

### **III - ANÁLISE DE VULNERABILIDADE**

A Análise de Vulnerabilidade apresentada, a seguir, foi elaborada de modo a atender às diretrizes da Resolução CONAMA nº 398/2008. Esta análise abrange todas as áreas passíveis de serem atingidas por óleo devido à ocorrência de um vazamento accidental de pior caso durante as Atividades de Perfuração e Produção Marítima na Área Geográfica Bacia de Santos (AGBS).

Ressalta-se que, após a análise da sobreposição de resultados de modelagens de derramamento de óleo, elaboradas para as atividades de produção e perfuração na AGBS, observou-se que as simulações decorrentes de vazamentos durante a atividade de perfuração atingiam maior extensão de costa com probabilidades acima de 30%. Conforme apresentado no Item II.2 - Cenários Acidentais, os resultados que serão apresentados a seguir podem ser utilizados de forma geral para toda região, independente do tipo de atividade (produção ou perfuração), uma vez que eles correspondem ao pior cenário de vazamento de óleo.

De acordo com a resolução supracitada, deverá ser avaliada, para este caso, a vulnerabilidade dos seguintes fatores: (III.1) Presença de Concentrações Humanas, (III.2) Rotas de Transporte Marítimo, (III.3) Áreas de Importância Socioeconômica, (III.4) Áreas Ecologicamente Sensíveis, (III.5) Comunidades Biológicas e (III.6) Presença de Unidades de Conservação (UCs).

O método de avaliação da vulnerabilidade de cada um dos fatores acima considera o cruzamento da sensibilidade 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 que serão apresentados, a seguir. A combinação da sensibilidade e da probabilidade resultará na vulnerabilidade, também classificada em 'Alta', 'Média' ou 'Baixa' (Quadro III-1).

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

**III.1) 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.

**III.2) Rotas de Transporte Marítimo:** As mudanças de trajeto que possam ser necessárias no caso de um vazamento de óleo no mar, podendo acarretar em aumento de percurso ou até mesmo em acidentes de navegação.

**III.3) Áreas de Importância Socioeconômica:** A relevância de cada uma das atividades econômicas existentes na região litorânea ou marinha da Área de Influência da atividade (como por exemplo turismo, pesca artesanal e pesca industrial) para as economias local e regional.

**III.4) Áreas Ecologicamente Sensíveis:** A classificação estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) de 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. No caso dos bancos de corais de águas profundas, a relevância para a manutenção da biodiversidade marinha é levada em consideração.

**III.5) Comunidades Biológicas:** A literatura que analisa a recuperação de espécies marinhas e costeiras após acidentes envolvendo vazamento de óleo no mar. Considera também o grau de ameaça de extinção das espécies, estabelecido pelo Livro Vermelho (2008) e pela IUCN (2010).

**III.6) Presença de Unidades de Conservação:** Relevância dessas unidades para proteção de diversas espécies animais e ecossistemas.

Já a classificação da probabilidade foi determinada através dos resultados da simulação probabilística de dispersão de óleo no mar para vazamento com os três volumes de derrame (pequeno, médio e pior caso), em dois períodos de simulação (janeiro a junho e julho a dezembro), apresentados no Relatório do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a Área Geográfica Bacia de Santos, sendo 'Baixa' de 0 a 30% de probabilidade de presença de óleo, 'Média' de 31 a 70% e 'Alta' de 71 a 100%.

O Quadro III-1, a seguir, apresenta a matriz utilizada para a determinação da vulnerabilidade de cada fator, em relação ao óleo.

**Quadro III-1 - Matriz para a avaliação da vulnerabilidade ao óleo.**

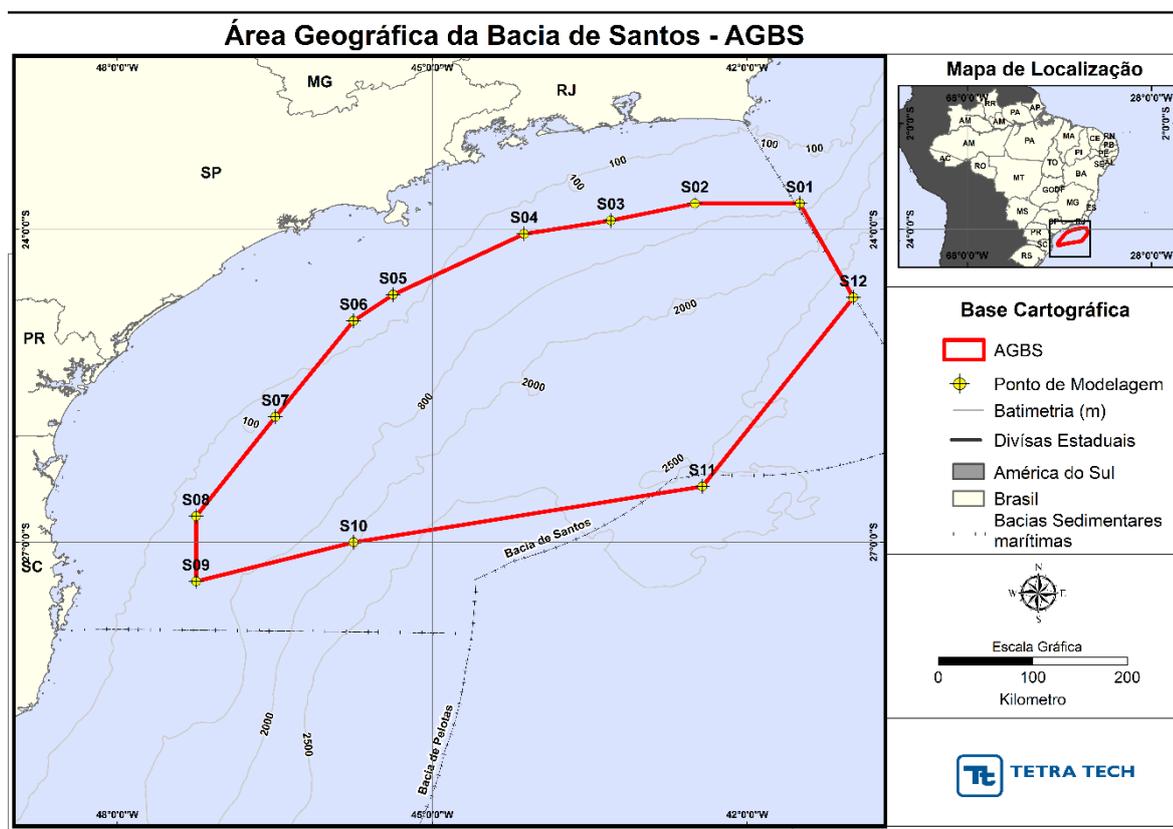
		Probabilidade		
		Baixa (0 - 30%)	Média (31 - 70%)	Alta (71 - 100%)
Sensibilidade	Baixa	Baixa	Média	Média
	Média	Média	Média	Alta
	Alta	Média	Alta	Alta

Para realização do Relatório do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a AGBS (TETRA TECH, 2016), foram levantados dados de todos os poços perfurados nessa área, com base nos relatórios de seus testes de formação. A partir desse levantamento, foram analisadas as características físico-químicas dos óleos e selecionados os tipos considerados mais extremos, ou seja, de menor grau API de cada Polo. Com isso, foram determinadas as vazões de *blowout* dos poços. Ressalta-se que grande parte dos óleos encontrados nos reservatórios da AGBS tem como característica um elevado grau API.

Durante o levantamento desses dados, ficou clara a presença de sub-regiões com ocorrências de óleos extremamente leves, citados usualmente como condensado, nos Polos Merluza (°API 49,6) e Mexilhão (°API 47,2), óleos leves como os do Polo Uruguá (°API 32,5) e Sul (°API 34,4), e um óleo considerado de médio grau API no Polo Pré-Sal, antigo Polo Centro (°API 28,4). Para elaboração da Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a AGBS (TETRA TECH, 2016), estas sub-regiões foram associadas aos 5 Polos da AGBS da seguinte forma:

- Sub-região A - Polo Uruguá,
- Sub-região B - Polo Mexilhão,
- Sub-região C - Polo Merluza,
- Sub-região D - Polo Sul,
- Sub-região E - Polo Pré-sal.

Foram selecionados 12 pontos de risco representativos ao longo do polígono da AGBS (Figura III-1) para realização das modelagens. O principal critério desta seleção foi a proximidade com relação aos polos. Em termos de proximidade da costa, foram incluídos 04 pontos na porção ocidental. Desta forma, os pontos 1,2 e 3 foram associados ao Polo Uruguá, o ponto 4 ao Polo Mexilhão, os pontos 5 e 6 ao Polo Merluza, os pontos 7,8,9 e 10 ao Polo Sul e os pontos 11 e 12 ao Polo Pré-Sal (Tabela III-1).



**Figura III-1** - Área Geográfica Bacia de Santos, com indicação dos 12 pontos que delimitam esta área.

Os dados utilizados para realização da Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a AGBS (TETRA TECH, 2016) estão apresentados na Tabela III-1

**Tabela III-1 - Dados utilizados para realização da Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a AGBS (TETRA TECH, 2016).**

SUB-REGIÃO	DENOMINAÇÃO	POÇOS AMOSTRADOS*	PONTOS DE MODELAGEM	GRAU API DOS ÓLEOS (API)	VOLUMES A BLOWOUT (m <sup>3</sup> )
A	Polo Uruguá	Poço RJS-621	1,2	32,5	56.160,0
		Poço URG-16HPA	3	41,7	6.012,0
B	Polo Mexilhão	Poço MXL-2HP	4	47,2	26.670,0
C	Polo Merluza	Poço MLZ-49.6	5	49,6	4.851,0
C		Óleo diesel marítimo	6	–	6.000,0
D	Polo Sul	Poço 7-BAN-1-SPS	7,8,9,10	34,4	88.350,0
E	Polo Pré-sal	Poço SPS - 55	11	29,5	767.100,0
E	Polo Pré-sal	Poço SPS - 55	12	28,4	1.014.840,0

\*Fonte: Relatórios internos da PETROBRAS dos testes de formação de casa poço.

Foram conduzidas simulações de vazamento de óleo no mar considerando:

- a) 03 volumes de derrame: pequeno (8 m<sup>3</sup>), médio (200 m<sup>3</sup>) e o pior caso (Tabela III-1). De modo que esta Análise seja conservadora e o mais abrangente possível, serão utilizados os volumes de pior caso encontrados;
- b) Dois períodos de simulação: janeiro a junho e julho a dezembro;
- c) Tipos de óleo com ocorrência nas 05 sub-regiões da AGBS, além de óleo diesel marítimo. As características dos óleos presentes nos Polos da AGBS, adotadas nas simulações, são apresentadas no Relatório do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a Área Geográfica Bacia de Santos (TETRA TECH, 2016).

Foram conduzidas simulações probabilísticas para determinar os contornos de probabilidade das manchas de óleo atingir a área de estudo, utilizando como critério de parada o tempo de 30 dias após o final do vazamento, ou seja, as simulações de *blowout* foram de 60 dias, enquanto as simulações de diesel marítimo e de derrames de volume médio e pequeno foram de 30 dias.

Salienta-se que, para o Polo Merluza, no qual o volume de *blowout* por 30 dias (4.851 m<sup>3</sup>) é inferior ao volume de óleo diesel marítimo estocado em uma unidade (6.000 m<sup>3</sup>), foram realizadas simulações apenas com óleo diesel marítimo no ponto de modelagem S-06.

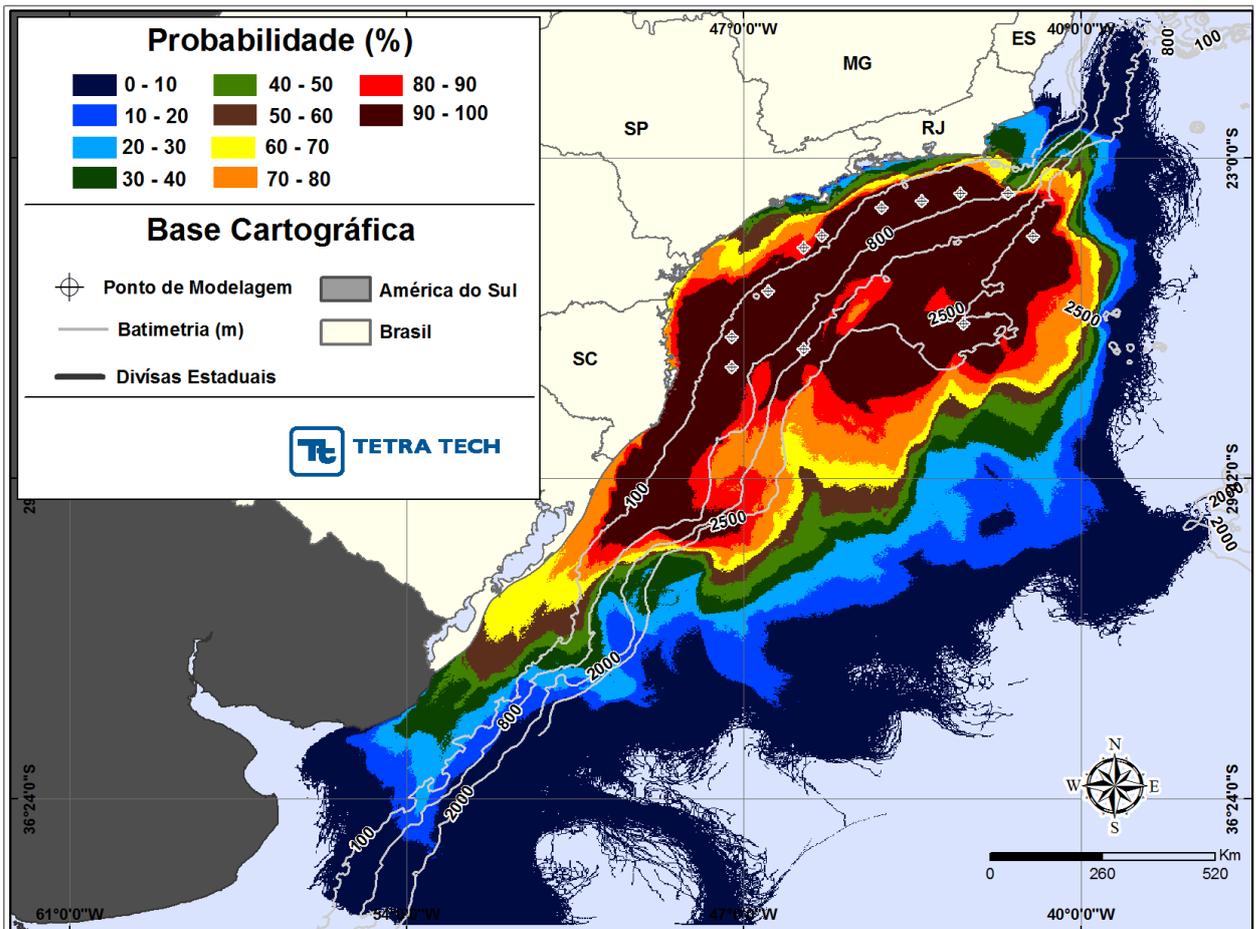
Nas simulações com volume de pior caso (*blowout*), o derrame de todo o volume foi considerado contínuo ao longo de 30 dias. Nas simulações de derramamento de óleo diesel marítimo, associadas ao afundamento da unidade de perfuração, o derrame de todo o volume foi considerado instantâneo.

A partir dos resultados das simulações probabilísticas, foram selecionados os cenários determinísticos críticos. O critério para seleção dos cenários foi o menor tempo de chegada do óleo na costa e a maior massa de óleo na costa.

É importante ressaltar que as simulações realizadas não consideraram as ações de resposta à emergência para contenção e remoção do óleo, previstas no Plano de Emergência para Vazamento de Óleo na Área Geográfica Bacia de Santos (PEVO-BS).

A partir dos resultados das simulações probabilísticas, que serão, em seguida, apresentados em mapas, são identificadas as áreas potencialmente atingidas por um incidente de pior caso durante as Atividades na AGBS.

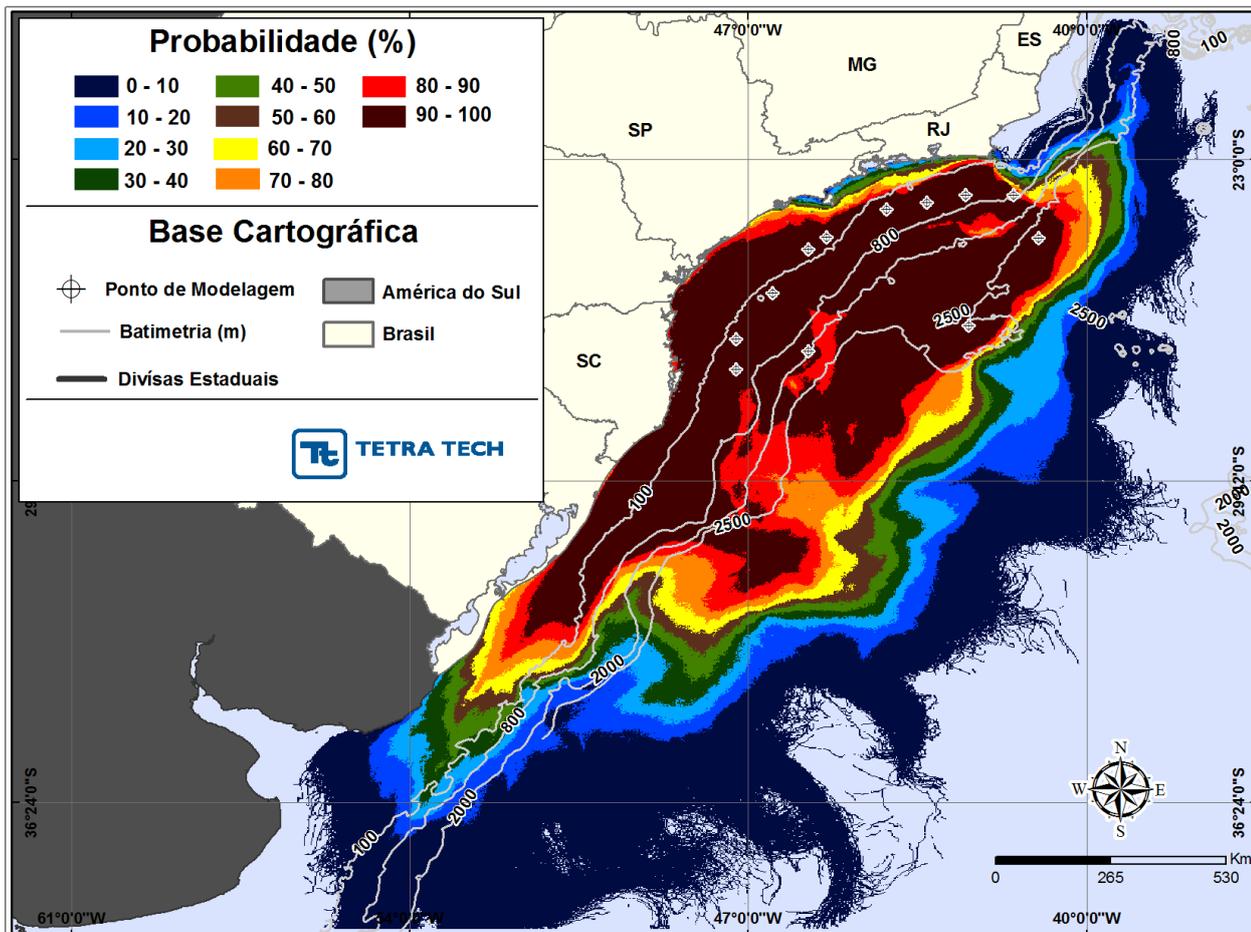
A Figura III-2 apresenta o mapa de probabilidade de presença de óleo na água, resultante das modelagens dos cenários de vazamento com os três volumes (pequeno, médio e pior caso) no período de janeiro a junho.



**Figura III-2** - Área total com probabilidade de presença de óleo na água e toque na linha de costa para a AGBS, a partir de simulações de derrame de óleo de três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de janeiro a junho. Fonte: TETRA TECH (2015).<sup>1</sup>

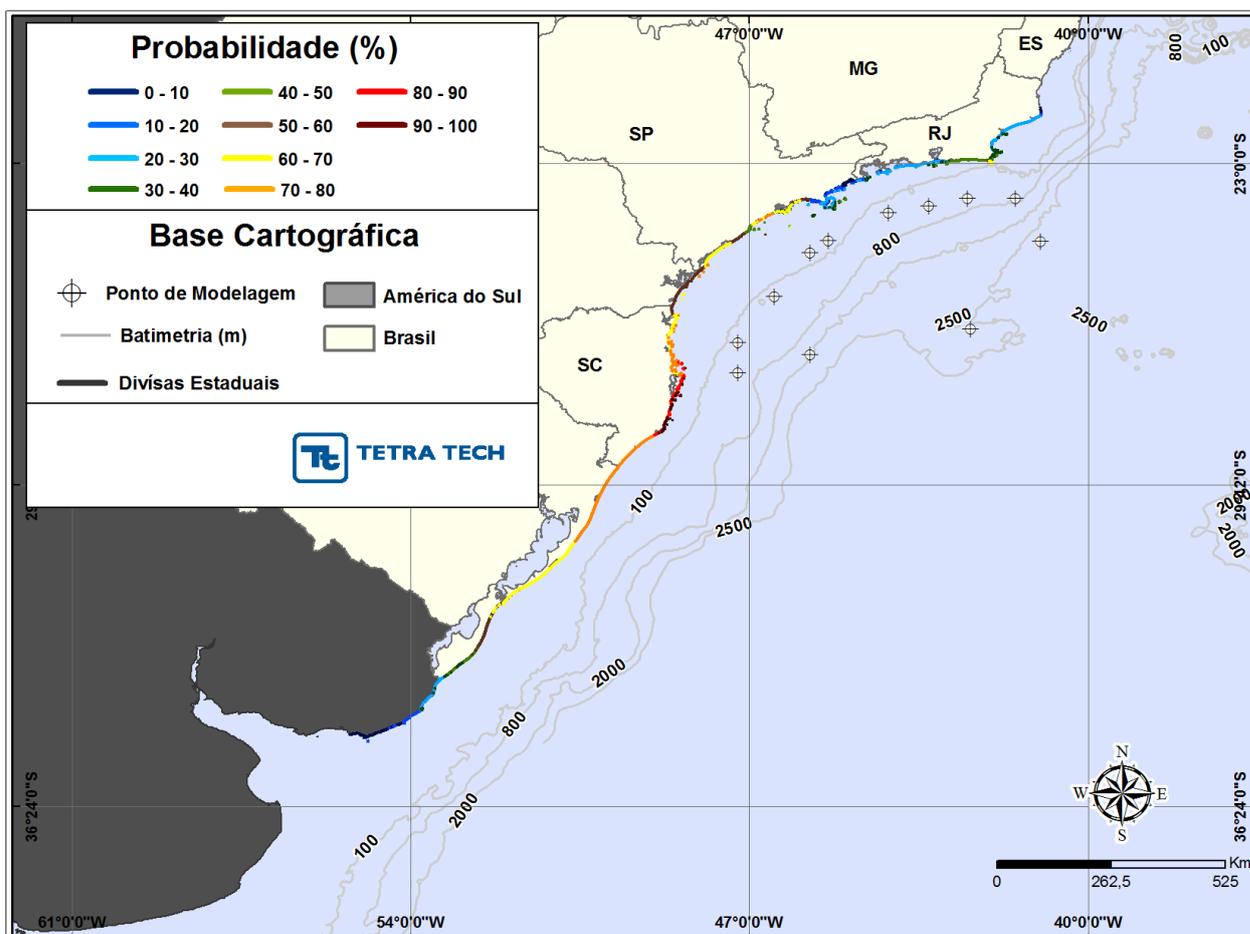
A Figura III-3 apresenta o mapa de probabilidade de presença de óleo na água e na costa, resultante das modelagens dos cenários de vazamento com os três volumes (pequeno, médio e pior caso) no período de julho a dezembro.

<sup>1</sup> Os resultados da modelagem são apresentados até o limite sul do modelo hidrodinâmico.



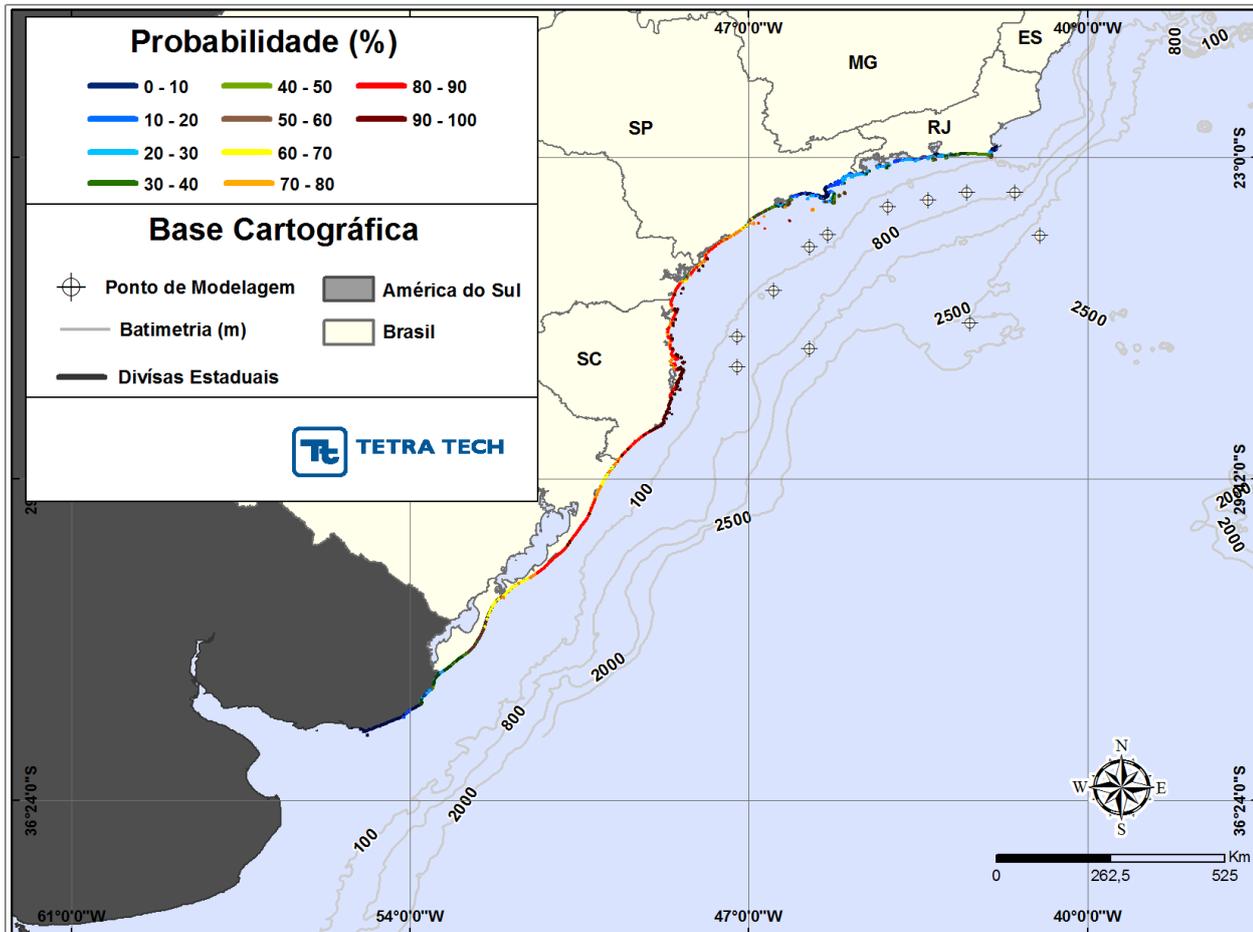
**Figura III-3** - Área total com probabilidade de presença de óleo na água e toque na linha de costa para a AGBS, a partir de simulações de derrame de óleo de três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de julho a dezembro. Fonte: TETRA TECH (2015).

A Figura III-4 apresenta a probabilidade de toque de óleo na linha de costa, resultante das modelagens dos cenários de vazamento dos três volumes (pequeno, médio e pior caso) para o primeiro período (janeiro a junho), durante as Atividades na AGBS.



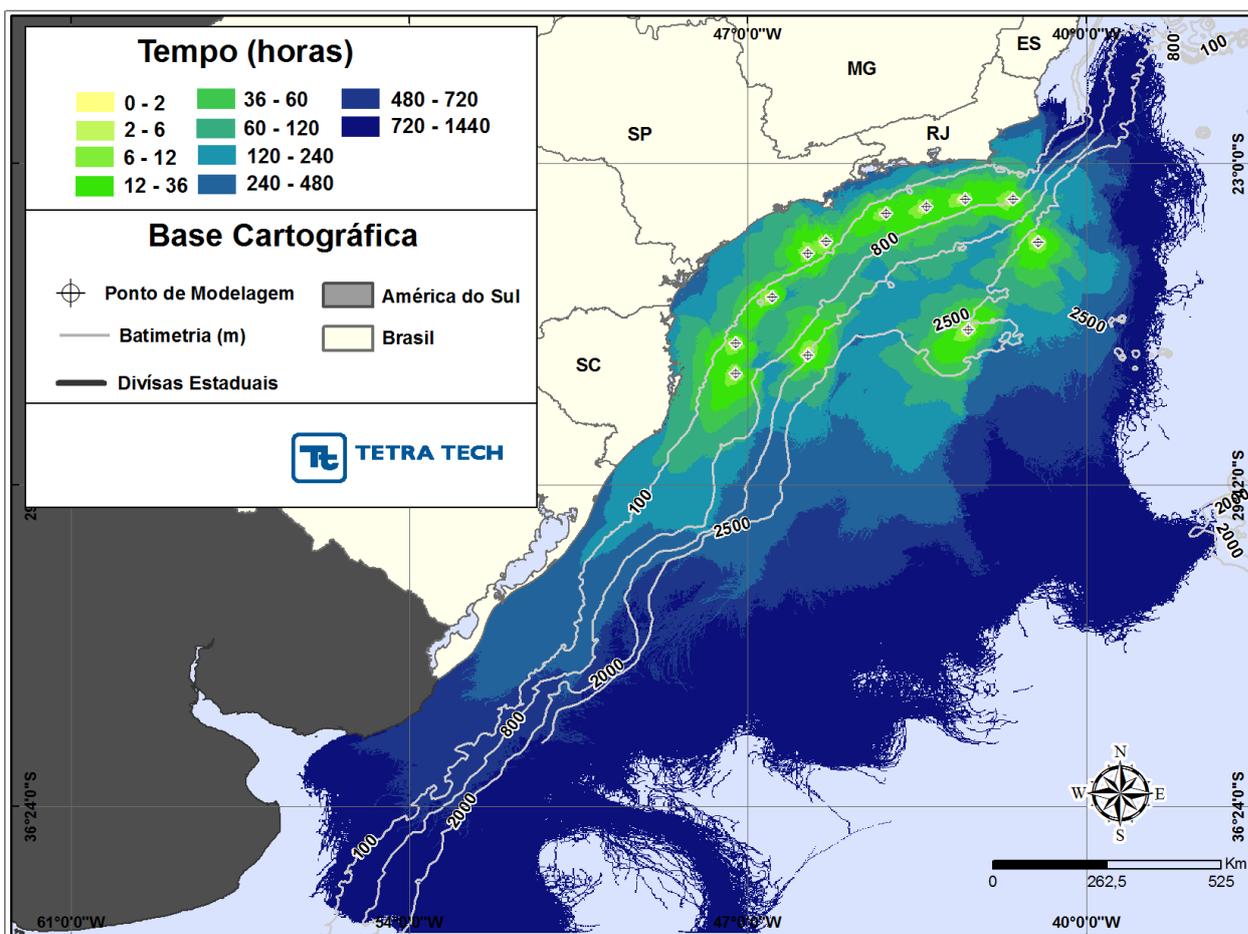
**Figura III-4** - Probabilidade de toque de óleo na linha de costa para a AGBS, a partir de simulações de derrame de óleo de três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de janeiro a junho. Fonte: TETRA TECH (2015).

A Figura III-5 apresenta a probabilidade de toque de óleo na linha de costa, resultante das modelagens dos cenários de vazamento dos três volumes (pequeno, médio e pior caso) para o segundo período (julho a dezembro).



**Figura III-5** - Probabilidade de toque de óleo na linha de costa para a AGBS, a partir de simulações de derrame dos três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de julho a dezembro. Fonte: TETRA TECH (2015).

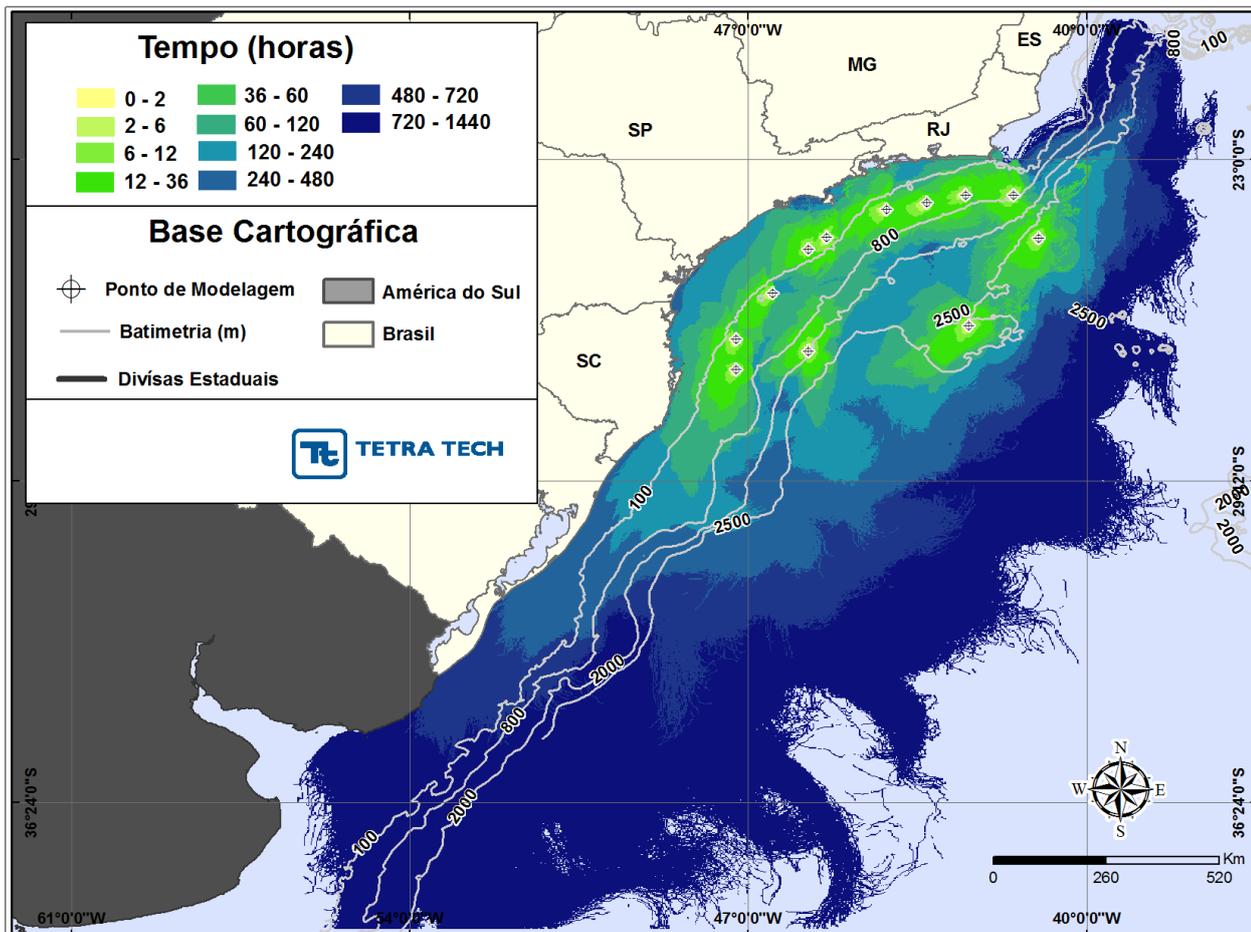
A Figura III-6 apresenta os tempos (em horas) do deslocamento de óleo na água, resultante das modelagens dos cenários de vazamento dos três volumes (pequeno, médio e pior caso) para o primeiro período simulado (janeiro a junho), durante as Atividades na AGBS.



**Figura III-6** - Tempo de deslocamento de óleo na água para a AGBS, a partir de simulações de derrame de óleo de três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de janeiro a junho. Fonte: TETRA TECH (2015).<sup>2</sup>

A Figura III-7 apresenta os tempos (em horas) do deslocamento de óleo na água, resultante das modelagens dos cenários de vazamento dos três volumes (pequeno, médio e pior caso) para o segundo período simulado (julho a dezembro), durante as Atividades na AGBS.

<sup>2</sup> Os resultados da modelagem são apresentados até o limite sul do modelo hidrodinâmico.



**Figura III-7** - Tempo de deslocamento de óleo na água para a AGBS, a partir de simulações de derrame de óleo de três volumes (pequeno, médio e pior caso) durante os meses de julho a dezembro. Fonte: TETRA TECH (2015).

Nos mapas de probabilidade de presença de óleo apresentados nota-se que, para ambos os períodos simulados, as manchas deslocaram-se para sudoeste, seguindo a orientação da Corrente do Brasil.

É possível observar também que os resultados das simulações probabilísticas realizadas para os 12 pontos de modelagem indicam algumas diferenças nas áreas com probabilidade de ocorrência de óleo na água entre os períodos de janeiro a junho e julho a dezembro.

Em relação ao toque de óleo na linha de costa, no período de janeiro a junho a extensão de costa atingida é de, aproximadamente, 3.131,8 km, abrangendo 79 municípios brasileiros entre São João da Barra (RJ) e Santa Vitória do Palmar (RS) e de 265,8 km em áreas fora da costa brasileira. A maior probabilidade de

toque de óleo na costa para os cenários de janeiro a junho foi de 99%, ocorrendo na Ilha Tacami, no Município de Imbituba, Estado de Santa Catarina.

No período de julho a dezembro, a extensão de costa atingida é de, aproximadamente, 2.862,2 km, abrangendo 73 municípios entre Armação dos Búzios (RJ) e Santa Vitória do Palmar (RS). As maiores probabilidades de toque na costa (100%) ocorreram principalmente nas ilhas do litoral de Santa Catarina.

Ressalta-se que os dados apresentados anteriormente correspondem aos resultados sobrepostos das simulações probabilísticas para os três volumes de derrame e para os 12 pontos de modelagem.

Para a análise das possíveis áreas atingidas e consequências geradas, em caso de um incidente de pior caso decorrente das Atividades na AGBS, são utilizados os Mapas de Vulnerabilidade. Esses mapas, apresentados no Anexo II.3.5.3-2 - Mapas de Vulnerabilidade deste PEVO-BS, ilustram os contornos de probabilidade de alcance do óleo gerados nas simulações probabilísticas para os dois períodos sazonais integrados, juntamente com a indicação da presença de UCs, animais marinhos, rotas de migração, etc.

Destaca-se que, em um eventual cenário real de derramamento de óleo, serão realizadas, periodicamente, modelagens de dispersão da mancha, considerando dados meteo-oceanográficos locais no momento do evento, além de sobrevoos de monitoramento. Com as informações obtidas, aliadas aos dados disponíveis sobre a localização de áreas sensíveis na área de influência das atividades, será possível elaborar a estratégia de resposta mais adequada e eficaz no que tange a proteção das áreas vulneráveis, em função do cenário real existente.

Será analisada, a seguir, a vulnerabilidade de cada um dos 06 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.

### **III.1 - 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, há probabilidade de toque de óleo na costa em 79 municípios nos cenários integrados para o primeiro período de simulação (janeiro a junho) e em 73 municípios nos cenários integrados para o segundo período de simulação (julho a dezembro). 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 a costa, os trabalhadores envolvidos nessa atividade também poderão ser impactados.

Para o período de janeiro a junho, as probabilidades de toque de óleo na costa variam de 1% (baixa) a 99% (alta) e no segundo período sazonal de 1% a 100% (alta), os moradores, turistas e trabalhadores de pesca artesanal terão diferentes vulnerabilidades, de acordo com o município em que estão inseridos. Considerando a alta sensibilidade do fator, no caso de estarem inseridos em municípios de baixa probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Já no caso de estarem inseridos em municípios com média ou alta probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta.

Os trabalhadores da atividade de pesca industrial, assim como a tripulação de outras embarcações que por ventura estejam presentes em locais com probabilidade de presença de óleo, poderão ser afetados pelos componentes voláteis do petróleo. Da mesma forma, as equipes que estiverem trabalhando nas plataformas de produção e de perfuração da AGBS também estarão vulneráveis a esse tipo de exposição. Conforme mencionado anteriormente, 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 probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. No caso de estarem inseridos em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Se estiverem atuando em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade é também alta.

Em relação aos trabalhadores das plataformas de produção e perfuração em operação na AGBS, considera-se que estão localizados em locais de alta probabilidade de presença de óleo, uma vez que um vazamento de pior caso leva em consideração um incidente envolvendo grande parte dessas unidades que estão atuando na AGBS. Com isso, a vulnerabilidade das equipes presentes nas plataformas é classificada como alta.

### **III.2 - ROTAS DE TRANSPORTE MARÍTIMO**

Para determinação da sensibilidade ambiental desse fator considera-se que caso ocorra um 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.

Além disso, a necessidade do deslocamento de material para contenção da mancha e controle do acidente acarretaria em um aumento da movimentação de embarcações de resposta a emergência e poderia interferir na rota das demais embarcações. Essas devem buscar alternativas de desvio da mancha, o que potencializaria a probabilidade de colisões entre embarcações.

Destaca-se também que o tráfego de embarcações na AGBS é intenso, uma vez que em sua área de influência encontram-se diversos portos de extrema importância, como:

Estado do Rio de Janeiro:

- Porto de Macaé (Macaé);
- Porto de Niterói (Niterói);
- Porto do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro);
- Porto de Itaguaí (Itaguaí);
- Porto de Angra dos Reis (Angra dos Reis).

Estado de São Paulo:

- Porto de São Sebastião (São Sebastião);
- Porto de Santos (Santos).

Estado do Paraná:

- Porto de Paranaguá (Paranaguá).

Estado de Santa Catarina:

- Porto de São Francisco do Sul (São Francisco do Sul);
- Porto de Itajaí (Itajaí);
- Porto de Imbituba (Imbituba).

Estado do Rio Grande do Sul:

- Porto de Rio Grande (Rio Grande).

Vale ressaltar também que atualmente o tráfego marítimo está mais intenso na região devido ao setor petrolífero estar em fase de contínuo crescimento, o que demanda significativas movimentações marítimas, como por exemplo de barcos de apoio às atividades circulando entre os portos de apoio e os empreendimentos.

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 AGBS, 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, a vulnerabilidade resultante será média. No caso de estarem inseridas em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta. Se estiverem atuando em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade será também alta.

Conforme mencionado anteriormente, no caso de um acidente de vazamento de óleo de pior caso, será necessário o deslocamento imediato de embarcações de resposta a emergência para controle do acidente, contenção e remoção de óleo, etc. Em um derramamento desse tipo, o fluxo dessas embarcações na região do entorno da fonte de vazamento irá aumentar. Em relação a esse aspecto, considera-se alta a probabilidade desse tipo de embarcação estar presente na região próxima ao acidente. Combinada com a alta sensibilidade do fator, a vulnerabilidade é classificada também como alta.

De acordo com o que foi descrito no item anterior, a atividade de pesca artesanal pode ocorrer próxima a municípios com diferentes probabilidades de toque de óleo (baixa a média no período de janeiro a junho; baixa a alta no período de julho a dezembro). 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. Já no caso de estar inserida em áreas com média probabilidade de presença de óleo, é mais provável que as embarcações de pesca artesanal precisem alterar suas rotas, com isso a vulnerabilidade resultante será alta. Se estiver atuando em áreas com alta probabilidade de presença de

óleo, haverá grande necessidade de modificações na rota e, portanto, a vulnerabilidade será também alta.

Ainda de acordo com o item anterior, a pesca industrial, por ocorrer em região oceânica a partir da isóbata de 200 m, pode estar presente em diferentes áreas das manchas de probabilidade de óleo modeladas. 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 probabilidade de presença de óleo, é mais provável que as embarcações precisem alterar suas rotas, com isso a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Se estiverem atuando em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, haverá grande necessidade de modificações na rota e, portanto, a vulnerabilidade é também alta.

### **III.3 - 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).

Sob o aspecto socioeconômico, ressalta-se a importância, em toda a faixa costeira da AGBS, desde o Rio de Janeiro até Rio Grande do Sul, das atividades de pesca artesanal, pesca industrial e turismo na geração de emprego e renda. 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), em 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 em que estão atuando.

Na área costeira da AGBS as principais áreas de interesse turístico localizadas no Estado do Rio de Janeiro são a cidade do Rio de Janeiro, a região de Angra dos Reis, cujo grande atrativo local é o conjunto de ilhas, destacando-se a Ilha Grande e a Ilha da Gipóia. O Município de Parati também se destaca, sendo considerado um importante centro histórico nacional.

No norte do litoral Paulista, destacam-se: Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, de grande relevância para as atividades aquáticas. Na porção central encontram-se Bertioga, São Vicente e Santos com praias e atividades voltadas ao ecoturismo. Outro município de destaque é Guarujá, uma das mais tradicionais áreas de turismo litorâneo paulista. No litoral sul de São Paulo destaca-se a presença da Estação Ecológica Juréia-Itatins e também municípios como Itanhaém e Peruíbe.

No Paraná as ilhas são um grande atrativo, destacando-se: Ilha do Mel, Ilha dos Valadares, Ilha das Peças, Ilha da Cotonga, Ilha das Tartarugas, Ilha dos Currais e Ilha da Galheta.

No Estado de Santa Catarina encontram-se pontos turísticos já consagrados como Florianópolis e Balneário Camboriú.

No Estado do Rio Grande do Sul destaca-se a extensão quase contínua de praias retilíneas, dunas e lagoas.

Conforme mencionado anteriormente, em um vazamento de pior caso, diversos municípios costeiros podem ser atingidos pelo óleo, com diferentes probabilidades, inclusive muitos citados acima como 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. Além disso, a pesca artesanal, por estar associada à região costeira, também poderá sofrer

interferência em um vazamento de pior caso. De acordo com o município em que estiverem atuando, a vulnerabilidade do turismo e da pesca artesanal pode variar.

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. Desta forma, pode estar inserida em áreas com diferentes probabilidades de presença de óleo.

Em um vazamento de óleo, os impactos serão a contaminação do pescado, a exclusão da navegação e da pesca nas áreas afetadas e alterações nos padrões de deslocamento da frota até os pesqueiros. Conseqüentemente, poderá ocorrer uma elevação dos custos na captura (combustível, alimentação e gelo), onerando a atividade ou impossibilitando as incursões.

No caso das atividades supracitadas ocorrerem em municípios ou áreas com baixa probabilidade de toque/presença de óleo, a vulnerabilidade será classificada como média. Considerando que estejam presentes em municípios ou áreas com média ou alta probabilidade de toque/presença de óleo, a vulnerabilidade será alta.

É importante destacar que, de acordo com o item anterior, há na área de influência da AGBS diversos portos. Esses portos também podem ser afetados, com diferentes magnitudes, dependendo do município em que está inserido e da condição sazonal, em um vazamento de pior caso, decorrente das atividades na AGBS.

### **III.4 - ÁREAS ECOLOGICAMENTE SENSÍVEIS**

Segundo a Resolução do CONAMA nº 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.

Nesse estudo, foram consideradas como áreas ecologicamente sensíveis as regiões prioritárias para a conservação identificadas na “Avaliação e identificação

de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros” (MMA, 2002).

Para determinar a sensibilidade ao óleo das áreas ecologicamente sensíveis identificadas, será utilizada a classificação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004 e 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 10 ISLs em 03 categorias (alta, média e baixa).

O Quadro III-2 ilustra a adaptação dos 10 ISLs da classificação do MMA nas 03 categorias de sensibilidade ao óleo adotadas nesta Análise de Vulnerabilidade.

Ressalta-se que este quadro é utilizado para classificação de regiões costeiras que poderiam ser atingidas em um vazamento de óleo de pior caso. Para classificar as áreas oceânicas ecologicamente sensíveis na AGBS, foi considerada a relevância ecológica, tendo em vista: (i) a ocorrência de áreas de extrema importância para conservação de mamíferos marinhos (MMA, 2002), (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. Esses fatores serão detalhados nos itens III.5 e III.6 desta seção.

Na região costeira da Área de Influência da AGBS são encontrados os seguintes ecossistemas: praias arenosas, costões rochosos, manguezais, marismas, 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 III-2 - 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).

De acordo com a “Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros” (MMA, 2002), considerando os municípios onde poderá ocorrer toque de óleo, são observadas como áreas ecologicamente sensíveis:

- **Estuários, manguezais e lagoas costeiras:** Lagoas Costeiras do Norte do Rio de Janeiro; Lagoas Costeiras do Rio de Janeiro (RJ); Baía de Guanabara (RJ); Lagoas Costeiras do Sul do Rio de Janeiro, de Jacarepaguá, Marapendi e da Tijuca (RJ); Baía de Sepetiba (RJ); Baía de Ilha Grande (RJ, SP); Baixada Santista (SP); Juréia (SP); Complexo Estuarino-Lagunar Cananéia-Iguape-Paranaguá (SP, PR); Baía de Guaratuba (PR); Barra do Rio Saí e Baía de São Francisco do Sul (PR, SC); Baía de Babitonga (SC); Estuário do Rio Itajaí (SC); Foz do Rio Tijucas (SC); Lagoa da Conceição (SC); Massiambu (SC); Complexo Estuarino de Laguna e Delta do Rio Tubarão (SC); Rio Araranguá (SC); rio Mampituba e Lagoa do Sombrio (RS e SC); Complexo Estuarino Tramandaí-Armazém (RS); Lagoa dos Patos (RS), Lagoa Mirim (RS); Banhado do Taim (RS) e Arroio Chuí (RS).

De acordo com o Quadro III-2, essas regiões apresentam uma alta sensibilidade (MMA, 2004 e MMA, SMCQ, 2007). Destaca-se que as áreas identificadas podem estar inseridas em municípios com baixa, média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa, com isso, a classificação de vulnerabilidade pode variar.

Considerando que a área identificada esteja localizada em um município com baixa probabilidade de toque de óleo, como por exemplo o município de Campos dos Goytacazes, que apresenta 22% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal, a vulnerabilidade será baixa.

Caso a área esteja localizada em um município com média probabilidade de toque de óleo, como por exemplo o município de Peruíbe (SP), que apresenta 69% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal e 67% de probabilidade no segundo período sazonal), a vulnerabilidade será alta.

Se a área estiver inserida em um município com alta probabilidade de toque de óleo (como por exemplo a região costeira do município de Florianópolis, SC, que apresenta 98% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal e 93% no segundo período sazonal), a vulnerabilidade é também alta.

- **Banhados e áreas úmidas:** Complexo Lagunar da Restinga de Jurubatiba (RJ), Região dos Lagos (RJ), Sistemas Lagunares de Maricá, Saquarema e de Araruama, incluindo os brejos adjacentes; Baixada do Ribeira (SP); Lagoa do Parado (PR); Matinhos (PR); Litoral Sul de Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul; Restinga São José (RS); Planície Costeira Interna do Rio Grande do Sul (RS); Norte da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo (RS); Restinga de Rio Grande (RS).

De acordo com o **Quadro III-2**, essas regiões apresentam uma alta sensibilidade (MMA, 2004 e MMA, SMCQ, 2007). Destaca-se que as áreas identificadas podem estar inseridas em municípios com baixa, média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa, com isso, a classificação de vulnerabilidade pode variar.

Considerando que a área identificada esteja localizada em um município com baixa probabilidade de toque de óleo (por exemplo, o Litoral Norte do Rio de Janeiro, que engloba municípios como Casimiro de Abreu e Rio das Ostras, que apresentam até 30% de probabilidade de toque de óleo em ambos os períodos simulados) a vulnerabilidade será média.

Caso a área esteja localizada em um município com média probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, alguns municípios da Região dos Lagos, como os municípios de Cabo Frio e Arraial do Cabo, no litoral Norte do RJ, que apresenta probabilidade de até 70%), a vulnerabilidade será alta.

Se a área estiver inserida em um município com média a alta probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, o município de Matinhos, PR, que apresenta 89% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal (janeiro a junho) e 58% no segundo período sazonal (julho a dezembro), a vulnerabilidade será de média a alta.

- **Praias e dunas:** De São João da Barra até Cabo Frio, inclusive praias da Baía de Guanabara (RJ); de Caraguatatuba até Ponta da Juatinga (SP, RJ); Canal de São Sebastião (SP); Praias de Guarujá a São Sebastião (SP); Praias de São Vicente a Santos (SP); Praias de Itanhaém a Praia Grande (SP); Praias de Cananéia a Peruíbe (SP), inclusive o Parque Estadual da Ilha do Cardoso e a Estação Ecológica Juréia-Itatins; Praias e Dunas Frontais entre Guaratuba e Pontal do Sul (PR); Restingas de Barra Velha e de Barra do Sul, e Praia Grande, na Ilha de São Francisco do Sul (SC); Praias Vermelha, Poá e São Roque (SC); Sistemas de Dunas Costeiras entre Santa Marta e Chuí (SC, RS); Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS); Estação Ecológica do Taim (RS); Praias Arenosas entre Santa Marta e Chuí (SC, RS).

De acordo com o Quadro III-2, essas regiões apresentam baixa a média sensibilidade (MMA, 2004 e MMA, SMCQ, 2007), conforme as características físicas da praia e dinâmica local. Destaca-se que as áreas identificadas podem estar inseridas em municípios com baixa, média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa, com isso, a classificação de vulnerabilidade pode variar.

Considerando que a área identificada esteja localizada em um município com baixa probabilidade de toque de óleo (por exemplo, as praias do município do Rio de Janeiro - RJ, que apresenta 29% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal (janeiro a junho) e 28% no segundo período sazonal (julho a dezembro), a vulnerabilidade pode ser baixa (sensibilidade baixa) ou média (sensibilidade média).

Caso a área esteja localizada em um município com média probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, as praias do município do Guarujá no litoral de SP, que apresenta 58% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal (janeiro a junho) e 67% no segundo período sazonal (julho a dezembro) a vulnerabilidade será média.

Se a área estiver inserida em um município com alta probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, as praias localizadas no município de Guaratuba - PR, que apresenta 90% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período

sazonal (janeiro a junho), a vulnerabilidade poderá ser média (sensibilidade baixa) ou alta (sensibilidade média).

- **Restingas:** Restinga de Jurubatiba (RJ); Maricá (RJ); Restinga de Jacarepaguá (RJ); Marambaia (RJ); Ilha Grande (RJ); Litoral Norte de São Paulo (SP); Bertiooga (SP); Itanhaém (SP); Juréia e Itatins (SP); Ilha Comprida (SP); Restinga da Ilha do Cardoso (SP); Guaraqueçaba e Pontal do Paraná (PR); Litoral Sul do Paraná e Norte de Santa Catarina (PR, SC); Barra Velha e São Francisco do Sul (SC); Navegantes e Penha (SC); Praias da Costa Brava e Camboriú (SC); Zimbros e Santa Luzia (SC); Nordeste da Ilha de Santa Catarina (SC); Sudeste da Ilha de Santa Catarina (SC); Guarda do Embaú (SC); Lagoas Costeiras de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul (SC, RS); Delta do Rio Camaquã (RS); Litoral Sul do Rio Grande do Sul, inclui a Estação Ecológica do Taim e áreas mais ao sul, próximo a fronteira com o Uruguai.

De acordo com o Quadro III-2, essas regiões apresentam baixa sensibilidade (MMA, 2004 e MMA, SMCQ, 2007). Destaca-se que as áreas identificadas podem estar inseridas em municípios com baixa, média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa, com isso, a classificação de vulnerabilidade pode variar.

Considerando que a área identificada esteja localizada em um município com baixa probabilidade de toque de óleo (por exemplo, a região da Restinga da Marambaia, localizada no município de Mangaratiba, RJ, que possui ISL variando de 4 a 10, apresenta 19% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal e 23% no segundo período sazonal) a vulnerabilidade será baixa a média.

Caso a área esteja localizada em um município com média probabilidade de toque de óleo (por exemplo, no litoral do RJ, na área dos municípios de Maricá e Saquarema, que apresentaram entre 45 e 50% de probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade será média.

Se a área estiver inserida em um município com alta probabilidade de toque de óleo (por exemplo, Matinhos e Guaratuba, PR, que apresentaram entre 58 e 95% de probabilidade de toque de óleo), a vulnerabilidade será média.

- **Costões Rochosos:** Arquipélago da Ilha de Sant´ana – Macaé (RJ); Região dos Lagos (RJ); Itaipuaçu, Ponta Negra, Saquarema e Ilha de Maricá (RJ); Ilhas Cagarras, Itaipu e Tijucas (RJ); Baía de Guanabara e arredores (RJ); Guaratiba, Joá, Vidigal, Arpoador e Leme (RJ); Costão da Marambaia (RJ); Ilhas da Baía da Ilha Grande (RJ); Picinguaba (SP) a Marambaia (RJ); Norte de Caraguatatuba até Picinguaba (SP); Ilhabela (SP); Boracéia e Guaecá (SP); Bertioga (SP); Ilha Monte de Trigo (SP); Laje de Santos (SP); Ilhas Queimada Grande e Pequena (SP); Norte da Praia Grande e Norte da Ilha de Santo Amaro (SP); Cibratel, Conchas e Givura (SP); Praia do Guaraú até Praia do Canto (SP); Ilha do Cardoso e Juréia (SP); Guaratuba e Ilha do Mel (PR); Bombinhas, Porto Belo, Ilha do Arvoredo e Camboriú (SC); Ilha de Santa Catarina (SC); Garopaba (SC); Laguna (SC); Torres (RS).

De acordo com o Quadro III-2, essas regiões apresentam baixa sensibilidade (MMA, 2004 e MMA, SMCQ, 2007). Destaca-se que as áreas identificadas podem estar inseridas em municípios com baixa, média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa, com isso, a classificação de vulnerabilidade pode variar.

Considerando que a área identificada esteja localizada em um município com baixa probabilidade de toque de óleo (por exemplo, Rio das Ostras - RJ, na Região dos Lagos, que apresenta 29% de probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade será baixa.

Caso a área esteja localizada em um município com média probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, a região de Ilhabela - SP, que apresenta 40% de probabilidade de toque de óleo no primeiro período sazonal e 57% no segundo período sazonal), a vulnerabilidade será média.

Se a área estiver inserida em um município com alta probabilidade de toque de óleo (como, por exemplo, Bombinhas - SC, que apresenta 100% de probabilidade de toque de óleo no período de julho a dezembro), a vulnerabilidade será também alta.

Conforme os Mapas de Vulnerabilidades apresentados no final desta seção, a maior parte da área costeira da AGBS apresenta sensibilidade baixa ( $ISL \leq 4$ ), com predomínio de ambientes como costões rochosos; praias de areia grossa;

praias intermediárias, de areia fina a média expostas e praias dissipativas, de areia fina a média abrigadas.

Apesar disso, ressalta-se que em toda a região são encontrados diversos ambientes com variados graus de sensibilidade e que, mesmo em menor quantidade, há regiões com ISL 10, como: terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas, marismas e manguezais. Tais ambientes apresentam classificação máxima seja pela riqueza e diversidade, como também pela dificuldade de limpeza e/ou recuperação do ambiente. No caso da ocorrência de um derramamento de óleo que atinja estas regiões, tais ambientes deverão ser priorizados pelo PEVO-BS.

É importante observar, ainda, que no talude da Bacia de Santos, entre as batimetrias de 550 e 1.200 m, ocorrem bancos de corais de forma expressiva (HAJDU & LOPES, 2008). As comunidades coralíneas de profundidade podem ser consideradas como chave para a manutenção da biodiversidade, pois servem como áreas de alimentação, refúgio e procriação para inúmeras espécies demersais e bentônicas (JENSEN & FREDERIKSEN, 1992 e MORTENSEN, 2001 *apud* KITAHARA *et al.*, 2009). Com isso, a sensibilidade dos bancos de corais de águas profundas é considerada alta.

Os bancos de corais podem estar inseridos em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo em caso de um vazamento de pior caso. Considerando que 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 probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passará a ser alta. Quando estão presentes em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade será também alta.

### **III.5 - COMUNIDADES BIOLÓGICAS**

As comunidades biológicas presentes tanto na região costeira quanto na região oceânica correm o risco de serem atingidas na eventual ocorrência de um acidente com derramamento de óleo proveniente das atividades na AGBS. As

principais espécies vulneráveis a um incidente desta natureza são descritos a seguir, com base no Item II.4 - Informações de Caráter Ambiental, do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado para a Atividade de Perfuração Marítima na AGBS, por cobrir a AGBS como um todo e nos Mapas de Vulnerabilidade, apresentados no Anexo II.3.5.3 – Mapas de Vulnerabilidade deste PEVO-BS.

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 organismos presentes na região costeira e oceânica da AGBS, assim como suas respectivas vulnerabilidades a um evento acidental de vazamento de óleo em cenários com os três volumes de vazamento (pequeno, médio e pior caso).

### **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 melhor adaptadas às novas condições, ou espécies que se encontravam latentes, e que se proliferam devido à falta de concorrência.

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.*, 1999). Foi observado que os organismos do nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ) são mais sensíveis que as diatomáceas cêntricas do microfitoplâncton (> 20  $\mu\text{m}$ ). Como o tempo de reprodução destas algas é muito curto (9-12 horas), os impactos nestas populações provavelmente serão efêmeros.

No caso do acidente envolvendo o navio Tsesis em 1977, 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.*).

Considerando a Bacia de Santos, destaca-se que a maior abundância de fitoplâncton localiza-se na região costeira de São Paulo, ao norte do estuário de Santos e ocorre entre o outono e a primavera (SOARES, 1983).

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 os acidentes com os navios Torrey Canyon (1967) (SMITH, 1968) e Argo Merchant (1976), por exemplo, 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).

As comunidades planctônicas presentes na área atingida pelas manchas de probabilidade de presença de óleo podem ser classificadas como de alta, média ou baixa sensibilidade, dependendo do tipo de plâncton atingido, conforme apresentado anteriormente. Além disso, as comunidades planctônicas podem estar presentes em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo.

Para o plâncton de baixa sensibilidade, caso esteja inserido em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será baixa. Considerando o que está inserido em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser média. Quando está presente em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade será média.

Para o plâncton de média sensibilidade, caso esteja inserido em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Para aquele inserido em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será também média. Quando estiver presente em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade será alta.

Para o plâncton de alta sensibilidade, caso esteja inserido em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Considerando aquele inserido em áreas com média probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Quando estiver presente em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade será também alta.

### **Bentos**

Assim como em todos os ecossistemas marinhos, os efeitos resultantes de um derramamento de óleo podem acarretar em 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).

Outra forma de impacto sobre os organismos bentônicos é através de emulsificação e adsorção pelo particulado em suspensão, e posterior sedimentação do óleo. 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, uma grande extensão da região costeira entre os estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul poderá ser atingida em caso de um vazamento de óleo na AGBS.

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 se mostra significativa, por não haver práticas eficientes de remediação (KINGSTON, 2002).

No acidente do navio Braer (1993), 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 é devida ao fato do acidente ter ocorrido 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 da área de influência da AGBS serem atingidas em um vazamento de óleo pode variar, de acordo com o município em que ocorrem. Caso estejam inseridas em um município com baixa probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade resultante será média. Se estiverem inseridas em municípios com média ou alta probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade resultante será alta.

A probabilidade das comunidades bentônicas que vivem no fundo do oceano serem atingidas pelo óleo em um vazamento de óleo 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). Para esses organismos, a vulnerabilidade a um incidente dessa natureza será média. Em relação às espécies bentônicas existentes próximas aos poços de produção ou perfuração, a vulnerabilidade será classificada como alta, uma vez que a probabilidade de presença de óleo nesses locais é também alta, no caso de um vazamento de óleo.

## **Nécton**

Durante um evento de vazamento de óleo, os organismos nectônicos em geral (peixes adultos, mamíferos e quelônios marinhos) 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 AGBS 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 janeiro a junho. 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 mortalidade 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 bentos (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 AGBS são identificadas algumas espécies de peixes

que se encontram ameaçadas e podem ser classificadas como de alta sensibilidade. Além disso, os peixes podem estar presentes em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo.

Para as espécies não ameaçadas de extinção, a sensibilidade é considerada baixa, e caso estejam inseridas em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante será também baixa. Considerando os que estão inseridos em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser 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. Considerando os que estão inseridos em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta.

Além disso, nos primeiros estágios de vida os peixes pertencem ao plâncton (ictioplâncton) e são muito suscetíveis a possíveis derrames de óleo. Assim, durante essa fase, independentemente da espécie estar ameaçada ou não, este grupo apresenta uma alta sensibilidade. Logo, a vulnerabilidade será classificada como média ou alta, assim como foi encontrada para os peixes ameaçados, conforme descrito no parágrafo anterior.

### Mamíferos Marinhos

Na AGBS, os mamíferos marinhos de maior destaque são os cetáceos. De acordo com os Mapas de Vulnerabilidade, apresentados ao final desta seção, a região atingida pelas manchas de probabilidade de óleo modeladas engloba áreas utilizadas como rotas de migração desses animais. Dentre as espécies de cetáceos, pode ser destacada a baleia-jubarte (*Megaptera novaengliae*), que utiliza a área durante seu deslocamento para regiões de reprodução no litoral norte do Brasil (Abrolhos, Bahia). Destaca-se, ainda, a baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), que também utiliza a AGBS como passagem. Entre o sul de Florianópolis (SC) e o litoral norte do Rio Grande do Sul, há a Área de

Proteção Ambiental (APA) da Baleia-Franca, importante local para a reprodução da espécie.

Ambas merecem especial atenção, uma vez que tiveram suas populações extremamente reduzidas pela caça, e a recuperação populacional, atualmente, está ameaçada pela interação com atividades humanas, em águas costeiras e oceânicas. Além dessas espécies, diversos grupos de golfinhos também utilizam as áreas oceânicas que poderão ser atingidas pelas manchas de óleo durante seus ciclos de vida.

O complexo estuarino de Babitonga (SC) representa um importante sítio para a conservação da toninha (*Pontoporia blainvillei*), espécie que também se encontra ameaçada.

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, diversas espécies de cetáceos presentes na região encontram-se ameaçadas, dentre elas, a baleia-franca-do-sul e a baleia-jubarte supracitadas. Nesse contexto, os cetáceos são classificados como de alta sensibilidade.

Em caso de um vazamento de óleo na AGBS, os cetáceos podem estar inseridos em locais com diferentes probabilidades de presença de óleo. Considerando que 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 probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Quando estão presentes em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade é também alta.

### Quelônios Marinhos

Nas áreas delimitadas pelas manchas de probabilidade de óleo modeladas podem ocorrer as 05 espécies de quelônios marinhos presentes no litoral brasileiro, destacando-se a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-

verde (*Chelonia mydas*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) (SANCHES, 1999).

Em relação aos quelônios marinhos, Hall *et al.* (1983), através de pesquisas sobre o vazamento Ixtoc I no Golfo do México (1979), observaram que a exposição destes animais 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 05 espécies de quelônios marinhos que ocorrem na região estão ameaçadas. Nesse contexto, esse grupo é classificado como de alta sensibilidade.

Conforme apresentado anteriormente, os quelônios marinhos podem estar presentes em diferentes locais das manchas de probabilidade de óleo modeladas, de acordo com a espécie e seus hábitos. Considerando que 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 probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade resultante passa a ser alta. Quando estão presentes em áreas com alta probabilidade de presença de óleo, a vulnerabilidade é também alta.

### Recursos Pesqueiros

Na AGBS 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 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 calamar-argentino (*Illex argentinus*) e moluscos, como Lula (*Loligo plei*).

Destaca-se que alguns dos recursos pesqueiros que ocorrem na AGBS encontram-se ameaçados, como: tubarão-azul, tubarão-martelo, cação-anjo e pargo-rosa (*Pagrus pagrus*) (demerso-pelágico).

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, 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 probabilidade de presença de óleo, a

vulnerabilidade resultante é também baixa. Considerando os que estão inseridos em áreas com média ou alta probabilidade de presença de óleo, 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.

Além disso, conforme descrito no item que trata de peixes desta Análise de Vulnerabilidade, nos primeiros estágios de vida, os peixes pertencem ao plâncton (ictioplâncton) e são muito suscetíveis a possíveis derrames de óleo. Desta forma, podem afetar os estoques de recursos pesqueiros da região a longo-prazo. Assim, durante essa fase, independentemente da espécie estar ameaçada ou não, este grupo apresenta uma alta sensibilidade. Logo, a vulnerabilidade será classificada como média ou alta, assim como foi encontrada para os recursos pesqueiros ameaçados, conforme descrito no parágrafo anterior.

### ***Aves Marinhas e Costeiras***

As aves marinhas 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 em perda da impermeabilidade das penas (impedindo que esta volte 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 influência da AGBS há algumas espécies de aves ameaçadas, como o albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophris*) e o trinta-réis-real (*Thalasseus maximus*). Nesse contexto, a sensibilidade desse grupo pode ser classificada como alta.

Destaca-se que as praias arenosas, ecossistema predominante no litoral sudeste-sul e que será mais atingido no caso de um vazamento de óleo na AGBS, são utilizadas pelas aves marinhas 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 na AGBS, 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, 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, Ratoles Grande, Campeche, Moleques do Sul (SC), Costa Norte do Rio Grande do Sul, Ponta sul da Barra e Arroio do Navio.

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 a áreas próximas às plataformas em operação na AGBS.

Nesse contexto, observa-se que as aves podem estar presentes em diferentes locais das machas de probabilidade de óleo modeladas. Considerando que estejam inseridas em áreas com baixa probabilidade de presença de óleo, 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.

### **III.6 - PRESENÇA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Considerando todos os municípios com probabilidade de toque de óleo na costa (79 municípios no período de janeiro a junho e 73 de julho a dezembro), de São João da Barra (RJ) a Santa Vitória do Palmar (RS), e também as regiões oceânicas, há um grande número (cerca de 143) de Unidades de Conservação (UCs) que poderão ser atingidas em um vazamento de óleo na AGBS. Dessas, 67 (47%) estão localizadas no Estado do Rio de Janeiro, 38 (26%) em São Paulo, 10 (7%) no Paraná, 22 (15%) em Santa Catarina e 6 (5%) no Rio Grande do Sul.

As UCs são áreas de extrema importância para proteção de ecossistemas e de diversas espécies de animais. Dessa forma, são consideradas áreas de alta sensibilidade. Conforme observado anteriormente, as probabilidades de toque de óleo nas UCs irão variar, de acordo com o município em que estão inseridas. Para as UCs presentes em municípios com baixa probabilidade de toque de óleo, a vulnerabilidade é classificada como média. Considerando as UCs dos municípios com probabilidade de toque de óleo acima de 30% (média e alta), a vulnerabilidade passa a ser alta.

Destacam-se os seguintes municípios com essa característica (média ou alta probabilidade de toque de óleo na costa) e com presença de UCs: Macaé, Rio das Ostras, Armação dos Búzios, Cabo Frio, Arraial do Cabo, Saquarema, Maricá, Niterói, Rio de Janeiro, Angra dos Reis, Parati (RJ), São Sebastião, Ilhabela, Bertioga, Guarujá, Santos, Praia Grande, São Vicente, Mongaguá, Itanhaém, Peruíbe, Iguape, Ilha Comprida, Cananéia (SP), Guaraqueçaba, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos, Guaratuba (PR), Itapoá, São Francisco do Sul, Balneário Barra do Sul, Navegantes, Itajaí, Balneário Camboriú, Porto Belo, Bombinhas, Governador Celso Ramos, Florianópolis e Imbituba (SC), Torres, Arroio do Sal, Capão da Canoa, Tramandaí, Cidreira, Mostardas, Tavares, São José do Norte, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar (RS).

Podem ser destacadas as UCs a seguir, presentes nos municípios supracitados: Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, APA do Arquipélago de Santana, Reserva Extrativista de Arraial do Cabo, Área de Relevante Interesse Ecológico da Baía de Guanabara, Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, Área de Relevante Interesse Ecológico da Baía de Sepetiba, Reserva Biológica da Ilha Grande, Reserva Biológica da Praia do Sul, Parque Nacional da Serra da Bocaina, Reserva Biológica Juatinga, Estação Ecológica de Tamoios (RJ), Estação Ecológica Tupinambás, Estação Ecológica Tupiniquins, Parque Estadual de Ilhabela, Estação Ecológica Juréia-Itatins, Estação Ecológica de Chauás, Áreas de Proteção Ambiental Marinhas do Litoral Norte, Centro e Sul, Parque Estadual Marinho de Laje de Santos, Área de Proteção Ambiental da Ilha Comprida (SP), Estação Ecológica da Ilha do Mel, Estação Ecológica do Guaraguaçu, Estação Ecológica de Guaraqueçaba, Parque Nacional do Superagui, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (PR), Estação Ecológica de Babitonga, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Estação Ecológica de Carijós, Reserva Biológica Praia do Rosa, Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (SC), RVS Ilha dos Lobos, PARNA da Lagoa do Peixe e Estação Ecológica do Taim (RS).

Ressalta-se que as modelagens realizadas para identificar os municípios atingidos, e conseqüentemente as UCs presentes neles, consideram 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 de forma rápida e conter e recolher o óleo que eventualmente já tenha atingido o mar. Com isso, a probabilidade do óleo atingir as UCs identificadas torna-se menor.

### **III.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No caso de um vazamento de óleo proveniente das atividades na AGBS, alguns procedimentos importantes devem ser seguidos. 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. Com isso, podem ser direcionados, a esses locais, embarcações de resposta a emergência que lancem barreiras de contenção, cujo objetivo é conter o avanço do óleo e facilitar sua retirada do mar.

É importante destacar que há uma seção deste PEVO-BS que possui os procedimentos para proteção de áreas vulneráveis. Além disso, este documento também possui informações referentes às embarcações de resposta a emergências que atuam na Bacia de Santos e que poderão ser acionados em um acidente envolvendo vazamento de óleo. São também apresentados os equipamentos e materiais utilizados na interrupção, contenção e recolhimento de óleo, assim como os utilizados para proteção e limpeza de áreas vulneráveis.

Após análise dos 06 fatores, conclui-se que em caso de vazamento de óleo de pior caso, deverão ser priorizados nas ações de contingência os trabalhadores envolvidos na(s) plataforma(s) 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, lagoas costeiras, banhados e áreas úmidas, assim como as unidades de conservação costeiras e marinhas identificadas, também deverão ter prioridade nas ações de contingência.

### **III.8 - BIBLIOGRAFIA**

IPIECA. 2000. Guia para la planificación de contingências ante derrames de hidrocarburos en agua. Serie de informes de IPIECA v.2. Disponível em <<http://www.ipieca.org>>. Acesso em agosto de 2004.

IUCN. 2010. Red List of Threatened Species. IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2.

LIVRO VERMELHO. 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção / editores Angelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. - 1.ed. - Brasília, DF : MMA; Belo Horizonte, MG : Fundação Biodiversitas, 2008. 2v. (1420 p.).

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.

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. 2004. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. DF: 22pp+Anexos.

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

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.

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

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.

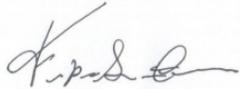
TETRA TECH, 2016. **Modelagem do Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para a Área Geográfica Bacia de Santos**. Relatório Técnico, Revisão 06 (04 de março de 2016). 452pp.

### III.9 - EQUIPE TÉCNICA

<b>Profissional</b>	Ana Carolina R. Lammardo
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafa
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	1.689 (AOCEANO)
<b>CPF</b>	216.695.528-29
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Bruno António Duarte Passa
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	000.000.000-0
<b>CPF</b>	844.997.370-87
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	p/ 

<b>Profissional</b>	Eduardo Yassuda
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Engenheiro Mecânico
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	060.184.738.5 (CREA-SP)
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	94066
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Felipe Santoro Alcantara
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Biólogo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	84404/02-D (CRBio-02)
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5306353
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Pedro Fabiano M. Sarmento
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	000.000.000-0
<b>CPF</b>	303.524.648-36
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Ricardo Ozella Busoli
<b>Empresa</b>	Tetra Tech Consultoria Ltda.
<b>Formação</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	000.000.000
<b>CPF</b>	184.317.508-80
<b>Responsável pelo(s) Capítulo(s)</b>	TODOS
<b>Assinatura</b>	



---

## **ANEXO A – MAPAS DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL**

Este anexo apresenta as cartas estratégicas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo para toda a área de abrangência de potenciais derrames de óleo a partir da Área Geográfica da Bacia de Santos.



## **ANEXO B – MAPAS DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

Este anexo apresenta as cartas estratégicas de vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo para toda a área de abrangência de potenciais derrames de óleo a partir da Área Geográfica da Bacia de Santos.