- PNM da Restinga de Massambaba
- PNM da Restinga do Barreto
- PNM de Grumari
- PNM de Niterói
- PNM do Arquipélago de Santana
- PNM do Estuário do Rio Macaé
- PNM dos Corais dos Armação de Búzios
- PNM Fonte da Saudade
- PNM José Guilherme Merquior
- PNM Lagoa de Geribá
- PNM Marapendi
- PNM Mico-Leão-Dourado
- PNM Paisagem Carioca
- PNM Penhasco Dois Irmãos - Arquiteto Sérgio Bernardes
- RB e Arqueológica de Guaratiba
- RDS do Aventureiro
- RE da Ilha de Cabo Frio
- RE da Juatinga
- REBIO da Lagoa Salgada
- REBIO das Orquídeas
- REBIO do Brejo do Espinho
- REBIO do Brejo Jardim
- REBIO do Pontal de Atalaia
- REBIO Estadual da Praia do Sul
- REBIO Estadual de Guaratiba
- REC de Jacarepiá
- RESEX Marinha Arraial do Cabo

- RESEX Marinha de Itaipú
- RPPN Céu do Mar
- RPPN Fazenda Barra do Sana
- RPPN Mato Grosso
- RPPN Sítio Sumidouro e Sítio Peito de Pomba
- RVS das Serras de Maricá
- PARNA Serra da Bocaina

São Paulo

- APA Marinha do Litoral Sul
- APA da Baleia Sahy
- APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe
- APA Ilha Comprida
- APA Ilha de Itaçucê
- APA Marinha de São Sebastião (APA de Alcatrazes)
- APA Marinha do Litoral Centro
- APA Marinha do Litoral Norte
- APA Municipal da Serra do Guararu
- ARIE de Ilha Comprida
- ARIE de São Sebastião
- ARIE do Guará
- ARIE Ilhas Queimada Grande e Queimada Pequena
- ARIE Zona de Vida Silvestre da APA da Ilha Comprida
- ESEC Juréia-Itatins
- ESEC Tupinambás
- ESEC Tupiniquins
- PE da Ilha Anchieta
- PE da Ilha do Cardoso
- PE da Serra do Mar
- PE de Ilhabela
- PE do Itinguçu
- PE do Prelado
- PE Lagamar de Cananéia
- PE Marinho da Laje de Santos

- PE Restinga de Bertioaga
- PE Xixová-Japuí
- PNM da Restinga do Guaraú
- PNM do Juqueriquerê
- RDS da Barra do Una
- RESEX Ilha do Tumba
- RPPN Marina do Conde
- RPPN Morro Curussu Mirim
- RPPN Sítio do Jacú
- RPPN Toque Toque Pequeno
- RVS do Arquipélago dos Alcatrazes
- RVS Ilhas do Abrigo e Guararitama
- PARNA Serra da Bocaina

Paraná

- APA Estadual de Guaratuba
- APA Federal de Guaraqueçaba
- ESEC Ilha do Mel
- PARNA do Superagui
- PARNA Marinho das Ilhas Currais
- PARNA Saint-Hilaire/ Lange
- PE Boguaçu
- PE da Ilha do Mel
- APA Marinha do Litoral Sul

Santa Catarina

- APA Anhatomirim
- APA Costa Brava
- APA da Baleia Franca
- APA da Costa de Araranguá
- APA do Entorno Costeiro
- APA Ponta do Araçá
- ESEC de Carijós

- MN Morro dos Conventos
- MN Municipal Lagoa do Peria
- PE Acaraí
- PE da Serra do Tabuleiro
- PE do Rio Vermelho
- PNM da Costeira dos Zimbros
- PNM da Galheta
- PNM da Galheta (Florianópolis)
- PNM da Lagoa do Peri
- PNM da Lagoinha do Leste
- PNM das Dunas da Lagoa da Conceição
- PNM do Maciço da Costeira
- PNM do Morro do Macaco
- PNM Lagoa Jacaré das Dunas do Santinho
- REBIO Marinha do Arvoredo
- RESEX do Rio Araranguá

Dentre as áreas do litoral com menor tempo de toque na costa, Arraial do Cabo (RJ), apresentou tempo de toque de 238 horas com valores de alta probabilidade de toque ao longo do primeiro período sazonal modelado. Ressalta-se a presença das Unidades de Conservação RESEX Marinha Arraial do Cabo e PE da Costa do Sol. Para o segundo período sazonal, o menor tempo de toque na costa foi de 185 horas na Ilha Cabo Frio, em Arraial do Cabo (RJ), também com altas probabilidades de toque na costa ao longo do período modelado. Ressalta-se a presença da Unidade de Conservação RESEX Marinha Arraial do Cabo

Desta forma, ambos locais que apresentaram o menor tempo de toque na costa, apresentam vulnerabilidade alta aos efeitos de um possível toque de óleo nesta região, a partir da Etapa 4, na Bacia de Santos.

Já a área do litoral com maior probabilidade de toque na costa durante o primeiro período sazonal modelado, Ilha Tacami, pertencente ao Município de Imbituba, no Estado do Santa Catarina, apresentou valores de baixa probabilidade de toque (27,8%) e no segundo período sazonal, na mesma localização, apresentou valores médios de probabilidade de toque (54,8%). Ressalta-se a presença da Unidade de Conservação APA da Baleia Franca, com foco principal

no segundo período sazonal, quando temos a presença dessas baleias em período de migração.

Ressalta-se que os resultados probabilísticos de presença de óleo, na superfície da água e costa, consideraram a espessura mínima de 0,0003 mm (espessura de iridescência) e, que as modelagens realizadas, para identificar os municípios atingidos, e consequentemente as UCs presentes neles, consideraram um tempo grande de simulação, sem que seja tomada nenhuma ação de resposta. Sabe-se, no entanto, que na prática isso não ocorrerá. Em caso de um derramamento, seja ele pequeno, médio ou de pior caso, serão acionadas equipes de resposta, com o objetivo de interromper o vazamento, conter e recolher o óleo que eventualmente já tenha atingido o mar. Com isso, a probabilidade de o óleo atingir as UCs identificadas tornar-se-á ainda menor.

A.II.10-3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No caso de um vazamento de óleo no mar com origem na Etapa 4, na Bacia de Santos, alguns procedimentos importantes devem ser seguidos, como o acionamento do PEVO-BS. A mancha de óleo deverá ser monitorada periodicamente, a fim de que se verifique seu espalhamento e sejam identificadas as áreas em que o óleo pode chegar. Dependendo das condições de mar, uma das ações pode ser o direcionamento de embarcações de resposta a emergência que lancem barreiras de contenção, cujo objetivo é conter o avanço do óleo e facilitar sua retirada do mar.

O referido documento também possui informações referentes às embarcações de resposta a emergências que atuam na Bacia de Santos e que poderão ser acionadas em um acidente envolvendo vazamento de óleo. Após análise dos sete fatores, conclui-se que, em caso de vazamento de óleo de pior caso, deverão ser priorizados, nas ações de contingência, os trabalhadores envolvidos na plataforma onde ocorreu o incidente, pois, conforme mencionado, a inalação da pluma de vapor de hidrocarbonetos pode causar sérios danos à saúde humana. Além disso, áreas com presença de qualquer concentração humana que possam ser atingidas em um incidente dessa natureza, também deverão ser foco na resposta ao derramamento.

As áreas ecologicamente sensíveis com ISL alto (8 a 10), como estuários, manguezais, planícies de maré, lagoas costeiras, banhados e áreas úmidas, mesmo com baixa probabilidade de toque de óleo, assim como as unidades de conservação costeiras e marinhas identificadas, também deverão ter prioridade nas ações de contingência.

A.II.10-3.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, D.A.; DINNEL, P.A.; ORENSANZ, J.M.; ARMSTRONG, J.L.; MCDONALD, T.L.; CUSIMANO, R.F.; NEMETH, R.S.; LANDOLT, M.L.; SKALSKI, J.R.; LEE, R.F.; HUGGETT, R.J., 1995. Status of Selected Bottomfish and Crustacean Species in Prince William Sound Following the Exxon Valdez Oil Spill. In: **Exxon Valdez Oil Spill: Fate and Effects in Alaskan Waters**. Book of the Third Symposium on Environmental Toxicology and Risk Assessment held in Atlanta, Georgia.

BISHOP, P.L., 1983. Marine Pollution and its Control. McGraw-Hill, Inc., New York, NY. p. 357.

BOSSENECKER, P.G. (1978). The capture and care of *Sotalia guianensis*. **Aquat. Mamm.**, Dunstable, v. 6, p. 13-17

CENPES - CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO A. MIGUEZ DE MELLO. 2014. Tempo de Recuperação de Componentes de Valor Ambiental Afetados Por Derrame. RT AMA 006/2014.

EDWARDS, R.; WHITE, I., 1999. The Sea Empress Oil Spill: Environmental Impact and Recovery, Paper presented at The International Oil Spill Conference 1999, Seattle, USA.

GESAMP, 1993. Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment. GESAMP Reports and Studies Nº 50.

HALL, R.J.; BELISIE, A.A.; SILEO, L., 1983. Residues of Petroleum Hydrocarbons in Tissues of Sea Turtles Exposed to the Ixtoc I Oil Spill. **Journal of Wildlife Diseases** 19 (2), p. 106-109.

HAVUKAINEN, L., MONTEIRO, E. L. A., AND FILLA, G. F. (2011). "Population density of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in the Cananéia region, southeastern Brazil," **Rev. Biol. Trop.** 59, 1275-1284.

ICMBIO, 2010. Plano de ação nacional para a conservação do pequeno cetáceo toninha (*Pontoporia blainvillei*). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Série Espécies Ameaçadas nº 10. 76p.

ICMBIO, 2011. Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos Aquáticos: Grandes Cetáceos e Pinípedes. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Série Espécies Ameaçadas nº 14.

IPIECA, 2000. Biological Impacts of Oil Pollution: Fisheries. IPIECA Report Series. Vol. 8. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, London.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. 2010. Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em março de 2018.

JOHANSSON, S., LARSSON, U.; BOENM, P., 1980. The Tseis oil spill impact on the pelagic ecosystem. **Mar Pollut. Bull.** 11:284-293.

KINGSTON, P.F., 2002. Long-term Environmental Impact of Oil Spills. **Spill Science & Technology Bulletin**, Vol. 7, nº 1 - 2, p. 53 - 61.

KALY, U., et al. 1999. Environmental Vulnerability Index (EVI) to Summarise National Environmental Vulnerability Profiles. (Rep. No. SOPAC Technical Report 275). New Zealand: South Pacific Applied Geoscience Commission.

KINGSTON, P.F., 2002. Long-term Environmental Impact of Oil Spills. **Spill Science & Technology Bulletin**, 7 (1-2): 53-61.

KRAHN, M. M., G. M. YLITALO, J. BUZITIS, J. L. BOLTON, C. A. WIGREN, S.-L. CHAN, & U. VARANASI. 1993. Analyses of petroleum-related contaminants in marine fish and sediments following the Gulf oil spill. **Marine Pollution Bulletin** 27:285–292

LEIGHTON, F.A., 2000. Petroleum Oils and Wildlife. CCWHC Wild Health Topic, 345 p.

LEMAIRE, P; MATHIEU, A; CARRIERE, S; DRAI, P; GIUDICELLI, J; LAFAUIRE, M. 1990. The uptake metabolism and biological half of benzo(a)pyrene in different tissues of sea bass. (*Dicentrarchus labrax*). **Ecotox. Environ. Saf.** 20:223-233.

LODI, L e BOROBIA, M. 2013. Baleias, Botos e Golfinhos do Brasil. Guia de Identificação. Technical Books Editora. 1a Edição. Rio de Janeiro. 479p.

LOPES, PM., ELMOOR-LOUREIRO, LMA. and BOZELLI, RL. 2006. First record of *Dunhevedia colombiensis* Stingelin, 1913 (Cladocera, Anomopoda, Chydoridae) from Brazil. **Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology**, vol. 66, no. 4, p. 1141-1142.

MCDONALD SJ., KENNICUTT M.C., BROOKS J.M., 1992, Evidence of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure in fish from the Antarctic peninsula. **Mar. Pollut. Bull.** 25, 313-317.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. Biodiversidade Brasileira – Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasília – DF.404p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007 (a). Áreas Prioritárias Para Conservação, Uso Sustentável E Repartição De Benefícios Da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília – DF. 101-120p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007 (b). Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia Marítima de Santos. MMA, SMSQ.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014 (a). Portaria Nº 444, de 17 de Dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (ANEXO I).

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014 (b). Portaria Nº 445, de 17 de Dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos (ANEXO I).

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2018 (a). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I -- 1. ed. -- Brasília, DF.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2018 (b). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes / -- 1. ed. -- Brasília, DF.

MATSUURA, Y. 1995. Exploração pesqueira. In: Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental. (Ed). Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1995. (4.6): 42-48p.

PINEDO, M. C., F. C. W. ROSAS, M. MARMONTEL. (1992). Cetáceos e pinípedes do Brasil: uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies. Manaus: Fundação Universidade do Amazonas/United Nations Environmental Program. 213 p.

SANCHES T.M. 1999. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha: tartarugas marinhas. Termo de Referência nº155/98. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/tartaruga/diagnostico>. Acesso em 22 fev. 2007

SANTOS, U. A.; ALVAREZ, M. R.; SCHILLING, A. C.; STRENZEL, G. M. REUSS; L. P., YVONNICK. Spatial distribution and activities of the estuarine dolphin *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae) in Pontal Bay, Ilhéus, Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**; Campinas Vol. 10, Ed. 2, (2010): 67-73.

SCHOLZ D., BOYD J.N., & WALKER A.H., 2001. The Selection Guide for Oil Spill Applied Technologies - A Guidance Document for Addressing oil spills in Coastal Marine Waters, inland on land, and inland waters. In: Proceedings for 2001 Coastal Zone Conference, Cleveland, OH.

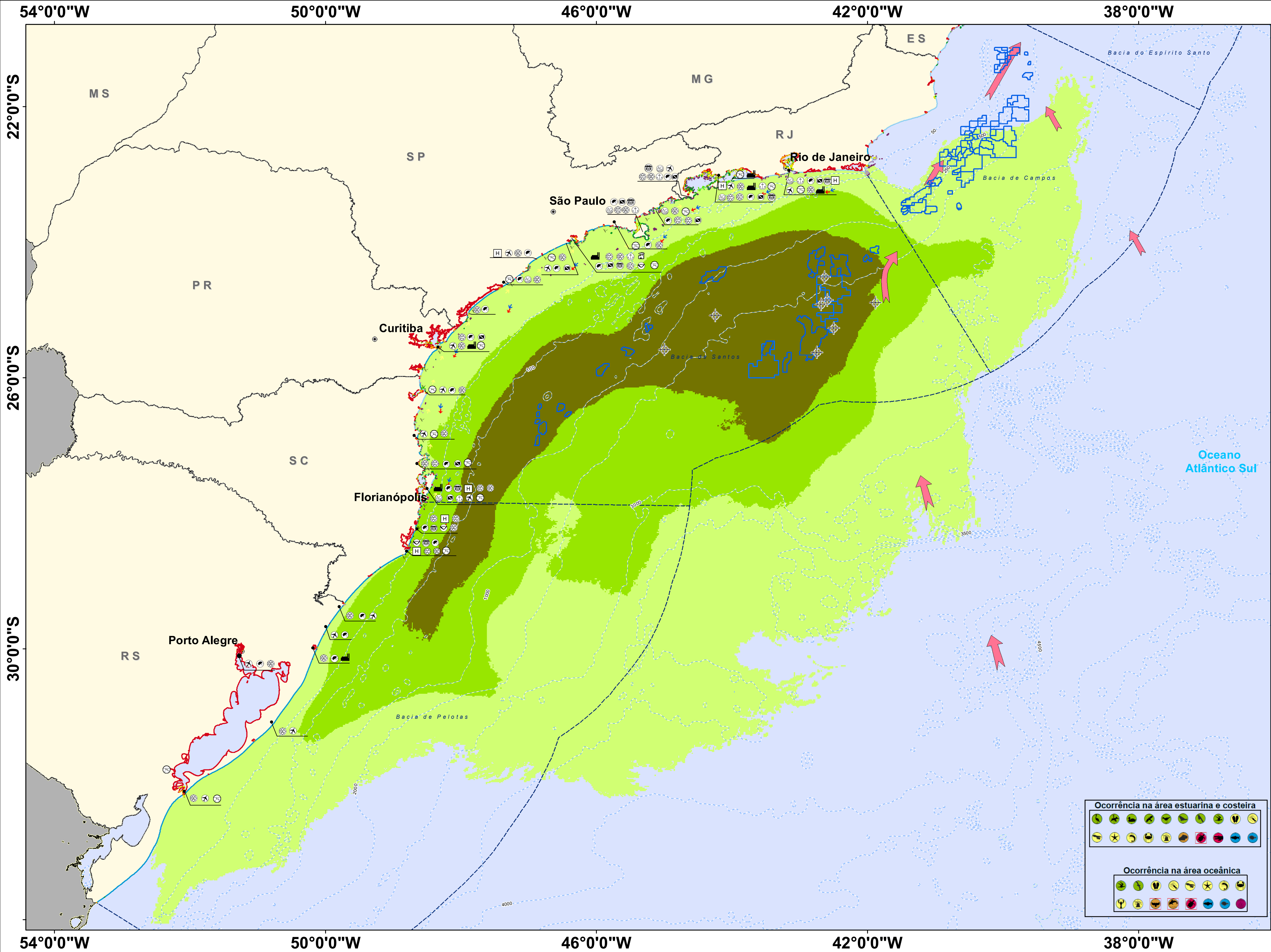
SCHOLZ, D.; MICHEL, J.; SHIGENAKA, G.; HOFF R., 1999. Introduction to coastal habitats and biological resources for spill response. In: Oil spill prevention and response. Disponível em <http://response.restoration.noaa.gov?oilaid/>. Acesso em março de 2018.

SEAP - Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, 2006 - Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br>.

SMITH, J.E. (ed.), 1968. "Torrey Canyon" pollution and marine life. Cambridge University Press. 196pp.

SOARES, F.S. 1983. Estudo do fitoplâncton de águas costeiras e oceânicas da região de Cabo Frio, RJ, até o Cabo de Santa Marta, SC. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. 118pp. 1983.

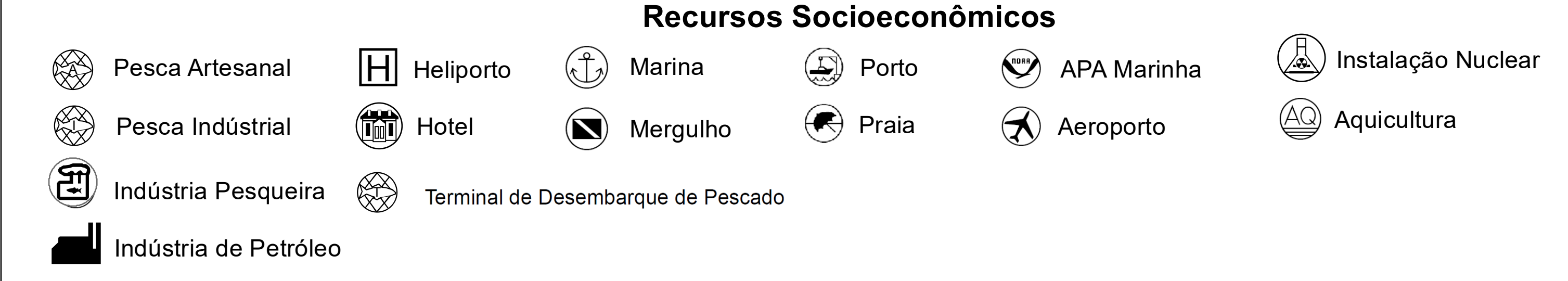
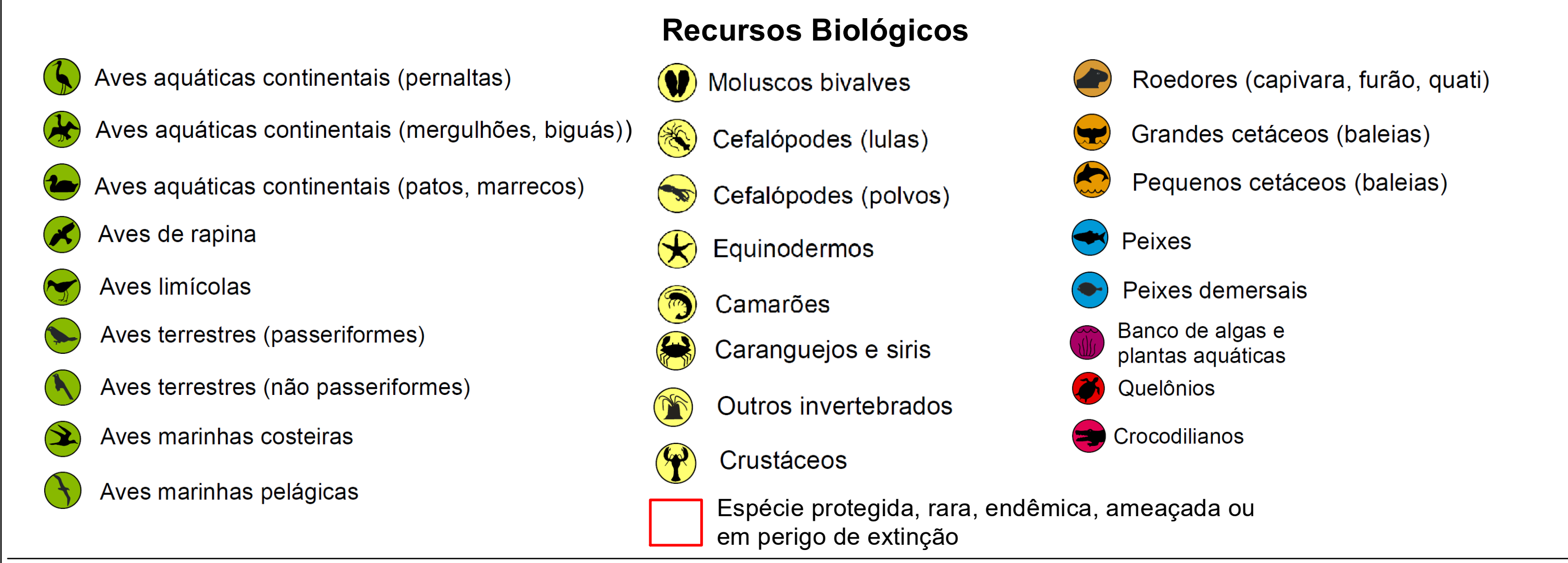
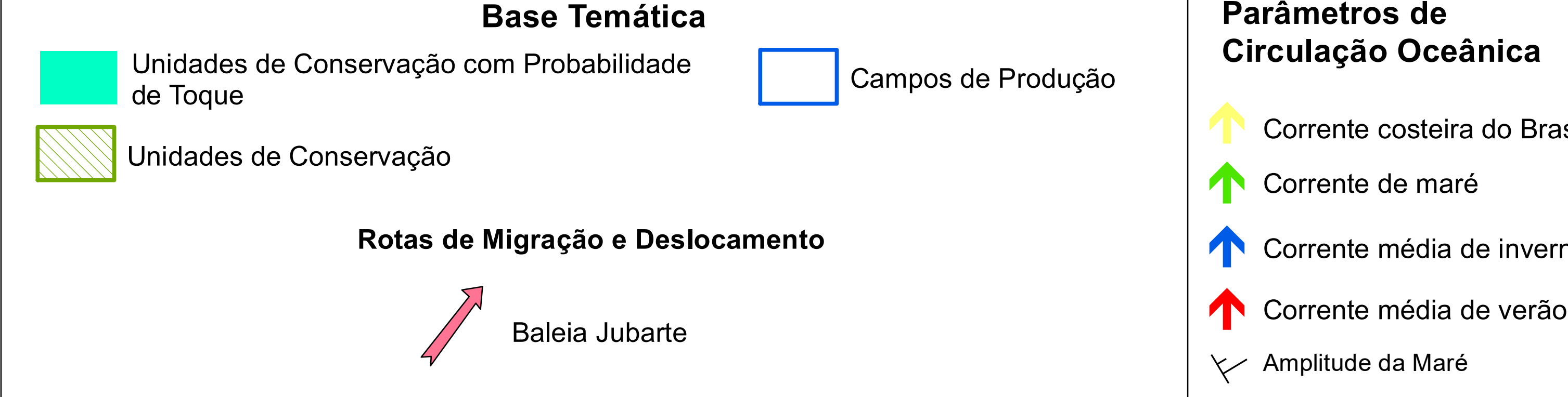
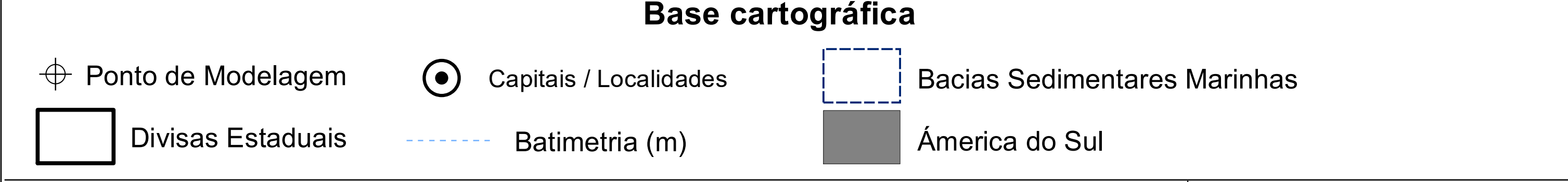
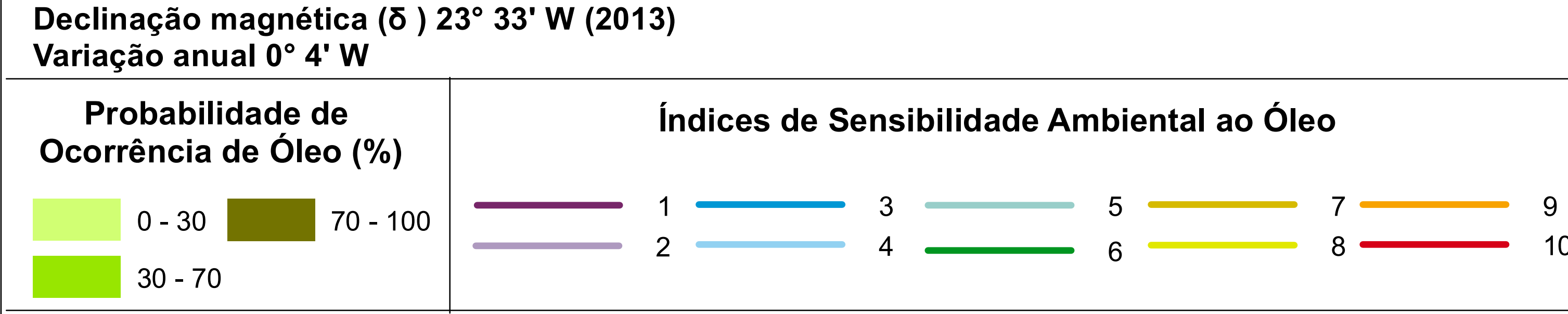
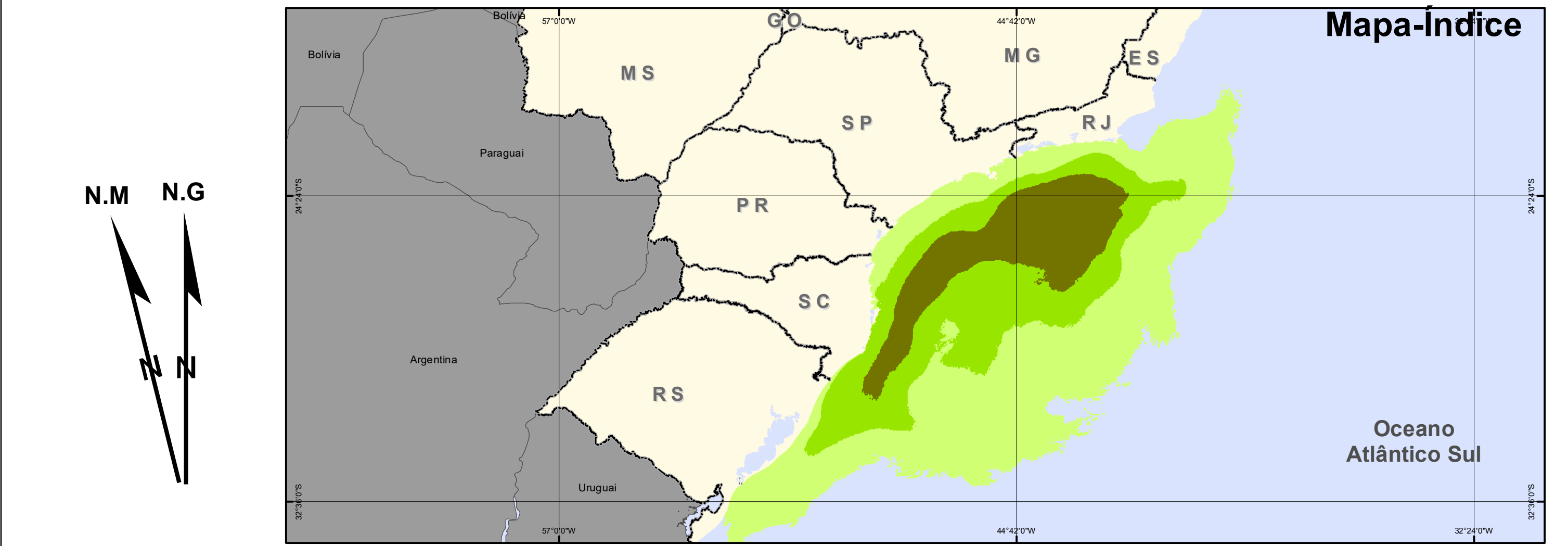
VARELA, M.; BODE, A; LORENZO, J.; LVAREZ-OSSORIO, M.T.A.; MIRANDA, A.; PATROCÍNIO, T.; ANADON, R.; VIESCA, L.; RODRÍGUEZ, N.; VALDÉ, L.; CABAL, J.; URRUTIA, A.; GARCÍA-SOTO, C.; RODRÍGUEZ, M.; ALVAREZ-SALGADO, X.A. & GROOM, S., 2006. The effect of the "Prestige" oil spill on the plankton of the N-NW Spanish coast. *Marine Pollution Bulletin*, 53:272-286.



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE PRODUÇÃO E ESCOAMENTO DE PETRÓLEO E GÁS DO POLO PRÉ-SAL DA BACIA DE SANTOS - ETAPA 4 (Revisão 00)

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Resultado Integrado dos Volumes de Pior Caso
Período: Julho a Dezembro



Fonte de dados

Tetra Tech: Brasil, Divisas Estaduais e Batimetria
MMA: Capitais Estaduais
Petrobras: Ponto de Modelagem e Correntes
ANP: Bacias Sedimentares Marinhas e Campo de Produção

- Rota de Migração e Deslocamento de Baleia Jubarte (Petrobras, 2021)
- Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Petrobras, 2021)
- Unidades de Conservação (Petrobras, 2021)
- Campos de Produção e Blocos de Exploração (ANP, 2016)
- MAREM, Mapeamento Ambiental para Resposta a Emergência no Mar (IBP, 2013)
- Batimetria (ANP, 2014)
- América do Sul (Tetra Tech, 2021)
- Divisas Estaduais (IBGE, 2021)

Este documento é de propriedade da PETROBRAS (Petróleo Brasileiro S.A.) e não pode ser reproduzido ou utilizado para qualquer finalidade diferente daquela para a qual está sendo fornecido.

