

## **ANÁLISE DE VULNERABILIDADE**

### **SISTEMA DE PRODUÇÃO E ESCOAMENTO DO CAMPO DE MEXILHÃO, BACIA DE SANTOS**

**REVISÃO 01**

**MAIO / 2014**



*Helvio P. Freyre*  
\_\_\_\_\_  
Coordenador da Equipe



*Helvio P. Freyre*  
\_\_\_\_\_  
Técnico Responsável

PBS4J\_EV01r01

**Revisão 01**  
05/2014

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>II. CENÁRIOS CONSIDERADOS.....</b>	<b>6</b>
<b>III. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS .....</b>	<b>9</b>
<b>IV. CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE DE VULNERABILIDADE .....</b>	<b>17</b>
<b>V. RESULTADOS DA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE.....</b>	<b>21</b>
<b>VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>34</b>
<b>VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura II-1</b> – Localização dos pontos de risco considerados no estudo de modelagem numérica, para os quais foram simulados potenciais vazamentos de condensado para o mar. ....	7
<b>Figura III-1</b> – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P1 (Plataforma). Painel da direita representa condição de verão e o da esquerda, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na superfície do mar de acordo com a escala graduada. ....	10
<b>Figura III-2</b> – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P2 (Duto). Painel da direita representa condição de verão e o da esquerda, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na superfície do mar de acordo com a escala graduada. ....	11
<b>Figura III-3</b> – Simulação que mostram o tempo mínimo de deslocamento das manchas de condensado para acidente de pior caso nos ponto P1. Painel da direita representa condição de verão e o da esquerda, de inverno. As cores representam o tempo mínimo de deslocamento de acordo com a escala graduada. ....	13
<b>Figura III-4</b> – Simulação que mostram o tempo mínimo de deslocamento das manchas de condensado para acidente de pior caso no ponto P2. Painel da direita representa condição de verão e o da esquerda, de inverno. As cores representam o tempo mínimo de deslocamento de acordo com a escala graduada. ....	14
<b>Figura III-5</b> – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P2 (duto). Painel da direita representa condição de verão e o da esquerda, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na costa de acordo com a escala graduada. ....	15

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro II-1 – Localização (coordenadas – SIRGAS 2000) dos pontos de risco considerados no estudo de modelagem numérica.</b>	6
<b>Quadro II-2 - Volumes de pior caso para os pontos considerados.</b>	8
<b>Quadro III-1– Simulações que apresentaram toque na costa, destacando a extensão da área afetada e tempo mínimo de toque.</b>	16
<b>Quadro III-2– Municípios que apresentaram toque na costa, destacando probabilidade, tempo mínimo de toque e máximo volume de óleo. N.A. - Não apresenta.</b>	16
<b>Quadro IV-1 - Classificação da sensibilidade ao condensado dos grupos biológicos de acordo com tempo de recuperação.</b>	19
<b>Quadro IV-2 - Critérios para a avaliação do índice de vulnerabilidade ambiental.</b>	20
<b>Quadro IV-3 - Matriz de vulnerabilidade para a sensibilidade do litoral de acordo com as classes de suscetibilidade (probabilidade de ocorrência de óleo).</b>	20
<b>Quadro V-1 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: rotas de transporte marítimo.</b>	22
<b>Quadro V-2 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: áreas de importância socioeconômicas.</b>	24
<b>Quadro V-3 - Índice de Sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos</b>	25
<b>Quadro V-4 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: áreas ecologicamente sensíveis.</b>	27
<b>Quadro V-6 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: comunidades biológicas.</b>	32

**Quadro V-7 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental:**  
*Unidades de Conservação. ....34*

## I. INTRODUÇÃO

A análise da vulnerabilidade ambiental do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão, Bacia de Santos, foi baseada nos resultados apresentados na Modelagem de Vazamentos de Condensado a partir do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão – Revisão 01 / Janeiro 2013, disponível no **Anexo 1** deste documento.

Nesta análise foram abordados os seguintes tópicos: Cenários Considerados; Resultados das Simulações Probabilísticas; Critérios para a Análise de Vulnerabilidade; Resultados da Análise de Vulnerabilidade; Considerações Finais; e Referências Bibliográficas.

## II. CENÁRIOS CONSIDERADOS

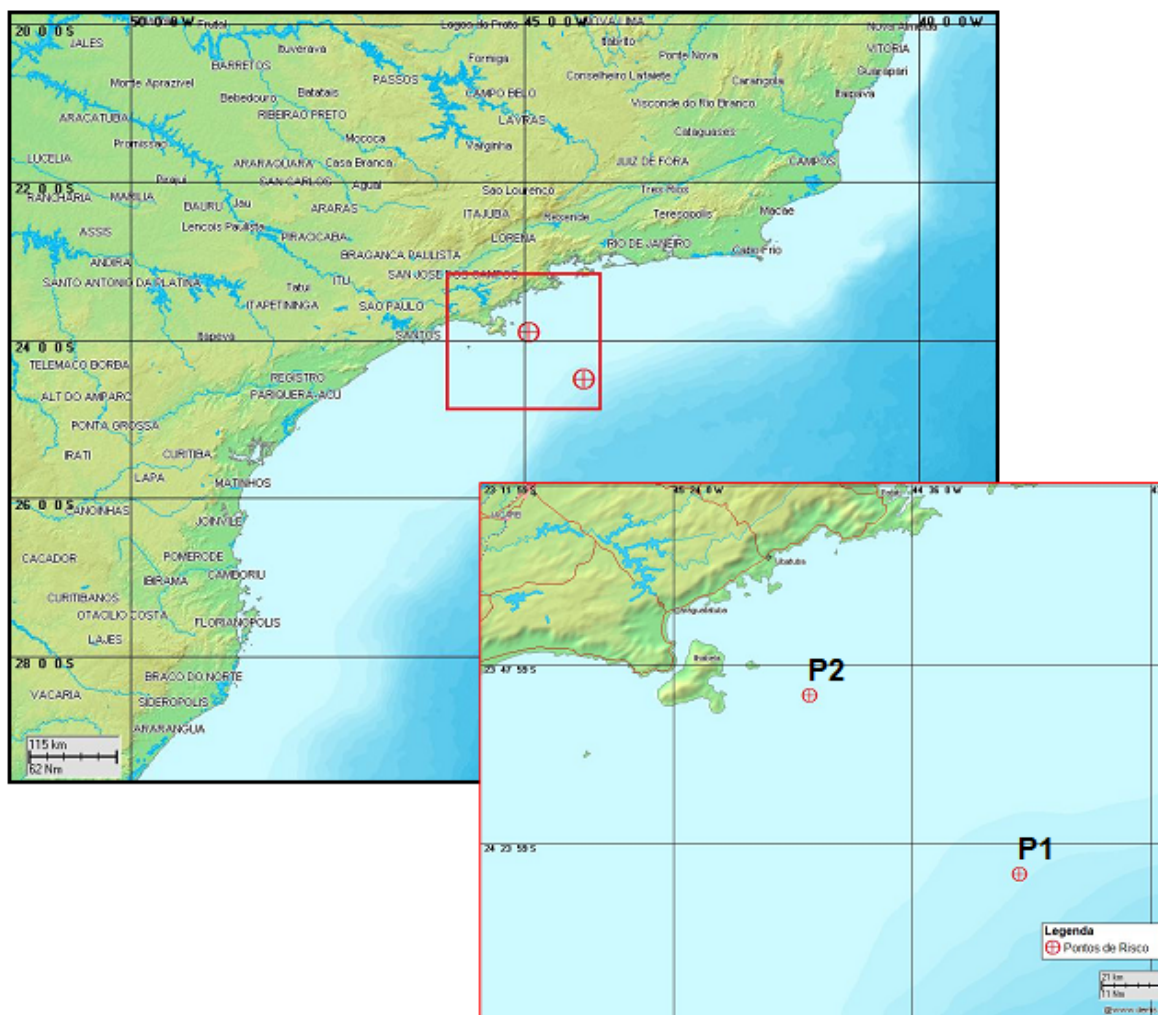
Os cenários de potenciais vazamentos de condensado simulados correspondem a três classes de derrame, estabelecidas de acordo com os critérios da Resolução CONAMA n° 398, de 11 de junho de 2008, a saber: pequeno ( $8 \text{ m}^3$ ), médio ( $200 \text{ m}^3$ ) e pior caso.

A posição geográfica dos pontos de risco foi especificada pela PETROBRAS, de modo a representar as atividades do Campo de Mexilhão. O Ponto P1 corresponde à localização da unidade de produção (plataforma). A escolha da localização do Ponto P2 (vazamento decorrente de uma eventual ruptura do duto de exportação de condensado) deve-se ao fato deste ser o ponto mais próximo da costa onde o duto estará exposto. O **Quadro II-1** lista os pontos considerados na modelagem, suas coordenadas geográficas (datum SIRGAS 2000) e a lâmina d'água local. A representação geográfica está disposta na **Figura II-1**.

**Quadro II-1** – Localização (coordenadas – SIRGAS 2000) dos pontos de risco considerados no estudo de modelagem numérica.

Pontos	Latitude	Longitude	Lâmina d'água (m)
P1	24°30'15,80"S	44°14'18,57"W	468
P2	23°54'13,78"S	44°56'37,58"W	70

Fonte: PETROBRAS e ASA (2013).



Fonte: adaptado de ASA (2013)

**Figura II-1** – Localização dos pontos de risco considerados no estudo de modelagem numérica, para os quais foram simulados potenciais vazamentos de condensado para o mar.

O volume de pior caso no Ponto P1 foi definido como o volume resultante da perda de controle de um poço (*blowout*) por 30 dias ( $17,37 \text{ m}^3/\text{h}$ ), totalizando um derrame de  $12.509 \text{ m}^3$ . Nas simulações realizadas para o Ponto P2 foi considerado o volume de pior caso de  $640 \text{ m}^3$ , sendo este volume determinado através do Simulador de Escoamento OLGA, aplicado para o Gasoduto de exportação do Sistema de Mexilhão e descrito mais detalhadamente no **Anexo 1**.

Nas simulações com volume de pior caso do ponto P1 (*blowout*), o derrame de todo o volume foi considerado contínuo ao longo de 30 dias. Enquanto que, nas simulações realizadas com os derrames: pequeno ( $8 \text{ m}^3$ ), médio ( $200 \text{ m}^3$ ), e de pior caso do ponto P2, considerou-se o vazamento do volume de condensado

instantaneamente, ou seja, no início da simulação. No **Quadro II-2** são apresentados os volumes considerados nas simulações.

**Quadro II-2 - Volumes de pior caso para os pontos considerados.**

Ponto	Volume de Pior Caso (m³)
P1	12509,0
P2	640,0

Fonte: PETROBRAS e ASA (2013)

Para contemplar as variações sazonais a qual a região de estudo está submetida, foram consideradas condições hidrodinâmicas e atmosféricas de verão e inverno.

A avaliação da vulnerabilidade foi realizada com base nas seguintes informações:

- i. Resultados obtidos a partir das simulações com o volume de pior caso, para estações de verão e de inverno, que indicam a suscetibilidade dos recursos socioambientais aos possíveis vazamentos de condensado;
- ii. Sensibilidade ambiental da área possivelmente afetada pelo potencial derramamento e em conformidade com os fatores ambientais preconizados pela Resolução CONAMA n° 398, de 11 de junho de 2008.

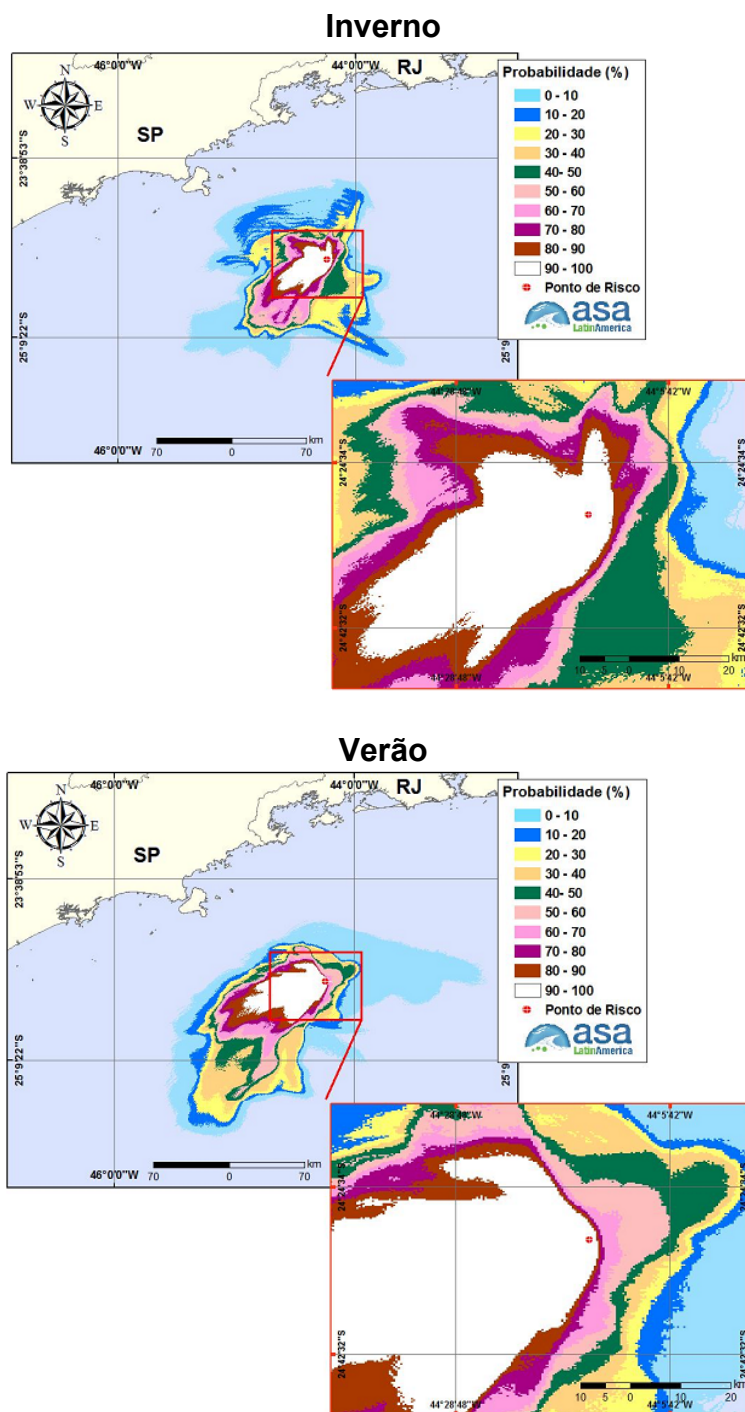
Neste contexto foi avaliada a vulnerabilidade das áreas passíveis de serem atingidas por incidentes de poluição pelo condensado

1. Pontos de captação de água;
2. Áreas residenciais, de recreação e outras concentrações humanas;
3. Rotas de transporte aquaviário
4. Áreas de importância socioeconômica;
5. Áreas ecologicamente sensíveis;
6. Comunidades biológicas e; (fauna e flora locais)
7. Presença de Unidades de Conservação.



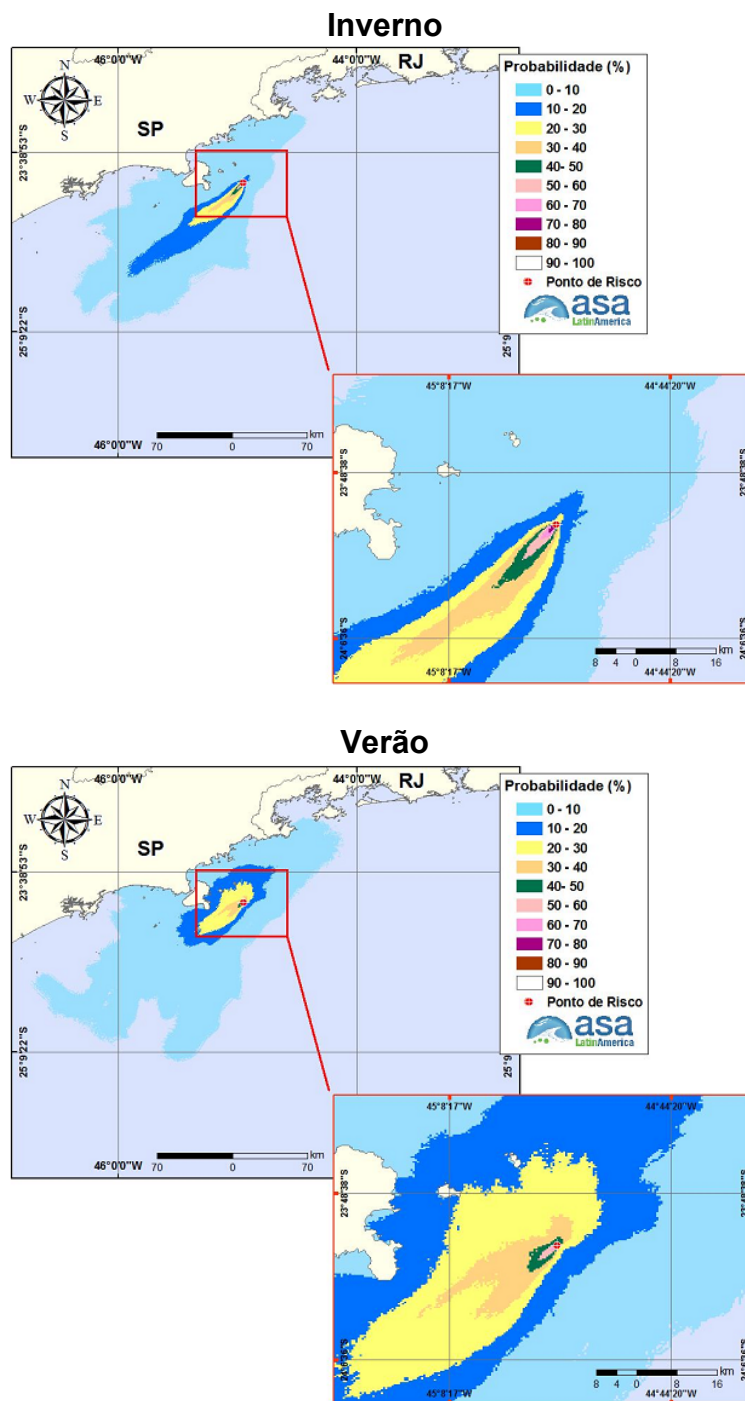
### III. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PROBABILÍSTICAS

Os principais produtos do estudo de modelagem do transporte de condensado estão relacionados à probabilidade de presença de condensado na superfície do mar, probabilidade de toque de condensado na costa e tempo de deslocamento a partir da fonte. Nesta síntese, a **Figura III-1** e a **Figura III-2** apresentam as probabilidades de presença de condensado na superfície do mar para os cenários com volume de pior caso para cada um dos 2 pontos simulados, para condições de verão e de inverno.



Fonte: ASA (2013)

**Figura III-1** – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P1 (plataforma). Painel inferior representa condição de verão e o superior, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na superfície do mar de acordo com a escala graduada.

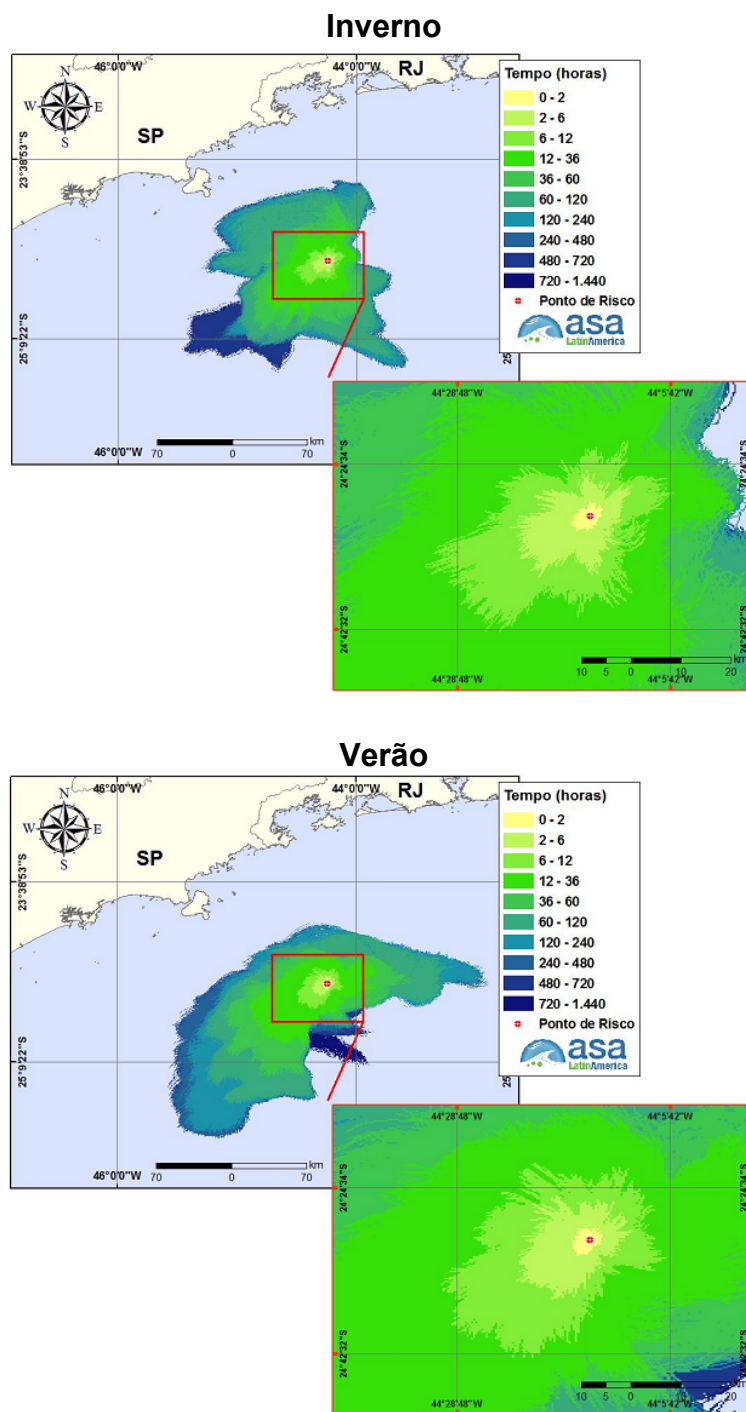


Fonte: ASA (2013)

**Figura III-2** – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P2 (duto). Painel inferior representa condição de verão e o superior, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na superfície do mar de acordo com a escala graduada.

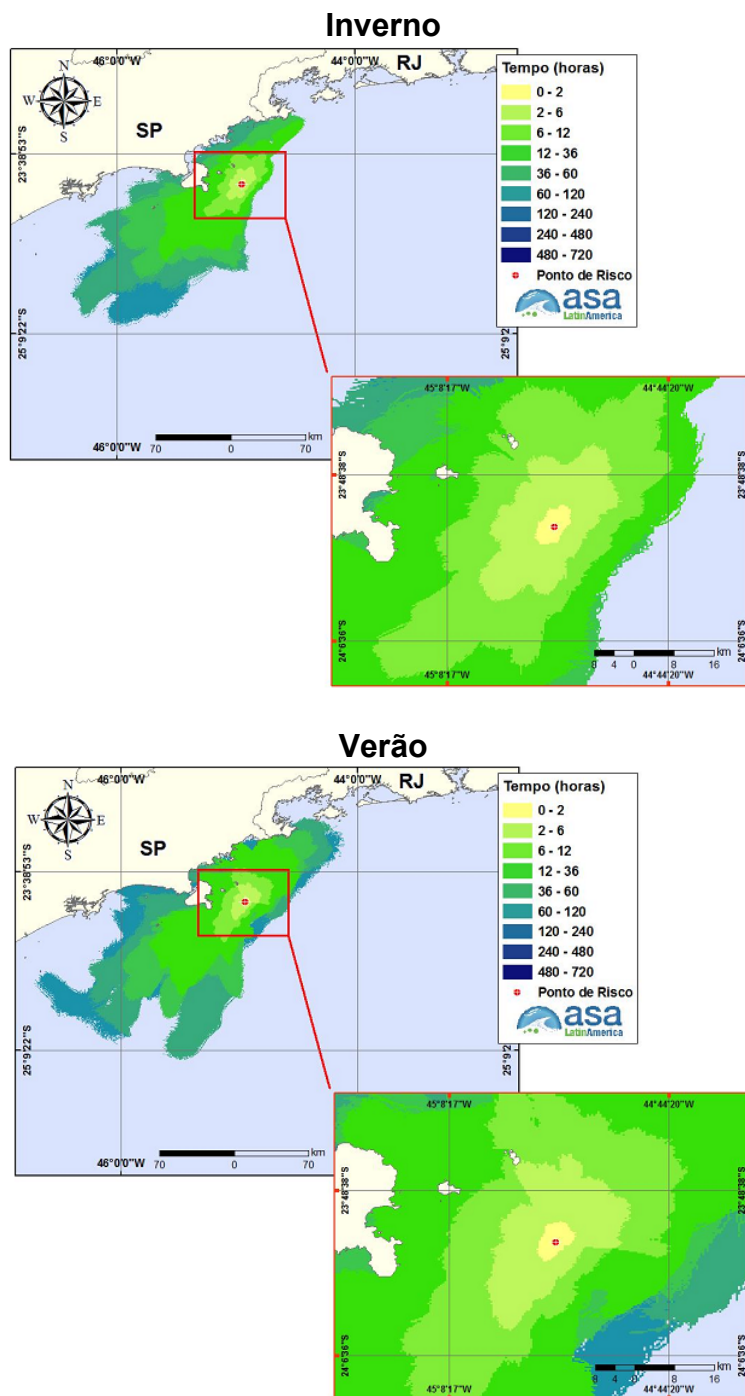
A **Figura III-3** apresenta o tempo mínimo de deslocamento das manchas de condensado para os cenários com volume de pior caso, considerando a o

ponto P1 (plataforma), enquanto a **Figura III-4** para o ponto P2 (duto). A **figura III-5** apresenta a probabilidade de toque de condensado na costa para o ponto P2 (acidentes no ponto P1 não resultam em toque na costa).



Fonte: ASA (2013)

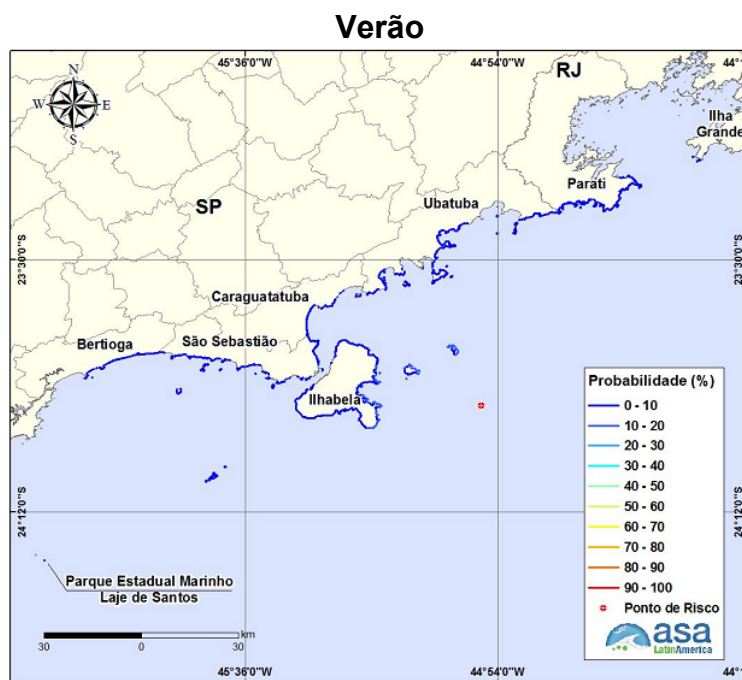
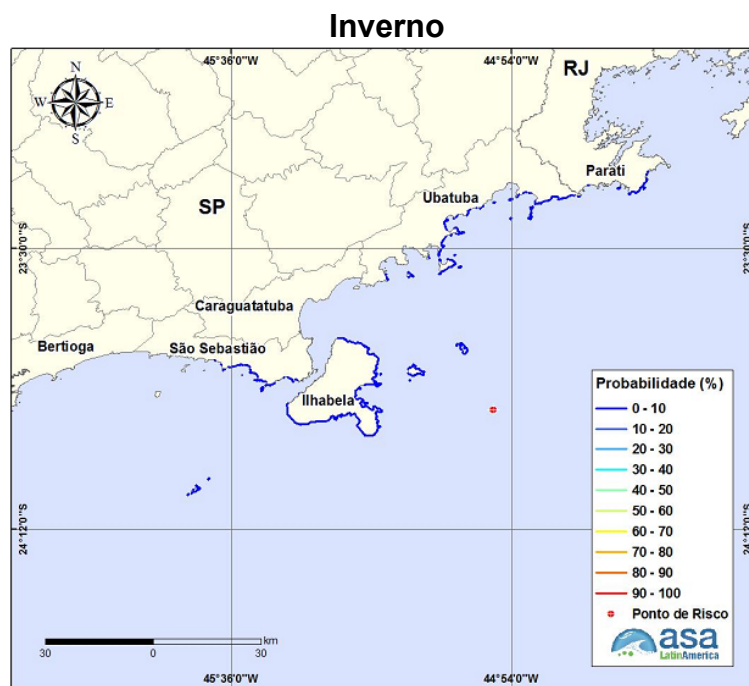
**Figura III-3** – Simulação que mostram o tempo mínimo de deslocamento das manchas de condensado para acidente de pior caso nos ponto P1 (plataforma). Painel inferior representa condição de verão e o superior, de inverno. As cores representam o tempo mínimo de deslocamento de acordo com a escala graduada.



Fonte: ASA (2013)

**Figura III-4** – Simulação que mostram o tempo mínimo de deslocamento das manchas de condensado para acidente de pior caso no ponto P2. Pannel inferior representa condição de verão e o superior, de inverno. As cores representam o tempo mínimo de deslocamento de acordo com a escala graduada.





Fonte: ASA (2013)

**Figura III-5** – Simulação probabilística para acidente de pior caso no ponto P2 (duto). Painel inferior representa condição de verão e o superior, de inverno. As cores representam a probabilidade de condensado na costa de acordo com a escala graduada.

Os resultados das simulações probabilísticas demonstraram que a condição sazonal de verão, no geral, proporciona maiores extensões de toque de condensado na costa do que no inverno (conforme figura III-4), porém ambas com probabilidade menor do que 10%.

As simulações que apresentaram toque na costa, juntamente com a extensão atingida e o tempo mínimo de ocorrência, são sumarizadas no **Quadro III-1**. O **Quadro III-2** mostra os municípios com probabilidade de toque, apresentando a probabilidade de condensado na costa, tempo mínimo de toque e máximo volume.

**Quadro III-1**– Simulações que apresentaram toque na costa, destacando a extensão da área afetada e tempo mínimo de toque.

Ponto	Volume	Estação do ano	Extensão de toque na costa (km)	Tempo mínimo de toque na costa (h)
P2	VPC	Verão	449,9	7
		Inverno	238,7	8

Fonte: ASA (2013)

**Quadro III-2**– Municípios que apresentaram toque na costa, destacando probabilidade, tempo mínimo de toque e máximo volume de óleo. N.A. - Não apresenta.

Município	Probabilidade de condensado na costa (%)		Tempo mínimo de toque na costa (h)		Máximo volume de condensado na costa (m³/m)	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Angra dos Reis (Ilha Grande)	1	N.A.	104	N.A.	0,00027	N.A.
Angra dos Reis (Ilha não identificada)	1	N.A.	105	N.A.	0,00014	N.A.
Parati	1	1	34	48	0,01854	0,00785
Parati (Ilha não identificada)	1	1	34	48	0,01803	0,00756
Ubatuba (Ilha das Couves)	1	1	26	82	0,00575	0,00575
Ubatuba (Ilha Comprida)	1	1	41	83	0,0007	0,00478
Ubatuba (Ilha não identificada)	3	1	18	91	0,03778	0,00315
Ubatuba (Ilha Anchieta)	2	1	20	99	0,0301	0,00445
Ubatuba (Ilha do Mar Virado)	1	1	27	102	0,03949	0,0018
Ubatuba	1	1	24	82	0,02915	0,00479
Caraguatatuba (Ilha Tamanduá)	1	N.A.	36	N.A.	0,00078	N.A.
Caraguatatuba	3	N.A.	42	N.A.	0,00903	N.A.



Município	Probabilidade de condensado na costa (%)		Tempo mínimo de toque na costa (h)		Máximo volume de condensado na costa (m³/m)	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Ilhabela (Ilha da Vitória)	20	3	7	8	0,09207	0,0669
Ilhabela (Ilha dos Búzios)	21	6	15	14	0,06357	0,06507
Ilhabela (Ilha Sumitica)	15	4	17	17	0,0366	0,00894
Ilhabela (Ilha não identificada)	13	2	34	33	0,02339	0,0084
Ilhabela	18	4	20	18	0,03967	0,04091
São Sebastião (Arquipélago de Alcatrazes)	3	2	35	39	0,01162	0,01687
São Sebastião (Ilha do Toque Toque)	1	1	112	84	0,00042	0,00048
São Sebastião (Ilha não identificada)	2	1	113	103	0,01398	0,00042
São Sebastião	3	1	66	85	0,00798	0,00086
Bertioga (Ilha não identificada)	1	N.A.	164	N.A.	0,00011	N.A.
Bertioga	1	N.A.	145	N.A.	0,00141	N.A.
Santos (Parque Estadual Marinho da Laje de Santos)	1	N.A.	163	N.A.	0,00011	N.A.

Fonte: ASA (2013)

#### IV. CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

Segundo a Resolução CONAMA n° 398, de 11 de junho de 2008, a análise de vulnerabilidade deve, sempre que possível, tomar como base as informações disponíveis em Cartas de Sensibilidade Ambiental para derrames de Óleo (Cartas SAO), elaboradas de acordo com especificações do Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia de Santos, 2007. Três modelos de elaboração das cartas de sensibilidade foram definidos e são utilizados, devendo, inclusive, serem consolidados de acordo com um Plano Cartográfico que define as prioridades do mapeamento de sensibilidade. São elas:

- Cartas estratégicas (de abrangência regional / bacia marítima): em escalas pequenas (1:1.000.000), devem ser utilizados em mapas de abrangência regional, para identificar uma resposta inicial a um derramamento *offshore*, possibilitando a representação de uma área que englobe as trajetórias que a mancha de óleo possa seguir;

- Cartas táticas (de escala intermediária / todo o litoral da bacia): em escala intermediária (1:100.000), podem ser utilizados em mapas do litoral da bacia em questão;
- Cartas operacionais / de detalhe (locais de alto risco / sensibilidade): em escala grande (1:10.000), devem ser utilizados em mapas de locais de alto risco/sensibilidade, resposta a derramamentos localizados ou limpeza de um local específico da costa.

Rocha (2008) afirma que “a vulnerabilidade em um ambiente está associada a dois fatores: sensibilidade e suscetibilidade” e que a “sensibilidade ambiental está relacionada ao nível de resposta de um ambiente gerado por um determinado tensor antrópico, como o vazamento de óleo ou derivado” sendo que, por outro lado, “a suscetibilidade conecta-se à probabilidade de um ambiente ser atingido por algum evento ou cenário accidental. A suscetibilidade é determinada centralmente pelas condições do ambiente, e a presença de fontes efetivas de contaminação que possam atingir a área em foco. Assim, o nível de vulnerabilidade é dado pela associação da sensibilidade com a probabilidade dos ambientes serem atingidos por um tensor antrópico”.

Assim, neste estudo serão utilizados critérios de Kaly *et al.* (1999) que classifica a vulnerabilidade em três escalas – baixa, média e alta, à partir da correlação entre outras três escalas de sensibilidade ambiental (baixa, média ou alta) e suscetibilidade (baixa, média e alta), que neste estudo está associada a probabilidade de ocorrência de condensado.

Aqui a sensibilidade do fator é definida como alta, média e baixa, utilizando-se dados de literatura nacional e internacional. Como na maioria dos casos os estudos sobre a sensibilidade dos fatores ambientais ao condensado são inexistentes, utilizamos aqui, de maneira conservativa, a sensibilidade destes fatores ao óleo.

Os fatores socioeconômicos foram identificados de acordo com a importância da atividade para a população. A sensibilidade de cada fator foi avaliada de acordo com o grau de comprometimento da atividade em caso de acidente:

- atividade totalmente paralisada: alta sensibilidade;
- atividade parcialmente paralisada: média sensibilidade;

- não alteração da atividade: baixa sensibilidade.

A sensibilidade dos grupos biológicos está diretamente relacionada ao tempo de recuperação destes perante o contato direto com o condensado. Como as referências para os tempos de recuperação destes grupos ao contato com este tipo de produto é escasso, aqui utilizamos, de maneira conservativa, dados referentes à recuperação decorrente de vazamento de óleo. Para analisar a sensibilidade de cada grupo biológico são descritas de forma resumida as características dos tempos de recuperação de cada um destes grupos, e sua classificação de acordo com o **Quadro IV-1**, considerando categorias de tempo de recuperação abaixo de 3 anos como sendo de baixa sensibilidade ao condensado, entre 3 e 10 anos média sensibilidade ao condensado e acima de 10 anos como sendo de alta sensibilidade ao condensado.

**Quadro IV-1** - Classificação da sensibilidade ao condensado dos grupos biológicos de acordo com tempo de recuperação.

Tempo de Recuperação	Sensibilidade ao condensado
< 3 anos	Baixa
3 - 10 anos	Média
> 10 anos	Alta

Desta forma, nesta análise a vulnerabilidade dos recursos sócio econômicos e grupos biológicos foi avaliada de acordo com o escalonamento em três intervalos (modificado de Kaly *et al.*, 1999): baixo, médio e alto, adotando-se, para isso, os intervalos de susceptibilidade (probabilidade de ocorrência de condensado) em 0 a 30%, 31 a 70% e 71 a 100%. Do cruzamento entre a sensibilidade e a suscetibilidade dos fatores ambientais, Kaly *et al* (1999) propõe a classificação de vulnerabilidade para os fatores analisados, conforme apresentado no **Quadro IV-2**.

**Quadro IV-2 - Critérios para a avaliação do índice de vulnerabilidade ambiental.**

CRITÉRIOS		PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE CONDENSADO		
		Baixa (0 – 30%)	Média (31 – 70%)	Alta (> 70%)
SENSIBILIDADE DO FATOR AMBIENTAL	Baixa	BAIXA	BAIXA	MÉDIA
	Média	BAIXA	MÉDIA	ALTA
	Alta	MÉDIA	ALTA	ALTA

Fonte: Modificado de Kaly et al. (1999).

A sensibilidade do litoral pode ser avaliada em mais de três níveis (não somente baixa, média e alta) de acordo com o Índice de Sensibilidade do Litoral ao óleo (ISL). Então, a vulnerabilidade também pode ser aliada em diversas classes de susceptibilidade, conforme apresentado por MMA (2002) e Silva *et al.* (2012), conforme apresentado no **Quadro IV-3**.

**Quadro IV-3 - Matriz de vulnerabilidade para a sensibilidade do litoral de acordo com as classes de suscetibilidade (probabilidade de ocorrência de óleo).**

Índice de Sensibilidade	Classes de Suscetibilidade (Probabilidade de ocorrência de óleo)									
	0 - 10%	10 - 20%	20 - 30%	30 - 40%	40 - 50%	50 - 60%	60 - 70%	70 - 80%	80 - 90%	90 - 100%
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
Legenda	Muito Baixa		Baixa		Média		Alta		Muito Alta	

Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2012)

Os Mapas de Vulnerabilidade Ambiental (**Mapas 1 a 6**), apresentados no **Anexo 2**, identificam as características consideradas na análise de

vulnerabilidade ambiental das áreas passíveis de serem atingidas, considerando os piores cenários de derramamento de condensado integrados para os pontos representativos (P1 a P2) – vazamentos de pior caso, em cenários ambientais de verão e inverno.

## V. RESULTADOS DA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

Neste capítulo estão apresentados os resultados da análise de vulnerabilidade em função das simulações probabilísticas de derramamento de condensado descritas anteriormente e da sensibilidade das áreas passíveis de serem atingidas.

### **(1) Pontos de Captação de Água**

Conforme apresentado nos **Mapas 1 a 6**, em regiões costeiras com possibilidade de toque de condensado, não são desenvolvidas atividades com captação de água. As possíveis atividades são captação de água para a geração de energia e atividades de aquicultura. O ponto de captação de água para geração de energia na região sudeste do Brasil (usinas nucleares no município de Angra dos Reis – RJ) não tem probabilidade de ser atingida em caso de eventuais acidentes com condensado oriundos desta atividade. Para a aquicultura, na região potencialmente atingida a atividade é realizada em ambiente oceânico que não requer captação de água. Assim não existe vulnerabilidade para pontos de captação de água.

### **(2) Rotas de Transporte Aquaviário**

Os principais recursos socioeconômicos são as rampas para barcos, portos, atracadouros na região, além da rota de navegação de embarcações que passam pela região. As rotas de transporte aquaviário na região potencialmente afetada são consideradas complexas, pois englobam todas as atividades de transporte marítimo na região do litoral norte de São Paulo.

Para as atividades náuticas ligadas a portos e atracadouros, na região costeira onde ocorre o toque de condensado, destaca-se o TASSE – Terminal Aquaviário de São Sebastião e o Porto de São Sebastião. Em caso de acidente em que ocorra condensado nas rotas de navegação, a atividade deverá ser parcialmente paralisada, com rotas sendo desviadas, devido às atividades de emergência (monitoramento das manchas). Assim consideramos que o desvio das rotas de navegação fazem com que a atividade seja parcialmente afetada e, de acordo com o critério utilizado para classificar a sensibilidade de fatores socioeconômicos, as rotas de navegação foram classificadas como sendo de **média sensibilidade**.

As probabilidades de toque de condensado podem ser classificadas como **alta**, **média** e **baixa**, de acordo com as probabilidades do comportamento da mancha de condensado, apresentadas nos **Mapas 1 a 6**. Assim a vulnerabilidade do fator Rota de Transporte Aquaviário é **baixa**, **média** ou **alta** de acordo com os faixas de probabilidade de toque (**Quadro V-1**).

**Quadro V-1** - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: rotas de transporte marítimo.

ROTAS DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO		Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (>70%)
Sensibilidade do fator ambiental	Média	BAIXA	MÉDIA	ALTA

### **(3) Áreas de Importância Socioeconômica**

Para este fator foram avaliadas:

- Presença de concentrações humanas: incluindo casas (residenciais/veraneio), praias, portos e atracadouros, além dos locais que desenvolvem atividades econômicas como turismo e aquicultura e as regiões urbanas dos municípios litorâneos do norte de São Paulo e sul do Rio de Janeiro;
- Pesca costeira (artesanal) e oceânica (industrial);
- Comunidades tradicionais: quilombolas e terras indígenas.

Considera-se que na ocorrência de derramamento acidental de condensado, a rotina das populações atingidas será alterada. Segundo Paladino (2000), as atividades de lazer e algumas atividades econômicas, como o turismo, deverão sofrer interferências, em função da utilização da área para a implementação das ações de combate a acidentes de derramamento de condensado. Estas atividades podem ser totalmente paralisadas.

Desta forma, por conta da possibilidade de total interrupção ou grande alteração da rotina tanto da população residente na porção do litoral atingida pela presença de condensado, as aglomerações humanas potencialmente afetadas foram classificadas, para fins desta análise, como um fator ambiental de **alta sensibilidade**.

Os **Mapas 1 a 6** mostram que estes recursos apresentam **baixa probabilidade de ocorrência de condensado** (menor que 30%). Desta maneira, de acordo com a metodologia proposta, a **vulnerabilidade** deste fator ambiental é **média**.

A ocorrência de um acidente com derramamento de condensado pode trazer consequências para as modalidades de pesca costeira e oceânica, já que a presença de condensado pode atuar diretamente sobre os estoques pesqueiros e, assim, interferir indiretamente na realização destas atividades, podendo paralisar as atividades e, assim, podem ser caracterizadas como de **alta sensibilidade ambiental**.

No primeiro caso, para a modalidade de pesca artesanal, todo o litoral regional, desde a linha de costa até a profundidade aproximada de 50 m é área desta atividade, podendo chegar a isóbata de 100 m no litoral de São Paulo e Rio de Janeiro (Instituto de Pesca, 2010). De acordo com os **Mapas 1 a 6**, ao largo do litoral do estado de São Paulo, entre tais profundidades, tanto em período de inverno quanto de verão, existe a probabilidade de presença de condensado maior que 70% e conseqüentemente uma alta probabilidade de presença de condensado. Já para a pesca industrial, que ocorre por toda a região da Bacia de Santos, está sujeita a uma **baixa, média ou alta probabilidade** de ocorrência de condensado de acordo com a área afetada.

Sobre comunidades tradicionais, na região do empreendimento existem comunidades quilombolas e terras indígenas. Estas comunidades poderiam ser



atingidas caso estivessem localizadas nas proximidades da linha de costa e sujeitas ao toque por condensado. Estas também podem ser atingidas pelo fato de se utilizarem da pesca artesanal e sendo, portanto, de **alta sensibilidade ambiental**.

Para as comunidades quilombolas diagnosticadas, a única que está na proximidade da linha de costa é a Campinho da Independência em Paraty/RJ. No local de pesca artesanal desta comunidade (assumindo a mesma área até a isóbata de 100 m no litoral do Rio de Janeiro) existe probabilidade de presença de condensado entre 30 e 70% em período de inverno, conotando uma alta vulnerabilidade.

Para terras indígenas, dentro da área de estudo foi diagnosticada a terra indígena Ribeirão Silveira em São Sebastião/Bertioga. Nesta comunidade do litoral de São Paulo foi observada uma **baixa probabilidade de toque de condensado** (menor que 30%), tanto em período de verão quanto de inverno.

Assim, o **Quadro V-2** sumariza as classificações de vulnerabilidade para as áreas de importância socioeconômicas.

**Quadro V-2** - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: áreas de importância socioeconômicas.

ÁREAS DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	SENSIB. AMBIENTAL	VULNERABILIDADE		
Presença de Concentrações Humanas	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 - 30 %)		
		MÉDIA		
Pesca Artesanal	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Alta (70 - 100 %)		
		ALTA		
Pesca Industrial	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 - 30%)	Média (30 - 70%)	Alta (70 - 100%)
		MÉDIA	ALTA	ALTA
Comunidades tradicionais – quilombolas e terras indígenas	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 - 30 %)		



ÁREAS DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	SENSIB. AMBIENTAL	VULNERABILIDADE
Presença de Concentrações Humanas	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado
		Baixa (0 - 30 %)
		MÉDIA
		MÉDIA




#### (4) Áreas Ecologicamente Sensíveis








Todo o litoral da área atingida pode ser classificado de acordo com sua sensibilidade ao óleo, ou conforme MMA (2002) índices de sensibilidade do litoral (ISL). Segundo MMA (2002) a classificação da sensibilidade ambiental da costa a derramamentos de óleo é baseada no conhecimento das características geomorfológicas das áreas do litoral, considerando os seguintes fatores:

- Grau de exposição de energia de ondas e marés;
- Declividade do litoral;
- Tipo de substrato.

Para o índice de sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos (ISL), a classificação do MMA (2002) estabelece os seguintes índices (**Quadro V-3**):

**Quadro V-3 - Índice de Sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos**

ISL	Tipo de Costa	Cor
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 "long beach") - Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos - Campos de dunas expostas	

ISL	Tipo de Costa	Cor
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praias de areia grossa</li> <li>- Praias intermediárias de areia fina a média, expostas</li> <li>- Praias de areia fina a média, abrigadas</li> </ul>	
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais</li> <li>- Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação</li> <li>- Recifes areníticos em franja</li> </ul>	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Praias de cascalho (seixos e calhaus)</li> <li>- Costa de detritos calcários</li> <li>- Depósito de tálus</li> <li>- Enrocamentos ("rip-rap", guia corrente, quebra-mar) expostos</li> <li>- Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)</li> </ul>	
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planície de maré arenosa exposta</li> <li>- Terraço de baixa-mar</li> </ul>	
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escarpa /encosta de rocha lisa, abrigada</li> <li>- Escarpa /encosta de rocha não lisa, abrigada</li> <li>- Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados</li> <li>- Enrocamentos ("rip-rap" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados</li> </ul>	
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planície de maré arenosa /lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas</li> <li>- Terraço de baixa-mar lamoso abrigado</li> <li>- Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais</li> </ul>	
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deltas e barras de rio vegetadas</li> <li>- Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas</li> <li>- Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum</li> <li>- Marismas</li> <li>- Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)</li> </ul>	

Fonte: MMA (2002).











Silva *et al.* (2012) classificaram o ISL em 10 faixas de sensibilidade que, combinados com outras 10 faixas de suscetibilidade classificam a vulnerabilidade do litoral em 5 classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Adaptado estas classes para este estudo, que considera 3 faixas de sensibilidade para todos os fatores alvo desta análise de vulnerabilidade, os ISLs 1-3 podem ser classificados como sendo de **baixa sensibilidade**, os ISLs 4-7 como sendo de **média sensibilidade** e os ISLs 8-10 de **alta sensibilidade**.

De posse das classificações da sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos e, de acordo com as probabilidades de toque na costa apresentados

nos **Mapas 1 a 6**, o litoral atingido apresenta todos os ISLs listados, com probabilidade de toque de condensado menor que 30%, resultando em **baixa probabilidade de toque de condensado**.

O **Quadro V-4** sumariza as vulnerabilidades obtidas para tais ecossistemas.

**Quadro V-4 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental:**  
*áreas ecologicamente sensíveis.*

ISL	Sensibilidade Ambiental	Probabilidade de ocorrência de condensado	Vulnerabilidade
1 	Baixa	Baixa	<b>BAIXA</b>
2 	Baixa	Baixa	<b>BAIXA</b>
3 	Baixa	Baixa	<b>BAIXA</b>
4 	Média	Baixa	<b>BAIXA</b>
5 	Média	Baixa	<b>BAIXA</b>
6 	Média	Baixa	<b>BAIXA</b>
7 	Média	Baixa	<b>BAIXA</b>
8 	Alta	Baixa	<b>MÉDIA</b>
9 	Alta	Baixa	<b>MÉDIA</b>
10 	Alta	Baixa	<b>MÉDIA</b>

#### **(5) Comunidades Biológicas**

Segundo Scholz *et al.* (2001), a sensibilidade das comunidades biológicas para derrames de óleo é extremamente variável em função dos organismos

considerados e de seus estágios de vida. As comunidades biológicas consideradas nesta análise de vulnerabilidade são:

- Plâncton;
  - Quelônios;
  - Cetáceos;
  - Aves marinhas;
  - Peixes;
  - Praias;
  - Costões rochosos;
  - Manguezais;
- 
- Plâncton

Com relação às comunidades planctônicas, estes ocorrem de forma difusa na área atingida pelas manchas de condensado, tendo portanto **probabilidade de contato do condensado** como **baixa, média e alta**, em função das faixas de probabilidade de toque.

Quanto a **sensibilidade** deste grupo, deve-se levar em conta que o plâncton apresenta uma taxa de mortalidade natural muito alta devido à sua natureza ecológica (HOWARTH, 1988), tornando-se extremamente difícil a determinação dos efeitos da poluição por óleo nestes organismos. Mas esta estratégia natural permite que este componente ambiental apresente uma grande resiliência frente a acidentes com derrames de óleo no mar (IPIECA, 2000), uma vez que a taxa de renovação das populações é alta.

Assim, devido às características ecológicas deste componente ambiental, o tempo de recuperação do plâncton, segundo a literatura, pode variar de dias (JOHANSSON *et al.*, 1980), a no máximo 1 ano, dependendo do tamanho do vazamento, da coincidência com as épocas de desova de determinadas espécies de peixes e, no caso da mancha atingir a região costeira, de características físicas das áreas afetadas. Assim, este grupo tem **baixa sensibilidade** ao condensado.

Com isto, é possível avaliar a **vulnerabilidade ambiental** dessa comunidade como sendo **baixa** ou **média**, em função das faixas de probabilidade de toque.

- Quelônios

Com relação aos quelônios, estes também ocorrem de forma difusa na área atingida pelas manchas de condensado tendo, portanto, **probabilidade de contato do condensado** como **baixa, média e alta**, em função das faixas de probabilidade de toque.

Quanto a **sensibilidade** deste grupo, é importante ressaltar que as tartarugas não evitam a região afetada por condensado, e esse comportamento é favorável para que os animais sofram algum dano (ODELL & MACMURRAY, 1986). Deve-se considerar também que, na área potencialmente atingida por um possível derrame, exclui regiões procuradas pelas tartarugas como sítios de desova.

Devido à carência de estudos específicos publicados e considerando-se sobretudo o tempo médio de recomposição da população por fêmeas que não tenham sido afetadas nas áreas de alimentação e a ponderação da eficácia de medidas de conservação que “fortaleceriam” as populações, os quelônios nesta região apresentam tempo de recuperação de 3 anos, que os classificam como sendo de **média sensibilidade ao condensado**. Este tempo pode ser considerado levando-se em conta que, de modo geral, o intervalo de remigração das fêmeas pode oscilar entre 1 e 9 anos (LIMPUS, 1993; MILLER, 1997 *apud* ICMBio, 2011), sendo o intervalo mais comum de cerca de 2-3 anos (TROËNG & CHALOUPIKA, 2007).

Assim, a **vulnerabilidade** deste grupo, dependendo das áreas de toque, pode ser **baixa, médio ou alta**.

- Cetáceos

Na área potencialmente afetada por condensado existe a ocorrência de vários grupos de cetáceos (ENGEL *et al.*, 2006), onde os de maior relevância ecológica são três espécies de misticetos: baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*), jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e franca-austral (*Eubalaena australis*); além de três espécies de odontocetos: cachalote (*Physeter macrocephalus*), boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e toninha (*Pontoporia blainvillei*). Estes grupos podem estar

presentes desde a linha de costa (botos e toninhas), até grandes profundidades (jubarte e cachalote).

Assim, neste estudo, considera-se que os cetáceos ocorrem de forma difusa na área atingida pelas manchas de condensado, tendo, portanto **probabilidade de contato do condensado** como **baixa, média e alta**, em função das faixas de probabilidade de toque.

Quanto à sensibilidade destes animais ao contato de condensado os estudos são escassos e, considerando uma probabilidade de encontro com o condensado e mortalidade para os cetáceos de apenas 0,1% (FRENCH-MACCAY, 2009) e que a maturidade sexual é alcançada aproximadamente aos 6-7 anos e estima-se que a fêmea tenha o seu primeiro filhote aos 8-9 anos. Assim, neste estudo adotou-se uma estimativa de tempo de recuperação de 10 anos para todas as espécies de cetáceos, que culmina em uma **alta sensibilidade ao condensado**.

Assim, a **vulnerabilidade** deste grupo, dependendo das áreas de toque, pode ser **média** ou **alta**.

- Aves marinhas

Define-se o grupo das aves marinhas como o das espécies que dependem do oceano para sua sobrevivência, seja para se alimentar ou reproduzir (CROXAL, 1987, SCHREIBER *et al.*, 2002).

Este grupo pode ser tratado como difuso, uma vez que as populações destas espécies ocorrem em toda a área de interesse, e mesmo com locais específicos conhecidos e específicos de ninhais e, pelas peculiaridades deste empreendimento *offshore*, as aves que estão difusas por toda a área da mancha, seja para repouso ou alimentação, estão mais vulneráveis a serem atingidas em caso de possíveis acidentes, com maiores probabilidades na área oceânica que costeira, tendo, portanto **probabilidade de contato do condensado** como **baixa, média e alta**, em função das faixas de probabilidade de toque.

O tempo de recuperação de aves marinhas petrolizadas está associado a vários fatores, tais como: época do ano, tipo e quantidade de condensado derramado, espécies atingidas, presença de áreas de reprodução, bem como também depende das ações de contingência implementadas e,

consequentemente, do sucesso da limpeza das aves. Esse tempo de recuperação tende a ser maior em eventos com severas mortalidades, como ocorreu com o Exxon Valdez e Apex Houston (KINGSTON, 2002; CARTER *et al.*, 2003), cujos inventários chegaram na casa dos milhares de indivíduos mortos.

Peterson *et al.* (2003) citam eventos de vazamentos de condensado onde espécies de aves apresentam sinais de contaminação e impactos 9 ou 10 anos após o vazamento. Assim, de forma conservativa, observa-se que 10 anos é um tempo de recuperação efetivo para aves marinhas contaminadas por vazamentos de condensado, o que culmina em uma **alta sensibilidade ao condensado**.

Assim, a **vulnerabilidade** deste grupo, dependendo das áreas de toque, pode ser **média** ou **alta**.

- Peixes

Um importante aspecto a ser considerado para se estimar os possíveis danos ambientais de um derramamento de condensado sobre a atividade pesqueira é aquele relacionado à época de reprodução dos estoques pesqueiros, uma vez que o ictioplâncton é a etapa mais vulnerável e sensível do ciclo de vida dessas populações, conforme já mencionado na descrição do plâncton. Caso um acidente com vazamento de óleo ocorra em épocas de desova, os danos para as populações pesqueiras podem ser mais intensos (IPIECA, 2000). Em ocasiões em que houve grande mortandade de larvas, o impacto não foi posteriormente detectado nas populações de adultos, possivelmente porque os sobreviventes tiveram uma vantagem competitiva (mais alimento e menor vulnerabilidade a predadores) (IPIECA, 1991).

Assim, como para o plâncton, o grupo destes organismos ocorre de forma difusa na área atingida pelas manchas de condensado, tendo, portanto **probabilidade de contato do condensado** como **baixa e alta**, em função das faixas de probabilidade de toque.

Uma vez considerada que o estágio de vida mais vulnerável desse grupo é o de ovos e larvas, a recuperação dos estoques pesqueiros após um vazamento dependerá da renovação do ictioplâncton. Assim, este grupo tem tempo de



recuperação de 1 ano, que é classificado como **baixa sensibilidade** ao condensado.

Com isto, é possível avaliar a **vulnerabilidade ambiental** dessa comunidade como sendo **baixa** ou **média**, em função das faixas de probabilidade de toque.

- Praias, costões rochosos, manguezais e marismas

Para as comunidades biológicas praias, costões rochosos e manguezais, estas foram avaliadas no item (4) áreas ecológicas sensíveis, sendo os costões com **baixa sensibilidade ao condensado**, as praias classificados como sendo de **baixa** (ISL 3) e **média** (ISLs 4 e 5) **sensibilidade** e manguezais como sendo de **alta sensibilidade**, e todos estes estando expostos a **baixa probabilidade de condensado**.

Assim, o **Quadro V-6** sintetiza as informações de vulnerabilidade das comunidades biológicas.

**Quadro V-5 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: comunidades biológicas.**

COMUNIDADES BIOLÓGICAS	SENSIB. AMBIENTAL	VULNERABILIDADE		
Plâncton	Baixa	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (70 – 100%)
		<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>
Cetáceos	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (70 – 100%)
		<b>MÉDIA</b>	<b>ALTA</b>	<b>ALTA</b>
Quelônios	Média	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (70 – 100%)
		<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>ALTA</b>
Aves Marinhas	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (70 – 100%)
		<b>MÉDIA</b>	<b>ALTA</b>	<b>ALTA</b>



COMUNIDADES BIOLÓGICAS	SENSIB. AMBIENTAL	VULNERABILIDADE		
Peixes	Baixa	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)	Média (30 – 70%)	Alta (70 – 100%)
		<b>BAIXA</b>	<b>BAIXA</b>	<b>MÉDIA</b>
Praias	Baixa (ISL 3)	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)		
		<b>BAIXA</b>		
	Média (ISLs 4 e 5)	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)		
		<b>BAIXA</b>		
Costões Rochosos	Baixa (ISLs 1 e 2)	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)		
		<b>BAIXA</b>		
Manguezais	Alta (ISL 10)	Probabilidade de ocorrência de condensado		
		Baixa (0 – 30%)		
		<b>MÉDIA</b>		

#### (6) Presença de Unidades de Conservação

Existem unidades de conservação na área potencialmente atingida pelo derrame de condensado, que estão representadas nos **Mapas de 1 a 6**, com destaque para a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, Parque Estadual da Ilha Bela e Estação Ecológica de Tupinambás. Estas áreas, que possuem importância ecológica destacada, são classificadas como sendo de **alta sensibilidade ambiental**.

Estas Unidades de Conservação apresentam probabilidade de toque inferior a 30%, possuindo assim **baixa probabilidade** de serem atingidas por condensado e considerando a sensibilidade ambiental como **alta**, a **vulnerabilidade** considerada é **média**.

O **Quadro V-7** sumariza os índices de vulnerabilidade listados.

**Quadro V-6 - Índice de vulnerabilidade ambiental para o fator ambiental: Unidades de Conservação.**

COMUNIDADES BIOLÓGICAS	SENSIB. AMBIENTAL	VULNERABILIDADE
Unidades de Conservação	Alta	Probabilidade de ocorrência de condensado
		Baixa (0 – 30%)
		<b>MÉDIA</b>

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da vulnerabilidade ambiental do derramamento acidental de condensado proveniente do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão, Bacia de Santos objetivou identificar as áreas ambientais passíveis de serem afetadas, estabelecendo-se o grau de vulnerabilidade a partir da sua sensibilidade ambiental e da probabilidade (de 0 a 100 %) de serem atingidas pelo condensado.

Considerando-se os volumes simulados (8 m<sup>3</sup>, 200 m<sup>3</sup> e volume de pior caso), a condição sazonal de verão, no geral, proporciona maiores extensões de toque de condensado na costa. Os municípios de Bertioga, São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba, Ubatuba e Paraty possuem probabilidade de toque por condensado.

A análise de vulnerabilidade foi realizada considerando-se os piores casos simulados para os fatores ambientais previstos na Resolução CONAMA 398/08. Esta análise identificou que, os fatores ambientais que possuem alta vulnerabilidade são:

- Rota de transportes marítimos;
- Pesca Artesanal;
- Pesca Industrial;
- Cetáceos;
- Aves Marinhas;
- Quelônios.

Os fatores ambientais praias e costões foram classificados como sendo de baixa vulnerabilidade e os fatores plâncton, peixes, manguezais, comunidades tradicionais, concentrações humanas e pontos de captação de água como sendo de média vulnerabilidade.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARTER, H.R., LEE, V.A., PAGE, G.W., PARKER, M.W., FORD, R.G., SWARTZMAN, G., KRESS, S.W., SISKIN, B.R., SINGER, S.W. & FRY, D.M. The 1986 Apex Houston oil spill in central California: Seabird injury assessments and litigation Process. Marine Ornithology, 31: 9-19. 2003.

CROXALL, J.P. (Ed.). Seabirds: feeding, ecology and role in marine ecosystems. Cambridge University Press. 412p. 1987.

ENGEL, M.; ROCHA-CAMPOS, C; CÉSAR, F. B.; MARINI-FILHO, O.J. 2006. Progress report on cetacean research, march 2005 to february 2006, with statistical data for the calendar season 2005/06. 58ª International Whaling Commission. 30p.

FRENCH MCCAY, D.P. "State-of-the-Art and Research Needs for Oil Spill Impact Assessment Modeling". In Proceedings of the 32nd AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response, Emergencies Science Division, Environment Canada, Ottawa, ON, Canada, pp. 601-653, 2009.

ICMBIO. 2011. Plano de ação nacional para conservação dos mamíferos aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes - Versão III. Rocha-Campos, C.C.; Câmara, I.G. et al. (Organizadores). Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 156 p.

INSTITUTO DE PESCA. 2010. Censo Estrutural da Pesca. Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira. Relatório Final (BR 050000024/10). 162 p.

JOHANSSON, S.; LARSSON, U. & BOEHM, P. 1980. The Tsesis Oil Spill Impact on the Pelagic Ecosystem. Marine Pollution Bulletin, Vol. 11, 10: 284-293.

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.

LIMPUS, C.J. (1993). The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: breeding males in the southern Great Barrier Reef. *Wildlife Research*. 20:513-523.

MILLER, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. Pages 51-81 in Musick, J.A. and P.L. Lutz (editors). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2002. *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo*.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administrations. 2002. *Environmental sensitivity index guidelines*. Version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11. 89pp.

ODELL, D. K & MACMURRA, Y. C. 1986. Behavioral response to oil. In: VARGO S., LUTZ P. L., Odell D. K., VAN VLEET T., BOSSART G. (eds) Final Report. Study of the effect of oil on marine turtles. Minerals Management Service Contract Number 14-12-0001-30063, Florida Inst. Of Oceanography, St. Petersburg, FL.

PETERSON C. H., RICE S. D., SHORT J. W., ESLER D., BODKIN J. L., BELLACHEY B. E., IRONS D. B. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science* 2003;302:2082-2086.

SCHOLZ, D. *et al.* 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.

SCHREIBER, E. A., C. J. FEARE, B. A. HARRINGTON, B. G. MURRAY, JR., W. B. ROBERTSON, JR., M. J. ROBERTSON AND G. E. WOOLFENDEN. 2002.

Sooty Tern (*Sterna fuscata*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America

SILVA, G. H., LIMA, S. O. F., ARAÚJO, S. I. e GOMES, C.C. 2012. Mapeamento da vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo em ambientes costeiros. Anais do 1º Congresso Brasileiro de avaliação de Impacto. São Paulo, SP.

TETRATECH. 2013. *Modelagem de Vazamentos de Condensado a partir do Sistema de Produção e Escoamento do Campo de Mexilhão, Bacia de Santos*. 162 p.

TROËNG S, CHALOUPKA M (2007) Variation in adult annual survival probability and remigration intervals of sea turtles. *Marine Biology* 151: 1721-1730