

Anexo 19 - Reapresentação da Análise e Gerenciamento dos Riscos Ambientais (Revisão 01)

II.8. ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS

Este capítulo apresenta a Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais da Atividade de Perfuração Marítima no Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12, da Unidade de Perfuração Marítima NS-31.

A Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais objetiva identificar os cenários acidentais e seus respectivos desdobramentos, avaliando as consequências sobre o meio ambiente e concluindo pela proposição e adoção de medidas que reduzam os riscos ambientais.

Este capítulo é composto pelos seguintes itens:

II.8.1 - Descrição das Instalações: são apresentados os principais sistemas e subsistemas de todas as instalações envolvidas;

II.8.2 - Análise Histórica de Acidentes Ambientais: é apresentado um levantamento completo de todos os acidentes ocorridos em atividades similares e/ou com o tipo de unidade em questão;

II.8.3 - Identificação dos Cenários Acidentais: são apresentados, independentemente da frequência, todos os cenários acidentais possíveis de ocorrer, e estes são avaliados quantitativamente;

II.8.4 - Avaliação das Consequências: são identificadas as áreas passíveis de serem atingidas por óleo e os componentes de valor ambiental;

II.8.5 - Cálculo dos Riscos Ambientais: o risco ambiental é apresentado por componente ambiental ameaçado;

II.8.6 - Relação Tempo de Recuperação/Tempo de Ocorrência: é apresentado o cálculo da relação entre o tempo de recuperação do componente ambiental ameaçado e o tempo de ocorrência do dano;

II.8.7 - Revisão do Estudo de Análise de Riscos: são apresentadas medidas que promovam a melhoria da segurança ambiental; e

II.8.8 - Plano de Gerenciamento de Riscos: são apresentadas e relacionadas as medidas preventivas e mitigadoras levantadas pelo Estudo de Análise de Risco.

II.8.1 Descrição das Instalações

A descrição da unidade de perfuração encontra-se no Cadastro de Unidade Marítimas de Perfuração – CADUMP (Processo IBAMA nº 02022.000675/13-59).

II.8.2 Análise Histórica de Acidentes Ambientais

O presente item contempla a Análise Histórica de Acidentes Ambientais abrangendo um levantamento completo de todos os acidentes ocorridos em unidades marítimas offshore de perfuração fixas, auto elevatórias, semissubmersíveis e navio sonda, que potencial ou efetivamente tenham causado impactos ao meio ambiente nos períodos de 1970 a 2015, em todos os países que se registraram acidentes, incluindo Golfo do México, Mar do Norte, Oceano Pacífico e Brasil.

O **Gráfico II.8.2-1** apresenta o número de plataformas offshore de perfuração e produção, por região no mundo em 2015.

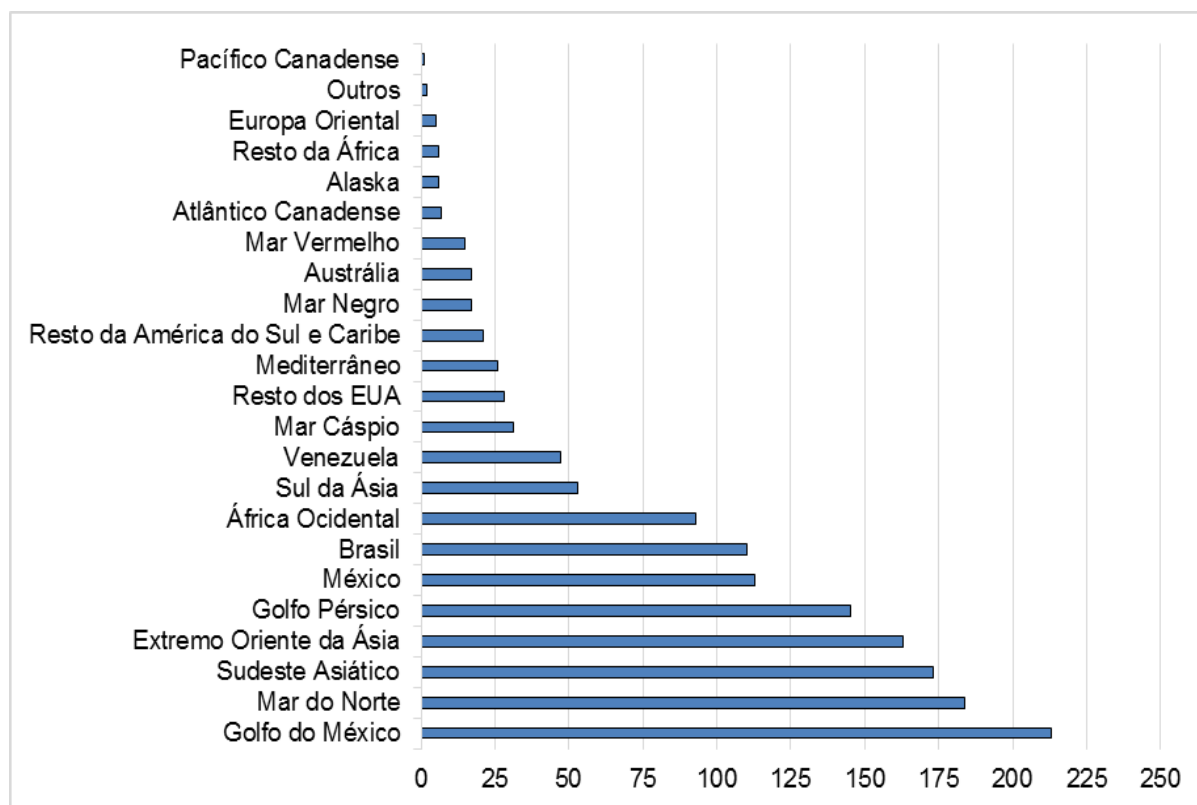


Gráfico II.8.2-1 - Distribuição do número de plataformas offshore de perfuração e produção, por região no mundo - período de 2015.

Existem 213 plataformas offshore no Golfo do México (Estados Unidos), região do mundo com maior densidade de plataformas offshore.

O Mar do Norte e Sudeste da Ásia também possuem muitas plataformas offshore, totalizando 184 e 173 plataformas, respectivamente.

As Plataformas de petróleo offshore permitem aos produtores extrair petróleo e gás natural através dos poços perfurados e podem armazenar os produtos extraídos antes de serem transportados para terra para processamento/refino e comercialização. Existem vários tipos diferentes de plataformas offshore em uso, tais como plataformas fixas ou flutuantes. A Petrobras, atualmente é a empresa que opera o maior número de plataformas flutuantes de perfuração e produção (entre próprias e afretadas) no mundo.

Globalmente, o número de plataformas offshore de petróleo deverá aumentar de 1.300 unidades em 2010 para pouco menos de 1.500 em 2017.

Para obtenção de informações sobre acidentes envolvendo óleo e gás em instalações offshore de perfuração, foram realizadas consultas a bancos de dados e relatórios internacionais. As principais fontes de informações para a Análise Histórica de Acidentes Ambientais do presente estudo foram:

- MMS 92-0058, MMS 95-0052, MMS 98-0030, MMS final de 1997, MMS 2000-021, MMS 2001-015 e MMS 2002-016, – Accidents Associated with Oil and Gas Operations.
- BOEM - Bureau of Ocean Energy Management e BSEE - Bureau of Safety and Environmental Enforcement;
- Platform Databank - Institute Français du Petrole;
- Relatório Major Oil and Energy Technology Losses – 1972 to 1990, Offshore Operations post Piper Alpha (Sedwick Offshore Resources Ltd / Noble Denton) e “As 100 Maiores Perdas” – 1974 a 2013 – 23ª edição – Grandes perdas de danos materiais na indústria de hidrocarbonetos (Relatório MARSH);
- Loss Control Newsletter (Sedwick Energy Ltd);
- WOAD - Worldwide Offshore Accident Databank – 1970 a 2015 e Acidentes durante transferência de Óleo Diesel e Produtos Líquidos;
- UK HSE - Health and Safety Executive (Reino Unido) – 1990 a 2007;
- Dados PETROBRAS de dezembro de 2015.

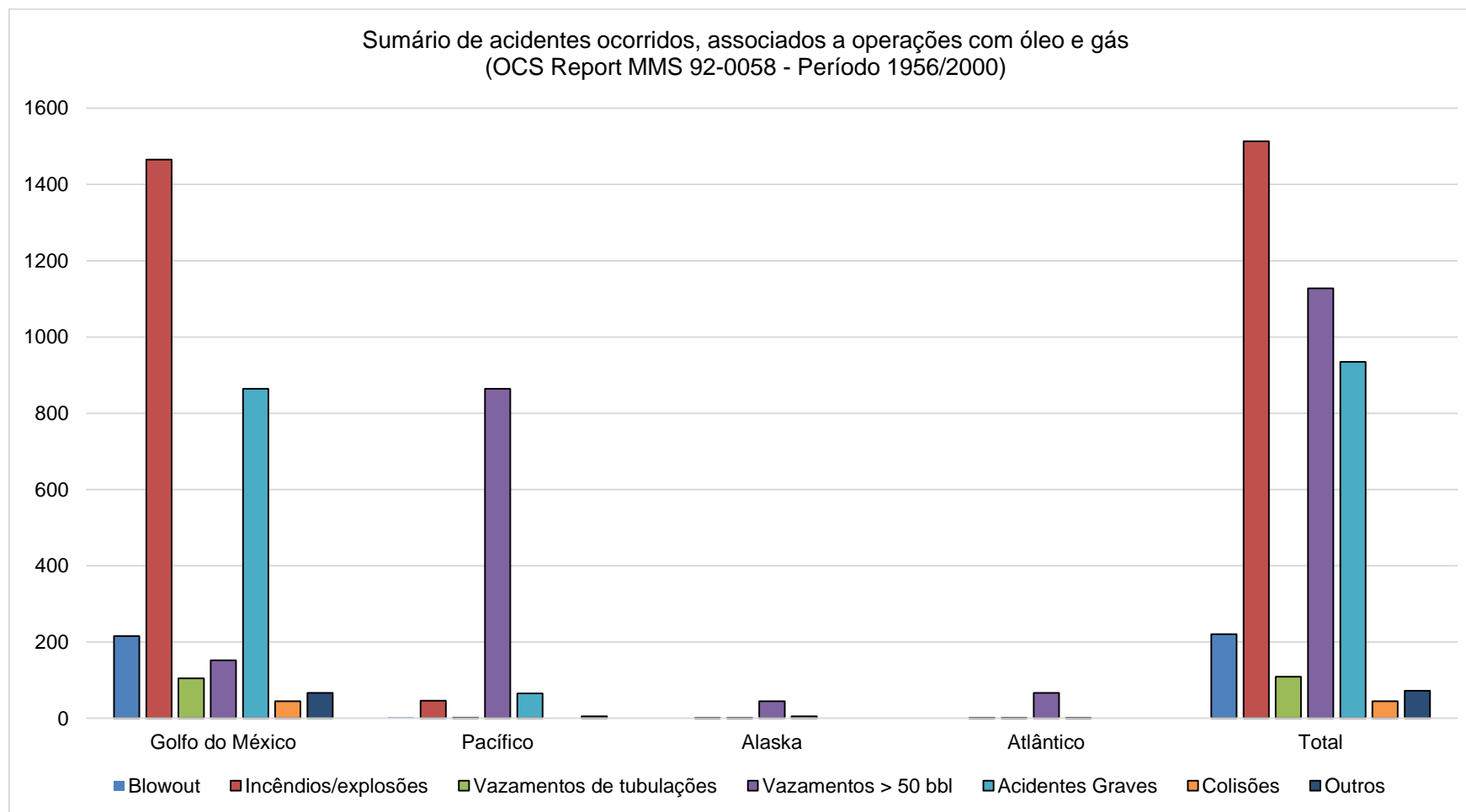
II.8.2.1. Bureau Of Ocean Energy Management (Boem) E Bureau Of Safety And Environmental Enforcement (Bsee)

O Bureau of Ocean Energy Management (BOEM) e o Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE) supervisionam a segurança e o desenvolvimento ambientalmente responsável das fontes de energia e fontes minerais da região que faz parte do Outer Continental Shelf (OCS) e publicam registros de acidentes ocorridos durante as atividades desenvolvidas em unidades offshore, relacionadas a óleo e gás, nas áreas do Golfo do México e do Pacífico. Estas agências substituíram, desde outubro de 2011, o Minerals Management Service (MMS) (Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement - BOEMRE), que era parte do Departamento do Interior do Governo dos EUA (DOI).

Relatórios, ainda publicados pelo Departamento do Interior do governo dos EUA, que analisam acidentes registrados na jurisdição do Minerals Management Service (MMS), apresentam dados das áreas do Golfo do México, do Pacífico, do Alasca e do Atlântico, abrangendo o período de 1956 a 1990 (MMS 92-0058). Os acidentes são relatados individualmente, contendo causa, duração e danos decorrentes, estes últimos divididos em feridos, mortos e danos materiais (em dólares americanos). Entre 1990 a 2000 foram apresentados dados apenas para o Golfo do México e Pacífico (MMS 92-0052 entre os anos de 1991 a 1994; MMS 98-0030 entre os anos de 1995 e 1996; MMS Final do ano 1997; MMS 2000-021 do ano 1998; MMS 2001-015 do ano 1999 e MMS 2002-016 do ano 2000). Os acidentes são relacionados pelo local de ocorrência e pelo tipo de acidente - blowout, incêndios e explosões, vazamentos superiores a 50 barris e ruptura de linhas.

Dentro das áreas relacionadas, vê-se pelo **Gráfico II.8.2.1-1**, que quase todos os casos de acidentes registrados ocorreram na região do Golfo do México, o que faz com que a análise concentrada nessa região se torne extremamente significativa e representativa. Este fato é facilmente explicável pela grande concentração de plataformas neste local. Nesta figura destaca-se ainda, a predominância dos acidentes relativos a incêndios e explosões sobre os demais e

a maior parte dos resultados obtidos mostra uma tendência decrescente da ocorrência dos acidentes analisados, à exceção da ocorrência de rupturas e falhas de tubulações, cuja tendência é crescente, embora o número de dados analisados relativos a esse tipo de acidente seja pequeno. De qualquer forma, deve-se levar em consideração o fato de que com o passar do tempo, as tubulações podem se tornar mais susceptíveis a falhas por fadiga e/ ou corrosão, além do fato de aumentar o número de linhas submersas.



Fonte: OCS Report MMS –entre os anos 1956 a 2000

Gráfico II.8.2.1-1 - Distribuição dos tipos de acidentes por região coberta pelo Relatório MMS 92-0058.

O **Quadro II.8.2.1-1** mostra o total de incidentes ocorridos no OCS, unindo-se as regiões do Golfo do México e Pacífico, no período de 1980 a 2014. A união das regiões se deu pelo fato de que a diferença é praticamente nula, comparando a região do Golfo do México com o Pacífico. Deve-se tomar atenção com relação às colisões, que passaram a ser contabilizadas somente a partir de 1995. O **Gráfico II.8.2.1-2** representa os percentuais dos tipos de acidentes considerando o mesmo período. Destacam-se os acidentes graves com 39%, fogo/ explosão com 28% e outros tipos de acidentes com 25%; colisões, vazamentos e blowouts tiveram pouca representatividade no período analisado.

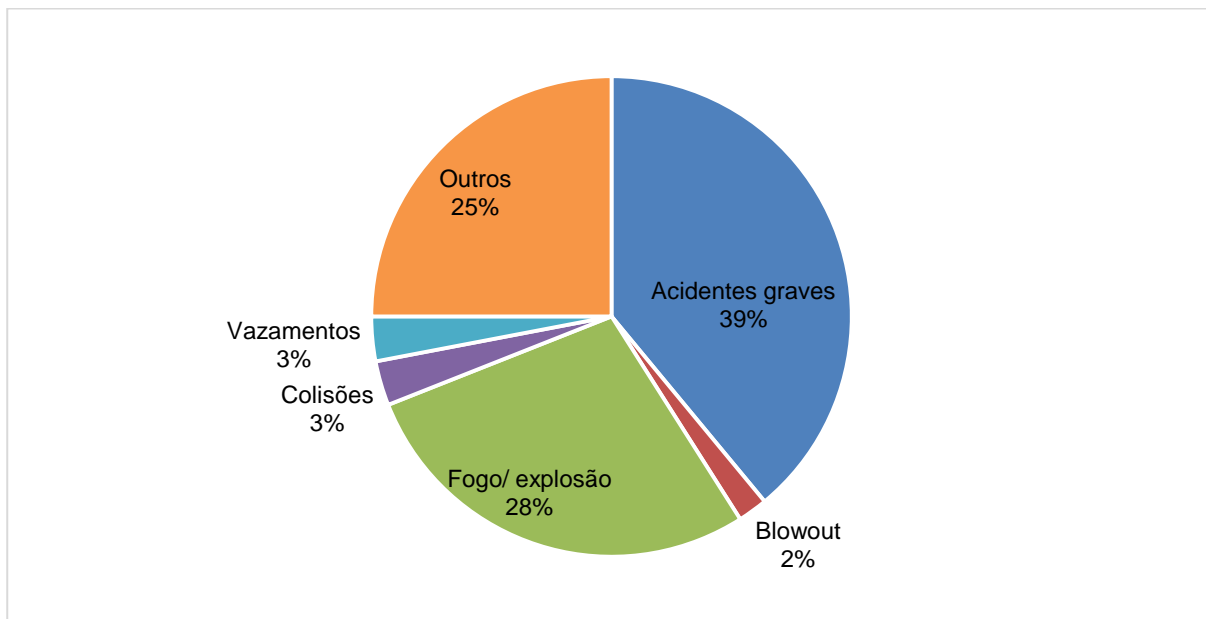
Quadro II.8.2.1-1 - Número de incidentes ocorridos no OCS, de 1980 a 2014

Ano	Incidentes					
	Acidentes graves	Blowout	Incêndio/ Explosão	Colisões	Vazamentos > 50 bbl	Outros
1980	20	8	53	0	9	1
1981	22	10	58	0	6	2
1982	34	9	68	0	3	0
1983	23	14	77	0	9	1
1984	29	5	75	0	2	0
1985	36	6	67	0	9	2
1986	11	2	45	0	3	1
1987	10	8	38	0	1	0
1988	5	3	30	0	4	1
1989	5	13	18	0	1	0
1990	13	7	18	0	4	4
1991	25	6	22	0	2	7
1992	20	1	15	0	3	6
1993	16	2	27	0	1	12
1994	20	0	17	0	5	10
1995	35	1	42	6	4	5
1996	69	4	93	5	4	6
1997	69	5	135	10	3	21
1998	83	7	93	5	9	3
1999	52	5	80	10	5	1
2000	69	9	105	9	7	35
2001	64	10	91	18	9	0
2002	59	6	96	12	12	0
2003	54	5	110	18	12	18
2004	65	5	76	22	22	0
2005	59	4	84	20	49	37
2006	363	2	139	27	14	229
2007	445	7	118	21	4	295
2008	343	8	151	22	33	277
2009	305	6	145	29	11	300
2010	297	4	130	8	5	148
2011	234	3	105	14	3	165

Quadro II.8.2.1-1 (conclusão)

Ano	Incidentes					
	Acidentes graves	Blowout	Incêndio/ Explosão	Colisões	Vazamentos > 50 bbl	Outros
2012	291	4	140	10	8	247
2013	271	8	111	23	6	286
2014	278	7	121	12	8	286
Total	3794	204	2793	301	290	2406

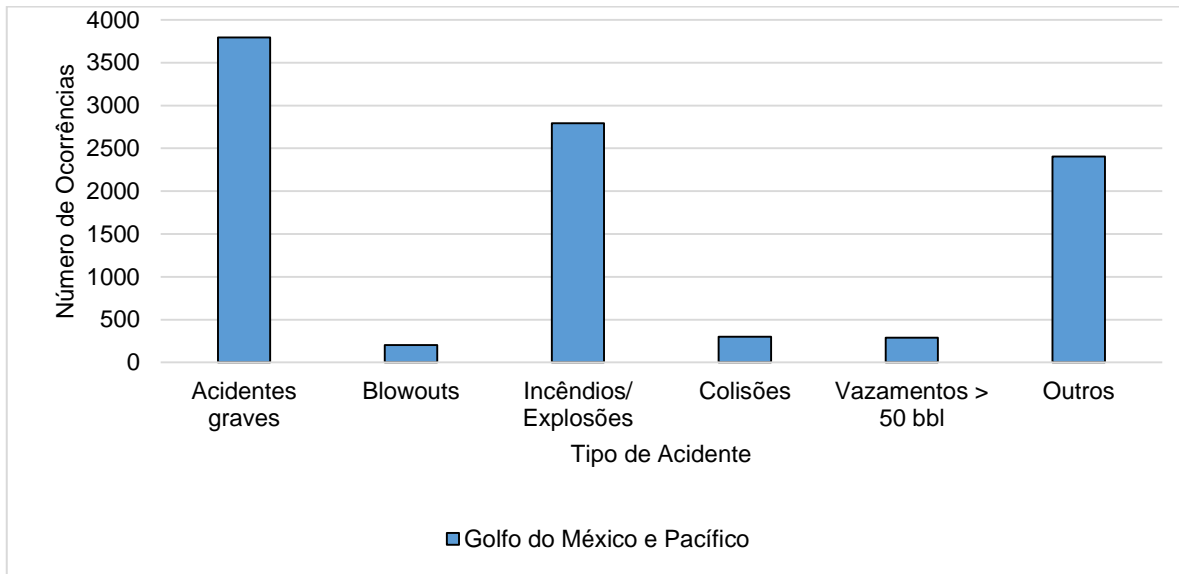
Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Gráfico II.8.2.1-2 - Percentual de incidentes por tipo, ocorridos no OCS, de 1980 a 2014

No **Gráfico II.8.2.1-3** também pode ser observado que, há um número muito superior de casos de acidentes graves e incêndio/ explosão, quando comparados aos acidentes dos tipos blowout, colisões e vazamentos > 50 bbl.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Gráfico II.8.2.1-3 - Número de acidentes por tipo, de acordo com a região, de 1980 a 2014.

Ao direcionarmos a análise para os acidentes graves, constrói-se o **Gráfico II.8.2.1-4**, que indica as ocorrências de acidentes graves, no decorrer de 1980 a 2014, no OCS. Em 2006 houve alteração nas regras de registro dos acidentes por isso o salto repentino no gráfico. Após este período inicial percebe-se uma tendência de estabilização.

Já o **Gráfico II.8.2.1-5** da análise mostra a variação da ocorrência de blowouts, no OCS, durante o período de 1980 a agosto/2015. A tendência decrescente dos acidentes de blowout pode ser atribuída ao aperfeiçoamento dos projetos e à tomada de medidas de segurança mais severas, ao longo do tempo.

Ao direcionarmos a análise para acidentes envolvendo a presença de gases, constrói-se o **Gráfico II.8.2.1-6**, que indica um grande número de ocorrências de incêndios/ explosões, no decorrer de 1980 a agosto/2015, no OCS.

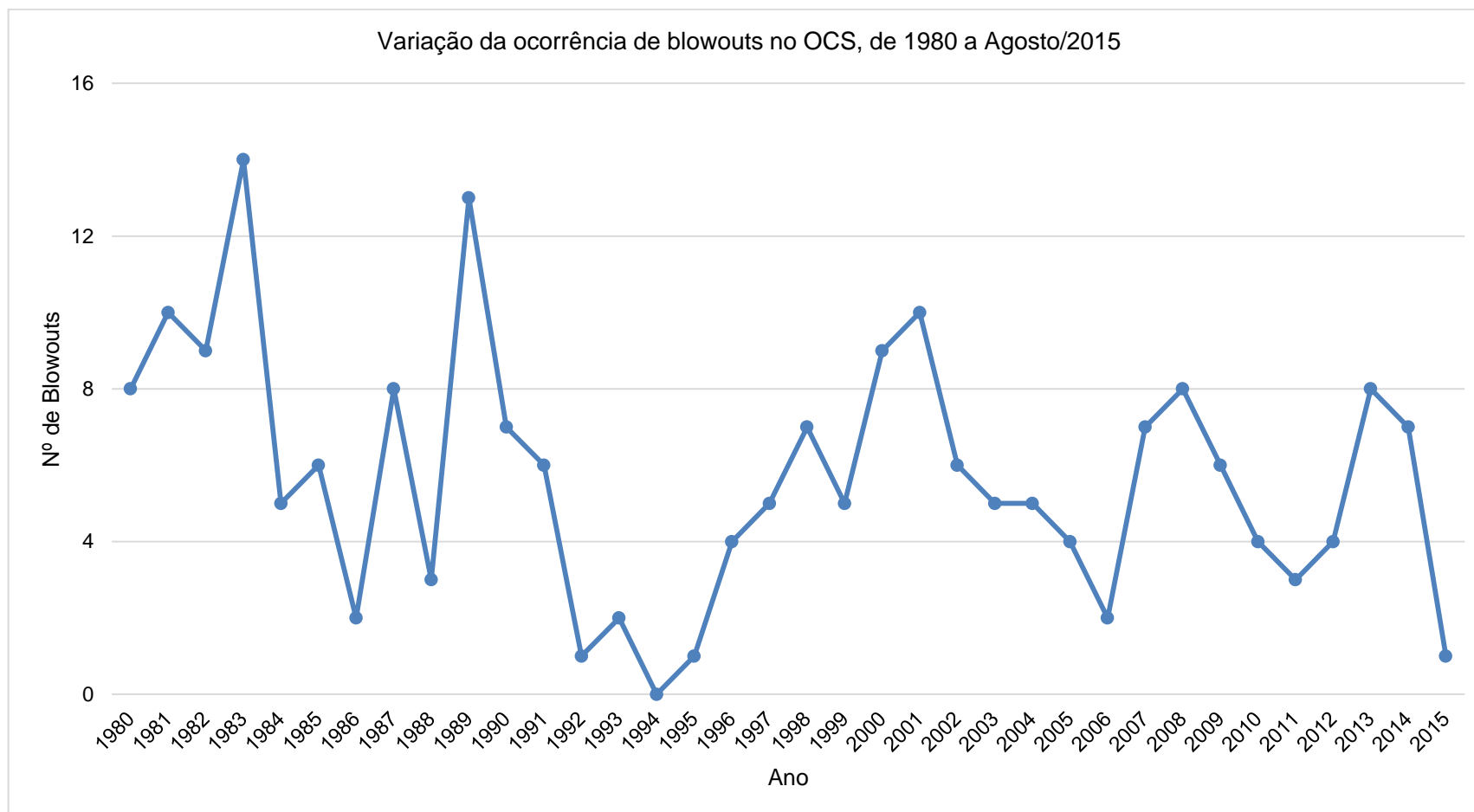
Quanto a acidentes envolvendo colisões, tem-se o **Gráfico II.8.2.1-7**, que indica o número de ocorrências de colisões registrados, no decorrer de 1980 a 2014, no OCS. Lembrando que o acidente denominado colisão começou a ser contabilizado apenas a partir de 1995, por isso não existem dados para este acidente entre 1980 a 1994.

O **Gráfico II.8.2.1-8** da análise mostra a variação da ocorrência de acidentes - número de vazamentos maiores que 50 barris, no OCS, durante o período 1980 a 2014. Observa-se um elevado número de ocorrências de vazamentos nos anos de 2004, 2005 e 2008, que pode ser explicado pelo fato de que, em 2004, o furacão Ivan foi o responsável por 15 dos 22 vazamentos registrados. Essa foi a primeira notificação, de forma abrangente, sobre perda de petróleo e produtos químicos com danos significativos e/ou perda de estruturas devido a esse tipo de fenômeno. Em 2005 os furacões Katrina e Rita resultaram, respectivamente, em 25 e 18 vazamentos em relação ao total de 49 vazamentos registrados naquele ano. Já os registros de 2008 incluem vazamentos de produtos que foram liberados devido a estruturas completamente destruídas devido aos furacões Gustav e Ike. A referência afirma que as perdas de petróleo foram minimizadas devido ao êxito da operação das válvulas de segurança, que foram fechadas antes das tempestades.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Gráfico II.8.2.1-4 - Variação da ocorrência de acidentes graves no OCS, de 1980 a 2014.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a agosto/2015

Gráfico II.8.2.1-5 - Variação da ocorrência de blowouts no OCS, de 1980 a agosto/2015.

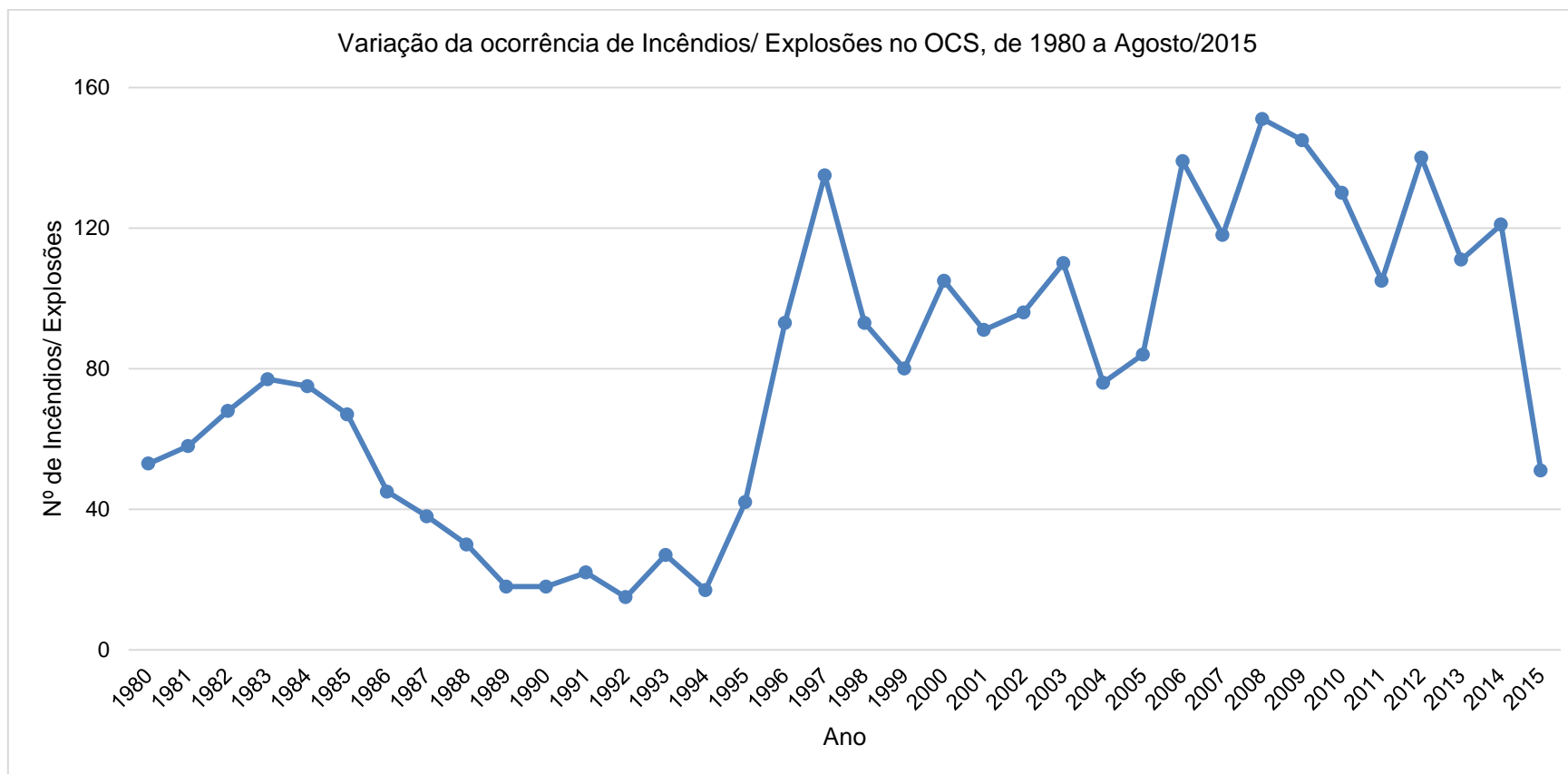
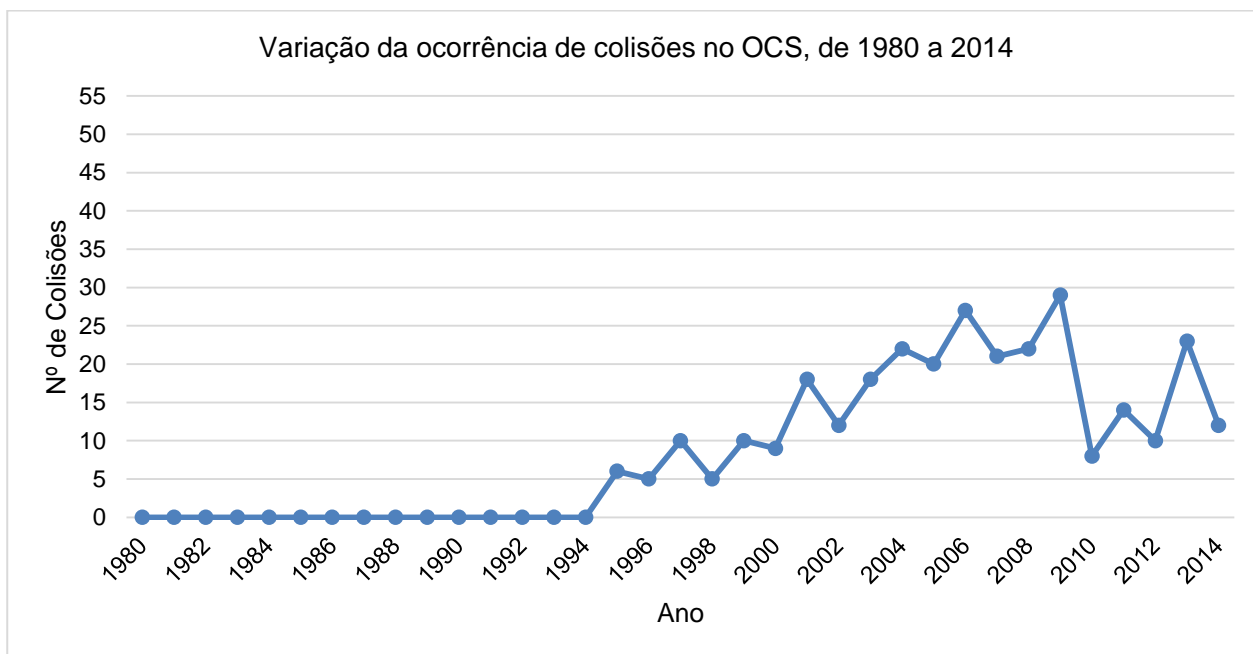
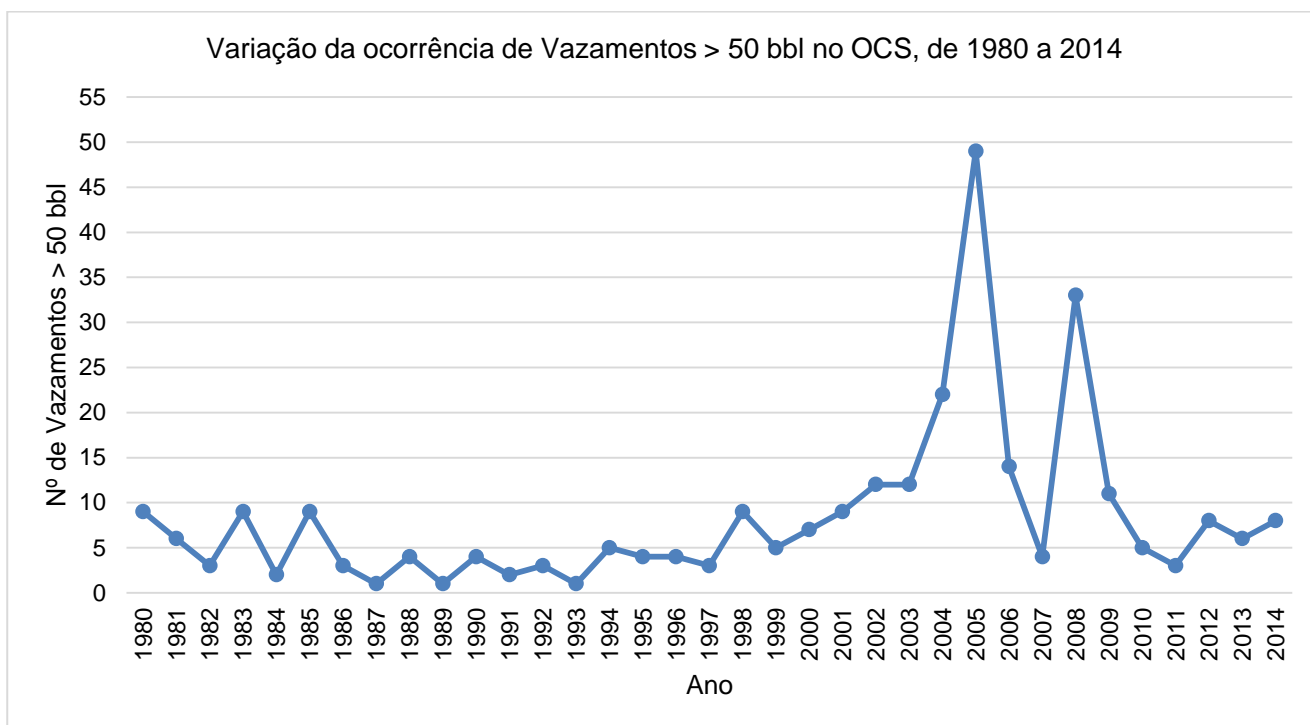


Gráfico II.8.2.1-6 - *Varição da ocorrência de incêndios/ explosões no OCS, de 1980 a agosto/2015.*



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Gráfico II.8.2.1-7 - Variação da ocorrência de colisões no OCS, de 1980 a 2014.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Gráfico II.8.2.1-8 - Variação da ocorrência de vazamentos maiores que 50 bbl no OCS, de 1980 a 2014.

II.8.2.2. Plataforma Databank – Institute Français Du Petrole

Os dados apresentados no Platform Databank foram obtidos a partir de artigo técnico publicado por engenheiros do Institute Français du Petrole, no periódico Offshore, em setembro de 1989. Contém registro de 850 acidentes em plataformas offshore, que causaram paradas ou perdas de produção de, no mínimo, 24 horas. As plataformas analisadas efetuam atividades de perfuração, produção ou servem como acomodações.

As informações são mais restritas e menos atualizadas que as do BOEM e BSEE, abrangendo o período de 1977 a 1988. Entretanto, algumas conclusões interessantes podem ser obtidas, especialmente por apresentar dados específicos relativos a plataformas móveis.

Os **Gráficos II.8.2.2-1 e II.8.2.2-2** mostram que tanto para plataformas fixas como para plataformas móveis, o acidente de maior ocorrência é o blowout (28% para plataformas móveis e 39% para plataformas fixas). Entretanto, o segundo acidente de maior ocorrência e plataformas móveis é o de dano estrutural (26%) e para plataformas fixas é a combinação incêndio/ explosão, com 25% de ocorrências. Comparando estas informações com as anteriores, nota-se que há ligeira divergência quanto à principal causa, porém confirma-se a importância de incêndios e explosões em plataformas móveis e fixas.

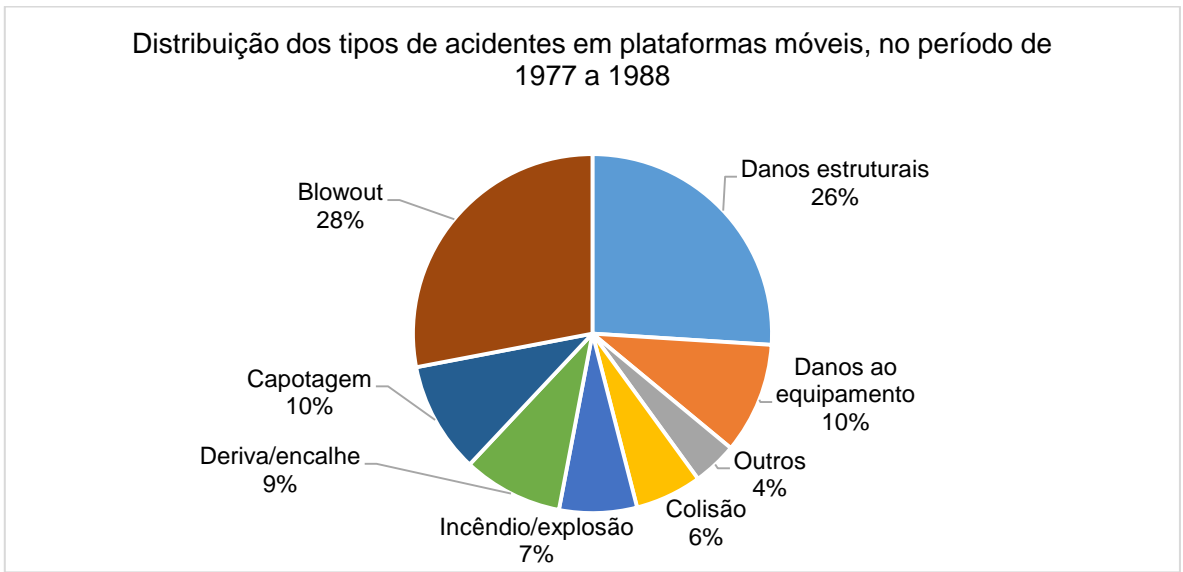
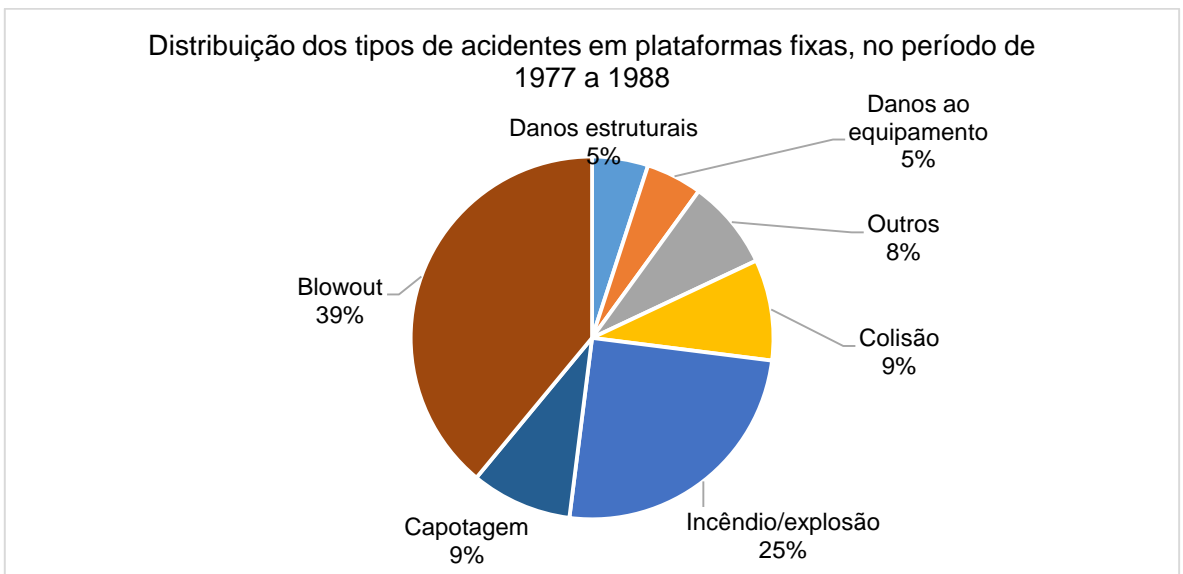


Gráfico II.8.2.2-1 - Distribuição dos tipos de acidentes em plataformas móveis.



Fonte: Institute Français du Petrole - setembro 1989

Gráfico II.8.2.2-2 - Distribuição dos tipos de acidentes em plataformas fixas.

II.8.2.3. Relatório Major Oil And Energy Technology Losses – 1972 To 1990 E Offshore Operations Post Piper Alpha (Sedgwick Offshore Resources Ltd/ Noble Denton)

Essas duas referências bibliográficas relacionam dados dos maiores acidentes com equipamentos offshore. Entretanto, adotam enfoques diferentes para essas análises.

O relatório Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990 (Sedgwick / Noble Denton) analisa os acidentes sob o ponto de vista de perdas monetárias. Sedgwick é um ressegurador inglês, com informações sobre os custos associados a cada acidente, inclusive por sua participação direta como agente responsável pelo ressarcimento dos prejuízos. Noble Denton é um banco de dados internacional, que contém registros sobre acidentes offshore.

O artigo da publicação Offshore Operations Post Piper Alpha analisa os acidentes sob o ponto de vista das perdas de vidas humanas. Engloba uma série de exemplos e relatos de acidentes em plataformas offshore, com ênfase no ocorrido na plataforma inglesa de produção Piper Alpha.

No **Quadro II.8.2.3-1** encontram-se os acidentes relacionados no Relatório Noble Denton Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990, abrangendo o período de 1972 a dezembro de 1989. Associados a cada acidente tem-se o nome e tipo da instalação, a descrição do acidente, o local e o custo associado. O acidente com a Plataforma Central de Enchova, em abril de 1988, encontra-se entre os relacionados neste quadro, como exemplo de blowout/incêndio, gerando prejuízo de US\$ 325 milhões.

O artigo Offshore Operations Post Piper Alpha tem seus resultados resumidos no **Quadro II.8.2.3-2** abrangendo o período de junho de 1964 a dezembro de 1990. Ao exemplo dos outros artigos, associa-se a cada acidente o nome e tipo da instalação, a descrição do acidente e o local, porém ao invés do custo associado fornece o número de mortes. O acidente com a Plataforma Central de Enchova relatado neste artigo é o de agosto de 1984, proveniente da falha na baleeira, citando como 40 o número de mortes, enquanto informações da PETROBRAS relatam 37 mortes.

Ambas as referências abordam mais de uma centena de acidentes cada. Entretanto, a comparação das duas referências mostra apenas 15 coincidências, que estão apresentadas nos **Quadros II.8.2.3-3, II.8.2.3-4 e II.8.2.3-5**, onde tem-se a ordenação dos acidentes, citados nos dois artigos, por ordem decrescente de severidade em custo e fatalidades, respectivamente. Estes mesmos resultados são apresentados através dos **Gráficos II.8.2.3-1 e II.8.2.3-2**.

Quadro II.8.2.3-1 - Acidentes relacionados no Relatório Noble Denton Major Oil and Energy Technology Losses/ Sedgwick

Offshore Operations Post Piper Alpha: "Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units" & Noble Denton: "Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990"						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
1972	Rig 60	Jack-up	Capotagem após blowout	Burma	***	\$ 10.000.000
Abr/74	Transocean III	Jack-up	Perda total	Mar do Norte	***	\$ 15.700.000
Out/74	DP 1	Plataforma de perfuração	Perda total	Mar do Norte	***	\$ 20.590.000
Out/75	Topper III	Jack-up	Capotagem após blowout	Golfo do México	***	\$ 35.000.000
Mar/76	Deep Sea Driller	Semissubmersível	Encalhe	Mar do Norte	***	\$ 18.300.000
Mar/76	Ocean Express	Jack-up	Naufrágio durante reboque c/ tempestade	Golfo do México	***	\$ 15.000.000
Mar/76	George F. Ferris	Jack-up	Danos durante operações de posicionamento	Baía de Cook – Alasca	***	\$ 10.000.000
Mar/77	Scan Sea	Jack-up	Naufrágio durante reboque c/ tempestade	Taiwan (Offshore)	***	\$ 14.000.000
Mar/77	Interocean I	Jack-up	Naufrágio após colisão c/ pedras durante reboque	Japão (Offshore)	***	\$ 16.000.000
Jan/79	Namorado	Jaqueta	Queda da balsa durante transporte; perda total	Brasil	***	\$ 26.200.000
Abr/79	Salenergy II	Jack-up	Blowout	Golfo do México	***	\$ 26.200.000
Abr/79	Sedco 135	---	Blowout / incêndio	Baía de Campeche	***	\$ 22.000.000
Abr/79	Milton G.Hulme	Jack-up	Confisco	Iran	***	\$ 60.000.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Abr/79	Boha II	Jack-up	Capotagem devido a tufão	Fo Kai (China)	***	\$ 20.000.000
Fev/80	Triton I	Jack-up	Incêndio durante reboque	Golfo do Suez	***	\$ 18.400.000
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Perda total	Mar do Norte	***	\$ 32.000.000
Ago/80	Várias plataformas	---	Danos causados por furacão	Golfo do México	***	\$ 85.000.000
Out/80	Dan Prince	Jack-up	Perda total	Duração reboque Alasca / África	***	\$ 35.000.000
Out/80	Sedco 135	---	Blowout / incêndio	Nigéria (Offshore)	***	\$ 18.000.000
Out/80	Ocean King	Jack-up	Blowout / incêndio	Golfo do México	***	\$ 25.000.000
Out/80	Maersk Endurer	Jack-up	Blowout / incêndio	Mar Vermelho	***	\$ 10.000.000
Mai/81	---	Jack-up	Blowout	Angola	***	\$ 82.000.000
Jul/81	Ninian Northern	---	Soldas c/ defeitos e projeto inadequado	Mar do Norte	***	\$ 8.320.000
Ago/81	Petromar 5	Jack-up	Perda total durante blowout	Indonésia	***	\$ 42.000.000
Set/81	North West Hutton	Plataforma fixa	Danos às amarrações externas e condutores	Mar do Norte	***	\$ 10.760.000
Fev/82	Thistle A	Plataforma fixa	Colisão c/ carcaça de guindaste	Mar do Norte	***	\$ 25.500.000
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Perda total	Terra Nova / Canadá	***	\$ 86.500.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Abr/82	Magnus	Plataforma fixa	Perda de estacas dur. pos. da jaqueta	Mar do Norte	***	\$ 5.120.000
Jul/82	Transco Bloch 65	Jack-up	Blowout	Camarões	***	\$ 37.000.000
Jul/82	Rig 52	Jack-up	Perda total	Golfo do México	***	\$ 21.000.000
Jul/82	Sagar Vikan & SJ	Jack-up & Plataforma	Blowout / incêndio	Bombaim / Índia	***	\$ 54.500.000
Ago/82	Nurton	Plataforma fixa	Soldas c/ defeitos em anéis de conexão	Mar do Norte	***	\$ 40.000.000
Ago/82	DP1 / DP2 / QP	Plataformas	Soldas trincadas	Mar do Norte	***	\$ 21.000.000
Jul/83	Penrod 52	Jack-up	Blowout / perda total	Golfo do México	***	\$ 23.500.000
Set/83	Key Biscayne	Jack-up	Naufrágio durante reboque	Austrália	***	\$ 50.000.000
Set/83	Hurton	Plataforma fixa	Soldas c/ def. conect. Peças de tam. Errado	North Sea	***	\$ 116.000.000
Out/83	Glomar Java Sea	Navio sonda de perfuração	Perda total devido a tufão	Mar da china (Sul)	***	\$ 24.500.000
Fev/84	Poço Marshall A-1	---	Blowouts	U.S.A.	***	\$ 21.473.753
Mar/84	Piper Alpha	Plataforma fixa	Incêndio / explosão	Mar do Norte	***	\$ 19.015.000
Set/84	Zapata Lexington	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Canadá (Offshore)	***	\$ 23.709.083

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Set/84	Poço Westt Venture B-91	---	Blowout	Canadá (Offshore)	***	\$ 108.000.000
Out/84	Belkepai	Plataforma fixa	Blowout	Indonésia	***	\$ 55.000.000
Dez/84	Zapata Explorer	Jack-up	Incêndio	Peru	***	\$ 13.000.000
Jan/85	Beryl A	Boia de carregamento	Ruptura	Mar do Norte	***	\$ 37.100.000
Mar/85	Zapata Enterprise	Jack-up	Incêndio	Mar de Java	***	\$ 16.000.000
Mar/85	Transworld Rig 70	Semissubmersível	Incêndio	Golfo do México	***	\$ 60.000.000
Mai/85	Sagar Fragati	---	Danos causados por tempestade	Índia (Offshore)	***	\$ 15.844.556
Jul/85	Ross Well No. 2	---	Blowout	Mississipi / USA	***	\$ 18.262.110
Set/85	Patricia Well No. 5	---	Blowout	Mar da China (Sul)	***	\$ 37.385.453
Set/85	Grave Island	---	Danos causados por tempestade	Mar de Beaufort	***	\$ 32.000.000
Set/85	Manhai 3	Jack-up	Blowout	Malásia	***	\$ 22.500.000
Out/85	West Vanguard	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Mar do Norte	***	\$ 26.000.000
Out/85	Penrod 61	Plataforma fixa	Perda total devido a tufão	Golfo do México	***	\$ 49.695.000
Out/85	México II	Jack-up	Blowout	Golfo do México	***	\$ 55.000.000
Dez/85	Zapata Scotian	---	Blowout	Golfo do México	***	\$ 34.200.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Mai/86	Prince William Sound	---	Inundação da sala de máquinas	Oceano Pacífico	***	\$ 29.000.000
Set/86	Tchibouela TEM 104	---	Blowout	Congo (Offshore)	***	\$ 11.977.612
Out/86	México II	Jack-up	Blowout / incêndio	Golfo do México	***	\$ 52.500.000
Nov/86	Dixilya Field 83	---	Capotamento	Índia (Offshore)	***	\$ 28.821.706
Nov/86	Piper / Claymore	---	“T-Spur leak”	Mar do Norte	***	\$ 57.500.000
Mai/87	West Delta 109 A	Plataforma de produção	Blowout / incêndio	Golfo do México	***	\$ 49.200.000
Jun/87*	Petro Canada	“Reactor vessel”	Incêndio	Canadá	***	\$ 62.000.000
Out/87	Poço Yum No. 2	---	Blowout	México (Offshore)	***	\$ 16.500.000
Nov/87	Bourbon Field Poço 2.17	Plataforma de produção	Blowout	Golfo do México	***	\$ 250.000.000
Nov/87	Compl.Prod. Pampa	(Planta – terrestre)	Explosão	Texas – USA	***	\$ 350.000.000
Dez/87	Poll Rig 55	---	Danos causados por tempestade	Golfo do México	***	\$ 15.000.000
Dez/87	Steelhead	Plataforma de produção	Blowout / incêndio	Baía de Cook – Alasca	***	\$ 125.000.000

*Em azul-acidente que não envolveu plataforma offshore

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jan/88*	Várias embarcações	---	Danos causados por tempestade	México	***	\$ 53.000.000
Jan/88*	Ashland Oil Corp.	(Planta – terrestre)	Rupture de tanque de estocagem	Pensylvania – USA	***	\$ 70.000.000
Jan/88	Lasco 3	---	Danos causados por tempestade	USA	***	\$ 15.000.000
Jan/88*	“Flokeffe Terminal”	(Planta – terrestre)	Vazamento de óleo diesel	Pensylvânia - USA	***	\$ 13.730.000
Mar/88	Oseberg 3	Plataforma fixa	Colisão causada por submarino	Mar do Norte	***	\$ 30.000.000
Abr/88	Plat. Central Enchova 1	Plataforma fixa	Blowout / incêndio	Brasil	***	\$ 325.000.000
Mai/88*	Shell Oil Co.	(Refinaria – terrestre)	Incêndio / explosão	Louisiana - USA	***	\$ 400.000.000
Mai/88*	Pacific Eng. & Prod. Co.	(Planta de combust. p/ foguetes)	Explosão	Nevada - USA	***	\$ 100.000.000
Jun/88*	Refin Port Arthur	(Planta terrestre)	Explosão de nuvem de vapor	Texas – USA	***	\$ 16.480.000
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Incêndio / explosão	Mar do Norte	***	\$ 2.610.000.000
Set/88	Ocean Odissey	---	Blowout / incêndio	Mar do Norte	***	\$ 81.000.000

*Em azul-acidente que não envolveu plataforma offshore

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Set/88*	“ Planta Química	(Planta terrestre)	Explosão de nuvem de vapor	Noruega	***	\$ 11.330.000
Set/88	Viking Explorer	---	Capotagem e naufrágio após blowout	Mar da China (Sul)	***	\$ 10.000.000
Out/88	“Pulan Merlinas”	---	Incêndio nos tanques de nafta	Singapura	***	\$ 12.100.000
Dez/88	Rowan Gonlla I	---	Capotagem e naufrágio	Atlântico Norte	***	\$ 90.000.000
Dez/88	Pulsar Field	---	“SALM and FSU broke drift”	Mar do Norte	***	\$ 392.010.400
Jan/89	Treasure Saga	---	Problemas de controle de poço	Mar do Norte	***	\$ 214.265.400
Jan/89	Sedco 251	---	Perda total	Mar de Java	***	\$ 50.000.000
Jan/89	Teledyne 16	---	Danos e naufrágio após atingir bolha de gás	Golfo do México	***	\$ 10.000.000
Jan/89*	Sasol	(Planta de comb. Sintético – terr.)	Incêndio	USA	***	\$ 75.000.000
Mar/89	South Pass 60 B + E	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Golfo do México	***	\$ 300.000.000
Mar/89*	Exxon Valdez	Petroleiro	Encalhe e vazamento de óleo	Alasca	***	\$ 2.000.000.000
Mar/89	Ekofish 2/4 Barrier	---	Falhas após tensionamento	Noruega	***	\$ 12.000.000

*Em azul-acidente que não envolveu plataforma offshore

(continua)

Quadro II.8.2.3-1 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Abr/89*	Refinaria de Richmond	(Planta terrestre)	Explosão / incêndio	Califórnia – USA	***	\$ 175.000.000
Abr/89	Cormorant A	Plataforma fixa	Vazamento de gás e explosão	Mar do Norte	***	\$ 25.530.000
Abr/89	Al Baz	Jack-up	Capotagem após blowout	Nigéria (Offshore)	***	\$ 25.000.000
Jun/89	“Joilist T. L. Q. P. “	---	Naufrágio durante reboque	Golfo do México	***	\$ 20.030.000
Jul/89	Magnus	Plataforma fixa	Defeitos da jaqueta	Mar do Norte	***	\$ 10.000.000
Set/89	Refinaria St. Croix	(Planta terrestre)	Danos causados por furacão	Ilhas Virgens – USA	***	\$ 120.000.000
Out/89	“F/V Northumberland”	---	Colisão com tubulação submarina	Golfo do México	11	\$ 35.400.000
Nov/89	Interocean II	---	Perda total após capotamento	Mar do Norte	***	\$ 12.230.000
Dez/89	Sidki 382	Plataforma fixa	Colisão c/ “Panay Sampaguita”	Golfo de Suez	***	\$ 251.200.000
Dez/89	Vários	---	Danos por congelamento	USA	***	\$ 120.000.000

*Em azul-acidente que não envolveu plataforma offshore

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990

Quadro II.8.2.3-2 - Acidentes relacionados no Artigo Offshore Operations post Piper Alpha

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jun/64	CP Baker	Barcaça de perfuração	Capotagem durante blowout	Eugene Island – G. do México	22	***
1965	Sedco 1358	Semissubmersível	Naufrágio durante reboque Japão/Bornéu	Mar da China (Sul)	13	***
1965	Paquero	Jack-up	Blowouts / incêndio	Mar Adriático	3	***
Dez/65	Sea Gem	Jack-up	Colapso durante preparação p/ movimentação	Mar do Norte	13	***
Ago/68	Little Sob	Jack-up	Blowouts / incêndio	West Delta – G. do México	7	***
1970	Stormdril	Jack-up	Blowouts / incêndio	Texas (Offshore)	1	***
Dez/70	Block26	Plataforma fixa	Blowouts / incêndio	S Timbalier – G. do México	4	***
1971	Big John	Barcaça de perfuração	Blowouts / incêndio	Brunei (Offshore)	9	***
1971	Wodeco 111	Barcaça de perfuração	Blowouts / incêndio	Peru (Offshore)	7	***
Dez/73	Mariner I	Semissubmersível	Blowout	Trinidad (Offshore)	3	***
Abr/74	Dresser Rig nº 70	Jack-up	Capotagem e naufrágio durante reboque	Texas (Offshore)	1	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
1975	PM II	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	1	***
Nov/75	Ekofisk A	Plataforma fixa	Acidente de evacuação + incêndio após ruptura do riser	Mar do Norte	3	***
Fev/76	W.D. Kent	Jack-up	Naufrágio após colisão com Wodeco 111 durante tempestade	Fateh – Dubai (Offshore)	1	***
Mar/76	Deepsea Driller	Semissubmersível	Encalhe durante tempestade	Mar do Norte	6	***
Abr/76	Ocean Express	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	13	***
Abr/76	G-BCRU	Helicóptero	Colisão durante pouso em plataforma	Mar do Norte	1	***
Jun/77	Heather	Plataforma fixa	Queda de peça suspensa em guindaste	Mar do Norte	1	***
Set/77	Bali Dolphin	Jack-up	Capotagem e naufrágio durante reboque	Indonésia (Offshore)	1	***
Nov/77	LN-OSZ	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	12	***
Fev/78	Staford A	Plataforma fixa	Incêndio no setor de utilidades	Mar do Norte	5	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jun/78	LN-OQS	Helicóptero	Queda durante voo para plataforma Stajford A	Mar do Norte	18	***
1979	Ocean Endeavour	Semissubmersível	Queda de cabeça de poço no cónves	Austrália	2	***
Fev/79	Não conhecida	Plataforma fixa	Explosão	Lago Maracaibo - Venezuela	10	***
Mai/79	Ranger I	Jack-up	Colapso e naufrágio	Golfo do México	8	***
Nov/79	Bohai 2	Jack-up	Capotagem durante reboque devido tufão	China (Offshore)	70	***
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Capotagem durante uso com unidade acomodação	Mar do Norte	123	***
Ago/80	Ocean King	Jack-up	Blowouts / incêndio	Texas (Offshore)	5	***
Out/80	Ron Tappmeyer	Jack-up	Blowout	Arábia Saudita	19	***
Out/80	Maersk Endurer	Jack-up	Blowouts / incêndio	Golfo de Suez	2	***
Jan/81	Penrod 50	Semissubmersível	Blowouts / incêndio	High Island - Texas	1	***
Mar/81	G-BGXY	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	4	***
Jul/81	Artic Explorer	“Seismic vessel”	Naufrágio	Cape Bauld - Canadá	13	***
Ago/81	G-BIJF	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	1	***
Ago/81	G-ASWI	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	13	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
1982	C202	Barcaça de perfuração	Incêndio	Lago Maracaibo – Venezuela	5	***
1982	Bull Run	“Rig tender”	Blowouts / incêndio	Golfo da Arábia	1	***
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Naufrágio durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	***
Mai/82	Glomar Conception	Navio sonda de perfuração	Blowout / incêndio	Indonésia	2	***
Mai/82	Não conhecida	Helicóptero	Queda no mar	Golfo da Tailândia	13	***
Set/82	G-BDIL	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	6	***
Out/82	G-BJWS	Helicóptero	Queda durante simulação de falha	Aberdeen - Escócia	2	***
1983	“60 Anos do Azerbaijão”	Jack-up	Naufrágio	Mar Cáspio – URSS	5	***
1983	Eniwetok	Navio sonda de perfuração	Queda de vagonetes suspensos	Porto de Singapura	7	***
1983	Maersk Explorer	Jack-up	Cabo de reboque partido durante tempestade	Mar do Norte	1	***
Mar/83	Cormorant A.	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	2	***
Mar/83	Fako	Barcaça de armazenagem de óleo	Explosão / incêndio	Camarões (Offshore)	2	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Mar/83	Mibale	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Costa do Marfim (Offshore)	13	***
1983	Udang Natuna	Unidade flutuante de estocagem	Explosão / incêndio	Mar de Natuna – Indonésia	3	***
Out/83	Glomar Java Sea	Navio sonda de perfuração	Naufrágio durante tufão	Mar da China (Sul)	81	***
Jan/84	OY-HMC	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	3	***
Fev/84	Vinland	Semissubmersível	Ataque do coração dur. evacuação p/ blowout	Canadá	1	***
Mai/84	Plataform A	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Golfo do México	1	***
Jun/84	Brent B	Plataforma fixa	Incêndio no setor de utilidades	Mar do Norte	4	***
Nov/84	Sikorsky S-76	Helicóptero	Queda no mar	Sul da China (Offshore)	5	***
Nov/84	G-BJJR	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	2	***
Ago/84	Plat. Central Enchova 1	Plataforma fixa	Blowout	Brasil	40	***
Set/84	Zapata Lexington	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Golfo do México	4	***
Jan/85	Glomar Artic II	Semissubmersível	Explosão na sala das bombas de lastro	Mar do Norte	2	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Mar/85	Não conhecida	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	4	***
Mar/85	Não conhecida	Helicóptero	Queda no mar	Terra Nova – Canadá	6	***
Mai/85	Não conhecida	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Golfo do México	1	***
Mai/85	Tonkawa	Barcaça de perfuração	Capotagem durante reboque	Louisiana – USA	11	***
Jun/85	Wodeco IX	Navio sonda de perfuração	Colisão c/ supply boat	Kenia (Offshore)	4	***
Set/85	Bell 412	Helicóptero	Colisão c/ jack-up Bohai 8	Golfo de Bohai – China	4	***
Out/85	West Vanguard	Semissubmersível	Blowout	Mar do Norte	1	***
Out/85	DMC-1	Jack-up	Capotagem e naufrágio	Golfo do México	2	***
Out/85	Trintoc Atlas	Barcaça bate-estacas	Explosão durante reparo de tubulação de óleo	Golfo de Paria – Trinidad	14	***
Out/85	Bell 222 UT	Helicóptero	Queda durante pouso em plataforma fixa	Golfo do México	2	***
Out/85	Penrod 61	Jack-up	Colapso e capotagem durante furacão	Golfo do México	1	***
Nov/85	Concem	Barcaça de concretagem	Capotagem durante a construção	Grandsfjord – Noruega	10	***
Nov/85	Al Mansoura	Barco de carga	Colisão com plataforma fixa e naufrágio	Arábia Saudita (Offshore)	3	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Dez/85	Huichol	Supply boat	Naufrágio	Baía Campeche – México	38	***
Jan/86	Não conhecida	Helicóptero	Queda durante pouso em barcaça guindaste	Golfo do México	3	***
Abr/86	Não conhecida	Helicóptero	Queda durante pouso em plataforma fixa	Mar Báltico – Alemanha Or.	4	***
Out/86	Maesrk Victory	Jack-up	Explosão e choque por ataque com mísseis	Abu Dhabi (Offshore)	1	***
Out/86	Bell 206	Helicóptero	Queda no mar	Califórnia – Pacífico	2	***
Nov/86	G-BWFC	Helicóptero	Queda no mar	Mar do Norte	45	***
Nov/86	West King Fish	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Austrália	1	***
Nov/86	Plataforma 12	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Golfo do México	2	***
Dez/86	Griffin Alexander II	Jack-up	Ademada e parcialmente inundada	Golfo do México	2	***
Dez/86	SA 330J Puma	Helicóptero	Queda no mar	Austrália Ocid. (Offshore)	2	***
Jan/87	Bell 212	Helicóptero	Acid. Provocado p/ prender patins no helideck	Baía Campeche – México	5	***
Jan/87	Big Foot II	Jack-up	Queda no mar da cesta de transp. pessoal	Golfo do México	1	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Fev/87	Não conhecida	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	2	***
Out/87	Linha submarina	Tubulação	Colisão com supply boat	Arábia Saudita	1	***
Dez/87	SA 330J Puma	Helicóptero	Queda durante decolagem de jack-up	Golfo do México	15	***
Jan/88	Lago Gasa I	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Lago Maracaibo – Venezuela	2	***
Jan/88	Plataforma WC	Plataforma fixa	Queda de guindaste sobre supply boat	Mar do Norte	2	***
Jun/88	Plataforma R	Plataforma fixa	Colisão de reboque c/ riser caus. explosão / incêndio	Pena Negra – Peru	2	***
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	167	***
Jul/88	N 47307	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	1	***
Ago/88	VT-ELH	Helicóptero	Queda no mar	Baía de Bengala – Índia	10	***
Ago/88	Holkan	Jack-up	Blowout / incêndio	México (Offshore)	3	***
Set/88	Viking Explorer	Navio sonda de perfuração	Capotagem e naufrágio após blowouts	Mar da China (Sul)	1	***
Set/88	Ocean Odyssey	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Mar do Norte	1	***
Nov/88	N 355EH	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	4	***
Nov/88	AS 365N Dauphin 2	Helicóptero	Queda no Rio Ganges	Índia	7	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (continuação)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jan/89	Sedco 252	Jack-up	Blowout / incêndio	Índia	2	***
Mar/89	Baker	Plataforma fixa	Explosão / incêndio durante corte de riser	Golfo do México	7	***
Abr/89	Cormorant A	Plataforma fixa	Acidente durante montagem de cabeça de poço	Mar do Norte	1	***
Abr/89	Al Baz	Jack-up	Capotagem após blowout / incêndio	Nigéria (Offshore)	4	***
Jun/89	Titan 26	Jack-up	Capotagem	Golfo do México	3	***
Jul/89	N 3595B	Helicóptero	Colisão no arc/ outro helicóptero	Galveston – Texas	2	***
Jul/89	AVCO 5	Jack-up	Capotagem durante transporte	Golfo do México	10	***
Set/89	N 5796P	Helicóptero	Colisão no ar com avião Cessna 152	Louisiana	3	***
Out/89	Linha NGPCA	Gasoduto	Explosão por colisão c/ barco de pesca	Golfo do México	11	***
Nov/89	Seacrest	Navio sonda de perfuração	Capotagem durante tufão	Golfo da Tailândia	91	***
Nov/89	Morgan 1	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Golfo de Suez	1	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-2 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jan/90	Westland-30	Helicóptero	Queda durante pouso	Índia	7	***
Jan/90	N 5791N	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	1	***
Mar/90	Não conhecida	Plataforma fixa	Explosão	Lago Maracaibo – Venezuela	6	***
Abr/90	SU-CAJ	Helicóptero	Passageiro atingido pelo rotor de cauda	Golfo de Suez	1	***
Jul/90	G-BEWL	Helicóptero	Queda durante pouso	Mar do Norte	6	***
Set/90	Northwest Hutton	Plataforma fixa	Acidente no convés de perfuração	Mar do Norte	1	***
Set/90	Teledyne Rig 19	Jack-up	Acidente no convés de perfuração	Golfo do México	1	***
Set/90	Não conhecida	Helicóptero	Queda no mar	Golfo do México	1	***
Nov/90	I-EHPA	Helicóptero	Queda no mar	Mar Adriático	13	***
Dez/90	PK-PUI	Helicóptero	Explosão e queda no mar	Mar da China (Sul)	10	***

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990

Quadro II.8.2.3-3 - Acidentes relacionados simultaneamente nos quadros anteriores

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Mar/76	Deepsea Driller	Semissubmersível	Encalhe durante tempestade	Mar do Norte	6	\$ 18.300.000
Abr/76	Ocean Express	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	13	\$ 15.000.000
Nov/79	Bohai 2	Jack-up	Capotagem durante reboque devido tufão	China (Offshore)	70	\$ 20.000.000
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Capotagem durante uso como unid. de acomodação	Mar do Norte	123	\$ 32.000.000
Ago/80	Ocean King	Jack-up	Blowout / incêndio	Texas (Offshore)	5	\$ 25.000.000
Out/80	Maesrk Endurer	Jack-up	Blowout / incêndio	Golfo de Suez	2	\$ 10.000.000
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Naufrágio durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	\$ 86.500.000
Set/84	Zapata Lexington	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Golfo do México	4	\$ 23.709.083
Out/85	West Vanguard	Semissubmersível	Blowout	Mar do Norte	1	\$ 26.000.000
Out/85	Penrod 61	Jack-up	Colapso e capotagem durante furacão	Golfo do México	1	\$ 49.695.000
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	167	\$ 2.610.000.000
Set/88	Viking Explorer	Navio sonda de perfuração	Capotagem e naufrágio após blowout	Mar da China (Sul)	1	\$ 10.000.000
Set/88	Ocean Odissey	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Mar do Norte	1	\$ 81.000.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-3 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Abr/89	Cormorant A	Plataforma fixa	Acidente durante montagem de cabeça de poço	Mar do Norte	1	\$ 25.530.000
Abr/89	Al Baz	Jack-up	Capotagem após blowout / incêndio	Nigéria (Offshore)	4	\$ 25.000.000

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990

Quadro II.8.2.3-4 - Acidentes relacionados simultaneamente nos quadros anteriores - ordenação quanto ao aspecto monetário

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto ao aspecto monetário						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	167	\$ 2.610.000.000
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Naufrágio durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	\$ 86.500.000
Set/88	Ocean Odyssey	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Mar do Norte	1	\$ 81.000.000
Out/85	Penrod 61	Jack-up	Colapso e capotagem durante furacão	Golfo do México	1	\$ 49.695.000
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Capotagem durante uso c/ unid. acomodação	Mar do Norte	123	\$ 32.000.000
Out/85	West Vanguard	Semissubmersível	Blowout	Mar do Norte	1	\$ 26.000.000
Abr/89	Cormorant A	Plataforma fixa	Acidente durante montagem de cabeça de poço	Mar do Norte	1	\$ 25.530.000
Ago/80	Ocean King	Jack-up	Blowout / incêndio	Texas (Offshore)	5	\$ 25.000.000
Abr/89	Al Baz	Jack-up	Capotagem após blowout / incêndio	Nigéria (Offshore)	4	\$ 25.000.000
Set/84	Zapata Lexington	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Golfo do México	4	\$ 23.709.083
Nov/79	Bohai 2	Jack-up	Capotagem durante reboque devido tufão	China (Offshore)	70	\$ 20.000.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-4 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto ao aspecto monetário						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Mar/76	Deepsea Driller	Semissubmersível	Encalhe durante tempestade	Mar do Norte	6	\$ 18.300.000
Abr/76	Ocean Express	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	13	\$ 15.000.000
Out/80	Maesrk Endurer	Jack-up	Blowout / incêndio	Golfo de Suez	2	\$ 10.000.000
Set/88	Viking Explorer	Navio sonda de perfuração	Capotagem e naufrágio após blowout	Mar da China (Sul)	1	\$ 10.000.000

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990

Quadro II.8.2.3-5 - Acidentes relacionados simultaneamente nos quadros anteriores - ordenação quanto à gravidade por fatalidades

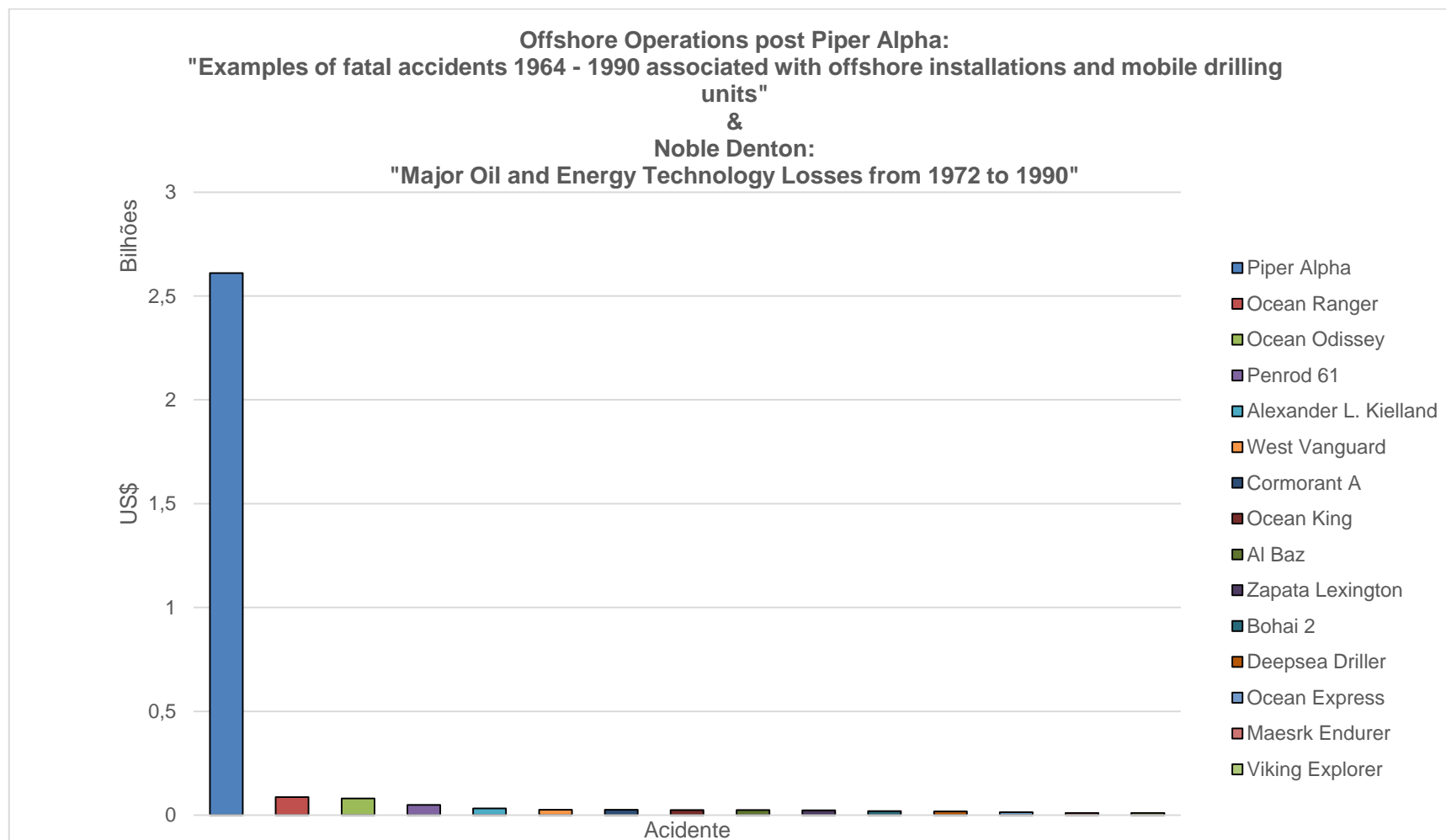
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade por fatalidades						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	167	\$ 2.610.000.000
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Capotagem durante uso c/ unid. acomodação	Mar do Norte	123	\$ 32.000.000
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Naufrágio durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	\$ 86.500.000
Nov/79	Bohai 2	Jack-up	Capotagem durante reboque devido tufão	China (Offshore)	70	\$ 20.000.000
Ago/84	Plat. Central Enchova 1	Plataforma fixa	Blowout	Brasil	40	\$ 325.000.000
Abr/76	Ocean Express	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	13	\$ 15.000.000
Mar/76	Deepsea Driller	Semissubmersível	Encalhe durante tempestade	Mar do Norte	6	\$ 18.300.000
Ago/80	Ocean King	Jack-up	Blowout / incêndio	Texas (Offshore)	5	\$ 25.000.000
Set/84	Zapata Lexington	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Golfo do México	4	\$ 23.709.083
Abr/89	Al Baz	Jack-up	Capotagem após blowout / incêndio	Nigéria (Offshore)	4	\$ 25.000.000
Out/80	Maesrk Endurer	Jack-up	Blowout / incêndio	Golfo de Suez	2	\$ 10.000.000
Out/85	West Vanguard	Semissubmersível	Blowout	Mar do Norte	1	\$ 26.000.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-5 (conclusão)

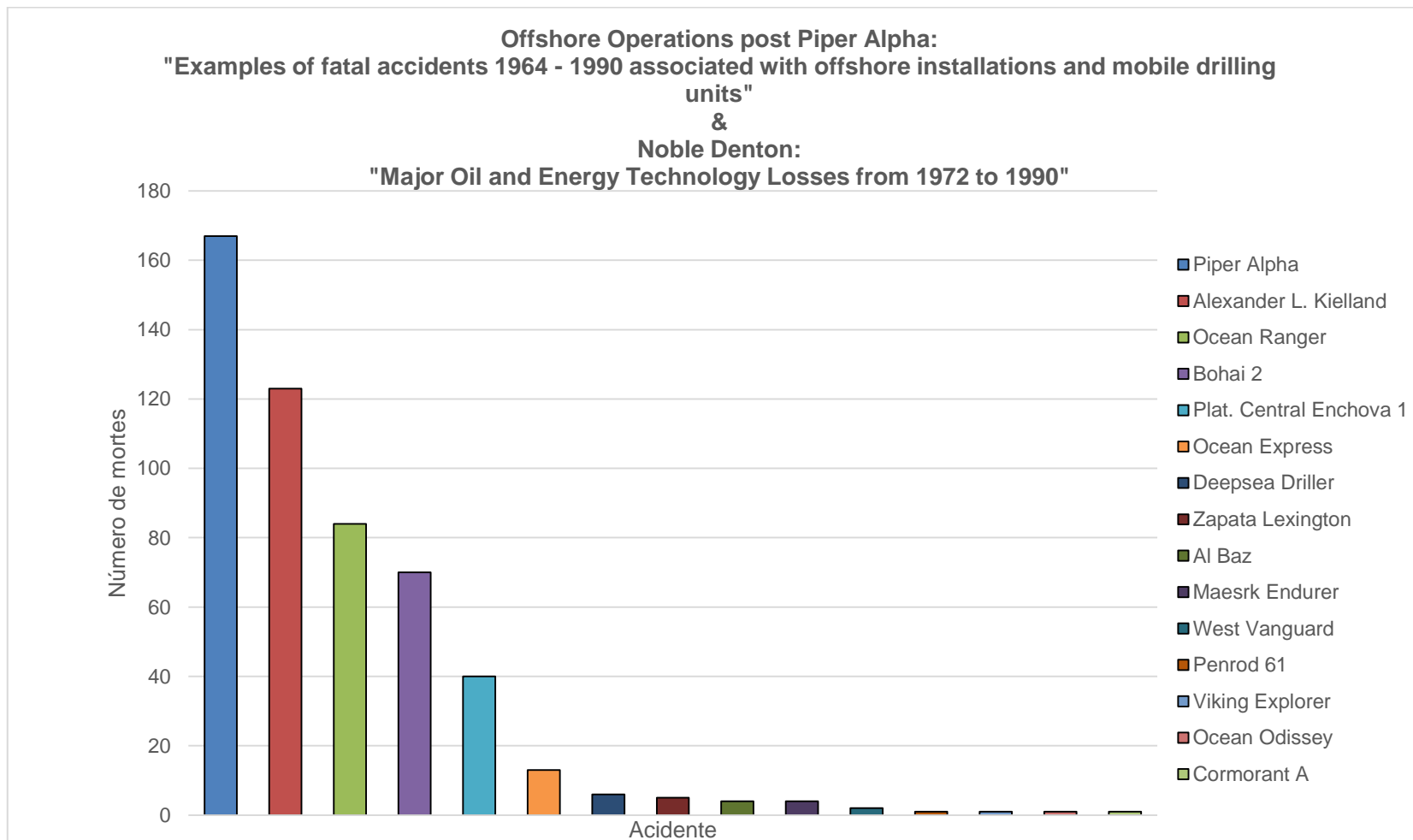
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade por fatalidades						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Out/85	Penrod 61	Jack-up	Colapso e capotagem durante furacão	Golfo do México	1	\$ 49.695.000
Set/88	Viking Explorer	Navio sonda de perfuração	Capotagem e naufrágio após blowout	Mar da China (Sul)	1	\$ 10.000.000
Set/88	Ocean Odissey	Semissubmersível	Blowout / incêndio	Mar do Norte	1	\$ 81.000.000
Abr/89	Cormorant A	Plataforma fixa	Acidente durante montagem de cabeça de poço	Mar do Norte	1	\$ 25.530.000

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Gráfico II.8.2.3-1 - Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade monetária.



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Gráfico II.8.2.3--2 - Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade devido a fatalidades.

Observando estes gráficos, nota-se claramente que acidente como o de Piper Alpha é, estatisticamente, um evento atípico, tanto sob o ponto de vista monetário quanto sob o ponto de vista de perdas de vidas humanas. Entretanto, a sua ocorrência gera consequências de tal magnitude que devem ser tomadas todas as medidas possíveis para evitá-lo.

O **Quadro II.8.2.3-6** ordena os acidentes mais severos em termos monetários, relacionados com hidrocarbonetos, incluindo aqueles não citados simultaneamente nos dois artigos. A representação deste quadro, através do **Gráfico II.8.2.3-3**, demonstra claramente a excessiva predominância de Piper Alpha sobre os demais, especialmente se considerarmos exclusivamente plataformas offshore. É interessante notar que Enchova surge em terceiro lugar em termos offshore, representando 12% do custo total de Piper Alpha. Outro fato significativo é que os maiores acidentes com Plataforma, excluindo Piper Alpha, situam-se na faixa de 86 a 325 milhões de dólares.

Analogamente à análise anterior, o **Quadro II.8.2.3-7** e o **Gráfico II.8.2.3-4** ordenam os 20 acidentes mais severos, porém sob a ótica do número de fatalidades. Neste caso, tem-se que a maioria dos acidentes é representada por plataformas, sendo naufrágio a causa mais comum.

Os **Gráficos II.8.2.3-5 e II.8.2.3-6** apresentam todos os acidentes analisados. No primeiro, contempla-se o aspecto monetário, agrupando-se todos os casos de incêndio e explosões, obtendo 21% do total, contra 25% de blowout. No segundo gráfico tem-se novamente 21% para incêndios e explosões contra 13% de blowout.

No **Gráfico II.8.2.3-7** são apresentados os acidentes por tipos de estruturas, onde percebe-se que 32% dos acidentes não foram esclarecidos.

No **Gráfico II.8.2.3-8** são apresentados os acidentes por tipo de plataforma, onde percebe-se que os Navios Sonda contribuíram com 5% e as semissubmersíveis com 10% do total.

Quadro II.8.2.3-6 - Vinte maiores acidentes conforme critério monetário - Relatório "Noble Denton"

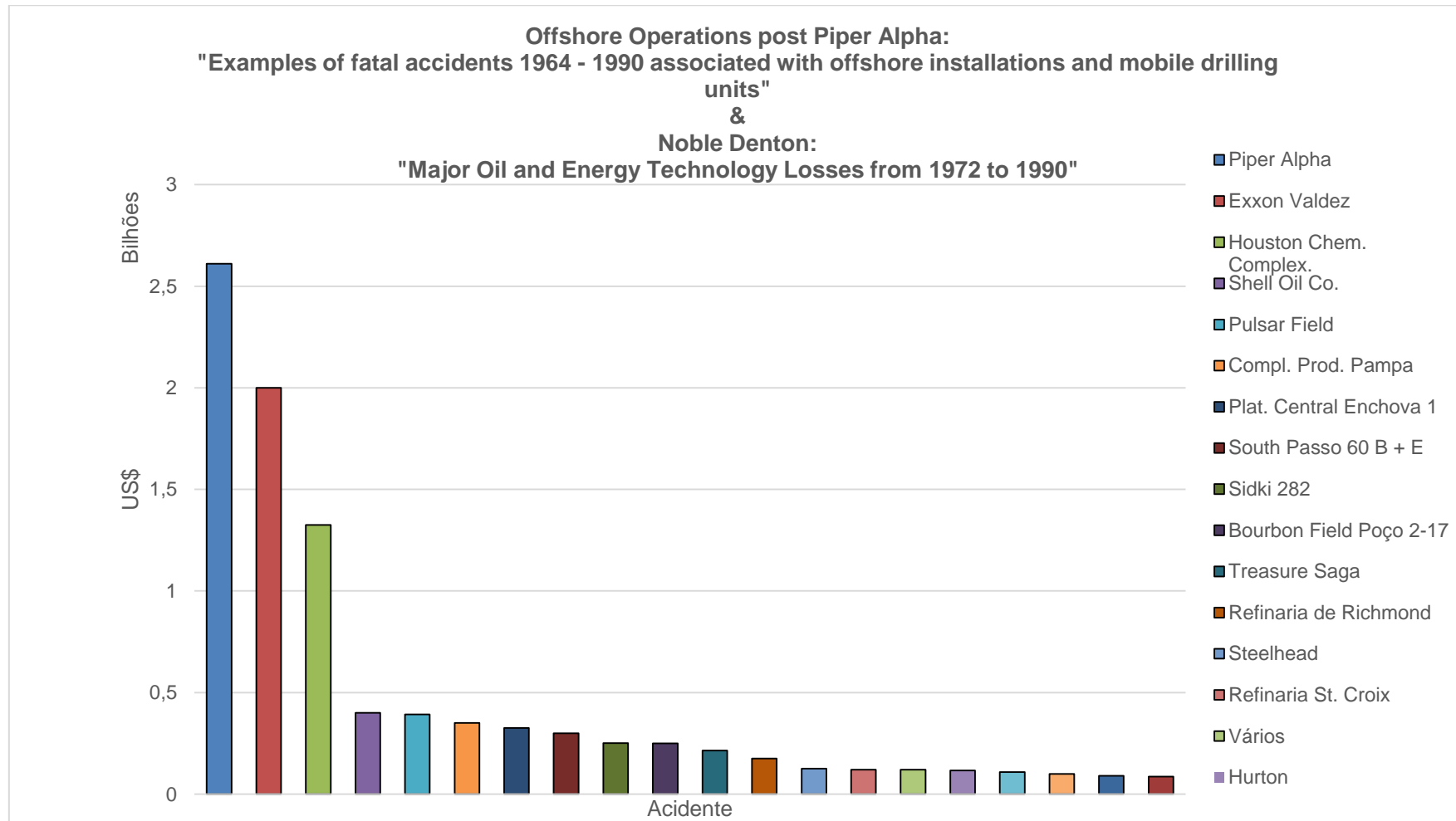
Offshore Operations Post Piper Alpha: "Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units" & Noble Denton: "Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990"						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma	Explosão / incêndio	Mar do Norte	***	\$ 2.610.000.000
Mar/89	Exxon Valdez	Petroleiro	Encalhe e vazamento de óleo	Alasca	***	\$ 2.000.000.000
Out/89	Houston Chem. Complex.	(Planta terrestre)	Explosão / incêndio	Texas – USA	***	\$ 1.325.000.000
Mai/88	Shell Oil Co.	(Refinaria – terrestre)	Explosão / incêndio	Louisiana - USA	***	\$ 400.000.000
Dez/88	Pulsar Field	---	"SALM ans FSU broke drift"	Mar do Norte	***	\$ 392.010.400
Nov/87	Compl. Prod. Pampa	(Planta terrestre)	Explosão	Texas – USA	***	\$ 350.000.000
Abr/88	Plat. Central Enchova 1	Plataforma	Blowout / incêndio	Brasil	***	\$ 325.000.000
Mar/89	South Passo 60 B + E	Plataforma	Explosão / incêndio	Golfo do México	***	\$ 300.000.000
Dez/89	Sidki 382	Plataforma	Colisão c/ "Panay Sampaguita"	Golfo do Suez	***	\$ 251.200.000
Nov/87	Bourbon Field Poço 2-17	Plataforma de produção	Blowout	Golfo do México	***	\$ 250.000.000
Jan/89	Treasure Saga	---	Problemas de controle de poço	Mar do Norte	***	\$ 214.265.400
Abr/89	Refinaria de Richmond	(Planta terrestre)	Explosão / incêndio	Califórnia – USA	***	\$ 175.000.000
Dez/87	Steelhead	Plataforma de produção	Blowout / incêndio	Baía de Cook – Alasca	***	\$ 125.000.000

(continua)

Quadro II.8.2.3-6 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Set/89	Refinaria St. Croix	(Planta terrestre)	Danos causados por furacão	Ilhas Virgens – USA	***	\$ 120.000.000
Dez/89	Vários	---	Danos por congelamento	USA	***	\$ 120.000.000
Set/83	Hurton	Plataforma	Soldas c/ def. conect. peças de tam. errado	North Sea	***	\$ 116.000.000
Set/84	Poço West Venture B-91	---	Blowout	Canadá (Offshore)	***	\$ 108.000.000
Mai/88	Pacific Eng & Prod. Co.	(Planta de combust. p/ foguetes)	Explosão / incêndio	Nevada – USA	***	\$ 100.000.000
Dez/88	Rowan Gorilla I	---	Capotagem e naufrágio	Atlântico Norte	***	\$ 90.000.000
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Perda total	Terra Nova - Canadá	***	\$ 86.500.000

Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Gráfico II.8.2.3-3 - 20 Maiores acidentes conforme critério monetário – Noble Denton.

Quadro II.8.2.3-7 - Vinte acidentes mais graves por fatalidades (Offshore Operations post Piper Alpha)
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”

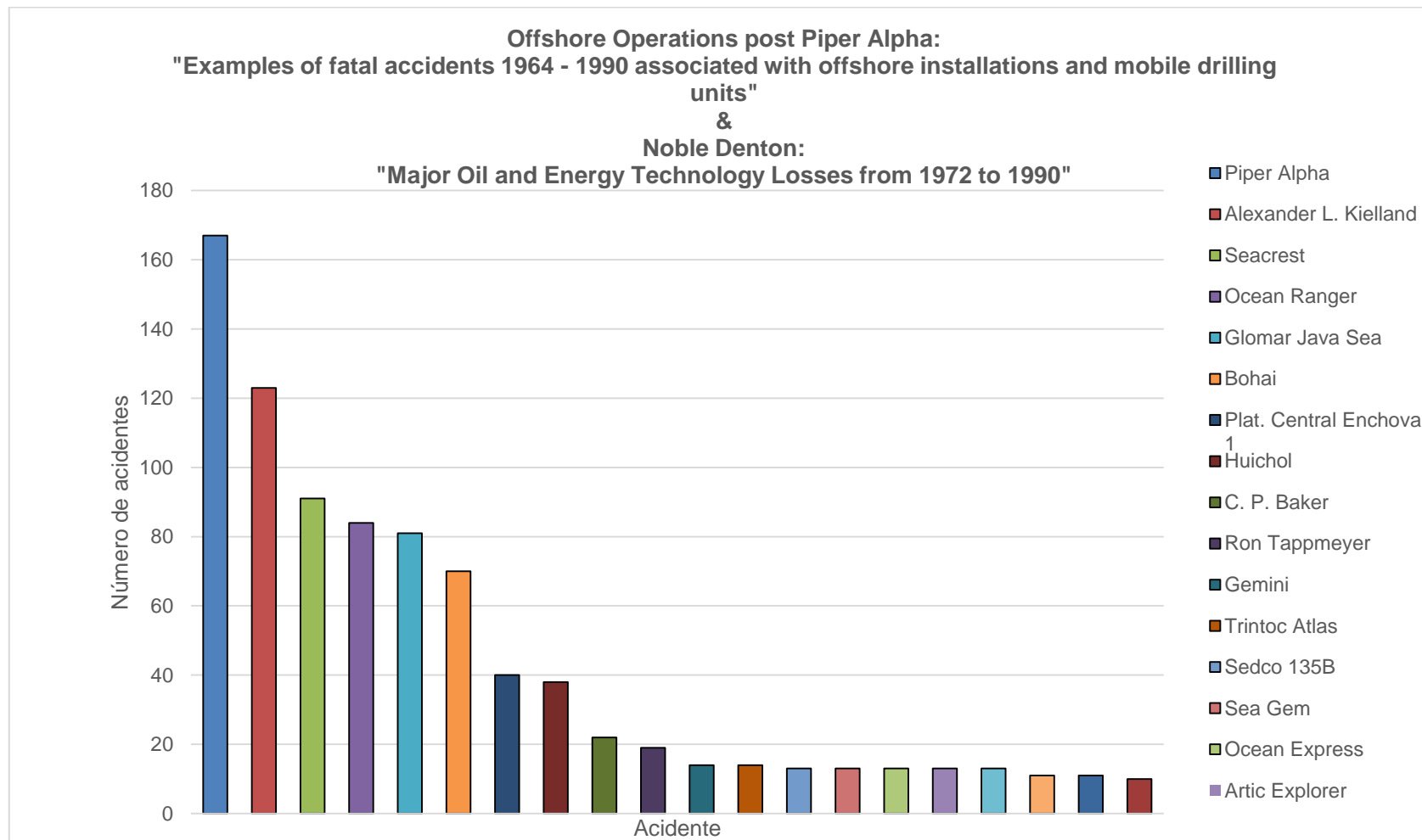
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Jul/88	Piper Alpha	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Mar do Norte	167	***
Mar/80	Alexander L. Kielland	Semissubmersível	Capotagem durante uso c/ unid. acomodação	Mar do Norte	123	***
Nov/89	Seacrest	Navio sonda de perfuração	Capotagem devido tufão	Golfo da Tailândia	91	***
Fev/82	Ocean Ranger	Semissubmersível	Naufração durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	***
Out/83	Glomar Java Sea	Navio sonda de perfuração	Naufração durante tufão	Mar da China (Sul)	81	***
Nov/79	Bohai 2	Jack-up	Capotagem durante reboque devido tufão	China (Offshore)	70	***
Ago/84	Plat. Central Enchova 1	Plataforma fixa	Blowout	Brasil	40	***
Dez/85	Huichol	Supply boat	Naufração	Baía Campeche – México	38	***
Jun/64	C. P. Baker	Barcaça de perfuração	Capotagem durante blowout	Eugene Island – G. do México	22	***
Out/80	Ron Tappmeyer	Jack-up	Blowout	Arábia Saudita	19	***
Out/74	Gemini	Jack-up	Capotagem durante posicionamento	Golfo de Suez	14	***

(continua)

Quadro II.8.2.3-7 (conclusão)

Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
Out/85	Trintoc Atlas	Barcaça bate-estacas	Explosão durante reparo de tubulação de óleo	Golfo de Paria – Trinidad	14	***
1965	Sedco 135B	Semissubmersível	Naufrágio durante reboque Japão / Bornéu	Mar da China (Sul)	13	***
Dez/65	Sea Gem	Jack-up	Colapso durante preparação p/ movimentação	Mar do Norte	13	***
Abr/76	Ocean Express	Jack-up	Capotagem durante reboque	Golfo do México	13	***
Jul/81	Artic Explorer	“Seismic vessel”	Naufrágio	Cape Bauld – Canadá	13	***
Mar/83	Mibale	Plataforma fixa	Explosão / incêndio	Costa do Marfim (Offshore)	13	***
Mai/85	Tonkawa	Barcaça de perfuração	Capotagem durante reboque	Louisiana – USA	11	***
Out/89	Linha NGPCA	Gasoduto	Explosão por colisão c/ barco de pesca	Golfo do México	11	***
Fev/79	Não determinada	Plataforma fixa	Explosão	Lago Maracaibo - Venezuela	10	***

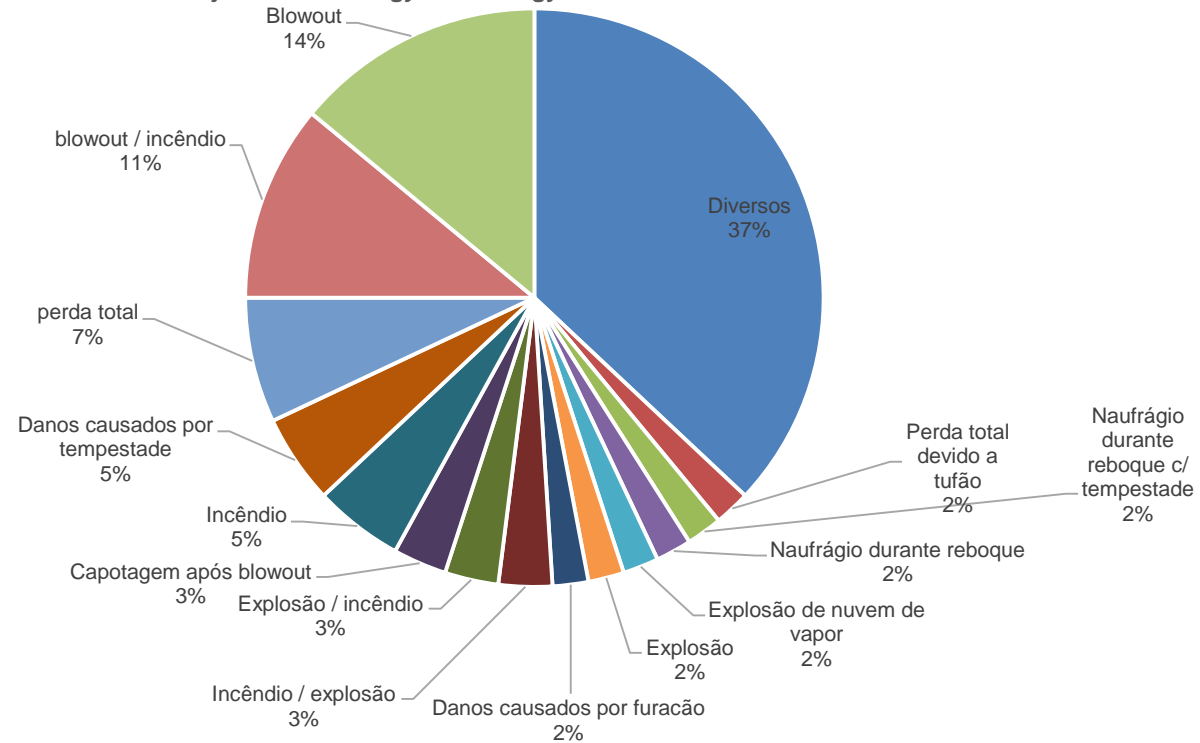
Fonte: Noble Denton – 1972 a 1990



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

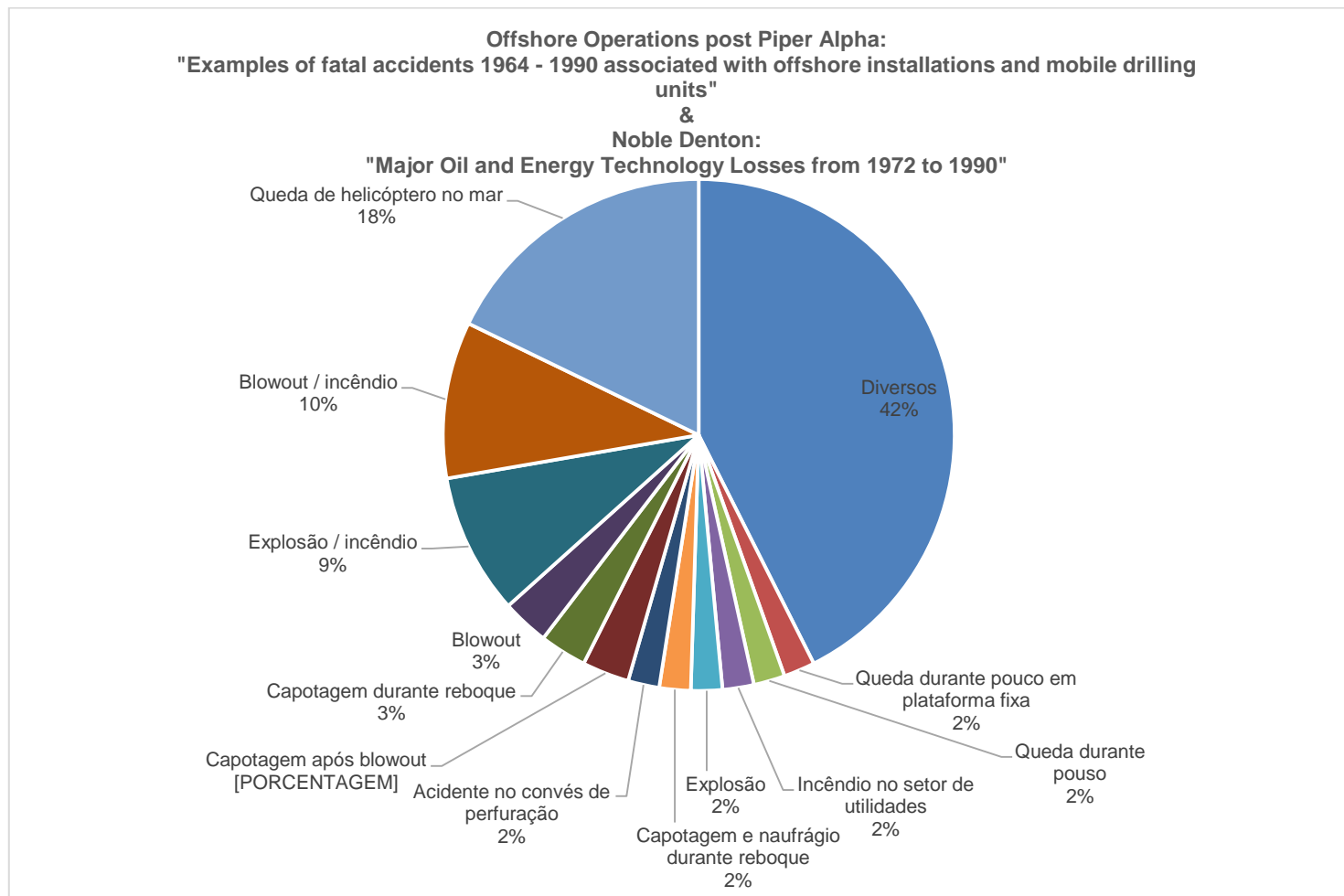
Gráfico II.8.2.3-4 - Vinte acidentes mais graves por fatalidades (Offshore Operations post Piper Alpha).

Offshore Operations post Piper Alpha:
"Examples of fatal accidents 1964 - 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units"
&
Noble Denton:
"Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990"



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

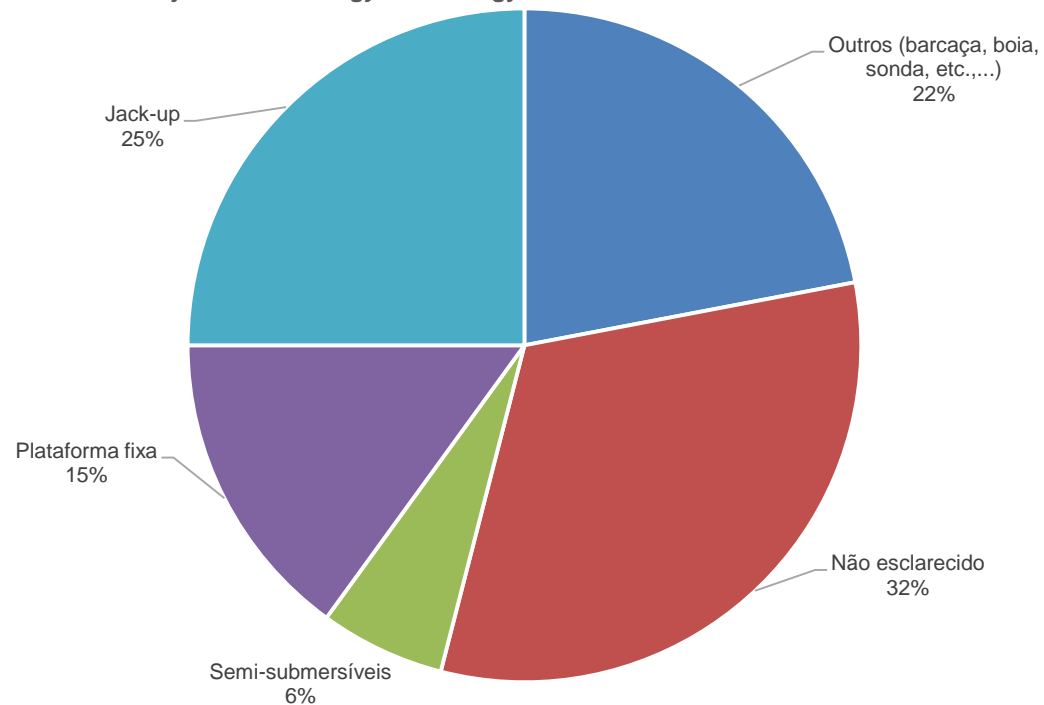
Gráfico II.8.2.3-5 - Frequência de ocorrência de acidentes conforme relatório "Noble Denton".



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

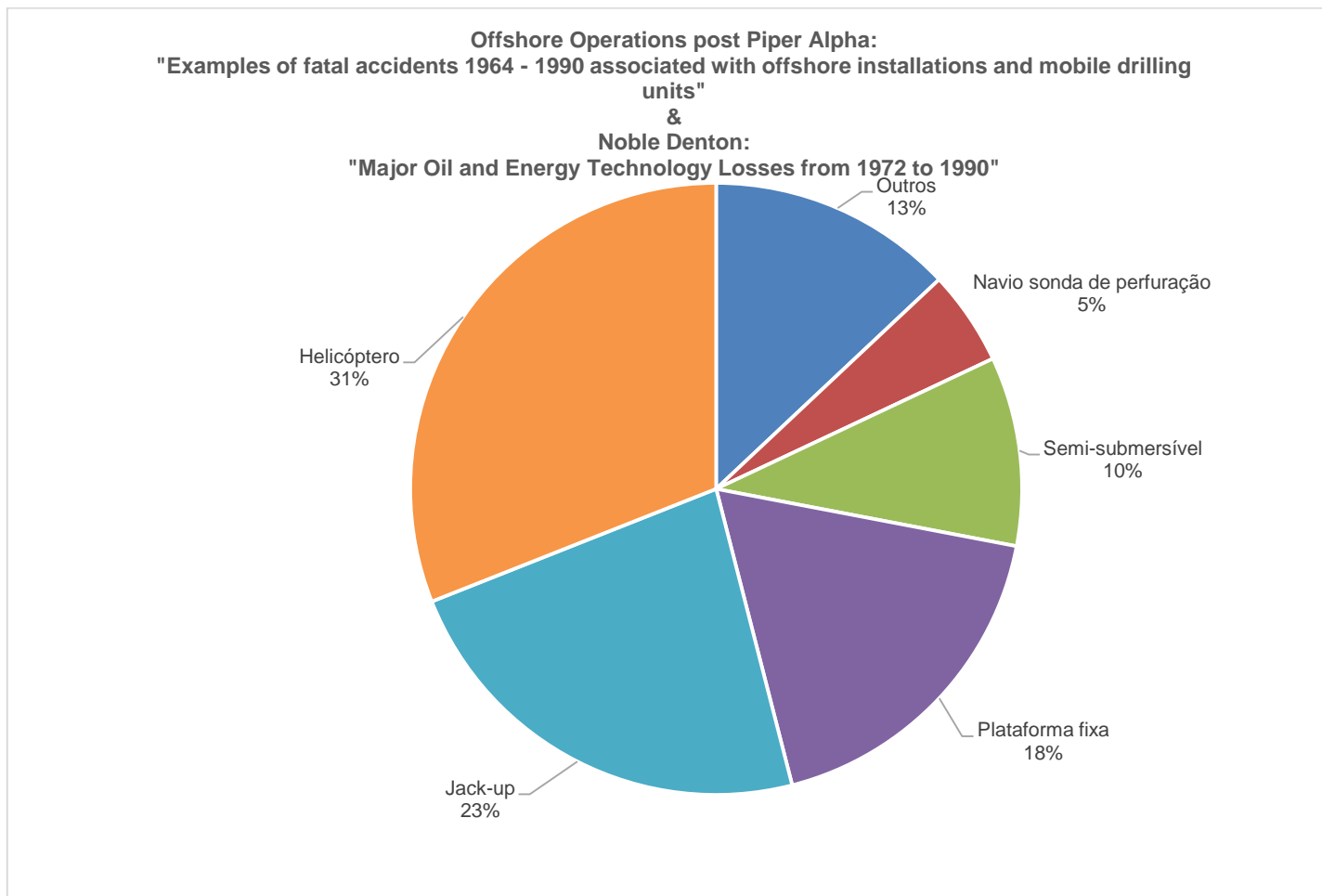
Gráfico II.8.2.3-6 - Ocorrência de tipos de acidentes conforme paper "Offshore Operations post Piper Alpha".

Offshore Operations post Piper Alpha:
"Examples of fatal accidents 1964 - 1990 associated with offshore installations and mobile drilling
units"
&
Noble Denton:
"Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990"



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Gráfico II.8.2.3-7 - Tipos de estruturas mais frequentes conforme Relatório "Noble Denton".



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Gráfico II.8.2.3-8 - Distribuição dos acidentes por tipo de plataforma / estrutura, conforme "Offshore Operations post Piper Alpha".

II.8.2.4 Loss Control Newsletter (Sedwick Energy Ltd)

Estas informações foram obtidas diretamente de publicações da própria Sedgwick, abrangendo o período de janeiro de 1992 a agosto de 1995, de forma a complementar os dados do artigo anterior. O levantamento dos acidentes com plataformas offshore está relacionado em periódicos trimestrais e inclui eventos ocorridos em quaisquer partes do mundo.

Os resultados obtidos são apresentados no **Quadro II.8.2.4-1**, contendo data, tipo de instalação, tipo de acidente, local e, em alguns casos, número de mortos, feridos e custo do sinistro.

Analisando-se estes resultados no **Gráfico II.8.2.4-1**, pode-se observar o seguinte:

- Não é possível obter informações exclusivamente dos projetos novos. Desta forma, os resultados apresentados mesclam problemas de plataformas novas com antigas. Entretanto, muitas plataformas incorporam modificações de segurança, decorrentes inclusive do acidente de Piper Alpha.
- A predominância das ocorrências de incêndios, com 33% do total de acidentes supera em grande parte os outros tipos de acidente. Seguem-se as colisões, vazamentos, explosões e blowouts, o que representa sensível alteração em relação à ordem citada no MMS e PLATFORM. Este comportamento pode refletir alterações nos procedimentos/ equipamentos associados às operações de intervenção nos poços.

Analisando as informações tabeladas, percebem-se falhas em compressores, trocadores de calor, flare, bombas, turbinas e vasos. Podem-se associar vazamentos de gás com 16 % dos casos totais relatados.

Quadro II.8.2.4-1 - Relação de Acidentes segundo Sedgwick Energy Ltd - 1992 a 1995

Data	Unidade	Equipamento	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	Nº de feridos	US\$
Jan/92	Perfuração	Plataforma	Incêndio e explosão	Marseille	***	028	***
Fev/92	Produção	Tubulação	Incêndio	Mar de Java	***	***	***
Fev/92	Produção	Plataforma	Colisão	Alasca	***	***	***
Mar/92	Produção	Plataforma	Colisão	Mar do Norte	011	***	***
Mar/92	Produção	Plataforma	Colisão	Golfo do México	***	***	***
Abr/92	Perfuração	Barcaça	Naufrágio	Venezuela	***	***	***
Mai/92	Produção	Plataforma	Incêndio e explosão	Noruega	***	***	***
Jul/92	Carregamento	Plataforma	Vazamento e poluição	Mar do Norte	***	***	***
Jul/92	Tubulação	Tubulação	Colisão	Reino Unido	***	***	***
Jul/92	Carregamento	Navio-tanque	Vazamento e poluição	Texas	***	***	***
Ago/92	Produção	Plataforma	Incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Ago/92	Plataformas	Estruturas	Furacão Andrew	Golfo do México	***	***	\$ 10.000.000.000,00
Ago/92	Produção	Plataforma	Incêndio	Golfo do México	***	***	***
Out/92	Perfuração	Plataforma	Incêndio	Noruega	***	***	***
Out/92	Produção	Cabeça de poço	Explosão, incêndio e poluição	Golfo do México	***	001	***
Nov/92	Plataforma	Suporte de perna	Incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Nov/92	Produção de gás	Plataforma	Incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Nov/92	Plataforma	Compressor	Incêndio	Noruega	***	003	***
Jan/93	Perfuração	Motor	Incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Jan/93	Produção	Tubulação	Vazamento	Mar do Norte	***	***	***
Jan/93	Perfuração	Torre de refrigeração	Colapso	Mar do Norte	***	***	***
Jan/93	Plataforma	***	Explosão	Peru	***	008	***

(continua)

Quadro II.8.2.4-1 (continuação)

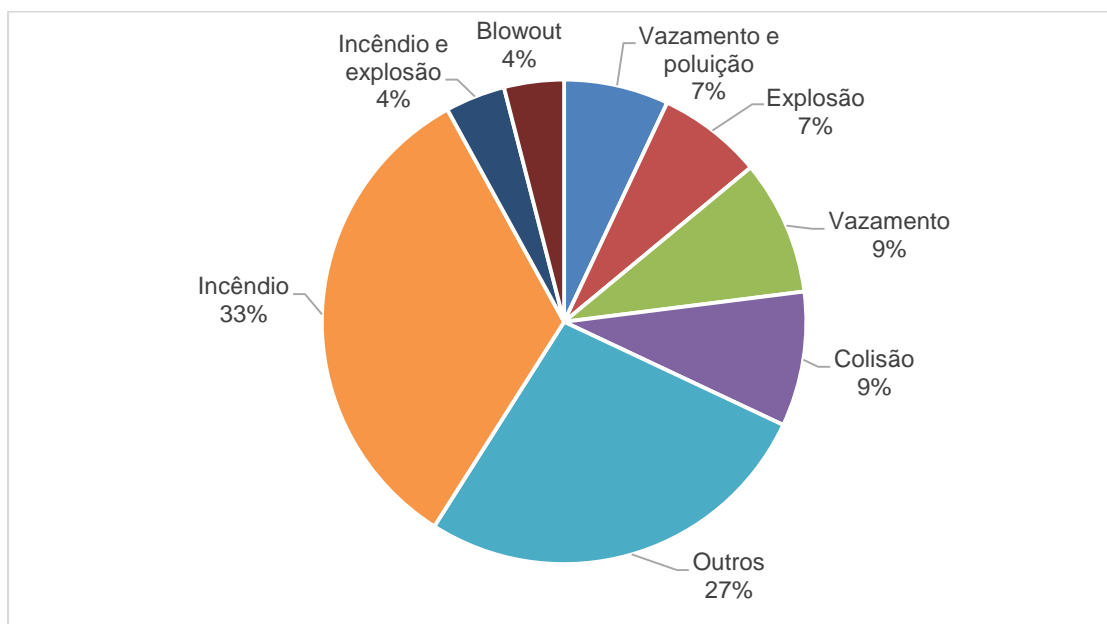
Data	Unidade	Equipamento	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	Nº de feridos	US\$
Fev/93	Plataforma	***	Vazamento	Mar do Norte	***	***	***
Fev/93	Perfuração	Plataforma de perfuração	Blowout	Vietnam	***	***	***
Mar/93	Plataforma	Trocador	Explosão	Venezuela	011	***	\$ 100.000.000,00
Abr/93	Produção	***	Incêndio	USA	***	***	***
Jul/93	Produção	Turbo-gerador	Incêndio	Reino Unido	***	***	***
Nov/93	Plataforma	Plataforma de perfuração	Blowout	Angola	***	***	***
Nov/93	Plataforma	Tubulação	Vazamento e poluição	Mar do Norte	***	***	***
Nov/93	Plataforma	Silo	Vazamento e poluição	Mar do Norte	***	***	***
Nov/93	Plataforma	Plataforma de perfuração	Impacto	Mar do Norte	***	***	***
Nov/93	Tubulação	Tubo	Impacto / vazamento / poluição	Bahrain	***	***	***
Nov/93	Plataforma	Cabo de atracação	Vendaval	Mar do Norte	***	***	***
Dez/93	Plataforma	***	Colisão de helicóptero	Mar Cáspio	001	005	***
Dez/93	Produção	Flare	Incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Jan/94	Plataforma	Bomba	Incêndio	Venezuela	004	***	\$ 10.500.000,00
Fev/94	Plataforma	***	Vazamento	Mar do Norte	***	***	***
Mar/94	Plataforma	***	Incêndio	Reino Unido	***	***	***
Mar/94	Plataforma	Vaso	Vazamento	Reino Unido	***	***	***
Abr/94	Plataforma	***	Colisão seguida de incêndio	Egito	***	***	***
Abr/94	Produção	Poço	Falha mecânica	Reino Unido	***	***	***

(continua)

Quadro II.8.2.4-1 (conclusão)

Data	Unidade	Equipamento	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	Nº de feridos	US\$
Mai/94	Plataforma	Tubulação de produção	Vazamento de gás e explosão	Mar do Norte	***	***	***
Jun/94	Produção	Tubulação	Vazamento	Reino Unido	***	***	***
Nov/94	Tubulação de gás	(Riser)	Colisão	Vietnam	***	***	\$ 3.000.000,00
Nov/94	Plataforma	Turbina a gás	Incêndio	Reino Unido	***	***	***
Nov/94	Tubulação	Tubo	(Anchor Drag)	USA	***	***	***
Nov/94	Plataforma	Sistema de ventilação	Incêndio	Noruega	***	***	***
Nov/94	Produção	Sump	Explosão	New Orleans – USA	001	003	***
Dez/94	Plataforma	Tubulação	Explosão	Golfo do México	001	007	***
Dez/94	Produção	Tubulação	Vendaval seguido de incêndio	Mar do Norte	***	***	***
Jan/95	Produção	Plataforma	Incêndio	Ubit – Nigéria	010	019	***
Jan/95	Produção	Válvula	Vazamento	USA	***	***	***
Mar/95	Plataforma	Subestação	Incêndio	Reino Unido	***	001	***
Abr/95	Plataforma	Plataforma	Incêndio	Indonésia	***	***	***
Mai/95	Plataforma	Trocador de calor	Incêndio	Reino Unido	***	001	***
Ago/95	Produção	Tanque de estocagem	Falha de equipamento	Indonésia	***	***	***

Fonte: Sedgwick Energy Ltd – 1992 a 1995



Fonte: Sedgwick Energy Ltda. – 1992 a 1995.

Gráfico II.8.2-1 - Principais ocorrências (%) de acidentes em instalações offshore, de 1992 a 1995 (Sedwick Energy).

II.8.2.4.1. As 100 Maiores Perdas – 1974 a 2013 – 23ª Edição – Grandes Perdas de Danos Materiais na Indústria de Hidrocarbonetos (Relatório MARSH)

As informações contidas no Relatório MARSH – As 100 maiores perdas – 1974 a 2013 – 23ª edição – Grandes perdas de danos materiais na indústria de hidrocarbonetos, foram retiradas do banco de dados da Marsh Seguradora e são informações coletadas do contato com a indústria de hidrocarbonetos, bem como a partir das informações que estão disponíveis ao público. Estas informações foram incluídas neste documento, por conter dados mais recentes que o do *Relatório Noble Denton Major Oil And Energy Technology Losses/Sedgwick*.

O banco de dados de perdas e danos materiais, utilizado pelo Relatório MARSH, possui 40 anos de informações reunidas, com quase 10.000 registros individuais dos danos. Embora, todos os esforços tenham sido feitos para se descobrir o máximo de informações sobre as perdas, ainda existem alguns casos para os quais se tem pouca informação, o que impede de se determinar os fatores que contribuíram para um determinado acidente.

No relatório, não foram inclusas perdas que ocorreram durante a fase de construção dos projetos e perdas de transporte marítimo, com exceção dos envolvendo embarcações ancoradas junto às plataformas.

Os valores de perda são reportados de dois modos: o valor original da perda em "dinheiro no momento", bem como um valor inflacionado para estimar o valor equivalente da perda para o final de 2013. Este método usa o índice de custo das plataformas de petróleo Nelson-Farrar, o que permite uma fácil comparação de danos materiais em uma base constante em todo o período analisado. O total mensurado das perdas incluem: os custos de danos materiais, remoção de rejeitos e limpeza. Os custos de interrupção de negócios, despesas extras, lesões dos trabalhadores / fatalidades, responsabilidades e reivindicações estão excluídos desta análise. O custo direto de limpeza no local, devido a contaminação, remoção dos bifenilos policlorados (PCB), hidrocarbonetos e produtos químicos, lançados em um incêndio, explosão, ou outro evento de perda, foi considerado parte da perda de danos à propriedade.

As grandes perdas de propriedades foram agrupadas em cinco categorias: refinarias, petroquímica, gás processamento, terminais de distribuição e Upstream (perfuração, exploração e produção – offshore).

Desde 2011 ocorreram oito novos eventos que entraram na lista das 100 maiores perdas. Foram eventos de refinaria, petroquímica, e outros setores que incluem explosões, incêndios, inundações, blowouts, e o afundamento de estruturas offshore.

No caso desta análise histórica, foram considerados apenas os dados de *upstream* (exploração e produção *offshore*) constantes no relatório. Então, seguem-se as perdas de *upstream* inclusas entre as 20 maiores perdas do setor de hidrocarbonetos.

É importante considerar que durante o período de 1974 a 2013, houve um aumento significativo na quantidade da extração de petróleo bruto. A Administração de Informações sobre Energia dos EUA relatam uma média de produção mundial de petróleo bruto entorno de 64 milhões de barris por dia (bbl/d) em 1980, que aumentou para uma média de 89,3 milhões (bbl/d) em 2012.

Houve também, ao longo deste período, os principais desenvolvimentos tecnológicos na indústria *upstream* (offshore) que se mudou progressivamente

para ambientes mais hostis com projetos para águas mais profundas. Isso resultou em uma tendência para os ativos individuais da indústria de hidrocarbonetos *upstream* (offshore) possuírem maior valor.

O **Quadro II.8.2.4.1-2** apresenta as principais perdas ocorridas entre 1974 a 2013, na indústria *upstream* (exploração e produção de petróleo). Os dados estão divididos de acordo com a causa do acidente. A maioria das perdas ocorreu na atividade de produção e não de perfuração.

Quadro II.8.2.4.1-2 - As maiores perdas na indústria Upstream - 1974 a 2013

Blowout (perfuração)		
Data do evento	23/07/2013	O gás natural fluiu de forma descontrolada de um poço e depois de um blowout que forçou a evacuação de 47 trabalhadores para o exterior da embarcação de perfuração. Não foram relatados danos ou incêndios. A profundidade da água relatada foi de 47 metros abaixo da plataforma. O incidente ocorreu perto de uma plataforma offshore de gás não-tripulado que não estava produzindo gás natural. Houve ignição do poço depois da evacuação. A plataforma desabou parcialmente depois de pegar fogo devido a um rompimento do poço de gás natural, e fissuras nas vigas de suporte do piso e da torre da plataforma. A plataforma jack-up também desabou sobre a estrutura da plataforma.
Localização	Golfo do México, Louisiana, USA	
Valor	US\$ 140.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 140.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Colapso (perfuração)		
Data do evento	01/07/2013	A plataforma jack-up afundou depois que uma das três pernas entrou em colapso no fundo do mar. A plataforma afundou ao ser posicionada para as operações de perfuração em cerca de 40 metros de profundidade. Havia 103 trabalhadores a bordo da sonda quando, de repente, inclinou, fazendo a embarcação virar e ser tomada de água. Um membro da equipe desapareceu e outras seis pessoas tiveram ferimentos leves.
Localização	Oceano Atlântico, Angola	
Valor	US\$ 230.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 230.000.000	
Embarcar		
Data do evento	12/04/2011	Mais de 600 trabalhadores foram evacuados desta embarcação depois que ela começou a se inclinar para um lado por causa da entrada de água. A embarcação foi localizada cerca de 80 quilômetros da costa perto do estado de Campeche, no México. Não foram observadas / relatadas lesões como resultado da inclinação súbita. Foi relatada a perda total da embarcação.
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 160.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 160.000.000	
Mau tempo		
Data do evento	04/02/2011	Condições de tempestade forte no Mar do Norte causou a quebra de quatro unidades de armazenamento flutuante de produção e descarga (FPSO) após a quebra de 10 amarras, o que resultou no afastamento do navio da sua posição. É estimado que a FPSO ficou sujeito a ventos de 98 km/h e ondas de mais de 9 metros. Normalmente, um complexo sistema de tubulação segue desde os poços no fundo do mar até o FPSO, mas esta infraestrutura foi danificada no incidente. Aos poucos o navio foi afastando-se da sua posição, todos os poços foram imediatamente fechados. Subsequentemente pesquisas mostraram que nenhum óleo tinha sido derramado. Como resultado, 74 membros não essenciais da tripulação foram evacuados para plataformas próximas, e 43 membros da tripulação essenciais permaneceram a bordo. Dois membros da tripulação tiveram ferimentos leves. A instalação foi projetada para produzir uma média de 18.400 (bbl/d) de óleo em 2011. Como resultado deste incidente, uma perda significativa de produção foi registrada.
Localização	Mar do Norte, UK	
Valor	US\$ 450.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 460.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Vazamento (perfuração)		
Data do evento	13/05/2010	Esta embarcação de perfuração de gás natural, afundou no mar do Caribe. Todos os 95 trabalhadores foram evacuados com segurança e não foi relatado nenhum vazamento. O naufrágio foi causado por uma súbita onda de água que entrou dentro de uma das pernas flutuantes submarinas. Válvulas de segurança submarinas automáticas garantiram a proteção e impediram um vazamento de ocorrer.
Localização	Mar do Caribe, Venezuela	
Valor	US\$ 230.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 250.000.000	
Fogo/ Explosão/ Blowout (perfuração)		
Data do evento	21/04/2010	A plataforma de perfuração semissubmersível que trabalhava no bloco 252 no Mississippi Canyon, a cerca de 77 km do largo da costa da Louisiana, sofreu uma grande explosão e incêndio após uma falha da integridade do poço. A embarcação tinha uma tripulação de 126 pessoas. Houve 11 pessoas imediatamente identificadas como ausentes e, posteriormente, confirmado como mortes, com mais 17 feridos. A plataforma afundou no prazo de 36 horas após a explosão inicial em lâmina d'água de aproximadamente 1.500 metros de profundidade. Os poços de exploração tinham atingido uma profundidade de 5.600 metros (profundidade total) e estava passando por obras de cimentação, com vista a abandonar temporariamente, antes do evento descontrolado do poço. Hidrocarbonetos continuaram a fluir através do blowout preventor danificado (BOP) em até 87 dias antes de uma morte estática "finalização" ser bem-sucedida quando foi realizada. O lançamento provocou um derrame de importância internacional e resultou em um descontrolado submarino com derramamento de superfície sem precedentes. O poço foi declarado finalmente tamponado após cinco meses do evento original, após a interceptação bem-sucedida através de um poço de alívio. O operador de locação criou um fundo de compensação de US \$ 20 bilhões, e a perda levou a tentativas de colocar uma proibição temporária da atividade de perfuração em águas costeiras dos EUA.
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 560.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 590.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Blowout		
<p>Data do evento Localização Valor Valor atual estimado</p>	<p>21/08/2009 Montara, Mar do Timor, Austrália US\$ 250.000.000 US\$ 280.000.000</p>	<p>Óleo, condensado e sulfeto de hidrogênio vazaram de uma cabeça de poço em uma plataforma que está sendo utilizada por um jackup rig no Mar de Timor. Havia 69 trabalhadores na plataforma que foram evacuados. O petróleo e gás começou a derramar após um “plug” bloqueando um dos poços com 1.200 metros de profundidade. No dia seguinte, uma foi relatada-uma mancha com 12 quilômetros de extensão e 30 metros de largura do derramamento. Foram feitas tentativas de limpeza nos próximos dois meses. Estima-se que foi vazando do poço 400 bbl/d de petróleo e gás.</p> <p>Em 01 de novembro, foi relatado que perfuradores tinha interceptado com sucesso o local e estavam começando a colocar lama pesada no poço para tampona-lo. No entanto, ocorreu um incêndio na plataforma de perfuração na tentativa de tapar o vazamento mais profundo. O fogo foi extinto depois de dois dias. Foi estimada a perda de 4.140 toneladas de óleo. Este incidente afetou tanto a plataforma e o equipamento (embarcação) de perfuração.</p>
Colisão		
<p>Data do evento Localização Valor Valor atual estimado</p>	<p>04/06/2009 Ekofisk, Mar do Norte, Noruega US\$ 750.000.000 US\$ 840.000.000</p>	<p>Um navio em manobra de intervenção perdeu o controle e colidiu com uma plataforma não-tripulada que fazia parte de um complexo que extraía 230.000 bbl/d. Os danos causados foram pesados para o navio e a plataforma, incluindo danos à estrutura da plataforma, ligações / ponte de acesso, entre outros equipamentos. Cerca de 23.000 bbl/d de petróleo foram derramados. A força da colisão comprimiu por cerca de dois metros a proa da embarcação, com a plataforma sendo empurrada parcialmente fora de posição, soltando vários pés de apoio ligados a estrutura principal de suporte de carga. Um dos risers de injeção de água na plataforma foi dobrado extensivamente e várias cabeças de poço foram transferidos, com mais inúmeros danos da colisão também identificados.</p>

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Âncora arraste		
Data do evento	26/01/2009	Em 26 de janeiro, a comunicação foi perdida entre a parte submarina e a superior da plataforma, resultando em danos ao exterior. As investigações determinaram que no manuseio de um rebocador, a âncora que estava sendo operada, foi danificada após a perda de controle do navio e colidiu com a parte submarina. Sua âncora agarrou os ativos submarinos, causando danos a uma árvore de Natal, a plataforma, e ao módulo de controle submarino. Houve operações de reparação incluído tamponar e abandonar o poço, e a perfuração de um substituto.
Localização	Angola	
Valor	US\$ 120.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 130.000.000	
Vazamento		
Data do evento	05/11/2006	Em 5 de novembro, alarmes de gás offshore foram acionados nesta unidade flutuante de produção e, após inquérito, foi estabelecido que um vazamento estava emanando de um dos risers de produção. Ao investigar mais, outros cinco risers foram encontrados afetados de forma semelhante. Os trabalhos de reparação foram posteriormente realizados.
Localização	Mar do Norte, Noruega	
Valor	US\$ 180.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 230.000.000	
Fogo/ Explosão		
Data do evento	27/07/2005	22 pessoas foram mortas quando um incêndio destruiu completamente uma plataforma de petróleo. Acredita-se que um navio de apoio, que foi evacuar um trabalhador a um centro médico, atingiu o riser da plataforma causando uma explosão. O navio também pegou fogo e afundou, duas plataformas próximas foram evacuadas quando pontes que as interligam entraram em colapso. As 150 pessoas a bordo conseguiram ser transferidas para uma plataforma de injeção de água, e mais 348 pessoas foram retiradas da plataforma de petróleo. Contudo, a operação de resgate foi dificultada pelo mau tempo. Além disso, foi relatado que um equipamento, ligado por uma ponte à plataforma de processo, também foi envolvido no incêndio. Um total de 73 pessoas foram evacuadas da embarcação, mas durante a evacuação de um empregado morreu. Em 7 de Agosto, foi relatado que 70% da produção de petróleo seria retomada até ao final do mês, com plena produção no meio de setembro de 2005. A interrupção total da produção foi estimada em 123.000 bbl/d, o que representou mais de 15% da produção de petróleo bruto da empresa.
Localização	Mumbai High Field, Índia	
Valor	US\$ 370.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 480.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Furacão		
Data do evento	10/07/2005	O furacão Dennis passou através da área onde a plataforma está localizada, levando a afundar parcialmente. Uma válvula de alívio da água do mar tinha sido instalada incorretamente em um tanque de lastro, o que resultou em excesso de água nos reservatórios. A plataforma já tinha sido evacuada e não houve vazamento de óleo, combustível, ou outras substâncias perigosas. A perda resultou no atraso de três anos no início do projeto. A companhia recuperou, e reconstruiu todo o equipamento de produção no fundo do mar após uma série de testes metalúrgicos que revelaram falha em componentes dos sistemas submarinos de campo.
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 250.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 320.000.000	
Blowout (perfuração)		
Data do evento	10/08/2004	Um incêndio eclodiu durante as operações de perfuração em uma plataforma de produção offshore de gás, na sequência de um incidente sem controle. O incêndio na plataforma de produção, inicialmente sob controle, se espalhou para a vizinha jack-up plataforma de perfuração (propriedade de uma grande empreiteira de perfuração), que sofreu danos significativos e entrou em colapso. As 79 pessoas a bordo da plataforma de perfuração foram evacuadas com segurança. A plataforma de produção, com 150 pessoas a bordo, tinha sido evacuada antes da propagação do fogo. O equipamento de perfuração afundou e não foi recuperado, a plataforma foi danificada além do reparo assim sua destruição foi ordenada pelo Estado.
Localização	Mediterrâneo, Egito	
Valor	US\$ 190.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 260.000.000	
Explosão/ Fogo/ Afundamento		
Data do evento	15/03/2001	A plataforma de produção offshore foi abalada por uma série de explosões causadas por um vazamento de gás. As explosões danificaram um pilar de apoio da plataforma semissubmersível, permitindo a entrada no vaso de água do mar. Trabalhadores inflaram nitrogênio e ar comprimido e tentaram bombear para fora quase 3.000 toneladas de água do mar para manter o equipamento à tona, mas não tiveram sucesso. Em 20 de Março, o equipamento afundou no mar. O incidente matou um total de 11 trabalhadores.
Localização	Bacia de Campos, Brasil	
Valor	US\$ 500.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 790.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

Explosão		
Data do evento	25/03/1993	Uma aparente falha de um controlador de nível de um trocador de calor "propano líquido" durante a manutenção sem supervisão levou a uma explosão e fogo. A sala de controle na plataforma principal foi destruída e outras partes da plataforma foram afetadas pela onda de choque. Onze mortes decorreram do incidente.
Localização	Lama, Lago Maracaibo, Venezuela	
Valor	US\$ 100.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 190.000.000	
Fogo/ Explosão		
Data do evento	19/03/1989	O pessoal contratado estava instalando uma válvula de 18 polegadas de diâmetro em um gasoduto da plataforma. Foi feito um corte frio no pipeline, hidrocarbonetos foram pulverizados a partir do corte e inflamaram. A explosão e o fogo queimaram a estrutura principal e causou explosões subsequentes, quando seis outros pipelines se romperam devido ao calor intenso. O acidente resultou na destruição total da plataforma e sete mortes. Demorou dois anos para substituir a plataforma.
Localização	Baker, Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 400.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 830.000.000	
Blowout (perfuração)		
Data do evento	20/01/1989	A plataforma semissubmersível tinha tubulações de gás a 4.700 metros de profundidade e durante uma tentativa de limpar o tubo de perfuração de cimento anteriormente bombeado para controlar o poço, em seguida, sofreu uma ruptura. O poço foi estabilizado após 11 meses de bombeamento de lama pesada para baixo. A cavidade foi depois selada.
Localização	Treasure Saga, Mar do Norte, UK	
Valor	US\$ 220.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 460.000.000	

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (continuação)

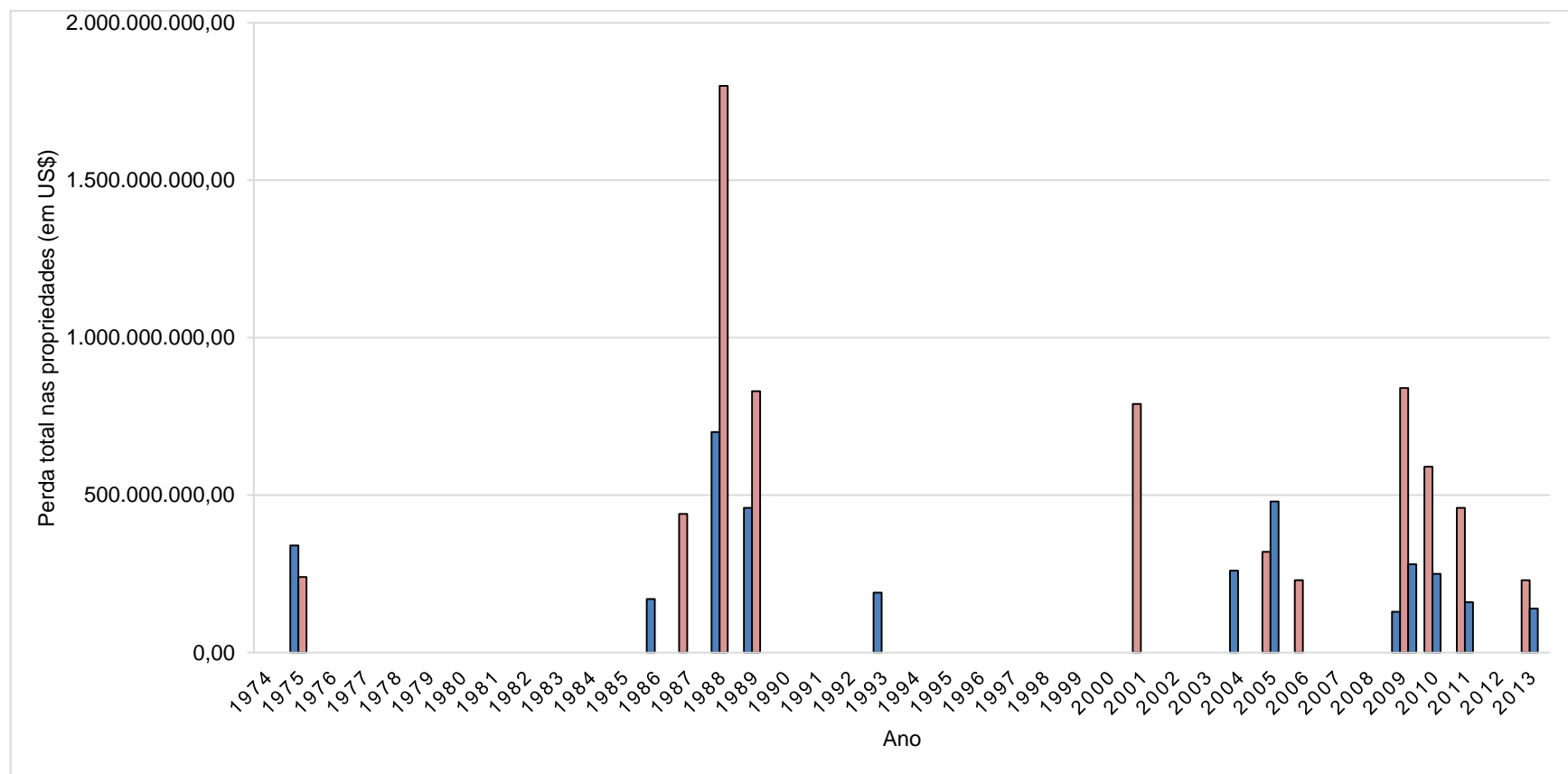
Fogo/ Explosão		
<p>Data do evento Localização Valor Valor atual estimado</p>	<p>07/06/1988 Piper Alpha, Mar do Norte, UK US\$ 850.000.000 US\$ 1.800.000.000</p>	<p>Uma falha na comunicação para manutenção de um equipamento gerou a ignição do condensado de gás e a partir de uma seção da tubulação no módulo de compressão de gás desta plataforma e desencadeou uma série de incêndios e explosões, resultando na destruição quase total da instalação. O condensado foi libertado a partir de uma válvula de alívio de pressão, a qual tinha sido removida para manutenção, quando esta seção da tubulação foi inadvertidamente pressurizada. A gravidade do acidente foi devida, em grande parte, à contribuição de petróleo e gás a partir de gasodutos conectados a plataforma, e a desativação de praticamente todos os sistemas de emergência, como um resultado da explosão inicial.</p> <p>O módulo de compressão tinha sido adaptado para a plataforma adjacente à sala de controle, e a sala de controle foi inutilizada pela explosão inicial. Além disso, as bombas de incêndio foram colocadas no modo de operação manual, devido aos mergulhadores estar na água antes do acidente.</p> <p>Havia 226 pessoas na plataforma no momento do acidente; apenas 59 sobreviveram. Outra contribuição para a perda de vida foi a localização dos quartos diretamente acima do local de liberação inicial e resultante explosão e incêndio.</p>
Fogo (perfuração)		
<p>Data do evento Localização Valor Valor atual estimado</p>	<p>24/04/1988 Enchova, Bacia de Campos, Brasil US\$ 330.000.000 US\$ 700.000.000</p>	<p>Durante a conversão de um dos poços de petróleo da plataforma para a produção de gás, foi liberado um gás de alta pressão de um bolsão encontrado que forçou o tubo de perfuração do poço. O blowout (BOP) falhou para fechar o poço, e as faíscas, causada pelo tubo de perfuração que foi expulso ao bater em uma das pernas da plataforma, acendeu o gás que escapa. O fogo durou 31 dias. A maior parte da estrutura do lado superior foi destruída, e com a investigação mais tarde foi declarado uma perda total. O redesenho do módulo de produção foi completado em 45 dias num esforço para reduzir, tanto quanto possível, a perda de produção. A volta total da produção foi restaurada após 18 meses de perda.</p>

(continua)

Quadro II.8.2.4.1-2 (conclusão)

Blowout		
Data do evento	04/11/1987	A cabeça do poço vazou após pressão no revestimento de produção para as colunas de revestimento exterior, resultando na falha de uma das colunas de revestimento. Isso causou uma explosão subterrânea que resultou em danos para a plataforma e uma pluma de gás em torno dela. O poço foi finalizado "morto" para estabilizar as condições no leito marinho.
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 200.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 440.000.000	
Adernamento/ Mau tempo		
Data do evento	26/08/1986	Uma barcaça semissubmersível encalhou perto Uslan, Coreia durante um tufão.
Localização	Mar do Japão, Japão	
Valor	US\$ 75.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 170.000.000	
Colisão		
Data do evento	01/08/1975	Esta plataforma foi atingida pela embarcação "Stad Sea".
Localização	Mar do Norte, UK	
Valor	US\$ 55.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 240.000.000	
Blowout		
Data do evento	01/07/1975	O campo Fateh L-3 tinha o poço em desenvolvimento atingindo 1.270 metros de profundidade quando ocorreu um "kick". O esforço danificou o poço encerrado o mesmo e o abandono do equipamento quando o gás quebrou em torno da sapata de 20 polegadas e vazou borbulhando sob a plataforma. 15 dias após a explosão do gás inflamável, o equipamento e a plataforma afundaram no Golfo Pérsico.
Localização	Fateh L3, Dubai, UAE	
Valor	US\$ 79.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 340.000.000	

O **Gráfico II.8.2.4.1-1**, a seguir, apresenta as perdas às propriedades do setor *upstream*, no período de 1974 a 2013. A perda de propriedades *upstream* é dominada pelo valor da perda de Piper Alpha em 1988, mas continua havendo perdas regulares no setor *upstream* com valores acima de US \$ 130 milhões. As operações no setor *upstream* estão ocorrendo progressivamente em ambientes mais desafiadores, em águas mais profundas, e as instalações são geralmente bem maiores. Os altos preços do petróleo fazem a margem do desenvolvimento de projetos em hidrocarbonetos ser potencialmente rentável, mas eles estão cada vez mais dependentes das escalas da economia, resultando em aumento da exposição.



Nota: O Gráfico II.4.1-1 mostra a distribuição do valor da perda de propriedade de incidentes upstream no conjunto das 100 maiores perdas, com inflação para os valores de 2013.
Fonte: MARSH - 1974 a 2013

Gráfico II.8.2.4.1-1 - Perdas nas propriedades do setor de upstream por ano, de 1974 a 2013.

Foram aprendidas lições com as perdas no setor, e estas foram aplicadas em normas, por exemplo, para a disposição das instalações, proteção ao fogo e mitigação da perda.

Por fim é importante destacar que, as informações apresentadas acima são apenas para os valores de danos materiais, e não existe qualquer consideração quanto aos custos adicionais de melhoria de controle ou responsabilidade civil (ambiental), que em muitos casos pode ser significativamente maior. Por exemplo, a perda em “Macondo”, no Golfo do México, em 2010, está incluída nas 100 maiores perdas, considerando apenas os danos materiais da perda da sonda, com uma estimativa de valor atual de US\$ 600 milhões. No entanto, o custo adicional foi enorme e a empresa operadora tinha, até o final de 2013, pago mais de US\$ 12 bilhões em dívidas, entre as reclamações entre as empresas envolvidas, governo e responsabilidade de terceiros.

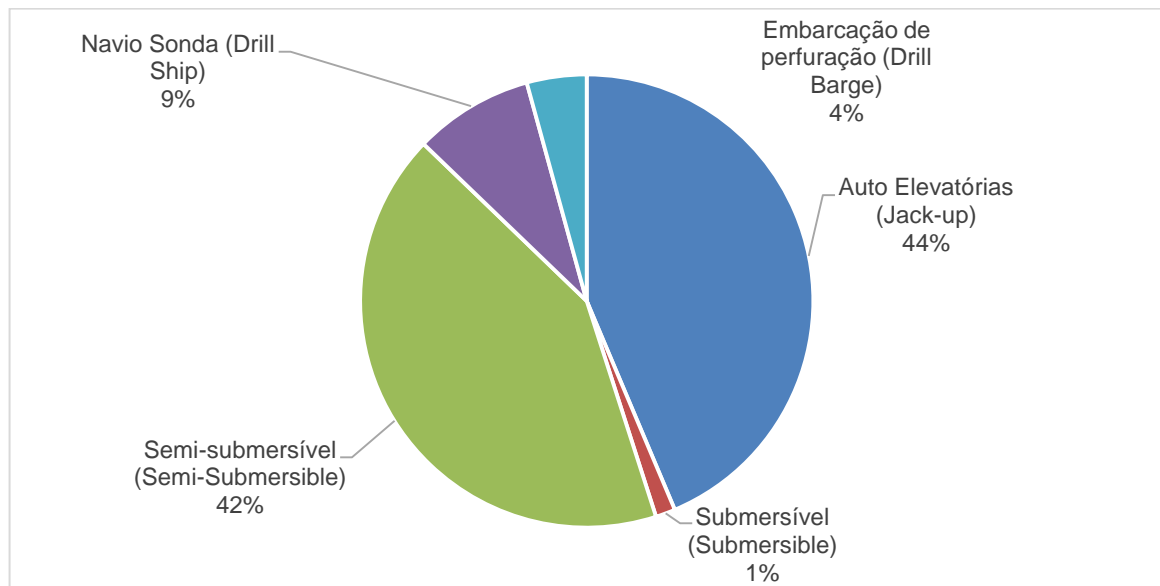
II.8.2.5 Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD)

O Banco de Dados Mundial de Acidentes em Atividades Offshore (WOAD) é um banco de dados, publicado pela DNV Technica, com informações sobre os acidentes ocorridos nas atividades Offshore de extração de óleo e gás bastante utilizado em análises de acidentes em plataformas. A iniciativa de coleta dos dados começou na década de 70 e as informações sobre as lições aprendidas se tornou um cabedal de valor inestimável para ajudar a compreender e a evitar acidentes.

Atualmente, há 2306 fatalidades humanas registradas nos 6733 eventos ocorridos, um dado sombrio que impulsiona a continuidade da coleta desses registros, que se tornaram muito mais importantes que um simples banco de dados. A versão utilizada nesta análise, disponibilizada em dezembro de 2015, contempla o período entre 1970 e 2015.

O **Gráfico II.8.2.5-1** apresenta os tipos de unidades móveis pelo mundo com relação aos acidentes totais, na qual pode ser observado que as plataformas do tipo Navio Sonda correspondem a 9%, as Semissubmersíveis representam 42%,

os Jack-ups (Auto elevatórias) 44% e Embarcação de perfuração (Drill barge) 4% do total.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-1 - Distribuição por tipo das unidades móveis ativas pelo mundo com relação aos acidentes totais - período de 1970 a 2015.

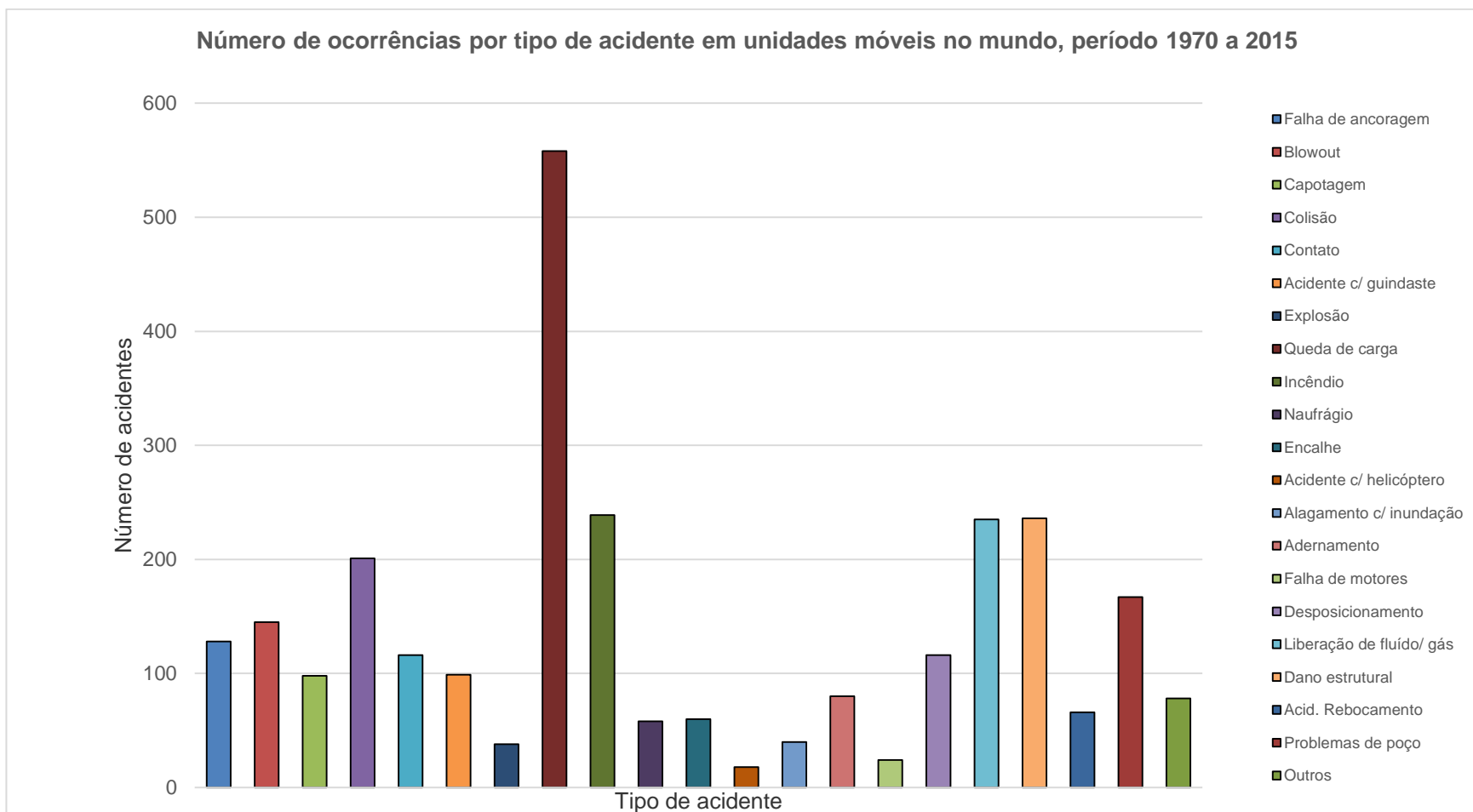
O **Quadro II.8.2.5-1** resume o número de ocorrências de determinados tipos de acidentes por tipos de plataforma móvel e o gráfico de distribuição das ocorrências é apresentado no **Gráfico II.8.2.5-2**. Observa-se que o maior número de ocorrências de acidentes em plataformas móveis corresponde à queda de carga.

Os **Gráficos II.8.2.5-3 e II.8.2.5-4** apresentam os acidentes ocorridos exclusivamente em plataformas do tipo Navio Sonda, os **Gráficos II.8.2.5-5 e II.8.2.5-6** em plataformas auto elevatórias e os **Gráficos II.8.2.5-7 e II.8.2.5-8** os acidentes ocorridos em plataformas semissubmersíveis, no período de 1970 a 2015. Em todas destaca-se a queda de carga.

Quadro II.8.2.5-1 - Número de ocorrências por tipo de acidente e por tipo de unidade

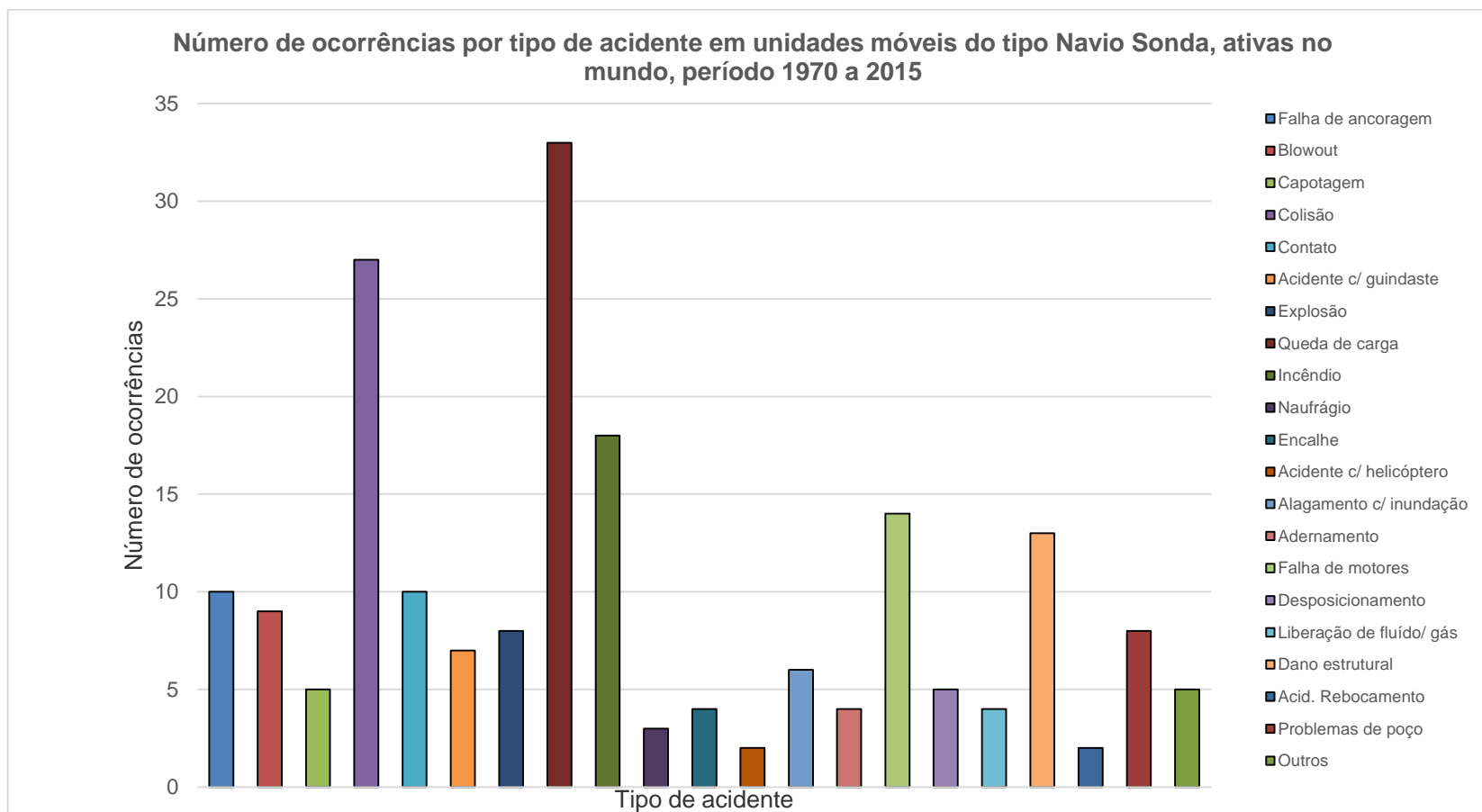
Tipo de Acidente	Tipo de Unidade Móvel					
	Auto elevatória (Jack-up)	Semissubmersível	Submersível	Navio Sonda	Drill barge	Total
Falha de ancoragem	12	100	1	10	5	128
Blowout	76	46	3	9	11	145
Capotagem	79	4	1	5	9	98
Colisão	84	79	3	27	8	201
Contato	58	42	2	10	4	116
Acidente com guindaste	50	39	1	7	2	99
Explosão	16	10	2	8	2	38
Queda de carga	111	409	2	33	3	558
Incêndio	80	113	4	18	24	239
Navrágio	41	7	1	3	6	58
Encalhe	24	25	2	4	5	60
Acidente c/ helicóptero	7	8	1	2	0	18
Alagamento/ inundação	13	18	1	6	2	40
Adernamento	49	23	2	4	2	80
Falha de motores	3	6	0	14	1	24
Desposicionamento	51	58	1	5	1	116
Liberção de fluído/ gás	41	184	2	4	4	235
Dano estrutural	175	40	2	13	6	236
Acid. rebocamento	29	34	0	2	1	66
Problemas de poço	67	85	1	8	6	167
Outros	22	48	2	5	1	78
Total	1088	1378	34	197	103	2800

Fonte: WOAD – Dados de todo o mundo, para unidades móveis – 1970 a 2015



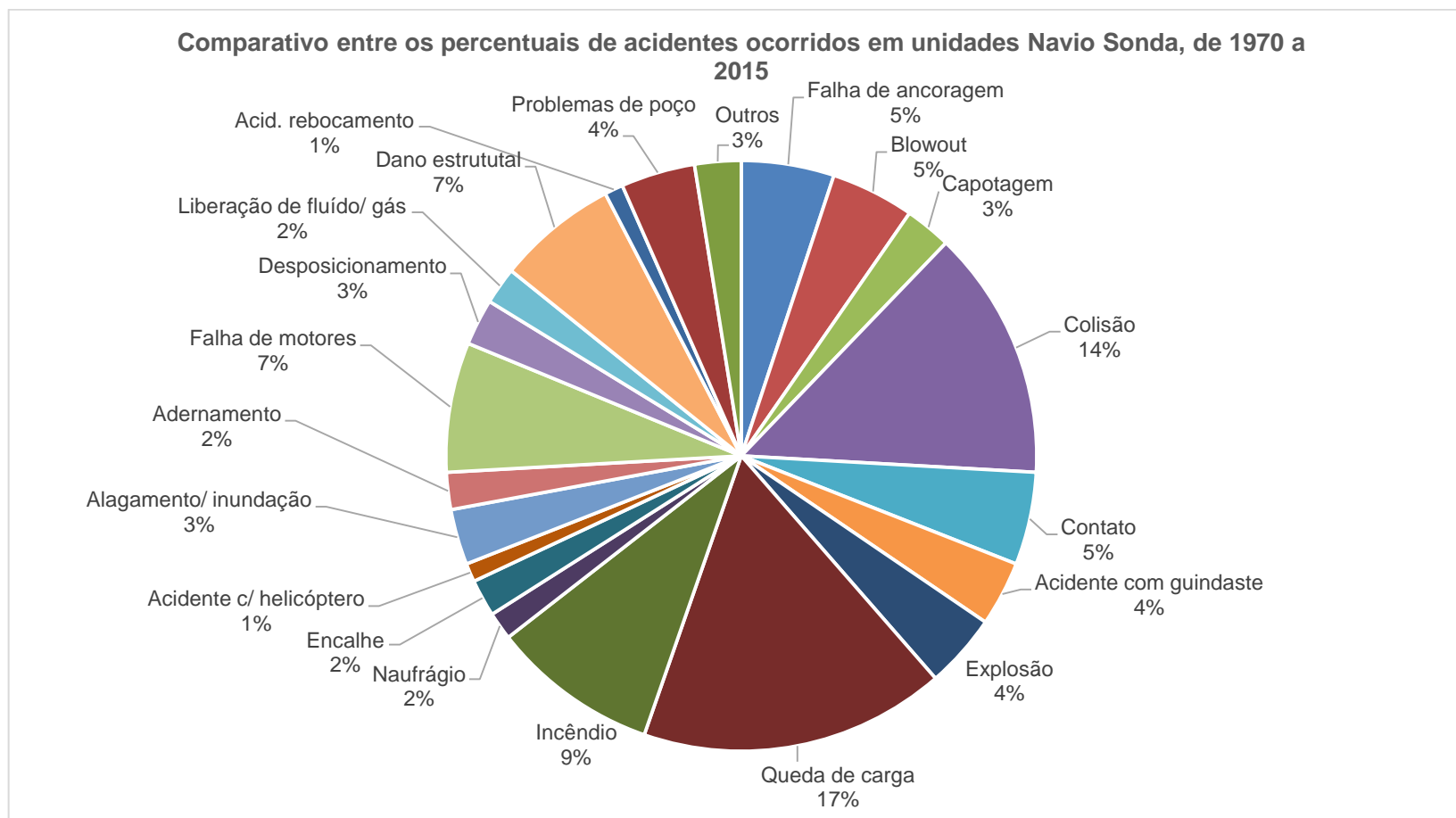
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-2 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



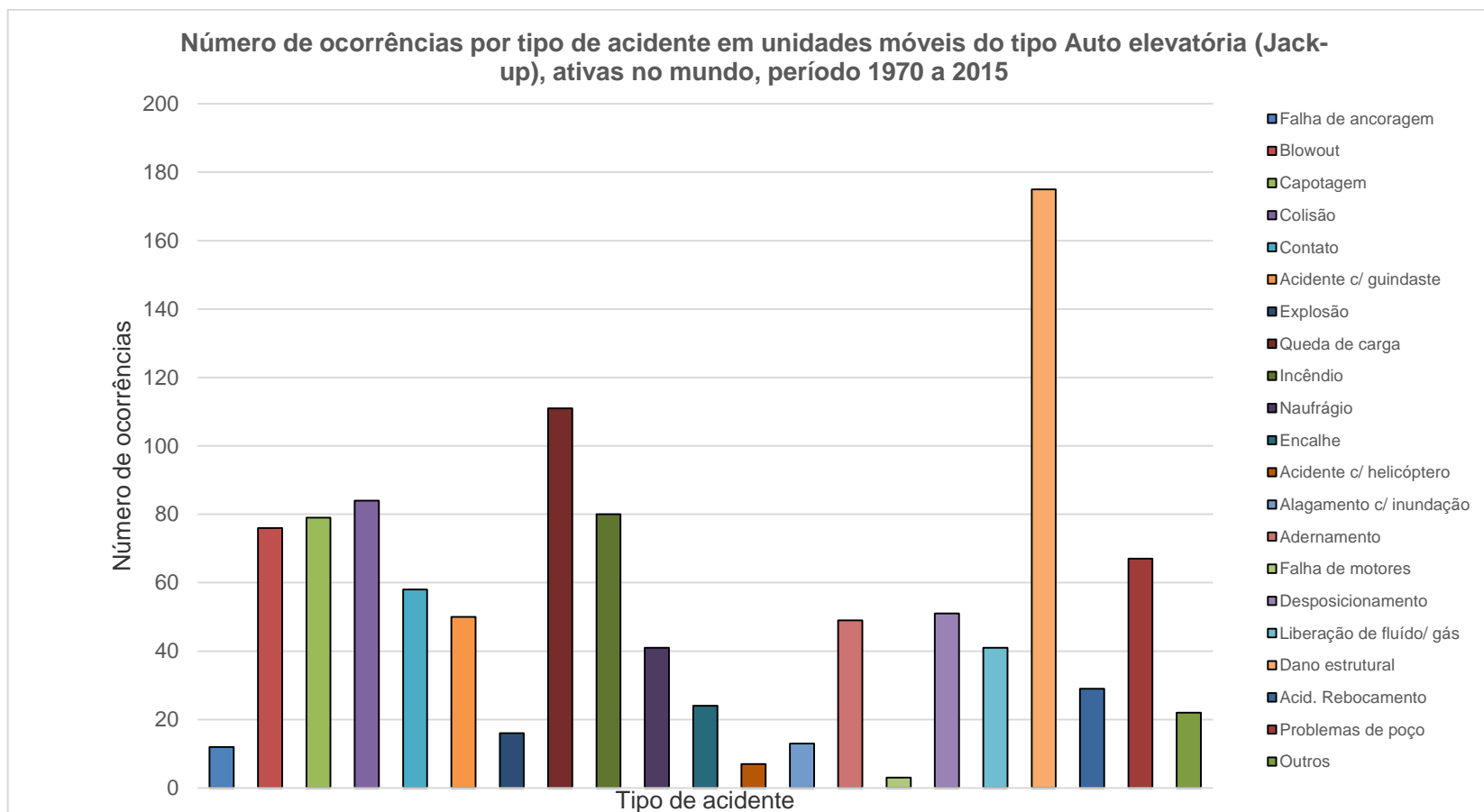
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-3 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis do tipo Navio Sonda, ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



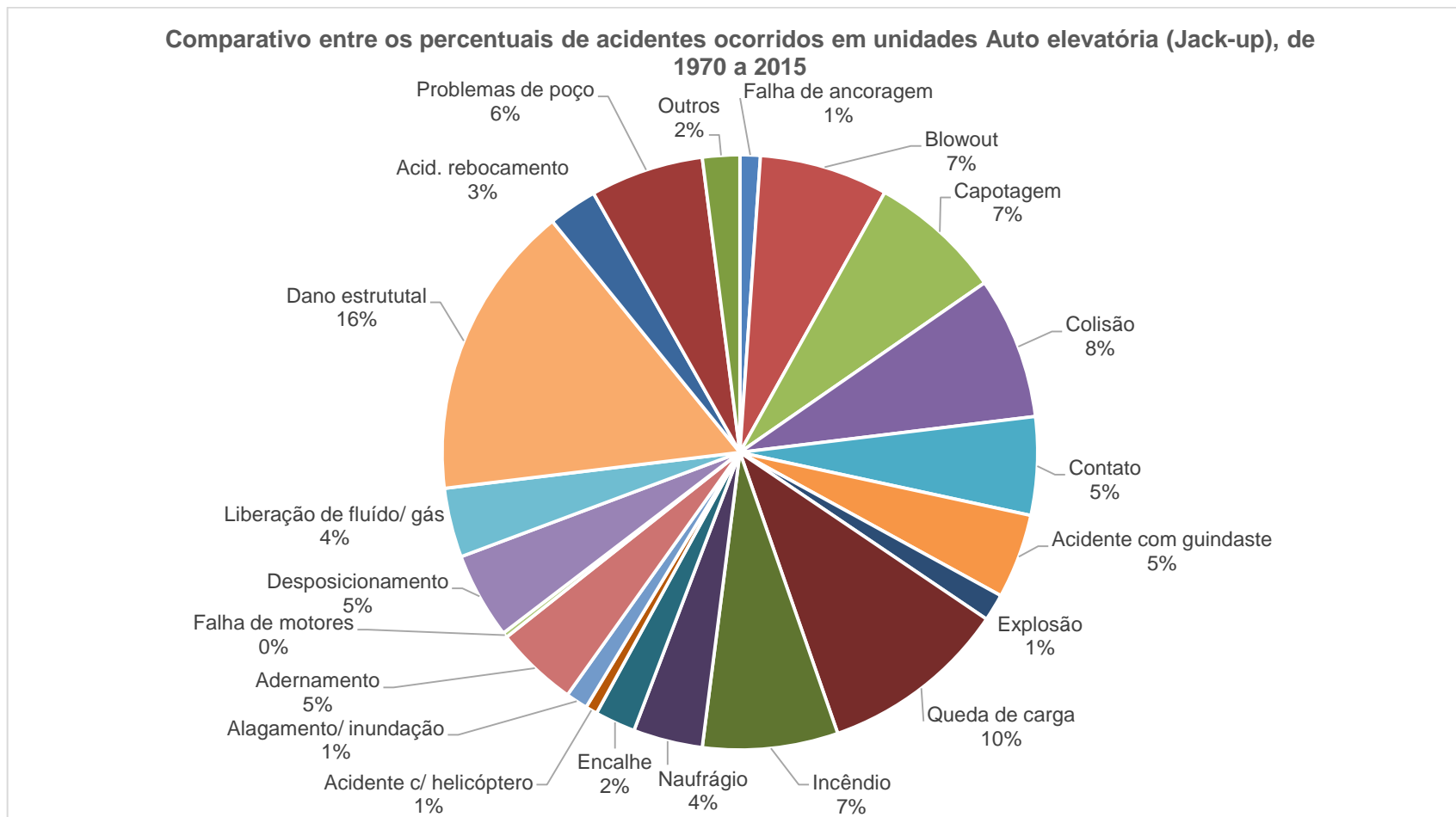
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-4 - Comparativo entre percentuais de acidentes em plataforma Navio Sonda, de 1970 a 2015.



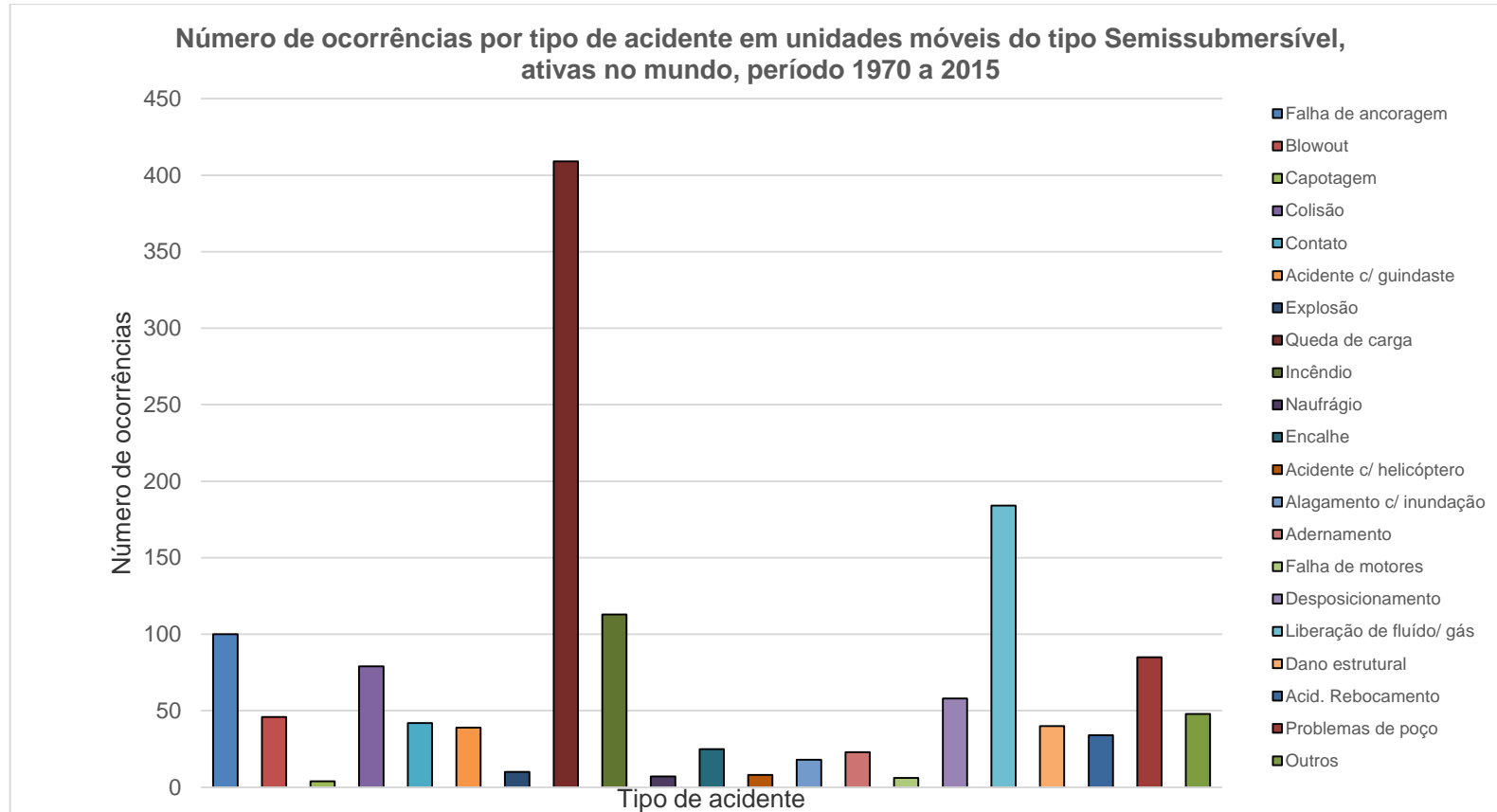
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-5 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis do tipo Auto elevatória (Jack-up), ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



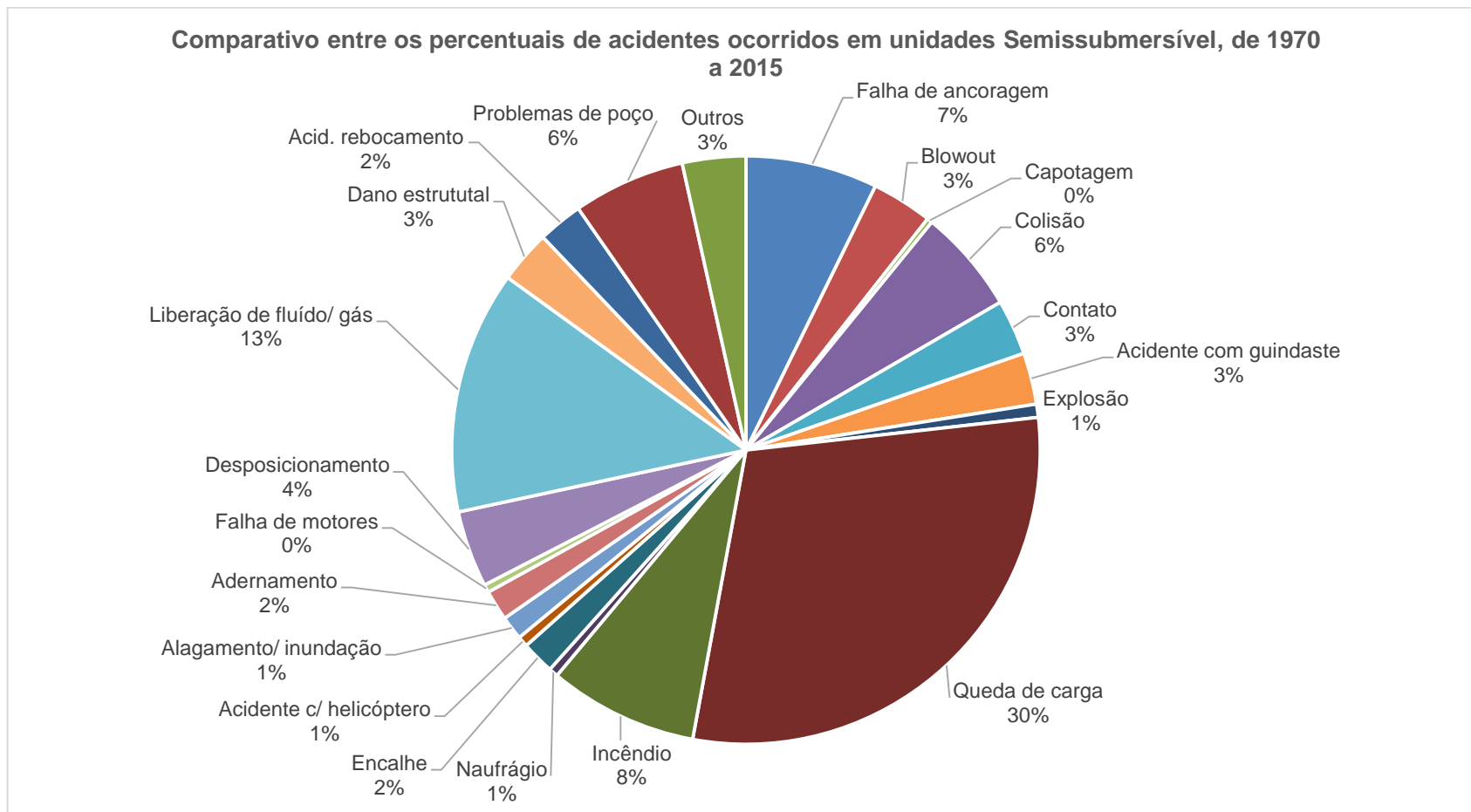
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-6 - Comparativo entre percentuais de acidentes em plataforma Auto elevatória (Jack-up), de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-7 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis do tipo Semissubmersível, ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-8 - Comparativo entre percentuais de acidentes em plataforma Semissubmersível, de 1970 a 2015.

Para a classificação dos acidentes em relação aos danos gerados, o Banco de Dados WOAD segue o seguinte critério:

Perda Total

Perda total da unidade, inclusive do ponto de vista de seguro. Entretanto, a plataforma pode ser reparada e retornar à operação.

Danos Severos

- Danos severos a um ou mais módulos da unidade;
- Danos grandes / médios a estruturas que suportam cargas;
- Danos grandes a equipamentos essenciais.

Danos Significativos

- Danos significativos/ sérios a módulos e área local da unidade;
- Danos a equipamentos mais essenciais;
- Danos significativos a equipamentos essenciais únicos;
- Danos menores a estruturas que suportam cargas.

Danos Pequenos

- Danos a equipamentos não tão essenciais;
- Danos menores a equipamentos essenciais únicos;
- Danos a estruturas que não suportam cargas.

Danos insignificantes

- Danos insignificantes ou nenhum dano;
- Danos a peças de equipamentos essenciais;
- Danos a cabos de reboque, propulsores, geradores e acionadores.

O **Quadro II.8.2.5-2** mostra que, para unidades móveis em todo o mundo, há acidentes que caracteristicamente resultam em danos severos para unidades móveis, podendo chegar até perda total (ex: Capotagem). No entanto, há tipos de acidentes que podem causar desde perdas totais até perdas insignificantes (ex: Blowouts). Isto porque a severidade dos danos sofridos por uma unidade móvel é

função da intensidade do acidente ocorrido e da eficácia das medidas preventivas adotadas.

Os **Gráficos II.8.2.5-9, II.8.2.5-10 e II.8.2.5-11** apresentam, respectivamente, o número de ocorrências que resultaram em perda total, danos severos e danos significantes. Pode-se concluir que o dano estrutural, por exemplo, foi uma das principais causas de acidentes, contribuindo notoriamente para a ocorrência de danos significativos, seguido por colisão e incêndio. Para os danos severos o dano estrutural também foi a principal causa dos acidentes, seguido por contribuições do evento capotagem e incêndio. Considerando a classe de dano perda total, tem-se capotagem como o acidente principal, seguido de naufrágio e incêndio.

Quadro II.8.2.5-2 - Número de ocorrências dos tipos de acidente por severidade dos danos – dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015

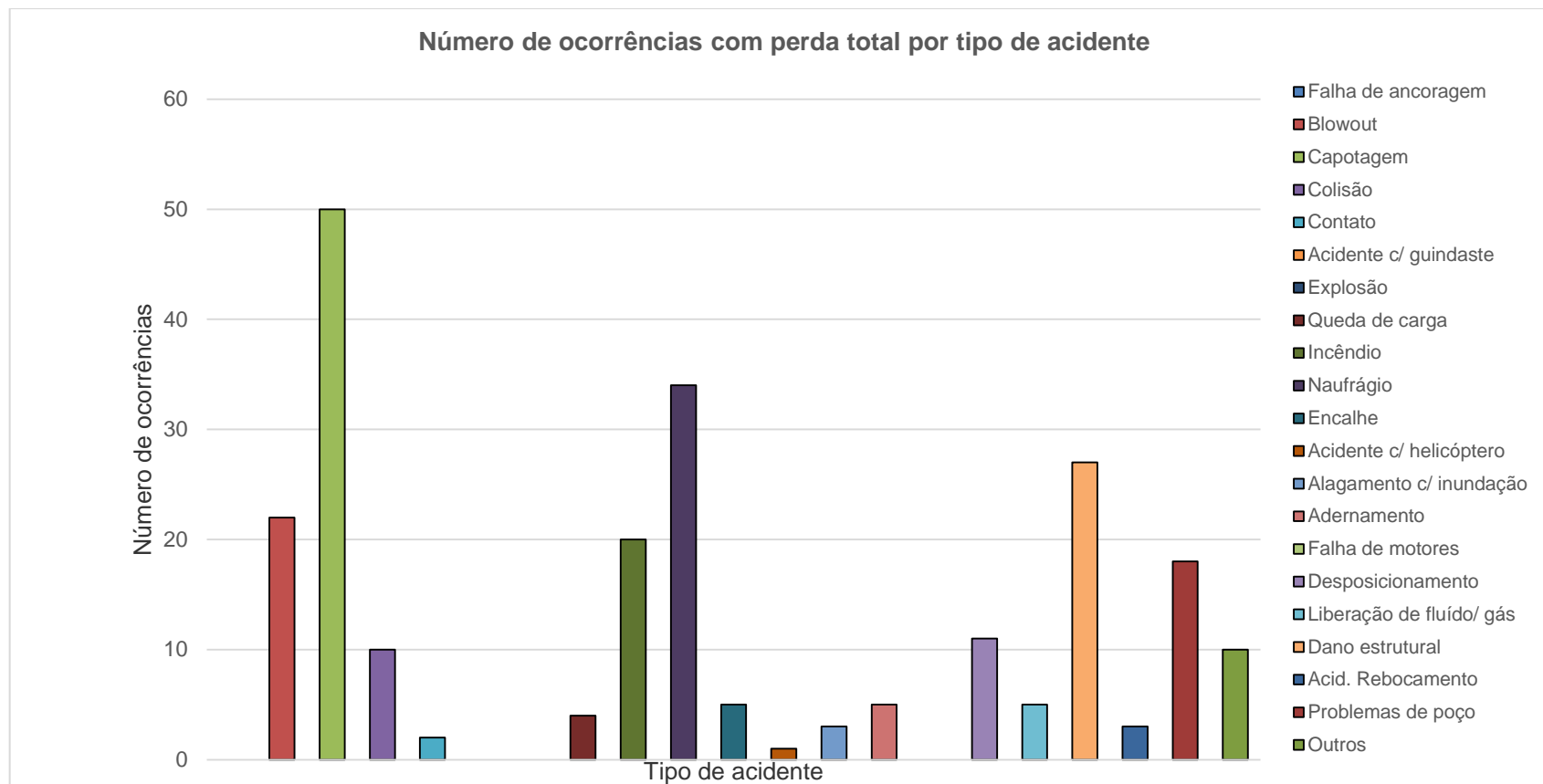
Tipo de Acidente	Severidade dos danos					Total
	Perda total	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	
Falha de ancoragem	0	2	39	46	41	128
Blowout	22	9	26	22	66	145
Capotagem	50	41	6	0	1	98
Colisão	10	20	61	78	32	201
Contato	2	6	54	41	13	116
Acidente com guindaste	0	0	6	20	73	99
Explosão	0	4	15	9	10	38
Queda de carga	4	6	35	29	484	558
Incêndio	20	34	48	45	92	239
Naufrágio	34	20	3	1	0	58
Encalhe	5	21	26	7	1	60
Acidente c/ helicóptero	1	0	0	9	8	18
Alagamento/ inundação	3	5	20	10	2	40
Adernamento	5	17	35	11	12	80
Falha de motores	0	0	1	9	14	24

(continua)

Quadro II.8.2.5-2 (conclusão)

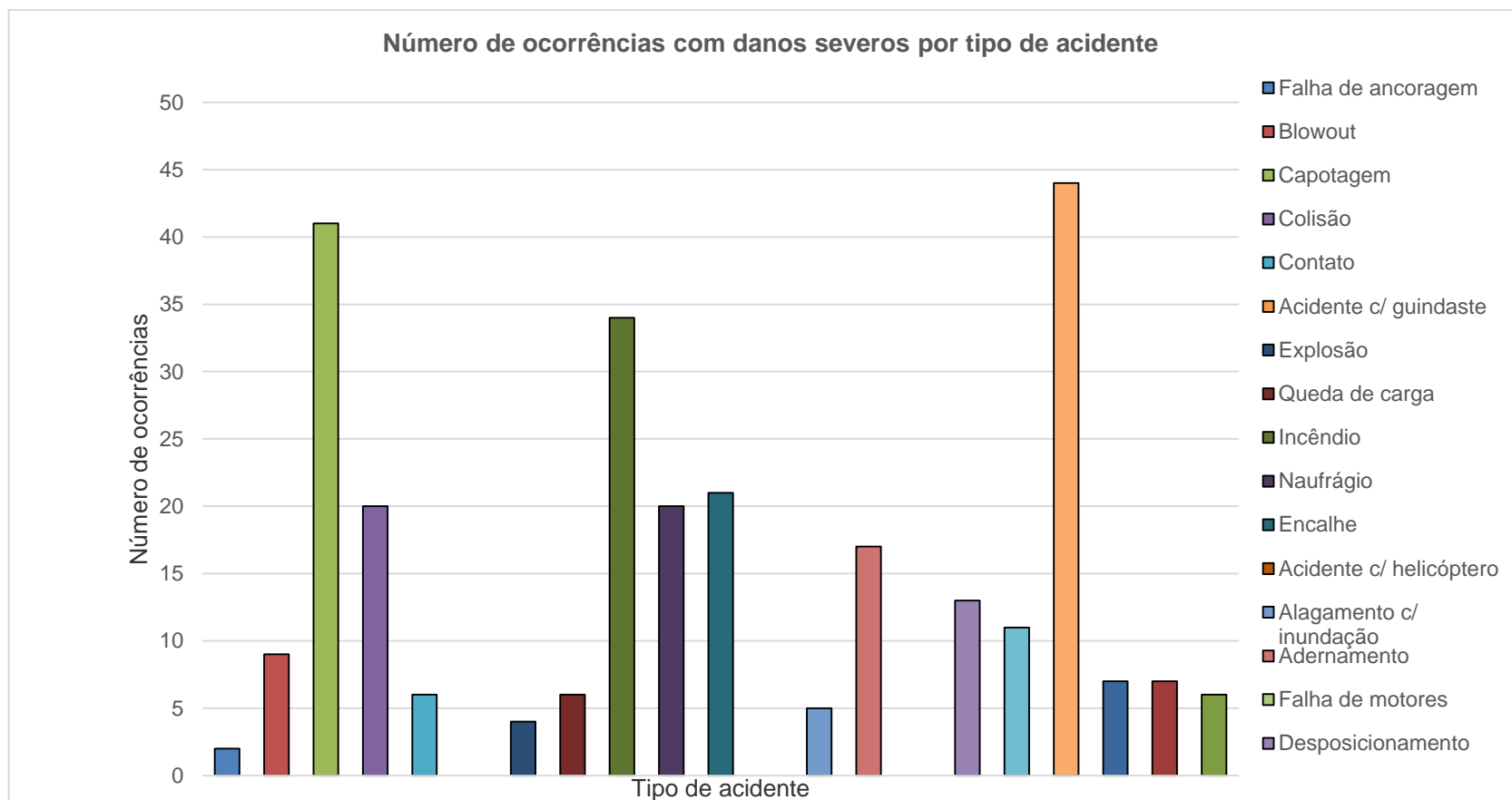
Tipo de Acidente	Severidade dos danos					Total
	Perda total	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	
Desposicionamento	11	13	27	20	45	116
Liberação de fluído/ gás	5	11	15	14	190	235
Dano estrutural	27	44	121	34	10	236
Acid. rebocamento	3	7	15	1	40	66
Problemas de poço	18	7	15	14	113	167
Outros	10	6	6	9	47	78
Total	230	273	574	429	1294	2800

Fonte: WOAD – Número de ocorrências – dados de todo o mundo para unidades móveis – 1970 a 2015



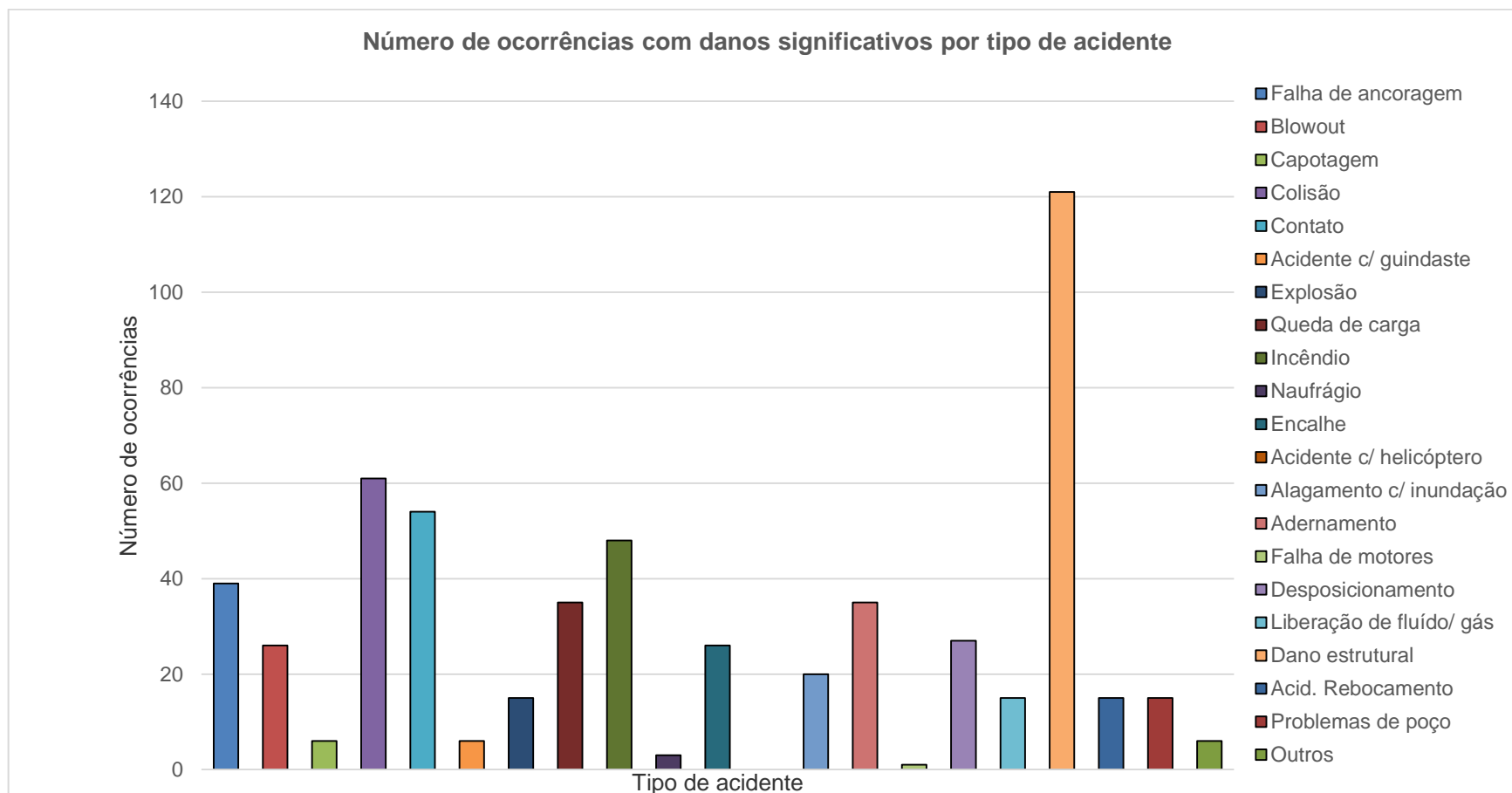
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-9 - Número de ocorrências com perda total por tipo de acidentes - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

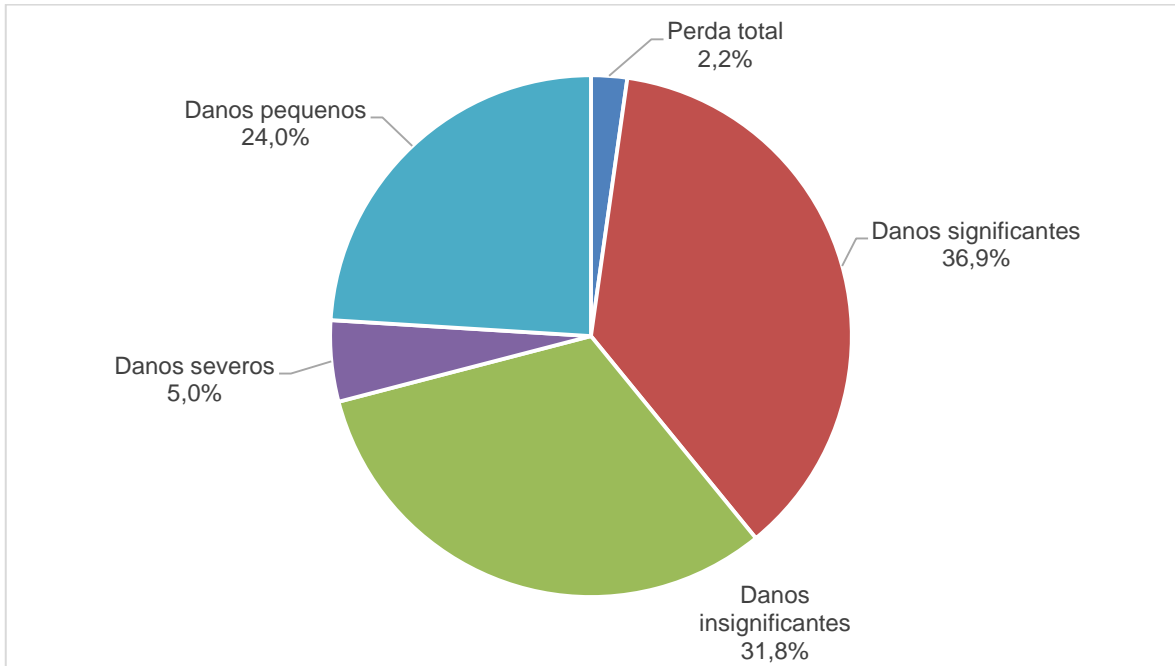
Gráfico II.8.2.5-10 - Número de ocorrências com danos severos por tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

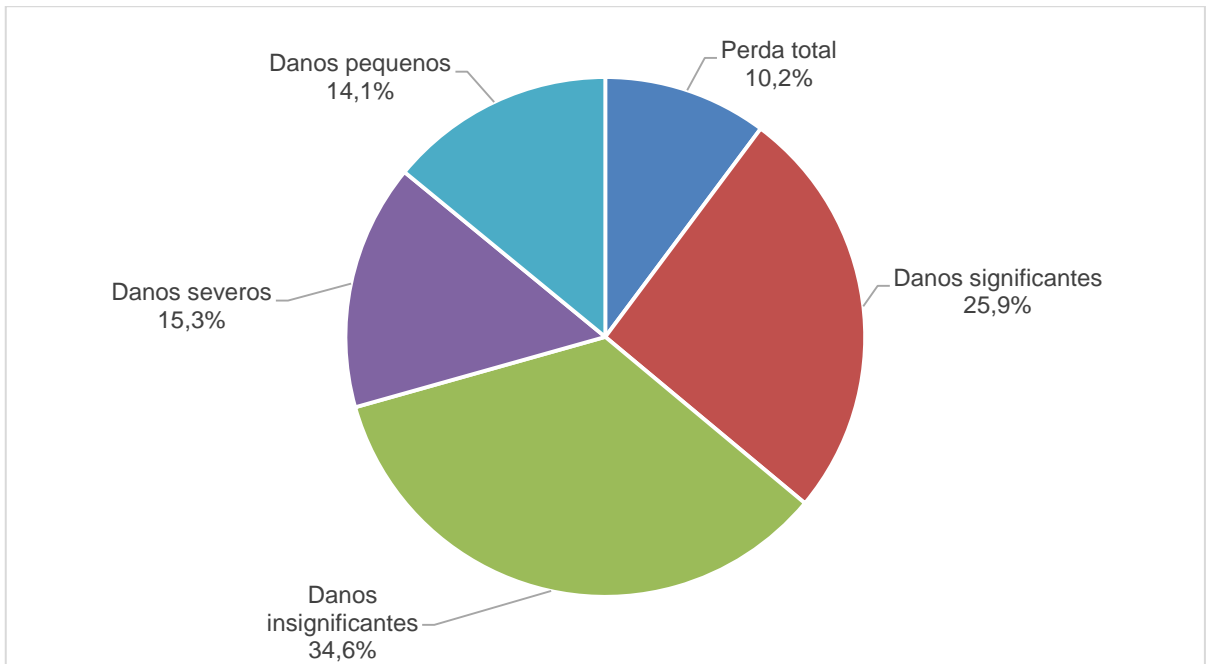
Gráfico II.8.2.5-11 - Número de ocorrências com danos significativos por tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.

Consta nos **Gráficos II.8.2.5-12, II.8.2.5-13 e II.8.2.5-14** um comparativo entre os percentuais relativos ao número de ocorrências classificadas por categorias de severidade dos danos, específicos para as plataformas respectivamente: navios sonda, auto elevatória (jack-up) e semissubmersível. Para o navio sonda verifica-se que o número de acidentes com danos significantes é pouco maior que os acidentes com danos insignificantes no período de 1970 a 2015. Além disso, percebe-se que acidentes com danos insignificantes constituem o equivalente a soma dos danos severos, pequenos e perda total dos acidentes nesse período. Para a auto elevatória (jack-up), verifica-se que o número de acidentes com danos significantes é quase duas vezes maior que os acidentes com danos pequenos no período de 1970 a 2015. Além disso, percebe-se que acidentes com danos insignificantes constituem o equivalente a soma dos danos pequenos, severos e perda total dos acidentes nesse período. Para a semissubmersível, verifica-se que o número de acidentes com danos significantes é quase seis vezes menor que os acidentes com danos insignificantes no período de 1970 a 2015. Além disso, percebe-se que acidentes com danos pequenos constituem o equivalente a soma dos danos severos, significantes e perda total dos acidentes nesse período.



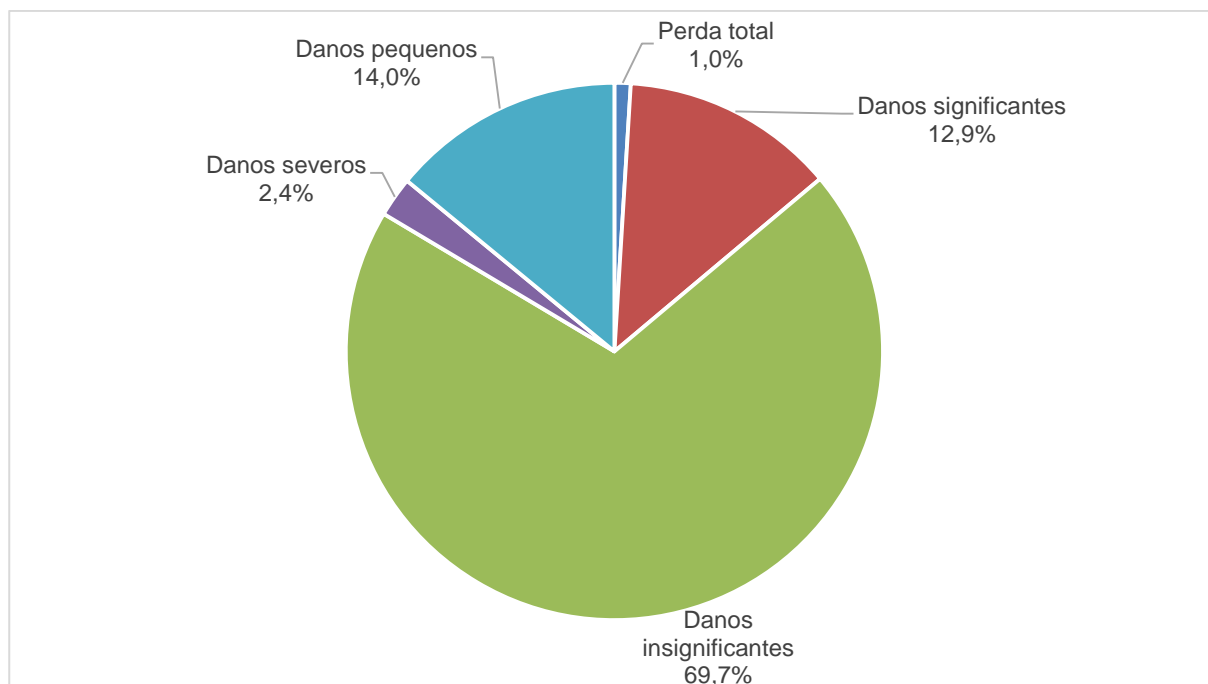
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-12 - Percentuais de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Navio Sonda, por categoria de severidade, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-13 - Percentuais de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Auto elevatória (Jack-up), por categoria de severidade, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-14 - Percentuais de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Semissubmersível, por categoria de severidade, de 1970 a 2015.

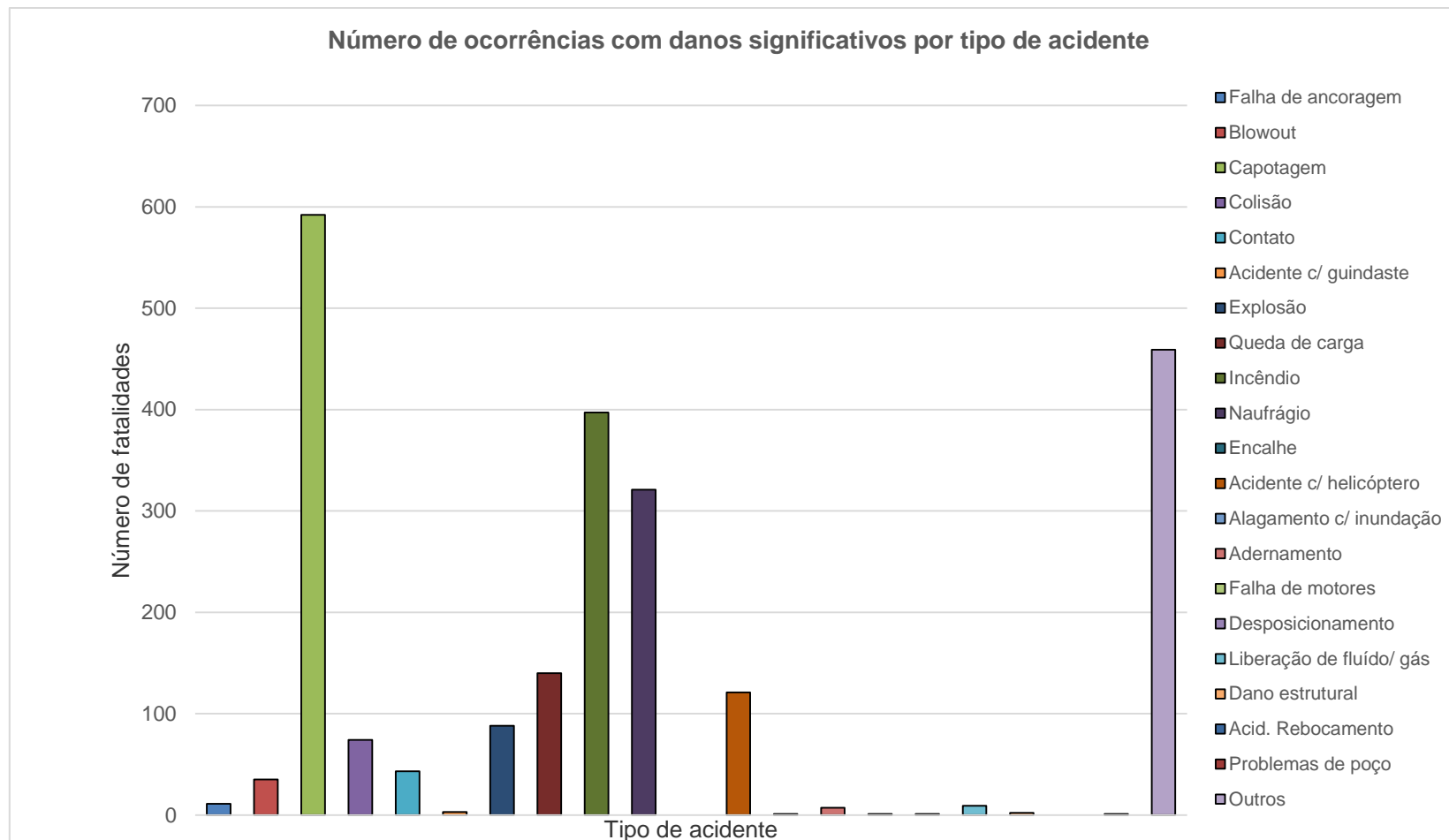
O **Quadro II.8.2.5-3** relaciona os tipos de acidentes com o número de fatalidades ocorridas e as classes de danos (classificação dos acidentes em relação aos danos gerados), considerando o cenário mundial, entre 1970 e 2015. Nota-se que alguns acidentes, mesmo tendo o dano classificado como “insignificante”, resultaram em mortes. Também, pode ser observado que capotagem foi o acidente que gerou o maior número de fatalidades nesse período (592), seguido de outros acidentes (459), incêndio (397) e naufrágio (321). Observa-se ainda que o elevado número de vítimas associados à capotagem está relacionado às plataformas Alexander L. Kielland (123), Ocean Ranger (84), Bohai II (72), Glomar Java Sea (81) e Seacrest (91), que juntas correspondem a 76,2% das fatalidades (451).

O **Gráfico II.8.2.5-15** resume o número de fatalidades por tipo de acidente para unidades móveis e os **Gráficos II.8.2.5-16, II.8.2.5-17 e II.8.2.5-18** apresentam esses dados específicos para plataformas navios sonda, auto elevatórias (jack-up) e semissubmersível.

Quadro II.8.2.5-3 - Número de fatalidades por tipo de acidente x severidade dos danos

Tipo de Acidente	Severidade dos danos					Total
	Perda total da unidade	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	
Falha de ancoragem	0	0	0	0	11	11
Blowout	13	0	2	20	0	35
Capotagem	443	145	4	0	0	592
Colisão	64	4	2	3	1	74
Contato	19	0	6	7	11	43
Acidente com guindaste	0	0	0	0	3	3
Explosão	0	26	17	22	23	88
Queda de carga	0	4	27	17	92	140
Incêndio	205	103	73	10	6	397
Naufrágio	270	51	0	0	0	321
Encalhe	0	0	0	0	0	0
Acidente c/ helicóptero	16	0	0	96	9	121
Alagamento/ inundação	0	1	0	0	0	1
Adernamento	2	0	5	0	0	7
Falha de motores	0	0	0	1	0	1
Desposicionamento	0	0	0	0	1	1
Liberção de fluido/ gás	0	0	1	0	8	9
Dano estrutural	0	0	2	0	0	2
Acid. rebocamento	0	0	0	0	0	0
Problemas de poço	0	0	0	0	1	1
Outros	400	21	4	2	32	459
Total	1432	355	143	178	198	2306

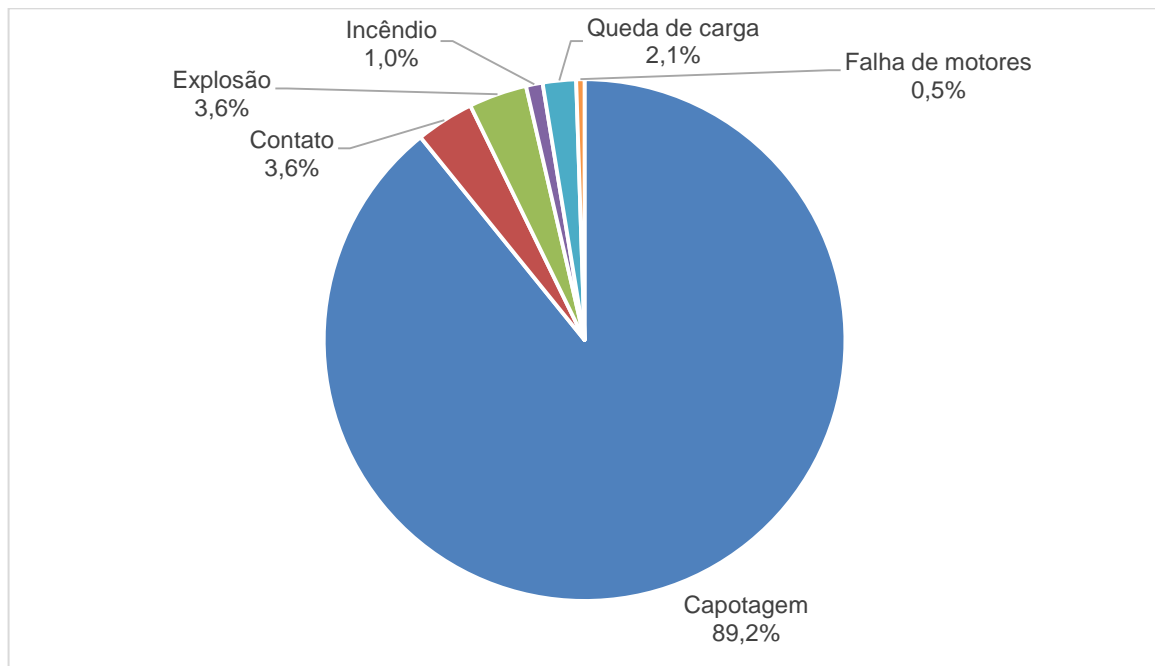
Fonte: WOAD – Número de ocorrências – dados de todo o mundo para unidades móveis – 1974 a 2015



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-15 - Número de fatalidades x tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis - período 1970 a 2015.

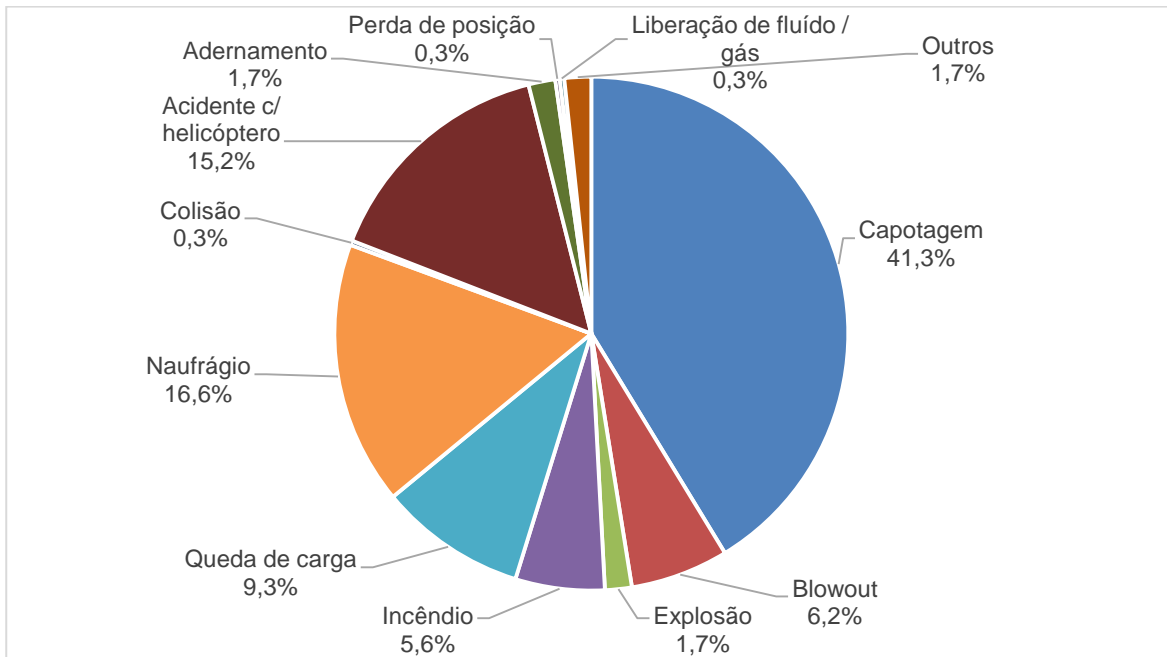
No **Gráfico II.8.2.5-16**, é possível verificar que, dentre os tipos de acidentes identificados em unidades móveis do tipo Navio Sonda, somente capotagem, contato, explosão, queda de carga, incêndio e falha de motores resultaram em fatalidades, sendo capotagem responsável por quase 90% das ocorrências.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-16 - Número de fatalidades em sondas do tipo Navio Sonda por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

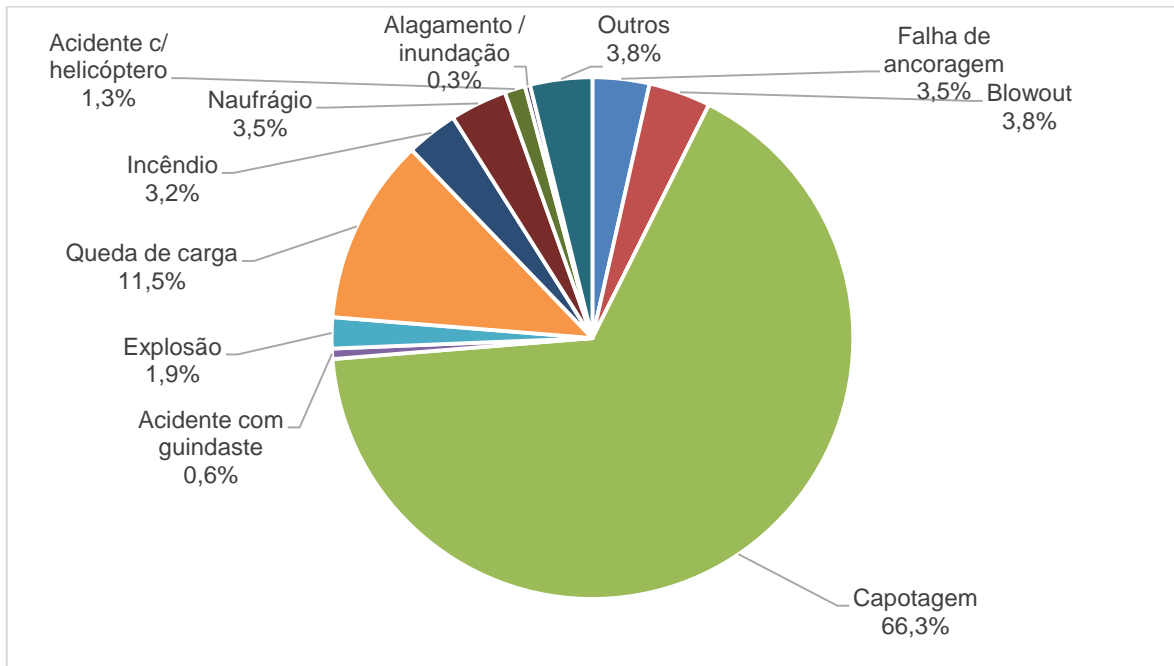
Ao observar o **Gráfico II.8.2.5-17**, é possível verificar que as unidades móveis do tipo Auto elevatória (Jack-up), já possuem mais tipos de acidentes que resultaram em fatalidades como, capotagem, naufrágio, explosão, queda de carga, incêndio, blowout, colisão, acidente com helicóptero, adernamento, perda de posição, liberação de fluido / gás e outros, sendo capotagem responsável por quase 40% das ocorrências.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-17 - Número de fatalidades em sondas do tipo Auto elevatória (Jack-up) por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

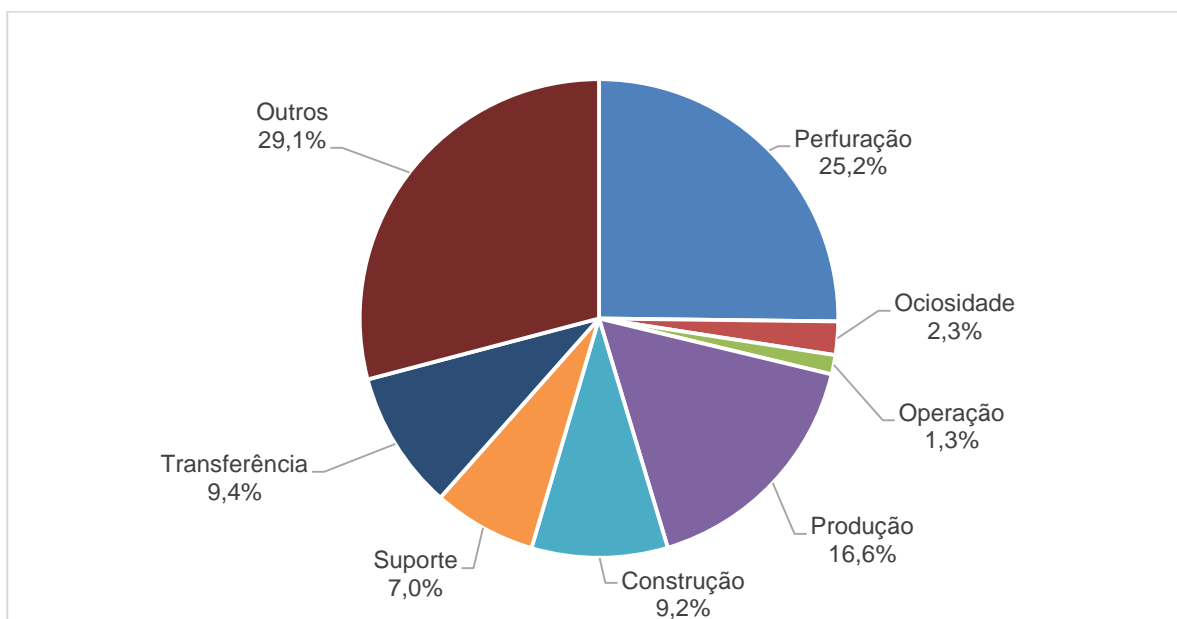
Já no **Gráfico II.8.2.5-18**, é possível verificar que, dentre os tipos de acidentes identificados em unidades móveis do tipo Semissubmersível, estas também possuem mais tipos de acidentes que resultaram em fatalidades como, capotagem, naufrágio, explosão, queda de carga, incêndio, blowout, acidente com helicóptero, falha de ancoragem, alagamento / inundação, acidente com guindaste e outros, sendo capotagem responsável por quase 66% das ocorrências.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-18 - Número de fatalidades em sondas do tipo Semissubmersível por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

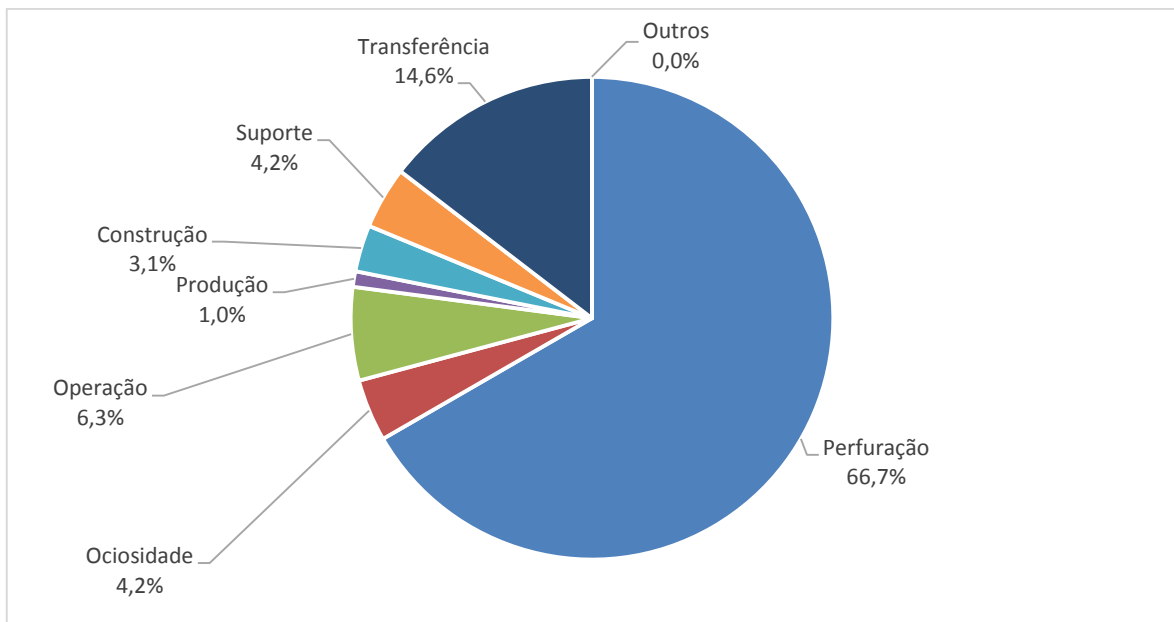
Por fim, também foi verificado através do Banco de Dados WOAD qual o tipo de operação, em unidades móveis, que está mais sujeita a acidentes graves sob o ponto de vista de perdas de vidas humanas, conforme é apresentado a seguir, no **Gráfico II.8.2.5-19**. Mais uma vez deve-se considerar o peso de grandes acidentes como o da plataforma Alexander L. Kielland (123 mortes), ocorrido quando essa unidade era utilizada como alojamento, ou seja, atividade característica de suporte (ou apoio). O peso deste acidente faz com que a atividade de suporte apareça com quase 7% das atividades mais sujeitas a acidentes graves sob o ponto de vista de perdas de vidas humanas, sendo outros, a atividade com o primeiro lugar 29%. Nos acidentes envolvendo a perfuração temos: Enchova (42 mortes), Glomar (81 mortes), Ocean Ranger (84 mortes) e Seacrest (91 mortes) levando a Perfuração ao segundo lugar com 25% e em terceiro Produção com 16%, com o mais grave acidente Piper A (167 mortes).



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-19 - Distribuição percentual de fatalidades x modo de operação - dados mundiais para unidades móveis - 1970 a 2015.

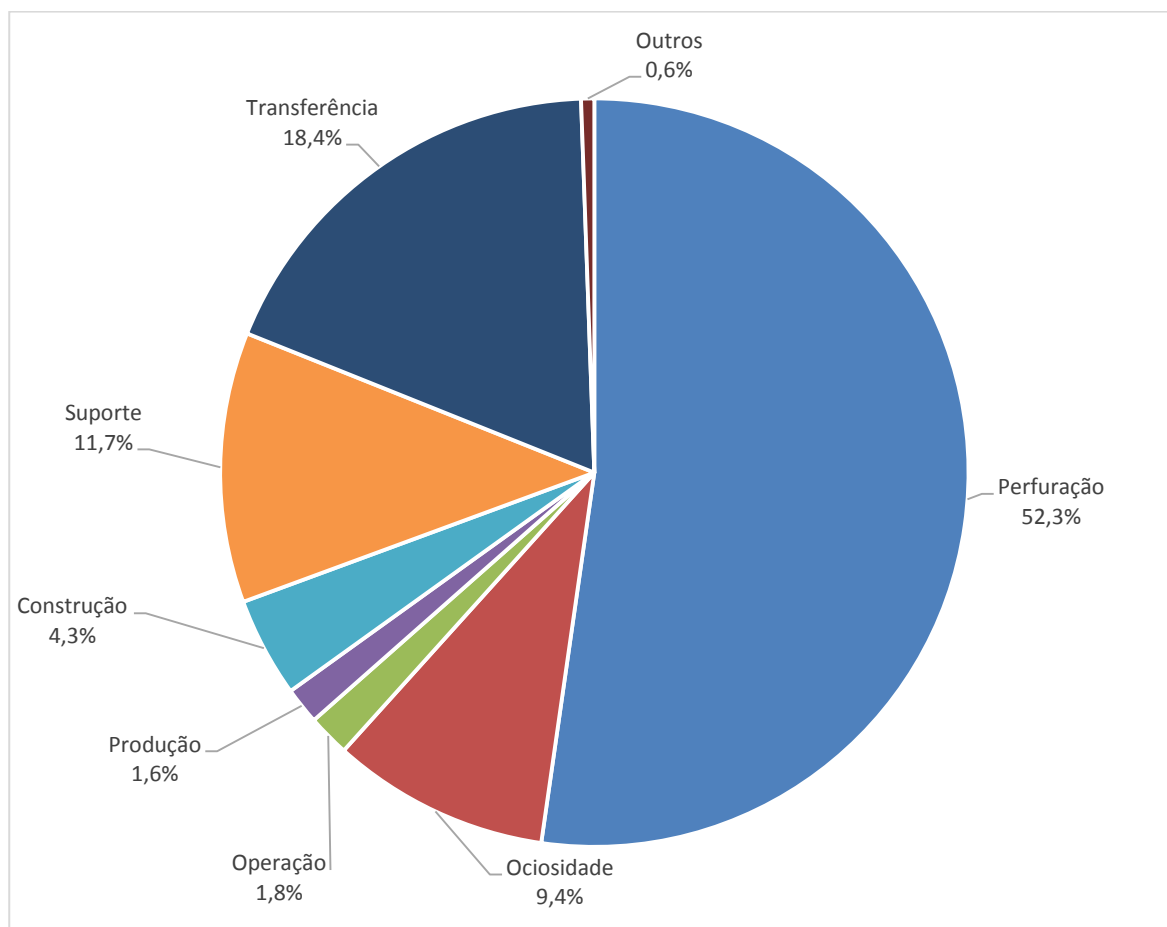
Comparando o número de ocorrências dos acidentes com o seu modo de operação, para plataformas do tipo Navio Sonda, a fase de perfuração aparece em primeiro lugar com 66%, seguida da atividade de transferência 14% e operação 6%, conforme pode ser visto no **Gráfico II.8.2.5-20**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-20 - Número de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Navio
Sonda por modo de operação.

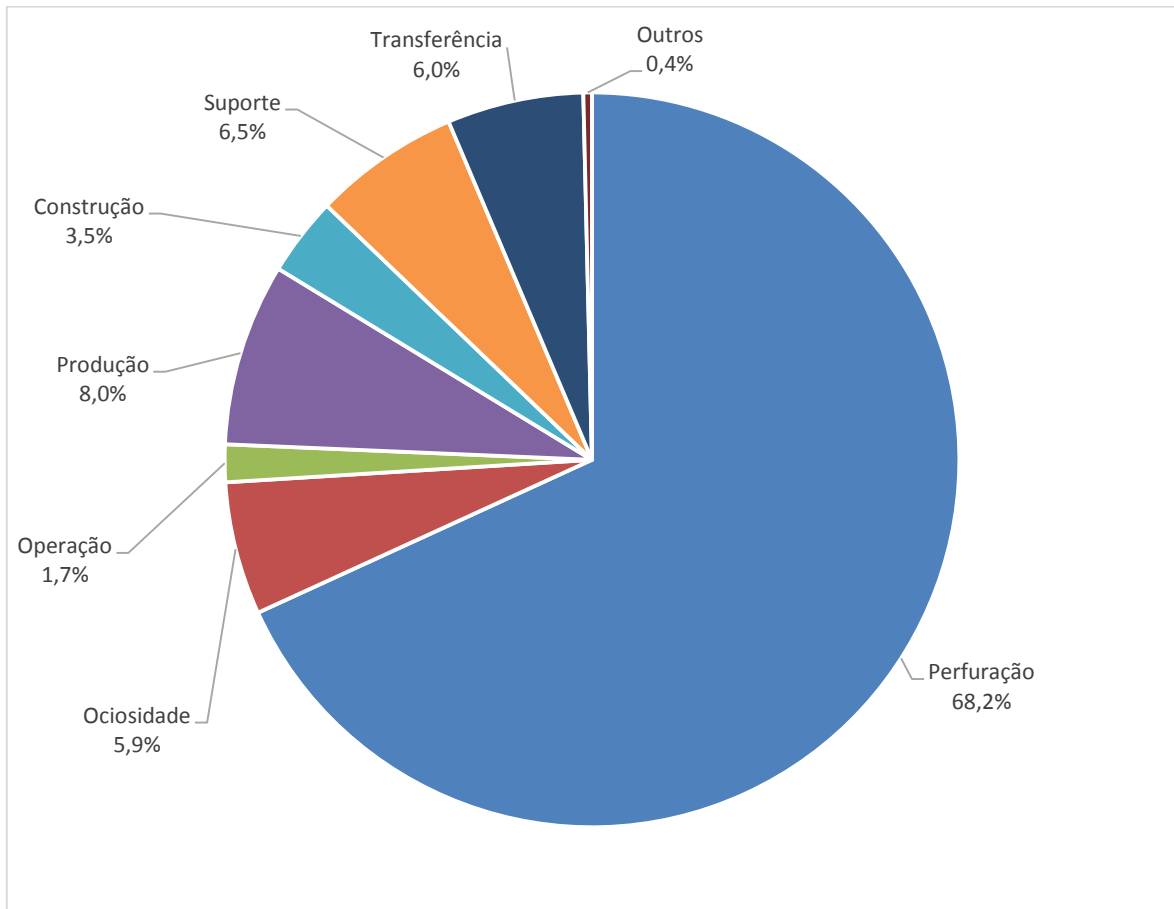
Comparando o número de ocorrências dos acidentes com o seu modo de operação, para plataformas do tipo Auto elevatória (Jack-up), a fase de perfuração aparece em primeiro lugar com 52%, seguida da atividade de transferência 18% e suporte 11%, conforme pode ser visto no **Gráfico II.8.2.5-21**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-21 - Número de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Auto elevatória (Jack-up) por modo de operação.

Com parando o número de ocorrências dos acidentes com o seu modo de operação, para plataformas do tipo Semissubmersível, a fase de perfuração aparece em primeiro lugar com 68%, seguida da atividade de produção 8% e suporte 6,5%, conforme pode ser visto no **Gráfico II.8.2.5-22**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Gráfico II.8.2.5-22 - Número de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Semissubmersível por modo de operação.

II.8.2.5.1 Acidentes durante transferência de Óleo Diesel e Produtos Líquidos

Os bancos de dados consultados não mencionam explicitamente ou não permitem a extração de dados específicos sobre liberações durante operações de transferência de óleo diesel para plataformas ou FPSO's. O WOAD apresenta dados genéricos sobre liberações, onde determinados tipos de produtos são relacionados com o tamanho das liberações, conforme o **Quadro II.8.2.5.1-1**.

**Quadro II.8.2.5.1-1 - Tipo de produto liberado x volume liberado nas unidades móveis
(1970 a 2015)**

Tipo de Produto	Volume liberado						
	Pequeno	Menor	Significativo	Grande	Muito Grande	Desconhecido	Total
Óleo cru	55	39	19	10	2	154	279
Gás	39	18	0	3	3	863	926
Óleo leve	62	53	10	1	0	201	327
Gás + Óleo	23	9	5	5	11	166	219
Produtos Químicos	11	10	0	0	0	19	40
Outros	5	2	1	0	0	39	47
Total	195	131	35	19	16	1442	1838

Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Legenda:

Produtos	
Óleo cru	Petróleo e óleo lubrificante
Gás	Gases em geral, incluindo hidrocarbonetos e gás sulfídrico (H ₂ S)
Óleo leve	Óleo combustível, condensados, diesel, metanol, glicol ou lama com base oleosa
Gás + óleo	Gás e óleo associados para a atmosfera
Produtos químicos	Produtos químicos em geral, lama com base aquosa
Outros	Água salgada, água doce, etc.
Volumes	
Pequeno	0 a 9 m ³
Menor	10 a 100 m ³
Significativo	101 a 1.000 m ³
Grande	1.001 a 10.000 m ³
Muito grande	Maior que 10.000 m ³
Desconhecido	Não precisado

Observa-se que há 219 acidentes associados à liberação gás + óleo associados para a atmosfera em instalações flutuantes, dos quais cinco foram classificados como liberações envolvendo volumes significativos, ou seja, cujos volumes situam-se entre 101 e 1.000 m³, cinco acidentes classificados como liberação envolvendo volumes grandes, ou seja, volumes situados entre 1.001 e 10.000 m³ e onze acidentes classificados como liberação envolvendo volumes muito grandes, ou seja, volumes acima de 10.001 m³.

Os dados fornecidos não permitem relacionar os vazamentos com óleo diesel ou combustível associados especificamente ao transbordo. Portanto, são apresentados para possibilitar uma visão geral, dos tipos de acidentes e grandezas envolvidas.

Entretanto, a Análise de Risco relativa ao Campo de Girassol, na África, cuja produção utiliza um FPSO, relaciona os seguintes valores históricos, obtidos com base na experiência, conforme apresentado no **Quadro II.8.2.5.1-2**.

Quadro II.8.2.5.1-2 - Valores históricos de vazamentos durante transbordo - Campo de Girassol

Causa	Tipo de liberação	Frequência (eventos ano/unidade)	Tamanho provável da liberação
- Derrame durante a transferência entre o barco de apoio e a plataforma. - Vazamento ou ruptura do mangote flexível.	Óleo diesel ou lubrificante	0,66	0,25 m ³ (Tier 1)

Fonte: Dados estatísticos da Total Final ELF – Projeto Girassol, Angola

Verifica-se a partir destes dados históricos, que os potenciais volumes de diesel a serem liberados tendem a ser de pequeno porte, limitados a TIER 1¹.

II.8.2.6 Health and Safety Executive (Reino Unido)

O HSE (Health and Safety Executive) é uma entidade reguladora independente, responsável por saúde e segurança do trabalho, que atua no Reino Unido, com o objetivo de reduzir o número de fatalidades e lesões resultantes de acidentes de trabalho.

A Divisão Offshore do HSE (OSD) é responsável por controlar os riscos, visando a saúde e a segurança das atividades desenvolvidas na Indústria Offshore de Óleo e Gás do Reino Unido (UK Continental Shelf - UKCS).

Em 1999, vários projetos foram realizados pelo HSE com a finalidade de obter estatísticas de acidentes e incidentes na costa do Reino Unido. Quatro

¹ Resposta a vazamentos operacionais, restritos, de pequenos volumes. Capacidade local de resposta. A companhia/instituição responsável deve ter condições de atender individualmente.

importantes bancos de dados foram usados como fontes de informações para o desenvolvimento de um relatório completo, abrangendo o período de 1990 a 2007, contendo números de acidentes, incidentes e suas respectivas frequências por tipo de instalação/plataforma.

Os bancos de dados consultados foram os seguintes:

- ORION (o ex-Sun Safety System), Divisão de Segurança Offshore UK HSE;
- Banco de Dados de Acidentes MAIB, UK Marine Accident Investigation Branch;
- Banco de Dados de Blowouts Offshore BLOWOUT, SINTEF, Norway;
- Worldwide Offshore Accidents Databank WOAD, DNV Consulting, Norway.

Os resultados deste estudo foram usados como referência para este trabalho e parte dos dados obtidos é apresentada a seguir.

II.8.2.6.1. Estatísticas de Acidentes em Unidades Offshore Flutuantes na Plataforma Continental do Reino Unido – período de 1990 a 2007

Como ponto de partida para a análise das referências, o **Quadro II.8.2.6.1-1** apresenta o número de ocorrências e frequência de todos os tipos de acidentes relatados em plataformas móveis de perfuração.

Quadro II.8.2.6.1-1 - Número de ocorrências (N) e frequência (F) (por unidade-ano), por tipo de acidente, em unidades móveis de perfuração (MODU), no período de 1990 a 2007

Tipo de acidente	MODU	
	N	F
Falha de ancoragem	147	0,133
Blowout	16	0,014
Capotagem	1	0,001
Colisão	15	0,014
Contato	133	0,120
Acidente com guindaste	1107	1,000
Explosão	10	0,009
Queda de carga	1398	1,260
Incêndio	146	0,132
Naufrágio	1	0,001
Encalhe	1	0,001

Tipo de acidente	MODU	
	N	F
Acidente com helicóptero	3	0,003
Alagamento/ inundação	18	0,016
Adernamento	11	0,010
Falha de motores	4	0,004
Perda de posição	24	0,022
Vazamento	238	0,215
Dano estrutural	33	0,030
Acidente durante reboque	14	0,013
Problemas no poço	322	0,291
Outros	35	0,032

Fonte: HSE – 1990 a 2007

O **Quadro II.8.2.6.1-2**, a seguir, apresenta o número de unidades móveis de perfuração em operação por ano e por tipo de unidade. Nota-se que houve uma diminuição no total de unidades móveis de perfuração no período de 2000 a 2007, quando comparado ao período de 1990 a 1999.

Quadro II.8.2.6.1-2 - Número de unidades-ano em operação por tipo de unidade

Ano	Tipo de unidade flutuante de perfuração			
	Auto elevatória (Jack-up)	Semissubmersível	Navio Sonda	Total
1990-1999	246,2	401,3	4,1	651,6
2000	22,4	30,2	0,3	52,9
2001	23,1	30,4	0,4	53,9
2002	22,7	32,6	0,7	56,0
2003	23,1	30,7	0,1	53,9
2004	22,1	33,3	0,2	55,6
2005	21,0	37,0	0,0	58,0
2006	22,6	37,8	0,0	60,4
2007	28,8	34,8	0,0	63,6
2000-2007	185,8	266,8	1,7	454,3
1990-2007	432,0	668,1	5,8	1105,9

Fonte: HSE – 1990 a 2007

A seguir, no **Quadro II.8.2.6.1-3**, pode ser observado tanto o número acidentes (N) para cada tipo de plataforma de perfuração móvel, como a frequência de ocorrência (F) por ano, considerando o período de 1990 a 2007. Ao comparar o período de 1990 a 1999 com o período de 2000 a 2007, nota-se que houve uma redução na ocorrência de acidentes, que pode ser atribuída à adoção de melhores equipamentos e procedimentos operacionais.

**Quadro II.8.2.6.1-3 - Número de acidentes (N) e frequência (F) (por unidade-ano),
por tipo de unidade móvel de perfuração**

Tipo de unidade	Período					
	1990-1999		2000-2007		1990-2007	
	N	F	N	F	N	F
Auto elevatória (Jack-up)	493	2,002	254	1,367	747	1,729
Semissubmersível	1070	2,006	494	1,852	1564	2,341
Navio Sonda	27	6,585	11	6,471	38	6,552
Total MODU	1590	2,440	759	1,671	2349	2,124

Fonte: HSE – 1990 a 2007

Pode ser observado no **Quadro II.8.2.6.1-4** a variação do número de ocorrências por tipo de acidente e a frequência de ocorrência por ano em unidades móveis de perfuração. Verifica-se que, de 1990 a 2007, o maior número de ocorrências refere-se à queda de carga, seguido por acidentes com guindaste, sendo conseqüentemente, os acidentes de maior frequência. Em terceiro lugar no número de ocorrências, no período de 1990 a 1999, tem-se a liberação de fluido/gás. Já no período de 2000 a 2007, esse lugar passou a ser ocupado por problemas no poço, que passou também ao terceiro lugar geral no período de 1990 a 2007.

**Quadro II.8.2.6.1-4 - Número de acidentes (N) e frequência (F) (por unidade-ano),
por tipo de unidade móvel de perfuração**

Tipo de acidentes	Período					
	1990-1999		2000-2007		1990-2007	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	133	0,204	14	0,031	147	0,133
Blowout	13	0,020	3	0,0066	16	0,014
Capotagem	1	0,0015	-	-	1	0,0009
Colisão	14	0,021	1	0,0022	15	0,014
Contato	108	0,166	25	0,055	133	0,120
Acidente com guindaste	697	1,070	410	0,902	1107	1,001
Explosão	10	0,015	-	-	10	0,009
Queda de carga	851	1,306	547	1,204	1398	1,264
Incêndio	100	0,153	46	0,101	146	0,132
Naufrágio	1	0,0015	-	-	1	0,0009
Encalhe	1	0,0015	-	-	1	0,0009
Acidente c/ helicóptero	3	0,0046	-	-	3	0,0027
Alagamento/ inundação	15	0,023	3	0,0066	18	0,016
Adernamento	9	0,014	2	0,0044	11	0,010
Falha de motores	1	0,0015	3	0,0066	4	0,0036
Perda de posição	23	0,035	1	0,0022	24	0,022
Liberação de fluido/ gás	160	0,246	78	0,172	238	0,215
Dano estrutural	29	0,045	4	0,0088	33	0,030

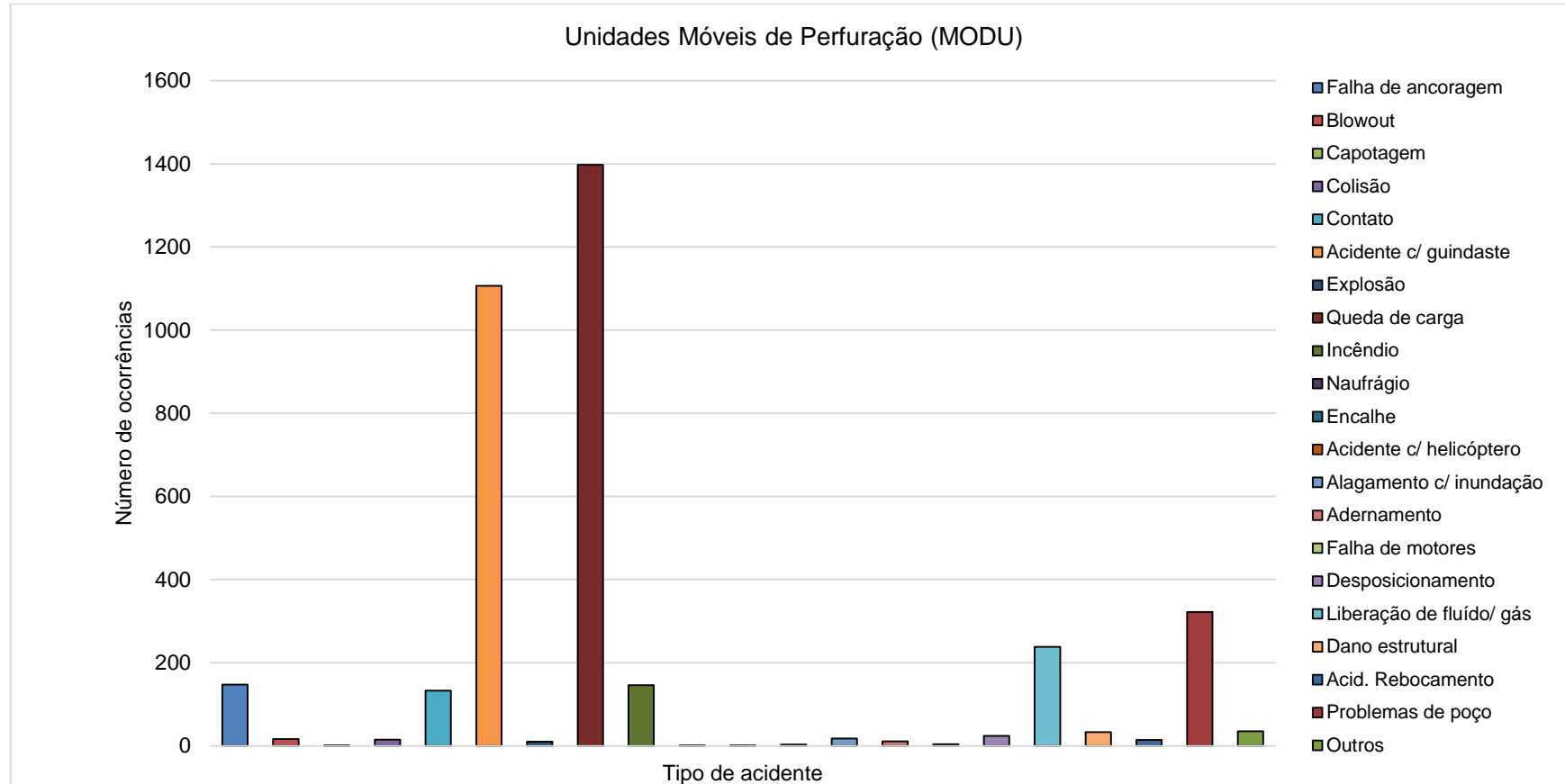
Tipo de acidentes	Período					
	1990-1999		2000-2007		1990-2007	
	N	F	N	F	N	F
Acidente durante reboque	13	0,020	1	0,0022	14	0,013
Problemas no poço	136	0,209	186	0,409	322	0,291
Outros	30	0,046	5	0,011	35	0,032

Fonte: HSE – 1990 a 2007

O **Gráfico II.8.2.6.1-1** representa graficamente as informações do **Quadro II.8.2.6.1-4**.

Analisando especificamente as unidades de perfuração do tipo Navio Sonda, o **Quadro II.8.2.6.1-5** apresenta o número de ocorrências por ano e por tipo de acidente, onde pode ser observado que queda de carga e acidentes com guindaste continuam sendo os mais frequentes, seguidos por problemas de poço e falha de ancoragem.

Os **Gráficos II.8.2.6.1-2, II.8.2.6.1-3 e II.8.2.6.1-4** representam, graficamente, os dados do **Quadro II.8.2.6.1-5**, detalhando o número de ocorrências por tipo de acidente, apresentando um comparativo entre os acidentes de maior ocorrência por ano e o número total de acidentes por ano, respectivamente, em plataformas do tipo Navio Sonda, no período de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-1 - Distribuição de ocorrência de tipo de acidentes em Unidades Móveis de Perfuração (MODU) no período de 1990 a 2007.

Quadro II.8.2.6.1-5 - Número de ocorrências de acidentes por ano e por tipo de acidente em plataformas Navio Sonda - de 1990 a 2007

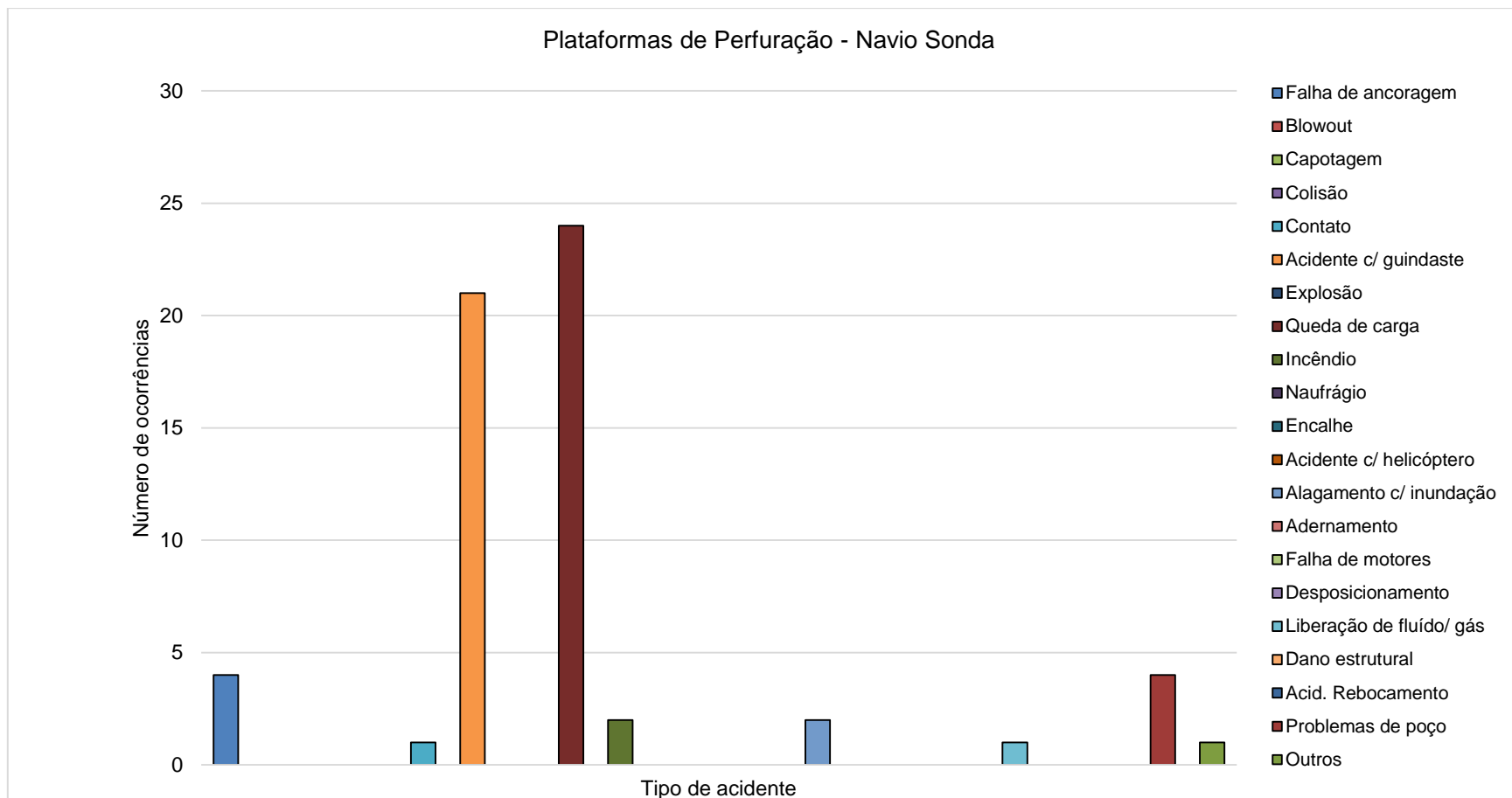
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
Blowout	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contato	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente com guindaste	-	2	4	1	2	1	4	3	-	-
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Queda de carga	-	2	5	2	2	-	5	3	-	-
Incêndio	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagamento/ inundação	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Aderimento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Falha de motores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perda de posição	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liberção de fluido/ gás	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Dano estrutural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente durante reboque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Problemas no poço	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	10	10	3	4	1	10	7	-	-

(continua)

Quadro II.8.2.6.1-5 (conclusão)

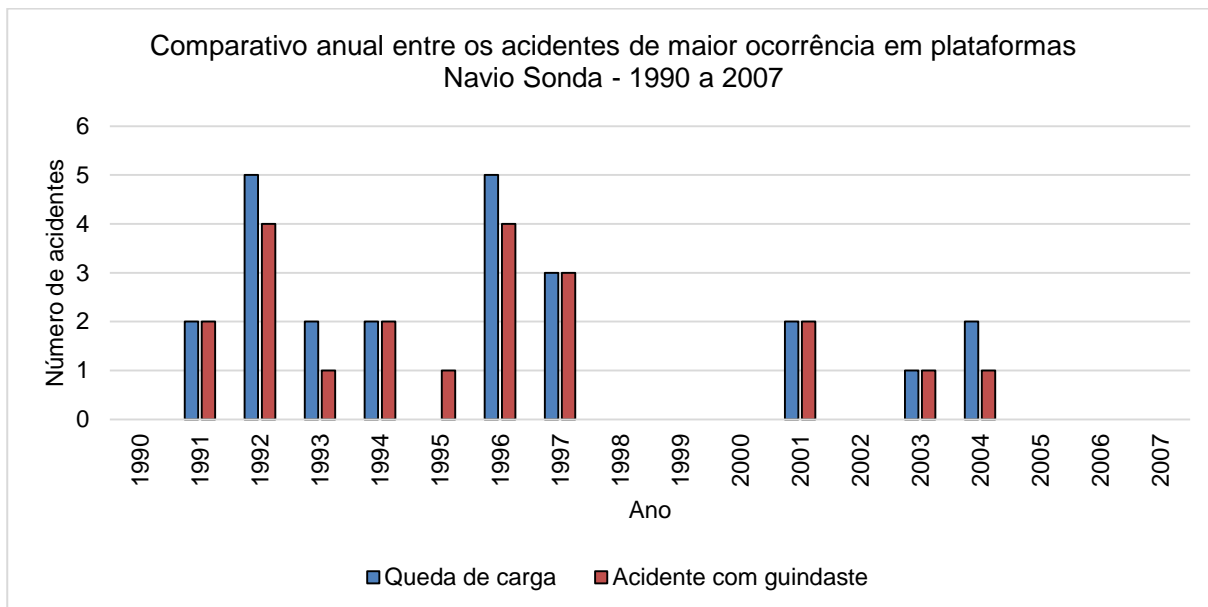
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Falha de ancoragem	-	-	-	--	-	-	-	-	4
Blowout	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Contato	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Acidente com guindaste	-	2	-	1	1	-	-	-	21
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Queda de carga	-	2	-	1	2	-	-	-	24
Incêndio	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Alagamento/ inundação	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Adernamento	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Falha de motores	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Perda de posição	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Liberação de fluido/ gás	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Dano estrutural	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Acidente durante reboque	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Problemas no poço	-	2	1	-	1	-	-	-	4
Outros	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Total	-	7	2	2	4	-	-	-	60

Fonte: HSE – 1990 a 2007



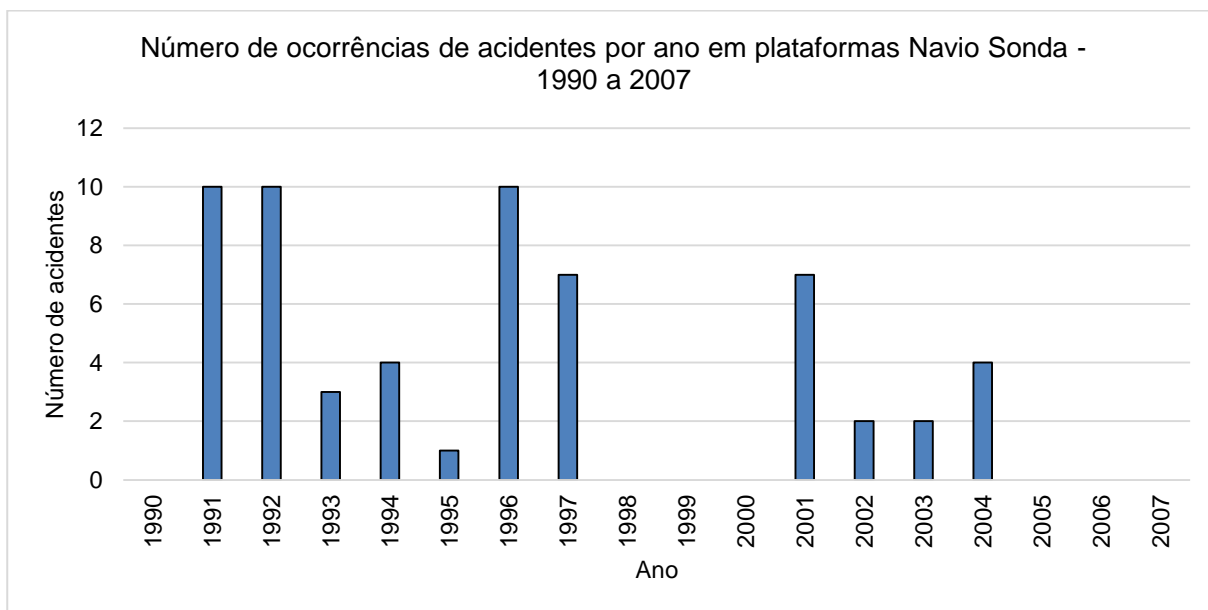
Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-2 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Navio Sonda, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-3 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Navio Sonda, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-4 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Navio Sonda, de 1990 a 2007.

O **Quadro II.8.2.6.1-6** e os **Gráficos II.8.2.6.1-5, II.8.2.6.1-6 e II.8.2.6.1-7** apresentam dados de ocorrência de acidentes referentes a plataformas Auto elevatórias (Jack-up).

Quadro II.8.2.6.1-6 - Número de ocorrências de acidentes por ano e tipo de acidente em plataformas Auto elevatórias - de 1990 a 2007

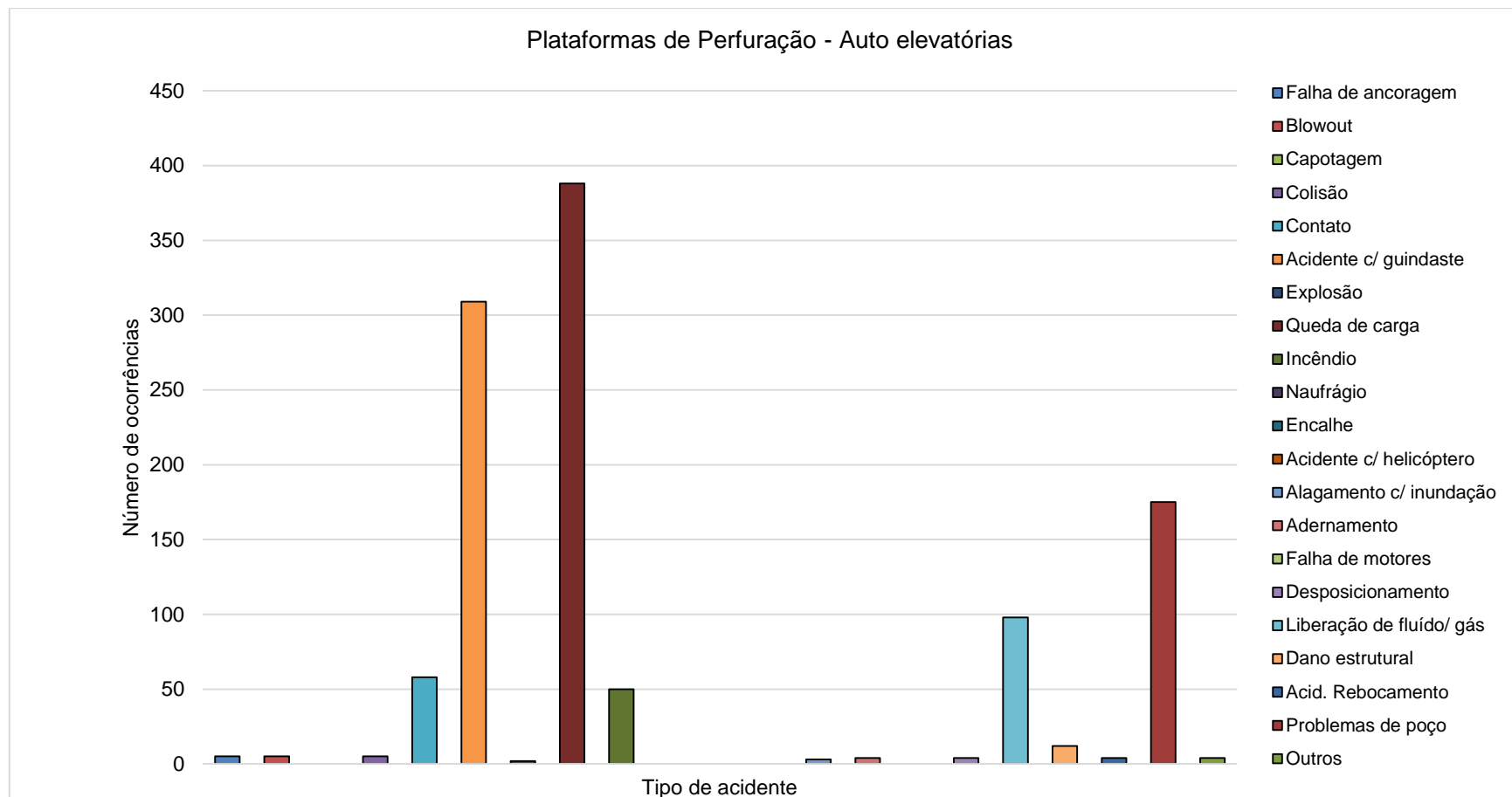
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-
Blowout	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisão	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-
Contato	7	6	10	4	6	2	-	2	5	3
Acidente com guindaste	26	32	14	12	18	12	15	27	31	9
Explosão	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Queda de carga	22	33	13	19	19	20	22	31	45	15
Incêndio	4	-	5	3	7	6	4	5	4	4
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagamento/ inundação	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Adernamento	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-
Falha de motores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perda de posição	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1
Liberação de fluido/ gás	7	2	14	9	10	6	2	3	6	9
Dano estrutural	1	1	1	2	-	1	1	-	1	1
Acidente durante reboque	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Problemas no poço	2	2	2	-	3	4	7	14	30	8
Outros	-	1	1	-	-	2	1	-2	1	-
Total	75	83	66	51	66	55	52	83	124	50

(continua)

Quadro II.8.2.6.1-6 (conclusão)

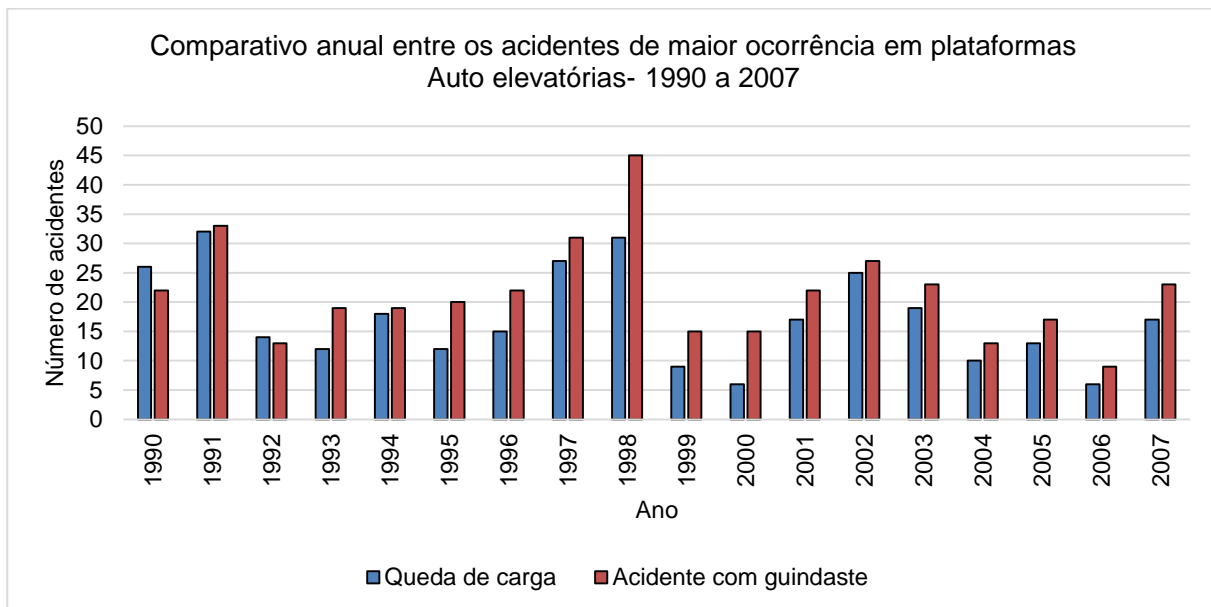
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								Total
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Falha de ancoragem	1	-	-	-	-	-	-	-	5
Blowout	1	-	-	-	-	-	-	-	5
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Contato	-	1	2	2	-	2	2	4	58
Acidente com guindaste	6	17	25	19	10	13	6	17	309
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Queda de carga	15	22	27	23	13	17	9	23	388
Incêndio	1	3	1	-	1	-	2	-	50
Navrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Alagamento/ inundação	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Adernamento	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Falha de motores	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Perda de posição	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Liberação de fluido/ gás	6	5	5	4	1	5	1	3	98
Dano estrutural	2	1	-	-	-	-	-	-	12
Acidente durante reboque	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Problemas no poço	15	11	17	13	14	9	16	8	175
Outros	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Total	47	60	77	61	39	46	36	55	1126

Fonte: HSE – 1990 a 2007



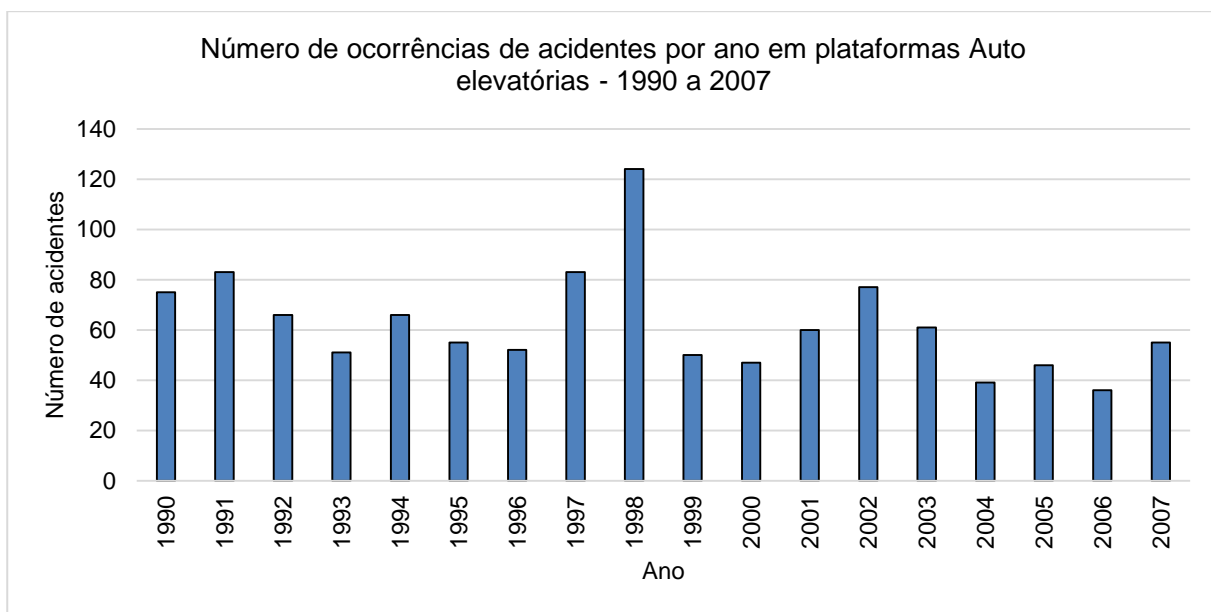
Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-5 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Auto elevatórias, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-6 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Auto elevatórias, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-7 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Auto elevatórias, de 1990 a 2007.

O Quadro II.8.2.6.1-7 e os Gráficos II.8.2.6.1-8, II.8.2.6.1-9 e II.8.2.6.1-10 apresentam dados de ocorrência de acidentes referentes a plataformas Semissubmersíveis.

Quadro II.8.2.6.1-7 - Número de ocorrências de acidentes por ano e por tipo de acidente em plataformas Semissubmersíveis - de 1990 a 2007

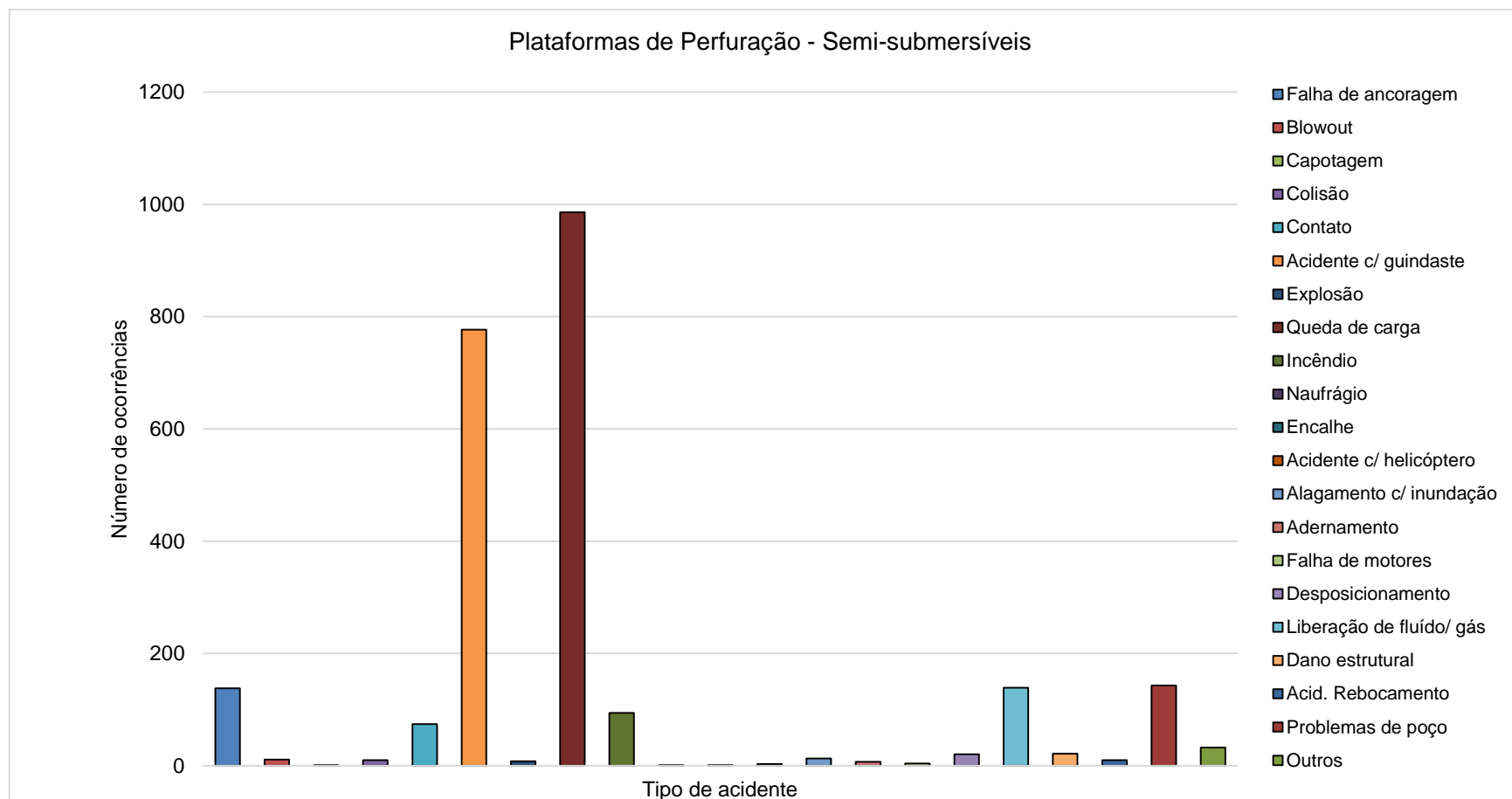
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	19	21	11	18	5	5	17	17	8	4
Blowout	1	2	1	-	-	-	-	5	-	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Colisão	1	-	-	1	-	3	1	-	1	2
Contato	9	12	11	8	4	2	3	3	5	5
Acidente com guindaste	50	105	52	16	12	44	48	76	52	29
Explosão	2	3	1	-	-	1	-	-	1	-
Queda de carga	53	104	58	31	18	53	55	93	63	65
Incêndio	3	12	6	5	3	7	5	4	3	7
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Encalhe	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Alagamento/ inundação	4	4	1	1	-	1	-	-	-	-
Adernamento	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-
Falha de motores	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Perda de posição	2	5	2	3	2	-	3	1	1	-
Liberção de fluido/ gás	9	14	9	6	8	5	11	13	7	9
Dano estrutural	3	3	1	1	-	2	-	5	4	1
Acidente durante reboque	2	2	-	-	1	-	3	1	-	-
Problemas no poço	3	7	6	5	1	2	10	11	12	7
Outros	4	7	6	4	2	-	-	2	-	3
Total	166	305	166	99	57	127	157	231	159	132

(continua)

Quadro II.8.2.6.1-7 (conclusão)

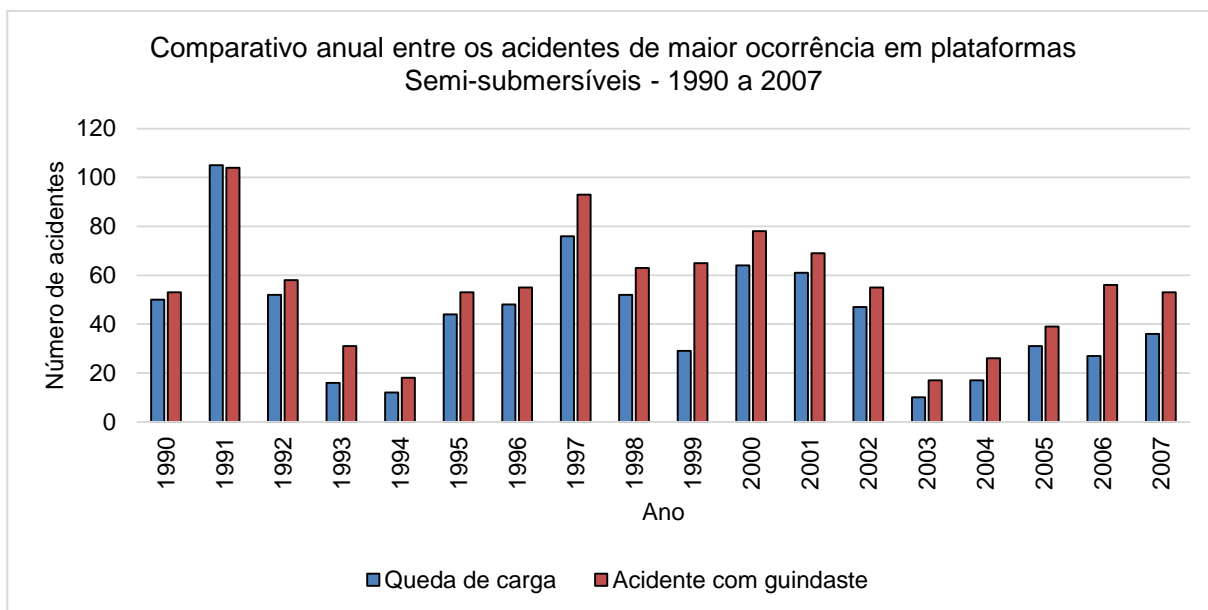
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								Total
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Falha de ancoragem	2	2	2	4	-	2	1	-	138
Blowout	1	1	-	-	-	-	-	-	11
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Colisão	-	1	-	-	-	-	-	-	10
Contato	2	2	4	1	1	-	-	2	74
Acidente com guindaste	64	61	47	10	17	31	27	36	777
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Queda de carga	78	69	55	17	26	39	56	53	986
Incêndio	6	2	8	3	4	9	2	5	94
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Alagamento/ inundação	1	-	-	-	1	-	-	-	13
Adernamento	2	-	-	-	-	-	-	-	7
Falha de motores	-	2	-	-	-	1	-	-	4
Perda de posição	-	-	-	-	-	1	-	-	20
Liberção de fluido/ gás	10	6	8	8	3	7	4	2	139
Dano estrutural	1	-	-	-	-	-	-	-	21
Acidente durante reboque	-	1	-	-	-	-	-	-	10
Problemas no poço	11	7	13	8	15	8	10	7	143
Outros	-	1	1	1	1	-	-	-	32
Total	178	155	138	52	68	98	100	105	2493

Fonte: HSE – 1990 a 2007



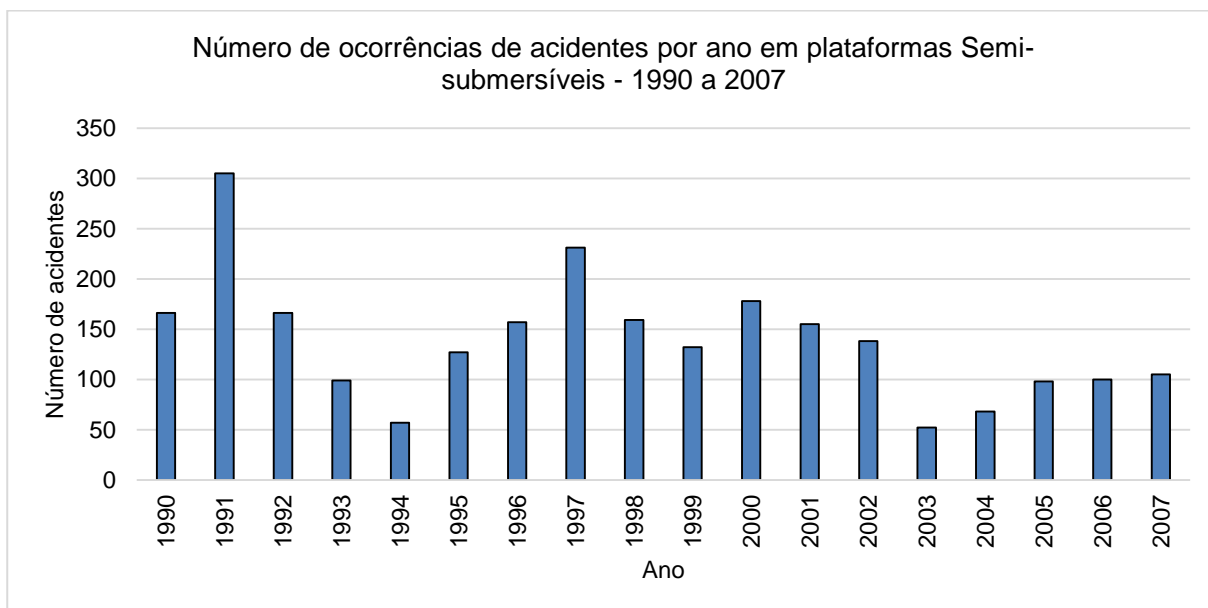
Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-8 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-9 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.



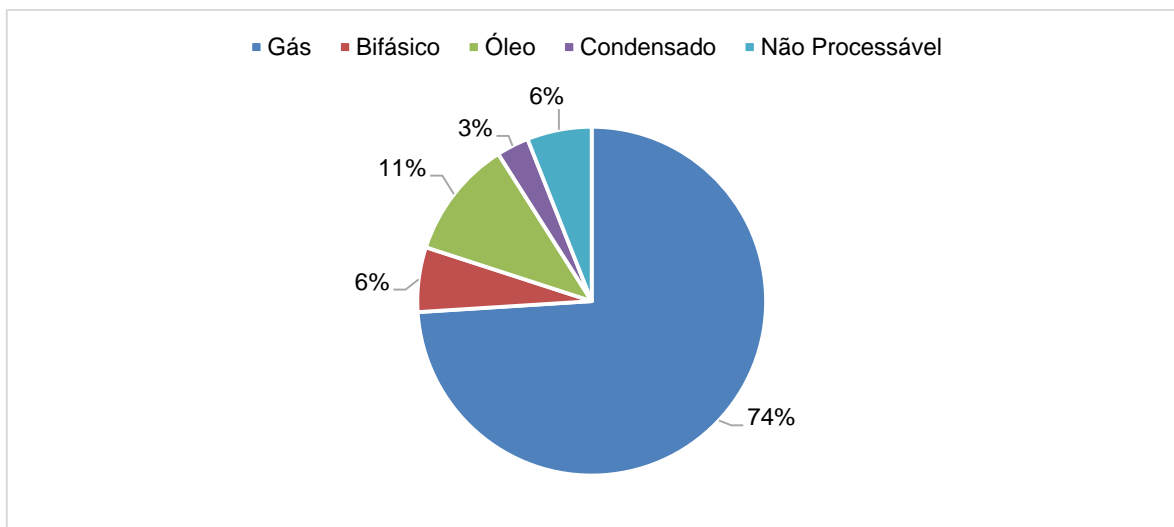
Fonte: HSE - 1990 a 2007

Gráfico II.8.2.6.1-10 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.

II.8.2.6.2 Estatística e Análise de Vazamento de Hidrocarbonetos em Unidades Offshore – Reino Unido – 1992 a 2002

A análise estatística apresentada a seguir se baseou no relatório Offshore Hydrocarbon Releases, de 2008. Este relatório foi originado a partir de informações do Banco de Dados HCR (Hydrocarbon Releases) e apresenta os dados de vazamentos de hidrocarbonetos relatados no período de 01/01/2001 a 31/12/2007 para todos os tipos de plataformas (móveis e fixas), não distinguindo acidentes por tipo de unidade.

O **Gráfico II.8.2.6.2-1** apresenta um comparativo entre os percentuais de ocorrências de liberação de cinco tipos de hidrocarbonetos. Nota-se que a liberação de gás constitui, de longe, a maior proporção dentre os vazamentos registrados, em unidades offshore, representando 74% de um total de 371 vazamentos de 2001 a 2008.



Fonte: HSE - 2001 a 2008

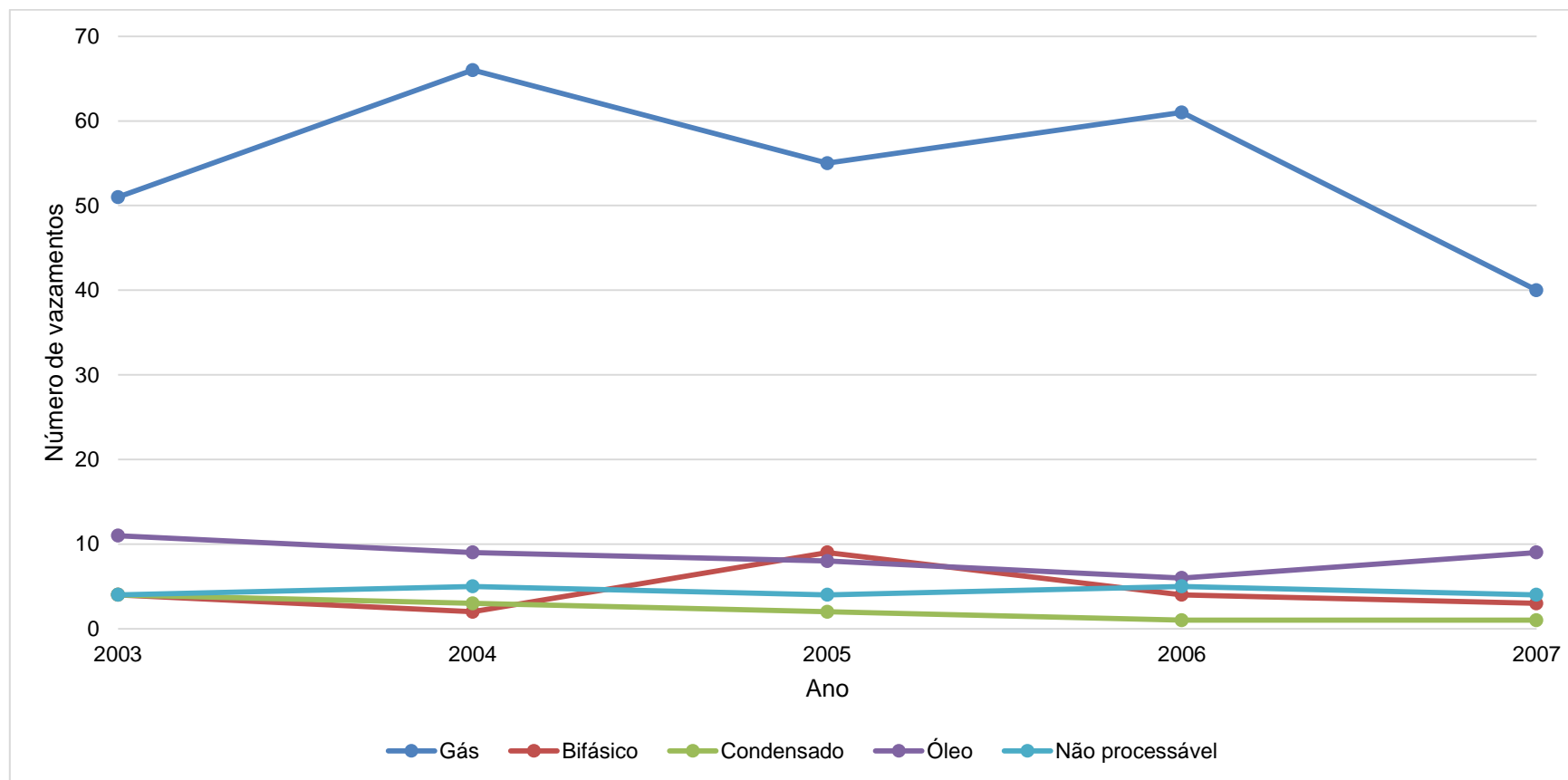
Gráfico II.8.2.6.2-1 - Percentual dos tipos de hidrocarbonetos liberados durante os vazamentos em unidades offshore no Reino Unido.

Segundo o relatório, a proporção mais significativa de vazamentos de gás deve-se, provavelmente, ao fato de praticamente todas as instalações offshore de produção manusearem esse tipo de substância, associado às altas pressões e

temperaturas as quais os gases são submetidos e por existirem muitos desafios associados à contenção de gás.

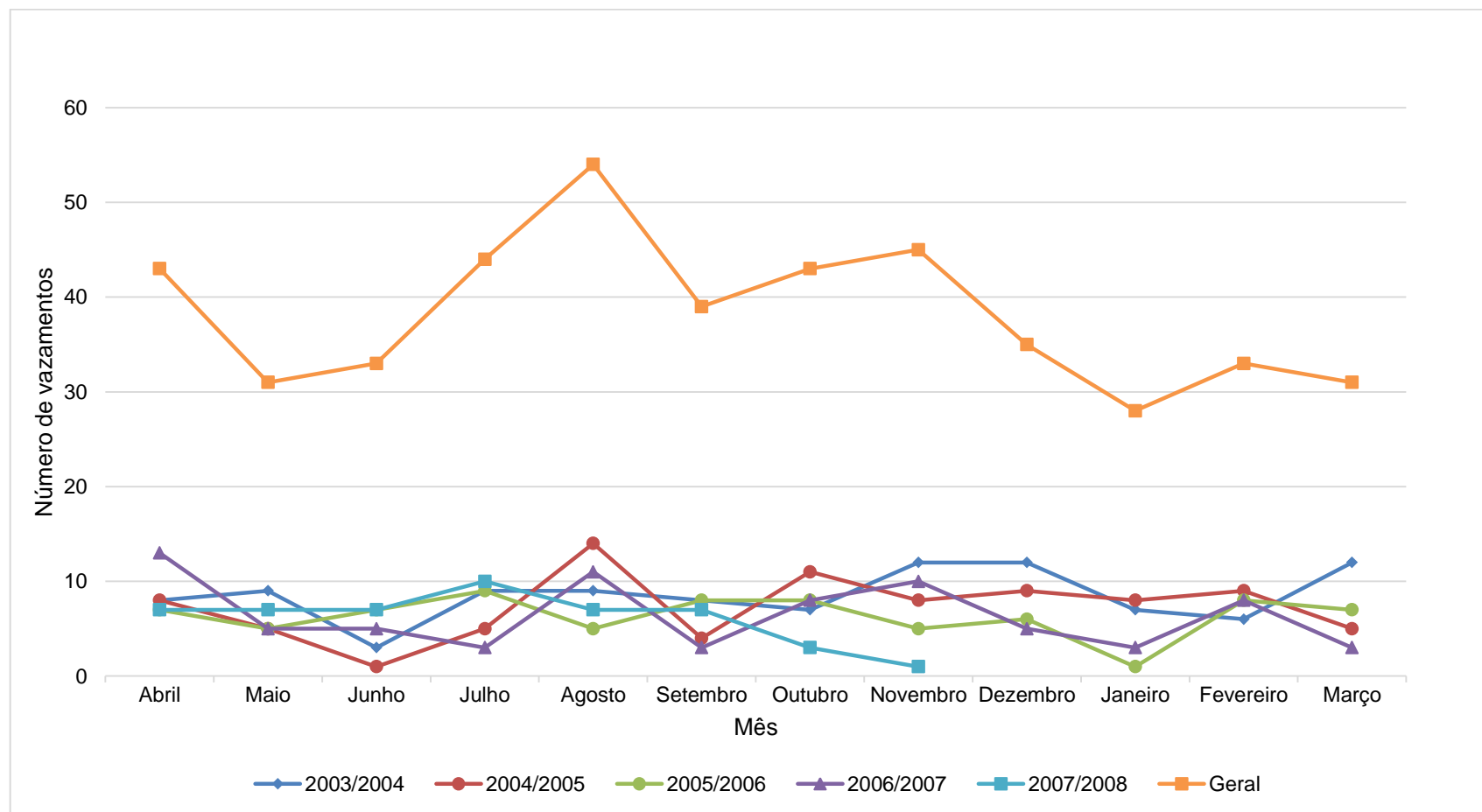
Os vazamentos também podem ser divididos em tipo de processo, como ilustrado pelo **Gráfico II.8.2.6.2-2**. As emissões de gases (273) são o tipo mais comum de vazamento, seguidas de óleo (43), não processável (22), bifásico (22) e, em seguida, condensado (11). Isso é útil para os operadores, à medida que mais atenção deve ser dada aos processos que envolvem gás. Da liberação não processada, o diesel é a substância mais comum.

O **Gráfico II.8.2.6.2-3** ilustra como o número de vazamentos de hidrocarbonetos significativos e importantes variou em uma base mensal entre 2003/2004 e 2007/2008. Os anos anteriores de interesse entre 2001 e 2003 não são retratados aqui, pois não há muita informação sobre os dados para avaliar com precisão. No Gráfico, os intervalos retratados correspondem ao período de abril a dezembro do ano analisado, e janeiro a março do ano seguinte. O Gráfico mostra claramente que existem picos distintos no número de liberações durante os meses de novembro (45), de abril (43) e, particularmente, agosto (54). Há depressões visíveis durante maio (31), de junho (33), janeiro (28) e setembro (39). Os vazamentos mostrados no Gráfico podem ser influenciados pela intervenção na planta – por exemplo, altas intervenções no verão e baixas intervenções no inverno.



Fonte: HSE – 2001 - 2008

Gráfico II.8.2.6.2-2 - Variação do número de vazamentos em unidades offshore, por ano, de 2003 a 2007, por tipo de hidrocarboneto.

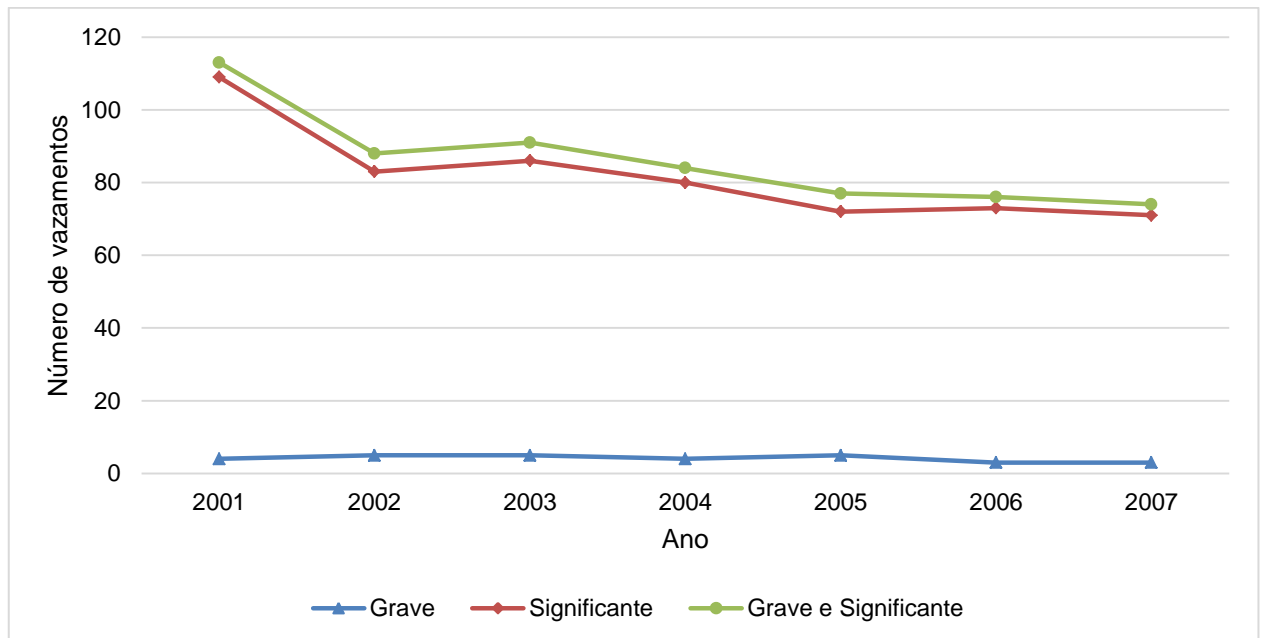


Fonte: HSE – 2001 - 2008

Gráfico II.8.2.6.2-3 - Variação do número de vazamentos em unidades offshore, por mês, entre 2003/2004 e 2007/2008.

O **Gráfico II.8.2.6.2-4** mostra o número de vazamentos de hidrocarbonetos por categoria de severidade – grave e significativa, por ano. Nota-se a predominância de vazamentos significativos em relação aos graves, no decorrer de todo o período analisado – 2001 a 2007.

- **Grave:** potencial de impactar rapidamente a área do acidente. Por exemplo, afetando o abrigo temporário, as rotas de fuga, causando ferimentos graves ou fatalidades.
- **Significante:** potencial de causar ferimentos graves ou fatalidades para pessoas dentro da área do acidente. Por exemplo, causando danos estruturais, vazamentos secundários ou danos a sistemas de segurança.



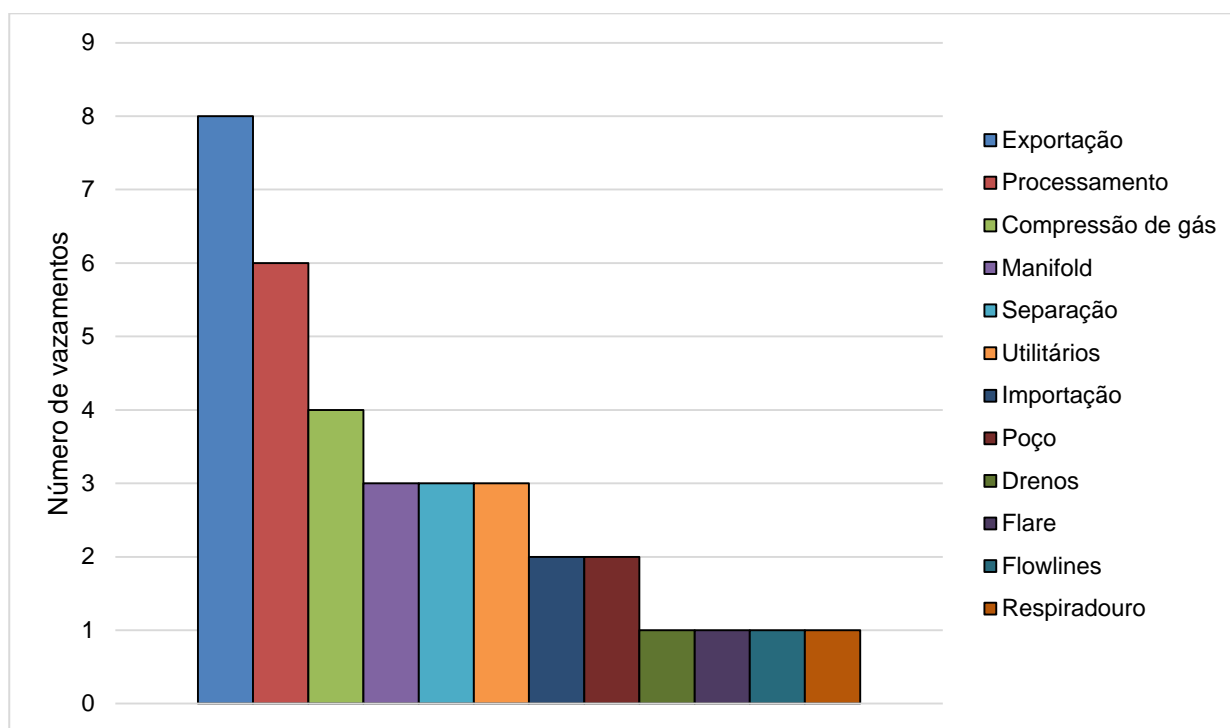
Fonte: HSE - 2001 a 2007

Gráfico II.8.2.6.2-4 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos por categoria de severidade por ano, em unidades offshore.

Os **Gráficos II.8.2.6.2-5 e II.8.2.6.2-6** demonstram que sistema estava em uso no momento que ocorreram os vazamentos de hidrocarbonetos graves e significativos, respectivamente. Tal como ilustrado, parece que a maioria dos grandes vazamentos ocorrerem a partir do sistema de exportação (oito versões), seguido de processamento (seis lançamentos) e compressão de gás (quatro lançamentos). Compressão de gás (18 lançamentos) é a operação mais comum

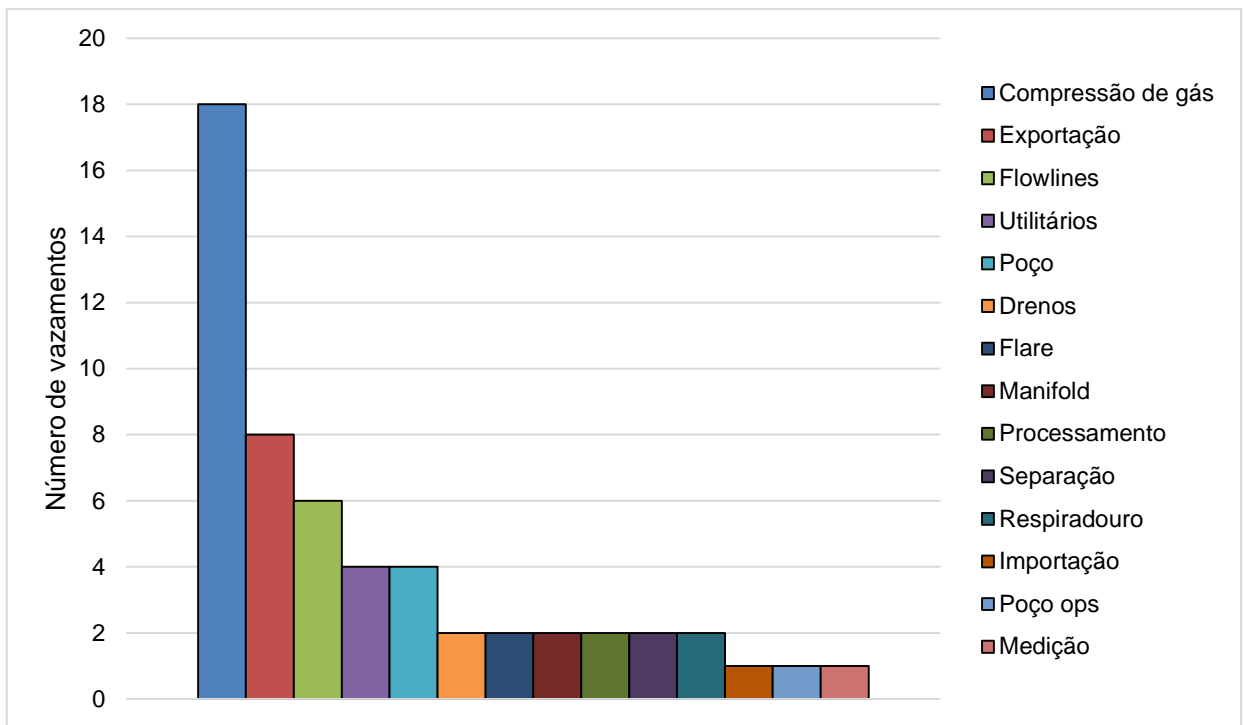
em que ocorreram vazamentos significativos, seguidos de exportação (oito versões) e linhas de fluxo (seis liberações).

Não é de surpreender que a compressão de gás tenha sido identificada como o sistema mais comum para vazamentos significativos, mas não para os vazamentos graves, principalmente porque os dados significativos são baseados puramente sobre as emissões de gás. Isso significa, por exemplo, que a exportação de óleo não seria destaque, mas seria para o gás, por isso os números de exportação poderiam ser menores do que os esperados se fossem utilizados dados completos. Portanto, os valores para uma liberação significativa podem não ser completamente representativos.



Fonte: HSE - 2001 a 2008

Gráfico II.8.2.6.2-5 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade grave, por tipo de operação, em unidades offshore.

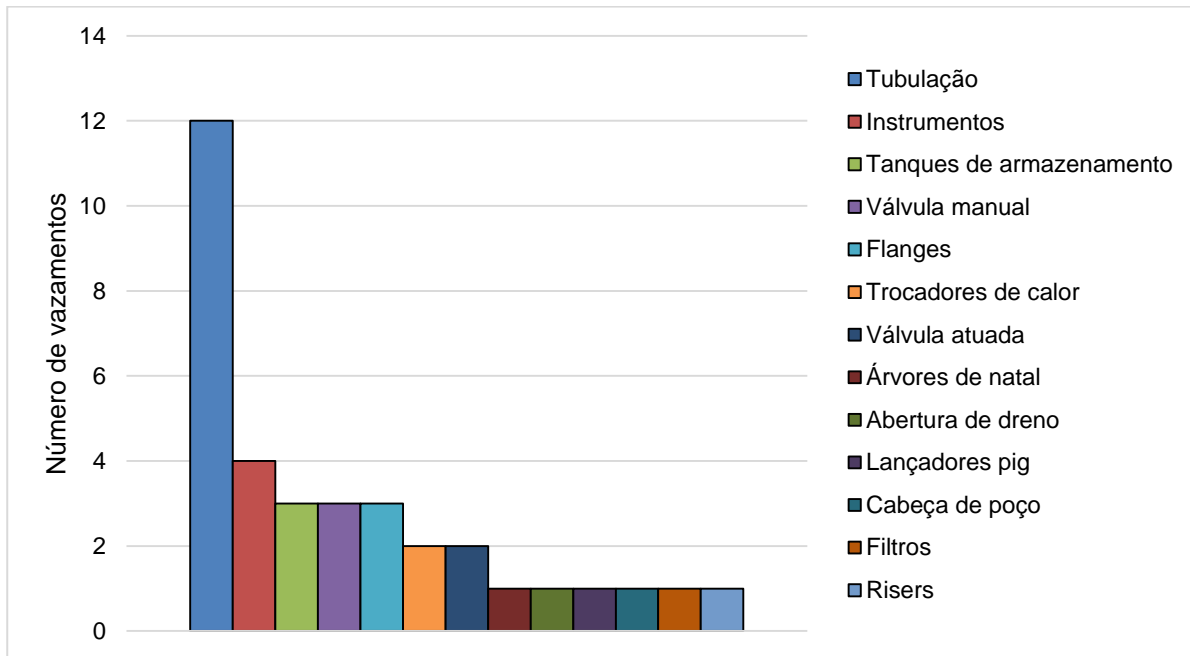


Fonte: HSE - 2001 a 2008

Gráfico II.8.2.6.2-6 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade significativa, por tipo de operação, em unidades offshore.

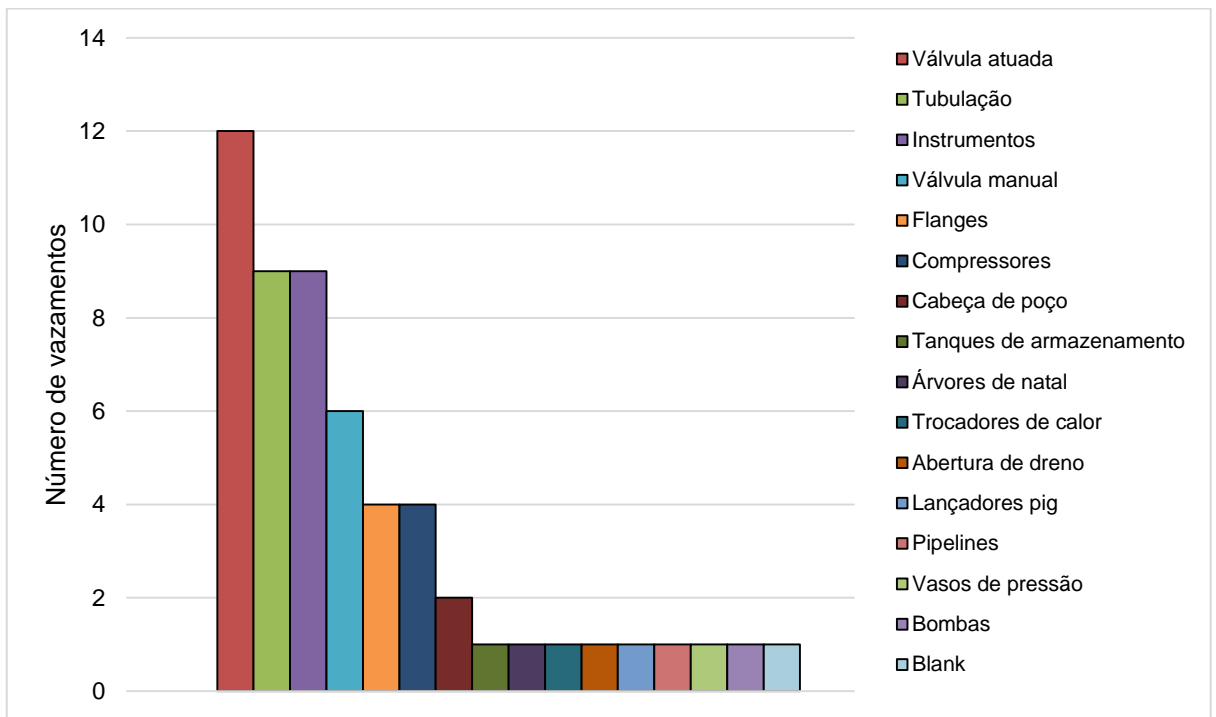
O equipamento em uso no momento da liberação é ilustrado nos **Gráficos II.8.2.6.2-7 e II.8.2.6.2-8** para vazamentos graves e significantes, respectivamente. Tal como acontece com a análise do sistema, surgem diferentes problemas de equipamento dependendo da gravidade da liberação. Por exemplo, existem 12 vazamentos graves relativos a tubulação, mas para liberações significativas o mais comum é o acionamento de válvulas, novamente com 12 vazamentos.

O segundo tipo de equipamento mais comum para grandes lançamentos são os instrumentos (quatro vazamentos) seguido por tanques de armazenamento, válvulas manuais e flanges, com três vazamentos cada. Para vazamentos significantes, tubulações e instrumentos são a causa de nove vazamentos cada, seguido por válvulas manuais com seis vazamentos. Com base nisso, pode-se depreender que os operadores devem ter especial cuidado em garantir a confiabilidade dos tipos de equipamento mencionados.



Fonte: HSE - 2001 a 2008

Gráfico II.8.2.6.2-7 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade grave, por tipo de equipamento, em unidades offshore.



Fonte: HSE - 2001 a 2008

Gráfico II.8.2.6.2-8 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade significativa, por tipo de equipamento, em unidades offshore.

II.8.2.7 Dados da Petrobras

II.8.2.7.1. Análise Dos Dados Históricos De Vazamento De Óleo Ocorridos Nas Atividades Marítimas De E&P Da Petrobras Ao Longo Da Costa Brasileira No Período De 2001 A Setembro/2015

O quadro abaixo indica os incidentes de vazamento de óleo ocorridos nas atividades de exploração e produção (E&P) da Petrobras assim como aqueles ocorridos nas atividades de apoio, tais como transferências de produtos para as plataformas e operações de embarcações em píeres, no período de 2001 a 2015.

Não inclui os incidentes de descartes de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação nas plataformas de produção nos anos de 2013 e 2014 que foram comunicados como incidentes de descarga.

Quadro II.8.2.7.1-1 – Número e volume (m³) e ocorrência

Ano	Número total de ocorrências	Volume total (m ³)	Volume médio (m ³)	Número de ocorrências maiores que 0,159 m ³	Volume (m ³) das ocorrências maiores que 0,159 m ³
2001	34	1.387,95	40,82	21	1387,70
2002	8	10,2	1,28	5	10,14
2003	36	18,58	0,52	13	18,06
2004	34	8,24	0,24	9	7,52
2005	25	38,64	1,55	4	37,91
2006	32	27,70	0,87	32	27,7
2007	29	30,52	1,05	11	29,9
2008	25	2,32	0,09	6	1,58
2009	42	4,42	0,11	4	3,44
2010	65	26,27	0,40	7	24,93
2011	67	7,32	0,11	9	6,16
2012	96	28,21	0,29	9	26,95
2013	75	11,22	0,15	12	9,95
2014	96	8,51	0,09	11	6,07
2015 (até set)	57	14,04	0,25	5	12,85

2001: Resultados significativamente impactados por ocorrência na Bacia de Campos (1.350 m³, decorrentes do naufrágio da plataforma P-36).

2005: Resultados significativamente impactados por ocorrência na malha submarina da Bacia de Campos (30 m³).

2010: Resultados significativamente impactados por ocorrência na Bacia de Campos (20,0 m³ devidos a falha no processo de tratamento e descarte de água produzida na plataforma P-48).

2012: Resultados significativamente impactados por ocorrência na Bacia de Santos (18,18 m³, decorrentes de quebra de riser no FPSO Dynamic Producer).

2013 e 2014: Não estão incluídas as ocorrências de descarte de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação que, naqueles anos foram comunicadas como incidentes de descarga.

2015: Resultados significativamente impactados por ocorrência no litoral de Sergipe (7,0 m³ em duto submarino próximo à plataforma PCM-06).

Como informado anteriormente, não estão incluídos nos anos de 2013 e 2014 as ocorrências de descarte de óleo em água produzida descartada em plataformas acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 393, tanto em

situações em que o limite diário foi excedido quanto em situações em que o limite mensal foi excedido.

Estas ocorrências² são comunicadas à ANP como “descarte”, por definição daquela Agência, ao passo que essas mesmas ocorrências são comunicadas ao IBAMA como descontrolado de processo, por definição deste último.

Nos anos de 2013 e 2014, para garantia de consistência de informações prestadas aos órgãos reguladores, a Petrobras optou por informar como “descarte” também ao IBAMA aquelas ocorrências.

Posteriormente, a partir de orientação recebida do IBAMA, essas ocorrências deixaram de ser comunicadas ao órgão ambiental como descarga, embora continuem a ser comunicadas à ANP como tal, o que pode gerar aparente inconsistência de informações entre esses dois órgãos.

Destaca-se, inicialmente, que os volumes indicados no **Quadro II.8.2.7.1-1** foram em grande parte influenciados por ocorrências isoladas, em diferentes instalações e operadas por diferentes equipes, evidenciando que não se tratam de incidentes sistêmicos, ainda que mereçam toda atenção.

Esta conclusão é consistente com as observações da IOGP³ que, em seu relatório de desempenho ambiental de 2014, registra que 74% das ocorrências foram menores que um barril. Na Petrobras, no mesmo ano, este número correspondeu a 83,8%.

A confirmar o acima exposto, verifica-se que o volume médio de óleo derramado por ocorrência apresenta tendência de queda desde 2005, à exceção do ano de 2010, 2012 e 2015 nos quais, três ocorrências (uma em cada um dos anos citados) impactaram significativamente os resultados, como indicado no **Quadro II.8.2.7.1-1**. O **Gráfico II.8.2.7.1-1** ilustra o acima descrito.

Excluídas estas ocorrências, tem-se que a média de volume derramado por ocorrência mante-se bastante baixa e, a partir de 2008 (inclusive) todas as médias estariam abaixo de um barril (0,159 m³).

² Descarte de óleo em água produzida descartada em plataformas acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 393

³ Environmental Performance Indicators - 2014 data, IOGP, 2015

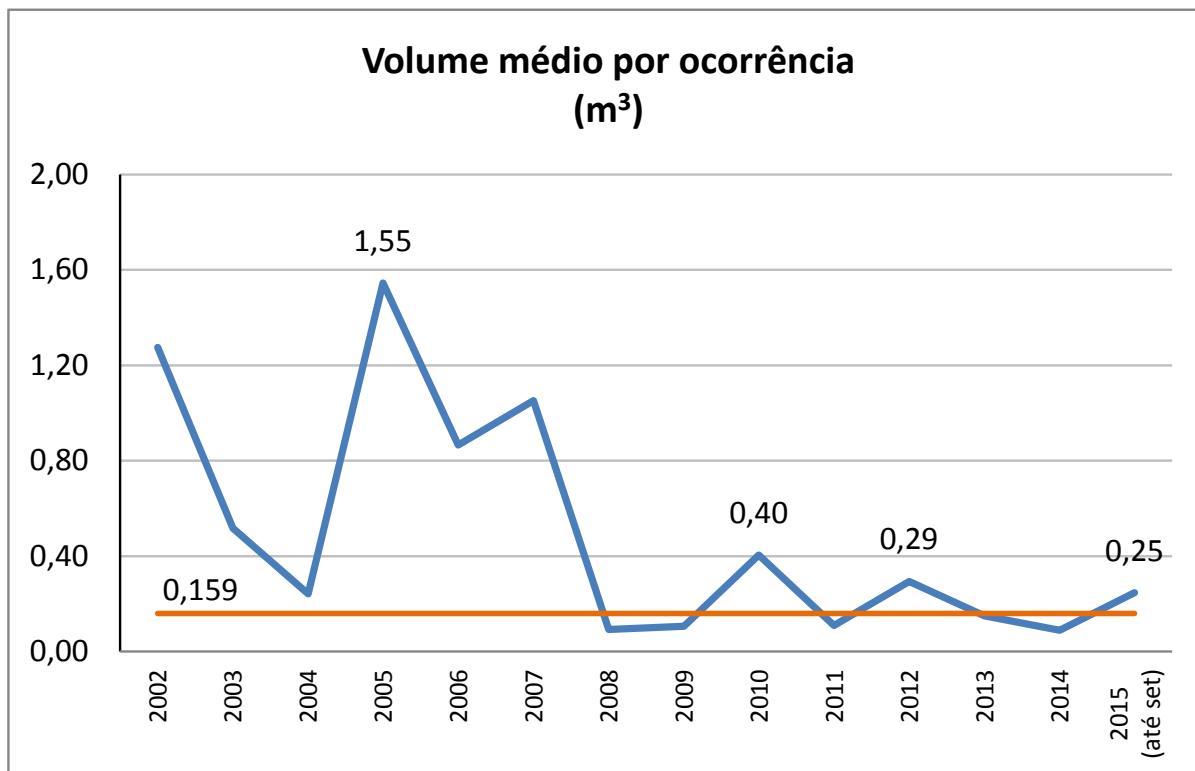


Gráfico II.8.2.7.1-1 – Volume médio (m³) por ocorrência

Da mesma forma, excluídas as ocorrências mais significativas, verifica-se que a média de volume derramado por ocorrência é significativamente reduzida, comprovando o anteriormente afirmado, acerca da concentração de grandes volumes em pequeno número de ocorrências (**Gráfico II.8.2.7.1-2**).

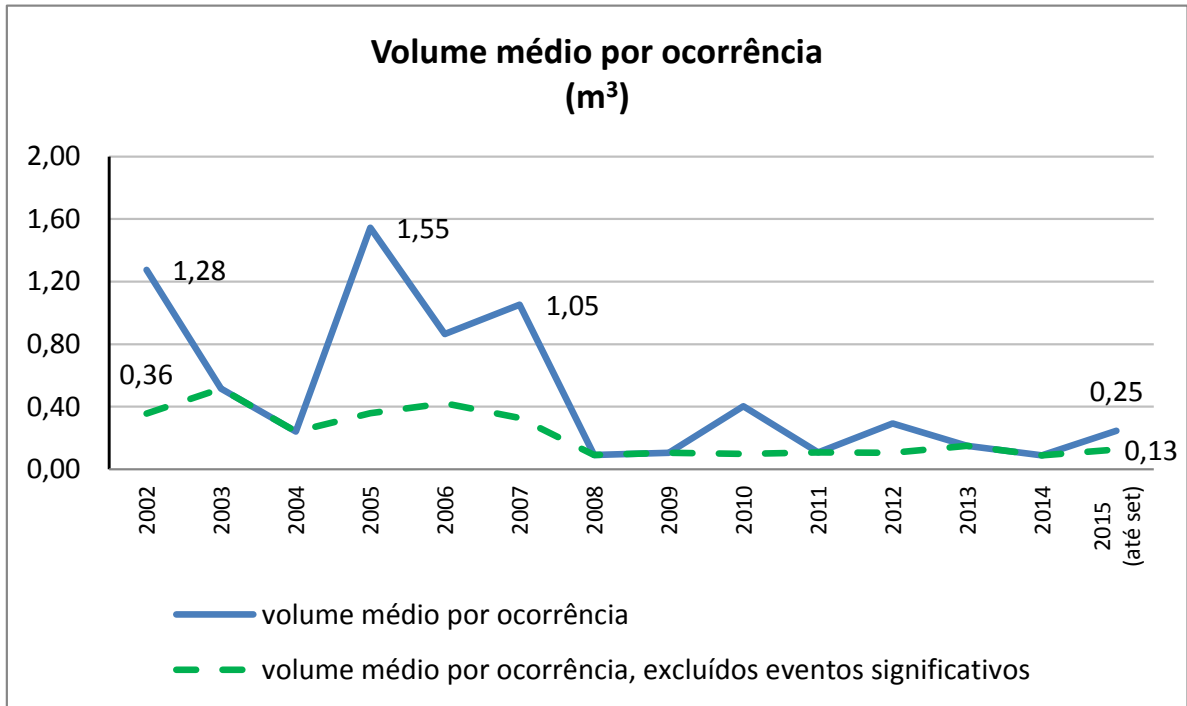


Gráfico II.8.2.7.1-2 - Volume médio por ocorrência, com e sem eventos mais significativos

Analisando-se a distribuição das ocorrências no período 2001-2015 (até setembro), excluídas as ocorrências de descarte de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação nas plataformas, verifica-se que 90% das ocorrências são menores que um barril, confirmando a constatação histórica de que a maioria das ocorrências resulta em baixos volumes.

Os incidentes mais significativos de vazamento de óleo nesta década (2010 a 2015 – até setembro), excluídas as ocorrências de descarte de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação nas plataformas foram:

- 06/2010 – Desconexão de mangote de transferência na P-47 (1,58 m³), na Bacia de Campos;
- 01/2012 – Descarga decorrente da quebra do EPR (Early Production Riser) do FPSO Dynamic Producer no BMS-9 (18,18 m³), na Bacia de Santos;
- 02/2012 – Descarga na linha de interligação da saída de óleo com a saída de água de separador de produção da P-43, Bacia de Campos (5,0 m³);

- 02/2012 – Descarga durante teste de formação no NS-32, no campo de Lula, na Bacia de Santos (2,2 m³);
- 03/2013 – Descarga pelo mangote de transferência durante a operação com o navio aliviador Cartola junto à P-37, Bacia de Campos, (2,05 m³);
- 08/2013 – Descarga de óleo diesel durante abastecimento de embarcação no porto do Rio de Janeiro (3,0 m³);
- 03/2015 – Descarga de petróleo em oleoduto que interliga a P-56 à P-38, Bacia de Campos (2,361 m³);
- 04/2015 – Descarga de petróleo devido a furo em oleoduto submarino que interliga as plataformas PCM-06 e PCM-05, litoral de Sergipe (7,0 m³).
- 07/2015 – Descarga de óleo para o mar durante manobras de preparação para o offloading na plataforma P-58 (3,084 m³), na Bacia do Espírito Santo;

O ano de 2012 mostrou-se particularmente atípico e as três ocorrências citadas acima (FPSO Dynamic Producer, P-43 e NS-32) foram responsáveis por 25,38 m³ (89,9%) do total de óleo derramado no mar na atividade de E&P.

Situação semelhante voltou a ocorrer em 2015, em que três ocorrências (4,6% das ocorrências) totalizaram 12,45 m³, respondendo por 79,6% do volume total derramado.

Analisando-se a distribuição das ocorrências no período 2001-2015 (até set), excluídas as ocorrências de descarte de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação nas plataformas, verifica-se que 80% das ocorrências no mar são menores que um barril. Nesta década (2011 a 2015) este percentual sobe para 88%.

Novamente, esses incidentes confirmam a constatação histórica de que poucas ocorrências concentram grande parte do volume derramado, ao passo que a maioria das ocorrências resulta em baixos volumes.

Ao se analisar a evolução do número de ocorrências, é importante considerar o aumento da atividade de E&P em termos de produção e do número de Unidades Marítimas, embarcações em operação e malha de dutos submarinos.

Em que pese este aumento da atividade, verifica-se tendência de queda no volume absoluto (**Gráfico II.8.2.7.1-3**), assim como no volume médio de óleo derramado por ocorrência (**Gráfico II.8.2.7.1-1**).

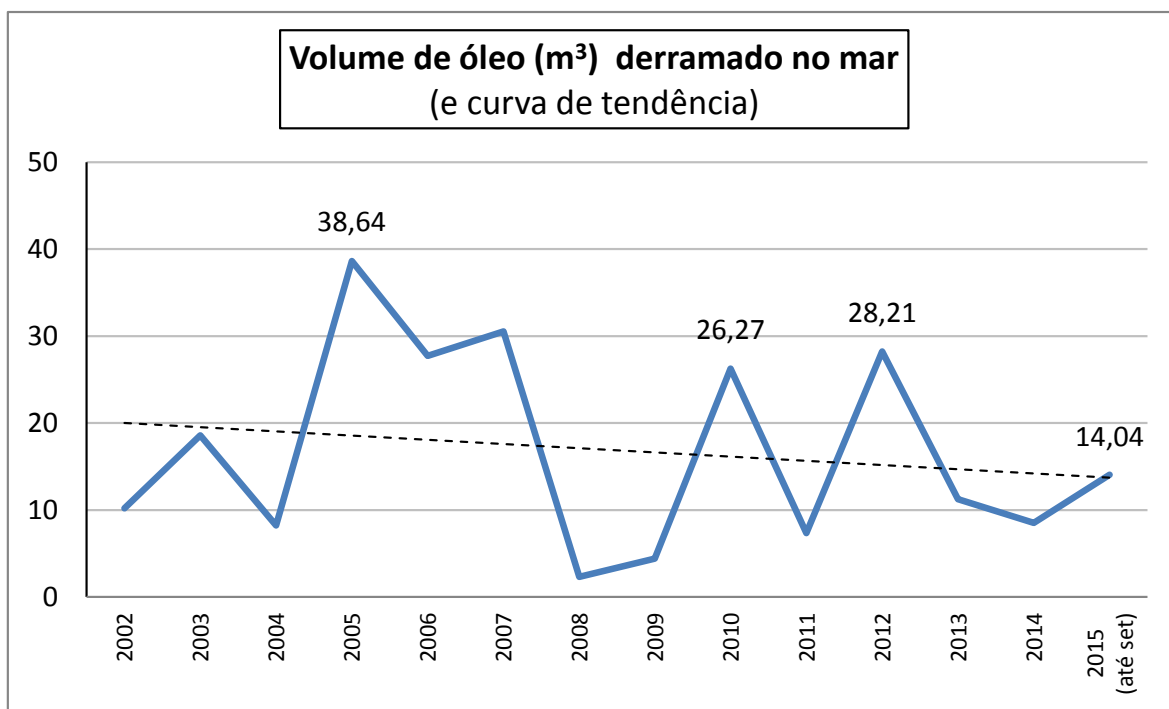


Gráfico II.8.2.7.1-3 - Volume derramado no mar (m³) e curva de tendência

Considerada a classificação utilizada no Brasil para definição de volumes pequenos, médios e grandes, no período de 2001 a 2015, apenas cinco⁴ ocorrências podem ser classificadas como médias e uma como grande (P-36, em 2001). Todas as demais são consideradas descargas pequenas.

Nos últimos cinco anos, à exceção de uma ocorrência na Bacia de Santos, em 2012, todas as demais podem ser classificadas como “descargas pequenas” (menores que 8,0 m³).

⁴ Vazamento na malha de dutos submarinos da Bacia de Campos (2005, 30,0 m³); mancha de óleo em torno da plataforma PGP-1, Bacia de Campos (2006, 14,6 m³); Vazamento de óleo diesel devido a abaloamento do píer 3, em Imbetiba-Macaé (2007, 21,34 m³); Falha no processo de tratamento e descarte de água produzida na plataforma P-48, Bacia de Campos (2010, 20,0 m³) e Quebra de riser no FPSO Dynamic Producer, na Bacia de Santos (2012, 18,18 m³)

A maior parte da região atingida por estas ocorrências é em mar aberto, além de 12 milhas náuticas da costa e distante de áreas sensíveis.

Em função do exposto, excluindo-se as ocorrências consideradas como pontos fora da curva e, considerando-se os pequenos volumes vazados, o espaçamento temporal e geográfico entre as ocorrências, a tendência de redução dos volumes derramados e das médias de volumes por ocorrência, associados às características do produto derramado, do ambiente atingido e das ações de resposta executadas, os impactos ambientais potenciais podem ser caracterizados como de baixa magnitude, locais e temporários.

II.8.2.8. Conclusão da Análise Histórica

A Análise Histórica de Acidentes constituiu-se de uma avaliação dos acidentes já ocorridos em instalações offshore semelhantes a que se está analisando. Com esse tipo de análise é possível se obter subsídios para a avaliação qualitativa das possíveis causas iniciadoras e de suas consequências para a instalação offshore. Essas informações foram obtidas por meio de consultas a Bancos de Dados de Acidentes nacionais e/ou internacionais, ou ainda, obtidas em relatos técnicos ou literatura especializada.

Com base nos dados apresentados identificou-se que, mesmo com o aumento de atividades offshore, os volumes vazados assim como os impactos gerados estão diminuindo. Esta diminuição se deve pela melhoria nos procedimentos operacionais (experiência) e sistemas de controle e detecção, o que torna as operações cada vez mais confiáveis e seguras.

Pode-se afirmar também que, de modo geral, tanto no Brasil como no restante do mundo, as pequenas liberações de hidrocarbonetos (até 8 m³) são mais frequentes que liberações de volumes médio (de 8 a 200 m³) e grande (acima de 200 m³).

Em relação aos vazamentos de hidrocarbonetos na Petrobras, verifica-se estabilidade em valores baixos nos anos de 2008 a 2014 (até maio). Importante destacar que não existem ocorrência de blowout em atividades de

perfuração de poços exploratórios offshore registrados nas atividades da empresa.

Em relação à unidade marítima que será utilizada na atividade (NS-31) existem duas ocorrências da mesma enquanto operava para a Petrobras, porém, apenas uma delas gerou liberação para o mar (volume estimado de 10 litros).

Conclui-se que a indústria do petróleo traz riscos intrínsecos às suas atividades, no entanto, dadas as melhorias nos procedimentos operacionais, sistemas de controle e detecção estes riscos veem se tornando menores com o passar do tempo, porém, sem deixar de existir.

Com base nas informações apresentadas nesta análise histórica pode-se considerar a unidade marítima NS-31 apta a realizar as atividades de perfuração exploratória nos Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12 desde que seja realizada uma análise preliminar de perigos onde se identifiquem os possíveis cenários acidentais relativos a vazamentos de óleo e substâncias perigosas, além da apresentação de medidas preventivas e mitigadoras para os mesmos.

II.8.3 Identificação dos Cenários Acidentais

Para identificação dos eventos perigosos foi utilizada a técnica denominada Análise Preliminar de Perigos – APP (*Preliminary Hazard Analysis - PHA*).

Genericamente, o objetivo principal desse método é identificar os possíveis perigos que possam ocorrer em uma instalação, numa fase preliminar do projeto e, com isso, economizar tempo e gastos no eventual replanejamento destas plantas. Porém é também, possível aplicar este método em instalações já em operação, para se fazer análises rápidas dos perigos existentes e as salvaguardas disponíveis como nesta avaliação.

A APP é realizada listando-se os perigos associados aos elementos do sistema. Por exemplo:

- Substâncias e equipamentos perigosos da planta (combustíveis, produtos químicos altamente reativos, substâncias tóxicas, sistemas de alta pressão e outros sistemas armazenadores de energia);

- Interface entre equipamentos do sistema e as substâncias (início e propagação de incêndio/explosão, sistemas de controle/paralisação).
- Fatores do meio ambiente que possam interferir nos equipamentos e materiais da planta (vibração, descarga atmosférica, umidade ou temperaturas muito altas, condições extremas de mar).
- Operação, teste, manutenção e procedimentos emergenciais (dependência do erro humano, *lay-out* / acessibilidade dos equipamentos, disponibilidade de equipamentos de proteção pessoal entre outros).
- Recursos de apoio (armazenamento, equipamentos de teste e disponibilidade de utilidades).
- Equipamentos relativos à segurança (sistema de alívio, redundância, recursos para extinção de incêndios e Equipamentos de Proteção Individual).

A classificação de cada um dos perigos individualizados é feita através de uma categorização qualitativa conforme descrito a seguir.

II.8.3.1. Descrição do Método

A identificação dos eventos iniciadores de acidentes é efetuada, de forma organizada e sistemática. Para tal, a unidade é dividida em sistemas e subsistemas e as informações são registradas em uma planilha, conforme apresentada no **Quadro II.8.3.1-1**, adiante.

No contexto da APP, uma Hipótese Acidental (HA) refere-se ao perigo identificado, sua causa e consequências associadas. A avaliação dos riscos é feita através da análise dos parâmetros frequência e severidade utilizando-se, para isto, uma Matriz de Riscos pré-estabelecida. Os parâmetros utilizados neste estudo são apresentados a seguir.

a) *Categorias de Frequência*

Para a definição das faixas de frequência foram utilizados os critérios da Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos (Federal Emergency Management Agency – Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedure. Formulation of Planning Basis).

As categorias de frequência fornecem uma indicação qualitativa da frequência de ocorrência esperada para cada uma das HA's identificadas. As categorias são apresentadas na **Quadro II.8.3.1-1** abaixo:

Quadro II.8.3.1-1 - Categorias de Frequências

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA (OC./ANO)	DESCRIÇÃO
A	Provável	$F \geq 10^{-1}$	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.
B	Razoavelmente Provável	$10^{-2} \leq F < 10^{-1}$	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.
C	Remota	$10^{-3} \leq F < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
D	Extremamente Remota	$F < 10^{-3}$	Teoricamente possível, porém muito pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.

b) *Categorias de Severidade*

A severidade representa um meio de mensurar o dano esperado para um determinado cenário de acidente. É o resultado da combinação de diversos fatores, tais como o produto envolvido, o inventário (ou capacidade da fonte) disponível para liberação, a possibilidade de propagação, confinamento e outros.

As categorias de severidade foram definidas utilizando-se como base os critérios, que norteiam a capacidade de resposta da instalação, para descargas pequenas ($V \leq 8 \text{ m}^3$), médias ($8 \text{ m}^3 < V \leq 200 \text{ m}^3$) e de pior caso ($V > 200 \text{ m}^3$), da Resolução CONAMA Nº 398. As faixas de volume de óleo derramado no mar relacionadas a cada categoria de severidade adotada são apresentadas na **Quadro II.8.3.1-2**.

Quadro II.8.3.1-2 - Categorias de Severidade

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	VOLUME VAZADO	DESCRIÇÃO
I	Desprezível	$V \leq 1 \text{ m}^3$	Nenhum impacto ou impacto não mensurável.
II	Marginal	$1 \text{ m}^3 < V \leq 8 \text{ m}^3$	Impacto irrelevante ao meio ambiente e às pessoas.
III	Crítica	$8 \text{ m}^3 < V \leq 200 \text{ m}^3$	Possíveis impactos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias potencialmente poluidoras, tóxicas ou inflamáveis. Pode provocar lesões de gravidade moderada às pessoas ou impactos ambientais com tempo reduzido de recuperação.
IV	Catastrófica	$V > 200 \text{ m}^3$	Impactos ambientais devido a liberações de substâncias potencialmente poluidoras, tóxicas ou inflamáveis. Pode provocar mortes ou lesões graves às pessoas ou impactos ambientais com tempo de recuperação elevado.

O modelo de planilha utilizado para elaboração da APP é apresentado no **Quadro II.8.3.1-3** a seguir.

Quadro II.8.3.1-3 - Planilha de Análise Preliminar de Perigos – APP

SISTEMA							Rev.	Data	
SUBSISTEMA									
PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES (D) / SALVAGUARDA (S)	EFEITOS	CATEG. FREQ.	CATEG. SEVER..	CATEG. RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS / MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL	

Após o preenchimento da planilha de APP, é elaborada a Matriz Referencial de Risco. Combinando-se as categorias de frequências com as de severidade, obtém-se uma indicação qualitativa do nível de risco de cada uma das hipóteses identificadas. A Matriz de Risco apresentada na **Quadro II.8.3.1-4** abaixo classifica os cenários como: Risco Alto (RA), Risco Médio ou Moderado (RM) ou Risco Baixo (RB).

Quadro II.8.3.1-4 - Matriz Referencial de Riscos

		Severidade			
		Desprezível (I)	Marginal (II)	Crítica (III)	Catastrófica (IV)
Frequência	Provável (A)	RM	RM	RA	RA
	Razoavelmente provável (B)	RB	RM	RM	RA
	Remota (C)	RB	RB	RM	RM
	Extremamente remota (D)	RB	RB	RB	RM

Onde:

RB = Risco Baixo, **RM** = Risco Médio e **RA** = Risco Alto.

II.8.3.2. Aplicação do Método

A APP foi realizada para os sistemas envolvidos na operação de perfuração e no barco de apoio, contemplando os principais sistemas, conforme descrito a seguir. Cabe destacar que as hipóteses acidentais de afundamento da Unidade, colisão e blowout foram avaliadas tomando como causas e não como perigos. Adicionalmente, os termos perdas e ruptura, na coluna “causas”, contemplam a ocorrência de fenômenos associados, como corrosão, defeitos de material e fabricação, falhas de montagem e outros. As causas de pequenos vazamentos

são associadas às taxas de falhas de furos/trica e os médios ou grandes vazamentos são associados à ruptura.

Foram elaboradas planilhas para os seguintes sistemas/subsistemas:

Sistema I- Unidade Marítima de Perfuração

Subsistemas:

- **Transferência e armazenamento de baritina e bentonita** (compreende o recebimento destes produtos do barco de apoio e seu armazenamento e circulação);
- **Transferência e armazenamento de cimento** (compreende o recebimento destes produtos do barco de apoio e seu armazenamento e circulação);
- **Armazenamento e circulação de fluido de perfuração / completção / intervenção** (compreende os tanques de preparo / tratamento, linhas de bombeio e retorno do fluido para os sistemas de tratamento);
- **Armazenamento e circulação de óleo diesel** (compreende a circulação dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores);
- **Armazenamento e circulação de óleo lubrificante** (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo);
- **Armazenamento e circulação de óleo hidráulico** (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo);
- **Coleta, tratamento e descarte de efluentes - drenagem de águas oleosas** (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final);
- **Coleta e destinação do óleo Sujo** (compreende a coleta/armazenamento de óleo sujo e sua transferência para os tanques portáteis ou tambores);
- **Transferência de QAV para abastecimento de aeronaves;**
- **Operações de carga e descarga** (transbordo pelo guindaste de tambores/tanques, bombonas de óleo e produtos químicos);
- **Transferência de fluido de perfuração do barco de apoio para a Unidade Marítima de Perfuração** (compreende o recebimento de fluido de

- perfuração do Barco de Apoio até os tanques da Unidade Marítima de Perfuração);
- **Transferência de óleo diesel do barco de apoio para a Unidade Marítima** (compreende o recebimento de diesel do barco de apoio – mangote, manifold e linhas);
 - **Estabilidade da Unidade Marítima;**
 - **Sistema de Posicionamento Dinâmico;**
 - **Controle do poço;**
 - **Teste de formação** (linhas de escoamento de óleo/gás, passando pelo BOP, *Chock manifold*, pelo separador de teste até o queimador).

Sistema II – Poço

Subsistema:

- **Finalização / Abandono do Poço.**

Sistema III – Barco de Apoio

Subsistema:

- **Percurso entre o porto e Unidade Marítima.**

Sistema IV – Aeronave de Apoio

Subsistema:

- **Percurso entre o heliporto e Unidade Marítima.**

No **Anexo II.8.3.2-1** estão apresentados os dados de referência com a avaliação dos possíveis volumes vazados, bem como as planilhas de APP elaboradas para a atividade de perfuração marítima utilizando esta Unidade Marítima de Perfuração. As plantas e croquis da referida Unidade já foram apresentados no Processo Administrativo do CADUMP nº 02022.000675/13-59, no **Capítulo II.5.1.2. Geologia e Geomorfologia** estão as informações referentes ao estudo da possibilidade de zona de alta pressão que foram utilizadas na elaboração da APP.

Com base nas planilhas de APP foi elaborada a Matriz de Riscos, apresentada a seguir, para as operações envolvendo as atividades com esta Unidade Marítima de Perfuração.

Quadro II.8.3.2-1 - Matriz de Riscos para as operações envolvendo as atividades com a Unidade Marítima de Perfuração NS-31 (Petrobras 10.000) 5

		Severidade			
		Desprezível (I)	Marginal (II)	Crítica (III)	Catastrófica (IV)
Frequência	Provável (A)				
	Razoavelmente provável (B)		HA1, HA3, HA5, HA8, HA11, HA13, HA20, HA23, (8)	HA6, HA9, HA12, HA14 (4)	
	Remota (C)		HA15, HA18, HA21, HA22, HA24 (5)	HA2, HA4, HA16, HA19 (4)	HA7, HA10, HA25, HA26, HA27 (5)
	Extremamente remota (D)		HA29, HA34 (2)	HA17, HA30, HA31, HA32 (4)	HA28, HA33 (2)

As hipóteses acidentais relacionadas a vazamento de óleo identificadas na APP estão listadas abaixo, por subsistema:^{6 7}

⁽⁵⁾ Os números dentro das células referem-se ao número de hipóteses acidentais classificadas em cada categoria.

⁶ Para o subsistema que foi identificado pequeno, médio e grande vazamento foi considerada apenas a hipótese acidental de maior volume.

⁷ A hipótese de vazamento de água oleosa não foi considerada porque o percentual de óleo é muito pequeno e se ocorrer um vazamento de maior volume, a resposta já está contemplada no PEVO que considera volumes maiores.

Quadro II.8.3.2-2 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo diesel

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 10	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas

Quadro II.8.3.2-3 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 12	Vazamento de óleo lubrificante em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.8.3.2-4 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo hidráulico

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 14	Vazamento de óleo hidráulico em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.8.3.2-5 - Subsistemas: Coleta e destinação de óleo sujo

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 19	Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.8.3.2-6 - Subsistemas: Transferência de QAV

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 20	Vazamento de óleo de QAV em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.8.3.2-7 - Subsistemas: Operações de carga e descarga

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 21	Vazamento de óleo lubrificante, hidráulico ou sujo devido à queda de tambor ou tanque portátil.

Quadro II.8.3.2-8 - Subsistema: Transferência de óleo diesel a partir do Barco de Apoio.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 24	Vazamento de óleo diesel no mangote, linhas de transferência, válvulas durante operação de transferência Embarcação de apoio/Unidade Marítima de Perfuração.

Quadro II.8.3.2-9 - Subsistema: Estabilidade da Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 25	Vazamento de óleo devido a perda de estabilidade (adernamento /afundamento) da unidade.

Quadro II.8.3.2-10 - Subsistema: Controle de Poço.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 28	Vazamento de óleo e gás – descontrole do poço (<i>Blow out</i>).

Quadro II.8.3.2-11 - Subsistema: Teste de Formação.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 30	Vazamento de óleo e gás em linhas, vasos, válvulas, conexões ou flanges, durante o teste de formação
Hipótese nº. 31	Vazamento de óleo e gás devido a queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama)..

Quadro II.8.3.2-12 - Subsistema: Finalização e Abandono.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 32	Vazamento nos tampões de abandono.

Quadro II.8.3.2-13 - Subsistema: Percurso entre Porto e a Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 33	Vazamento de óleo diesel no barco de apoio.

Quadro II.8.3.2-14 – Subsistema: Percurso entre Heliporto e Unidade Marítima

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 34	Vazamento de QAV, tanque do helicóptero.

Conforme pode-se observar nas planilhas de APP (**Anexo II.8.3.2-1**) e na matriz de Risco (**Quadro II.8.3.2-1**), este estudo analisa as severidades e frequências de ocorrência da Unidade Marítima de Perfuração NS-31 e estes resultados subsidiarão os cálculos apresentados no **Item V - Cálculo dos Riscos Ambientais** deste estudo.

II.8.3.3. Avaliação das Frequências de Ocorrência dos Cenários Acidentais

Para a obtenção da frequência de ocorrência de cada cenário acidental foram somadas as frequências das falhas dos componentes existentes no trecho da instalação, passíveis de sofrerem falhas gerando liberação dos produtos. Esse procedimento é equivalente à construção de uma árvore de falhas, na qual, o evento topo é um portão e cujas entradas são as causas relacionadas com as falhas de linhas, válvulas ou outros componentes associados ao trecho em questão. A frequência de cada causa foi obtida multiplicando-se o número de componentes pela frequência de ruptura catastrófica⁸ ou ruptura parcial, considerando os valores apresentados na **Quadro II.8.3.3-1**. As referências dos dados das falhas estão indicadas no citado Quadro e foram extraídas de publicações internacionalmente reconhecidas. Vale ainda ressaltar que no cálculo das frequências de todas as hipóteses foi considerada a quantidade máxima de equipamentos operando simultaneamente.

⁸ Correspondente a 20% do diâmetro da linha/duto, conforme orientação da Norma Cetesb P4.261 - "Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos".

Quadro II.8.3.3-1 – Frequências de Falhas dos Componentes

Componente	Ruptura Parcial (ano ⁻¹)	Ruptura Total (ano ⁻¹)	Referência
Válvulas Borboleta, Esfera, Gaveta, Globo, retenção, 3 vias, Check.	2,60E ⁻⁴	8,76E ⁻⁵	Less, 14/4 Failure and event data
Tubulação <3"	5,00E ⁻⁶	1,00E ⁻⁶	TNO Purple Book tabela 3.7
Tubulação 3" ≤ D ≤ 6"	2,00E ⁻⁶	3,00E ⁻⁷	TNO Purple Book tabela 3.7
Tubulação >6"	5,00E ⁻⁷	1,00E ⁻⁷	TNO Purple Book tabela 3.7
Tanque	1,00E ⁻⁴	1,00E ⁻⁵	TNO Purple Book 3.A.2.3
Dust Colector	1,00E ⁻⁴	1,00E ⁻⁵	TNO Purple Book 3.A.2.3
Mangote	1,04E ⁻⁴	1,12E ⁻⁵	HSR 2001 / 2002 HSE 2001
Bombas	5,00E ⁻⁴	1,00E ⁻⁴	TNO Purple Book tabela 3.9
Queda de carga	6,67E ⁻³	6,67E ⁻³	WOAD 1998
Falha Humana* ¹	7,50E ⁻³	7,50E ⁻³	Rijnmond / 384, Fig.IX.1
Falha Humana* ²	4,00E ⁻⁴	4,00E ⁻⁴	Less / 14/78, tb.14.26
Afundamento	5,00E ⁻³	5,00E ⁻³	WOAD 1998
Sistema de Posicionamento Dinâmico	8,33E ⁻³	8,33E ⁻³	WOAD 1998
Descontrole do poço (blowout)	3,10E ⁻⁴	3,10E ⁻⁴	Scandpower / SINTEF
Vasos de pressão	1,00E ⁻⁵	5,00E ⁻⁷	TNO Purple Book tabela 3.3
Blowout workover (erro na operação)	9,30E ⁻⁵	9,30E ⁻⁵	Scandpower / SINTEF
Falha do queimador	3,49E ⁻²	3,44E ⁻²	HSE 2001
Falha de contenção	3,00E ⁻³	3,00E ⁻³	Less / 14/78, tb.14.26
Falha de supervisão	3,00E ⁻³	3,00E ⁻³	Less / 14/78, tb.14.26
Acidente com helicóptero	6,40E ⁻⁴	6,40E ⁻⁴	WOAD 1998

*¹ Falha Humana = (Falha ao fechar corretamente uma válvula "0,002" + Falha de observação "0,001" + Falha ao conectar o mangote "0,0045") = 0,0075 ou 7,50E⁻³ - Referência Rijnmond / 384, Fig.IX.1.

*² Falha Humana = (Falha na execução de tarefas completamente familiarizadas, praticadas, sendo executadas muitas vezes por hora, capacitado, etc = 0,0004 ou 4,00E⁻⁴ - Referência Lees / 14/77, tb.14.26.

As falhas em linha e dutos consideradas para o evento furo em linha, somam cinco tipos de causas: interferência externa (50%), falha de material (17%), corrosão (15%), movimentação de solo (7%), erro operacional (4,6%) e demais causas desconhecidas (6,7%) (EGIG, 2015).

Segundo o TNO - *Purple Book* (1999), as falhas em flanges estão inclusas na frequência de falha em tubulação, considerando o comprimento mínimo desta igual a 10 metros.

A **Quadro II.8.3.3-2** apresenta as frequências de ocorrências para cada cenário acidental para o navio sonda NS-31.

Quadro II.8.3.3-2 – Frequências de Ocorrências dos Cenários Acidentais –NS-31

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Pequeno vazamento de pó (barita / bentonita) - Até 8 m³	HA-01	Válvula Borboleta	48	2,60E-04	1,25E-02	1,57E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Esfera	8	2,60E-04	2,08E-03		Less, 14/4 Failure and event data
		Tanque	4	1,00E-04	4,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	218	2,00E-06	4,36E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
		Dust Colector	2	1,00E-04	2,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04		HSR 2001 / 2002 HSE 2001
Médio vazamento de pó (barita/ bentonita) - 8 até 115 m³ (volume do maior silo da unidade com esse produto)	HA-02	Válvula Borboleta	48	8,76E-05	4,20E-03	5,04E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Esfera	8	8,76E-05	7,01E-04		Less, 14/4 Failure and event data
		Tanque	4	1,00E-05	4,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	218	3,00E-07	6,54E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
		Dust Colector	2	1,00E-05	2,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Mangote	1	1,12E-05	1,12E-05		HSR 2001 / 2002 HSE 2001
Pequeno vazamento de pó (cimento) - Até 8 m³	HA-03	Válvula Borboleta	48	2,60E-04	1,25E-02	1,56E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Esfera	8	2,60E-04	2,08E-03		Less, 14/4 Failure and event data
		Tanque	4	1,00E-04	4,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	217	2,00E-06	4,34E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
		Dust Colector	1	1,00E-04	1,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04		HSR 2001 / 2002 HSE 2001

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Médio vazamento de pó (cimento) - 8 até 115 m ³ (volume do maior silo da unidade com esse produto)	HA-04	Válvula Borboleta	48	8,76E-05	4,20E-03	5,03E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Esfera	8	8,76E-05	7,01E-04		Less, 14/4 Failure and event data
		Tanque	4	1,00E-05	4,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3" ≤ D ≤ 6"	217	3,00E-07	6,51E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
		Dust Colector	1	1,00E-05	1,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Mangote	1	1,12E-05	1,12E-05		HSR 2001 / 2002 HSE 2001
Pequeno vazamento de fluido de perfuração /completação/ intervenção - Até 8 m ³	HA-05	Válvula Gaveta	236	2,60E-04	6,14E-02	7,42E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas de Fluido	21	5,00E-04	1,05E-02		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanques	21	1,00E-04	2,10E-03		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação D > 6"	579	5,00E-07	2,90E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de fluido de perfuração / completação/ intervenção - 8 até 200 m ³	HA-06	Válvula Gaveta	236	8,76E-05	2,07E-02	2,30E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas de Fluido	21	1,00E-04	2,10E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanques	21	1,00E-05	2,10E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação D > 6"	579	1,00E-07	5,79E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
Grande vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção – 200 a 503,5 m ³ (maior tanque de fluido)	HA-07	Válvula Gaveta	236	6,13E-06	1,45E-03	1,61E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas de Fluido	21	7,00E-06	1,47E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanques	21	7,00E-07	1,47E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação D > 6"	579	7,00E-09	4,05E-06		TNO Purple Book tabela 3.7

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Pequeno vazamento de óleo diesel - Até 8 m ³	HA-08	Válvulas Borboleta / Esfera	100	2,60E-04	2,60E-02	8,24E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Globo / Angle	173	2,60E-04	4,50E-02		Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas/Centrífugas	11	5,00E-04	5,50E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	7	1,00E-04	7,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	1008	2,00E-06	2,02E-03		TNO Purple Book tabela 3.7
		Tubulação <3"	279	5,00E-06	1,40E-03		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de óleo diesel - 8 até 200 m ³	HA-09	Válvulas Borboleta / Esfera	100	8,76E-05	8,76E-03	2,61E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Globo / Angle	173	8,76E-05	1,52E-02		Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas/Centrífugas	11	1,00E-04	1,10E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	7	1,00E-05	7,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	1008	3,00E-07	3,02E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
		Tubulação <3"	279	1,00E-06	2,79E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Grande vazamento de óleo diesel – 200 até 0 3.004,8 m ³ (maior tanque de diesel)	HA-10	Válvulas Borboleta / Esfera	100	6,13E-06	6,13E-04	1,89E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Válvula Globo / Angle	173	6,13E-06	1,06E-03		Less, 14/4 Failure and event data
		Bombas/Centrífugas	11	7,00E-06	7,70E-05		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	7	1,00E-05	7,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	1008	7,00E-08	2,12E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
		Tubulação <3"	279	7,00E-09	1,95E-06		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento	HA-11	Válvula Esfera, Globo	124	2,60E-04	3,22E-02	3,78E-2	Less, 14/4 Failure and event data

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
de óleo lubrificante - Até 8 m ³		e Borboleta					
		Centrífugas e Bombas	2	5,00E-04	1,00E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	4	1,00E-04	4,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	834	5,00E-06	4,17E-03		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de óleo lubrificante - 8 até 52,5 m ³	HA-12	Válvula Esfera, Globo e Borboleta	124	8,76E-05	1,09E-02	1,19E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Centrífugas e Bombas	2	1,00E-04	2,00E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	4	1,00E-05	4,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	834	1,00E-06	8,34E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento de óleo hidráulico – Até 8m ³	HA-13	Check valve/ Válvula Esfera	216	2,60E-04	5,62E-02	7,82E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	30	5,00E-04	1,50E-02		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	8	1,00E-04	8,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	1250	5,00E-06	6,25E-03		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de óleo hidráulico 8 até 9 m ³	HA-14	Check valve/ Válvula Esfera	216	8,76E-05	1,89E-02	2,33E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	30	1,00E-04	3,00E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	8	1,00E-05	8,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	1250	1,00E-06	1,25E-03		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento	HA-15	Válvula esfera	20	2,60E-04	5,20E-03	7,91E-03	Less, 14/4 Failure and event data

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
de água oleosa. Até 8 m ³		Bomba	4	5,00E-04	2,00E-03		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	6	1,00E-04	6,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação > 6"	213	5,00E-07	1,07E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de água oleosa. 8 até 200 m ³	HA-16	Válvula esfera	20	8,76E-05	1,75E-03	2,23E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	4	1,00E-04	4,00E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	6	1,00E-05	2,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação > 6"	213	1,00E-07	2,13E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Grande vazamento de água oleosa. 200 até 985,5 m ³	HA-17	Válvula esfera	20	6,13E-06	1,23E-04	1,56E-04	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	4	7,00E-06	2,80E-05		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	6	7,00E-07	4,20E-06		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação > 6"	213	7,00E-09	1,49E-06		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento de óleo sujo. Até 8 m ³	HA-18	Válvula Esfera	12	2,60E-04	3,12E-03	4,22E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	1	5,00E-04	5,00E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	3	1,00E-04	3,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	59	5,00E-06	2,95E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Médio vazamento de óleo sujo. 8 até 55,1 m ³	HA-19	Válvula Esfera	12	8,76E-05	1,05E-03	1,24E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	1	1,00E-04	1,00E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Tanque	2	1,00E-05	3,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
		Tubulação <3"	59	1,00E-06	5,90E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento	HA-20	Tanque	1	1,00E-04	1,00E-04	3,62E-02	TNO Purple Book 3.A.2.3

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
de QAV (até 2,9 m³ volume do tanque de abastecimento para aeronave de apoio)		Válvula	2	2,60E-04	5,20E-04		Less, 14/4 Failure and event data
		Bomba	1	5,00E-04	5,00E-04		TNO Purple Book tabela 3.9
		Mangote (low stress)	1	3,50E-02	3,50E-02		Less / 14/5, tb. A-14.2
		Tubulação < 3"	1	5,00E-06	5,00E-06		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento de óleo (sujo, hidráulico, lubrificante) - Até 8 m³	HA-21	Queda de carga	1	6,67E-03	6,67E-03	6,67E-03	WOAD 1998
Pequeno vazamento de produto químico - Até 8 m³	HA-22	Queda de carga	1	6,67E-03	6,67E-03	6,67E-03	WOAD 1998
Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção - Até 8 m³	HA-23	Válvula Borboleta	10	2,60E-04	2,60E-03	1,04E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Falha Humana*1	1	7,50E-03	7,50E-03		Rijnmond / 384, Fig.IX.1
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04		HSR 2001 / 2002 HSE 2001
		Tubulação 3" ≤ D ≤ 6"	96	2,00E-06	1,92E-04		TNO Purple Book tabela 3.7
Pequeno vazamento de óleo diesel - Até 5 m³ (180s vezes a vazão de transferência 100 m³/h)	HA-24	Válvula Borboleta	10	2,60E-04	2,60E-03	3,44E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Falha Humana*2	1	4,00E-04	4,00E-04		Less / 14/77, tb.14.26
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04		HSR 2001 / 2002 HSE 2001
		Tubulação 3" ≤ D ≤ 6"	166	2,00E-06	3,32E-04		TNO Purple Book tabela 3.7

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Grande vazamento de óleo até 7.148,1 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, QAV e sujo)	HA-25	Afundamento	1	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	WOAD 1998
Grande vazamento de fluido não aquoso até 2.969,8 m ³ (soma dos tanques de fluido não aquoso)	HA-26	Afundamento	1	5,00E-03	5,00E-03	5,00E-03	WOAD 1998
Deriva da unidade (Considerando lâmina d'água de 3.000 m e diâmetro do riser de 0,50 m. Até 589 m ³)	HA-27	Sistema de Posicionamento Dinâmico	1	8,33E-03	8,33E-03	8,33E-03	WOAD 1998
Grande vazamento de óleo / gás	HA-28	Descontrole do poço (blowout)	1	3,10E-04	3,10E-04	3,10E-04	Scandpower / SINTEF

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Pequeno vazamento de óleo / gás - Até 8 m ³	HA-29	Válvulas	60	2,60E-04	1,56E-02	1,57E-02	Less, 14/4 Failure and event data
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	20	2,00E-06	4,00E-05		TNO Purple Book tabela 3.7
		Tanque de aferição	1	1,00E-04	1,00E-04		TNO Purple Book 3.A.2.3
Médio vazamento de óleo / gás 8 até 20,37 m ³	HA-30	Válvulas	60	8,76E-05	5,26E-03	5,28E-03	Less, 14/4 Failure and event data
		Tubulação 3"≤ D ≤6"	20	3,00E-07	6,00E-06		TNO Purple Book tabela 3.7
		Tanque de aferição	1	2,00E-05	2,00E-05		TNO Purple Book 3.A.2.3
Médio vazamento de óleo / gás 8 até 20,37 m ³	HA-31	Falha do Queimador	1	3,49E-02	3,49E-02	3,49E-02	HSE 2001
Médio vazamento nos tampões de abandono - (10% da vazão diária de Blowout). Até 18 m ³	HA-32	Blowout workover (erro na operação)	1	9,30E-05	9,30E-05	9,30E-05	Scandpower / SINTEF
Grande vazamento de óleo diesel - (Até 500 m ³ volume do tanque da embarcação de apoio)	HA-33	Ruptura do tanque	1	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	TNO Purple Book - 3.A.2.3

Descrição	HA	Tipo Equipamento	Nº Elementos/ Comprimento de Linha	Taxa Unitária (oc/ano)	Taxa de Falha (oc/ano)	Frequência Final da Hipótese	Referência
Pequeno vazamento de QAV (2,9 m³ volume do tanque da aeronave de apoio)	HA-34	Acidente com helicóptero	1	6,40E-04	6,40E-04	6,40E-04	WOAD 1998

As árvores de falhas foram desenvolvidas apenas para os cenários ambientais com possibilidade de causar algum impacto ambiental (**Anexo II.8.3.3-1**), das quais foram obtidas as frequências finais das HAs, conforme apresentado a seguir na **Quadro II.8.3.3-3**.

Quadro II.8.3.3-3 – Frequências finais de Ocorrências dos Cenários Acidentais Após Aplicação da Árvore de Falhas* – NS-31.

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
1	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Transferência e armazenamento de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura).	Até 8 m ³	1,57E-2
2	Médio vazamento de pó (barita /bentonita)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Perda de posição; Falha operacional.	Transferência e armazenamento de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura).	8 < V ≤ 115 m ³ (Maior silo deste produto)	5,04E-3
3	Pequeno vazamento de pó (cimento)	Perdas em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Transferência e armazenamento de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura).	Até 8 m ³	1,56E-2

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
4	Médio vazamento de pó (cimento)	Ruptura do mangote, tanques, linhas, válvulas, por: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Perda de posição; Falha operacional.	Transferência e armazenamento de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura).	8 < V ≤ 115 m ³ (Maior silo deste produto)	5,03E-3
5	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e circulação de fluido (compreende os tanques de preparo / tratamento, linhas de bombeio e retorno do fluido para os sistemas de tratamento).	Até 8 m ³	7,42E-2
6	Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Perdas em tanques, bombas, linhas, válvulas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e circulação de fluido (compreende os tanques de preparo / tratamento, linhas de bombeio e retorno do fluido para os sistemas de tratamento).	8 < V ≤ 200 m ³	2,30E-2

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
7	Grande vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Ruptura de linhas, válvulas, bombas ou tanques, por: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e circulação de fluido (compreende os tanques de preparo / tratamento, linhas de bombeio e retorno do fluido para os sistemas de tratamento).	$200 < V \leq 503,5 \text{ m}^3$	1,61E-3
8	Pequeno vazamento de óleo diesel	Perdas nos tanques, bombas, centrífugas, tubulações ou válvulas devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e circulação de óleo diesel (compreende a transferência do óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	Até 8 m^3	2,34E-4
9	Médio vazamento de óleo diesel.	Perdas em tanques, bombas, centrífugas, tubulações ou válvulas devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e circulação de óleo diesel (compreende a transferência do óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	$8 < V \leq 200 \text{ m}^3$	7,44E-5

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
10	Grande vazamento de óleo diesel.	Ruptura em tanques, bombas, centrífugas, tubulações ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e circulação de óleo diesel (compreende a transferência do óleo diesel dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	200 < V ≤ 3.004,8 m ³ (Maior tanque de diesel da unidade)	5,39E-6
11	Pequeno vazamento de óleo lubrificante	Perdas em linhas, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³	1,08E-4
12	Médio vazamento de óleo lubrificante	Ruptura de: Linhas, Tanques; Válvulas.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	8 < V ≤ 52,5 m ³ (Maior tanque deste produto)	3,40E-5
13	Pequeno vazamento de óleo hidráulico	Perdas em linhas, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³	2,23E-4

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
14	Médio vazamento de óleo hidráulico	Ruptura de: Linhas, Tanques; Válvulas.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	$8 < V \leq 9 \text{ m}^3$ (Maior tanque deste produto)	6,62E-5
15	Pequeno vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm)	Perdas em tubulações, tanques, no separador água / óleo, bombas e válvulas, devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de águas oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).	Até 8 m^3	7,91E-3
16	Médio vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm)	Falha no controle do sistema de separação água-óleo e rupturas em tubulações, tanques, no separador água / óleo, bombas e válvulas, devido a: Falha mecânica; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de águas oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).	$8 < V \leq 200 \text{ m}^3$	2,23E-3

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
17	Grande vazamento de água oleosa (acima de 15 ppm)	Falha no controle do sistema de separação água-óleo e rupturas em tubulações, tanques, no separador água / óleo, bombas e válvulas, devido a: Falha mecânica; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Coleta, Tratamento e Descarte de Efluentes - Drenagem de águas oleosas (compreende as linhas que saem dos diversos pontos de drenagem, passando pelo separador água-óleo, indo até o descarte final).	200 < V ≤ 985,5 m ³	1,56E-4
18	Pequeno vazamento de óleo sujo.	Perdas em tanque, tubulações, bombas e válvulas devido a: Queda de carga; Corrosão; Falha intrínseca; Falha operacional.	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo e sua transferência para os tanques portáteis ou tambores).	Até 8 m ³	1,26E-5
19	Médio vazamento de óleo sujo.	Perdas em tanque, tubulações, bombas e válvulas devido a: Queda de carga; Corrosão; Falha intrínseca; Falha operacional.	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo e sua transferência para os tanques portáteis ou tambores).	8 < V ≤ 55,1 m ³	3,72E-6
20	Pequeno	Perdas, ruptura no mangote, tubulações, válvulas	Transferência de QAV para	Até 2,9 m ³	1,08E-4

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
	vazamento de QAV	ou tanques devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	abastecimento de aeronaves.		
21	Pequeno vazamento de óleo	Queda de tambor / tanque portátil no mar devido a: Problema no guindaste; Falha operacional.	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Até 8 m ³	1,89E-4
22	Pequeno vazamento de produto químico	Queda de tambor / tanque portátil ou big-bag no mar devido a: Problema no guindaste; Falha operacional.	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Até 8 m ³	6,67E-3
23	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Ruptura em mangotes, tubulações ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	Transferência de fluido de perfuração do barco de apoio para a Unidade de Perfuração	Até 8 m ³	1,04E-2
24	Pequeno vazamento de	Ruptura no mangotes, tubulações e válvulas devido a:	Transferência de óleo diesel do barco de apoio para Unidade Marítima	Até 5m ³	1,03E-5

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
	óleo diesel.	Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.			
25	Grande vazamento de óleo	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	Até 7.148,1 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, QAV e sujo)	5,00E-3
26	Grande vazamento de fluido não aquoso	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	2.969,8 m ³ (soma dos tanques de fluido ativo, reserva, base óleo e resíduo de fluido)	5,00E-3
27	Deriva da unidade	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Até 589 m ³	8,33E-3
28	Grande vazamento de óleo / gás	Descontrole do poço (blowout).	Controle do Poço	Até Até 5.400 m ³	3,10E-4
29	Pequeno vazamento de gás	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	Controle do Poço	Até 8 m ³	1,52E-2
30	Médio vazamento	Perdas nas linhas, vasos (separador, tanque de	Teste de formação (linhas de	8 < V ≤ 20,37 m ³	1,58E-5

NOME DA UNIDADE MARÍTIMA DE PERFURAÇÃO					
EMPRESA: TRANSOCEAN.					
DEPARTAMENTO: NS-31 (Petrobras10000)					
HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m3)	Frequência (ano-1)
	de óleo / gás inflamável	aferição), válvulas, conexões e flanges devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).		
31	Médio vazamento de óleo / gás inflamável	Queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama) devido a: Falha no suprimento de ar; Falha no pré-aquecimento; Furo na Linha conexões, etc.	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	$8 < V \leq 20,37 \text{ m}^3$	1,05E-4
32	Médio vazamento nos tampões de abandono	Erro na operação.	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	10% da vazão do Blowout (Variável $\leq 18 \text{ m}^3$)	9,30E-5
33	Grande vazamento de óleo diesel	Perda de estabilidade do barco de apoio devido à: Colisão com outra embarcação; Encalhe; Erro de operação ou equipamento durante a distribuição de lastro ou carga.	Barco de Apoio – Percurso entre o porto e a Unidade Marítima	Até 500 m^3	4,00E-5
34	Pequeno vazamento de QAV	Acidente com helicóptero.	Aeronave de Apoio – Percurso entre o heliporto e a Unidade Marítima.	$2,9 \text{ m}^3$	6,40E-4

*Exceto para as HA 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 15, 16, 17, 22, 23, 26, 27 e 29 onde não foram elaboradas de árvores de falhas.

II.8.4. Avaliação das Consequências

II.8.4.1. Modelagem da Dispersão do Óleo

A revisão das modelagens de Dispersão de Óleo elaboradas para a atividade de perfuração marítima nos Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12 são apresentadas no **Anexo 18** (Reapresentação da Modelagem de Dispersão de Óleo (Revisão 01)).

II.8.4.2. Análise de Vulnerabilidade e Identificação dos Componentes com Valor Ambiental

A vulnerabilidade de um determinado componente ambiental ao vazamento de óleo é definida em função da sua sensibilidade (características intrínsecas como hábitos de vida, comportamento, fisiologia, resiliência ao estresse) e a probabilidade de o componente ser atingido pelo óleo (baixa, média ou alta).

Em consonância com a seção 3 do anexo II da Resolução CONAMA nº 398/08, a análise de vulnerabilidade avalia os efeitos dos incidentes de poluição por óleo sobre a segurança da vida humana e o meio ambiente nas áreas passíveis de serem atingidas por estes vazamentos, levando em consideração a probabilidade de o óleo atingi-las e a sensibilidade das mesmas ao óleo.

Vale salientar que, conforme estabelecido nos Termos de Referência atuais do IBAMA para atividades de perfuração, a Análise de Vulnerabilidade subsidia a identificação dos Componentes com Valor Ambiental (CVA), cuja sensibilidade deve ser avaliada em função dos respectivos tempos de recuperação (ou seja, os tempos que esses componentes, após serem atingidos, levariam para se recompor aos níveis anteriores à exposição ao óleo), necessários para o cálculo dos riscos, a análise da relação entre o tempo de recuperação do componente ambiental e o tempo de ocorrência do dano e a avaliação da tolerabilidade.

a) Identificação dos Componentes com Valor Ambiental a partir dos recursos ambientais vulneráveis

Conforme citado anteriormente, as áreas identificadas como passíveis de serem atingidas por vazamento de óleo, tanto na porção oceânica quanto costeira, foram avaliadas de acordo com a seção 3 do Anexo II da Resolução CONAMA nº 398/08 (Análise de Vulnerabilidade).

Para a delimitação da área potencialmente afetada por derrame de óleo, foram utilizadas as áreas interceptadas por qualquer dos contornos de probabilidade das simulações geradas pelo estudo de modelagem, conforme orientação do IBAMA em seus Termos de Referência atuais para atividades de perfuração de Petróleo. Ainda conforme orientação constante nesses Termos de Referência, a identificação dos Componentes com Valor Ambiental (CVAs) foi realizada a partir da seleção dos componentes biológicos que teriam mais chances de ser atingidos no caso de um vazamento, com consequências relevantes para suas populações.

Portanto, a partir daí, foram identificados e definidos os Componentes com Valor Ambiental (CVAs), compreendendo recursos ambientais com presença significativa na área potencialmente afetada por derrame de óleo e que atendessem aos seguintes critérios:

- (i) Ser importante (e não apenas financeiramente) para a população local, ou
- (ii) Ter um interesse nacional ou internacional, ou
- (iii) Ter importância ecológica.

Em adição aos critérios citados acima, foram consideradas espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.

Para a área potencialmente afetada num cenário acidental de vazamento considerada no presente estudo, foram identificados 18 CVAs passíveis de serem atingidos por acidente com óleo, conforme listagem abaixo:

- 1) Plâncton;
- 2) Peixes;
- 3) Quelônios;

- 4) Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica;
- 5) Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene;
- 6) Cetáceos – Baleia-jubarte;
- 7) Cetáceos – Boto-cinza;
- 8) Cetáceos – Toninha;
- 9) Peixe-boi;
- 10) Aves marinhas costeiras;
- 11) Aves marinhas oceânicas;
- 12) Praias arenosas;
- 13) Planícies de maré e terraços de baixa-mar;
- 14) Manguezais;
- 15) Costões rochosos;
- 16) Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos;
- 17) Recifes de coral;
- 18) Bancos de rodolitos.

Para cada um dos 18 CVAs listados, foi estimado ainda o tempo de recuperação após ser afetado pela presença de óleo. A metodologia utilizada baseou-se no levantamento de dados da literatura científica e de relatórios técnicos, buscando informações sobre os impactos de derrames de óleo e o tempo de recuperação das comunidades biológicas do ambiente marinho e dos ecossistemas costeiros de transição.

Vale salientar que a recuperação biológica de um ecossistema afetado por um derramamento de óleo começa logo que a toxicidade e a presença física do óleo tenham diminuído a um nível tolerável aos organismos de colonização mais robustos (BAKER et. al., 1990). Contudo, o estado ao qual um ambiente volta após o dano é normalmente imprevisível. A recolonização dependerá da época do ano, da disponibilidade de formas recolonizadoras, interações biológicas e fatores climáticos, entre outros (SOUSA, 1984).

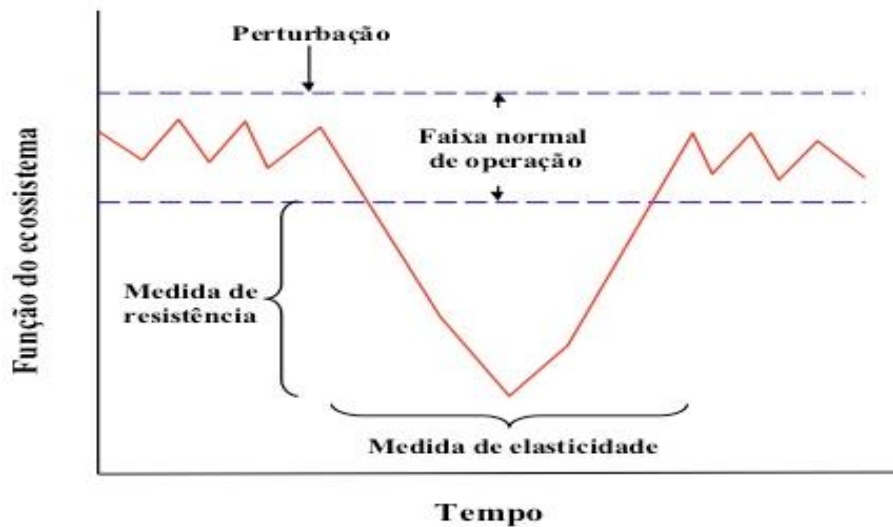
Quando se trata da recuperação de um componente ecossistêmico, depois deste componente estar sob os efeitos de um distúrbio e em uma condição degradada, pressupõe-se a retomada de seu estado anterior ao distúrbio, iniciando-se esta retomada a partir do momento em que o agente estressor é removido ou atenuado (UNDERWOOD, 1989).

Uma plena recuperação consiste no fato de que as comunidades e suas populações tenham retornado a um estado de “pré-impacto”, semelhante à condição anterior ao distúrbio em termos de estrutura e função, considerando-se os componentes de diversidade (riqueza e composição específica, equitatividade e abundância de espécies) para avaliação dentro de um espectro de flutuações naturais (ELLIOTT et. al., 2008).

Neste sentido, o estado pré-impacto é um estado dinâmico, tanto no tempo como no espaço, onde cada parâmetro da estrutura e função está sujeito a flutuações e à sazonalidade, dentro de um espectro natural de variação.

A variabilidade natural tem grande influência nos estudos de poluição no ambiente marinho, uma vez que é comum haver grande dificuldade na detecção de impactos devido a interferências (ruídos de fundo) representadas pelas flutuações naturais do ecossistema (LEWIS, 1976; EPA, 1978; GRAY, 1980, UNDERWOOD, 1989). O mesmo vale para a constatação do efetivo retorno do componente ambiental aos limites naturais de variação, aqui definidos como “tempo de recuperação”. Este raciocínio está representado na **Figura II.8.4.2-1**.

Efeitos do stress no ecossistema



Fonte: modificado de Leffler (1978)

Figura II.8.4.2-1 – Efeitos do stress nas funções do ecossistema em função do tempo, demonstrando a variabilidade dentro da faixa normal de operação, pré e pós-perturbação.

A variabilidade natural nos ambientes costeiros é difícil de descrever, e mais difícil ainda de diferenciar da variabilidade causada por algum impacto antrópico (MANN et al., 1978; DICKS, 1999). Por serem ambientes de transição e com grandes gradientes ambientais, a variação natural nos ambientes costeiros é elevada. Consequentemente, é difícil estabelecer a extensão precisa e duração do dano ambiental causado por um tensor antrópico (por exemplo, um vazamento) e distingui-la da variação natural (HISCOCK, 1985; DICKS, 1999).

Portanto, ao se considerar o tempo de recuperação de um CVA, é necessário que as variações (impactos) causadas por um tensor antrópico (ação geradora) sejam maiores do que as variações naturais, para que estas sejam identificadas (LEWIS, 1976; EPA, 1978; GRAY, 1980; UNDERWOOD, 1981, 1989, HAWKINS et al., 1985).

O destino e o comportamento do óleo e seu consequente efeito sobre o ambiente e a biota são bastante complexos, sendo basicamente devidos a três aspectos: as características do ambiente afetado (tipo de sedimento, hidrodinamismo, etc.), as características físico-químicas do óleo (viscosidade, composição, etc.) e os processos de limpeza e intemperismo (OWENS et al.,

2008, PAGE et al., 2013). Page et al. (op. cit.) em sua extensa análise sobre o destino do óleo nos ambientes costeiros, realizaram uma detalhada compilação dos estudos relacionados ao derramamento do Exxon Valdez nos últimos 30 anos, relacionando a presença residual do óleo por mais de 20 anos no ambiente e sua significância como fonte de impacto. Com a mesma abordagem, recentemente Boehm et al. (2014) destacam que, apesar de presente no ambiente por mais de 20 anos, o óleo residual do Exxon Valdez (Sub Superficial Oil Residual – SSOR), altamente intemperizado, já não está biodisponível para a biota local.

As consequências de um vazamento de óleo podem variar intensamente, acarretando desde danos para organismos até ameaças para ecossistemas e comunidades biológicas locais ou regionais. Cabe ressaltar ainda que essas consequências são diretamente relacionadas às propriedades físico-químicas dos produtos vazados.

Para que um risco seja classificado como tolerável, o tempo de recuperação do componente ambiental deverá ser insignificante em comparação com o tempo de ocorrência do dano.

De uma forma geral, a identificação dos CVAs fornece o embasamento para o cálculo dos riscos ambientais (**Item II.8.5 - Cálculo dos riscos ambientais**) e a estimativa dos tempos de recuperação, para a avaliação da tolerabilidade aos danos sofridos pelo derrame de óleo (**Item II.8.6 - Relação tempo de recuperação / tempo de recorrência**).

Nos itens a seguir, apresenta-se a descrição detalhada de cada CVA, de modo a entender a sua importância, critérios de seleção, locais de ocorrência, probabilidades de toque para os cenários de vazamento de óleo e o seu tempo de recuperação. A partir das características que definem cada CVA, utilizou-se o seguinte agrupamento:

- **CVAs Difusos:** ocorrem espacialmente dispersos ao longo da área potencialmente afetada, não sendo possível definir áreas de concentração. Para estes CVAs a probabilidade de toque de óleo é calculada a partir da média ponderada de tais probabilidades, calculada na região de intersecção entre as curvas de probabilidade de chegada de

óleo e a área de ocorrência difusa. Os CVAs difusos identificados no presente estudo são:

- 1) Plâncton;
 - 2) Peixes;
 - 4) Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica;
 - 5) Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene;
 - 11) Aves marinhas oceânicas.
- **CVAs Fixos:** ocorrem de forma pontual e concentrada na área de estudo, com ocorrência espacialmente delimitada em pontos, polígonos, faixas ou zonas. Para estes CVAs a probabilidade de toque é adotada como sendo a maior probabilidade modelada para a área, faixa ou zona delimitada. Os CVAs fixos identificados no presente estudo são:
 - 3) Quelônios;
 - 6) Cetáceos – Baleia-jubarte;
 - 7) Cetáceos – Boto-cinza;
 - 8) Cetáceos – Toninha;
 - 9) Peixe-boi;
 - 10) Aves marinhas costeiras;
 - 12) Praias arenosas;
 - 13) Planícies de maré e terraços de baixa-mar;
 - 14) Manguezais;
 - 15) Costões rochosos;
 - 16) Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos;
 - 17) Recifes de coral;
 - 18) Bancos de rodolitos.

Vale salientar que esse agrupamento tem caráter didático, uma vez que o cálculo do risco (**Item II.8.5 - Cálculo dos riscos ambientais**) e a avaliação de

tolerabilidade (**Item II.8.6 - Relação tempo de recuperação / tempo de recorrência**) serão realizados para cada CVA, individualmente.

Na definição das áreas de ocorrência e de concentração dos CVAs, foram utilizadas informações sobre a biologia e o comportamento das espécies, nos períodos em que essas estão efetivamente presentes na área potencialmente afetada. Estas informações são apresentadas nos mapas do **Anexo II.8.4.2-1**. Nos mapas, os CVAs foram agrupados, em caráter didático, da seguinte forma: **CVAs Mamíferos** (CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica; CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene; CVA Cetáceos – Baleia-jubarte; CVA Cetáceos – Boto-cinza; CVA Cetáceos – Toninha; e CVA Peixe-boi); **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas** (CVA Plâncton; CVA Peixes; CVA Aves marinhas costeiras; CVA Aves marinhas oceânicas; CVA Praias arenosas; CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar; CVA Manguezais; CVA Costões rochosos; CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos; CVA Recifes de coral; e CVA Bancos de rodolitos); **CVA Quelônios**.

Para a representação dos CVAs de ambientes costeiros nos mapas, a presença de cada um dos ecossistemas costeiros identificados como CVAs na área com probabilidade de toque de óleo (com exceção dos bancos de rodolitos) foi verificada a partir dos *shapefiles*⁹ da base do projeto Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM (IBAMA/IBP, 2016). Como a base do MAREM apresenta informações dos Índices de Sensibilidade do Litoral – ISL, mas não de suas sub-divisões (necessárias para a separação entre os ecossistemas), foram realizados os procedimentos descritos a seguir.

A partir do *shapefile* de ISL da base MAREM foram identificadas as classes de ISL (1, 2, 3, etc.) e, em seguida, para identificar as subclasses dos ISL (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, etc.), foram consultadas as fichas estratégicas das localidades do MAREM e as tabelas de atributos do *shapefile* de ISL do MAREM. O **Quadro**

⁹*Shapefile*: arquivo que contém dados geoespaciais em forma de vetor usado por Sistemas de Informações Geográficas - SIG.

II.8.4.2-1 apresenta as sub-classes de ISL que compõem cada CVA de ecossistema:

Quadro II.8.4.2-1 – Subclasses do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) componentes dos ecossistemas litorâneos definidos como CVAs.

CVA	ISL	Definição das subclasses de ISL
Praias arenosas	3	A - Praias dissipativas de areia média a fina, expostas B - Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restinga tipo "long beach") D - Campos de dunas expostas
	4	A - Praias de areia grossa B - Praias intermediárias de areia fina a média, expostas C - Praias de areia fina a média, abrigadas
	5	A - Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais
	8	C - Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados
Planícies de maré e terraços de baixa-mar	7	A - Planície de maré arenosa exposta B - Terraço de baixa-mar
	9	A - Planície de maré arenosa/lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas B - Terraço de baixa-mar lamoso abrigado
Manguezais	10	A - Deltas e barras de rio vegetadas B - Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas C - Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum D - Marismas E - Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)
Costões rochosos	1	A - Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos B - Falésias em rochas sedimentares, expostas
	2	A - Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos
	3	C - Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos
	8	A - Escarpa/encosta de rocha lisa, abrigada B - Escarpa/encosta de rocha não lisa, abrigada
Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	2	B - Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
	5	B - Terraço ou plataforma de abrasão, de superfície irregular ou recoberta de vegetação C - Recifes areníticos em franja
	6	A - Praias de cascalho (seixos e calhaus) B - Costa de detritos calcários C - Depósito de tálus E - Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
Recifes de coral	9	C - Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais

Fonte: IBAMA/IBP, 2016; MMA, 2004.

Já para os bancos de rodolitos, como este ecossistema é permanentemente submerso, não possuindo área intermareal, não possui classificação de ISL. Para seu mapeamento foram utilizados dados espaciais disponíveis na literatura científica e em relatórios técnicos.

Apresenta-se a seguir a descrição de cada um dos 18 Componentes com Valor Ambiental:

II.8.4.2.1. CVA Plâncton

O plâncton é composto por organismos que vivem pelo menos parte de seu ciclo de vida no ambiente pelágico sem um padrão de deslocamento autônomo, que têm sua movimentação na coluna d'água controlada pela dinâmica de massas d'água e correntes marítimas. A escolha do CVA Plâncton deve-se sobretudo à sua importância ecológica como parte fundamental da cadeia trófica e dos ciclos biogeoquímicos nos ecossistemas marinhos. Por constituírem a base da teia alimentar nos oceanos, eventuais mudanças na composição e estrutura das comunidades planctônicas podem ocasionar modificações em todos os níveis tróficos (PARSONS et al., 1984). Ademais, os organismos planctônicos respondem rapidamente às alterações ambientais por meio da variação de sua produtividade e composição específica, sendo bons indicadores da qualidade da água (APHA, 2012). Os componentes do fito e zooplâncton, como produtores primários e secundários, transferem energia ao servirem de alimento para os níveis superiores da cadeia, além de também comporem os detritos que serão captados por organismos bentônicos e degradados por bactérias (e.g., CALBET & LANDRY, 2004). Já o componente do ictioplâncton, correspondente ao estágio inicial de vida dos peixes (ovos e larvas), determina o recrutamento para a fase adulta, influenciando a dinâmica populacional das espécies. Dessa forma, o plâncton se relaciona com a manutenção dos estoques dos recursos pesqueiros utilizados como alimento pela comunidade humana em geral.

Apesar de apresentarem o mesmo modo de vida, as comunidades planctônicas podem ser divididas em fitoplâncton (organismos eucariontes fotossintetizantes: diatomáceas, dinoflagelados, silicoflagelados, coccolitoforídeos

e cianobactérias), zooplâncton (organismos eucariontes consumidores: copépodes, cladóceros, moluscos, quetognatos, larvas e ovos de peixes, entre outros) e bacterioplâncton (procariontes – bactérias).

Para a área suscetível ao óleo, o diagnóstico das comunidades plantônicas indica grande heterogeneidade na composição e características nas diferentes bacias marítimas analisadas. A composição taxonômica, dominâncias e raridades dos organismos apresentaram amplas variações espaciais ao longo da área suscetível ao óleo, não sendo possível observar um padrão geral desses parâmetros que possa ser generalizado para todas as bacias. Além das enormes distâncias que englobam essas bacias, os ecossistemas marinhos e estuarinos avaliados estão sujeitos a diferentes tipos e graus de interferência antrópica, como o aporte de efluentes domésticos e industriais e demais características das áreas costeiras. Ficou evidenciado, por exemplo, que regiões onde há maior aporte de efluentes antrópicos, como na Bacia de Santos, onde estão localizadas grandes áreas urbanas, como na região metropolitana do Rio de Janeiro e em Santos, ocorre uma maior densidade de fitoplâncton de menor porte. Apesar dessa falta de padrão nas comunidades ao longo da área suscetível ao óleo, foi notado que, de forma geral, há uma tendência de redução na densidade das comunidades fitoplanctônicas conforme se aumenta a distância da costa, como consequência direta da diminuição da disponibilidade de nutrientes.

Assim, de forma geral, os valores de concentração da clorofila-a e as estimativas de produtividade primária obtidas para as regiões oceânicas das bacias marítimas da área suscetível ao óleo reforçam a natureza de oligotrofia. Os perfis de clorofila-a apontam o acúmulo de biomassa na subsuperfície, como esperado para regiões tropicais, assim como em áreas de maior atividade biológica na plataforma interna, nas proximidades do cabo de São Tomé (RJ), em Abrolhos (BA-ES) e alguns dos bancos submersos (CIOTTI et al., 2007). Fortemente influenciado pela Corrente do Brasil, o ambiente pelágico no entorno do Arquipélago de Abrolhos é definido como oligotrófico (SOUZA, 2011). Apesar disso, a região de Abrolhos é considerada um dos maiores redutos de biodiversidade da costa central brasileira, com importante variedade de espécies do zooplâncton e do ictioplâncton. A produtividade primária apresenta valores

baixos nas águas oceânicas (PANOUSE & SUSINI, 1987; KNOPPERS & POLLEHNE, 1991) e alguns máximos observados nos bancos submersos, consequência de processos de eutrofização provocados por ressurgência costeira, “efeito ilha” e vórtices (CIOTTI et al, 2007; GAETA et al., 1999). O fenômeno, devido à presença de processos físicos de mesoescala, é confirmado pela distribuição do bacterioplâncton (REZENDE et al., 2006), do fitoplâncton (TENENBAUM et al., 2007; SUSINI-RIBEIRO et al., 2013), bem como do zooplâncton (BONECKER et al., 2006; MARCOLIN et al., 2013) e do ictioplâncton (BONECKER et al., 2006). As feições que apresentam máximos de produtividade da comunidade planctônica da área do sul da Bahia e Espírito Santo são os bancos submersos, incluindo Hotspur, Rodger e Royal Charlotte (localizados logo ao norte de Abrolhos), sobre o parcel dos Abrolhos e ao sul deste (CIOTTI et al, 2007; GAETA et al., 1999; MMA, 2006a), incluindo os bancos da cadeia Vitória-Trindade e o Vórtice de Vitória, cuja dinâmica causa uma ressurgência, que aumenta a disponibilidade de nutrientes e a produção primária (GAETA et al., 1999).

Com relação à sazonalidade, durante a primavera, a distribuição do zooplâncton é bastante homogênea ao longo da costa leste brasileira, com somente dois pontos de máximos, nos Abrolhos e em frente ao cabo São Tomé, área de influência da ressurgência de Cabo Frio nessa época do ano. Já no outono, esses máximos se localizam ao largo de Salvador, no banco Rodger (situado entre os bancos Royal Charlotte e de Abrolhos) e na cadeia Vitória-Trindade.

Para o fitoplâncton na área suscetível ao óleo, foi verificada grande importância relativa dos dinoflagelados e diatomáceas, tanto em termos de riqueza quanto na densidade de organismos. Dentre as diatomáceas, podem ser destacadas espécies dos gêneros *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* e *Rhizosolenia* como sendo os componentes mais comuns. Dentre os dinoflagelados, merecem destaque não só as espécies mais comuns, mas também algumas espécies oportunistas e produtoras de toxinas, pertencentes aos gêneros *Alexandrium* e *Gymnodinium*, sendo que uma espécie do gênero *Gymnodinium* foi apontada como uma das mais abundantes do fitoplâncton na Bacia de Campos (AECOM &

OGX, 2011). Outra característica da composição da comunidade fitoplanctônica na área suscetível ao óleo foi a presença na maioria das bacias avaliadas de espécies do gênero *Ceratium*, que são conhecidas por terem ampla distribuição e capacidade de adaptação em ambientes de maior estabilidade ambiental e baixas concentrações de nutrientes.

Vale ressaltar também o registro constante dos dinoflagelados dos gêneros *Prorocentrum* e *Protoberidinium* na maioria das bacias, assim como das cianobactérias do gênero *Trichodesmium*, o qual reúne espécies com potencial de formar florações e, nessas condições, liberar neurotoxinas capazes de produzir desequilíbrios aos ecossistemas, podendo causar a mortandade de peixes.

Para o zooplâncton também foi observada grande heterogeneidade ao longo de toda a área suscetível ao óleo. Mesmo com essa heterogeneidade, pode-se destacar os copépodes como o grupo mais presentes nessas comunidades ao longo da área suscetível ao óleo, o que pode ser considerado um padrão comum em ambientes marinhos. Os copépodes abrangem várias espécies tolerantes a estresses ambientais e que são capazes de utilizar detritos orgânicos como fonte de energia. Dentre os copépodes, as espécies dos gêneros *Oithona*, *Temora* e *Paracalanus* apresentaram certa predominância na maioria das bacias avaliadas. Merece destaque a presença de larvas de Gastropoda, Bivalvia, decapoda e Teleostei, zoeas de Brachyura e náuplios de Cirripedia.

Já as comunidades ictioplanctônicas não apresentaram qualquer padrão ao longo da área suscetível ao óleo, por haver uma enorme diversidade regional nas composições dessas comunidades. Merece destaque, no entanto, a presença de larvas das famílias Engraulidae, Clupeidae, Carangidae, Serranidae, Myctophidae e Gnostomatidae, por abrigarem diversas espécies de interesse comercial (com destaque para as espécies de Clupeidae e Engraulidae) e por constituírem um importante componente do ictioplâncton na maioria das bacias avaliadas.

Por fim, as informações obtidas no diagnóstico indicam ainda a importância das áreas costeiras e estuarinas, por serem importantes áreas de berçários de espécies do ictioplâncton, onde suas respectivas características geomorfológicas, hidrográficas e biológicas promovem o desenvolvimento de uma ampla diversidade de organismos planctônicos, incluindo o ictioplâncton. Dentre essas

áreas, destacam-se na costa leste brasileira o Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/ Manguaba, na Bacia de Sergipe-Alagoas, a Baía de Todos os Santos, na Bacia de Camamu-Almada, e o Banco de Abrolhos, na Bacia de Mucuri.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Plâncton

Em um evento de vazamento, a suscetibilidade ao óleo das comunidades planctônicas que se encontrarem na área atingida é alta, devido ao fato destes organismos não possuírem deslocamentos autônomos que os permitam evitar o contato com eventuais manchas de óleo na coluna d'água, assim como por apresentarem elevada razão superfície/volume, que favorece o recobrimento e a absorção de contaminantes. Além disso, esses organismos concentram-se na porção superior da coluna d'água, onde também fica concentrada a maior parte de óleo eventualmente derramado nos oceanos (IPIECA, 2000).

Pelo fato de as comunidades planctônicas apresentarem taxas de mortalidade e renovação elevadas (HOWARTH, 1989), torna-se extremamente difícil a determinação dos reais efeitos da poluição por óleo nestes organismos (sensibilidade). Essas características biológicas permitem que este componente ambiental apresente uma grande resiliência frente a acidentes com derrames de óleo no mar (IPIECA, 2000). No entanto, um aspecto que deve ser considerado é a eventualidade de um derramamento de óleo atingir locais abrigados e períodos de reprodução dos peixes, pois tais circunstâncias atuam diretamente sobre o ictioplâncton, podendo gerar danos intensos para as populações de peixes (IPIECA, 2000), a depender das condições locais. Por outro lado, vale lembrar que a maioria das espécies de peixes com fase juvenil planctônica produz enormes quantidades de ovos e larvas. Destes, apenas uma pequena proporção sobrevive até a fase adulta, sendo que o restante é predado ou morto por outros motivos. O número de jovens que irá sobreviver até o final da fase planctônica e alcançar um tamanho suficiente para ser recrutado nos estoques pesqueiros varia naturalmente de acordo com inúmeros fatores ambientais, como condições climáticas e sucesso reprodutivo. Uma perda devido a um vazamento de óleo será menos significativa se o recrutamento naquela temporada tiver sido favorável (IPIECA, 2000).

Além do óleo flutuante na camada superior da coluna d'água, o óleo dissolvido pode causar prejuízos aos organismos e à comunidade planctônica, caso persista em concentrações suficientemente altas por certo período de tempo (HOWARTH, 1989).

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de verificar os efeitos de derramamentos de óleo sobre as comunidades planctônicas, sendo que os resultados indicaram que os impactos desses eventos sobre esse organismos tendem a persistir por menos de um mês, com efeitos severos restringindo-se a apenas alguns dias (JOHANSSON et al., 1980). Apesar de estudos realizados durante o acompanhamento de vários vazamentos de óleo (IPIECA, 2001) terem verificado efeitos diretos sobre as populações planctônicas, incluindo a mortalidade de organismos na área afetada pelo vazamento, sérios efeitos de vazamentos de óleo no plâncton ainda não foram observados em mar aberto. Impactos de larga escala, como modificação da estrutura da comunidade, também não têm sido reportados para o plâncton (SCHOLZ et al., 2001). Isso provavelmente se deve às altas taxas reprodutivas das populações, assim como o transporte de organismos planctônicos de fora da área afetada, que podem compensar, em curto prazo, o impacto da diminuição no número de indivíduos causada pelo óleo (IPIECA, 1991).

Devido às características ecológicas deste componente ambiental, o tempo de recuperação do plâncton após um derrame de óleo no ambiente marinho pode variar numa escala de dias até no máximo 1 ano, conforme a intensidade do vazamento, o período do vazamento (períodos críticos correspondem a épocas de desova de determinadas espécies de peixes) e a capacidade do vazamento em atingir a região costeira.

Com base nessas informações e nas características de um possível cenário de vazamento aqui considerado, dentre elas, a grande extensão da área possivelmente afetada e a possibilidade de chegada do óleo a regiões costeiras e estuarinas, o tempo de recuperação deste CVA foi estimado, de forma conservativa, em **1 ano**, considerando-se sobretudo o impacto sobre o ictioplâncton, que poderia, num cenário crítico, comprometer parcialmente o

recrutamento anual de algumas espécies de peixes em alguns locais (ex: estuários).

Resumo do CVA Plâncton e cálculos de probabilidade de toque

Entende-se não ser possível definir áreas de concentração para esse CVA, por conta de sua presença ubíqua e dispersa, tanto na região costeira quanto na oceânica. A maior abundância de ovos e larvas de peixes em alguns ecossistemas, como em manguezais e recifes, foi levada em conta quando da descrição dos respectivos CVAs.

Desta maneira, para fins do cálculo de risco, considerou-se que esses organismos ocorrem ao longo de toda a área potencialmente afetada por derrame de óleo, tendo sido utilizada a área total que compreende os contornos de probabilidades de toque de óleo, ponderando-se cada faixa de probabilidade de acordo com sua respectiva área.

Segue um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Plâncton	Difusa – áreas costeira e oceânica	1 ano

O **Quadro II.8.4.2.1-1** e o **Quadro II.8.4.2.1-2** apresentam as probabilidades ponderadas de toque do CVA Plâncton a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente.

A presença do CVA plâncton dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (**Anexo II.8.4.2-1**).

Quadro II.8.4.2.1-1 - Probabilidades ponderadas de toque de óleo no CVA Plâncton, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC, nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Os valores nas células mostram a área, em km², correspondente a cada faixa de probabilidade. A penúltima linha mostra a área total da mancha modelada e a última linha mostra a probabilidade ponderada.

Probabilidade	Abril a Setembro														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1%	63637,4	66396,8	123505,3	86816,8	87202,4	114120	68523,7	65289,9	107182,5	81945,8	77279,5	85438,4	84016,6	92174,2	102252,8
2%	16243,1	15205,7	18542,4	15624	17585,9	23525,1	25255,7	22429,1	31972,5	24352,1	23071,5	27053	14080,2	16184,6	36035
3%	12566,4	11563,2	10682,1	11285,6	8830,5	14386	17896,2	18833	13959,1	15482,5	21739,8	26715,5	10995,5	10446,4	19088,8
4%	11231,5	9027	7129	10270,8	7309,3	10849,8	14734,4	12308	10237,2	11138,4	12142,7	17462,7	8501,7	7936,4	15425
5%	11685,7	8422,6	5152,6	10059,1	6554,7	9521,8	13764,3	11565,9	8208,1	10132,3	7837,2	11707	8379,6	6531,4	13488,3
6%	9177,9	8501,6	4307,1	8972,5	6163,5	9215,6	11162,9	11822,5	7084,6	9946,8	6705,8	9693,8	7828	5619,8	9287
7%	7566,7	7802,3	3419,8	9372	6720,6	8614,8	9056,3	10914,5	7317,7	7970,1	5818	8857,9	7520,8	5244,9	7857,4
8%	6472,7	6498,6	3111,3	8840,7	6756,2	7305,9	7834,9	9852,7	7497,3	7315,1	6851,1	9022,8	7449,8	5154,1	6683,2
9%	5746,1	6569,8	2978,1	7082,9	5756,6	6027,7	7081,2	7654	5388	6585,2	6788,3	8401,6	6945,6	5465,9	5680,5
10%	5939,6	5574,2	2856,2	6467,7	5804	5009,7	6555,5	6619,8	4837,7	6127,5	5947,6	6990,4	6677,7	5379,1	4807,5
11%	6050,2	5151,5	2745,7	5848,5	5823,8	4531,3	5546,7	6710,6	5151,1	6092	5656,9	6350,1	6445,2	4889,7	4647,3
12%	6208,1	5337,2	2814,3	5441	5424,7	4401,2	5121,5	5952,7	4688,7	5800	5425,1	6323,2	6535,9	4554,3	4727,4
13%	6077,8	5317,4	2962,8	5133,4	5815,9	4523,6	4313,7	5976,4	5174	5519,9	5342,6	6120	5184,6	4132	4220,3
14%	5505,2	5400,4	3751,1	4310,5	6523,1	3827,1	3753,2	5451,4	4493,8	5152,9	5248,3	5307,1	4684,2	4510,8	3450,2
15%	4600,8	4709,1	4158,6	3419,6	5776,4	3501,8	3726,1	5111,9	4482,3	4801,8	5990,8	4935,1	4077,5	5694,8	2958,4
16%	4589	5499,2	3754,9	2872,3	5962	3061,7	3556,1	4527,7	4237,8	4206	5904,4	4517,1	3719	6231,5	2596,3
17%	4178,3	5515	2875,2	2337	5728,9	2411,1	3146,3	3422,4	4149,9	4024,5	5177,6	4060,8	3108,4	6034,2	2211,2
18%	4154,6	4637,9	2799,1	1957,5	5405	2108,7	2520,2	3339,5	3637,8	3985	4458,7	3516,3	2675	5919,7	2165,5
19%	4237,5	4590,5	2536,3	1550	4508,1	1967,1	2346,2	3529	3328,3	4052,1	4238,7	3566,2	2143,2	5931,6	2356,1
20%	4055,8	4298,2	2505,8	1721,8	3571,7	1882,9	2168,4	3138,2	3255,7	3440,5	4380,2	3501	1906,8	4913,4	2333,2
21%	3862,3	3571,3	2597,2	1841,6	3378,1	1676,3	2129,8	2873,7	3423,8	3014,4	3900,9	3217,2	1831,9	4289,8	2222,6
22%	3112	3409,3	2559,1	1717,8	2836,8	1638	2013,8	2976,3	3183,1	2619,9	3563,1	3163,5	1855,6	3543,9	2150,2
23%	2476,1	3816,2	2521,1	1613,9	2418	1645,6	2095	2932,9	3309,2	2442,3	3174,1	2975,6	1721,6	2636,3	1959,6
24%	1895,6	3737,2	2669,6	1382,2	1959,7	1680,1	2095	3039,5	2972,9	2114,8	2726,3	2642	1583,7	1858,8	1776,6
25%	1413,8	3764,9	2791,4	938,8	1627,8	1982,4	2118,2	2846,1	2674,9	1850,5	2471	2419,6	1378,9	1653,6	1460,2
26%	1070,2	3235,5	3054,2	795	1742,4	1680,1	2029,3	2632,9	2506,7	1542,7	2549,5	2128,2	1004,6	1507,6	1425,8
27%	975,5	2990,6	3092,3	711,1	1639,7	1760,5	1747,1	2005,3	2388,3	1444,1	2325,6	2009,3	709,1	1775,9	1547,8
28%	793,8	2508,6	3115,1	631,2	1469,8	1722,2	1349	1760,5	2533,5	1203,4	2636	2270,1	579,1	1669,4	1525
29%	679,3	2326,9	3518,8	611,2	1280,1	1779,6	1233	1610,5	2361,5	1089	2581	2120,5	524	1637,8	1647
30%	714,8	1706,6	3496	555,3	1039,1	1974,8	1117,1	1622,4	2590,8	793,1	2345,3	1963,3	567,3	1464,1	1708
31%	675,3	1485,4	3823,5	515,3	924,5	2250,3	904,5	1961,9	2877,4	647,1	1862,1	1902	654	1448,4	1887,1
32%	675,3	1236,5	4135,8	551,3	857,4	2192,9	761,5	1851,3	3007,3	655	1543,9	1710,2	468,8	1341,8	1925,3
33%	754,3	884,9	3808,2	723,1	782,3	1825,5	703,5	1804	2965,3	603,7	1775,6	1576	480,6	1105	1910
34%	829,3	940,2	4318,6	599,2	628,2	2192,9	699,6	1646,1	2609,9	639,2	1983,8	1476,3	472,8	690,6	1906,2

Probabilidade	Abril a Setembro														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
35%	888,6	687,4	4379,5	639,2	572,9	2120,2	668,7	1271,1	2812,4	572,1	1976	1434,1	362,4	663	1875,7
36%	912,3	707,1	4649,9	535,3	529,4	2150,8	548,9	975	2759	477,4	1567,4	1315,3	425,5	528,8	2108,3
37%	781,9	798	4303,3	547,3	545,2	2369	467,7	939,5	2843	386,7	1166,7	1380,5	382,1	536,7	2100,6
38%	880,7	715	3366,5	611,2	640,1	2369	297,6	967,1	2766,6	248,6	974,2	1280,8	382,1	477,5	1906,2
39%	746,4	655,8	2479,2	439,4	596,6	2793,8	96,6	979	2632,8	157,8	793,5	1380,5	421,5	461,7	1891
40%	781,9	742,7	1927	331,6	568,9	2816,7	61,8	998,7	2823,9	47,3	766	1468,6	354,6	414,4	1658,4
41%	647,7	932,3	1637,5	359,5	580,8	3088,5	19,3	738,2	2713,1	19,7	667,8	1441,8	311,2	378,9	1704,2
42%	667,4	849,4	1595,7	331,6	604,5	3015,7	19,3	710,5	2663,4	0	597,1	1491,7	464,9	414,4	1719,4
43%	533,1	849,4	1744,2	323,6	545,2	2625,4	7,7	714,5	2460,9	0	608,9	1434,1	397,9	430,2	1669,8
44%	458,1	912,6	1538,5	327,6	482	2522,1	3,9	631,6	2040,6	3,9	691,4	1671,9	449,1	426,2	1993,9
45%	335,7	841,5	1431,9	183,8	414,9	2621,6	3,9	497,4	1731	0	777,8	1855,9	354,6	331,5	2230,3
46%	446,3	711,1	1386,2	219,7	399,1	2510,6	0	442,1	1543,8	0	750,3	1863,6	390	426,2	2356,1
47%	489,7	592,6	1294,8	179,8	312,1	2464,6	0	347,4	1368	3,9	314,3	2032,3	327	264,4	2832,6
48%	473,9	450,4	1062,5	191,8	331,9	2491,4	0	232,9	1280,1	0	141,4	2285,4	421,5	390,7	2836,4
49%	513,4	521,5	891,1	195,7	312,1	2323	0	173,7	1272,5	0	27,5	2216,4	397,9	394,6	3027,1
50%	576,6	497,8	1005,4	159,8	284,5	2089,6	3,9	86,8	1207,5	0	7,9	2350,6	338,8	264,4	3049,9
51%	387	620,2	955,9	71,9	154,1	2051,3	0	59,2	1173,1	0	0	2553,8	287,6	311,8	2924,1
52%	363,3	541,2	902,6	43,9	197,5	1791,1	3,9	19,7	1249,6	0	0	2699,5	169,4	307,8	2771,6
53%	375,2	620,2	1039,7	16	201,5	1821,7	3,9	3,9	1176,9	0	0	2753,2	98,5	382,8	2657,3
54%	197,5	521,5	1226,3	4	169,9	1729,8	0	0	1115,8	0	3,9	2622,9	39,4	394,6	2653,4
55%	102,7	399	1150,1	0	197,5	1550	0	7,9	1261	0	0	2550	7,9	268,4	2653,4
56%	43,4	292,3	1089,2	0	205,5	1324,2	3,9	0	1337,4	0	0	2250,9	0	347,3	2192,1
57%	0	300,2	1138,7	0	158	1550	0	3,9	1257,2	0	0	2312,3	0	335,5	2169,3
58%	0	320	1214,8	0	122,5	1611,2	0	0	1219	0	0	2231,7	0	339,4	2108,3
59%	0	173,8	1287,2	8	31,6	1465,8	0	0	1276,3	0	0	1994	0	248,6	1959,6
60%	0	35,6	1374,8	0	0	1419,8	0	3,9	1245,7	0	0	1844,4	0	228,9	1849
61%	0	0	1287,2	0	4	1638	0	0	1249,6	0	0	1472,5	0	173,6	1776,6
62%	0	0	1748	0	0	1787,3	0	0	1043,2	3,9	0	1422,6	3,9	71	1563,1
63%	3,9	0	1850,8	0	0	1618,9	3,9	0	1020,3	0	0	1299,9	0	31,6	1403
64%	0	0	2041,2	0	4	1408,4	0	0	1119,6	0	0	1491,7	0	11,8	1242,8
65%	0	0	2304	0	0	1324,2	0	3,9	997,3	0	0	1740,9	3,9	0	1303,8
66%	0	4	1748	0	4	1289,7	0	0	924,7	0	0	2097,5	0	0	1075,1
67%	0	0	1237,7	0	0	1431,3	0	0	1154	0	3,9	1779,2	0	0	1006,5
68%	0	0	1032	0	0	1278,2	3,9	0	1272,5	0	0	1572,2	0	0	1189,5
69%	0	0	1005,4	0	0	1205,5	0	0	1234,3	0	0	1415	0	3,9	1269,5
70%	0	0	1020,6	0	0	930	0	0	1165,5	0	0	1257,7	0	3,9	1311,5
71%	0	0	921,6	0	0	830,5	0	0	1249,6	0	0	1215,6	0	0	1273,3
72%	0	0	776,9	0	0	910,8	0	3,9	1188,4	0	0	1115,9	0	0	1075,1

Probabilidade	Abril a Setembro														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
73%	3,9	0	632,2	0	0	822,8	0	0	1196,1	0	0	985,5	0	0	930,2
74%	0	0	677,9	0	0	681,2	0	0	1280,1	3,9	0	947,1	0	0	777,7
75%	0	0	582,7	0	0	635,3	0	0	1364,2	0	0	832,1	0	0	789,2
76%	0	0	529,3	0	0	612,3	0	0	1467,4	0	0	847,4	0	0	743,4
77%	0	4	434,1	0	0	574,1	0	0	1352,7	0	3,9	989,3	0	0	754,9
78%	0	0	495,1	0	0	600,9	0	0	1517	0	0	1031,5	0	0	610
79%	0	0	514,1	0	0	685	0	0	1303	0	0	1223,2	0	0	739,6
80%	0	0	453,2	0	0	585,5	0	0	1169,3	0	0	1215,6	0	0	682,4
81%	0	0	605,5	0	0	616,2	0	0	1165,5	0	0	1196,4	0	0	598,5
82%	0	0	578,9	0	0	623,8	0	0	1039,4	0	0	1173,4	0	0	522,3
83%	0	0	674,1	0	0	516,7	0	0	875,1	0	0	1119,7	0	0	709,1
84%	0	0	578,9	0	0	551,1	0	0	913,3	0	0	1058,3	0	0	621,4
85%	0	0	487,5	0	0	600,9	0	0	913,3	0	0	1165,7	0	0	728,2
86%	0	0	700,7	0	0	776,9	0	0	798,6	0	0	1380,5	0	0	831,1
87%	0	0	1047,3	0	0	803,7	0	0	775,7	0	0	1372,8	0	0	812
88%	0	0	1009,2	0	0	616,2	0	0	768,1	0	0	1553	0	0	732
89%	0	0	841,6	0	0	562,6	0	0	592,3	0	0	1449,5	0	0	705,3
90%	0	0	856,9	0	0	516,7	0	0	642	0	0	1553	0	0	564,2
91%	0	0	651,2	0	0	608,5	0	0	699,3	0	0	1284,6	0	0	514,7
92%	0	0	529,3	0	0	589,4	0	0	745,1	0	0	1242,4	0	0	491,8
93%	0	0	384,6	0	0	627,6	0	0	664,9	0	0	1131,2	0	0	453,7
94%	0	0	643,6	0	0	639,1	0	0	813,9	0	0	1000,8	0	0	510,9
95%	0	0	856,9	0	0	650,6	0	0	924,7	0	0	828,3	0	0	545,2
96%	0	0	1058,7	0	0	715,7	0	0	1192,2	0	0	1081,4	0	0	945,5
97%	0	0	495,1	0	0	688,9	0	0	1127,3	0	0	1100,5	0	0	735,8
98%	0	0	559,8	0	0	773,1	0	0	1203,7	0	0	1257,7	0	0	476,6
99%	0	0	685,5	0	0	685	0	0	1822,7	0	0	1530	0	0	930,2
100%	3,9	4	2604,8	4	4	1488,7	3,9	3,9	3175,5	3,9	3,9	2902,8	3,9	3,9	2584,8
Área total (km ²)	231.466,50	246.932,90	341.303,20	228.295,40	244.981,50	357.982,30	241.282,60	266.828,30	378.040,70	250.658,80	273.286,80	394.164,40	223.502,90	249.840,20	372.751,30
Probabilidade ponderada (%)	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10	22,7	7,8	9,7	20

Quadro II.8.4.2.1-2 - Probabilidades ponderadas de toque de óleo no CVA Plâncton, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC, nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Os valores nas células mostram a área, em km², correspondente a cada faixa de probabilidade. A penúltima linha mostra a área total da mancha modelada e a última linha mostra a probabilidade ponderada.

Probabilidade	Outubro a Março														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1%	62163,4	54886,4	138721,9	77972,8	53450,8	121773,7	87208,4	59832,3	158818,3	87406,1	55941,5	141796,8	81451,7	55990,5	120021,1
2%	18608,8	16966,7	41065,5	20908,1	18722	37363,1	15925,1	18028,7	47125,6	19990,3	18663,7	43649,2	25066,2	19129,8	39445,9
3%	11838,8	12527,7	31080,4	15767,6	14510,7	30862,6	13462	16736,8	34244,2	15664,6	16579,8	29985,6	19490,8	19670,2	29294
4%	10474	10135,9	21923,4	15440,8	13226,2	26415,7	13860,9	14532,6	29431,7	15629,9	15962,6	24193,9	15032	17247,9	25217
5%	8761,2	9129,7	17255,8	12722,5	12003,2	24340	14325,6	12382	27333,7	16813,5	14846,4	23767,5	12841,1	13254	25202,2
6%	7833,3	9261,3	14519	11123	10434	23955,8	15944,4	10227,6	23267,6	15803,3	11722,4	23152	11843,9	11222,6	24969,1
7%	7462,1	8994,2	12922,3	9815,8	11534	20568,9	12664,2	9675,6	18102,4	12472,3	12709,1	20864,2	9479,7	11061,6	21302,7
8%	7976,3	6768,9	11711,8	9331,4	11299,4	16221,7	8524,1	9522,3	14556,2	8246,7	13486,3	17056,3	7704,7	9126	17492,1
9%	7786,9	6354,8	11596,7	9585,1	9661	14799,7	5971,9	10235,3	13059,7	5540,2	10316,6	14724	6153	8666,1	16027
10%	7141,2	6544,4	10753,7	8047,2	7830,3	13244,8	5185,7	9744,6	11255	4252,5	8446,1	12354,7	5020,9	8263,7	14306,6
11%	7353,8	7496,5	10271	5782,6	6522,7	12912,4	5294,2	9043,1	9773,4	4152,3	7120,3	11546,3	5205,8	7006,5	13670,3
12%	8401,6	7573,9	9632,3	5563,4	6703,5	13348,2	4643,5	6827,4	8663,2	4453	5451,7	10923,4	5182,7	6025,3	13855,3
13%	8401,6	7353,3	7820,2	5713,4	7334,2	11885,6	5065,7	5202	7853,7	4865,5	5245,9	9017,6	5294,3	5500,2	11935,1
14%	6592,2	7159,8	7352,4	5651,9	6365	9673,2	5061,8	4216,8	7163	4622,6	4392,6	8372,4	5309,7	5381,3	9319,5
15%	6159,1	5681,4	8069	5228,9	5592	8579,9	4686,1	3798,9	6654,3	4722,9	3752,5	8046,1	5071	4760,4	8316,9
16%	5861,4	4489,4	9012,2	4852,2	5088,2	7896,6	4372,4	3660,9	6572,6	4981,2	3767,8	7486,2	4928,5	4633,9	7902,5
17%	4817,5	4961,5	10018,5	4302,3	4949,7	7342,6	4593,2	3971,4	5974,7	5339,7	4087,8	7363,9	4870,8	3951,7	7884
18%	5084,3	5832,3	10549,5	3341,1	4692	7169	5162,5	4316,4	5176,4	5324,3	4434,5	6922,6	3835	4350,3	7565,8
19%	4717	5789,7	12064,5	2664,5	4442,1	6374,9	5840,2	4266,6	4300	4491,6	4190,7	6236,7	3061,1	3990	7033,1
20%	4311	4868,6	12354,2	2087,7	4326,7	5916,9	5290,3	3791,3	3858,1	3805,3	4148,8	5391,3	2429,6	4407,8	6533,6
21%	3963	4771,9	11518,7	1899,3	3903,6	5946,5	4937,9	3764,4	3951	3635,7	3920,2	5179,9	1763,5	4285,1	6555,8
22%	3839,3	5518,8	8005,9	1603,3	3715,2	5547,6	4163,3	3446,3	3420	3924,8	3981,1	4887	1393,9	3794,5	6141,5
23%	3514,5	4760,3	6769,4	1476,4	3396	4956,6	3346,1	3718,4	3252,9	3500,7	3924	4560,7	1316,8	3277,1	5801,1
24%	3769,7	4036,6	5610,8	1464,9	2826,8	4838,4	2447,6	4040,4	3278,9	2679,5	3577,3	4212,2	1228,3	2943,6	5309
25%	3595,7	3765,7	5358,3	1426,4	2542,2	4062,8	1711,8	3691,6	3564,8	2209,2	3127,8	4100,9	1651,8	3085,5	4495,1
26%	3425,6	3332,2	4701,1	1345,7	2353,7	3826,4	1099,9	3852,6	3776,4	1704,1	3123,9	4449,5	1359,2	3093,1	4513,6
27%	2946,2	3378,6	4196	1461	2615,2	3527,3	813,3	3687,8	3977	1310,8	2868,7	4519,9	1205,2	3334,6	3573,9
28%	2559,5	3688,2	3984,4	1503,3	2669,1	3106,2	701	3982,9	4430	948,4	3063	4857,3	1212,9	2832,5	3340,8
29%	2238,6	4055,9	3616,8	1707,1	2396	3032,3	608	3967,6	5046,4	624,6	2975,4	5076,1	1247,5	2514,4	2893,1
30%	2068,5	4570,6	3226,9	1818,6	2249,9	2866,1	445,4	4002,1	5785,3	497,3	3131,6	4857,3	1544	1943,3	2937,5
31%	1766,9	4667,4	2632,7	1741,7	1953,7	3010,2	333,1	4209,1	6791,6	350,8	3013,5	4894,4	1790,4	1751,6	3037,4
32%	1809,5	3359,3	2391,4	1568,7	1742,2	3305,7	244	4013,6	6880,8	320	3230,6	5061,3	1940,6	1759,3	2922,7
33%	1527,2	2387,9	2461,9	1434,1	1665,3	3567,9	224,6	3741,4	6535,4	246,7	3200,1	5139,1	1852,1	1617,5	3229,8
34%	1480,8	2190,5	2792,4	1215	1634,5	4129,3	131,7	3338,9	6249,5	192,8	2906,8	5298,6	1682,6	1360,7	3499,9
35%	1743,7	2051,2	2944,7	1015	1419,2	4480,2	92,9	2967,1	5410,3	127,2	2735,4	5684,2	1509,4	1253,3	3914,3

Probabilidade	Outubro a Março														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
36%	1581,3	1942,8	3275,1	903,5	1569,1	4731,3	65,8	2568,4	4994,4	65,5	2602	5747,2	1112,8	1345,3	4643,1
37%	1650,9	1788	3828,4	769	1430,7	4930,8	42,6	2292,4	4092,1	34,7	2468,7	5261,5	820,1	1215	4924,3
38%	1635,5	1644,8	4764,2	861,2	1526,8	5370,3	65,8	2227,2	4043,8	3,9	2297,2	5116,9	716,2	1364,5	5967,6
39%	1399,6	1730	4838,4	726,7	1430,7	5846,8	62	1797,9	3731,9	7,7	2247,7	5491,4	673,8	1491	6008,3
40%	1519,5	1764,8	4834,7	538,3	1357,6	6120,1	27,1	1725	3783,9	0	2072,5	4801,7	519,8	1517,8	6030,5
41%	1248,8	1726,1	4786,5	446	1242,2	6134,9	11,6	1575,5	3991,8	11,6	1904,8	4538,4	331,1	1349,2	5531
42%	955	1911,9	5039	372,9	1215,3	5950,2	3,9	1219	4114,3	0	1756,3	4160,2	292,6	1253,3	5124
43%	897	1753,2	5206,1	330,7	1142,2	5909,5	0	862,5	3965,8	0	1554,4	3529,9	181	1119,2	4654,2
44%	823,5	1598,4	4541,4	242,2	1238,4	5861,5	3,9	778,2	4021,5	0	1462,9	3700,5	127,1	1441,2	4195,4
45%	676,6	1656,4	3746,7	330,7	1411,5	5595,6	0	467,7	4129,2	3,9	1238,1	3626,3	84,7	1820,6	4084,4
46%	568,4	1772,5	3189,7	219,2	1803,7	5063,7	0	337,3	3694,7	0	963,9	3407,5	100,1	1878,1	4424,8
47%	618,6	1505,5	3137,7	115,3	1803,7	4166,2	0	314,3	3360,5	0	769,6	3500,2	107,8	2062,1	4250,9
48%	665	1528,7	3122,9	92,3	1903,7	3453,4	0	187,8	3104,3	0	560	3567	77	1870,4	3929,1
49%	784,9	1253,9	3037,5	92,3	1561,5	3313	0	180,2	3204,6	0	419,1	3541	73,2	1376	3533,2
50%	947,3	1060,4	2677,3	46,1	1284,5	3191,2	0	118,8	3044,9	0	281,9	3081,2	53,9	1073,2	3296,4
51%	889,3	1002,4	2655	38,4	884,6	2633,4	0	80,5	2380,2	0	194,3	2821,7	57,8	739,7	2830,3
52%	738,5	874,7	2614,2	11,5	657,7	2315,8	0	107,3	2250,3	0	125,7	2387,9	15,4	551,9	2419,6
53%	672,7	855,3	2387,7	3,8	630,7	2234,5	0	99,7	2053,5	0	110,5	2106,1	11,6	513,6	2375,2
54%	630,2	1041,1	2707	7,7	580,7	2083,1	0	72,8	2220,6	0	106,7	2298,9	7,7	379,5	2216,1
55%	471,7	959,8	2539,9	0	503,8	2009,2	0	57,5	2046	0	45,7	2421,2	0	295,1	2382,6
56%	340,2	824,3	2989,2	0	415,4	2005,6	0	34,5	2276,3	0	95,2	2183,9	0	302,8	2138,4
57%	235,8	808,9	3691	3,8	396,1	1998,2	0	23	2064,6	3,9	72,4	2384,2	7,7	187,8	2060,7
58%	166,3	685	4080,9	0	307,7	2016,6	3,9	7,7	2005,2	0	45,7	2376,8	7,7	164,8	2031,1
59%	143,1	685	4069,8	0	357,7	2061	0	15,3	1964,3	0	19	2406,4	0	141,8	2156,9
60%	112,1	503,1	3854,4	0	246,1	2123,7	0	7,7	2090,6	0	15,2	2180,2	0	99,7	2452,9
61%	58	239,9	3899	0	146,1	2138,5	0	11,5	2153,7	0	3,8	2183,9	0	46	2626,8
62%	65,7	174,2	3464,5	0	73,1	2020,3	0	3,8	2157,4	0	11,4	2080,1	0	19,2	2353
63%	61,9	139,3	3178,6	0	26,9	2153,3	0	3,8	2339,4	0	0	1905,9	0	7,7	2071,8
64%	23,2	96,8	3093,2	0	11,5	2109	0	3,8	2580,8	0	3,8	1998,5	3,9	0	1971,9
65%	7,7	73,5	2577	0	3,8	2049,9	0	7,7	2770,1	0	3,8	2132	0	0	2149,5
66%	0	42,6	2461,9	0	3,8	1942,8	0	3,8	2788,7	0	3,8	2280,3	0	0	1864,6
67%	0	42,6	2205,7	0	0	1983,4	0	0	2881,5	0	3,8	2491,7	0	3,8	1964,5
68%	3,9	15,5	2395,1	0	0	1905,8	0	0	2692,2	0	0	2551	0	0	1798
69%	0	23,2	2525,1	0	0	2031,4	0	0	2703,3	0	0	2484,3	0	0	1798
70%	0	11,6	2495,3	0	0	2005,6	0	0	2643,9	0	0	2310	0	0	1731,4
71%	0	0	2588,2	3,8	0	1765,5	0	0	2799,8	0	0	2124,6	0	0	2016,3
72%	0	0	2673,6	0	0	1724,8	0	0	2729,3	0	0	2350,8	0	0	1805,4
73%	0	0	2554,8	0	0	1905,8	0	0	2948,4	0	0	2421,2	0	0	1761

Probabilidade	Outubro a Março														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
74%	0	0	2213,1	0	0	2024	0	0	3096,9	0	0	2680,8	3,9	0	1742,5
75%	0	0	2172,3	0	0	2005,6	0	0	3349,4	0	0	2669,7	0	0	1838,7
76%	0	0	2283,7	0	3,8	2064,6	0	0	3226,9	0	0	2806,9	0	0	1868,3
77%	0	0	2513,9	0	0	1883,7	0	0	2959,5	0	0	3070,1	0	3,8	1853,5
78%	0	0	2383,9	0	0	1835,7	0	0	2933,5	0	0	3051,6	0	0	1731,4
79%	0	0	2339,4	0	0	2009,2	0	0	2588,2	0	0	3103,5	0	0	1923,8
80%	0	0	2476,8	0	0	2149,6	0	0	2629	0	0	2988,6	0	0	1853,5
81%	3,9	0	2840,7	0	0	2097,9	0	0	2736,7	0	0	2869,9	0	0	2153,2
82%	3,9	0	3256,6	0	0	2275,2	0	0	3230,6	0	0	2843,9	0	0	2186,5
83%	0	7,7	3783,9	0	0	2035,1	0	0	3082	0	0	2517,7	0	0	2497,3
84%	0	0	3687,3	0	0	2083,1	0	0	3093,2	0	0	2743,8	0	0	2375,2
85%	0	0	3360,5	0	0	2009,2	0	0	3360,5	0	0	2947,8	0	0	2349,3
86%	0	0	2833,3	0	0	2323,2	0	0	3434,8	0	0	3148	0	0	2057
87%	0	0	2539,9	0	0	2415,5	0	0	3212	0	0	3081,2	0	0	2086,6
88%	0	0	2781,3	0	0	2537,4	0	0	2636,5	0	0	2944,1	0	0	2238,3
89%	0	0	2591,9	0	0	2762,7	0	0	2254	0	0	2769,8	0	0	2656,4
90%	0	0	3523,9	0	0	3298,3	0	0	2042,3	0	0	2643,7	0	0	3274,2
91%	0	0	4066,1	0	0	3571,6	0	0	2057,2	0	0	2677,1	0	0	3699,7
92%	0	0	3895,3	0	0	3874,4	0	0	1711,8	0	0	2795,7	0	0	4480,3
93%	0	0	3609,3	0	0	4147,8	0	0	1381,4	0	0	2365,6	0	0	4080,7
94%	0	0	2911,2	0	0	4151,5	0	0	1169,7	0	0	1520,2	0	0	3499,9
95%	0	0	2673,6	0	0	3305,7	0	0	828,1	0	0	845,4	0	0	2815,5
96%	0	0	2332	0	0	3039,7	0	0	382,5	0	0	489,4	0	0	2793,3
97%	0	0	2168,6	0	0	1580,8	0	0	185,7	0	0	389,3	0	0	2382,6
98%	0	0	2268,8	0	0	1259,5	0	0	222,8	0	0	281,8	0	0	1631,6
99%	0	0	2254	0	0	1056,3	0	0	219,1	0	0	215,1	0	0	1287,5
100%	3,9	3,9	1626,4	3,8	3,8	1041,6	3,9	3,8	475,3	3,9	3,8	133,5	3,9	3,8	695,5
Área total (km ²)	272.598,10	293.059,30	682.020,10	264.742,00	282.945,20	668.543,40	264.673,30	293.633,20	686.851,50	270.985,50	297.510,20	682.175,80	267.361,50	288.123,80	673.084,80
Probabilidade ponderada (%)	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22	7,1	12,6	22,7	8	12,5	23,6

II.8.4.2.2. CVA Peixes

Os peixes compõem a fração mais notável dos ambientes marinhos costeiros e oceânicos, tanto pela sua diversidade de formas e cores, como pela grande abundância. A importância dos peixes marinhos é imensurável, tanto em termos ecológicos como econômicos (HELFMAN et al., 2009). Esses animais constituem a maior parte dos recursos pesqueiros explorados, sendo fundamentais à economia de diversas localidades. Além disso, exercem função ecológica extremamente importante nos ambientes, por apresentarem representantes em todos os níveis tróficos, ocupando papéis de consumidores, presas e predadores (LONGHURST & PAULY, 2007).

São reconhecidas, atualmente, mais de 16.000 espécies de peixes marinhos, das quais 45% ocupam ambientes costeiros ou sobre a plataforma continental (HELFMAN et al., 2009). No Brasil são estimadas entre 844 a 962 espécies marinhas (ver ROCHA, 2003), mesmo considerando que diversos problemas ainda existam nos inventários nacionais, o que pode significar que tal número de espécies pode ser significativamente maior. A costa brasileira tem sua ictiofauna representada por espécies tropicais e de zonas temperadas. A fauna tropical se estende do extremo norte do Brasil até a região de Cabo Frio/RJ (VAZZOLER et al., 1999). A composição da ictiofauna geral (demersal, bentônica, pelágica e estuarina), apesar de apresentar uma alta riqueza, caracteriza-se pelo domínio de poucos grupos taxonômicos (MORAES et al., 2009).

A escolha do CVA Peixes deve-se à sua importância para a população local, como recurso explorável e item alimentar e também à sua relevância ecológica, sobretudo como parte das cadeias tróficas dos ecossistemas marinhos. Na forma de consumidores primários (herbívoros), secundários (carnívoros) e de níveis superiores, até predadores de topo (como os tubarões), os peixes exercem papel no controle populacional de outras espécies e na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas. Algumas espécies ainda se alimentam de detritos ou possuem relações simbióticas com outros organismos, como anêmonas, outros peixes, etc. (HAIMOVICI & KLIPPEL, 1999; LESSA et al., 1999).

Além dos critérios citados acima, a ictiofauna possui ainda diversas espécies ameaçadas em nível nacional e internacional. Dentre as espécies de peixes com ocorrência para a área suscetível ao óleo, a lista oficial de ameaças nacional (MMA, 2014) apresenta algumas com status de “vulneráveis” à extinção. No entanto, merecem destaque as espécies que apresentam níveis críticos de ameaça, como a raia-viola (*Rhinobatos horkelii*), o mero (*Epinephelus itajara*) e o peixe-serra (*Pristis pectinata*). Dentre as principais ameaças que as espécies de peixes enfrentam atualmente, podem ser elencadas a sobrepesca, a aquariofilia e a degradação dos habitats naturais, além da captura acidental ou intencional por redes de pesca.

Considerando as ameaças em nível internacional, apenas 7,8% das espécies de peixes da região são classificadas como ameaçadas pela lista da IUCN (2016). De modo geral, as espécies em risco concentram-se nas proximidades da costa ou nas zonas epi- e mesopelágica dos oceanos, até 1.000 m. Nessas regiões, esses organismos se encontram particularmente vulneráveis às atividades humanas e mais acessíveis à exploração como recursos econômicos (SADOVY, 2001). No entanto, destaca-se que quase metade das espécies jamais foi analisada pela organização (287), enquanto que outras 30 espécies são tidas como possuindo dados insuficientes, evidenciando o baixo grau de conhecimento sobre as espécies de peixes marinhos ocorrentes no litoral brasileiro.

Estima-se que 60% da ictiofauna marinha brasileira seja composta por peixes recifais (NUNAN, 1992) e estudos indicam que 12,7% das espécies recifais brasileiras são endêmicas (ROCHA, 2003). Além disso, as comunidades de recifes profundos são especialmente importantes por representarem intermédios no fluxo gênico entre populações, inclusive de águas rasas, do Caribe e do sudeste-sul do Brasil (MOURA & SAZIMA, 2000; FEITOZA et al., 2005). Isso é suportado pelo fato de que algumas espécies, antes reportadas apenas para o Caribe e sul-sudeste do país, possuem distribuição confirmada em recifes de profundidade na costa da região Nordeste (FEITOZA et al., 2005; OLAVO et al., 2007). Os peixes recifais possuem grande importância, tanto para a pesca, quanto ecológica, com destaque para as espécies herbívoras, como os budiões (Família Scaridae), cujas “mordidas” nas algas trazem junto pedaços do substrato,

e os espaços criados podem ser colonizados por novas espécies (CASTRO, 1999). Para esse grupo de peixes, destaca-se a grande importância da região de Abrolhos, por abrigar aproximadamente 80% de todas as espécies endêmicas de peixes dos recifes do Atlântico sudoeste (DUTRA et al., 2005). Estudos constataram a presença de 266 espécies de peixes no Banco de Abrolhos, incluindo uma espécie nunca antes descrita, sendo provavelmente endêmica dessa região (DUTRA et al., 2005).

De forma complementar, ao passo que formações recifais, que incluem os bancos coralíneos e áreas adjacentes, são responsáveis por uma diversidade e níveis de endemismo substanciais (ROCHA, 2003, FLOETER et al., 2008), estuários e manguezais também são ambientes cruciais para a ictiofauna, por serem locais de desenvolvimento dos juvenis de diversas espécies, proteção de adultos no período reprodutivo e oferta de recursos em abundância (LOPES et al., 1998; ANDRADE-TUBINO et al., 2008; DIAS et al., 2011).

Para a área suscetível ao óleo, existem registros de 584 táxons distintos de peixes marinhos e estuarinos, considerando a região compreendida entre a Bacia de Pernambuco-Paraíba e o Norte da Bacia de Santos. Esse conjunto de espécies se distribui em 124 famílias, com destaque para as famílias Serranidae, Carangidae e Sciaenidae, por serem as mais numerosas. Considera-se que essa riqueza de 584 espécies para a área suscetível ao óleo corresponda a uma boa representação de toda a comunidade, visto que Haimovici & Klippel (1999) catalogaram 389 espécies de peixes demersais na Costa Leste do país e 379 na Costa Central, zonas que, de acordo com os autores, abrangem, em conjunto, a maior parte da área suscetível ao óleo.

Dentre as regiões costeiras dessa faixa do litoral suscetível ao óleo, merecem destaque, tanto pela importância ecológica da ictiofauna quanto pelo conhecimento local acumulado, algumas áreas, como a região de manguezal da Ilha de Itaparica (BA), pela presença de um grande número de indivíduos jovens e de pequeno porte de espécies que, quando adultas, ocupam os mais diversos ambientes e apresentam importância na pesca, como o robalo (*Centropomus* spp., Centropomidae) e a sororoca (*Scomberomorus brasiliensis*, Scombridae) (LOPES et al., 1998). Tal situação pode ser encontrada na Baía de Todos os

Santos, como um todo, onde pesquisas realizadas também verificaram a ocorrência de grande abundância de indivíduos de pequeno porte (LOPES et al., 2009). Estes indivíduos passam parte de seus ciclos de vida nessa área, mas suas formas adultas se deslocam para locais de fundo rochoso, de recifes, arenosos, lamosos ou costeiros adjacentes, conferindo um caráter de criadouro aos pequenos recortes do litoral da Baía de Todos os Santos (LOPES et al., 2009). Os resultados obtidos sugerem ainda maior abundância da ictiofauna nos períodos de inverno (mais chuvosos) e nas regiões a leste, em profundidades entre 5 e 15 m, com predominância de *Diapterus rhombeus* (carapeba) (LOPES et al., 2009).

Merece destaque ainda a região de Arraial do Cabo, no litoral fluminense, onde o fenômeno da ressurgência costeira promove, principalmente no verão, o enriquecimento das águas e um florescimento do fitoplâncton, que, por sua vez, sustenta o crescimento das populações de consumidores (zooplâncton, ictioplâncton e nécton). Assim, a piscosidade do local onde se verifica o fenômeno aumenta, pois muitas espécies são atraídas pelo incremento da disponibilidade de alimento.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Peixes

Com relação à sensibilidade da ictiofauna ao óleo, cabe destacar um importante aspecto para a avaliação dos impactos de um eventual derramamento de óleo que reside no fato de que os efeitos negativos tendem a ser mais fortes em áreas e épocas de reprodução, visto que o ictioplâncton (ovos e larvas de peixes) tendem a ser mais impactados do que as formas adultas, podendo gerar efeitos negativos significativos sobre as populações de peixes (IPIECA, 2000), conforme mencionado na descrição do CVA Plâncton.

A maioria dos peixes ósseos produz, em grande número, ovos que flutuam. Estes ovos, assim como as larvas que deles eclodem, deslocam-se junto com as correntes superficiais, sendo altamente suscetíveis aos efeitos do óleo no ambiente marinho. Peixes cartilaginosos, como os tubarões e as raias, por outro lado, produzem pequenas quantidades de ovos protegidos por cápsulas ou dão à luz juvenis. Apesar de serem formas menos suscetíveis aos efeitos diretos do

óleo, as características biológicas das espécies de peixes cartilaginosos, que incluem maturidade tardia, baixa fecundidade e desenvolvimento embrionário lento (LOURO & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 2007), os tornam menos resilientes a impactos do que os peixes ósseos.

Segundo relatório da *International Petroleum Industry Environmental Conservation Association* – IPIECA (2000) sobre os impactos biológicos da poluição por óleo na pesca, não existem até então evidências de que algum vazamento de óleo já tenha matado um número significativo de peixes adultos ou de seus estágios juvenis em ecossistemas de mar aberto a ponto de afetar significativamente as populações de adultos. Como exemplo, nenhum efeito adverso em peixes adultos foi reportado após o *blowout* no campo de Ekofisk (Plataforma Bravo, no mar do Norte, em 1977) ou após o vazamento do navio-tanque Argo Merchant (costa leste dos Estados Unidos, em 1976).

Por outro lado, nas proximidades do vazamento do Amoco Cadiz (costa noroeste da França, em 1978), houve mortalidade imediata de peixes de espécies de pequeno valor comercial. Houve também uma redução nas capturas de peixes na região afetada por este derrame um ano após o evento (MAURIN, 1981). Entretanto, passado o período de um ano, o recrutamento de algumas espécies que haviam sido afetadas negativamente pelo acidente foi recuperado (DESAUNAY, 1981). Este efeito temporário sobre as populações de peixe pode estar associado ao fato de que na maioria dos vazamentos em mar aberto a concentração de óleo abaixo da mancha é baixa e também ao fato de peixes adultos tenderem a nadar para longe da mancha (IPIECA, 1991).

Peterson et al.(2003) relataram que a exposição de longo prazo de embriões de peixe ao óleo tem consequências sobre a população através de efeitos indiretos sobre o crescimento e a incidência de deformidades, com consequências futuras sobre a reprodução. Outros estudos já indicaram que, em ocasiões em que houve grande mortalidade de larvas, o impacto não foi posteriormente detectado nas populações de adultos, possivelmente porque os sobreviventes tiveram uma vantagem competitiva (mais alimento e menor chance de predação) (IPIECA, 1991).

Em águas oceânicas, devido a sua elevada mobilidade, os peixes exibem baixa suscetibilidade ao óleo, pois costumam deixar as áreas contaminadas em busca de locais livres de poluentes (IPIECA, 1991).

Assim, infere-se que a ictiofauna sofreria maior impacto no caso do óleo atingir regiões mais próximas da costa e estuários. As espécies demersais, em especial, geralmente contam com pequenos estoques e áreas de desova e reprodução restritas. Os peixes costeiros, sobretudo os que vivem associados a fundos consolidados (corais, rochas) e exibem comportamento territorial, são especialmente vulneráveis, pois têm maior oportunidade de contato com as frações hidrossolúveis do poluente e de ingestão do produto por conta da contaminação de seus recursos alimentares (LOPES, 2007).

Por outro lado, uma recente avaliação do impacto do acidente do Golfo do México (DWH) sobre os peixes costeiros (associados a bancos de fanerógamas marinhas) não verificou efeitos sobre os juvenis (FODRIE & HECK, 2011). Pelo contrário, houve aumento de sua densidade após o acidente.

A partir do acidente do Tasman Spirit, no Paquistão, Alrai & Rizvi (2005) previram danos aos ovos e larvas de espécies de interesse comercial na zona afetada, que poderiam resultar em perda da contribuição dessa área para o futuro recrutamento dos estoques pesqueiros. Dados de arrastos de fundo indicaram imediata mortandade de peixes costeiros, resultando em drástica redução de populações de linguados, solhas e de tainha na área, além de diminuição da captura de atuns. Altas concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) foram observadas em todos os peixes capturados na área impactada. É preciso lembrar, porém, que o acidente em questão ocorreu muito próximo da costa (a menos de 3 km) e, portanto, o óleo vazado não foi significativamente intemperizado e não sofreu grande perda de volume, especialmente de suas frações mais leves, antes de adentrar as áreas mais ricas em organismos.

Cabe destacar ainda que diversos autores, ao estudar os impactos que manchas de óleo poderiam ter sobre a ictiofauna, mencionaram que, embora peixes adultos possam ser mortos por derrames de óleo, este tipo de impacto potencial provavelmente apresenta um efeito menos severo sobre as populações

do que a pesca comercial (MACKIE et al., 1978, MACLEOD et al., 1978; NEFF & HAENSLY, 1981).

Dentre os fatores que contribuiriam para a recuperação das populações de peixes após algum eventual acidente envolvendo o derramamento de óleo, podem ser citados os seguintes: condições climáticas favoráveis à floração do fitoplâncton, aumentando a oferta de alimento para a ictiofauna, e diminuição das populações de aves marinhas que se alimentam desses peixes. Além disso, o “alívio” na pressão de pesca pode ter grande colaboração com a mitigação de possíveis efeitos sobre as populações de peixes (COLLINS et al., 2003).

Poucos estudos de longo prazo foram realizados com o objetivo de avaliar o tempo de recuperação da ictiofauna após derramamentos de óleo. No entanto, foi observado que após o grande vazamento de óleo do Amoco Cadiz, a reprodução e o crescimento de peixes demersais e bentônicos em estuários e baías foram perturbados, e anormalidades histopatológicas ainda eram evidentes em linguados dois anos depois do acidente (IPIECA, 2000). No entanto, este é considerado um caso extremo, devido ao enorme volume de óleo vazado e à proximidade da costa.

Ao contrário, os pontos de perfuração da atividade nos Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12 localizam-se em águas oceânicas oligotróficas (a mais de 1.000 m de profundidade), de forma que entre um eventual vazamento e o contato do óleo com áreas mais sensíveis costeiras e estuarinas haveria a evaporação e dispersão de parte das frações mais leves do óleo.

Assim, considerando as características biológicas da ictiofauna, a falta de estudos e informações acerca do tempo de recuperação de indivíduos adultos e o fato de que os estágios de vida mais vulnerável desse CVA são os de ovos e larvas, destaca-se que a recuperação das populações de peixes após um vazamento dependerá da renovação do ictioplâncton. Assim, adotou-se para esse CVA o tempo de recuperação de **1 ano**.

Resumo do CVA Peixes e cálculos de probabilidade de toque

Considerando que as espécies relacionadas a esse CVA habitam tanto a região costeira quanto a oceânica, sua ocorrência possui caráter difuso. A

presença mais concentrada de determinadas espécies ou grupos em alguns ecossistemas, como manguezais, recifes e costões rochosos não foi negligenciada, tendo sido levada em consideração quando da descrição dos impactos e da recuperação das funções ecológicas dos CVAs específicos de ecossistemas.

Para o cálculo do risco, será utilizada, portanto, a interseção com toda a área dos contornos de probabilidades de presença de óleo, uma vez que as populações dessas espécies ocorrem em toda a área de interesse.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Peixes	Difusa – áreas costeira e oceânica	1 ano

O CVA Peixes não possui área de concentração específica, ocorrendo de maneira difusa em toda a área marinha. Desta forma, as probabilidades ponderadas de toque neste CVA são as mesmas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.8.4.2.1-1** e no **Quadro II.8.4.2.1-2**.

A presença deste CVA Peixes dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

II.8.4.2.3. CVA Quelônios

Os quelônios marinhos foram selecionados como CVA por terem presença significativa na área potencialmente afetada por óleo e se tratarem de um conjunto de espécies ameaçadas de extinção tanto em escala nacional (MMA, 2014) quanto internacional (IUCN, 2016). A conservação das espécies de quelônios é de interesse nacional e internacional por serem espécies migratória e apresentarem importância ecológica nos ecossistemas onde ocorrem. Atuam como importantes componentes da cadeia trófica dos ambientes marinhos. Como

consumidores, controlam as populações de suas presas e mantêm o fluxo de energia para os níveis superiores, promovendo a biodiversidade.

Atualmente estão descritas sete espécies de tartarugas marinhas no mundo e, destas, cinco ocorrem no litoral brasileiro, sendo a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). As espécies de quelônios marinhos apresentam diversas características ecológicas em comum. Também compartilham ambientes críticos na área suscetível a um derramamento de óleo. Todas essas espécies apresentam ocorrência reprodutiva e de alimentação na área potencialmente afetada por acidentes de óleo (MARCOVALDI et al., 2011a; IBAMA/MMA, 2003). Suas rotas de migração também cruzam essa área (MARCOVALDI et al., 2010, 2012; LEMKE et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011a; SILVA et al., 2011).

O alto grau de ameaça das espécies de quelônios é favorecido, em grande parte, por características de seu ciclo de vida, que tornam todas as espécies bastante vulneráveis a interferências antrópicas. As tartarugas marinhas são altamente migratórias, possuem um complexo ciclo de vida e utilizam grandes áreas geográficas e múltiplos habitats (MÁRQUEZ, 1990). Apresentam maturação tardia e ciclo de vida longo, podendo levar de 10 a 50 anos, a depender da espécie, para atingirem a maturidade sexual (CHALOUPKA & LIMPUS, 1997; MEYLAN & DONNELLY, 1999) e voltarem à mesma praia de nascimento para se reproduzirem pela primeira vez (BALAZS, 1982; BJORN DAL & ZUG, 1995). Dentre as espécies brasileiras, a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), devido ao hábito herbívoro, possui desenvolvimento mais lento, atingindo a maturidade sexual entre os 25 e os 50 anos (CHALOUPKA et al., 2004).

Além da alta taxa de predação natural de ovos e filhotes recém-eclodidos, a ocupação crescente e não planejada de ambientes costeiros no litoral brasileiro é o principal fator de impacto sobre essas espécies (MARCOVALDI et al., 2011a), por terem alto potencial de interferência no sucesso reprodutivo dos indivíduos. Outras grandes ameaças compreendem a captura acidental de indivíduos em atividades pesqueiras (SILVA et al., 2011), a poluição marinha por plásticos, por óleo e outros compostos tóxicos, o abate para consumo humano, a poluição

luminosa nas praias, além de mudanças climáticas e patógenos (MARCOVALDI et al., 2011a).

O Brasil, por possuir um extenso litoral de praias arenosas, configura-se como um país de alta relevância para a conservação das tartarugas marinhas. Sítios de desova do litoral brasileiro suportam populações geneticamente únicas e os locais de alimentação ao longo da costa são visitados por populações que desovam em diversas regiões do planeta, incluindo Caribe, África, entre outras localidades (BJORNDAL et al., 2006; MARCOVALDI et al., 2011a; REIS et al., 2010; VILAÇA et al., 2013). Dessa forma, atividades potencialmente impactantes sobre os ambientes costeiros e oceanos brasileiros devem dispender atenção especial aos potenciais impactos a serem gerados sobre essas espécies.

Pelo fato de o CVA Quelônios ser representado por cinco espécies de tartarugas marinhas, segue abaixo uma descrição detalhada das características de cada uma delas.

A tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) é uma espécie de distribuição circunglobal, presente em águas tropicais e temperadas (DODD, 1988). No Brasil, pode ser encontrada em áreas costeiras e oceânicas ao longo de quase toda a costa, desde o Pará até o Rio Grande do Sul (SANTOS et al., 2011). É a mais abundante das tartarugas marinhas do país e a população que desova no Brasil é uma das maiores do mundo (REIS et al., 2010). Estudos genéticos indicam que as populações brasileiras diferem de todas as outras que ocorrem no restante do mundo, havendo ainda duas subdivisões, de acordo com as áreas prioritárias de desovas, sendo uma subpopulação setentrional, que ocorre nos estados da Bahia e Sergipe, e outra subpopulação meridional, que ocorre nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro (REIS et al., 2010; VILAÇA & SANTOS, 2013).

Com relação às ameaças, a tartaruga-cabeçuda (*C. caretta*) encontra-se atualmente na categoria “vulnerável” em escala global, de acordo com a IUCN (2016). Cabe destacar que o status de ameaça da espécie foi reavaliado no ano de 2015, tendo havido um decréscimo no grau de ameaça designado pela IUCN. Esta alteração de status se deveu à constatação de um aparente aumento na população mundial, que passou de uma estimativa de redução de mais de 70% a uma estimativa de redução de cerca de 50% com relação à população original. No

entanto, apesar da melhora no status de ameaça em nível global, a espécie ainda continua em perigo (IUCN, 2016). Na lista nacional do Ministério do Meio Ambiente a espécie se encontra sob a categoria “em perigo” (MMA, 2014). No Brasil, apesar de um aumento no número de ninhos, da ordem de 5 vezes de 1988 a 2004, segundo o TAMAR, fatores como a redução da principal área de desova e o grande número de indivíduos mortos em decorrência de interação com a pesca põem em risco a viabilidade a longo prazo da espécie (MARCOVALDI et al., 2011a; SANTOS et al., 2011). Numa escala nacional, o litoral dos estados da Bahia, Sergipe, Espírito Santo e Rio de Janeiro são de extrema importância para a conservação da espécie, por abrigar porção majoritária dos ninhos e extensa malha migratória utilizada por esses animais durante seus deslocamentos. A espécie está ainda listada no Apêndice I da CITES (2016), que reúne as espécies mais ameaçadas, cujo comércio ou transporte internacional é proibido, exceto sob condições especiais, como no caso de pesquisa científica (Article III – CITES, 1973).

Locais de desovas da tartaruga-cabeçuda (*C. caretta*) podem ser encontradas em várias praias desde o estado do Rio de Janeiro até Sergipe. O estado da Bahia abriga a maior densidade de ninhos (MARCOVALDI et al., 2005), sendo que outras áreas importantes de desova ocorrem também no litoral do Espírito Santo. Desovas ocasionais foram constatadas em Parati (RJ), Ubatuba (SP), Pipa (RN), Ceará, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (MARCOVALDI et al., 2011a), assim como no arquipélago de Abrolhos (IBAMA & FUNATURA, 1991). O período de desova concentra-se nos meses de outubro a dezembro, podendo haver desovas ocasionais de setembro a março (BAPTISTOTTE et al., 2003; REIS et al., 2010). O número médio de ovos por ninho é de 120 e o período de incubação varia de 45 a 96 dias (BAPTISTOTTE et al., 2003). Durante o período de reprodução, as fêmeas se mantêm próximas aos locais de desova. Estudos indicam que nesses períodos, as tartarugas se mantêm a uma distância de até 30 km da costa e em profundidades menores que 50 m (MARCOVALDI et al., 2010).

Com relação ao comportamento migratório da tartaruga-cabeçuda (*C. caretta*), a espécie é conhecida por realizar extensas migrações em direção ao norte e ao sul, partindo dos principais sítios de desova do país (LEMKE et al.,

2006; MARCOVALDI et al., 2010). Tais deslocamentos têm a plataforma continental como corredor migratório, visto que as rotas ocorrem majoritariamente a poucos quilômetros da costa.

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) é uma espécie de distribuição circunglobal entre os mares tropicais e temperados, geralmente entre as latitudes 40°S e 40°N (HIRTH, 1997). No Brasil, pode ser encontrada em forrageio ao longo de toda a plataforma continental, do Amapá ao Rio Grande do Sul (ALMEIDA et al., 2011a). É uma espécie classificada como “ameaçada” em escala global, de acordo com a IUCN (2016). Na lista nacional do Ministério do Meio Ambiente a espécie se encontra sob a categoria “vulnerável” (MMA, 2014) e, dentre as outras espécies de tartarugas, pode ser considerada a que menos sofreu impactos ao longo do tempo, pelo fato de ter a concentração dos locais de desova em ilhas oceânicas (ALMEIDA et al., 2011a). A espécie está ainda listada no Apêndice I da CITES (2016).

Apesar de distribuída por toda a plataforma continental da costa brasileira, a tartaruga-verde (*C. mydas*) tem nas ilhas oceânicas distantes da costa seus principais locais de desova. A população que desova no país é de grande relevância para a conservação da espécie por ser a terceira maior população do Atlântico (SEMINOFF, 2002). Além disso, pode-se considerar como uma subpopulação isolada devido à alta filopatria (fidelidade aos sítios de desova e alimentação), sendo pouco provável que animais de outras regiões do globo migrem para o Brasil. Dessa forma, a proteção dos animais que visitam a costa brasileira e dos que desovam em território nacional é essencial para a manutenção de populações do país, assim como para a própria conservação da espécie em escala global, visto que outras populações também encontram-se ameaçadas.

A principal ilha oceânica de desova da tartaruga-verde (*C. mydas*) no Brasil é a Ilha de Trindade, a mais de 1.100 km da costa do Espírito Santo, seguida pelo Atol das Rocas e por Fernando de Noronha, no nordeste brasileiro. Uma área secundária de desovas ocorre no litoral norte da Bahia e, mesmo que apresente reduzido número de ninhos por temporada (de 20 a 155 ninhos), as desovas são constantes nessa região costeira (MARCOVALDI et al., 2011a). Desovas

esporádicas também já foram registradas no litoral do Espírito Santo, outras regiões da Bahia, Sergipe e Rio Grande do Norte (ALMEIDA et al., 2011a; CAMILLO et al., 2009). O período de desova, nas ilhas oceânicas, é de dezembro a maio (ALMEIDA et al., 2011a; MARCOVALDI et al., 2011a). Os indivíduos que desovam em Fernando de Noronha e no Atol das Rocas são geneticamente divergentes daqueles da Ilha de Trindade (BJORNDAL et al., 2006). Isso indica que estas são populações distintas e devem ser manejadas separadamente.

Até o momento, pouco se conhece sobre as rotas de migração da espécie. Não existem dados a respeito da movimentação entre os locais prioritários de desova (nas ilhas oceânicas) e as áreas de alimentação na costa. Tais deslocamentos envolveriam movimentação em alto mar, mas os poucos dados disponíveis sugerem que a espécie se desloque majoritariamente ao longo da plataforma continental (GOODLEY et al., 2003).

A tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) é uma espécie de distribuição circunglobal em mares tropicais e subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (MÁRQUEZ, 1990). No Brasil, a espécie pode ser encontrada ao longo de toda a costa (MARCOVALDI et al., 2011b; VILAÇA et al., 2013), possuindo grande importância ecológica por exercer papel fundamental na manutenção da diversidade em recifes de coral, devido a sua dieta altamente especializada em esponjas (MARCOVALDI et al., 2012). Atualmente, sabe-se que as populações que utilizam as áreas mais setentrionais são, na realidade, compostas por indivíduos híbridos com a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), mas apesar da hibridização comumente gerar preocupação para a conservação de uma espécie, o fenômeno parece, nesse caso, permitir a exploração de outros nichos (MARCOVALDI et al., 2012; VILAÇA et al., 2013). A tartaruga-de-pente (*E. imbricata*) é uma espécie classificada como “criticamente ameaçada” em escala global devido à drástica redução nas populações ao longo de toda sua área de distribuição, de acordo com a IUCN (2016). Na lista nacional do Ministério do Meio Ambiente a espécie também se encontra sob a categoria “criticamente ameaçada” (MMA, 2014), estando também listada no Apêndice I da CITES (2016). Esse conjunto de ameaças sofridas pela espécie evidencia o alto grau de

risco de extinção que a mesma apresenta atualmente, assim como a necessidade de medidas conservacionistas para a preservação da espécie.

Apesar de distribuída por toda a costa brasileira, a tartaruga-de-pente (*E. imbricata*) concentra 90% de seus locais de desova no litoral norte da Bahia e em Sergipe (LARA-RUIZ et al., 2006). Desovas irregulares ou com baixa concentração de ninhos podem ser encontradas nos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Ceará, sul da Bahia e Espírito Santo (CAMILLO et al., 2009; MARCOVALDI et al., 2011a). A espécie apresenta ainda grande concentração sazonal na deposição de ovos, sendo que os principais pontos de desova nos estados da Bahia e Sergipe são utilizados entre os meses de novembro a março, com maior concentração entre os meses de dezembro a fevereiro (MARCOVALDI et al., 2007).

A tartaruga-de-pente (*E. imbricata*) utiliza corredores migratórios ao longo da plataforma continental para seus deslocamentos. Marcovaldi et al. (2012) rastrearam indivíduos que, partindo do norte da Bahia, realizaram deslocamentos tanto para o sul quanto para o norte, em viagens de até 2.550 km. A maior parte dos deslocamentos se restringiu às proximidades da costa, mas alguns atingiram águas mais profundas no talude continental, principalmente na região em que a plataforma é mais estreita, no litoral da Bahia, na Bacia de Camamu-Almada (onde se localizam os Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12) e na porção da Bacia de Jequitinhonha ao norte do Banco Royal Charlotte. De acordo com os dados publicados por esses autores, a plataforma continental desde o Arquipélago de Abrolhos até o Pará pode ser considerada um corredor para migrações da espécie.

A tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) é uma espécie de distribuição pantropical e que utiliza os mares de regiões subtropicais para suas rotas de deslocamento migratório (MÁRQUEZ, 1990; ABREU-GROBOIS & PLOTKIN, 2008). No Brasil, a espécie pode ser encontrada ao longo de praticamente toda a costa, desde o Rio Grande do Sul até o Pará (CASTILHOS et al., 2011), sendo considerada a mais abundante de todas as tartarugas marinhas (SILVA et al., 2011). Os indivíduos da espécie se concentram geralmente entre 20 e 50 m de

profundidade (SILVA et al., 2011), o que as torna bastante impactadas por capturas acidentais da pesca marinha.

A tartaruga-oliva (*L. olivacea*) é uma espécie classificada como “vulnerável” à extinção em escala global (IUCN, 2016). Na lista nacional do Ministério do Meio Ambiente a espécie também se encontra sob a categoria “ameaçada” (MMA, 2014), estando também listada no Apêndice I da CITES (2016).

Apesar de distribuída por toda a costa brasileira, a tartaruga-oliva (*L. olivacea*) também apresenta forte concentração de seus locais de desova entre o norte da Bahia e Alagoas, com maior concentração de ninhos em Sergipe (CASTILHOS et al., 2011; SILVA et al., 2007). Desovas ocasionais já foram observadas nos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (CAMILLO et al., 2009; CASTILHOS et al., 2011; MARCOVALDI et al., 2011a; SILVA et al., 2007). A temporada reprodutiva ocorre entre setembro e março, com maior concentração de desovas entre os meses de outubro e fevereiro (SILVA et al., 2007).

A tartaruga-oliva (*L. olivacea*) faz uso de rotas ao longo da costa entre centros de desova, alimentação e descanso. Silva et al. (2011) descrevem o curso de alguns indivíduos em migração pós-desova a partir de Sergipe, observando trajetos com extensões que variam de 406 a 2.300 km, concentrando-se sobre a plataforma continental, a menos de 250 m de profundidade. Isso confere à região a característica de "corredor migratório" compartilhado com outras espécies de tartarugas (*C. caretta*, *C. mydas* e *E. imbricata*). Alguns indivíduos deslocaram-se para regiões oceânicas, a nordeste dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo, enquanto a maior parte se dirigiu a locais de alimentação na costa dos estados do nordeste (SILVA et al., 2011).

A tartaruga-de-couro (*Dermodochelys coriacea*) é uma espécie com vasta distribuição, ocorrendo em mares tropicais, subtropicais, temperados e até sub-polares. Apesar dessa grande distribuição mundial, no Brasil as áreas de alimentação e, notavelmente, as de reprodução conhecidas são bastante restritas (ALMEIDA et al., 2011b; MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999). Apesar de ser uma espécie de tartaruga relativamente abundante nos oceanos, a população instalada na costa brasileira representa a menor subpopulação da espécie em

número estimado de indivíduos, o que deve justificar o fato de que a espécie é considerada “vulnerável” a extinção em nível global (IUCN, 2016), mas “criticamente ameaçada” em nível nacional (MMA, 2014), por ter um número relativamente pequeno de indivíduos e locais bastante específicos de desova. Vale lembrar que, apesar de bastante reduzida, a população que desova no Brasil pode ser importante para a manutenção de parâmetros genéticos e populacionais, como diversidade genética e proporção sexual, de estoques em outras regiões do globo (THOMÉ et al., 2007).

Existe apenas uma região com desovas regulares da espécie no Brasil, localizada no norte do estado do Espírito Santo. De acordo com Thomé et al. (2007), mais de 90% dos ninhos da espécie são regularmente observados em uma faixa de 50 km nas praias de Comboios e Povoação, na região de Linhares, entre os meses de outubro e novembro.

As rotas migratórias da tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) são diversas, dada a ampla distribuição da espécie nos oceanos do mundo todo. Comumente, as rotas incluem afastamento da costa ou, mais ocasionalmente, corredores ao longo desta. Almeida et al. (2011c) realizou o acompanhamento por telemetria das rotas de alguns indivíduos, evidenciando algumas das diversas possibilidades de movimentação migratória da espécie. Essas rotas incluíram deslocamentos ao longo da costa, utilização de áreas *offshore* e até mesmo migrações transoceânicas em direção à costa africana, envolvendo um percurso de mais de 6.700 km.

A partir das informações apresentadas acima para as cinco espécies de tartarugas marinhas presentes na costa brasileira, nota-se que a área suscetível ao derramamento de óleo engloba as áreas de vida de todas as espécies. No entanto, cabe destacar que algumas áreas do litoral podem ser consideradas mais importantes por abrigarem sítios prioritários de desovas e, por esse motivo, qualquer impacto negativo sobre esses locais pode gerar severas consequências para a preservação das espécies, por interferir diretamente sobre todo o ciclo de atividade reprodutiva das fêmeas. Fêmeas de quelônios marinhos normalmente não se reproduzem em anos consecutivos, podendo o “intervalo de remigração” (como é chamado o intervalo entre as migrações reprodutivas e eventos de

desova) variar entre espécies e entre populações de uma mesma espécie (LIMPUS, 1993; MILLER, 1997). Os ciclos reprodutivos podem ser anuais, bienais, trienais ou até mesmo irregulares. De modo geral, o intervalo de remigração das fêmeas pode oscilar entre 1 e 9 anos (LIMPUS, 1993; MILLER, 1997), mas o intervalo mais comum é de cerca de 2 a 3 anos (TROËNG & CHALOUPIKA, 2007). Tal condição indica que um eventual derrame de óleo em locais onde há grande concentração de deposição de ovos pode gerar impactos que tendem a persistir por vários anos sobre a atividade reprodutiva das tartarugas.

O Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas (MARCOVALDI et al. 2011a) e as Avaliações do Estado de Conservação das espécies de tartarugas marinhas (ALMEIDA et al., 2011a, 2011d; CASTILHOS et al., 2011; MARCOVALDI et al., 2011b; SANTOS et al., 2011) apresentam mapeamentos gerais das áreas de desova das cinco espécies de quelônios que ocorrem no litoral do Brasil. Levando em consideração as áreas utilizadas por todas as espécies, as praias localizadas entre o norte do estado do Rio de Janeiro e a costa leste do Rio Grande do Norte são regularmente utilizadas para a reprodução (incluindo áreas prioritárias e secundárias de desova), englobando a região com probabilidade de toque de óleo segundo as modelagens.

Os mesmos trabalhos apresentam mapeamentos de grandes regiões da plataforma continental brasileira onde existem áreas de alimentação conhecidas das diferentes espécies, assim como áreas consideradas potenciais para alimentação, tendo destaque a região do Banco de Abrolhos até o litoral norte fluminense, o Banco Royal Charlotte e também a região do litoral norte da Bahia até o litoral de Alagoas.

PETROBRAS/AECOM (2014) apresentam um mapeamento de áreas de concentração de quelônios (incluindo áreas de alimentação e de desova) no litoral da Bahia e norte do Espírito Santo, identificadas através da bibliografia especializada e de entrevistas com representantes de Unidades de Conservação da região, ONGs e instituições ligadas à conservação e estudo dos quelônios, mostrando algumas áreas na desembocadura de rios como o Cachoeira, em Ilhéus e na Baía de Camamu, no litoral norte da Bahia, no litoral dos municípios

de Una e Canavieiras, além de áreas associadas à ocorrência de corais no Banco de Abrolhos. Este mapeamento apresenta, dentro das grandes áreas com ocorrência de desovas e de alimentação apresentadas no Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas, polígonos correspondendo a áreas de concentração de desovas e de alimentação.

Esse mapeamento foi complementado com a análise da bibliografia especializada e utilizado como base para os polígonos apresentados como “Áreas de concentração de quelônios” nos mapas do CVA Quelônios, que por sua vez foram utilizados nos cálculos de risco em conjunto com as áreas prioritárias de desova definidas na Informação Técnica Nº 02/2006 – Centro TAMAR-IBAMA, caracterizadas mais abaixo.

Considerando-se as áreas utilizadas para reprodução, pode-se destacar quatro regiões de extrema importância por abrigarem as principais áreas de desova de tartarugas marinhas no litoral brasileiro. Tais áreas foram caracterizadas na Informação Técnica (IT) Nº 02/2006 – Centro TAMAR-IBAMA, de 06/09/2006. Esta IT do TAMAR subsidiou a Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 01, de 27/05/2011, que definiu quatro áreas de restrição temporária para atividades de E&P nas áreas marinhas (até 15 milhas náuticas) contíguas a essas áreas prioritárias de desovas. A Área 1 (Norte Fluminense) localiza-se no norte do estado do Rio de Janeiro, entre o município de Macaé e a Barra do Itabapoana (município de São Francisco de Itabapoana) e abrange áreas prioritárias de desova da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) (SANTOS et al., 2011). A Área 2 (Barra do Riacho (ES) a Barra do Una (BA)) localiza-se entre o norte do Espírito Santo (Barra do Riacho, em Aracruz) e o sul da Bahia (Barra do Una, no município de Una); abrange áreas prioritárias e secundárias de desova da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) (SANTOS et al., 2011); as áreas prioritárias de desovas da tartaruga-de-couro (*Dermodochelys coriacea*) (ALMEIDA et al., 2011b); áreas secundárias de desova da tartaruga-de-pente (*Eretmodochelys imbricata*) (MARCOVALDI et al., 2011b); além de desovas esparsas da tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999). A Área 3 (Ponta de Itapuã (BA) ao Pontal do Peba (AL)) localiza-se entre o litoral norte baiano (Ponta de Itapoã, Salvador) e o extremo sul do litoral alagoano (Pontal do

Peba, Piaçabuçu); abrange as principais áreas prioritárias de desova da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) (SANTOS et al., 2011), da tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) (MARCOVALDI et al., 2011b) e da tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) (CASTILHOS et al., 2011); além de uma área secundária de desova da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) (ALMEIDA et al., 2011a). A Área 4 (Acaú (PB) a Ponta Negra (RN)) localiza-se da divisa entre Pernambuco e Paraíba (localidade de Acaú, município de Pitimbu) até Ponta Negra (Natal, RN) e abrange áreas prioritárias e secundárias de desova da tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) (MARCOVALDI et al., 2011b). Essas quatro áreas prioritárias localizam-se na área suscetível ao óleo e são apresentadas no mapeamento como “Áreas de concentração de quelônios” e também foram utilizados nos cálculos de risco.

Alguns trabalhos da literatura científica apresentam informações acerca das rotas migratórias utilizadas pelos quelônios no litoral brasileiro (MARCOVALDI et al., 2010; 2012; LEMKE et al., 2006; SILVA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011a), sendo que as rotas mais conhecidas estão localizadas sobre a plataforma continental. Estas rotas migratórias dos quelônios na área potencialmente afetada por óleo também estão representadas nos mapas do CVA Quelônios. Isso mostra a importância das áreas da plataforma continental, que são utilizadas como rotas migratórias por todas as espécies e que também contêm importantes áreas de alimentação das mesmas, com destaque para as áreas de recifes de coral distribuídas por vários pontos ao longo da costa brasileira, especialmente no Banco de Abrolhos.

Já para as regiões *offshore*, é mínimo o conhecimento que se tem sobre a utilização dessas áreas pelas tartarugas marinhas, mas isso não indica que sejam áreas sem importância, visto que capturas acidentais em atividades pesqueiras realizadas em alto mar, assim como dados de telemetria, mostram a presença das espécies em diversas regiões afastadas da costa.

No caso de indivíduos imaturos, não se tem ainda mapeadas áreas específicas no Brasil onde as espécies costumam passar essa fase de seu ciclo de vida, sendo difícil determinar se e com que magnitude eles seriam impactados.

Considerando-se o estado da arte do conhecimento sobre as cinco espécies de tartarugas marinhas brasileiras, as consequências de um impacto sobre suas populações dificilmente poderiam ser mensuradas de forma discriminada, dadas as semelhanças em seus ciclos de vida e o fato de que grande parte das áreas conhecidas mais importantes para atividades críticas como a reprodução, alimentação e migração, são compartilhadas pelas espécies. Isso sustenta a decisão de se reunir as espécies de quelônios num único CVA, atribuindo-se a devida importância a essa possível variação de impactos populacionais quando da ponderação do tempo de recuperação deste CVA, conforme apresentado mais adiante.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Quelônios

Considerando-se o atual conhecimento sobre as espécies de tartarugas marinhas, as consequências de um vazamento de óleo sobre suas populações dificilmente poderiam ser mensuradas de forma plena, mas é fato que derrames de óleo podem afetar negativamente todas as espécies presentes na costa brasileira, seja através do impacto direto sobre a atividade reprodutiva nas praias, assim como pelo impacto sobre jovens e adultos que se deslocam constantemente ao longo da plataforma continental e outras áreas oceânicas.

Em uma modelagem baseada em uma extensa revisão de estudos sobre impactos de vazamentos de óleo sobre tartarugas marinhas, French-McCay (2009) adotou uma taxa de mortalidade de 5% dos juvenis e adultos que entram em contato com o óleo, sendo que a probabilidade adotada no caso de filhotes recém-eclodidos foi de 50%, evidenciando o grande impacto que derramamentos podem causar nas situações em que o óleo atinja áreas próximas à costa.

É importante ressaltar ainda que as tartarugas marinhas são geralmente afetados pela contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas e realizam grandes inalações pré-mergulho (NOAA, 2010; SHIGENAKA, 2010). Elas também podem ingerir o óleo acidentalmente, ou por confundirem-no com alimento, como é o caso de relatos descritos para indivíduos de *Chelonia mydas* e *Caretta caretta* (GRAMENTZ, 1988; LUTZ & LUTCAVAGE, 1989). Também podem inalar compostos voláteis do

óleo, uma vez que apresentam respiração aérea. O contato direto com o óleo sobre a pele e mucosas pode afetar a saúde dos animais (GRAMENTZ, 1988; LUTZ & LUTCAVAGE, 1989). É possível ainda que o contato com o óleo acometa os sistemas digestivo, respiratório, imunológico e acarrete alterações sanguíneas e nas glândulas de sal, o que pode comprometer a osmorregulação. O efeito pode ser ainda maior no caso dos juvenis, que permanecem maior tempo na superfície e, assim, expõem-se por mais tempo ao óleo e/ou seus compostos voláteis. O contato com o óleo pode ainda interferir na reprodução desses animais, por conta da diminuição do sucesso de eclosão dos filhotes (FRITTS & MCGEHEE, 1982; VAN FLEET & PAULY, 1987; LUTZ & LUTCAVAGE, 1989; MILTON et al., 2010). Tartarugas adultas expostas ao óleo têm afetadas, principalmente, as áreas do pescoço e nadadeiras, não protegidas pelo casco. A recuperação dos animais afetados leva de uma a duas semanas, mas como a descamação da mucosa pode demorar até três semanas para acontecer, indivíduos que tiveram contato com o óleo ficam, durante esse período, ainda mais suscetíveis a infecções. Ademais, mesmo nos casos em que as tartarugas marinhas não tenham contato direto com o óleo lançado num eventual derrame, elas podem ser afetadas indiretamente, ao se alimentarem de organismos contaminados (MILTON et al., 2010).

Além do tempo de recuperação dos indivíduos, outra questão que deve ser considerada é o período de recuperação de uma determinada população, visto que manchas de óleo nos ambientes marinhos afetam não apenas os indivíduos, mas também uma série de processos ecológicos que regulam parâmetros populacionais.

Diversos estudos têm sido realizados nesse sentido, com resultados contrastantes. Com base em modelagens, Leung et al. (2012) concluíram que um único evento de derramamento de óleo não seria capaz de alterar significativamente a taxa de declínio de populações de tartarugas marinhas em um período de 20 anos. No entanto, o mesmo autor destaca que, em função das características biológicas do grupo, todos os indivíduos são importantes para a manutenção das populações nos ambientes marinhos. Outros estudos realizados com base no acompanhamento de populações, evidenciaram sucesso na

recuperação das tartarugas marinhas, quando adotadas estratégias de minimização de impactos antrópicos (CROWDER & HEPPELL, 2011). Por outro lado, Witherington et al. (2009) evidenciaram a não recuperação de populações de tartarugas marinhas após um período de 30 anos de monitoramento no sudestes dos Estados Unidos. No entanto, cabe destacar ainda que a maior parte dos estudos tem como foco a recuperação de populações de tartarugas marinhas sujeitas a impactos antrópicos crônicos, sem considerar especificamente a recuperação de populações de tartarugas marinhas após eventos agudos de contaminação por óleo (CROWDER & HEPPELL, 2011; WITHERINGTON et al., 2009; BALAZS & CHALOUPKA, 2004; LEUNG et al., 2012). Há claramente uma distinção entre esses dois tipos de tensores. Entretanto, o que dificulta sua separação é que, muitas vezes, populações de quelônios marinhos atingidas por derrames de óleo já vêm sendo (ou foram) cronicamente impactadas por diversas outras atividades antrópicas.

A partir dos dados apresentados, e apesar da falta de estudos de longo prazo específicos sobre os efeitos de derrames de óleo sobre populações de quelônios, adotou-se para o CVA Quelônios o tempo de recuperação de **20 anos**, tendo em vista que as cinco espécies de tartarugas marinhas que se reproduzem, se alimentam e transitam pela área potencialmente afetada encontram-se atualmente vulneráveis ou ameaçadas de extinção.

Resumo do CVA Quelônios e cálculos de probabilidade de toque

Dadas as discussões apresentadas nos itens acima, o CVA Quelônios foi considerado fixo para fins de cálculo do risco, com presença o ano inteiro na região de interesse. Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação adotados para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Quelônios	Fixa – áreas de concentração (incluindo alimentação e reprodução) sobre a plataforma continental e nas praias, de SP até o RN, com presença o ano inteiro	20 anos

A partir do mapeamento realizado, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA, para cada ponto de risco, faixa de volume e período do ano (abril a setembro e outubro a março), sem nenhum tipo de ponderação.

O **Quadro II.8.4.2.3-1** e o **Quadro II.8.4.2.3-2** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Quelônios a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de Abril a Setembro a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para o modelo com vazamento de 8 m³ foi de até 55,4% (P5), de até 63,7% (P5) para vazamento de 200 m³ e de 100% (P1, P4 e P5) para vazamento de VPC. Neste período do ano, de modo geral, as maiores probabilidades de toque ocorrem no litoral norte da Bahia. Já no período de Outubro a Março, a probabilidade máxima de toque para um vazamento de 8 m³ foi de até 65,1% (P1), para vazamento de 200 m³ foi de 70,2% (P1), e para vazamento de VPC a probabilidade máxima foi de 100% (P1, P2 e P5). Neste período do ano, de modo geral, a faixa do litoral entre o recôncavo baiano e o centro-sul da Bahia foi a que apresentou as maiores probabilidades de toque.

A presença deste CVA Quelônios dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas do CVA Quelônios (**Anexo II.8.4.2-1**).

Quadro II.8.4.2.3-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Quelônios, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN/PB	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 4	4,6	6,3	33,5	0,7	1,1	13,3	6,1	7,8	36,9	1,4	2,1	28,2	0,4	0,6	8,8
RN	Barreira do Inferno	1,2	1,6	10,7	0,0	0,1	4,0	1,6	2,2	11,6	0,1	0,2	6,1	0,0	0,0	3,0
	Pipa	1,0	0,9	12,1	0,0	0,2	5,1	1,2	0,0	0,0	0,2	0,3	8,3	0,0	0,0	3,3
PB	Intermares	0,0	0,3	3,9	0,0	0,0	0,6	0,1	0,3	2,7	0,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,6
PE	Mar adjacente a Ponta de Pedras	4,6	4,9	15,5	0,4	1,0	7,5	2,5	5,2	13,9	0,9	1,3	10,0	0,3	0,4	5,6
	Ipojuca	1,5	2,2	14,6	0,2	0,5	7,1	2,1	2,7	15,4	0,6	1,1	9,0	0,1	0,1	4,0
AL/SE/BA	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 3	53,3	56,3	98,9	30,0	35,8	92,0	43,6	52,7	99,5	34,8	40,9	95,8	18,7	26,3	81,4
AL	Sul da APA Costa dos Corais	6,9	10,3	29,1	1,7	2,9	14,8	6,8	9,4	30,7	3,5	5,3	22,6	1,0	2,2	10,3
	Mar adjacente a Marechal Deodoro	6,3	8,1	28,5	1,5	2,0	14,7	6,8	9,7	30,0	2,7	4,9	22,8	0,7	1,6	9,1
SE	Ponta dos Mangues	12,5	19,2	59,5	2,7	5,6	36,6	8,4	15,2	54,4	5,3	11,4	53,2	1,5	3,6	26,7
	Pirambu	15,7	22,8	67,1	3,4	5,9	47,1	11,8	21,2	62,8	7,2	13,1	60,1	1,6	5,3	37,4
	Mar adjacente a Pirambu	28,4	36,6	82,3	10,4	14,8	63,2	25,5	31,4	79,3	17,0	20,9	75,2	6,5	10,2	54,1
	Mar adjacente a Itaporanga	31,9	36,9	84,8	8,4	14,0	57,4	28,1	33,0	78,8	17,0	20,6	72,3	7,0	10,2	45,8
	Abaís	31,5	36,1	84,9	5,1	13,0	55,0	22,6	29,7	72,3	13,3	18,9	67,4	3,1	7,7	39,9
BA	Praia do Forte	47,8	52,4	96,2	23,6	29,4	84,0	32,9	47,0	96,4	27,2	33,4	89,6	10,8	19,3	64,4
	Mar adjacente a Jandaíra	36,7	42,2	88,3	9,6	17,4	64,9	28,4	37,5	82,0	17,3	23,4	75,2	5,7	11,4	51,6
	Mar adjacente a Mangue Seco	35,5	42,3	88,5	9,1	17,4	65,2	26,6	37,4	81,6	16,4	23,3	75,8	5,5	11,9	50,2
	Mangue Seco	30,9	36,0	86,8	6,0	12,2	51,8	20,8	32,9	76,9	10,9	17,3	69,4	3,4	8,1	39,9
	Praia Sítio do Conde	25,4	35,1	86,4	4,3	10,8	55,9	15,1	25,6	61,6	7,6	15,0	63,5	1,7	5,1	40,7
	Norte de Palame	31,5	42,1	88,9	9,2	15,3	66,5	22,5	32,5	69,5	14,6	20,4	70,7	3,6	9,1	45,9

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Norte de Subaúma	28,3	39,3	87,1	6,4	12,4	54,0	16,1	3,8	7,2	9,2	16,2	58,3	3,0	5,5	33,5
	Arembepe a Subaúma	50,8	53,9	98,8	25,4	33,5	88,7	33,6	48,3	98,2	28,0	37,1	92,2	15,7	21,9	73,0
	Norte da Praia Costa do Sauípe	30,3	37,4	83,2	7,8	11,8	44,3	16,3	25,8	64,9	9,0	15,4	54,8	1,8	7,0	25,5
	Praia de Imbassaí e de Santo Antônio	38,3	44,0	94,9	12,5	21,5	72,9	26,2	38,2	87,5	18,7	28,6	79,1	7,0	12,3	49,1
	Praia de Imbassaí e de Santo Antônio	38,3	44,0	94,9	12,5	21,5	72,9	26,2	38,2	87,5	18,7	28,6	79,1	7,0	12,3	49,1
	Praia de Arembepe	47,9	52,4	95,2	21,6	30,6	84,9	31,2	45,5	96,4	23,2	30,9	88,6	11,6	18,9	68,0
	Mar adjacente a Arembepe	49,8	53,8	95,5	24,9	33,5	86,4	31,8	46,6	97,7	24,8	33,1	90,6	15,5	21,5	73,5
	APA Joanes Ipitanga	44,3	47,8	95,3	16,0	24,6	81,7	24,4	38,4	92,8	17,4	26,2	79,7	8,0	14,7	61,8
	Praia de Busca-vida	51,1	54,8	96,4	22,9	31,1	91,2	29,6	36,3	90,3	22,1	32,4	91,3	11,8	19,7	78,2
	Praia de Itapuã	52,4	54,8	96,2	27,4	33,8	89,8	30,8	46,5	98,5	24,7	33,7	92,0	16,8	23,0	77,6
	Salvador	43,1	48,9	92,0	17,6	27,9	72,3	18,0	27,7	84,1	14,7	23,7	71,9	10,4	16,5	61,1
	Guaibim-Taquari	39,4	46,4	100,0	23,2	30,5	95,4	20,1	31,5	96,9	15,6	25,7	93,2	9,6	22,1	87,4
	Valença	35,5	45,2	99,8	19,8	29,4	91,1	14,2	26,3	89,3	11,8	22,7	80,3	9,0	22,1	81,5
	Barra do Carvalho	23,0	26,6	99,3	23,8	35,3	93,6	14,0	27,2	92,8	13,4	23,6	84,1	16,5	29,8	85,6
	Praia de Itacarezinho a Praia do Pompilho	19,0	21,8	74,4	27,0	34,7	80,9	7,7	14,5	56,8	16,0	22,2	67,5	26,3	37,7	86,5
	Ilhéus	36,1	38,2	94,0	41,6	44,9	99,0	23,1	30,2	95,4	31,5	42,0	99,8	48,3	55,6	99,6
	Praia de Back Door	3,1	5,2	17,0	10,6	13,0	49,7	2,2	7,6	23,8	9,2	14,6	55,6	22,9	29,4	69,4
	Praia de Comandatuba	36,2	39,2	80,9	41,9	49,6	97,1	28,7	34,8	91,9	30,3	45,3	99,9	55,4	63,7	100,0
	Praia de Barra Velha	1,7	2,1	6,9	4,1	5,8	40,7	1,7	3,3	23,7	3,7	10,0	47,1	14,0	19,2	69,5
	Barra do Poxim	1,7	1,6	6,9	4,1	5,4	40,7	1,4	3,1	23,7	3,4	10,0	47,1	14,0	19,2	66,9
	Corais de Santa Cruz Cabrália	14,4	16,4	46,6	19,9	25,9	75,6	11,1	18,5	69,6	16,4	27,7	88,5	30,3	40,8	95,6
	Norte e Leste do Recife de Fora	1,5	1,8	14,4	1,7	2,2	37,0	1,1	2,6	27,8	1,9	4,3	46,6	3,0	5,2	52,9
	Praia de Corumbau	0,1	0,1	2,4	0,0	0,1	6,9	0,0	0,1	5,9	0,0	0,2	8,9	0,1	0,0	7,4

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Praia do Farol até Corumbau	0,8	2,0	7,6	0,4	1,4	13,9	0,7	2,4	15,0	0,7	2,8	19,7	0,9	2,3	19,8
	Norte e Sul da Barra do Rio Jacuruçu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,8
	Norte e Sul da Barra do Rio Jacuruçu	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,0	0,1	0,1	5,3	0,2	0,1	4,6
	Mar ao norte de Prado	3,4	5,7	20,1	4,3	6,0	40,7	3,3	6,6	35,9	5,2	9,3	53,8	5,9	8,8	55,6
	Mar ao sul de Prado	3,5	4,9	13,8	3,1	4,7	29,2	2,6	5,4	29,3	4,5	8,0	44,3	4,2	5,4	40,3
	Recifes Parcel das Paredes / Pedra Grande	0,4	1,4	4,7	0,1	1,2	12,1	0,3	1,7	13,7	0,4	2,3	19,3	0,4	1,5	17,2
	Norte da Ilha de Santa Bárbara	0,5	1,0	1,9	0,1	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,0	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
	Sul da Ilha de Santa Bárbara	0,5	1,0	1,9	0,1	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,0	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
	Centro da Ilha de Santa Bárbara	0,2	0,4	0,5	0,1	0,3	4,2	0,0	0,4	5,6	0,0	0,5	7,8	0,0	0,2	6,0
	Ponta dos Caldeiros	0,2	0,4	0,5	0,1	0,3	4,2	0,0	0,4	5,6	0,0	0,5	7,8	0,0	0,2	6,0
	Entre Ilha de Santa Bárbara e Redonda	0,2	0,4	0,5	0,1	0,3	4,2	0,0	0,4	5,6	0,0	0,5	7,8	0,0	0,2	6,0
	Ilha Redonda	0,2	0,4	0,5	0,1	0,3	4,2	0,0	0,4	5,6	0,0	0,5	7,8	0,0	0,2	6,0
	Entre Ilha Redonda e Siriba	0,2	0,6	2,1	0,1	0,4	4,5	0,1	0,4	6,7	0,2	0,6	9,1	0,1	0,4	7,8
	Recife Sebastião Gomes	0,0	0,2	2,0	0,0	0,3	6,3	0,0	0,2	7,0	0,0	0,1	11,5	0,0	0,1	9,6
	Recife Coroa Vermelha	0,0	0,2	1,8	0,0	0,2	5,6	0,0	0,0	6,7	0,0	0,1	11,5	0,0	0,0	9,6
	Recife Viçosa	0,0	0,1	1,4	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	5,1	0,0	0,2	10,5	0,0	0,0	8,8
	Mucuri	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,2
BA/ES	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 2	39,4	43,5	90,2	41,9	49,6	98,8	29,9	34,8	93,9	33,9	46,0	100,0	55,4	63,7	100,0
ES	Itaúnas	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
	Guiriri	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,9
	Pontal do Ipiranga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8
	Mar adjacente a Guriri	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	4,0
	Povoação	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,4

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Foz do Rio Doce	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	2,7
	Comboios	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
RJ	Litoral na Bacia de Campos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4
RJ / SP	Rio de Janeiro - São Paulo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
Probabilidades máximas		53,3	56,3	100,0	41,9	49,6	99,0	43,6	52,7	99,5	34,8	46,0	100,0	55,4	63,7	100,0

Quadro II.8.4.2.3-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Quelônios, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN/PB	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1
PB	Intermares	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Mar adjacente a Ponta de Pedras	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Ipojuca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
AL/SE/BA	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 3	13,7	16,5	63,9	8,9	11,2	48,1	6,9	10,2	41,7	5,5	9,7	39,9	6,0	5,8	35,1
AL	Sul da APA Costa dos Corais	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
	Mar adjacente a Marechal Deodoro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
SE	Ponta dos Mangues	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Pirambu	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1
	Mar adjacente a Pirambu	1,9	2,5	11,7	0,8	0,7	6,9	1,1	2,0	9,1	1,1	1,7	7,5	0,6	0,8	4,5
	Mar adjacente a Itaporanga	0,9	1,4	8,5	0,3	0,3	3,4	0,3	1,1	6,7	0,5	1,1	4,8	0,2	0,2	2,0
	Abaís	0,6	1,3	7,9	0,3	0,2	2,1	0,4	0,4	3,6	0,4	0,4	3,4	0,2	0,6	2,0
BA	Praia do Forte	7,2	8,3	28,9	3,4	4,3	23,5	2,8	5,0	22,7	2,7	4,2	22,0	2,1	3,3	21,3
	Mar adjacente a Jandaíra	1,5	2,3	13,1	0,5	1,4	5,6	0,8	1,5	10,0	0,9	1,8	7,7	0,4	0,7	4,0
	Mar adjacente a Mangue Seco	2,4	3,0	12,8	1,4	1,4	8,0	1,6	2,8	11,6	1,1	1,9	10,1	0,7	0,6	6,4
	Mangue Seco	0,9	2,4	8,6	0,3	0,7	3,1	0,9	1,8	4,7	0,6	1,2	4,1	0,2	0,5	2,4
	Praia Sítio do Conde	2,1	3,7	13,9	0,7	1,7	7,6	0,8	2,3	8,2	0,8	2,0	6,0	0,7	0,8	5,3
	Norte de Palame	2,4	3,9	19,3	1,4	2,4	9,0	0,8	2,8	9,0	1,0	2,6	8,9	0,9	1,6	7,6
	Norte de Subaúma	4,3	6,5	27,2	1,9	3,1	14,1	1,7	0,2	0,2	1,8	3,5	13,4	1,3	1,4	11,4
	Arembepe a Subaúma	8,8	9,7	50,5	4,6	7,3	32,8	4,4	6,0	25,4	3,4	5,8	24,1	3,1	3,6	25,9
	Norte da Praia Costa do Sauípe	4,1	5,4	25,4	1,2	3,1	10,6	1,2	3,1	8,8	1,7	3,0	13,2	1,3	1,4	10,0
	Praia de Imbassaí e de Santo Antônio	6,5	7,2	28,5	1,9	3,9	20,9	2,1	3,3	16,3	2,1	2,9	18,9	2,1	2,2	17,8
	Praia de Imbassaí e de Santo Antônio	6,5	7,2	28,3	1,8	3,9	20,9	2,1	3,3	16,3	1,8	2,8	18,9	2,1	2,2	17,8
	Praia de Arembepe	6,5	7,0	34,0	2,7	4,2	18,9	2,0	3,7	14,0	2,3	4,0	18,6	2,2	3,0	15,9
	Mar adjacente a Arembepe	7,6	9,3	50,5	4,5	7,3	32,8	2,5	4,8	21,7	2,7	5,2	24,1	2,8	3,6	21,2
	APA Joanes Ipitanga	4,9	6,7	35,9	2,3	3,7	17,3	1,2	3,1	11,8	1,6	3,1	15,1	1,5	2,5	14,3
	Praia de Busca-vida	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	3,3	12,5	2,0	4,2	18,5	1,7	3,0	18,3
	Praia de Itapuã	6,4	9,5	51,6	3,1	5,9	23,1	1,6	3,9	14,3	1,9	3,8	17,1	2,0	2,9	15,9
	Salvador	3,7	5,0	23,6	1,8	2,6	8,5	1,5	2,2	7,7	1,9	3,0	8,5	1,1	2,2	5,5
	Guaibim-Taquari	4,9	6,7	42,9	1,3	3,3	19,8	1,0	3,0	15,8	1,4	3,3	13,9	1,1	2,0	17,9
Valença	7,1	11,2	49,4	2,4	4,4	28,3	1,4	3,3	21,7	2,0	4,4	19,8	1,9	3,6	23,3	

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Barra do Carvalho	7,2	9,1	33,9	2,4	5,2	26,6	1,0	2,8	11,4	0,7	2,5	21,8	2,5	4,5	24,8
	Praia de Itacarezinho a Praia do Pompilho	4,2	6,1	40,0	1,5	4,5	12,4	0,8	2,3	4,9	1,3	2,6	4,0	3,5	7,2	46,0
	Ilhéus	29,1	34,4	86,7	14,7	22,1	65,1	6,9	16,7	54,6	6,2	15,5	49,7	13,1	20,9	61,9
	Praia de Back Door	12,4	14,6	48,6	4,7	9,7	46,7	1,6	6,5	20,2	1,4	3,3	22,4	2,8	8,6	37,2
	Praia de Comandatuba	65,1	70,2	100,0	57,2	66,2	100,0	40,6	65,8	99,2	41,1	66,6	98,8	57,7	62,5	100,0
	Praia de Barra Velha	17,9	20,5	74,9	4,4	11,2	56,5	1,5	5,3	11,1	1,0	3,4	11,8	4,0	13,7	60,2
	Barra do Poxim	17,9	20,5	74,5	4,1	11,2	56,5	1,5	5,3	11,1	1,0	3,0	11,8	4,0	13,7	50,0
	Corais de Santa Cruz Cabrália	54,8	59,4	96,3	34,2	53,3	96,8	16,1	29,7	64,9	14,3	29,6	69,3	34,1	53,4	99,3
	Norte e Leste do Recife de Fora	27,5	34,9	85,0	11,7	28,1	82,2	5,4	13,4	36,8	3,7	16,6	43,7	14,0	30,6	77,4
	Praia de Corumbau	9,5	13,7	50,9	2,8	11,6	52,6	0,5	4,5	13,3	0,8	7,4	28,7	2,6	12,5	52,0
	Praia do Farol até Corumbau	10,2	18,1	58,1	3,4	13,6	52,6	0,8	5,3	23,9	0,8	7,4	28,7	2,6	15,3	52,0
	Norte e Sul da Barra do Rio Jacuruçu	0,5	2,3	6,5	0,0	1,0	3,7	0,0	0,4	0,6	0,0	0,4	0,7	0,1	1,0	6,0
	Norte e Sul da Barra do Rio Jacuruçu	3,0	9,6	27,5	0,8	4,8	21,6	0,1	1,8	7,3	0,0	0,9	6,2	0,8	5,1	20,7
	Mar ao norte de Prado	32,5	41,1	93,0	23,5	45,5	90,0	10,7	26,6	67,3	10,5	30,1	70,6	24,4	45,7	88,7
	Mar ao sul de Prado	30,1	40,8	91,7	18,1	43,1	89,6	9,2	24,1	62,7	7,3	28,0	64,2	20,5	43,6	87,0
	Recifes Parcel das Paredes / Pedra Grande	17,4	30,0	85,6	6,3	25,5	76,0	1,3	10,6	45,5	1,4	13,8	48,5	5,6	28,0	77,8
	Norte da Ilha de Santa Bárbara	14,8	29,7	84,8	3,9	21,5	78,3	0,9	8,7	43,9	0,7	9,2	44,4	3,5	24,5	79,3
	Sul da Ilha de Santa Bárbara	14,8	29,7	84,8	3,9	21,5	78,3	0,9	8,7	43,9	0,7	9,2	44,4	3,5	24,5	79,3
	Centro da Ilha de Santa Bárbara	11,9	28,3	81,9	3,6	20,1	71,9	0,9	7,1	35,7	0,7	8,1	37,5	3,2	20,6	73,4
	Ponta dos Caldeiros	11,9	28,3	81,9	3,6	20,1	71,9	0,9	7,1	35,7	0,7	8,1	37,5	3,2	20,6	73,4
	Entre Ilha de Santa Bárbara e Redonda	11,9	28,3	81,9	3,6	20,1	71,9	0,9	7,1	35,7	0,7	8,1	37,5	3,2	20,6	73,4
	Ilha Redonda	11,9	28,3	81,9	3,6	20,1	71,9	0,9	7,1	35,7	0,7	8,1	37,5	3,2	20,6	73,4
	Entre Ilha Redonda e Siriba	17,4	30,4	82,4	7,8	23,3	76,6	2,6	9,1	41,9	1,1	10,9	38,8	7,5	24,4	77,7

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Recife Sebastião Gomes	9,5	24,5	83,5	1,9	17,9	71,5	0,4	6,5	45,5	0,4	9,0	46,8	2,3	19,1	70,9
	Recife Coroa Vermelha	9,2	23,5	81,5	2,4	18,4	68,5	0,4	7,0	44,1	0,2	8,0	46,1	2,2	18,9	66,3
	Recife Viçosa	7,6	19,9	75,7	2,0	16,5	61,9	0,2	6,2	36,9	0,1	6,8	35,8	2,0	17,8	60,4
	Mucuri	1,6	7,9	45,1	0,3	6,4	33,1	0,1	1,9	12,9	0,0	2,1	13,7	0,3	7,3	35,3
BA/ES	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 2	57,4	60,6	100,0	43,0	59,4	100,0	23,7	34,2	78,3	21,0	34,2	74,5	38,0	54,8	99,9
ES	Itaúnas	0,6	4,1	36,2	0,1	2,1	28,7	0,1	1,4	10,9	0,0	1,3	10,7	0,1	2,6	32,6
	Guiriri	0,2	2,9	37,1	0,1	1,9	29,2	0,0	0,9	12,1	0,0	1,1	11,3	0,1	2,6	31,5
	Pontal do Ipiranga	0,0	2,2	33,9	0,0	1,1	24,3	0,0	0,3	7,4	0,0	0,9	9,5	0,0	1,7	28,3
	Mar adjacente a Guriri	2,2	13,8	76,3	0,5	7,7	68,4	0,1	3,5	40,2	0,4	5,1	41,5	0,5	10,8	68,8
	Povoação	0,0	0,5	18,5	0,0	0,3	17,4	0,0	0,2	9,5	0,0	0,3	8,2	0,0	0,6	17,9
	Foz do Rio Doce	3,4	8,2	73,7	3,3	7,4	64,3	0,5	5,5	47,2	2,9	8,1	49,5	4,1	9,6	64,4
	Comboios	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	2,7
RJ	Praia da Guanabara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Litoral na Bacia de Campos	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	4,2
	IN IBAMA/ICMBio nº 01/2011 - Área 1	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	7,8
RJ/SP	Rio de Janeiro - São Paulo	0,0	0,0	21,1	0,0	0,0	23,5	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	20,7	0,0	0,0	25,6
SP	Ubatuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3
Probabilidades máximas		65,1	70,2	100,0	57,2	66,2	100,0	40,6	65,8	99,2	41,1	66,6	98,8	57,7	62,5	100,0

II.8.4.2.4. Cetáceos

No Brasil são reconhecidas atualmente 46 espécies de cetáceos, sendo um grupo de mamíferos predominantemente marinhos, visto que dessas 46 espécies, 44 correspondem a espécies marinhas e apenas duas ocorrem em água doce (na Amazônia). Taxonomicamente, os cetáceos se dividem em duas subordens: os Mysticeti, abrangendo oito espécies de baleias, e os Odontoceti, que abrangem 38 espécies no Brasil (PAGLIA et al., 2012; TAVARES et al., 2010).

Existem diversas diferenças morfológicas e comportamentais entre esses dois grupos de cetáceos. Dentre as diferenças morfológicas, os misticetos possuem orifícios respiratórios duplos e não possuem dentes, e sim barbatanas utilizadas na alimentação. Já os odontocetos não possuem barbatanas, têm um único orifício respiratório e possuem dentes. Outra importante característica distintiva dos dois grupos é o fato dos odontocetos terem desenvolvido a ecolocalização, que consiste na emissão de sons que ecoam nos obstáculos e quando recebidos são analisados de forma a produzir uma imagem tridimensional do ambiente. Os misticetos não realizam ecolocalização, apesar de produzirem vocalizações complexas, ligadas a seu comportamento social (GRZIMEK et al., 2003). O grupo dos misticetos inclui, de forma geral, as espécies de maior tamanho, como a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), com aproximadamente 160 toneladas e atingindo até 30 metros de comprimento corporal. Por outro lado, o grupo dos odontocetos inclui espécies de menor tamanho, como os golfinhos e botos, que podem pesar menos de 100 kg. Entretanto, o maior odontoceto que ocorre no Brasil, o cachalote (*Physeter macrocephalus*) atinge 40 toneladas, enquanto que o menor misticeto, a baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*) atinge 14 toneladas (PAGLIA et al., 2012).

Com relação às diferenças comportamentais, a maioria dos misticetos (exceto a baleia-de-Bryde) são espécies migratórias, apresentando períodos de alimentação (no verão) e de reprodução (no inverno) (ZERBINI et al., 1999). Outra possível exceção a esse padrão é a baleia-minke-anã, para a qual há a possibilidade de existência de uma população não migratória se alimentando na região de Cabo Frio, no litoral fluminense (HASSEL et al., 2003; LUNA, 2014). Já

os odontocetos em geral não apresentam padrões migratórios de longas distâncias entre águas polares e tropicais ou sub-tropicais (sendo uma exceção o padrão de movimentação de machos de cachalote), embora variações sazonais na abundância de algumas espécies possam estar relacionadas a características ambientais, como disponibilidade de presas (ZERBINI et al., 1999).

Os cetáceos foram elencados como CVAs por apresentarem sensibilidade à poluição por óleo em ambientes marinhos, serem animais de grande importância ecológica, se encaixarem no critério de interesse nacional e internacional, especialmente por suas ocorrências cosmopolitas ou comportamentos migratórios de diversas espécies, além da importância em termos conservacionistas, pelo fato de diversas espécies estarem atualmente ameaçadas de extinção. Adicionalmente, algumas das espécies consideradas se encaixam no critério de importância para as populações locais, notadamente o boto-cinza, que possui, em alguns locais de concentração, uma estrutura voltada ao turismo de observação (e.g. na Praia da Pipa, em Tibau do Sul, RN; SANTOS-JR et al., 2006); e a baleia-jubarte, que também atrai esse tipo de turismo em seu período de reprodução, principalmente em sua área de maior concentração no Banco de Abrolhos (WEDEKIN, 2011).

Das 44 espécies de cetáceos marinhos que ocorrem em águas brasileiras, 29 têm presença confirmada (pelo menos um registro) na área potencialmente afetada por um derrame de óleo considerada nesse estudo (entre a Bacia de Pernambuco-Paraíba e o norte da Bacia de Santos). Dentre estas, foram consideradas como CVAs as espécies de cetáceos cuja presença na área potencialmente afetada é significativa, considerando-se a disponibilidade de informações científicas confiáveis a cerca da presença permanente ou sazonal na área suscetível, suas áreas de ocorrência ou concentração. As espécies incluídas foram quatro mysticetos: baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*), baleia-minke-anã (*B. acutorostrata*), baleia-minke-antártica (*B. bonaerensis*) e baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*); e sete odontocetos: cachalote (*Physeter macrocephalus*), boto-cinza (*Sotalia guianensis*), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*), golfinho-de-Clymene (*Stenella clymene*)

e toninha (*Pontoporia blainvillei*). Os CVAs de cetáceos são detalhados individualmente mais a frente.

As espécies consideradas foram classificadas como CVAs difusos ou fixos, dependendo do grau de conhecimento que se tem atualmente sobre cada uma, sendo que as espécies classificadas como CVAs fixos são aquelas cuja presença, áreas de concentração e rotas de deslocamentos migratórios podem ser definidas e geograficamente delimitadas. Por outro lado, espécies de cetáceos cujas informações não permitem a definição das reais áreas de ocorrência, concentração, alimentação, reprodução e migração foram definidas como CVAs difusos.

Dentre as demais espécies de cetáceos que apresentam registros eventuais de encalhe ou observação, nenhuma se encaixa de forma evidente no critério de presença significativa na área potencialmente afetada, de acordo com as informações apresentadas no Diagnóstico (e.g. CULIK, 2004; PETROBRAS/AECOM, 2014; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; ZERBINI et al., 1997, 1999). Nesse contexto, é importante pontuar que o preenchimento do critério de presença significativa deve ser respaldado por parâmetros quantitativos provenientes de fontes confiáveis da literatura científica e técnica, de forma a embasar uma medida de representatividade para cada espécie ou grupo biológico numa dada região. Portanto, os dados disponíveis devem ser analisados de forma criteriosa, especialmente em se tratando de grupos com espécies crípticas e elusivas, como os cetáceos, uma vez que esses dados possuem caráter heterogêneo, no tocante ao tipo de registro (ex: avistagem ou encalhe), assim como no esforço de amostragem e abrangência das áreas estudadas.

Ainda com relação às outras espécies com ocorrência na área suscetível, a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) é classificada como “em perigo” pelas listas nacional (MMA, 2014) e internacional (IUCN, 2016); e a baleia-azul (*B. musculus*) é classificada como “criticamente em perigo” pela lista nacional e “em perigo” na internacional. Entretanto, estas espécies não foram incluídas como CVAs por não terem presença significativa na área potencialmente afetada, ambas possuindo apenas raros registros (e.g. SIMMAM, 2016; WEDEKIN et al., 2014; ZERBINI et

al., 1997). Em concordância com esses raros registros recentes da baleia-fin e da baleia-azul na área suscetível, dados históricos obtidos durante o período de exploração comercial de baleias sugerem que essas duas espécies nunca foram comuns no Brasil (e.g. SICILIANO et al., 2006; TOLEDO, 2009; ZERBINI et al., 1997).

Com relação à baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), que também é considerada “em perigo” pela lista nacional (MMA, 2014) e pela lista vermelha da IUCN (2016), seus registros no período de exploração comercial eram relativamente comuns nas estações baleeiras de Costinha (Paraíba) e Cabo Frio (Rio de Janeiro), embora nunca esteve entre as espécies mais abundantes (SICILIANO et al., 2006; TOLEDO, 2009; ZERBINI et al., 1997). Por outro lado, os registros atuais da espécie são raros (e.g. ANDRIOLO et al. 2010b; SIMMAM, 2016), de forma que ela também não se encaixa no critério de presença significativa na área suscetível, uma vez que a distribuição e abundância pretéritas não justificam essa categorização atual.

Outra espécie de misticeto com ocorrência na área suscetível e considerada ameaçada pela lista nacional, na categoria “em perigo” (MMA, 2014) é a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*). Entretanto, a espécie não possui presença significativa na área potencialmente afetada. No Brasil, a principal área de concentração dessa espécie em seu período reprodutivo (maio a dezembro) localiza-se na região costeira dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo os registros ao norte mais raros (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011).

Nenhum dos demais cetáceos registrados para a área consta nas listas nacional ou internacional de espécies ameaçadas de extinção ou se encaixa nos outros critérios de inclusão apresentados, de acordo com as informações disponíveis.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação dos CVAs de cetáceos

Com relação à sensibilidade ao óleo, estudos dos efeitos de derramamentos em ambientes marinhos e costeiros sobre populações de cetáceos ainda são escassos. Mesmo havendo registros de observações acerca dos efeitos negativos em algumas situações, para a maior parte das espécies, documentações dessa

natureza são inexistentes. Apesar disso, é sabido que os cetáceos têm a capacidade de detectar e até mesmo evitar regiões atingidas por óleo ou por outros efluentes, e que a sua capacidade de apneia, somada ao bom desempenho natatório, permite que os animais se afastem do local com maior sucesso (GERACHI et al., 1983; SMITH et al., 1983). No entanto, tal estratégia de fuga pode não ocorrer em determinados casos, dependendo da espessura da mancha, do tipo de óleo e de seu grau de intemperismo, além da extensão da área afetada pelo óleo (SMULTEA & WURSIG, 1995). Além disso, a permanência dos animais em áreas contaminadas por óleo pode se dar pela necessidade de ali se alimentarem ou de interagirem socialmente com outros indivíduos da mesma espécie, no caso de espécies costeiras territorialistas.

Por outro lado, mesmo considerando-se que o contato com o óleo ocorra, Geraci & St. Aubin (1988) reportam resultados de estudos que demonstram a efetividade da epiderme dos cetáceos como uma barreira para substâncias nocivas presentes no petróleo. Segundo os autores, a estrutura celular e a grande espessura da epiderme dos cetáceos a tornariam quase impenetrável até mesmo aos componentes mais voláteis do óleo, o que minimizaria efeitos negativos relacionados ao contato do óleo com a pele. Além disso, os resultados apresentados indicam que quando a pele é rompida, a exposição ao óleo bruto não impede o processo de cicatrização (GERACI & ST. AUBIN, 1988). Adicionalmente, a ausência de pelos diminui a aderência do óleo; e a presença de uma camada de gordura para isolamento térmico diminui a suscetibilidade à hipotermia (GERACI, 1990).

Modelagens realizadas com base nas informações disponíveis sobre taxas de mortalidade em acidentes com vazamento de óleo indicam que a probabilidade de mortalidade após contato com o óleo para os cetáceos é baixa, de apenas 0,1% (FRENCH-MCCAY, 2009). No entanto, mesmo que tais encontros não sejam letais para os cetáceos, populações afetadas por manchas de óleo podem desenvolver problemas relativos à sua reprodução, alimentação, coesão do grupo e saúde dos animais (WÜRSIG, 1990). Outros possíveis impactos incluem a inalação do óleo e de seus subprodutos voláteis, que pode causar doenças do sistema respiratório como enfisema e pneumonia; o contato direto com o óleo,

que pode resultar em queimadura química e irritação das mucosas da boca e olhos, deixando o animal suscetível a infecções; e a ingestão do óleo, que pode desencadear o surgimento de úlceras, hemorragias internas e diarreias (OBER, 2010). A inalação ou ingestão do óleo e/ou de seus subprodutos também pode prejudicar o funcionamento do fígado e rins, resultando em anemia e imunossupressão. Caso o óleo atinja as barbatanas (no caso dos mysticetos), pode ocorrer a diminuição da eficiência de captura de alimento. O declínio de populações de plâncton e peixes devido a efeitos de um derrame de óleo também pode trazer prejuízos indiretos para os cetáceos que deles se alimentam (ST. AUBIN, 1992; IMO, 1997), entretanto, conforme apresentado nos CVAs Plâncton e Peixes, estes grupos não estão sujeitos a impactos significativos de longo prazo.

Efeitos negativos também podem ocorrer sobre a atividade reprodutiva desses animais, através do aumento da morte de embriões, da diminuição das taxas de sobrevivência de jovens e do aumento do abandono de filhotes pelas mães (IPIECA, 2004).

A despeito da escassez de informações acerca dos reais impactos que derramamentos de óleo no ambiente marinho exercem sobre os cetáceos, alguns eventos de acidentes dessa natureza puderam ser estudados, como o acidente envolvendo o navio petroleiro Exxon Valdez, que ocorreu em um ambiente próximo à costa e abrigado, no Alasca, em 1989, para o qual foram registrados efeitos sobre duas populações locais de orcas (*Orcinus orca*), sendo um grupo residente e um transiente (MATKIN et al., 2008). A mancha de óleo resultante desse vazamento se estendeu por centenas de quilômetros, deslocando-se na direção sudoeste a partir de seu ponto de origem ao longo de muitos meses, o que permitiu o contato de muitos cetáceos com o óleo por período de tempo e área geográfica extensos. O estudo realizado com as orcas a partir desse evento representou um avanço no conhecimento dos efeitos do óleo sobre os cetáceos e os resultados obtidos a partir de comparações feitas entre os grupos de orcas afetados e grupos controle estabelecem uma ligação entre o derrame e o desaparecimento de cerca de um terço do número de indivíduos dos dois grupos afetados. Matkin et al. (2008) demonstraram que orcas não são

capazes de detectar ou evitar petróleo na superfície da água, provavelmente pela ausência de um sistema olfativo, e que elas são, portanto, suscetíveis à inalação de vapores e/ou óleo e ao contato do óleo com a pele. Neste estudo foram observadas baleias nadando nas manchas de óleo, sendo que quase todos os indivíduos morreram logo após o vazamento ou no inverno seguinte, provavelmente por ingestão direta ou indireta ou por inalação de vapores. Os autores estimam que a recuperação total desses pequenos e isolados grupos de orcas estudados nesse habitat específico ocorra após algumas décadas, caso o recrutamento continue positivo e mortes inesperadas não ocorram.

Na região do Golfo do México foram registrados eventos de mortalidade não-usual (encalhes múltiplos) de golfinhos e baleias ocorridos depois do acidente na Deepwater Horizon, em 2010. Segundo dados compilados pela NOAA (2014), durante a resposta ao acidente foram registrados 14 golfinhos e baleias encalhados vivos (sendo dois deles visivelmente oleados) e 150 golfinhos e baleias encontrados mortos (nove deles visivelmente oleados). Dentre os cetáceos mortos, 90% eram golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e exames realizados nesses indivíduos identificaram lesões nos pulmões e anormalidades nas glândulas adrenais, possivelmente relacionados a efeitos do óleo (NOAA, 2014; VENN-WATSON et al., 2015). Exames realizados em golfinhos-nariz-de-garrafa vivos capturados no norte do Golfo após o acidente também identificaram lesões pulmonares e hipoadrenocorticismo, consistentes com exposição a hidrocarbonetos tóxicos, sendo que 17% dos indivíduos examinados apresentaram quadro clínico grave, indicando que provavelmente não sobreviveriam (SCHWACKE et al., 2014). Outros efeitos atribuídos ao óleo oriundo desse vazamento sobre essa espécie, que podem ter contribuído para o evento de mortalidade não usual ocorrido, são distúrbio fetal e pneumonia intra-uterina (COLEGROVE et al., 2016).

Outro estudo realizado em um vazamento de óleo do navio petroleiro Mega Borg, no Texas, no ano de 1990, indicou que os indivíduos de golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), apesar de conseguirem detectar manchas de óleo pesado no mar (GERACI et al., 1983; SMITH et al., 1983), não evitam entrar na mancha e podem não ser capazes de detectar iridescência ou películas de óleo,

aumentando sua suscetibilidade à exposição potencialmente nociva a frações tóxicas do óleo (SMULTEA & WURSIG, 1995).

No Brasil, Barcellos et al. (2003) reportaram que, num acidente ocorrido em 2000 na Baía de Guanabara (RJ), golfinhos dessa espécie previamente registrados como habitantes na região foram indiretamente afetados pelo óleo derramado. Esses indivíduos teriam se afastado da área atingida e começaram a retornar a partir do sétimo dia após o acidente, atingindo a totalidade de indivíduos depois de duas semanas. O mesmo estudo, contudo, salientou que os efeitos do acidente na população dos golfinhos não poderiam ser mensurados em curto prazo.

No que diz respeito aos tempos de recuperação após eventuais derramamentos de óleo, para os cetáceos de grande porte, pode-se supor que apenas alguns indivíduos seriam afetados pelo derrame, em função dos grupos serem menores e perfazerem grandes deslocamentos. Porém, devido a características biológicas intrínsecas (como baixas taxas reprodutivas, crescimento lento, entre outras), o tempo de recuperação de suas populações seria grande. Para os cetáceos de menor porte, pelo hábito costeiro e maior agrupamento apresentado por muitas das espécies, um número maior de indivíduos poderia ser afetado. Portanto, apesar das características reprodutivas e de crescimento favorecerem uma recuperação mais rápida, considera-se que as populações de pequenos cetáceos sofreriam maiores perdas, o que poderia ocasionar um retardamento no processo de recuperação.

Aspectos importantes da biologia das espécies a serem considerados na estimativa do tempo de recuperação de cetáceos a derrames de óleo são: 1) o tempo para as fêmeas atingirem a maturidade sexual e gerarem filhotes (variando de três anos para toninhas até 13 anos para cachalotes e baleias-de-Bryde); 2) o período de gestação (de 11 meses para a maioria dos cetáceos até 16 meses para cachalotes); e 3) os intervalos entre nascimentos (de um ano para toninhas a seis anos para cachalotes). Esses tempos são variáveis relevantes para a determinação da taxa de renovação das populações, podendo fornecer pistas em relação ao tempo mínimo necessário para uma população iniciar o processo de

recuperação após o evento acidental, se outros estressores não entrarem em cena.

A partir dos argumentos elencados acima, adotaram-se tempos de recuperação específicos em função do porte e hábitos de cada espécie de cetáceo, variando entre 10 e 20 anos. A seguir são descritos os cinco CVAs de cetáceos que apresentam presença sazonal ou permanente significativa na área potencialmente afetada por derrame de óleo.

CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica

Na avaliação da suscetibilidade deste CVA ao óleo, ponderou-se que, dentre essas espécies, há uma que possui presença permanente tanto na região costeira quanto na oceânica, a baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*). O cachalote (*Physeter macrocephalus*) também possui presença constante ao longo do ano (apesar de apresentar um padrão migratório, conforme detalhado mais a frente) e ocorre em regiões oceânicas profundas e sobre o talude continental. Já as outras duas espécies, a baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*) e a baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*), possuem um padrão migratório característico da maioria dos rorquais (Família Balaenopteridae), que consiste na presença na região suscetível (menores latitudes) nos meses mais frios (período reprodutivo) e a ida para áreas de maior latitude nos meses mais quentes (época de alimentação), embora exista evidência de uma possível população residente da baleia-minke-anã na região de Cabo Frio (RJ), conforme detalhamento mais abaixo. A baleia-minke-antártica ocorre preferencialmente em áreas oceânicas profundas e sobre o talude, enquanto que a baleia-minke-anã possui ocorrência na área suscetível preferencialmente em águas costeiras mais rasas.

Para o cachalote há indicação da existência de algumas áreas de provável concentração na área suscetível. Entretanto, esses indicativos pontuais não são suficientes para considerá-la como CVAs com caráter fixo. Além disso, as áreas ocupadas por essas espécies são extensas. Dessa forma, como essas quatro espécies possuem presença significativa na área potencialmente afetada, mas não possuem suas áreas de ocorrência, concentração, reprodução ou rotas

migratórias claramente delimitadas, foi feito o agrupamento dessas espécies em um único CVA com caráter difuso.

Cachalote (*Physeter macrocephalus*)

O cachalote é a maior espécie de odontoceto, podendo atingir 11 m de comprimento e 15 toneladas, no caso das fêmeas, e 16 m de comprimento e 45 toneladas, nos machos (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; WHITEHEAD, 2009). Ocorre nos oceano do mundo todo, vivendo em grupos sociais com cerca de 12 fêmeas acompanhadas dos filhotes. Já os machos, após se separarem dessas unidades maternas, vivem em grupos de jovens, se tornando solitários quando mais velhos (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; WHITEHEAD, 2009).

O cachalote foi incluído como CVA por constar na lista nacional de espécies ameaçadas na categoria “vulnerável” (MMA, 2014), assim como na lista de ameaças internacional, também sob a categoria “vulnerável” (IUCN, 2016). Segundo o ICMBio¹⁰, a espécie foi intensamente caçada no passado, suspeitando-se que houve um declínio populacional de pelo menos 50% nas últimas três gerações (período de 96 anos), inclusive no Brasil. Além do interesse conservacionista sobre a espécie, o cachalote possui grande importância ecológica, por apresentar uma dieta bastante variada, composta por cefalópodes, peixes ósseos e peixes cartilagosos (GURJÃO et al., 2003; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; SANTOS & HAIMOVICI, 2001; WHITEHEAD, 2009). A população mundial da espécie, estimada em dois milhões de indivíduos, espalhados pelos oceanos do mundo (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011), pode consumir por volta de 100 milhões de toneladas métricas de presas por ano, um valor equivalente às capturas humanas na pesca marinha (WHITEHEAD, 2009). Para sua alimentação, mergulham a grandes profundidades e permanecem submersos por períodos superiores a 40 minutos, sendo capazes de mergulhar por mais de duas horas e atingir profundidades de mais de mil metros (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011).

¹⁰<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/6137-especie-6137.html>

Os cachalotes possuem alta longevidade (70 anos), taxa de natalidade baixa, crescimento lento, maturidade sexual tardia, longo período de cuidado parental e alta taxa de sobrevivência (MARTIN, 1990; WHITEHEAD, 2002 apud ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011). As fêmeas começam a gerar filhotes em idades de 7 a 13 anos, e então a cada 3 a 15 anos, embora o intervalo entre os nascimentos seja mais frequente entre 4 e 6 anos. A gestação dura de 14 a 16 meses.

No Brasil existe grande quantidade de registros do cachalote ao longo de toda a costa, desde o Amapá até Rio Grande do Sul, incluindo toda a área suscetível ao óleo (ANDRIOLO et al., 2010b; BARROS, 1991; BATISTA et al., 2012; GEISE & BOROBIÁ 1988; GURJÃO et al., 2003; MOREIRA et al., 2004 apud ROCHA-CAMPOS & CAMARA, 2011; RAMOS et al., 2001; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; SIMMAM, 2016; SOUTO et al., 2007; TOLEDO & LANGGUTH, 2009; ZERBINI & KOTAS, 1998). Registros de avistamentos evidenciam maior frequência da espécie a partir da isóbata de 1.500 m (MOREIRA et al., 2004 apud ROCHA-CAMPOS & CAMARA, 2011). São indicadas três áreas como prováveis áreas de concentração da espécie no Brasil: nas bacias de Camamu-Almada (~14°S, >1.500 m), Espírito Santo (20°S - 21°S, >2.000m) e Santos (23°S - 24°S, >500 m) (MOREIRA et al., 2004 apud ROCHA-CAMPOS & CAMARA, 2011). Entretanto, os dados apresentados não são conclusivos (apenas indicações de provável concentração) e não são suficientes para a correta delimitação dessas áreas (apenas uma indicação de grandes regiões).

O cachalote é considerado uma espécie migratória, embora o padrão de migração não seja bem conhecido e pareça não apresentar muita regularidade, quando comparado a outras espécies de baleias. No Brasil, a espécie ocorre durante todo o ano, mas parece haver um deslocamento sazonal, visto que dados de encalhes mostram maiores concentrações em maiores latitudes no inverno (entre junho e agosto) e em menores latitudes no verão (entre janeiro e abril) (RAMOS et al., 2001). Machos e fêmeas apresentam comportamentos migratórios diferentes. Fêmeas ocorrem tanto próximo à costa de ilhas oceânicas quanto em alto mar, geralmente em latitudes menores de 40°. Já os machos, quanto maiores e mais velhos, mais altas são as latitudes que frequentam, podendo ser

encontrados em regiões polares, retornando a águas tropicais e temperadas para reprodução.

O cachalote apresenta reprodução sazonal, embora a cópula e os nascimentos não sejam bem sincronizados. O pico de nascimentos ocorre no final da primavera e início do verão nos dois hemisférios e a maior parte dos nascimentos ocorre no verão e outono (MARTIN, 1990 apud ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011). O acasalamento e a fase de crescimento dos filhotes acontecem em águas quentes e em haréns, enquanto machos adultos e grupos de jovens machos migram para águas mais frias no verão.

Baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*)

A baleia-de-Bryde é uma espécie de mysticeto de pequeno a médio porte, atingindo comprimento corporal de até 15,5 m. A base alimentar da espécie é composta preferencialmente de peixes epipelágicos que vivem em grandes cardumes, embora também já tenham sido registrados cefalópodes e crustáceos pelágicos em sua dieta (KATO, 2002; SICILIANO et al., 2004; JEFFERSON et al., 2008).

Essa espécie é considerada a única baleia da família Balaenopteridae residente em território nacional, ou seja, que está presente durante todo o ano e de forma conspícua em águas brasileiras, podendo ser encontrada desde o Rio Grande do Sul até o Nordeste, com maior taxa de avistamentos na região sudeste (ANDRIOLO et al., 2010b; FIGUEIREDO et al., 2014; GEISE & BOROBIA 1988; GONÇALVES, 2006; GONÇALVES et al., 2005; LIMA et al., 2006; LODI et al., 2015; MOURA & SICILIANO, 2011; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; SICILIANO et al., 2004; SIMMAM, 2016; TOLEDO, 2009; ZERBINI et al., 1997).

No Brasil, a área com maior concentração no número de registros da baleia-de-Bryde é a região costeira dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, associada à área de ocorrência dos maiores cardumes da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), espécie da qual a baleia-de-Bryde já foi observada se alimentando (ZERBINI et al., 1997). A espécie também já foi observada se alimentando de outros pequenos peixes formadores de cardume na costa do Rio de Janeiro, como a manjuba (*Anchoviella brevirostris*) e a cavalinha (*Thyrssitops*

lepidopoides). Nessa região foram identificadas duas áreas com maior número de registros e com evidências de fidelidade de área (identificação de indivíduos que frequentemente retornam ao mesmo local) (FIGUEIREDO et al., 2014; LODI et al., 2015). Também foram identificados movimentos de indivíduos entre essas duas áreas (LODI et al., 2015), uma delas localizada nas proximidades da entrada da Baía de Guanabara, na região entre a Praia de Copacabana, o arquipélago das Cagarras e a Ilha Rasa (LODI et al., 2015) e a outra na região de Cabo Frio (FIGUEIREDO et al., 2014).

Esta espécie pode ser encontrada tanto em águas costeiras quanto oceânicas e no talude, sendo provável a existência de duas ou até três populações distintas no Atlântico Sul, uma na costa da África, uma oceânica e outra na costa do Brasil (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011). Embora seja de ocorrência comum, a baleia-de-Bryde é uma espécie de baleia pouco conhecida, o que fica evidenciado pelo fato de que a espécie é classificada sob a categoria de “dados insuficientes” em nível global (IUCN, 2016), o que significa que não existem informações científicas suficientes para sua classificação quanto ao estatus de conservação. A espécie também consta no Apêndice I da CITES (2016). No âmbito nacional, não está incluída na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014).

Outra característica distintiva da espécie é o fato de ser o único mysticeto que reconhecidamente não realiza grandes migrações latitudinais, tendo sua área de ocorrência em águas tropicais e temperadas de todo o mundo (entre as latitudes 40°N e 40°S), mas não ocorrendo em águas sub-polares ou polares (MOURA & SICILIANO, 2011; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011). Na costa brasileira, a área de maior ocorrência dessa espécie foi definida como a plataforma continental, até a isóbata de 3.000 m (GONÇALVES et al., 2005), ocorrendo tanto no verão quanto no inverno.

Considera-se que a baleia-de-Bryde é objeto de interesse nacional, refletido principalmente na criação do Projeto Baleia de Bryde, e internacional, refletido na proposta de inclusão de área de alimentação da espécie dentro do Santuário de Baleias do Atlântico Sul, co-patrocinado pelos governos da Argentina, Brasil, África do Sul e Uruguai, com apoio da Comissão Baleeira Internacional

(*International Whaling Commission – IWC*), além da inclusão no Apêndice II da *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals* (CMS, 2009), cuja importância o Brasil reconhece, mas ainda se encontra em processo de adesão como Estado-Parte.

Baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*)

A baleia-minke-anã é uma espécie relativamente pequena, que atinge tamanho corporal de até 10 m. Possui ampla distribuição, sendo encontrada nos oceanos do mundo inteiro, onde se alimenta de crustáceos e pequenos peixes formadores de cardumes (LUNA, 2014; SECCHI et al., 2003b; SICILIANO et al. 2006).

Mesmo tendo ampla distribuição, sua presença na costa brasileira não é plenamente elucidada, apesar de ter registros de ocorrência para todas as bacias marinhas da área suscetível ao óleo (GEISE & BOROBIA, 1988; HASSEL et al., 2003; ROSSI-SANTOS et al., 2009; SICILIANO et al. 2006; SIMMAM, 2016; ZERBINI et al., 1997, ZERBINI & SECCHI, 1996). Por esse motivo a espécie é incluída neste CVA com caráter difuso.

A baleia-minke-anã apresenta comportamento migratório, permanecendo em águas antárticas durante o verão austral e alcançando a costa da América do Sul nos meses de inverno e primavera (junho a dezembro), quando chega para a atividade reprodutiva. Mesmo com esse conhecimento sobre o comportamento migratório, os reais padrões de ocorrência e migração da espécie não são ainda plenamente conhecidos. Já foram observados indivíduos de baleia-minke-anã durante o verão na região de Cabo Frio, no litoral fluminense (HASSEL et al., 2003; LUNA, 2014). Durante esse avistamento, feito no ano de 2001, os indivíduos estavam, aparentemente, se alimentando de sardinhas e lulas, indicando se tratar de uma possível população residente que se encontrava em águas brasileiras não apenas para reprodução. No entanto, tal situação ainda é embasada apenas por dados preliminares, não tendo havido novos registros ao longo dos anos subsequentes. Dessa forma, considera-se que a ocorrência confirmada da espécie na área suscetível ao óleo se dá apenas entre os meses de junho a dezembro, conforme apresentado pela literatura disponível (LUNA

2014; MAGALHÃES et al., 2006; ZERBINI et al., 1997, ZERBINI & SECCHI, 1996).

Apesar de ser uma espécie comum em águas profundas durante o período de alimentação, sua ocorrência em águas brasileiras durante o período reprodutivo se dá predominante em águas costeiras e rasas, com profundidade de até 200 m (SICILIANO et al. 2006; LUNA, 2014). Entretanto, existem também registros da espécie em águas mais profundas no litoral brasileiro, principalmente na costa das bacias de Santos e Campos (SICILIANO et al. 2006; SIMMAM, 2016).

A baleia-minke-anã não está presente em listas oficiais de ameaça nacional (MMA, 2014) ou internacional (IUCN, 2016), apesar de constar no Apêndice I da CITES (2016), juntamente com os outros Mysticeti.

Baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*)

A baleia-minke-antártica, assim como a baleia-minke-anã, é uma espécie relativamente pequena, chegando a atingir 11 m de tamanho corporal. Possui distribuição circumpolar e, assim como diversas espécies de baleias, possui um padrão migratório que consiste em passar o inverno austral se alimentando em águas antárticas, migrando para águas mais quentes para se reproduzir nos meses de inverno (ZERBINI et al., 2002; LUNA, 2014; SICILIANO et al., 2006, 2011). Nesse período reprodutivo pode ser encontrada ao longo de toda a área suscetível ao óleo, predominantemente em águas profundas (SICILIANO et al., 2006; LUNA, 2014; TOLEDO, 2009; MORENO, 2013; WEDEKIN et al., 2014; SIMMAM, 2016). Estudos indicam que águas profundas do nordeste brasileiro são locais de concentração da espécie durante o período reprodutivo (IWC, 1991; WILLIAMSON, 1975; LUCENA, 2006; TOLEDO, 2009; ANDRIOLO et al., 2010b; LUNA, 2014). No entanto, a baixa frequência de fêmeas grávidas e filhotes nessa região (LUCENA, 2006; TOLEDO, 2009; ZERBINI et al., 2002; ANDRIOLO et al., 2010a) indica que a espécie apresenta áreas distintas de acasalamento e nascimentos dos filhotes (ANDRIOLO et al., 2010a). O elevado número de filhotes e juvenis enalhados no litoral sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina sugere que os nascimentos possam estar ocorrendo em médias latitudes, onde a temperatura é mais baixa (e.g., BALDAS & CASTELLO, 1986; ZERBINI, 1997;

LUCENA, 2006). O avistamento de um grupo de quatro indivíduos, incluindo uma fêmea com filhote, em profundidade de 610 m, na região Sudeste durante um cruzeiro de inverno, suporta esta hipótese (ZERBINI et al., 2004a).

Por ser uma espécie com ocorrência frequente na área suscetível ao óleo e com relevância internacional em termos de necessidade de pesquisa e conservação, a baleia-minke-antártica foi incluída no presente CVA de caráter difuso.

A baleia-minke-antártica é classificada sob a categoria de “dados insuficientes” em nível global (IUCN, 2016). A espécie também consta no Apêndice I da CITES (2016). No âmbito nacional, não está incluída na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014). Além disso, a espécie foi, a partir da 10ª Reunião das Partes da *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals* (CMS), em 2011, listada no Apêndice II, referente à região do Oceano Sul (CMS, 2012). Essa listagem indica que a CMS identificou a necessidade de maior proteção a essa espécie e seu habitat, área de reprodução e rotas migratórias (PALAZZO JUNIOR et al., 2006).

O tempo de geração da baleia-minke-antártica foi estimado em cerca de 22 anos (KASAMATSU et al., 1995) e a longevidade pode chegar a mais de 70 anos (KONISHI et al., 2008). As fêmeas têm um período de gestação de 10 meses e os filhotes ficam com as mães por até dois anos e podem ser amamentados por 3 a 6 meses (SCHUELLER, 2004). Estudos indicam ainda que a idade de maturidade sexual média diminuiu de 11 anos nas coortes dos anos 1950, para cerca de sete anos nas dos anos 1970 (THOMSON et al., 1999)

Ao nadar, a baleia-minke-antártica é capaz de atingir velocidade de 20 km/h e pode mergulhar por até 20 min, apesar de geralmente os mergulhos durarem apenas poucos minutos¹¹. Em geral, essas baleias passam relativamente pouco tempo na superfície, sendo mais difíceis de avistar do que outras espécies de cetáceos, pois vivem em grupos pequenos, de até seis indivíduos (ANDRIOLO et

¹¹ Society for Marine Mammalogy -

http://www.marinemammalscience.org/index.php?option=com_content&view=article&id=407&Itemid=274.

al., 2010) e não apresentam comportamento aéreo conspícuo (ZERBINI et al., 2004a).

Resumo do CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica e cálculos de probabilidade de toque

Como conclusão geral do CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica, por conta do padrão disperso e sem definição exata de áreas de ocorrência, concentração, reprodução ou rotas migratórias dessas espécies na área potencialmente afetada, esse CVA foi definido como difuso para fins de cálculo do risco, com presença o ano inteiro na região de interesse. Para o cálculo do risco, foram utilizadas, dentro dos contornos de probabilidades de óleo, as batimetrias de ocorrência considerando-se todas as espécies (águas costeiras e oceânicas), calculando-se a média ponderada das probabilidades.

Frente às informações levantadas, em relação ao tempo de recuperação, apesar do caráter disperso e da relativa raridade de registros recentes de indivíduos dessas espécies na região, levou-se em conta que as mesmas possuem algum grau de ameaça, fragilidade populacional a pressões ambientais e/ou presença confirmada na área potencialmente afetada. Adotou-se uma estimativa de tempo de recuperação de **20 anos** para estas espécies de cetáceos, a mesma utilizada para a baleia-jubarte, outro grande cetáceo.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	Difusa – áreas costeira e oceânica	20 anos

Como o CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica não possui área de concentração específica, ocorrendo de maneira difusa em toda a área costeira e oceânica, as probabilidades ponderadas

de toque neste CVA são iguais às aquelas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.8.4.2-1-1** e no **Quadro II.8.4.2-1-2**.

A presença do CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene

Na análise da suscetibilidade deste CVA ao óleo, levou-se em consideração o fato de que estas quatro espécies de pequenos cetáceos possuem presença significativa na área suscetível durante todo o ano. O golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) é mais comumente registrado em águas costeiras na área suscetível, embora diversos autores considerem a espécie como oceânica. O golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*) e o golfinho-de-Clymene (*S. clymene*) são encontrados em águas oceânicas. Já o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) ocorre tanto em águas costeiras quanto oceânicas na região suscetível.

Para o golfinho-de-dentes-rugosos e para o golfinho-nariz-de-garrafa há indicação da existência de algumas áreas de concentração na área suscetível ao óleo, conforme apresentado no Diagnóstico Ambiental. Entretanto, a ocorrência dessas espécies não se restringe a essas poucas localidades identificadas. Ao contrário, assim como o golfinho-pintado-pantropical e o golfinho-de-Clymene, possuem uma ampla ocorrência na área suscetível. Portanto, como essas quatro espécies possuem presença significativa na área potencialmente afetada, com registros de ocorrência amplamente distribuídos, foi feito o agrupamento das mesmas em um único CVA com caráter difuso.

Golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*)

O golfinho-de-dentes-rugosos é uma espécie de odontoceto que ocorre em regiões tropicais, subtropicais e temperadas quentes de todos os oceanos (CULIK, 2004; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; SICILIANO et al., 2006). No entanto, apesar de sua ampla distribuição, não são considerados numerosos em

qualquer área específica, sendo que a distribuição real da espécie ainda permanece sem ser totalmente compreendida (LEATHERWOOD & REEVES, 1983; MIYASAKI & PERRIN, 1994).

No Brasil, a espécie ocorre entre o Pará e o Rio Grande do Sul (ROCHA-CAMPOS et al., 2011), sendo que o limite sul está provavelmente relacionado à baixa temperatura da água (LODI & HETZEL, 1998). Apesar de diversos autores considerarem a espécie como oceânica, no Brasil o golfinho-de-dentes-rugosos é frequentemente registrado em águas costeiras (LODI & HETZEL, 1998a; ROCHA-CAMPOS et al., 2011) e até mesmo em baías como a de Guanabara (LIMA et al, 2012a; LODI et al., 2012). Dentro da área suscetível a derramamento de óleo, foram identificadas através da análise bibliográfica e entrevistas com pesquisadores, quatro áreas com maior concentração em regiões costeiras, próximo ao Arquipélago de Tinharé-Boipeba, BA (PETROBRAS/AECOM, 2014), no Banco de Abrolhos, BA (ROSSI-SANTOS et al., 2006a), no litoral dos municípios de Cabo Frio e Arraial do Cabo, RJ (LODI & HETZEL, 1998a; LODI et al., 2012) e na entrada da Baía da Guanabara, RJ (LIMA et al, 2012a; LODI et al., 2012).

Sua alimentação é composta predominantemente de cefalópodes e peixes (CULIK, 2004; SANTOS & HAIMOVICI, 2001). Rossi-Santos et al. (2006a) reuniram registros da espécie no Banco de Abrolhos e encontraram uma distribuição relacionada aos recifes de coral, indicando haver uma associação dos itens alimentares dessa espécie com as comunidades recifais.

A maturidade sexual dos indivíduos é atingida aos 14 anos nos machos e aos 10 anos nas fêmeas (MIYAZAKI & PERRIN, 1994). A longevidade de alguns indivíduos foi estimada em 32 anos (PERRIN & REILLY, 1984). Outras informações sobre a biologia da espécie, seu ciclo de vida, tamanho populacional e a divisão em subpopulações, assim como relacionadas a possíveis padrões de migração, não são conhecidas, havendo grande carência de pesquisas sobre a espécie.

O trabalho de Lodi & Hetzel (1998), que reuniu registros de capturas acidentais, encalhes e avistagens dessa espécie na costa brasileira, no período de 1940 a 1997, relatou que quase metade de todos os registros era proveniente

do Sudeste, seguido pelo Nordeste e pelo Sul do país, em proporções similares. A maior frequência dos registros ocorreu no inverno e na primavera, embora a espécie tenha sido registrada durante o ano todo. As avistagens, em sua maioria, foram realizadas em águas costeiras, incluindo praias, ilhas, canais, baías e regiões de formações coralíneas. As profundidades registradas variaram de 2 a 43 m. O tamanho do grupo variou de 1 a mais de 50 indivíduos, sendo a média de 8,5 indivíduos por grupo. Entretanto, um grupo de mais de 100 animais já foi encontrado encalhado (ROCHA-CAMPOS et al., 2011).

Com relação às ameaças, o golfinho-de-dentes-rugosos não é considerado ameaçado tanto em nível nacional (MMA, 2014), quanto em nível global (IUCN, 2016), apesar de estar presente no Apêndice II da CITES (2016). Estudos indicam que, de forma geral, a espécie sofre pouco impacto direto da atividade pesqueira na costa brasileira através de capturas acidentais (MIYAZAKI & PERRIN, 1994).

Golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*)

O golfinho-nariz-de-garrafa é um delfínido de ampla distribuição, ocorrendo em águas tropicais e temperadas de todo o mundo. Embora seja mais comum em ambientes costeiros, pode ocupar também lagoas, estuários e até águas pelágicas e ilhas oceânicas (CULIK, 2004, ROCHA-CAMPOS et al., 2011; SICILIANO et al., 2006). No Atlântico Sul Ocidental a espécie se distribui desde o Caribe até o litoral central da Argentina, na Província de Chubut (MERMOZ, 1977). No Brasil, o golfinho-nariz-de-garrafa ocorre ao longo de toda a costa, assim como em ilhas oceânicas como o Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas e a Ilha de Trindade (BARACHO et al., 2007; BARROS, 1991; CARVALHO & ROSSI-SANTOS, 2011; GURJÃO et al., 2004; LODI et al., 2008; MAIA-NOGUEIRA et al., 2000; MARIGO & GIFFONI, 2010; ROSSI-SANTOS et al., 2006a, 2009; SIMMAM, 2016; WEDEKIN et al., 2014; ZERBINI & KOTAS, 1998; ZERBINI et al., 2004b).

Foram identificadas através da análise bibliográfica e entrevistas com pesquisadores, quatro áreas com maior concentração da espécie na costa da área suscetível ao óleo, nas proximidades do Arquipélago de Tinharé-Boipeba, BA (PETROBRAS/AECOM, 2014), na região entre o Banco de Abrolhos e Vitória,

BA-ES (ROSSI-SANTOS et al., 2006a), na costa norte fluminense (LODI et al., 2008; SIMMAM, 2016) e no entorno do arquipélago das Cagarras, RJ (LODI, 2009; LODI & MONTEIRO-NETO, 2012; LODI et al., 2008).

Estudos realizados na região sul do Brasil indicam que as populações são formadas, majoritariamente, por indivíduos residentes. Simões-Lopes & Fabian (1999) verificaram que, em Laguna (SC), 88,5% dos indivíduos eram residentes e o restante era não-residente. Com isso, considera-se que as populações de golfinho-nariz-de-garrafa presentes em águas oceânicas sejam geneticamente isoladas das que ocorrem em outros locais da costa brasileira (CULIK, 2004; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2008).

Diferentes hábitos alimentares são observados entre as populações costeiras e oceânicas, sendo que os indivíduos presentes próximos à costa se alimentam primariamente de peixes e invertebrados, enquanto que as populações oceânicas se alimentam de peixes mesopelágicos e lulas oceânicas (CULIK, 2004).

A longevidade dos indivíduos dessa espécie é em torno de 40 anos, com registros de algumas fêmeas com mais de 50 anos de idade (WELLS & SCOTT, 1999). A idade de maturação sexual parece variar de acordo com o sexo e a região, tendo sido reportadas as idades de 5-12 anos para fêmeas e de 10-13 anos para machos das populações da Flórida, nos Estados Unidos (SERGEANT et al., 1973; WELLS & SCOTT, 1999) e de 9-11 anos para fêmeas e 14-15 anos para machos na costa leste da África do Sul (COCKROFT & ROSS, 1990). A duração da gestação é de aproximadamente um ano (WELLS & SCOTT, 1999).

Com relação às ameaças, o golfinho-nariz-de-garrafa não está presente em listas oficiais de ameaça nacional (MMA, 2014) ou internacional (IUCN, 2016), mas é listado no Apêndice II da CITES (2016). Apesar disso, a espécie é atraída pela presença dos barcos de pesca, em busca de sobras da atividade pesqueira, o que gera um fator de impacto pela ocorrência de capturas acidentais em redes de pesca (DI BENEDETTO & RAMOS, 2001). Dentre as outras ameaças às quais as populações estão provavelmente submetidas, pode-se citar o tráfego de embarcações, a poluição ambiental, a exploração excessiva de recursos marinhos importantes na dieta da espécie e até mesmo a interação com humanos.

O trabalho de SMULTEA & WURSIG (1995) investigou o comportamento de golfinhos-nariz-de-garrafa na área e vizinhanças do vazamento de óleo do navio petroleiro Mega Borg ocorrido em 1990 (Texas, EUA) através de sobrevoos e de avistagens oportunísticas, tendo filmado nove grupos de golfinhos. Diante da carência de estudos mais sistemáticos sobre a reação de golfinhos selvagens dessa espécie ao óleo, das evidências obtidas com animais em cativeiro que indicaram que a espécie pode detectar e evitar óleo pesado (GERACI et al., 1983; SMITH et al., 1983) e de relatos de diferentes espécies de cetáceos se alimentando ou passando por manchas de óleos em aparente mudança de comportamento (GOODALE et al., 1979; GERACI, 1990), os resultados do estudo mostraram que os golfinhos aparentemente detectam mas não evitam com frequência entrar em manchas de óleo e podem não ser capazes de detectar iridescência ou películas de óleo, aumentando sua suscetibilidade à exposição potencialmente nociva a frações tóxicas do óleo.

Golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*)

Essa espécie de golfinho possui distribuição circumglobal em águas tropicais e temperadas quentes, de aproximadamente 30-40°N a 20-40°S, principalmente onde a temperatura superficial da água é superior a 25°C (CULIK, 2004). No pacífico, o golfinho-pintado-pantropical é registrado tanto em águas rasas de regiões costeiras quanto em águas oceânicas e no entorno de ilhas, tendo sido identificadas três sub-espécies nas regiões central e leste do Pacífico (subespécies havaiana, offshore e costeira) (CULIK, 2004). Por outro lado, a população habitante da costa brasileira apresenta preferência por águas profundas, com visualizações geralmente entre 500 e 4.900 m de profundidade e em áreas com temperatura superficial da água entre 26 e 28°C (MORENO et al., 2005; SICILIANO et al., 2006). Em território brasileiro, alguns autores consideram o Rio de Janeiro o limite sul de sua distribuição (e.g. MORENO et al., 2005; SICILIANO et al., 2006), mas a espécie também possui registros mais ao sul (e.g. DI TULLIO et al., 2016; SIMMAM, 2016; CREMER & SIMÕES-LOPES, 1997). O golfinho-pintado-pantropical possui ocorrência ao longo de toda a área suscetível ao óleo e também ao longo de todo o território nacional, incluindo o entorno de

ilhas oceânicas como Fernando de Noronha, e em todas as épocas do ano (AMARAL et al., 2013; MAIA-NOGUEIRA et al., 2000; MEDEIROS, 2006; MORENO et al., 2005; ROSSI-SANTOS et al., 2009; SOUTO et al., 2007). Entretanto, a maior concentração de registros ocorre na costa nordeste (AMARAL et al., 2013; MORENO et al., 2005). Os grupos dessa espécie podem ser formados por poucos indivíduos até várias centenas (CULIK, 2004).

O golfinho-pintado-pantropical possui uma dieta flexível, que pode variar entre épocas do ano e entre regiões geográficas (CULIK, 2004). A dieta da espécie é composta de pequenos peixes, lulas e crustáceos habitantes de regiões *offshore* (HAMMOND et al., 2012). A maior parte da dieta é composta por peixes e lulas mesopelágicos e a dominância desse tipo de presa, associado ao registro de espécimes coletados durante a manhã com estômagos cheios, além de estudos comportamentais, sugerem que a espécie se alimenta durante a noite, que é o período em que muitas espécies mesopelágicas migram em direção à superfície marinha (CULIK, 2004).

A espécie não é considerada ameaçada de extinção, mas está listada no apêndice II da CITES (2015). As principais ameaças ao golfinho-pintado-pantropical são a captura para consumo humano (atualmente realizada apenas pelo Japão), a captura acidental em atividades de pesca direcionadas a peixes (principalmente atuns, que formam agregações interespecíficas com a espécie), a matança por pescadores, que consideram a presença dos golfinhos um empecilho à pesca, além da poluição por metais pesados, organoclorados, entre outras substâncias tóxicas e biocumulativas (CULIK, 2004).

Com relação a possíveis efeitos do óleo sobre a espécie, após o derramamento na Deepwater Horizon, ocorrido em 2010 no norte do Golfo do México, vistorias aéreas registraram indivíduos dessa espécie nadando em manchas de óleo em águas oceânicas da região. Entretanto, após o evento e nos anos seguintes nenhum animal dessa espécie foi registrado com sinais de contato com óleo ou com problemas que pudessem ter sido causados por tal contato (NOAA, 2015).

Golfinho-de-Clymene (*Stenella clymene*)

O golfinho-de-Clymene habita águas tropicais e temperadas quentes no Oceano Atlântico Norte e Sul, em águas com profundidade de 250 a 5.000 m ou mais profundas (CULIK, 2004). No Brasil, seus registros variam de 1.050 a 4.500 m e em águas com temperatura superficial entre 25 a 28,5°C (MORENO et al., 2005).

Apesar de ocorrer preferencialmente em águas tropicais, no Brasil possui registros ao longo de todo o litoral, do Amapá até o Rio Grande do Sul, incluindo toda área suscetível ao óleo, além do entorno de ilhas oceânicas como Fernando de Noronha, e em todas as épocas do ano (AMARAL et al., 2013; BATISTA et al., 2012; FERTL et al., 2003; MAIA-NOGUEIRA et al., 2000; MEDEIROS, 2006; MORENO et al., 2005; ROSSI-SANTOS et al., 2009; SIMMAM, 2016; SOUTO et al., 2007; ZERBINI & KOTAS, 1998). A costa nordeste possui a maior concentração de registros da espécie (AMARAL et al., 2013; FERTL et al., 2003; MORENO et al., 2005; SIMMAM, 2016). Os grupos da espécie são geralmente pequenos, formados por menos de 50 indivíduos e aparentemente são segregados por sexo e idade (CULIK, 2004). Entretanto, já foram reportados grupos com mais de 1000 indivíduos na costa da África, onde aproximadamente 40% dos grupos avisados possuem mais de 50 indivíduos (WEIR et al., 2014).

O golfinho-de-Clymene alimenta-se de pequenos peixes e de lulas, caçando provavelmente durante a noite, consumindo primariamente espécies mesopelágicas, que migram para menores profundidades durante a noite. Por outro lado, também existem registros de atividade de alimentação durante o dia (CULIK, 2004).

Com relação ao status de conservação, a espécie é classificada na categoria “dados insuficientes” pela lista vermelha da IUCN (2016) e é listada no apêndice II da CITES (2015). Pouco se sabe sobre a ecologia da espécie e sobre possíveis ameaças a sua conservação, mas sabe-se que em alguns locais de sua ocorrência (Antilhas, Venezuela) é capturada para consumo humano ou para utilização da carne como isca (CULIK, 2004). Também existem registros de captura acidental em petrechos de pesca, inclusive no Brasil (CULIK, 2004; ZERBINI & KOTAS, 1998). Não existem registros de contaminação de indivíduos

da espécie por poluentes (CULIK, 2004), assim como informações de interferências por óleo.

Resumo do CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene e cálculos de probabilidade de toque

O CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene foi classificado como difuso para fins de cálculo do risco, por conta do padrão de distribuição espacial disperso ao longo de toda a área com probabilidade de presença de óleo, sem clara definição de áreas de ocorrência, concentração, alimentação ou reprodução. Para o cálculo do risco, foram utilizadas, dentro dos contornos de probabilidades de óleo, as batimetrias de ocorrência considerando-se todas as espécies (águas costeiras e oceânicas), calculando-se a média ponderada das probabilidades

Com relação ao tempo de recuperação, levou-se em conta a escassez de informações específicas sobre os efeitos do óleo para essas espécies e suas populações. Dessa forma, por similaridade em relação a características biológicas, ecológicas e comportamentais, assumiu-se para esse grupo de cetáceo de pequeno porte a mesma estimativa de tempo de recuperação do CVA Cetáceos – Boto-cinza: **10 anos**.

Segue um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	Difusa – áreas costeira e oceânica	10 anos

Como o CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene ocorre de maneira difusa em toda a área costeira e oceânica suscetível ao óleo, as probabilidades

ponderadas de toque neste CVA são iguais àquelas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.8.4.2-1-1** e no **Quadro II.8.4.2-1-2**.

A presença do CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

CVA Cetáceos – Baleia-jubarte

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) é uma espécie de mysticeto de grande porte, podendo atingir até 16 m de comprimento e 40 t de massa corpórea. Pode ser encontrada em oceanos do mundo inteiro, com populações estabelecidas tanto no hemisfério norte quanto no hemisfério sul. É uma espécie que apresenta organização social caracterizada por grupos instáveis e pequenos, com média de dois a três animais, sendo que grupos com maior número de indivíduos podem se formar, temporariamente, durante a colaboração para a captura de alimento ou para a disputa por acasalamento.

A maturidade sexual dos machos ocorre por volta dos quatro a seis anos de idade e as fêmeas dão à luz pela primeira vez por volta dos seis anos. As baleias-jubarte, embora possam ter filhotes em anos consecutivos, geralmente apresentam um intervalo entre nascimentos de dois a três anos (segundo dados atuais do Projeto Baleia Jubarte¹²). A gestação dura 11 a 12 meses, com o nascimento de um único filhote por gestação, e a lactação pode se prolongar por mais 10 a 12 meses (MMA, 2008).

É uma das espécies de baleias mais estudadas em território nacional, tendo sido recentemente excluída da lista oficial de espécies ameaçadas do Brasil (MMA, 2014). Pesquisas apontam para um crescimento populacional em torno de 40% ao ano nos últimos anos, sendo que o tamanho populacional na costa brasileira, estimado em 2.229 indivíduos em 2001 (ANDRIOLO et al., 2006), foi estimado em cerca 9.000 indivíduos no ano de 2008, segundo dados do Projeto

¹² <http://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=aBaleia&id=99>

Baleia Jubarte¹³. No entanto, esse mesmo projeto temático realizou estimativas com base no número histórico de baleias caçadas, calculando que a população original da espécie na costa do Brasil girava em torno de 25 a 30 mil indivíduos, evidenciando que medidas de conservação ainda são necessárias para garantir uma plena recuperação da população que frequenta a costa brasileira. A baleia-jubarte também não é considerada ameaçada de extinção em nível global (IUCN, 2016), mas consta no Apêndice I da CITES (2016).

O padrão de migração da baleia-jubarte está relacionado aos períodos de alimentação e reprodução. Os indivíduos da espécie presentes no hemisfério sul permanecem a maior parte do ano se alimentando em altas latitudes, migrando para águas subtropicais e tropicais durante o inverno austral, para o acasalamento, gestação e amamentação dos filhotes. Nesse período, os filhotes são amamentados durante cerca de um mês, acumulando gordura suficiente para a migração e para suportar as águas frias das áreas de alimentação (CLAPHAM & MAYO, 1987). No final da temporada reprodutiva, enquanto fêmeas sem filhote e machos adultos iniciam a migração para as áreas de alimentação, as fêmeas com filhotes esperam até que seus filhotes tenham crescido e se desenvolvido o suficiente para acompanhá-las no deslocamento até os mares do extremo sul, em viagens que duram cerca de dois meses. No período de julho a novembro, quando ocorre no litoral brasileiro, a espécie se concentra em águas rasas, sobre a plataforma continental, preferencialmente até a isóbata de 200 m (WEDEKIN, 2011), mas com ocorrência confirmada ao longo de toda a costa até aproximadamente a isóbata de 1.000 m (ANDRIOLO et al., 2006, 2010a; CASTRO et al., 2014; MARTINS et al., 2013).

Apesar de haver uma área de concentração da espécie identificada no litoral do Rio Grande do Norte, as principais áreas de reprodução da população que frequenta a costa brasileira estão situadas entre os estados do Rio de Janeiro e Alagoas, merecendo destaque a grande concentração de baleias-jubarte no Banco dos Abrolhos (CASTRO et al. 2014; MARTINS et al. 2013), considerada a área de reprodução mais importante da espécie no Atlântico Sul Ocidental. Os

¹³ <http://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=pesquisaB&id=337>

chapeirões e a formação coralínea típica e endêmica do Banco dos Abrolhos devem fornecer uma proteção contra os ventos mais frequentes vindos do sul, leste e nordeste nessa época de inverno, proporcionando às mães um local tranquilo para permanecerem com seus recém-nascidos (PALAZZO JUNIOR et al., 2006; SICILIANO et al., 2006). Por conta de sua presença significativa em áreas de concentração já mapeadas na região costeira, que vão do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte, considerou-se esse CVA como fixo na área potencialmente afetada por um derrame de óleo.

Outra região que merece destaque no que tange à concentração de baleias-jubarte é a região de Arraial do Cabo, no litoral fluminense. As baleias-jubarte podem ser observadas na região com regularidade entre junho e outubro, constituindo pequenos grupos de pares mãe-filhote, bandos competitivos contendo até oito indivíduos, ou mesmo de indivíduos solitários, geralmente juvenis (FERNANDES et al., 2001; HASSEL & SICILIANO, 2004; SICILIANO et al., 2006). A feição geológica do Pontal do Atalaia pode representar um importante ponto de passagem e orientação para indivíduos desta espécie durante seus movimentos migratórios. Os trabalhos de Zerbini et al. (2006), Andriolo et al. (2010b) e Castro et al. (2014) corroboraram o limite sul da área de reprodução da espécie no Brasil correspondendo à região de Arraial do Cabo, ainda que existam registros de ocorrência até o litoral da região sul (WEDEKIN, 2011).

A plataforma continental correspondente à área de reprodução da baleia-jubarte, sendo também utilizada pelos indivíduos como rota migratória para alcançar áreas mais ao norte e mais ao sul (ANDRIOLO et al., 2014; CASTRO et al., 2014; WEDEKIN, 2011; WEDEKIN et al., 2010; ZERBINI et al., 2006). Estudos de telemetria (ANDRIOLO et al., 2014; ANDRIOLO & ZERBINI, 2010; ZERBINI et al., 2006, 2011) e foto-identificação (STEVICK et al., 2006) indicam que a população de baleias-jubartes que frequenta o Banco de Abrolhos se alimenta próximo às Ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul, no Mar de Scotia. Os resultados desses estudos de telemetria evidenciam uma rota migratória oceânica relativamente retilínea na região da Bacia de Campos, entre a região ao sul do banco de Abrolhos e da cadeia Vitória-Trindade, e seus locais de alimentação. Na

região oceânica da Bacia de Campos, grupos de baleias-jubarte podem ser observados se deslocando para a região nordeste entre junho e setembro (SICILIANO et al., 2006). Seus movimentos migratórios de volta aos mares do sul são menos conhecidos, mas avistamentos têm sido feitos na região dos Lagos (RJ) entre o início de novembro e a segunda metade de dezembro (SICILIANO et al., 2006).

Resumo do CVA Cetáceos – Baleia-jubarte e cálculos de probabilidade de toque

Diante das características biológicas da baleia-jubarte descritas acima, adotou-se uma estimativa de tempo de recuperação, para efeito de análise de tolerabilidade dos riscos ambientais, de **20 anos** para esse CVA, mesmo tempo adotado para o CVA difuso que inclui outras espécies de grandes cetáceos.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Cetáceos – Baleia-jubarte	Fixa – áreas de concentração entre RJ e RN, de julho a novembro	20 anos

A baleia-jubarte ocorre na área suscetível ao óleo nos meses de julho a novembro, enquanto que os modelos desenvolvidos para avaliar a dinâmica de eventuais derramamentos de óleo a partir dos pontos de risco consideraram os períodos de abril a setembro e outubro a março. Portanto, considerou-se para os cálculos de risco deste CVA sua presença durante os dois períodos modelados. A partir do mapeamento das áreas de concentração da espécie, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA, para cada faixa de volume, ponto de risco e período do ano (abril a setembro e outubro a março), sem nenhum tipo de ponderação.

O **Quadro II.8.4.2.4-1** e o **Quadro II.8.4.2.4-2** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Baleia-jubarte a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de Abril a

Setembro a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de até 56,1% (P1), de até 60,0% (P1) para vazamento de 200 m³ e de até 100% (P1, P2, P3, P4 e P5) para vazamento de VPC. Já no período de Outubro a Março, a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração para um vazamento de 8 m³ foi de 55,5% (P1), de 59,9% (P1) para vazamento de 200 m³ e de até 100% para vazamento de VPC (P1, P2 e P5).

A presença deste CVA Cetáceos – Baleia-jubarte dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.4-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Baleia-jubarte, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Rio Grande do Norte	0,4	2,2	13,8	0,1	0,0	5,6	3,3	4,2	17,3	0,1	0,6	9,4	0,0	0,1	6,2
SE/AL	Sergipe-Alagoas	34,4	38,7	83,7	11,5	16,8	63,2	30,7	35,3	79,4	18,9	24,3	75,2	8,2	11,8	54,1
BA	Pituba até Subaúma	53,8	56,6	98,9	31,0	36,3	91,2	43,6	52,7	99,5	34,8	42,3	95,8	19,1	28,1	81,9
	Salvador até Camamu	56,1	60,0	100,0	43,8	50,7	97,7	39,0	50,4	100,0	39,0	46,9	99,3	34,4	43,8	96,2
	Ilhéus 2	44,0	47,1	94,6	46,1	51,8	100,0	33,1	37,7	96,8	35,9	46,8	100,0	52,2	59,1	100,0
BA/ES	Banco de Abrolhos	6,6	8,2	32,2	7,3	11,4	66,5	6,6	9,9	57,3	8,3	14,3	79,2	10,4	17,0	83,4
ES	Vitória	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	2,4
RJ	Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,7
Probabilidades máximas		56,1	60,0	100,0	46,1	51,8	100,0	43,6	52,7	100,0	39,0	46,9	100,0	52,2	59,1	100,0

Quadro II.8.4.2.4-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Baleia-jubarte, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Rio Grande do Norte	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
SE/AL	Sergipe-Alagoas	2,3	2,7	12,2	1,0	1,3	8,0	1,4	2,5	10,5	1,1	1,9	8,8	0,8	0,8	5,5
BA	Pituba até Subaúma	13,7	16,5	64,1	8,9	11,2	48,7	7,2	10,2	42,5	5,9	9,7	39,9	6,0	6,2	35,1
	Salvador até Camamu	19,6	25,4	74,5	15,3	20,6	65,0	7,9	13,2	50,8	8,6	15,1	51,3	16,1	20,4	62,6
	Ilhéus 2	55,5	59,9	100,0	47,3	51,5	100,0	22,6	32,9	77,6	14,0	27,7	63,4	49,8	54,3	100,0
BA/ES	Banco de Abrolhos	44,8	51,7	95,7	41,0	55,7	98,0	26,1	51,8	96,2	30,3	55,6	98,2	39,0	54,6	99,6
ES	Vitória	3,8	5,7	68,5	4,1	7,3	61,0	1,9	5,4	48,4	3,7	7,9	50,4	4,4	7,7	60,9
RJ	Rio de Janeiro	0,0	0,0	20,4	0,0	0,0	22,4	0,0	0,0	14,6	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	25,8
Probabilidades máximas		55,5	59,9	100,0	47,3	55,7	100,0	26,1	51,8	96,2	30,3	55,6	98,2	49,8	54,6	100,0

CVA Cetáceos – Boto-cinza

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é uma espécie de odontoceto com aproximadamente 2 m de comprimento e peso corpóreo que pode atingir 120 kg (CULIK, 2004; ROCHA-CAMPOS et al., 2011). É um dos delphinídeos mais estudados (BOROBIA & BARROS, 1989; BOROBIA et al., 1991; SANTOS et al., 2001; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004; DI BENEDITTO et al., 2001) e também um dos mais comuns do litoral brasileiro, distribuindo-se desde o litoral de Santa Catarina até o litoral da costa oeste da América Central (JEFFERSON et al., 2008).

Apesar de ser uma espécie marinha, ocorre em ambientes costeiros, predominantemente em áreas estuarinas, baías e desembocaduras de rios (FLORES & SILVA, 2009). Sua ocorrência está fortemente associada à existência de manguezais, ocorre com maior frequência em águas com menos de 25 m de profundidade, preferindo regiões a até 5 km da costa e entre isóbatas de 2 e 10 m (ROCHA-CAMPOS et al., 2011). Mesmo quando ocorre em regiões mais distantes da costa, como no Arquipélago de Abrolhos (CANTOR et al., 2012), sempre tem preferência por águas rasas, onde se alimenta de uma forma bastante diversificada, consumindo peixes ósseos, lulas e outros cefalópodes, e eventualmente crustáceos (ROCHA-CAMPOS et al., 2011).

Os botos-cinza têm vida longa e reprodução lenta. Em geral, podem atingir até 30 anos de idade e a maturidade sexual ocorre com pouco mais de 6 anos (RAMOS et al., 2000; ROSAS et al., 2003; SANTOS et al., 2003 apud AZEVEDO et al., 2009). As fêmeas dão à luz em intervalos de aproximadamente três anos e cada gestação dura 12 meses.

Ao contrário da maioria das espécies de cetáceos, que se deslocam regularmente por longas distâncias no ambiente marinho, as populações de botos-cinza possuem certo grau de residência ao sistema estuarino que ocupam, onde se localizam suas áreas de alimentação, descanso e reprodução, raramente se deslocando de um estuário a outro (FLORES & SILVA, 2009; NERY et al., 2008; ROSSI-SANTOS et al., 2007). É uma espécie gregária, que forma preferencialmente grupos de até 50 indivíduos, embora já tenham sido avistados grupos com mais de 150 botos (FLORES, 2002 apud AZEVEDO et al., 2009). A

população parece ser composta de um núcleo principal de indivíduos que residem há muito tempo no local e estão presentes o ano todo, apesar de haver outros indivíduos que possuem baixa fidelidade ao local, emigrando temporariamente da área ou imigrando/retornando para ela vindos de locais vizinhos.

Foram identificadas diversas áreas de concentração, alimentação e reprodução da espécie associadas principalmente aos grandes estuários e baías da área suscetível ao óleo, como a Baía da Guanabara (CARVALHO et al., 2009; MELO, 2010), o entorno da foz do Rio Doce (PINHEIRO, 2014; ROSSI-SANTOS et al., 2006a; WEDEKIN & ROSSI-SANTOS, 2009 apud PETROBRAS/AECOM, 2014), a região costeira de Caravelas, no Banco de Abrolhos (CANTOR et al., 2012; ROSSI-SANTOS, 2006; ROSSI-SANTOS et al., 2003, 2006a, 2007; WEDEKIN & ROSSI-SANTOS, 2009 apud PETROBRAS/AECOM, 2014), o entorno da foz dos Rios Cachoeira e Almada, em Ilhéus (GONÇALVES, 2009; IZIDORO & LE PENDU, 2012a, 2012b; NASCIMENTO, 2006; PETROBRAS/AECOM, 2014; SANTOS, 2010; SANTOS et al., 2010, 2013), a Baía de Camamu (REIS, 2004 apud PETROBRAS/AECOM, 2014; REIS et al., 2000 apud PETROBRAS/AECOM, 2014), a Baía de Todos os Santos (REIS & QUEIROZ, 1992 apud PETROBRAS/AECOM, 2014; REIS et al., 2000, 2009 apud PETROBRAS/AECOM, 2014), o estuário do rio Vaza-Barris em Sergipe (JESUS et al., 2002; REIS et al., 2010), entre diversas outras.

Estudos realizados na foz do Rio Caravelas, no sul da Bahia, indicam que a população local de boto-cinza encontra-se aparentemente estável (CANTOR et al., 2012). Os resultados obtidos para esta população ainda sugeriram que sua taxa de sobrevivência é relativamente elevada e similar àquela do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*).

A Baía de Guanabara abriga uma população de cerca de 34 botos-cinzas¹⁴, que utilizam a área para residência e forrageamento (DORNELES et al., 2008). Essa população está cronicamente exposta a contaminantes derivados da intensa ocupação humana no local. Azevedo et al. (2007), que estudaram o uso de

¹⁴<http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/8060-com-os-botos-na-baia-de-guanabara>

habitat marinho por *Sotalia guianensis* na Baía de Guanabara, observaram que os indivíduos evitavam os locais mais degradados da baía, o que sugere que a degradação do habitat pode afetar a distribuição da espécie. Além disso, a interação desses cetáceos com a atividade pesqueira na baía é extremamente intensa e danosa (AZEVEDO et al., 2008).

A espécie encontra-se na categoria “vulnerável” à extinção em nível nacional (MMA, 2014), apesar de sua ampla distribuição na costa. Em nível global, é considerado que a falta de conhecimento sobre a espécie não permite que seja definido seu grau de ameaça, estando classificado na categoria “dados insuficientes” (IUCN, 2016).

Resumo do CVA Cetáceos – Boto-cinza e cálculos de probabilidade de toque

Para fins do cálculo de risco, o CVA Cetáceos – Boto-cinza foi classificado como fixo, por conta do padrão de distribuição espacial concentrado que os grupos apresentam dentro da área de ocorrência costeira. A partir do mapeamento, extraiu-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA, para cada ponto modelado, faixa de volume e período do ano (abril a setembro e outubro a março), sem nenhum tipo de ponderação.

Considerou-se, na abordagem do tempo de recuperação, a falta de informações mais aprofundadas acerca dos efeitos do óleo sobre essa espécie e do processo de reestruturação das populações após um possível acidente que pudesse gerar mortalidade de indivíduos. Apesar disso, contou-se com as informações aqui descritas sobre as populações existentes e sua distribuição, e sobre o comportamento dessa espécie. Ponderou-se, por outro lado, o fato desta espécie estar sob algum grau de ameaça, com suas populações já sofrendo pressão de outros impactos antrópicos, sobretudo da captura acidental por redes de pesca. Assim, optou-se por adotar uma estimativa de tempo de recuperação de **10 anos** para populações desse cetáceo de pequeno porte.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Cetáceos - Boto-cinza	Fixa – áreas de concentração em baías, estuários e na região costeira entre SP e RJ, com presença o ano todo	10 anos

O **Quadro II.8.4.2.4-2** e o **Quadro II.8.4.2.4-3** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Boto-cinza a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de Abril a Setembro a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de até 55,4% (P1), de até 58,9% (P5) para vazamento de 200 m³ e de até 100% (P1, P4 e P5) para vazamento de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque para vazamentos ocorrem nas áreas de concentração entre a Baía de Todos os Santos e Ilhéus (BA). Já no período de Outubro a Março, a probabilidade máxima de toque para um vazamento de 8 m³ foi de até 40,5% (P1), para vazamento de 200 m³ foi de 48,2% (P2), e para vazamento de VPC foi de 99,8% (P1). Nesta época do ano, as áreas de concentração com maiores probabilidades de toque foram as localizadas no centro-sul do litoral Baiano, entre Caravelas-Abrolhos e Ilhéus.

A presença do CVA Cetáceos – Boto-cinza dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.4-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Boto-cinza, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em **negrito** – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Barra da Tabatinga	1,2	1,3	13,6	0,0	0,1	3,6	1,9	2,0	14,3	0,2	0,1	7,5	0,0	0,0	2,4
	Lagoa de Guaráiras	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Praia da Pipa	1,0	0,9	12,1	0,0	0,2	5,1	1,2	0,0	0,0	0,2	0,3	8,3	0,0	0,0	3,3
	Baía Formosa	1,0	1,3	16,3	0,1	0,1	8,2	1,3	1,6	16,5	0,1	0,5	16,0	0,1	0,0	4,9
PE	Porto de Recife	3,7	5,8	36,0	0,7	1,0	18,4	5,2	6,8	42,5	1,5	1,9	29,3	0,2	0,5	12,4
	Porto de Suape	2,8	6,0	33,5	0,6	0,9	17,1	3,6	6,4	37,7	1,2	2,5	27,7	0,2	0,7	11,7
AL	Porto de Maceió	4,1	6,6	30,3	1,1	1,5	15,6	6,2	7,4	33,4	2,2	3,7	25,1	0,2	1,0	10,6
SE	Estuário do Rio Sergipe	23,1	30,1	78,3	4,6	9,3	51,9	17,4	25,5	71,5	11,3	16,7	66,5	3,7	7,7	40,4
	Estuário do Rio Vaza-Barris	29,8	34,6	84,8	6,2	12,2	57,4	24,3	31,2	77,1	14,7	18,7	70,9	5,1	8,8	45,5
	Estuário do Rio Real	31,5	38,9	86,5	6,4	14,7	58,1	22,6	32,3	73,1	13,3	19,8	69,2	3,1	8,6	42,8
BA	Baía de Aratu	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
	Baía de Todos os Santos	55,4	58,3	99,1	30,3	39,5	93,6	27,1	41,2	99,0	22,6	34,6	94,2	17,6	28,6	86,3
	Estuário do Rio Paraguaçu	3,9	7,9	37,4	0,9	3,8	14,7	0,1	1,3	7,1	0,1	1,7	8,9	0,5	2,3	7,7
	Estuário do Rio Jaguaripe	52,1	57,4	99,9	27,0	37,4	94,6	21,5	37,6	98,9	17,5	29,5	95,1	15,8	26,9	87,7
	Valença até Gamboa	4,1	4,4	36,0	0,2	0,3	3,1	0,1	0,3	4,3	0,0	0,5	4,2	0,0	0,4	1,4
	Barra do Carvalho	38,2	44,6	100,0	36,2	44,4	96,3	22,8	33,7	98,7	23,7	35,0	95,3	28,0	38,0	91,5
	Baía de Camamu	19,8	23,3	97,9	24,7	35,8	94,1	16,5	25,3	92,7	15,9	24,8	81,8	19,6	31,4	87,7
	Ilhéus 1	41,9	45,8	94,4	46,1	49,5	99,9	25,9	32,7	96,6	35,0	44,7	100,0	52,2	58,9	100,0
Estuário/Barra do Rio Pardo	4,9	7,4	21,6	8,4	11,7	56,2	3,7	7,8	40,9	6,6	15,6	66,4	19,3	24,7	79,1	

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Porto Seguro	0,9	1,7	9,9	0,7	1,8	26,5	0,8	2,1	15,0	0,8	3,2	35,0	1,5	3,0	36,9
	Abrolhos-Caravelas	3,7	6,1	12,9	3,7	7,7	31,7	3,5	5,8	27,5	4,1	7,9	39,3	4,3	8,3	39,7
ES	Abrolhos-Rio Doce	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	4,6
RJ	Atafona a Flecheira	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	1,0
Probabilidades máximas		55,4	58,3	100,0	46,1	49,5	99,9	27,1	41,2	99,0	35,0	44,7	100,0	52,2	58,9	100,0

Quadro II.8.4.2.4-3 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Boto-cinza, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Barra da Tabatinga	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Porto de Recife	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Porto de Suape	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AL	Porto de Maceió	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
SE	Estuário do Rio Sergipe	0,3	0,8	9,3	0,2	0,2	3,4	0,4	0,6	5,9	0,1	0,1	5,7	0,1	0,1	3,6
	Estuário do Rio Vaza-Barris	0,5	0,6	7,7	0,2	0,1	2,6	0,2	0,6	6,0	0,2	0,5	4,6	0,2	0,0	1,8
	Estuário do Rio Real	0,6	1,3	7,9	0,3	0,2	1,8	0,4	0,6	4,1	0,2	0,5	3,4	0,1	0,6	2,0
BA	Baía de Aratu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Baía de Todos os Santos	7,6	11,0	53,4	3,7	6,8	26,9	2,4	4,8	19,5	2,3	5,2	19,0	2,6	3,6	19,6
	Estuário do Rio Paraguaçu	0,4	0,6	2,2	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,0	0,2	0,4
	Estuário do Rio Jaguaripe	4,4	4,9	33,1	0,4	2,0	10,1	0,7	1,6	8,6	1,4	2,3	10,4	0,8	2,0	9,2
	Valença até Gamboa	0,1	0,5	2,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
	Barra do Carvalho	14,1	18,9	67,5	9,3	14,0	54,7	2,4	7,0	26,7	3,1	8,1	40,4	8,5	10,3	51,0
	Baía de Camamu	9,6	16,0	64,8	7,6	15,1	55,1	2,4	6,1	25,7	2,6	6,9	29,9	9,1	12,4	52,4
	Ilhéus 1	37,5	43,2	99,8	17,5	28,8	87,8	9,7	21,8	59,3	8,2	19,6	52,8	15,9	26,0	65,6
	Estuário/Barra do Rio Pardo	40,5	45,8	90,5	17,8	33,9	93,6	7,1	16,5	48,8	2,8	12,2	42,8	15,3	34,6	87,0
	Porto Seguro	16,3	21,8	57,2	6,0	16,7	69,4	1,7	3,0	10,1	1,8	9,2	28,2	6,4	17,0	54,6
	Abrolhos-Caravelas	38,2	47,0	93,3	25,0	48,9	93,9	12,1	31,0	74,2	11,0	34,3	77,2	26,0	46,5	94,4
ES	Abrolhos-Rio Doce	8,8	20,8	77,7	7,7	15,6	77,4	6,1	12,6	61,1	7,1	14,2	62,6	7,5	18,0	78,1
	Baía de Benevente	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
RJ	Atafona a Flecheira	0,0	0,0	29,7	0,0	0,1	34,8	0,0	0,0	26,4	0,0	0,1	28,1	0,2	0,3	37,1
	Baía de Guanabara	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Baía de Sepetiba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		40,5	47,0	99,8	25,0	48,9	93,9	12,1	31,0	74,2	11,0	34,3	77,2	26,0	46,5	94,4

CVA Cetáceos – Toninha

A toninha (*Pontoporia blainvillei*) é a menor espécie de odontoceto presente em águas brasileiras, alcançando um comprimento de até 177 cm, no caso das fêmeas, e de até 158 cm nos machos (CRESPO, 2009; CULIK, 2004). Ocorre em águas costeiras e estuarinas e sua área de distribuição é relativamente pequena quando comparada à de outros cetáceos. Sua distribuição se estende de Itaúnas (ES) até Golfo Nuevo (Argentina) (ROCHA-CAMPOS et al., 2010). Além disso, ao longo dessa área sua ocorrência não é contínua, existindo dois hiatos onde a espécie não ocorreria por razões ainda não elucidadas, mas que podem estar relacionadas a fatores como a presença de descargas fluviais, temperatura da água, transparência, profundidade, largura da plataforma continental e presença de predadores (BORDINO et al., 2002; ROCHA-CAMPOS et al., 2010; CRESPO, 2009; CULIK, 2004). Um dos hiatos corresponde à região entre a baía da Ilha Grande e Macaé, no litoral fluminense, e o outro localiza-se entre a Barra do Itabapoana, no extremo norte do Rio de Janeiro, e Aracruz, no Espírito Santo (DANILEWICZ et al., 2012; ROCHA-CAMPOS et al., 2010). A partir dessa distribuição disjunta, a espécie possui três populações isoladas na região costeira da área suscetível ao óleo, sendo uma no norte do Espírito Santo, entre Itaúnas e Santa Cruz (DANILEWICZ et al., 2012; FREITAS NETTO & SICILIANO, 2007; MORENO et al., 2003a; ROCHA-CAMPOS et al., 2010), uma no norte do Rio de Janeiro, entre Barra do Itabapoana e Macaé (DANILEWICZ et al., 2012; DI BENEDETTO, 2003; DI BENEDETTO et al., 2001; MOURA et al., 2009; ROCHA-CAMPOS et al., 2010; SIMMAM, 2016) e uma terceira população da Baía da Ilha Grande (RJ) até o limite sul de distribuição da espécie (Golfo Nuevo – Argentina) (DANILEWICZ et al., 2012; ROCHA-CAMPOS et al., 2010; SIMMAM, 2016). Essa distribuição disjunta dificulta a conservação da espécie.

As toninhas possuem certa especificidade de habitat, preferindo águas turvas e rasas, sendo esse um dos potenciais fatores para explicar a distribuição disjunta da espécie (PINEDO et al., 1989; BROWNELL, 1989; SICILIANO et al., 2002). Seguindo as informações disponíveis na literatura, consideramos como área de ocorrência preferencial a faixa marinha rasa, até a isóbata de 30 m, onde se concentram as visualizações e capturas acidentais da espécie (BORDINO et al.,

2002; DANILEWICZ et al., 2012; ROCHA-CAMPOS et al., 2010; SICILIANO et al., 2006).

As toninhas vivem geralmente em grupos pequenos, de 2 a 5 indivíduos, mas podem, eventualmente, formar grupos de poucas dezenas de indivíduos (MMA, 2008). A dieta da espécie inclui uma ampla variedade de presas de pequeno porte, tendo sido registrados cerca de 80 itens, principalmente peixes ósseos e lulas de regiões estuarinas e costeiras (ROCHA-CAMPOS et al., 2010).

Com relação à biologia reprodutiva da espécie, sabe-se que as fêmeas de toninha têm apenas um filhote a cada gestação, que nasce após um período de 11 meses (ROCHA-CAMPOS et al., 2010). A idade de maturidade sexual parece ter uma variação ao longo da área de distribuição, tendo sido verificada com dois a três anos no Rio de Janeiro (DI BENEDITTO & RAMOS, 2001) e com quatro a cinco anos no sul do estado de São Paulo (ROSAS & MONTEIRO-FILHO, 2002; DANILEWICZ, 2003; DANILEWICZ et al., 2004). O ciclo reprodutivo da espécie é anual ou bianual.

Atualmente a toninha é considerada criticamente ameaçada de extinção no Brasil (MMA, 2014), sendo considerada a espécie de cetáceo em território nacional com maior ameaça de extinção (OTT et al., 2001). É ainda enquadrada na categoria “vulnerável” à extinção em nível internacional (IUCN, 2016). Dentre as principais ameaças, pode ser citada a captura acidental por redes de emalhe e de arrasto utilizadas tanto na pesca industrial quanto artesanal. Ademais, a espécie sofre ainda com a degradação de ambientes marinhos costeiros (ROCHA-CAMPOS et al., 2010). Esforços de conservação no sentido de diminuir a captura acidental de criar áreas de proteção para essa espécie poderão, em longo prazo, combater o declínio e aumentar as taxas de crescimento populacional (ROCHA-CAMPOS et al., 2010), favorecendo, no caso de eventos acidentais, uma recuperação mais rápida de suas populações.

Resumo do CVA Cetáceos – Toninha e cálculos de probabilidade de toque

Para fins do cálculo de risco, o CVA Cetáceos – Toninha foi classificado como fixo, por conta de seu padrão de distribuição espacial concentrada, tendo como limite batimétrico os 30 m de profundidade. Além disso, considerou-se o fato de a

espécie apresentar distribuição disjunta e populações isoladas na costa brasileira. A partir do mapeamento, extraiu-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA, para cada ponto de risco, faixa de volume e período do ano (abril a setembro e outubro a março), sem nenhum tipo de ponderação.

Com relação ao tempo de recuperação, verificou-se a falta de informações detalhadas acerca dos efeitos do óleo sobre essa espécie e suas populações. Apesar disso, analisaram-se as informações disponíveis sobre seu comportamento (formação de pequenos grupos, velocidade de deslocamento, distanciamento de embarcações) e biologia (pequeno porte, reprodução precoce e curto intervalo entre nascimentos). Por outro lado, ponderou-se o fato de esta espécie ser endêmica do Atlântico Sul ocidental e estar sob alto grau de ameaça, com grande pressão de outros impactos antrópicos sobre suas populações. Assim, a estimativa de tempo de recuperação para populações desse cetáceo foi de **15 anos**.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Cetáceos - Toninha	Fixa - i) Subpopulação entre Itaúnas e Santa Cruz (ES) - limite batimétrico de 30 m; ii) Subpopulação entre Barra de Itabapoana e Macaé (RJ) - limite batimétrico de 30 m; iii) Subpopulação da Baía Ilha Grande (RJ) em direção ao sul - limite batimétrico de 30 m.	15 anos

O **Quadro II.8.4.2.4-4** e o **Quadro II.8.4.2.4-5** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Toninha a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de Abril a Setembro não houve toque em nenhuma das áreas de ocorrência da espécie para os modelos considerando volume de 8 m³. Para vazamentos de 200 m³, a maior probabilidade modelada foi de 0,2% (P2 e P5); já no modelo com vazamento de VPC, a probabilidade máxima de toque foi de 8,6% (P4). Já no período de Outubro a Março, a probabilidade máxima de toque para vazamento de 8 m³ foi

de 9,6% (P1), de 25,1% (P1) para vazamento de 200 m³, e de 82,5% (P1) para vazamento de VPC. Em ambas épocas do ano as maiores probabilidades modeladas ocorreram no polígono entre Itaúnas a Santa Cruz.

A presença do CVA Cetáceos – Toninha dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.4-4- Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Toninha, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em **negrito** – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
ES	Itaúnas a Santa Cruz	0,0	0,1	1,4	0,0	0,2	3,6	0,0	0,1	3,9	0,0	0,0	8,6	0,0	0,2	6,9
RJ	Barra do Itabapoana a Macaé	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	1,1
RJ / SP	Baía de Ilha Grande ao sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		0,0	0,1	1,4	0,0	0,2	3,6	0,0	0,1	3,9	0,0	0,0	8,6	0,0	0,2	6,9

Quadro II.8.4.2.4-5- Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Cetáceos – Toninha, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em **negrito** – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
ES	Itaúnas a Santa Cruz	9,6	25,1	82,5	4,4	17,8	78,9	1,1	8,6	48,0	1,2	8,7	48,4	3,5	20,6	79,0
RJ	Barra do Itabapoana a Macaé	1,9	3,3	44,0	1,0	2,3	44,9	0,1	0,7	38,1	0,8	2,8	38,2	1,5	3,4	44,2
RJ / SP	Baía de Ilha Grande ao sul	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,3
Probabilidades máximas		9,6	25,1	82,5	4,4	17,8	78,9	1,1	8,6	48,0	1,2	8,7	48,4	3,5	20,6	79,0

II.8.4.2.5. CVA Peixe-boi

Dentre as duas espécies de sirênios brasileiros, uma ocorre na área suscetível, o peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*). Esta espécie possui duas subespécies reconhecidas: *T. m. latirostris*, que habita a costa dos Estados Unidos (principalmente da Flórida), e *T. m. manatus*, ou peixe-boi-das-Antilhas, que ocorre desde as Bahamas até o Nordeste do Brasil (HATT, 1934; DOMNING & HAYEK, 1986; LIMA, 1997).

No contexto do presente estudo, o peixe-boi-marinho foi selecionado como CVA devido a sua importância para as comunidades locais (LUNA, 2001), como parte da cultura e do ideário coletivo, e por se tratar de uma espécie ameaçada de extinção, sendo sua conservação de interesse nacional e internacional. Além disso, o peixe-boi-marinho desempenha importante função ecológica no controle de algas e gramíneas marinhas, sendo considerada ainda “sentinela” de mudanças ambientais, fornecendo respostas sobre a qualidade dos ambientes onde vivem (BONDE et al., 2004; SOUSA et al., 2011).

Suas características morfológicas incluem um comprimento corporal entre 2,5 e 4 m, com peso variando entre 200 e 600 kg (HUSAR, 1977). Possui olhos pequenos, com visão binocular, capazes de distinguir objetos a até 10 m de distância em águas claras (LAMPHEAR, 1989). Seu corpo é recoberto por pelos esparsos com função sensorial, que os auxilia no deslocamento em águas turvas (REYNOLDS & ODELL, 1991). A respiração do peixe-boi é pulmonar e eles possuem duas narinas acima dos lábios superiores (REEVES et al., 1992). Nadam com uma velocidade média de 5 a 8 km/h, mas podem atingir até 30 km/h em rajadas curtas (HARTMAN, 1979).

Conforme citado, sua distribuição se estende desde as Antilhas até o litoral do nordeste brasileiro, ocorrendo em ambientes costeiros rasos e estuarinos. A presença do peixe-boi-marinho em determinado local está tipicamente associada à presença de bancos de gramíneas e recifes de coral costeiros, locais de águas calmas onde encontram condições propícias ao descanso, criação dos filhotes e pastoreio (PALUDO, 1997). Outra variável que parece ser relevante para a escolha do habitat pelo peixe-boi-marinho é a oferta de fontes de água doce,

conhecidas também como “olhos d’água” ou “olheiros” (ODELL, 1982; LEFEBVRE et al. 2001; ALVES, 2007). Apesar do peixe-boi preferir águas rasas, com até 5 m de profundidade, o limite batimétrico considerado para delimitação da área de ocorrência foi de 12 m, uma vez que esta é a faixa onde se concentram os registros de visualização da espécie (e.g. ALVES, 2013; ALVES et al., 2013a; BOROBIA & LODI, 1992; COSTA, 2006; PALUDO & LANGGUTH, 2002). Este é também o limite batimétrico estabelecido na Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBIO nº 02, de 21/11/2011, como área de restrição permanente da atividade de aquisição de dados sísmicos.

Na costa brasileira, se distribuem de forma descontínua desde o litoral do Amapá até Alagoas (ANDRADE et al., 2011). Sua área de distribuição original se estendia até o litoral do Espírito Santo, no entanto, apesar do registro de trânsito de indivíduos reintroduzidos entre Pontal do Peba, AL, e Salvador, BA (LIMA, 2008; LIMA & PASSAVANTE, 2013; LIMA et al., 2012b), a espécie não possui populações atuais reconhecidas ao sul da localidade de Pontal do Peba. Dessa forma, considera-se que a espécie foi extinta localmente ao sul dessa localidade, nos estados de Sergipe, Bahia e Espírito Santo (ANDRADE et al., 2011; REYNOLDS et al., 2009).

Ao longo da faixa litorânea de ocorrência da espécie na área suscetível existe um hiato de distribuição da espécie entre Olinda e Tamandaré, no estado de Pernambuco (ANDRADE et al., 2011; ALVES, 2013; ALVES et al., 2013a, b; CHOI, 2011; LIMA, 1997; LIMA et al., 2011), apesar dessa área apresentar características ecológicas propícias à ocorrência da espécie. Os resultados obtidos por Lima et al. (2011) também confirmaram a disjunção na distribuição do peixe-boi-marinho na costa nordeste brasileira, indicando ainda que esta descontinuidade existe há pelo menos seis décadas.

Atualmente, a área de ocorrência da espécie que está sobreposta à área suscetível a um derramamento de óleo é a faixa litorânea desde o Pontal do Peba, no litoral sul de Alagoas, até Touros, no estado do Rio Grande do Norte, desconsiderando-se apenas o hiato de ocorrência da espécie entre Tamandaré e Olinda, no estado de Pernambuco (ANDRADE et al., 2011; ALVES, 2013; ALVES et al., 2013a, b; CHOI, 2011; LIMA, 1997; LIMA et al., 2011). Nessa região,

destaca-se a existência da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, que se estende desde o litoral de Maceió (AL) até Tamandaré (PE), no interior da qual foi proposta a definição da Zona de Conservação da Vida Marinha (ZCVM) do Peixe-Boi, destinada à proteção dessa espécie e seu habitat. Tal área se estende da Barreira do Boqueirão, em Japaratinga, a São Miguel dos Milagres¹⁵, ambos locais situados no litoral de Alagoas. Na região da APA dos Corais é realizado ainda o Programa de Manejo para a Conservação de Peixes-boi no Brasil, que teve início em 1994, tendo como uma de suas principais ações a reintrodução de animais nos ambientes estuarinos e costeiros, como uma tentativa de recolonizar áreas ocupadas no passado, reconectar populações isoladas entre os estados de Alagoas e Pernambuco e aumentar a variabilidade genética destas populações, diminuindo o risco de extinção.

Segundo informação do Projeto Peixe-boi CMA/ICMBio, em 20 anos de atividades, foram devolvidos à natureza 41 animais entre os estados de Alagoas e Paraíba e 28 em Alagoas, sendo que, destes, 26 foram soltos em Porto de Pedras, no litoral de Alagoas, principal área de soltura da espécie no país. Atualmente existe um indivíduo de peixe-boi que foi reintroduzido no estado de Alagoas e deslocou-se para o estado de Sergipe, apresentando eventuais deslocamentos até o litoral norte da Bahia e sítio de fidelidade no estuário do Rio Vaza-Barris (SE) (LIMA et al., 2012).

Além da já mencionada APA Costa dos Corais, que abrange parte da área de ocorrência do peixe-boi marinho onde há probabilidade de toque por óleo de acordo com as modelagens, foi também criado em seu interior, por interferência direta do IMA/AL e do Projeto Peixe-boi, o Parque Municipal Marinho de Paripueira (AL)¹⁶, que visa principalmente a proteção deste mamífero marinho e dos ambientes recifais onde ele habita, disciplinando, através da Resolução CEPRAM nº 04/96, o uso de embarcações motorizadas na área, e criando corredores de navegação para os barcos de pesca e área destinada a esportes

¹⁵http://www.associacaopeixeboi.com.br/wp-content/uploads/2014/09/mapa_zona_peixe_boi.jpg

¹⁶http://www.pm.al.gov.br/bpa/reserva_mun_paripueira.html

náuticos. Há ainda documento público que indicou o peixe-boi como beneficiário do esforço conservacionista da APA de Piaçabuçu, adjacente à foz do Rio São Francisco, na divisa entre Sergipe e Alagoas (ZERBINI et al., 1999).

Por serem herbívoros, os peixes-bois precisam ingerir grande quantidade de alimento, consumindo diariamente o equivalente a até 7% de seu peso corporal (REYNOLDS et al., 2009) e chegando a utilizar de seis a oito horas diárias apenas para alimentação (BETRAM & BETRAM, 1964 apud HUSAR, 1977). Os peixes-boi possuem um metabolismo lento, cerca de 20 a 30% mais baixo do que seria esperado para o seu tamanho, em comparação com outras espécies de mamíferos. Isso está provavelmente relacionado com sua dieta pobre em nutrientes (REYNOLDS et al., 2009). Consomem basicamente folhas de capim-agulha, folhas de mangue, algas, além de outras fanerógamas marinhas (ANDRADE et al., 2011). A espécie apresenta ainda grande importância ecológica por controlarem, através da herbivoria, a densidade de algas e gramíneas marinhas, que poderiam se proliferar e comprometer a diversidade de habitats na zona costeira. Suas fezes são capazes de fertilizar a coluna d'água, favorecendo a nutrição e a reprodução de larvas de peixes, entre outros organismos, os quais servem como alimento para níveis superiores da teia trófica marinha (TESSARIOLI et al., 2007).

Os dados sobre a biologia da sub-espécie de peixe-boi-marinho encontrada no Brasil (*Trichechus m. manatus*) são escassos, sendo a maioria dos dados existentes para a espécie derivados de estudos realizados com a sub-espécie encontrada na Flórida (*T. m. latirostris*). Para ela, sabe-se que a gestação dura de 11 a 13 meses, o intervalo médio entre nascimentos é de 2,5 a 3 anos e a fêmea permanece com o filhote em média por 1 a 2 anos, embora esse período possa se prolongar por até 4 anos. A somatória desses tempos faz com que o intervalo entre nascimentos seja longo e, portanto, a taxa reprodutiva seja muito baixa. As fêmeas têm geralmente um filhote por gestação, mas há casos de nascimentos de gêmeos, até mesmo em cativeiro, como já registrado na Sede Nacional do Projeto Peixe-Boi, em Ilha de Itamaracá/PE (ANDRADE et al., 2011). O maior número de nascimentos na Flórida ocorre entre maio e setembro (primavera e verão) e a maior frequência de grupos de acasalamento ocorre entre fevereiro e julho

(ANDRADE et al., 2011; REYNOLDS et al., 2009). Para a sub-espécie brasileira, Meirelles (2008) sugere, a partir da análise temporal de encalhes de filhotes no litoral do Ceará, que o acasalamento e os nascimentos têm pico no verão. Entretanto, esta seria apenas uma evidência indireta.

O peixe-boi-marinho é uma espécie considerada criticamente ameaçada de extinção no Brasil (MMA, 2014), mas que se enquadra sob a categoria “vulnerável” em nível internacional (IUCN, 2016). Tal situação se dá pelo fato de que a subespécie que habita a costa brasileira encontra-se sob níveis mais críticos de ameaça. Estima-se que a população mundial de peixe-boi-marinho esteja em torno de 2.500 indivíduos. No entanto, a mesma estimativa para as populações da costa brasileira é de apenas 500 indivíduos (ALVES, 2007). Visto que diversos fatores de impacto sobre esse animais ainda se encontram em curso, estima-se um declínio populacional de pelo menos 50% ao longo de três gerações (cerca de 60 anos), ou um declínio de 20% em duas gerações, caso medidas mitigadoras não sejam implementadas (ICMBio¹⁷). Mesmo que outros estudos realizados tenham estimado um número maior de indivíduos na costa brasileira, em torno de 1.150 indivíduos (ALVES, 2013), todas as estimativas apontam para um tamanho populacional extremamente reduzido e sob níveis críticos de ameaça.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Peixe-boi

Com relação à sensibilidade do peixe-boi-marinho ao óleo, destaca-se que a espécie apresenta menor capacidade natatória em comparação com outros cetáceos. Mesmo podendo alcançar uma velocidade de deslocamento de até 30 km/h, a maior parte desses deslocamentos é feita com uma velocidade média de 5 a 8 km/h (HARTMAN, 1979). Sua respiração pulmonar faz com que tenham necessidade de alcançar a superfície frequentemente. Além disso, por possuírem um metabolismo lento, passam de 2 a 12 horas por dia descansando na superfície, e mesmo quando submersos, ocorrem em águas rasas e pernamecem

¹⁷<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/6162-especie-6162.html>

na maior parte do tempo bastante próximos à superfície (ANDRADE et al., 2011; HUSAR, 1978; REYNOLDS et al., 2009), onde ficam suscetíveis à exposição direta ao óleo em um eventual caso de derramamento.

A fração volátil de óleo contém hidrocarbonetos tóxicos que evaporam, criando uma atmosfera concentrada nas proximidades do derrame (ALLEN & FERREK, 1993). O óleo, em contato direto com o corpo desses animais, assim como sua fração volátil, se inalada, pode causar irritação das mucosas dos olhos e vias respiratórias, possivelmente levando a congestão pulmonar ou até pneumonia. A exposição prolongada da pele ao óleo pode causar lesões e infecções. Potenciais efeitos de longo prazo podem incluir disfunções de órgãos internos e supressão do sistema imunológico (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2016). Tal situação pode ser agravada no caso de contato com filhotes ou fêmeas em período de gestação e amamentação, quando o filhote poderia ingerir o óleo aderido ao corpo da mãe. Como os peixes-boi se alimentam em bancos de macrófitas e algas localizados em áreas rasas, caso o óleo alcance os locais de alimentação e se deposite nesses bancos, pode ser ingerido e causar disfunções gastrointestinais (DEFENDERS OF WILDLIFE, 2016).

Devido à espessura da pele, entremeada por uma espessa camada de gordura, e a ausência de pelos, a exposição direta ao óleo provavelmente não causaria efeitos significativos sobre a termorregulação (GERACI, 1990).

Atualmente não há registros na literatura científica sobre o tempo de recuperação do peixe-boi-marinho frente a um vazamento acidental de óleo. Apesar disso, considerando os aspectos biológicos do peixe-boi-marinho, seu grau de ameaça e capacidade reprodutiva baixa, adotou-se um tempo de recuperação de **15 anos**.

Resumo do CVA Peixe-boi e cálculos de probabilidade de toque

Considerando que a distribuição da espécie é relativamente bem conhecida dentro da área potencialmente afetada pelo óleo, o CVA Peixe-boi foi classificado como fixo para fins de cálculo do risco, com presença o ano inteiro em duas áreas de ocorrência, separadas por um hiato na distribuição da espécie. A partir do mapeamento, extraiu-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA,

para cada faixa de volume e período do ano (Abril a Setembro e Outubro a Março), sem nenhum tipo de ponderação. Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Peixe-boi	Fixa - i) Área de ocorrência entre Pontal do Peba (AL) e Tamandaré (PE) - limite batimétrico de 12 m; ii) Área de ocorrência entre Olinda (PE) e Touros (RN) - limite batimétrico de 12 m.	15 anos

O **Quadro II.8.4.2.5-1** e **Quadro II.8.4.2.5-2** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos períodos de abril a setembro e outubro a março. no período de abril a setembro a probabilidade máxima de toque nas áreas de ocorrência deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de 16,7% (P1), de 21,1% (P1) para vazamento de 200 m³ e de 59,8% (P1) para vazamento de VPC. Já no período de outubro a março, não foram modelados toques para vazamento de 8 m³. Para vazamento de 200 m³ a probabilidade máxima modelada foi de até 0,1% (P3 e P4), e de 0,4% para vazamento de VPC (P3). Nesta época do ano, como pode ser visto, as probabilidades de toque foram menores que no outro período considerado. Em ambas épocas do ano as probabilidades máximas de toque ocorreram na área entre Tamandaré a Pontal do Peba (PE/AL).

A presença do CVA Peixe-boi dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Mamíferos (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.5-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
CE/RN/PB/PE	Barro Preto a Olinda	4,6	6,0	44,2	1,1	1,1	25,8	6,9	8,1	50,3	2,6	2,5	40,4	0,5	0,5	18,0
PE/AL	Tamandaré a Pontal do Peba	16,7	21,1	59,8	5,3	7,8	41,3	15,2	19,5	57,3	9,1	13,5	52,0	3,3	6,5	29,9
Probabilidades máximas		16,7	21,1	59,8	5,3	7,8	41,3	15,2	19,5	57,3	9,1	13,5	52,0	3,3	6,5	29,9

Quadro II.8.4.2.5-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
CE/RN/PB/PE	Barro Preto a Olinda	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
PE/AL	Tamandaré a Pontal do Peba	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Probabilidades máximas		0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1

II.8.4.2.6. Aves marinhas

Conforme Coelho et al. (1990), a expressão "aves marinhas", aplicada às espécies que ocorrem no ambiente marinho, é genérica, não refletindo as características ecológicas dos diversos grupos que ocupam este ambiente. Dentre as espécies de aves marinhas, existem aquelas que ocorrem nos habitats emersos, parcialmente alagados e nas águas próximas à costa, enquanto que outras ocorrem na região oceânica, mais afastada da costa. Dessa forma, as aves marinhas podem ser divididas em dois grupos, o das aves marinhas costeiras e o das aves marinhas oceânicas ou pelágicas (COELHO et al. 1990), embora haja certa sobreposição entre os grupos, com espécies que utilizam tanto as águas oceânicas quanto ambientes costeiros (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

As diferenças entre aves marinhas costeiras e aves marinhas oceânicas, além dos ambientes explorados, estão relacionadas a características como ciclo de vida, reprodução, distribuição e dinâmica populacional. De modo geral, as aves marinhas costeiras, que utilizam recursos mais abundantes disponíveis nos ecossistemas litorâneos e neríticos, possuem ciclos de vida mais curtos e maiores taxas reprodutivas. Por outro lado, as espécies de aves marinhas oceânicas estão adaptadas a utilizar os recursos mais escassos do ambiente que ocupam, podem percorrer centenas de quilômetros diariamente para se alimentar, passam a maior parte da vida em voo, pousando na água para se alimentar e descansar, se reproduzem em ilhas oceânicas em grandes agregações, possuem ciclos de vida longos e baixa taxa reprodutiva (INCHAUSTI & WEIMERSKIRCH, 2002; WEIMERSKIRCH & GUIONNET, 2002). De forma geral, as aves marinhas costeiras podem ser representadas pelas garças, patos, saracuras, biguás, atobás, batuíras, maçaricos, dentre outros. Já as aves oceânicas são representadas principalmente por membros da ordem Procellariiformes, como os albatrozes, petréis, painhos, pardelas, bobos e grazinas, também sendo incluído no grupo o pinguim.

Assim, considerando as diferenças biológicas entre esses dois grandes grupos de aves marinhas, e considerando que eventuais derramamentos de óleo no ambiente marinho podem afetar tanto aves marinhas oceânicas quanto

aquelas que se distribuem nos ambientes costeiros, estão sendo considerados dois CVAs para as aves, contemplando tanto as espécies de aves marinhas oceânicas quanto as de aves marinhas costeiras. Para tanto, foram consideradas todas as espécies de aves com ocorrência verificada para a área suscetível ao óleo e que utilizam regularmente o mar ou que sejam residentes de ilhas, assim como aquelas que estejam associadas a ecossistemas costeiros, como praias, planícies de maré, manguezais e corpos hídricos costeiros. O uso ou associação das espécies consideradas na presente análise abrange desde a utilização constante como a existência de eventos regulares, sazonais ou esporádicos de forrageio ou nidificação na área suscetível ao óleo, de acordo com as características ecológicas e de distribuição das espécies.

As aves marinhas, tanto costeiras quanto oceânicas, foram elencadas como CVAs na presente análise pois, além de serem altamente suscetíveis à poluição por óleo em ambientes marinhos, contemplam também diversas espécies ameaçadas e de interesse conservacionista. Ademais, a grande heterogeneidade de espécies e comportamentos abrangidos pelas aves marinhas torna esse grupo importante para o equilíbrio dos ecossistemas (VOOREN & BRUSQUE, 1999), por atuarem em toda a cadeia trófica, desde o consumo de plânctons como alimento, até o papel de predadores do topo da cadeia trófica. Adicionalmente, salienta-se a presença de espécies endêmicas e também de espécies migratórias (tanto costeiras quanto oceânicas), o que acrescenta uma dimensão internacional para a importância da conservação desses grupos.

Para a área suscetível ao óleo (área costeira e oceânica entre Touros-RN e o litoral do estado de São Paulo, nas bacias marítimas de Pernambuco-Paraíba até o norte da Bacia de Santos), existem registros de 209 espécies de aves marinhas, sendo 157 espécies marinhas costeiras e 52 espécies marinhas oceânicas.

O grupo de espécies de aves marinhas oceânicas que ocorrem na área suscetível ao óleo é composto por representantes de cinco ordens. A maioria delas é representante da ordem Procellariiformes (39 espécies), com destaque para as seis espécies de albatroz (*Thalassarche* spp. e *Diomedea* spp.). Abrange ainda três espécies da ordem Phaetontiformes (rabos-de-palha do gênero *Phaeton*), outras sete espécies da ordem Charadriiformes, família Stercorariidae

(mandriões do gênero *Stercorarius*), duas espécies da ordem Suliformes (tesourões), além do pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*). Dentre estas espécies, algumas são errantes e raramente observadas na área com probabilidade de óleo, como o pinguim-de-magalhães (*S. magellanicus*), o albatroz-arisco (*Thalassarche cauta*), o diablótim (*Pterodroma hasitata*), o mandrião-chileno (*Stercorarius chilensis*), entre outros (NEVES et al., 2006). Entretanto, a lista inclui apenas espécies com ocorrência confirmada para a região. Segue abaixo a listagem das aves marinhas oceânicas com ocorrência para a área suscetível ao óleo:

Ordem Sphenisciformes

- pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*)

Ordem Procellariiformes

- albatroz-arisco (*Thalassarche cauta*)
- albatroz-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*)
- albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophris*)
- albatroz-de-cabeça-cinza (*Thalassarche chrysostoma*)
- albatroz-real (*Diomedea epomophora*)
- albatroz-errante (*Diomedea exulans*)
- pomba-do-cabo (*Daption capense*)
- painho-de-barriga-branca (*Fregetta grallaria*)
- painho-de-barriga-preta (*Fregetta tropica*)
- painho-de-cauda-furcada (*Oceanodroma leucorhoa*)
- painho-da-ilha-da-madeira (*Oceanodroma castro*)
- alma-de-mestre (*Oceanites oceanicus*)
- painho-de-ventre-branco (*Pelagodroma marina*)
- bobo-grande (*Calonectris borealis*)
- bobo-de-cabo-verde (*Calonectris edwardsii*)
- pardelão-prateado (*Fulmarus glacialis*)
- petrel-gigante (*Macronectes giganteus*)
- faigão-de-bico-fino (*Pachyptila belcheri*)
- faigão-rola (*Pachyptila desolata*)

- faigão-de-bico-largo (*Pachyptila vittata*)
- pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*)
- pardela-cinza (*Procellaria cinerea*)
- pardela-de-óculos (*Procellaria conspicillata*)
- grazina-de-trindade (*Pterodroma arminjoniana*)
- grazina-de-desertas (*Pterodroma deserta*)
- diablótim (*Pterodroma hasitata*)
- grazina-de-bico-curto (*Lugensa brevirostris*)
- grazina-delicada (*Pterodroma mollis*)
- grazina-de-barriga-branca (*Pterodroma incerta*)
- grazina-da-madeira (*Pterodroma madeira*)
- piau-preto (*Phoebetria fusca*)
- piau-de-costas-claras (*Phoebetria palpebrata*)
- petrel-azul (*Halobaena caerulea*)
- alma-negra (*Bulweria bulwerii*)
- pardela-pequena (*Puffinus assimilis*)
- pardela-de-barrete (*Puffinus gravis*)
- pardela-escura (*Puffinus griseus*)
- pardela-sombria (*Puffinus puffinus*)
- pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*)

Ordem Phaethontiformes

- rabo-de-palha-de-bico-vermelho (*Phaethon aethereus*)
- rabo-de-palha-de-bico-laranja (*Phaethon lepturus*)
- rabo-de-palha-de-cauda-vermelha (*Phaethon rubricauda*)

Ordem Suliformes

- tesourão-grande (*Fregata minor*)
- tesourão-pequeno (*Fregata ariel*)

Ordem Charadriiformes

- mandrião-antártico (*Stercorarius antarcticus*)
- mandrião-chileno (*Stercorarius chilensis*)
- mandrião-de-cauda-comprida (*Stercorarius longicaudus*)
- mandrião-do-sul (*Stercorarius maccormicki*)

- mandrião-parasítico (*Stercorarius parasiticus*)
- mandrião-pomarino (*Stercorarius pomarinus*)
- mandrião-grande (*Stercorarius skua*)

A maior parte das espécies de aves marinhas oceânicas que ocorrem no Brasil são visitantes esporádicas, com hábitos migratórios, tanto vindas do norte como do sul. Das espécies listadas acima, apenas seis são consideradas residentes no Brasil, por se reproduzirem em território nacional e terem registros ao longo de todo o ano (CBRO, 2015), sendo a grazina-de-trindade (*Pterodroma arminjoniana*), a pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*), o rabo-de-palha (*Phaeton aethereus*), o rabo-de-palha-de-bico-laranja (*Phaeton lepturus*), o tesourão-grande (*Fregata minor*) e o tesourão-pequeno (*Fregata ariel*).

Dentre as espécies migratórias, a maior parte é proveniente das porções extremas do hemisfério sul (CBRO, 2015), utilizando o mar territorial brasileiro como área de invernagem (ANTAS, 1983; VOOREN & BRUSQUE, 1999; ICMBIO, 2013). O padrão de migração e nidificação dessas espécies é semelhante, aparecendo no Brasil entre os meses de maio e setembro, fugindo do rigoroso inverno austral e retornando para o extremo sul do continente americano para se reproduzirem no verão (NEVES et al., 2006).

A maior parte dessas espécies provenientes das porções antárticas não alcança porções tropicais, tendo o litoral fluminense como limite de sua área de migração. No entanto, existem registros ocasionais do albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophris*) para a costa e porções oceânicas do nordeste brasileiro, sendo que tais registros são comumente associados a indivíduos errantes levados para o norte por intensas tempestades em alto-mar (SICK, 1997). Já outras espécies, como a pardela-escura (*Puffinus griseus*), a pardela-de-barrete (*Puffinus gravis*), o painho-de-barriga-branca (*Fregetta grallaria*) e o painho-de-barriga-preta (*Fregetta tropica*), alcançam frequentemente porções de águas quentes do nordeste, tendo essas áreas dentro de sua distribuição (BIRDLIFE, 2016).

Os cinco migrantes pelágicos da ordem Procellariiformes que provêm do hemisfério norte, alma-negra (*Bulweria bulwerii*), cagarra-grande (*Calonectris*

borealis), cagarra-de-cabo-verde (*Calonectris edwardsii*), pardela-sombria (*Puffinus puffinus*) e painho-de-cauda-furcada (*Oceanodroma leucorhoa*) nidificam em ilhas da zona temperada entre as Ilhas de Cabo Verde e Islândia, incluindo as Ilhas Selvagens, nos Açores, as Ilhas Canárias e Arquipélago da Madeira (VOOREN & BRUSQUE, 1999). Já os quatro migrantes pelágicos da ordem Charadriiformes, família Stercorariidae, que provêm do hemisfério norte, mandrião-de-cauda-comprida (*Stercorarius longicaudus*), mandrião-parasítico (*S. parasiticus*), mandrião-pomarino (*S. pomarinus*) e mandrião-grande (*S. skua*) nidificam na tundra antártica (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Muitas das espécies de aves marinhas oceânicas, como os albatrozes, pardelas e petréis, nidificam quase que exclusivamente em ilhas, tanto próximas quanto distantes da costa. Algumas dessas espécies, como os albatrozes (*Thalassarche* spp. e *Diomedea* spp.) passam a maior parte da vida em alto-mar, procurando as ilhas oceânicas apenas para a nidificação (NEVES et al., 2006).

No Brasil existem diversas ilhas oceânicas utilizadas pelas aves marinhas oceânicas para a reprodução, ou para o descanso durante as invernadas ou deslocamentos migratórios, como o Atol das Rocas (ANTAS, 1991; BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009; FONSECA NETO, 2004; ICMBIO, 2016; SCHULZ NETO, 2004b; VOOREN & BRUSQUE, 1999), Fernando de Noronha (ANTAS, 1991; ICMBIO, 2016; SERRANO, 2011; SCHULZ NETO, 2004a; VOOREN & BRUSQUE, 1999), Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ANTAS, 1991; BOTH & FREITAS, 2004; FONSECA NETO, 2004; VOOREN & BRUSQUE, 1999), a Ilha de Trindade (ANTAS, 1991; FONSECA NETO, 2004; NEVES et al., 2006; VOOREN & BRUSQUE, 1999) e Arquipélago de Martim Vaz (ANTAS, 1991; VOOREN & BRUSQUE, 1999). Essas ilhas, entretanto, não estão na área suscetível ao óleo. Já as ilhas costeiras, na área suscetível ao óleo, são mais utilizadas pelas aves marinhas do grupo das espécies costeiras.

Uma característica das aves marinhas oceânicas que deve ser também considerada é o fato de ser um grupo de espécies extremamente ameaçadas de extinção. Das 52 espécies de aves marinhas oceânicas com ocorrência para a área suscetível ao óleo, 24 espécies se encontram sob algum nível de ameaça em nível nacional (MMA, 2014) ou internacional (IUCN, 2016), com destaque para

seis espécies consideradas criticamente ameaçadas de extinção no Brasil, sendo o albatroz-errante (*Diomedea exulans*), a grazina-de-trindade (*Pterodroma arminjoniana*), a grazina-de-desertas (*Pterodroma deserta*), o tesourão-grande (*Fregata minor*), o tesourão-pequeno (*Fregata ariel*) e a pardela-de-asa-larga (*Puffinus iherminieri*).

Com relação à aves marinhas costeiras, existem, para a área suscetível ao óleo, registros de 157 espécies pertencentes a 12 ordens, conforme listadas abaixo:

Ordem Anseriformes

- anhuma (*Anhima cornuta*)
- ananaí (*Amazonetta brasiliensis*)
- marreca-toicinho (*Anas bahamensis*)
- marreca-de-asa-azul (*Anas discors*)
- pato-do-mato (*Cairina moschata*)
- marreca-cabocla (*Dendrocygna autumnalis*)
- marreca-caneleira (*Dendrocygna bicolor*)
- irerê (*Dendrocygna viduata*)
- pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*)
- paturi-preta (*Netta erythrophthalma*)
- marrecão (*Netta peposaca*)
- marreca-caucau (*Nomonyx dominicus*)
- pato-de-crista (*Sarkidiornis sylvicola*)

Ordem Podicipediformes

- mergulhão-grande (*Podiceps major*)
- mergulhão-caçador (*Podilymbus podiceps*)
- mergulhão-pequeno (*Tachybaptus dominicus*)

Ordem Ciconiiformes

- maguari (*Ciconia maguari*)
- tuiuiú (*Jabiru mycteria*)
- cabeça-seca (*Mycteria americana*)

Ordem Suliformes

- biguatinga (*Anhinga anhinga*)
- tesourão (*Fregata magnificens*)
- biguá (*Nannopterum brasilianus*)
- atobá-grande (*Sula dactylatra*)
- atobá (*Sula leucogaster*)
- atobá-de-pé-vermelho (*Sula sula*)

Ordem Pelecaniformes

- garça-branca (*Ardea alba*)
- garça-moura (*Ardea cocoi*)
- socó-boi-baio (*Botaurus pinnatus*)
- garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*)
- socozinho (*Butorides striata*)
- arapapá (*Cochlearius cochlearius*)
- garça-azul (*Egretta caerulea*)
- garça-negra (*Egretta gularis*)
- garça-branca-pequena (*Egretta thula*)
- guará (*Eudocimus ruber*)
- socói-vermelho (*Ixobrychus exilis*)
- socói-amarelo (*Ixobrychus involucris*)
- coró-coró (*Mesembrinibis cayennensis*)
- savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*)
- socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*)
- pelicano (*Pelecanus occidentalis*)
- tapicuru (*Phimosus infuscatus*)
- garça-real (*Pilherodius pileatus*)
- colhereiro (*Platalea ajaja*)
- colhereiro-europeu (*Platalea leucorodia*)
- maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*)
- curicaca (*Theristicus caudatus*)
- socó-boi (*Tigrisoma lineatum*)

Ordem Cathartiformes

- urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*)

- urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*)
- urubu (*Coragyps atratus*)
- urubu-rei (*Sarcoramphus papa*)

Ordem Accipitriformes

- gavião-belo (*Busarellus nigricollis*)
- gavião-caranguejeiro (*Buteogallus aequinoctialis*)
- gavião-do-banhado (*Circus buffoni*)
- gavião-pernilongo (*Geranospiza caerulescens*)
- águia-pescadora (*Pandion haliaetus*)
- gavião-de-sobre-branco (*Parabuteo leucorrhous*)
- gavião-asa-de-telha (*Parabuteo unicinctus*)
- gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*)
- gavião-pato (*Spizaetus melanoleucus*)
- gavião-preto (*Urubitinga urubitinga*)

Ordem Gruiformes

- saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*)
- saracura-do-mangue (*Aramides mangle*)
- saracura-do-mato (*Aramides saracura*)
- carão (*Aramus guarauna*)
- carqueja-de-bico-manchado (*Fulica armillata*)
- galinha-d'água (*Gallinula galeata*)
- picaparra (*Heliornis fulica*)
- sanã-vermelha (*Laterallus leucopyrrhus*)
- sanã-parda (*Laterallus melanophaius*)
- sanã-carijó (*Mustelirallus albicollis*)
- turu-turu (*Neocrex erythrops*)
- saracura-carijó (*Pardirallus maculatus*)
- saracura-sanã (*Pardirallus nigricans*)
- saracura-do-banhado (*Pardirallus sanguinolentus*)
- frango-d'água-pequeno (*Porphyrio flavirostris*)
- frango-d'água-azul (*Porphyrio martinicus*)
- galinha-d'água-carijó (*Porphyriops melanops*)

- sanã-amarela (*Porzana flaviventer*)
- saracura-matraca (*Rallus longirostris*)

Ordem Charadriiformes

- maçarico-pintado (*Actitis macularius*)
- trinta-réis-preto (*Anous minutus*)
- trinta-réis-escuro (*Anous stolidus*)
- vira-pedras (*Arenaria interpres*)
- maçarico-branco (*Calidris alba*)
- maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*)
- maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*)
- maçarico-pernilongo (*Calidris himantopus*)
- maçarico-de-colete (*Calidris melanotos*)
- maçariquinho (*Calidris minutilla*)
- maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*)
- batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*)
- batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*)
- batuíra-bicuda (*Charadrius wilsonia*)
- pomba-antártica (*Chionis albus*)
- trinta-réis-negro (*Chlidonias niger*)
- gaivota-de-cabeça-cinza (*Chroicocephalus cirrocephalus*)
- gaivota-maria-velha (*Chroicocephalus maculipennis*)
- narceja (*Gallinago paraguayae*)
- narcejão (*Gallinago undulata*)
- trinta-réis-de-bico-preto (*Gelochelidon nilotica*)
- grazina (*Gygis alba*)
- piru-piru (*Haematopus palliatus*)
- pernilongo-de-costas-brancas (*Himantopus melanurus*)
- pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*)
- jaçanã (*Jacana jacana*)
- gaivotão (*Larus dominicanus*)
- gaivota-alegre (*Leucophaeus atricilla*)
- gaivota-de-franklin (*Leucophaeus pipixcan*)

- maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*)
- maçarico-de-bico-virado (*Limosa haemastica*)
- fuselo (*Limosa lapponica*)
- maçarico-de-bico-torto (*Numenius hudsonicus*)
- maçarico-galego (*Numenius phaeopus*)
- narceja-de-bico-torto (*Nycticryphes semicollaris*)
- trinta-réis-das-rocas (*Onychoprion fuscatus*)
- trinta-réis-grande (*Phaetusa simplex*)
- pisa-n'água (*Phalaropus tricolor*)
- batuiruçu (*Pluvialis dominica*)
- batuiruçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*)
- talha-mar (*Rynchops niger*)
- trinta-réis-róseo (*Sterna dougallii*)
- trinta-réis-de-bico-vermelho (*Sterna hirundinacea*)
- trinta-réis-boreal (*Sterna hirundo*)
- trinta-réis-ártico (*Sterna paradisaea*)
- trinta-réis-miúdo (*Sternula antillarum*)
- trinta-réis-pequeno (*Sternula superciliaris*)
- trinta-réis-de-bando (*Thalasseus acutiflavus*)
- trinta-réis-real (*Thalasseus maximus*)
- maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*)
- maçarico-grande-de-perna-amarela (*Tringa melanoleuca*)
- maçarico-de-asa-branca (*Tringa semipalmata*)
- maçarico-solitário (*Tringa solitaria*)
- mexeriqueira (*Vanellus cayanus*)
- quero-quero (*Vanellus chilensis*)

Ordem Coraciiformes

- martim-pescador-verde (*Chloroceryle amazona*)
- martim-pescador-pequeno (*Chloroceryle americana*)
- martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*)

Ordem Falconiformes

- carcará (*Caracara plancus*)

- falcão-peregrino (*Falco peregrinus*)
- carrapateiro (*Milvago chimachima*)

Ordem Passeriformes

- freirinha (*Arundinicola leucocephala*)
- curutié (*Certhiaxis cinnamomeus*)
- garibaldi (*Chrysomus ruficapillus*)
- figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*)
- japacanim (*Donacobius atricapilla*)
- lavadeira-de-cara-branca (*Fluvicola albiventer*)
- lavadeira-mascarada (*Fluvicola nengeta*)
- formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*)
- casaca-de-couro-da-lama (*Furnarius figulus*)
- andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*)
- sabiá-da-praia (*Mimus gilvus*)
- bentevizinho-do-brejo (*Philohydor lictor*)
- tricolino (*Pseudocolopteryx sclateri*)
- curió (*Sporophila angolensis*)
- andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*)

O grupo de aves marinhas costeiras é bastante heterogêneo, incluindo desde espécies associadas ambientes marinhos costeiros, como os atobás (*Sula* sp.) e trinta-réis (*Sterna* sp.), espécies associadas a corpo d'água costeiros, como os patos da ordem Anseriformes, até as aves de rapina presentes em ambientes costeiros como manguezais e restingas, entre outros.

Diferentemente do grupo de espécies de aves oceânicas, a maior parte das aves marinhas costeiras presentes na área suscetível ao óleo são residentes do litoral brasileiro, permanecendo ao longo de todo o ano nos diversos ambientes presentes na região, como manguezais, restingas, praias e costões rochosos (CBRO, 2015). Mesmo que algumas espécies incluídas no grupo de aves marinhas costeiras também nidifiquem em ilhas oceânicas, como os atobás (*Sula* spp.), as gaivotas da família Laridae e os trinta-réis da família Sternidae, essas espécies conseguem utilizar ambientes costeiros com maior frequência e, mesmo

que as ilhas oceânicas sejam extremamente importantes para a reprodução dessas espécies, conseguem também nidificar em colônias costeiras, havendo, inclusive, registros de colônias de trinta-réis (*Sterna spp.*) em praias fluviais próximas à costa (SICK, 1997).

Outra característica que difere as aves marinhas oceânicas e costeiras é que, no caso das espécies migratórias, a maior parte das aves marinhas costeiras que ocorrem na área suscetível ao óleo e que apresentam tal comportamento, são provenientes do hemisfério norte, sendo, em sua maioria, aves limícolas associadas a lagos e corpos d'água costeiros, onde procuram alimento em suas margens úmidas e alagadas durante suas rotas migratórias. Por não se tratarem de aves oceânicas, podem utilizar não apenas as zonas costeiras, chegando a alcançar porções interioranas do continente sul-americano, sempre à procura de margens alagadas de rios e outros corpos d'água (ICMBIO, 2016; VALENTE *et al.*, 2011).

A maior parte das espécies de migrantes do norte nidifica nas porções setentrionais do continente norte-americano. Pertencem à ordem Charadriiformes, famílias Scolopacidae (maçaricos) e Charadriidae (batuínas), sendo conhecidas na literatura como "aves limícolas neárticas" ou "aves costeiras neárticas", que possuem uma rota migratória identificada ao longo da costa na área suscetível ao óleo (ANTAS, 1983; ICMBIO, 2013). Algumas espécies chegam a se distribuir pela Sibéria e por toda a zona circumpolar (*Arenaria interpres* e *Numenius phaeopus*) nos meses de verão do hemisfério norte. Esse grupo de espécies migrantes do hemisfério norte que está presente na área suscetível ao óleo durante o inverno boreal (verão local) também é bastante heterogêneo, compreendendo, além das aves limícolas da ordem Charadriiformes, representantes de outros grupos. Dentre eles temos o grupo dos patos anatídeos (*Anas discors*), das garças (*Egretta gularis*), das gaivotas (*Leucophaeus atricilla* e *L. pipixcan*) e de aves rapinantes (*Pandion haliaetus* e *Falco peregrinus*). A heterogeneidade de espécies migrantes do norte fica evidenciada pelo fato de que uma espécie da ordem dos Passeriformes também assume tal comportamento migratório, sendo a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), que ocorre no Brasil entre setembro e março e suas migrações no continente sul-

americano se estendem até o extremo sul, na Terra do Fogo, Argentina (SICK, 1997).

No que se refere aos locais de concentração dessas espécies de aves marinhas costeiras migratórias, assim como das espécies de aves marinhas residentes, podem ser destacados alguns locais ao longo da área suscetível ao óleo na costa brasileira. Diversos locais de concentração de aves marinhas na região suscetível ao óleo são encontradas ao longo do litoral dos estados do Nordeste. Merece destaque o estado da Paraíba, em especial as regiões estuarinas do Rio Mamanguape (ARAÚJO et al., 2006; CARDOSO, 2011) e Paraíba do Norte (ARAÚJO et al., 2006; CARDOSO, 2011, CARDOSO & ZAPPELINI, 2013; ICMBIO, 2016), que atuam como áreas de alimentação de espécies limícolas migratórias, também abrigando patos anatídeos, garças, aves guiformes como as saracuras, passeriformes como a figurinha-do-mangue, entre outros. No litoral de Pernambuco, merecem destaque as áreas estuarinas do Rio Goiana (CARDOSO, 2011) e a região do Canal de Santa Cruz, incluindo a Coroa do Avião (AZEVEDO JR & LARRAZÁBAL, 2011b; AZEVEDO-JÚNIOR et al., 2001; FEDRIZZI, 2003; TELINO-JÚNIOR et al., 2003; ICMBIO, 2016), que também são consideradas de grande importância como áreas de alimentação de aves limícolas neárticas.

O litoral de Alagoas também consiste em um importante ponto para a rota das espécies migratórias costeiras e limícolas, com destaque para a costa de Piaçabuçu e o Pontal do Peba, às margens do Rio São Francisco, onde diversas espécies limícolas se concentram, entre setembro e abril, onde se alimentam e realizam mudas para retornar aos sítios de reprodução (CABRAL et al., 2006). O local é considerado um sítio realmente importante para estas espécies migratórias, as quais são fiéis à área retornando à mesma todos os anos (CABRAL et al., 2006).

O litoral do Sergipe, por sua vez, apesar de sua pequena extensão, é considerado de elevada relevância como área de concentração de aves marinhas e limícolas, especialmente como sítio de pouso e internada para espécies migrantes neárticas (SOUSA, 2009). Almeida & Barbieri (2008) e Almeida (2010), estudando a as planícies de maré, praias e manguezais nas proximidades de

Aracaju, registraram diversas espécies de aves migrantes e residentes utilizando os ambientes como sítio de alimentação, sítio de parada-passagem de invernada e reprodução. O estuário do Rio Sergipe é também destacado como área relevante de concentração e ocorrência de espécies costeiras, limícolas e migratórias (BARBIERI & HVENEGAARD, 2008, HVENEGAARD & BARBIERI, 2010). Os autores definem os ambientes associados à foz do Rio Sergipe como uma área estratégica para as aves costeiras no Brasil. Para o ICMBio (2014), além do estuário do Rio Sergipe, os complexos estuarinos dos rios Vaza-Barris, Piauí, Fundo e Real, com seus manguezais, baixios, dunas e áreas alagadas, são áreas prioritárias para uma importante variedade de espécies de aves costeiras migratórias, com destaque para concentrações registradas de até 400 indivíduos de maçarico-branco (*Calidris alba*) (ICMBio, 2014). Além desses locais, a Reserva Biológica de Santa Isabel, localizada em Pirambú (SE), ao sul da foz do Rio São Francisco também é um importante ponto de concentração de aves, por abrigar uma protegida faixa costeira composta de dunas, lagoas costeiras, charcos, cordões arenosos e restinga (ICMBio, 2014).

O litoral da Bahia engloba uma grande quantidade de áreas de concentração de avifauna, com destaque para Mangue Seco no litoral norte (BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009; HAYS et al., 1999; ICMBIO, 2016; LIMA, 2006; LIMA & LIMA, 2011; LIMA et al., 2004a; PETROBRAS/AECOM, 2014), diversas áreas de manguezais e planícies de maré no interior da Baía de Todos os Santos (LUNARDI, 2010; PETROBRAS/AECOM, 2014) e na baía de Camamu (BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009; ICMBIO, 2016; LIMA et al., 2004a), Cacha Pregó, em Vera Cruz (BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009; ICMBIO, 2016; LIMA, 2006; LIMA et al., 2004a; VALENTE et al., 2011), e também áreas no litoral sul do estado, como a Praia de Comandatuba, Barra dos Rios Poxim e Belmonte (PETROBRAS/AECOM, 2014), praia de Corumbau (BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009; LIMA et al., 2004a), entre muitas outras localidades. Merece destaque no litoral sul baiano o Arquipélago de Abrolhos, que abriga colônias de nidificação de aves marinhas costeiras, como o atobá-pardo (*Sula leucogaster*), que constrói seu ninho no solo, principalmente no entorno das ilhas Sueste e Redonda (NACINOVIC & TEIXEIRA, 1989 apud ALVES et. al.,

2004; ALVES et. al., 1997, 2000, apud ALVES et. al., 2004). Os autores estimam uma população reprodutiva de cerca de 400 indivíduos no local. Diversas outras espécies também encontram nas ilhas do Arquipélago de Abrolhos o local ideal para nidificação, como o atobá-grande (*Sula dactylatra*) (NACINOVIC & TEIXEIRA, 1989 apud ALVES et. al., 2004; VOOREN & BRUSQUE, 1999), o tesourão (*Fregata magnificens*) (SICK, 1997, ALVES et al., 1997, 2000, apud ALVES et al., 2004) e o trinta-réis-das-rocas (*Onychoprion fuscatus*) (SOARES, 1997; ALVES et. al., 2000, apud ALVES et. al., 2004).

Ainda com relação às ilhas costeiras da área suscetível ao óleo, Efe (2004) também destaca o importante papel que as ilhas do litoral do Espírito Santo têm para a avifauna marinha costeira, por atuar como refúgio para várias espécies, tanto residentes quanto migratórias. O autor destaca que nos meses de maio a setembro, essas ilhas funcionam como sítio reprodutivo de diversas espécies como andorinhas-do-mar, o trinta-réis-de-bico-vermelho, o piru-piru (*Haematopus palliatus*), o vira-pedras (*Arenaria interpres*), o atobá-grande (*Sula dactylatra*) e o atobá-pardo (*Sula leucogaster*).

Já no litoral fluminense, Tavares & Siciliano (2013) estudaram a costa de Quissamã, com seus cordões arenosos, permeados por diversas lagoas costeiras e restingas protegidas pelo Parque Nacional Restinga de Jurubatiba. Assim como em outras regiões da área suscetível ao óleo, a restinga é uma importante área de pouso e refúgio para as aves costeiras. A presença de lagoas costeiras na região, como a Lagoa Feia, favorece a concentração de diversas espécies de aves, tendo sido registradas 24 espécies em movimentos migratórios, como a gaivota-maria-velha (*Chroicocephalus cirrocephalus*), com bandos numerosos de até 1.000 indivíduos.

Merecem destaque também as ilhas do litoral fluminense, por abrigarem importantes áreas de concentração de espécies de aves marinhas costeiras. Entre outras, temos a Ilha da Convivência em São Francisco de Itabapoana (ALVES et al., 2004a; COELHO et al., 1991; TAVARES et al., 2013), Arquipélago de Santana em Macaé (ANTAS, 1991; ALVES et al., 2004a; COELHO et al., 1991; VOOREN & BRUSQUE, 1999), a Ilha de Cabo Frio em Arraial do Cabo (ALVES et al., 2004a; COELHO et al., 2004; VOOREN & BRUSQUE, 1999;

BENCKE et al., 2006; DEVENISH et al., 2009), as ilhas do município do Rio de Janeiro, como as Ilhas Cagarras, Tijucas, Redonda e Rasa (ALVES et al., 2004a; ANTAS, 1991; MATTA, 2014; OLIVEIRA et al., 2014; VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Conforme citado anteriormente, mesmo que parte significativa das espécies de aves marinhas costeiras da área suscetível ao óleo sejam migratórias, a maior parte das espécies do grupo consiste em aves residentes, associadas a ambientes costeiros, com destaque para as garças, patos, atobás, saracuras, aves de rapina, entre outros. Algumas das espécies residentes que merecem destaque são as que apresentem distribuição restrita na área suscetível ao óleo, como o formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*), o sabiá-da-praia (*Mimus gilvus*) e a figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*).

O formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*) é uma espécie passeriforme da família Thamnophilidae que apresenta área de ocorrência extremamente pequena, sendo endêmico da Região dos Lagos no estado do Rio de Janeiro. Habita matas de restinga e outras formações litorâneas próximas à praia, onde nidifica em meio à densa vegetação. Pouco se sabe sobre a biologia do formigueiro-do-litoral, mas os únicos registros conhecidos da espécie se concentram entre Saquarema e Cabo Frio, no limite sul da área onde, de acordo com a modelagem, poderá haver toque de óleo na costa (ALVAREZ et al., 2010; BENCKE et al., 2006; CAVALCANTI, 2010; DEVENISH et al., 2009)

O sabiá-da praia (*Mimus gilvus*) é uma espécie típica do litoral brasileiro e, apesar de estar presente em diversos estados, está restrito a faixa arenosa ou com vegetação esparsa de restinga na costa brasileira (SICK, 1997), sendo que grande parte de sua área de distribuição está sobreposta à área suscetível ao óleo.

A figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*), por sua vez, é uma pequena ave que tem nos manguezais da costa atlântica seu habitat característico, sendo praticamente exclusiva desses ambientes. A estrita associação dessa espécie com os ambientes de manguezais implica na necessidade de preservação desses ambientes para a conservação da figuinha-do-mangue. Na área suscetível ao óleo foram identificadas áreas de concentração dessa espécie nos manguezais

dos estuário dos Rios Mamanguape e Paraíba do Norte, em Pernambuco (ARAÚJO *et al.*, 2006) e nos manguezais presentes em diversos pontos da Baía de Todos os Santos (Petrobras/AECOM, 2014).

Com relação a ameaças sobre as aves marinhas costeiras, nota-se que a proporção de espécies ameaçadas é consideravelmente menor, quando comparadas às aves marinhas oceânicas. Das 157 espécies de aves marinhas costeiras presentes na área suscetível ao óleo, 13 espécies se encontram sob algum nível de ameaça em nível nacional (MMA, 2014) ou internacional (IUCN, 2016), com destaque para quatro espécies consideradas sob ameaça de extinção tanto em nível nacional quanto internacional, o maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*), o maçarico-rasteirinho (*C. pusilla*), o pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) e o formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*).

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação dos CVAs de Aves marinhas

Com relação aos efeitos do óleo sobre as aves marinhas, o presente tópico aborda a questão de forma conjunta para aves marinhas oceânicas e aves marinhas costeiras, visto que, devido às similaridades das características metabólicas e fisiológicas, os efeitos do contato com o óleo tendem a ser similares entre esses dois grupos. A principal diferença dos impactos do óleo sobre esses dois grupos se dá pelo local em que se distribuem (regiões costeiras ou oceânicas), sendo que tal questão será apresentada adiante, no tópico que discute a separação desses dois grupos em CVAs distintos.

Os efeitos do óleo sobre as aves marinhas são diversos e relativamente bem documentados, associados tanto ao efeito físico de recobrimento, que altera as propriedades físicas das penas e dificulta o voo e a termorregulação, como ao efeito químico resultante de intoxicação, principalmente por compostos aromáticos e poliaromáticos (VOOREN & BRUSQUE, 1999). Em sua extensa revisão sobre avaliação de impactos do óleo sobre o meio biótico, French-McCay (2009) ressalta o consenso geral de que as aves marinhas contaminadas por petróleo têm uma taxa de sobrevivência muito reduzida e que varia dependendo do grupo atingido, tendo sido estimada em 35% para espécies oceânicas que passam a maior parte em voo, e em 90% para espécies costeiras que têm contato

permanente com o ambiente aquático. Esse estudo indica que, em muitos casos, a morte das aves não ocorre imediatamente após o contato com o óleo, podendo ocorrer posteriormente, devido à grande variedade de impactos gerados pelo contato com o óleo, como hipo ou hipertermia, ingestão, perturbações pulmonares, intoxicação, perda da capacidade de voo, entre muitos outros. Diante desse fato, a simples contagem de indivíduos recolhidos mortos ou resgatados nas operações de contingência não é um indicador seguro das taxas de mortalidade, uma vez que vários animais morrem longe das áreas atingidas, afundam ou são predados. Modelagens têm sido utilizadas para estimar com maior precisão as taxas de perdas populacionais em aves marinhas afetadas por óleo (PAGE et. al., 1990).

Extensas mortalidades foram observadas no acidente do Exxon Valdez, no qual a mancha cobriu uma área estimada de 30.000 km², resultando na morte de 60 a 77% da população de aves presente na área (cerca de 200.000 aves) (PIATT, 1990; GUNDLACH et. al., 1991; SPIES et. al., 1996; FORD et. al., 1996). Page et. al. (1990) e Carter et. al. (2003), estudando os efeitos do vazamento do navio Apex Houston, ocorrido em 1986 na Califórnia (com 616 barris de óleo derramados), contabilizaram um total de 10.577 aves debilitadas ou mortas petrolizadas. Geralmente, a taxa de mortalidade das aves está relacionada à intensidade do vazamento e vazamentos catastróficos que gerem manchas de óleo de grandes extensões resultam em maiores probabilidades de contato das aves marinhas com o óleo e, conseqüentemente, maior mortalidade dos animais. É importante ressaltar, no entanto, que a localização e o momento do acidente também são fatores determinantes para o nível de impacto sobre as aves, sendo, em certas circunstâncias, mais importantes do que o volume de óleo vazado (NRC, 2003).

Vazamentos de grandes proporções ocorridos nas últimas décadas ocasionaram uma intensa mortalidade de aves (API, 1985), como o acidente com o Gerd Maersk, na Alemanha, em 1955 (275.000 aves mortas), com o Torrey Canyon, na costa sudoeste da Inglaterra, em 1967 (30.000 aves mortas), na costa nordeste da Inglaterra, em 1970 (50.000 aves mortas) e na Guerra do Golfo, em 1991 (mais de 30.000 aves mortas). Mais recentemente, no acidente com a

plataforma *Deep Water Horizon*, foram contabilizadas mais de 10.000 aves marinhas afetadas, com mais de 3.000 indivíduos mortos de várias espécies recolhidos nas praias (BARRON, 2011). Haney et. al. (2014a), utilizando diferentes abordagens através de modelagens, após este acidente, estimaram mortalidades de aves da ordem de 200.000 indivíduos como número mais provável. Já o trabalho de Haney et. al. (2014b), utilizando outros tipos de modelos e contagens de carcaças na linha da costa, estimaram por volta de 600.000 a 800.000 indivíduos da avifauna mortos. Neste trabalho, os autores também concluem que a maior parte das mortalidades de aves decorrentes do evento afetaram quatro espécies, a gaivota-alegre *Leucophaeus atricilla* (32% da população do norte do Golfo do México morta), o trinta-réis-real *Thalasseus maximus* (15%), o ganso-patola *Morus bassanus* (8%) e o pelicano *Pelecanus occidentalis* (12%). Considerando que as populações de aves marinhas estão distribuídas em extensas áreas oceânicas e costeiras, os efeitos dos acidentes envolvendo vazamento de óleo podem ser relativamente localizados e rapidamente dissipados (WIENS, 1996).

Balseiro e colaboradores (2005), avaliando as aves marinhas que vieram a óbito ou foram recolhidas em vida após o acidente do Prestige, na Espanha, ocorrido em 2002, identificaram os impactos patológicos gerados. Dentre as várias perturbações fisiológicas, citaram a desidratação e a exaustão como principais causas de mortalidade (BALSEIRO et. al., 2005; ALONSO-ALVAREZ et. al., 2007).

Em estudo que tratou da probabilidade de morte de aves marinhas após contato com óleo (FRENCH-MCCAY, 2009), foi estimado que a taxa de mortalidade desses animais chega a 90% no caso das espécies que vivem em contato frequente e direto com a superfície, como os trinta-réis, gaivotas e atobás (espécies costeiras). Já para as aves que passam a maior parte do tempo voando, como os albatrozes e petréis (espécies oceânicas), essa taxa foi estimada em 35%, uma vez que o contato pouco frequente dessas aves com a água torna-as menos propensas aos impactos. Além disso, há registros de que algumas espécies, como petréis, evitam efetivamente o contato com o óleo. Fortes evidências sugerem que os indivíduos do gênero *Fulmarus*, por exemplo,

evitam deliberadamente pousar na superfície do mar poluída com óleo pesado (LORENTSEN & ANKER-NILSSEN, 1993).

Cabe destacar ainda que, considerando o hábito gregário e colonial nos períodos reprodutivos de grande parte das espécies de aves marinhas, é de se esperar que vazamentos ocorridos nestas épocas resultem em impactos muito maiores do que quando as populações estão dispersas no oceano (NRC, 2003). No que se refere à porção da costa brasileira suscetível ao óleo, os meses de inverno são uma época de especial suscetibilidade das aves marinhas, uma vez que neste período as espécies migratórias oceânicas (a maior parte dessas provenientes do sul) se juntam às espécies costeiras residentes (VOOREN & BRUSQUE, 1999). Por outro lado, uma série de espécies costeiras migratórias provenientes do hemisfério norte passa a temporada de invernada na área suscetível nos meses de verão, quando estariam suscetíveis (VOOREN & BRUSQUE, 1999). Especificamente no litoral da Bahia e em Abrolhos, um dos mais importantes sítios reprodutivos de aves marinhas na área suscetível, algumas espécies migratórias nidificam apenas entre o outono/inverno, enquanto que outras se reproduzem o ano todo, conforme já explicitado anteriormente.

O tempo de recuperação de aves marinhas que entram em contato com o óleo está associado a vários fatores, tais como: época do ano, tipo e quantidade de óleo derramado, assim como pelas ações de contingência implementadas e, conseqüentemente, do sucesso no tratamento das aves petrolizadas. Apesar dos inúmeros estudos sobre os efeitos agudos e crônicos sobre as populações de aves marinhas atingidas por derrames, são poucos os trabalhos que determinam o tempo de recuperação destas populações (NRC, 1994).

Embora seja difícil generalizar sobre os efeitos do derramamento de óleo em aves marinhas, algumas espécies parecem ter resiliência considerável para as perturbações associadas a este tipo de acidente. Na realidade, a variabilidade natural das populações pode ser um fator determinante, que acaba dificultando o acompanhamento da sua recuperação (resiliência). Variações naturais no tamanho das populações de aves marinhas podem ocorrer independentemente de impactos antrópicos, mas associadas a falhas reprodutivas esporádicas ou

mortalidade localizada associada às variações no fornecimento de alimentos ou tempestades severas (HARRIS & WANLESS, 1991; WOOLLER et. al., 1992).

Considerando estes aspectos, e também como exposto por NRC (2003), é muito difícil demonstrar os efeitos pós-impacto do óleo sobre as populações de aves marinhas ao longo do tempo, especialmente com base em censos populacionais. A variabilidade temporal e espacial nos ambientes e associada às espécies é enorme, dificultando a identificação precisa das dimensões da mortalidade associada aos acidentes. A falta de informação de base sobre as aves marinhas, como tamanho das populações, estratégias reprodutivas, razão sexual, deslocamentos e migrações, torna extremamente difícil a determinação dos impactos efetivos sobre as espécies e de seu tempo de recuperação. Essa deficiência é especialmente importante no Brasil e na área de interesse, onde poucos e esparsos diagnósticos cientificamente embasados estão disponíveis.

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 recolhidos. Kingston (2002), ao avaliar o impacto desse acidente, estimou que a efetiva recuperação das aves tenha demorado entre nove e 12 anos, período corroborado por outros estudos (WIENS et al., 1996, 2001, 2004; MURPHY et al., 1997). Já de acordo com os resultados obtidos por Irons et al. (2000) para o mesmo evento, após um período de nove anos as populações de algumas espécies ainda não tinham retornado ao equilíbrio. Estes autores em suas conclusões ressaltam a recorrente dificuldade em se comprovar cientificamente o processo de recuperação das aves após acidentes, uma vez que muitos estudos de avaliação de impactos são realizados por curtos períodos e também devido à existência de conflitos relacionados a desenhos amostrais, conceitos e premissas adotadas (impacto, recuperação, etc.).

Peterson et. al. (2003) citam eventos de vazamentos de óleo onde espécies de aves apresentam sinais de contaminação e impactos em um período de até 10 anos após o vazamento. Muitos destes impactos estão associados aos hábitos destas espécies, normalmente costeiras, que se alimentam em áreas cronicamente contaminadas.

Barros et. al. (2014) citam os efeitos de longo prazo do vazamento Prestige sobre as populações de mergulhões (*Phalacrocorax* sp.), extrapolando os 10 anos após o acidente. Chama a atenção este estudo, o qual adotou a metodologia BACI, uma robusta e consagrada ferramenta para avaliação de impactos, envolvendo desenhos amostrais eficientes e controles temporais e espaciais. Neste estudo, os autores constataram que o sucesso reprodutivo reduziu-se após o acidente em 45% nas colônias afetadas, em comparação com colônias não afetadas.

Ao se avaliar os impactos do óleo, é importante ressaltar que, mesmo após desaparecidos os efeitos agudos, efeitos subletais podem ser identificados em aves marinhas por muitos anos após o vazamento (NRC, 2003). Estudos recentes a respeito dos efeitos a longo prazo dos vazamentos de óleo corroboram a tese de que estes impactos a longo prazo não estão associados apenas à mortalidade aguda, mas também aos níveis de produtividade, dinâmicas predador-presas e danos aos habitats que suportam as populações afetadas. Esta foi a abordagem de Moreno et. al. (2013) constatando, também sobre os mergulhões, os impactos do acidente Prestige, ao longo dos 10 anos seguintes ao evento.

Ressalta-se que a conjunção de eventos catastróficos em meses reprodutivos e que atinjam áreas de grandes concentrações de aves (áreas de alimentação, pouso, rotas migratórias) pode resultar em tempos de recuperação maiores. Por outro lado, em cenários acidentais nos meses com ausência de espécies migratórias ou épocas reprodutivas, o menor número de animais atingidos refletirá num menor tempo de recuperação das populações. Deve-se ressaltar, no entanto, que áreas de concentração de aves marinhas não dizem respeito apenas a atividade reprodutiva, como ocorre por exemplo em Abrolhos, onde das 15 espécies marinhas ali frequentes, apenas 6 se reproduzem no Arquipélago (ALVES, 2004).

Atualmente, as técnicas de despetrolização de aves marinhas estão bastante avançadas e aumentam efetivamente a chance de sobrevivência dos indivíduos recuperados, apesar das grandes perdas ocorridas mesmo depois de concluída a descontaminação. Após o *blowout* de Montara em 2009, no mar do Timor, norte da Austrália, entre as aves expostas ao óleo e descontaminadas, a mortalidade

proporcional alcançou 58 to 76% (BRASSINGTON & KING, 2010; SHORT, 2011 apud HANEY et al., 2014a). Em um acidente com vazamento de óleo na Baía de Guanabara – Rio de Janeiro, em 2000, segundo Barcellos & Silva (2003), 83,5% das aves marinhas resgatadas estavam vivas e, destas, 44% foram devolvidas ao ambiente. No entanto, sabe-se que as aves recolhidas representam apenas uma parcela dos indivíduos efetivamente afetados.

Cabe destacar ainda que o tempo de recuperação deve variar entre as aves marinhas costeiras e as aves marinhas oceânicas, por diferenças em seus respectivos padrões de comportamento, crescimento, ciclo de vida, distribuição, longevidade e alimentação (SCHREIBER et al., 2002). No entanto, mesmo essa condição acaba não sendo consensual entre os estudos, visto que Peterson et al. (2003) sugere maiores períodos de recuperação para o grupo das aves marinhas costeiras, enquanto outros autores não encontraram diferenças entre os tempos de recuperação dos dois grupos (KINGSTON, 2002; WIENS, 2004; IRONS et al., 2000; CARTER et al., 2003; BARROS et al., 2014; MORENO et al., 2013).

As espécies costeiras estão associadas aos ambientes litorâneos, como praias, costões rochosos, estuários, marismas, manguezais e ilhas costeiras. Além de muitas delas permanecerem em atividade reprodutiva o ano inteiro, têm ciclo de vida curto quando comparadas às oceânicas (WEIMERSKIRCH, 2002). Seus filhotes, mais numerosos, crescem mais rápido e necessitam de cuidado parental mais curto (nidífugas). De acordo com Dorward (1962 apud BRANCO, 2004), os filhotes do atobá-marrom (*Sula leucogaster*), espécie abundante na costa brasileira, estão emplumados e aptos ao voo com aproximadamente 120 dias de idade. As gaivotas, por exemplo, extremamente abundantes no litoral brasileiro, se reproduzem anualmente, durante os meses de inverno, nidificando em costões rochosos, botando três a quatro ovos que são incubados por cerca de 30 dias (NOVELLI, 1997; WATSON, 1975, apud BRANCO, 2004).

As espécies oceânicas, como os albatrozes, por outro lado, passam a maior parte da vida voando, pousando em terra apenas para se reproduzir, o que ocorre em média a cada dois anos, ou até em intervalos maiores (REVIZEE,

2006). Pousam na água para se alimentar e descansar e se reproduzem em ilhas oceânicas, onde formam grandes colônias (PROJETO ALBATROZ¹⁸). A vida longa e a baixa taxa de fecundidade são características que tornam as espécies oceânicas, especialmente os albatrozes, extremamente vulneráveis aos diversos impactos antrópicos, especialmente à pesca e vazamentos de petróleo (NEVES et al., 2006b; VOOREN & BRUSQUE, 1999). Caracteristicamente, apresentam crescimento lento, tanto dos adultos, quanto dos filhotes (nidícolos). Produzem geralmente apenas um ovo por temporada reprodutiva. Os albatrozes, tipicamente oceânicos, vivem até 80 anos e têm maturidade sexual tardia, de 2 a 11 anos (PROJETO ALBATROZ).

Conforme descrito acima, observam-se diferenças intrínsecas significativas entre as aves marinhas costeiras e oceânicas, especialmente em seu comportamento, padrões de crescimento, ciclo de vida, distribuição, longevidade, e alimentação. Estas diferenças se refletem na dimensão da resposta (impacto) destes grupos em cenários envolvendo vazamentos de óleo e no seu próprio tempo de recuperação. Dessa forma, visando melhor representar a vulnerabilidade das aves marinhas no presente estudo, o grupo foi dividido em dois CVAs distintos, **CVA Aves marinhas costeiras** e **CVA Aves marinhas oceânicas**, para os quais foram atribuídas distribuições e tempos de recuperação diferentes, conforme apresentado abaixo.

CVA Aves marinhas costeiras

As espécies de aves marinhas costeiras estão associadas aos ambientes litorâneos e costeiros, como praias, costões, estuários, marismas, manguezais, ilhas costeiras. Mesmo havendo abrangente distribuição desses ambientes ao longo da área suscetível ao óleo, os mesmos podem ser mapeados e espacialmente delimitados. Ademais, o conhecimento que se tem atualmente sobre as aves marinhas costeiras permite que sejam identificados locais de

¹⁸ <http://www.projetoalbatroz.org.br/>

concentração para forrageamento, repouso e nidificação dessas espécies ao longo da área suscetível ao óleo.

Resumo do CVA Aves marinhas costeiras e cálculos de probabilidade de toque

Assim, dentro de um contexto em que os ambientes de concentração das aves marinhas costeiras podem ser espacialmente identificados e considerando que o conhecimento atual sobre essas espécies indica a tendência de as populações das diversas espécies costeiras se agregarem nesses ambientes, o CVA Aves Marinhas Costeiras será tratado como **fixo**.

Considerando o levantamento das informações disponíveis na literatura, na discussão anteriormente apresentada, é muito difícil estabelecer um tempo de recuperação para as aves marinhas costeiras, diante da enorme variedade de cenários possíveis. No entanto, considerando principalmente os relatos de Irons et. al. (2000), Kingston (2002), Carter et. al. (2003), Peterson et. al. (2003), Barros et. al. (2014), Moreno et. al. (2013) e Wiens (2004), observa-se que **10 anos** é um tempo de recuperação justificável para aves marinhas costeiras contaminadas por vazamentos de óleo e, portanto, adotado para a presente análise de risco.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Aves marinhas costeiras	Fixa – áreas de concentração na região costeira e em ilhas costeiras entre SP e RN	10 anos

O **Quadro II.8.4.2.6-1** e o **Quadro II.8.4.2.6-2** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Aves marinhas costeiras a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de até 52,1% (P1), de até 57,4% (P1) para vazamento de 200 m³ e de até 99,9% (P1) para vazamento de VPC. Neste

período do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre as áreas de Cacha Pregó e Ponta dos Garcês (BA). Já no período de outubro a março, a probabilidade máxima de toque para vazamento de 8 m³ foi de 44,8% (P1), para vazamento de 200 m³ foi de até 49,2% (P1), e para vazamento de VPC foi de até 96,3% (P2). Neste período do ano, a área de concentração de Barra do Poxim e Barra do Belmonte (BA) teve praticamente todas as maiores probabilidades de toques modeladas.

A presença do CVA Aves marinhas costeiras dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.6-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Aves marinhas costeiras, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Mata Estrela	0,9	1,7	12,2	0,1	0,1	4,1	0,6	1,5	13,0	0,1	0,2	8,3	0,0	0,0	2,5
PB	Estuário do Rio Mamanguape	0,0	0,2	4,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2
	Estuário do Rio Paraíba do Norte	0,9	0,5	10,2	0,0	0,0	2,6	0,3	0,5	5,5	0,1	0,2	5,3	0,0	0,0	1,4
PB/PE	Estuário do Rio Goiana	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	1,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
PE	Estuários e praias da APA de Santa Cruz	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Complexo dos rios Piauí, Fundo e Real	30,1	36,1	84,9	4,6	13,0	55,0	22,0	23,1	57,1	12,6	17,3	66,9	2,3	7,2	39,9
AL	Restinga do Francês e Barra de São Miguel	1,8	3,4	15,2	0,3	0,6	7,2	1,8	3,5	16,1	0,8	1,0	9,5	0,1	0,2	3,6
	Praia de Pontal do Peba (APA de Piaçabuçu)	17,4	21,2	61,3	4,4	6,6	39,4	11,6	18,7	58,9	8,6	12,9	51,8	2,6	5,2	28,6
AL/SE	Foz do Rio São Francisco	17,4	22,3	65,5	4,3	6,6	40,9	11,6	18,7	60,9	8,6	12,9	57,3	2,3	5,2	30,6
SE	Praia da Atalaia Nova-Norte	15,5	24,2	70,0	2,8	6,6	42,0	11,4	20,3	65,3	6,8	12,7	56,0	1,7	5,9	31,8
	Estuário Rio Sergipe e Manguezal da 13 de julho	12,3	18,3	54,2	1,8	5,1	29,0	8,2	16,6	49,3	5,9	9,7	41,9	1,6	4,7	20,5
	Praia da Atalaia-Sul	19,4	26,7	74,9	3,4	7,6	42,4	14,1	23,4	66,8	9,5	14,1	57,9	2,9	6,5	32,1
	Estuário do rio Vaza-Barris	25,8	31,4	80,8	4,6	8,8	47,2	20,3	28,1	72,3	11,8	16,2	62,6	3,1	7,0	36,3
	Ilha da Sogra	30,1	36,1	84,9	4,6	13,0	55,0	22,0	23,1	57,1	12,6	17,3	66,9	2,3	7,2	39,9
BA	Mangue Seco	28,4	35,7	85,5	5,2	12,0	51,6	19,7	29,0	71,4	12,1	17,1	67,9	2,9	7,8	43,7
	Foz do rio Itapirucu	22,2	28,9	80,8	4,1	9,2	38,5	16,1	26,9	67,0	9,6	14,6	57,0	2,1	5,8	27,5
	Sítio de Conde	22,8	30,8	82,2	3,8	9,0	45,3	15,7	26,5	64,2	8,3	14,7	59,8	1,5	5,1	29,6
	Baía de Aratu	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
	Ilha da Maré	4,8	7,8	12,4	0,9	2,5	4,8	0,8	3,6	4,9	0,5	2,0	3,5	0,4	1,4	1,9
	Ilha dos Frades	20,5	28,6	78,9	4,3	13,0	42,7	5,1	13,6	43,9	3,0	8,7	30,8	2,3	7,5	27,9

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Subaé ao Paraguaçu	9,2	13,6	53,9	1,8	5,5	22,2	0,6	3,0	14,7	1,0	3,1	13,1	0,7	3,2	12,2
	Barra do Paraguaçu	8,4	12,8	53,3	1,2	5,5	22,2	0,5	2,1	13,0	0,4	3,1	13,1	0,7	3,2	12,2
	Contracosta da Ilha de Itaparica	9,6	14,1	52,0	2,2	5,6	23,0	1,1	3,6	16,0	0,9	3,7	13,9	1,1	3,3	11,4
	Costa Atlântica de Salvador	37,4	43,5	92,2	12,1	22,5	67,1	13,9	20,9	49,6	12,1	20,1	63,0	7,7	13,9	50,1
	Cacha Pregó	52,1	57,4	99,9	27,0	37,4	94,6	21,5	37,6	98,9	17,5	29,5	95,1	15,8	26,9	87,7
	Ponta dos Garcês	52,1	57,4	99,7	26,8	37,4	94,3	19,8	37,6	98,6	17,3	29,5	95,1	15,8	26,9	86,9
	Ponta do Curral	4,1	4,4	36,0	0,2	0,3	3,1	0,1	0,3	4,3	0,0	0,5	4,2	0,0	0,4	1,4
	Baía de Camamu	19,8	23,3	97,9	24,7	35,8	94,1	16,5	25,3	92,7	15,9	24,8	81,8	19,6	31,4	87,7
	Barra do Rio Orojo	0,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,4
	Praia de Comandatuba	4,1	5,6	14,7	13,8	15,8	72,8	6,5	11,6	49,2	10,1	21,3	71,7	28,3	33,4	82,4
	Barra do Poxim e Barra do Belmonte	5,1	7,4	22,4	12,1	12,9	74,2	5,4	9,5	46,2	8,7	18,4	81,2	24,4	30,8	82,6
	Corumbau	0,1	0,0	2,4	0,0	0,1	6,9	0,0	0,0	5,9	0,1	0,5	11,0	0,1	0,3	8,9
	Ilha Guarita	0,5	1,0	1,9	0,0	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,0	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
	Ilha Santa Bárbara	0,5	1,0	1,9	0,1	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,0	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
	Ilha Redonda	0,2	0,6	2,1	0,1	0,4	4,5	0,1	0,4	6,7	0,2	0,6	9,1	0,1	0,4	7,8
	Ilha Siriba	0,2	0,6	2,1	0,1	0,4	4,5	0,1	0,4	6,7	0,2	0,6	9,1	0,1	0,4	7,8
	Ilha Sueste	0,0	0,5	1,0	0,0	0,1	0,7	0,0	0,4	2,8	0,0	0,3	3,3	0,0	0,2	2,6
	Barra Nova e Coroa Alta	0,0	0,1	1,3	0,0	0,3	4,6	0,0	0,2	5,5	0,0	0,3	7,5	0,1	0,4	6,9
	Banco do Catueiro	0,0	0,0	1,0	0,0	0,1	2,9	0,0	0,1	2,3	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	4,2
	Ilha da Coroa Vermelha	0,0	0,2	1,7	0,0	0,2	5,6	0,0	0,0	5,9	0,0	0,1	11,5	0,0	0,0	9,6
RJ	Ilha da Convivência	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Barra do Açú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Probabilidades máximas	52,1	57,4	99,9	27,0	37,4	94,6	22,0	37,6	98,9	17,5	29,5	95,1	28,3	33,4	87,7

Quadro II.8.4.2.6-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Aves marinhas costeiras, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março															
		P1			P2			P3			P4			P5			
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
RN	Mata Estrela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
PB	Estuário do Rio Paraíba do Norte	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
PE	Complexo dos rios Piauí, Fundo e Real	0,4	0,6	4,2	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	1,2	0,0	0,3	1,3	0,0	0,1	1,7	
AL	Praia de Pontal do Peba (APA de Piaçabuçu)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	
AL/SE	Foz do Rio São Francisco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	
SE	Praia da Atalaia Nova-Norte	0,3	0,5	4,2	0,1	0,0	1,5	0,1	0,6	3,2	0,1	0,2	3,4	0,1	0,0	0,9	
	Estuário Rio Sergipe e Manguezal da 13 de julho	0,2	0,3	2,4	0,0	0,0	1,4	0,2	0,4	2,4	0,0	0,1	1,6	0,0	0,1	0,7	
	Praia da Atalaia-Sul	0,2	0,3	5,7	0,0	0,1	1,4	0,2	0,4	3,6	0,0	0,1	2,2	0,1	0,1	1,8	
	Estuário do rio Vaza-Barris	0,3	0,2	4,1	0,0	0,0	1,5	0,1	0,3	3,6	0,1	0,3	2,5	0,0	0,0	0,8	
	Ilha da Sogra	0,4	0,2	4,2	0,0	0,1	0,9	0,3	0,0	1,2	0,0	0,3	1,3	0,0	0,1	1,7	
BA	Mangue Seco	0,9	1,6	8,6	0,1	0,6	1,8	0,3	0,9	4,0	0,4	0,8	4,9	0,2	0,2	1,8	
	Foz do rio Itapirucu	0,4	1,3	5,5	0,1	0,4	1,3	0,5	1,7	3,2	0,2	0,7	2,9	0,0	0,5	0,9	
	Sítio de Conde	2,1	2,9	14,6	1,0	1,5	6,7	0,8	2,7	9,2	0,7	1,8	6,6	0,4	0,6	5,0	
	Ilha da Maré	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	
	Ilha dos Frades	0,8	1,4	8,1	0,1	0,5	1,8	0,2	0,6	1,8	0,5	0,7	2,6	0,1	0,4	1,0	
	Subaé ao Paraguaçu	0,4	1,0	3,1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3	0,4	1,2	0,0	0,3	0,8	
	Barra do Paraguaçu	0,4	1,0	3,1	0,0	0,3	0,5	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,9	0,0	0,3	0,4	
	Contracosta da Ilha de Itaparica	1,3	2,0	7,1	0,3	0,4	1,7	0,1	0,6	0,8	0,7	0,9	2,1	0,0	0,7	1,5	

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Costa Atlântica de Salvador	3,1	4,3	24,8	1,0	2,1	8,1	0,9	0,9	0,8	1,7	2,1	6,5	0,9	1,7	5,0
	Cacha Preggo	4,4	4,9	33,1	0,4	2,0	10,1	0,7	1,6	8,6	1,4	2,3	10,4	0,8	2,0	9,2
	Ponta dos Garcês	4,4	4,9	31,9	0,3	1,9	10,1	0,6	1,6	8,6	1,2	2,0	9,4	0,8	1,7	9,1
	Ponta do Curral	0,1	0,5	1,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,1
	Baía de Camamu	9,6	16,0	64,8	7,6	15,1	55,1	2,4	6,1	25,7	2,6	6,9	29,9	9,1	12,4	52,4
	Barra do Rio Orojo	0,3	1,4	2,4	0,9	1,0	1,7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	1,1
	Praia de Comandatuba	25,9	29,6	78,3	9,5	18,7	72,4	4,0	13,2	51,2	2,7	8,3	38,2	6,8	21,4	74,4
	Barra do Poxim e Barra do Belmonte	44,8	49,2	93,7	20,0	38,1	96,3	8,4	16,6	48,8	4,2	14,4	50,0	20,4	39,6	88,5
	Corumbau	8,8	14,3	44,0	2,5	11,1	50,7	0,4	4,5	15,2	0,5	7,0	28,7	2,6	11,4	49,9
	Ilha Guarita	14,8	29,7	84,8	3,9	21,5	78,3	0,8	8,7	43,9	0,5	9,2	44,4	3,5	24,5	79,3
	Ilha Santa Bárbara	14,8	29,7	84,8	3,9	21,5	78,3	0,9	8,7	43,9	0,7	9,2	44,4	3,5	24,5	79,3
	Ilha Redonda	17,4	30,4	82,4	7,8	23,3	76,6	2,6	9,1	41,9	1,1	10,9	38,8	7,5	24,4	77,7
	Ilha Siriba	17,4	30,4	82,4	7,8	23,3	76,6	2,6	9,1	41,9	1,1	10,9	38,8	7,5	24,4	77,7
	Ilha Sueste	2,2	5,7	37,1	0,7	3,4	23,3	0,2	0,9	12,5	0,0	1,8	9,0	0,4	3,4	25,3
	Barra Nova e Coroa Alta	5,4	13,7	63,6	0,6	9,3	42,1	0,2	3,6	25,8	0,1	3,5	25,1	0,5	11,9	47,1
	Banco do Catueiro	4,2	12,6	57,3	0,3	9,6	42,8	0,0	1,9	21,7	0,0	3,3	20,9	0,2	11,4	42,6
	Ilha da Coroa Vermelha	8,9	21,2	80,3	2,3	17,1	67,4	0,4	7,0	43,4	0,2	7,7	44,1	2,0	18,5	65,0
ES	Ilhas dos Pacotes	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,7
	Ilhas Itatiaia	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Ilha das Garças	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
	Ilha Escalvada	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,9
RJ	Ilha da Convivência	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra do Açu	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,9

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Farol de São Tomé	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,4
	Lagoas Costeiras de Quissamã	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	5,7
	Carapebus (PARNA Jurubatiba)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6
	Arquipélago de Santana - Ilha de Santana, Ilha do Francês e Ilha Sul	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	5,1
	Ilhas em Rio das Ostras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Monumento Natural dos Costões Rochosos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Ilhas em Rio das Ostras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Ilha Comprida - Cabo Frio	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,2
	Ilha de Cabo Frio	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	5,0
	Restinga de Massambaba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Ilha Rasa	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,1
	Ilha Redonda-RJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Ilhas Tijucas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Ilha de Jorge Grego	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Probabilidades máximas	44,8	49,2	93,7	20,0	38,1	96,3	8,4	16,6	51,2	4,2	14,4	50,0	20,4	39,6	88,5

CVA Aves marinhas oceânicas

As aves marinhas oceânicas (ou pelágicas) têm populações bastante dispersas, quando comparadas às aves costeiras. Essas aves circulam e forrageiam em grandes áreas neríticas e oceânicas. Apesar de eventualmente pousarem ou buscarem ambientes costeiros como parciais e ilhas para descansar ou buscar alimento em seu entorno, as espécies desse grupo de aves não formam grandes concentrações na área suscetível ao óleo.

Mesmo durante os períodos reprodutivos, em que as aves oceânicas tendem a formar colônias de nidificação (COULSON, 2001), é frequente a necessidade dos pais se deslocarem por grandes distâncias entre os ninhos e as áreas de alimentação. Dessa forma, mesmo nos períodos de reprodução, as populações continuam ocorrendo de forma difusa, em grandes áreas, em busca de alimento para a prole, podendo percorrer centenas de quilômetros diariamente (COULSON, 2001).

Resumo do CVA Aves marinhas oceânicas e cálculos de probabilidade de toque

Assim, considerando que os registros deste grupo para a área suscetível ao óleo não indicam a presença de locais específicos de concentração das espécies, o CVA Aves marinhas oceânicas será tratado como **difuso**.

Considerando todo o levantamento das informações disponíveis na literatura consultada, a maior longevidade e menor taxa reprodutiva dessas espécies, quando comparadas às aves marinhas costeiras, espera-se um tempo relativamente maior de recuperação de populações eventualmente afetadas por vazamentos de óleo, especialmente se estes eventos ocorrerem em épocas e áreas de maior ocorrência de indivíduos (períodos reprodutivos e em atividades migratórias ou de alimentação). Dessa forma, adotou-se o tempo de recuperação de **12 anos** para aves marinhas oceânicas contaminadas por vazamentos de óleo.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Aves marinhas oceânicas	Difuso – áreas costeira e oceânica	12 anos

Como apresenta ocorrência difusa na área marinha da região suscetível, as probabilidades ponderadas de toque neste CVA são as mesmas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.8.4.2.1-1** e no **Quadro II.8.4.2.1-2**.

A presença do CVA Aves marinhas oceânicas dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

II.8.4.2.7. CVA Praias Arenosas

As praias arenosas são depósitos de sedimentos arenosos acumulados pelos agentes de transportes fluviais e/ou marinhos. Constituem ambientes dinâmicos e sua estrutura física é determinada pela interação entre características como o tipo de sedimento, exposição às ondas e aos ventos, assim como pela amplitude das marés, sendo que a sensibilidade das praias arenosas a distúrbios ambientais também está diretamente ligada ao processo resultante da interação de todos esses fatores (AMARAL et al., 1999; MCLACHLAN & BROWN, 2006).

A presença predominante e heterogênea de praias arenosas ao longo de toda a costa suscetível ao óleo, assim como seus distintos potenciais bióticos, justificam a definição desses ambientes como um importante CVA na presente análise de riscos ambientais.

Uma das principais forças atuantes sobre as praias são as ondas, sendo que as praias podem ser classificadas com relação a sua interação com as ondas em refletivas ou dissipativas. As praias refletivas apresentam grande declividade e não há zona de quebraamento de ondas, de forma que as ondas incidem diretamente na areia da praia. Apresentam geralmente sedimento de granulometria maior e dependem do aporte de nutrientes externos para sua manutenção, apresentando menor diversidade biológica. Por outro lado, as praias dissipativas possuem menor declividade, com uma extensa região de quebraamento de ondas, onde a energia das mesmas é dissipada e as ondas

chegam à praia com pouca energia. A granulometria do sedimento é geralmente mais fina e apresentam produtividade primária mais alta e maior diversidade biológica (MCLACHLAN & BROWN, 2006). Destaca-se que, apesar de haver essas duas classificações, existem praias em condições intermediárias, apresentando características tanto de praias refletivas quanto de praias dissipativas (MCLACHLAN & BROWN, 2006; SHORT & HESP, 1982). Além disso, por serem ambientes muito dinâmicos, eventos como tempestades, mudanças no padrão de ondas, elevação do nível do mar e carreamento de sedimentos podem alterar as características ambientais, mudando a classificação de determinada praia.

Outra importante força atuante nas praias são as marés. As praias podem ser divididas em zonas, de acordo com a influência das marés, em supralitoral, mesolitoral (ou zona entremarés) e infralitoral. O supralitoral corresponde à zona acima da linha da maré alta e, portanto, permanece emersa durante todo o ciclo das marés. Em condições normais recebe umidade do mar através dos borrifos provocados pela arrebentação das ondas e, sob fortes temporais, pode ser invadida pelas ondas. A zona do mesolitoral corresponde à faixa entre a linha da maré alta e a linha da maré baixa e, portanto, permanece uma parte do ciclo emersa e uma parte submersa. Por essa característica, a zona entremarés é a faixa onde pode haver o encalhe do óleo em um evento de vazamento. Já a zona do infralitoral fica abaixo da linha da maré baixa, permanecendo, portanto, submersa durante todo o ciclo das marés.

A granulometria, por sua vez, está relacionada à natureza e conformação da areia da praia, existindo praias de areia grossa, praias de areia média, praias de areia fina e praias lodosas. Essa característica está intimamente ligada à sensibilidade da praia ao óleo, uma vez que sedimentos de maior granulometria conferem menor compactação, o que leva a uma maior capacidade de penetração do óleo que atinge a faixa de areia na costa (LOPES et al., 2007; MMA, 2004).

Este gradiente abiótico resulta também em relevantes variações na estrutura e função da comunidade biótica do ambiente praias. A combinação entre hidrodinamismo elevado e a granulometria grossa do sedimento resulta em ambientes praias mais pobres em espécies, adaptadas ao estresse físico e

escassez de nutrientes no sedimento. Por outro lado, ambientes abrigados e de sedimentos finos e lamosos possuem elevada biomassa e riqueza de espécies. Assim, quanto maior o diâmetro do grão e a declividade, menor a diversidade e a abundância específica (MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Mesmo considerando as diversas tipologias de praias, esses ambientes abrigam uma grande diversidade biológica, o que os torna de elevada importância no equilíbrio ecológico para a zona costeira e ambiente marinho. A grande variedade de espécies que habitam o sedimento (bentônicas) sustenta uma intrincada teia trófica, incluindo peixes costeiros demersais e bentônicos e aves costeiras.

As praias possuem uma grande variedade de formas de vida, que incluem moluscos como os mexilhões e gastrópodes, vermes como os poliquetas, crustáceos (isópodes, anfípodes, caranguejos), equinodermos (bolachas-da-praia) e uma série de outros pequenos animais, além de seres microscópicos, como algas, protozoários e bactérias. Além das espécies residentes, também há uma série de organismos que se movem da região do infralitoral para a região entremarés das praias durante a maré cheia, e organismos que se deslocam dos ambientes terrestres adjacentes ou mesmo distantes (como as aves migratórias e tartarugas marinhas) para explorar os recursos da zona entremarés durante a maré baixa ou para nidificação (AMARAL et al., 1999; MCLACHLAN & BROWN, 2006).

Além dos invertebrados que compõem a fauna residente, as praias também possuem grande importância para uma série de vertebrados que as utilizam para a obtenção de alimento, abrigo e para a reprodução, sendo mais evidente sua função para as tartarugas marinhas e aves limícolas, que dependem das praias arenosas para sua reprodução e alimentação, respectivamente.

A flora das praias é composta basicamente por microalgas, que incluem cianobactérias (algas azuis), flagelados autotróficos e algas da classe Bacillariophyceae (diatomáceas). Por dependerem de luz solar para a fotossíntese, estes organismos tendem a se concentrar próximos à superfície. Entretanto, em praias com ação vigorosa de ondas, esta microflora pode se misturar a uma considerável profundidade no sedimento. Já a vegetação

encontrada no supralitoral de praias arenosas e em dunas é composta por plantas herbáceas adaptadas para suportar este ambiente desgastante, composto de solo arenoso, salino, pobre em nutrientes e sujeito a ventos, grande insolação e amplitude térmica. Essas espécies compõem a chamada vegetação “halófila-psamófila” (THOMAZ & MONTEIRO, 1992) e são consideradas fixadoras de dunas por funcionarem como barreiras à movimentação da areia (RODERJAN & KUNIYOSHI, 1988).

Estruturas associadas às praias e bastante comuns em algumas porções do litoral são as falésias areníticas da formação Barreiras, assim como as concreções lateríticas e os recifes areníticos. Como são ambientes de substrato consolidado, tais formações são tratadas no CVA Costões rochosos e no CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos.

Outra formação peculiar de alta importância ecológica são as dunas. As dunas são depósitos de areia no ambiente terrestre que podem ser encontrados associados às praias, sendo nesse caso chamadas de dunas frontais ou dunas costeiras. São formadas a partir da deposição de sedimentos transportados pela ação do vento e podem estar sujeitas à movimentação pela ação eólica quando descobertas (dunas móveis), ou podem estar estabilizadas pela presença de vegetação (dunas fixas) (REBÊLO & BRITO, 2004). Devido à movimentação provocada pela ação eólica sobre as dunas móveis, as mesmas podem eventualmente chegar até a linha da costa, entrando em contato direto com o mar (MMA, 2004).

Ao longo da área suscetível ao óleo, as praias arenosas, juntamente com os manguezais, são o ambiente mais comum, sendo que as praias dominam a costa exposta ao mar, sendo geralmente interrompidas apenas por costões rochosos e desembocaduras de rios. Nas áreas abrigadas, por outro lado, as praias perdem espaço para outros ecossistemas, como os manguezais e planícies de maré, mas também ocorrem na forma de praias abrigadas. A maior parte das praias da área suscetível ao óleo apresenta característica dissipativa, com granulometria fina a média. No entanto, algumas regiões mais ao sul da área, como na região de

Aracruz (ES) e Macaé (RJ), há predominância de praias refletivas com granulometria média e grossa.

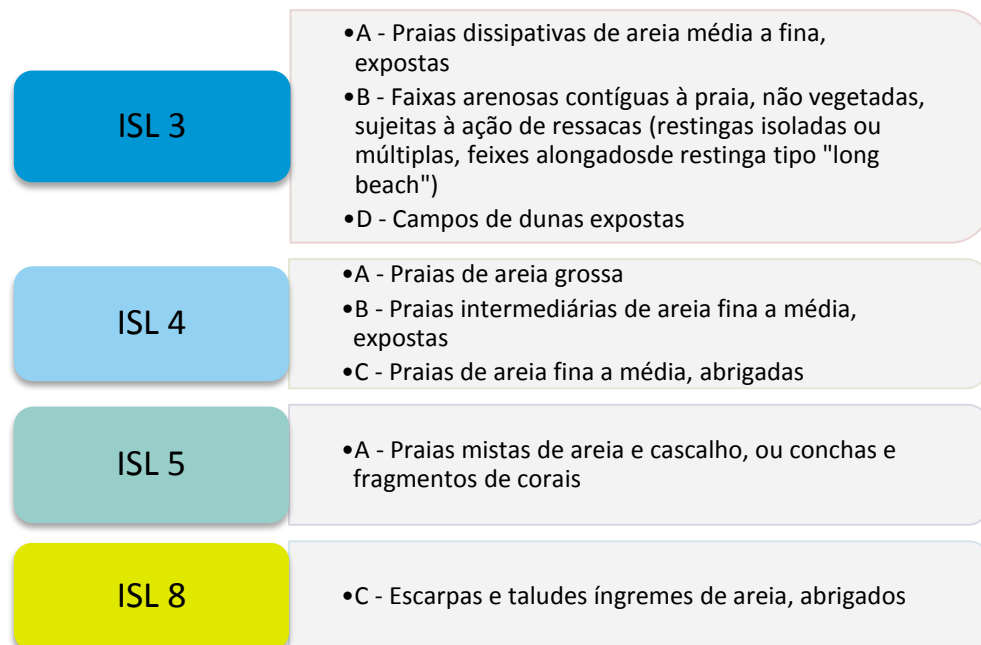
Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Praias Arenosas

Para a análise de sensibilidade e tempo de recuperação do CVA Praias Arenosas levou-se em conta tanto sua porção considerada mais vulnerável ao contato direto com o óleo, ou seja, a região entremarés, quanto a porção infralitoral rasa, onde os estudos existentes mostram que o óleo também pode se acumular (o que vale também para os outros CVAs de ecossistemas). O indicador estabelecido para estimar o tempo de recuperação foi seu grupo biológico residente mais conspícuo e componente chave: a comunidade bentônica (macro e meiofauna) (PETROBRAS, 2014).

O extenso gradiente de complexidade ecológica das praias sustenta uma consequente diferença na sensibilidade dos diferentes tipos de praias a vazamentos de óleo. Por isso, essas tipologias praias recebem diferentes categorizações de sensibilidade, como nos índices da NOAA – *Environmental Sensitivity Index* (ESI) e no Brasil, no ISL – Índice de Sensibilidade do Litoral ao óleo (MMA, 2004).

De acordo com o documento das Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo (MMA, 2004), o CVA que contempla as praias arenosas abriga ambientes com diferentes sensibilidade ao óleo, conforme características de granulometria, de declividade e de exposição. O litoral brasileiro teve sua linha de costa mapeada e classificada de acordo com os valores de ISL, que variam de 1 (menor valor de sensibilidade) a 10 (mais alta sensibilidade) pelo projeto de Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar – MAREM (IBAMA/IBP, 2016). Como existe uma relação entre os valores de ISL e os ecossistemas litorâneos, esse mapeamento foi utilizado como base, em conjunto com a análise das Fichas Estratégicas do projeto (que descrevem, entre outras informações, os ecossistemas predominantes em cada trecho do litoral), para o mapeamento dos ecossistemas na área suscetível ao óleo. Para o CVA praias arenosas, as categorias de ISL consideradas são apresentadas na **Figura II.8.4.2.7-1**. Por suas

semelhanças físicas, ecológicas e de sensibilidade, os trechos de litoral considerados no mapeamento deste CVA incluem as praias arenosas, praias mistas, faixas arenosas e dunas (ISL = 3A, 3B, 3D, 4A, 4B, 4C, 5A e 8C).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.7-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Praias Arenosas.

Destaca-se que para a área suscetível ao óleo, não ocorrem escarpas ou taludes íngremes de areia, para os quais o ISL assume valor 8. As praias mistas (ISL = 5) também são bastante escassas, ocorrendo em apenas cinco localidades pontuais ao longo de toda a área (Ilha de Itamaracá/PE, Mata de São João/BA, uma única praia na Baía de Todos os Santos/BA, uma única praia na foz do Rio Vaza-Barris/SE e no norte fluminense). Dessa forma, destaca-se que praticamente todos os trechos de litoral incluídos no mapeamento deste CVA na área suscetível ao óleo apresentam ISL entre 3 e 4, mais especificamente, a maior parte das praias na área suscetível é do tipo dissipativa de areia média a fina, exposta (ISL 3A), intermediária de areia fina a média, exposta (ISL 4B) ou de areia fina a média, abrigada (ISL 4C).

De forma geral, praias abrigadas são consideradas mais sensíveis do que as expostas, por apresentarem maior diversidade e biomassa de organismos e maior tempo necessário para recuperação. Considerando a elevada capacidade de limpeza natural gerada pelas ondas, o óleo tende a permanecer por poucas semanas nas praias expostas, enquanto que em praias abrigadas o óleo pode permanecer por vários anos (API, 1985; CAIRNS et. al., 1984; IPIECA, 2000; STROH, 2011).

Além do hidrodinamismo, a granulometria é um aspecto fundamental para a estruturação da biota e conseqüentemente para a sua sensibilidade ao óleo. Nas praias de areia grossa a penetração do óleo pode superar 25 cm de profundidade no sedimento. Mesmo que o grau de penetração dependa também das características do óleo, o tempo de permanência do óleo em praias de areia grossa é, de forma geral, mais elevado. O sedimento frouxo dessas praias também dificulta operacionalmente a limpeza e retirada do óleo (LOPES et al., 2007; MMA, 2004). Por outro lado, as praias compostas de sedimentos finos são normalmente saturadas de água e com pouco espaço intersticial, fazendo com que o óleo não penetre profundamente no sedimento.

Os impactos do contato direto com o óleo nesses ecossistemas sensíveis podem ser severos (MICHEL & HAYES, 1992; SCHOLZ et. al., 1994), resultantes tanto do recobrimento físico como do efeito químico. Lopes et. al. (2007) destacam que em termos gerais, os impactos esperados em praias arenosas são a alteração no equilíbrio trófico, desaparecimento de espécies-chave e espécies fundadoras, redução da biodiversidade e efeitos subletais na fisiologia e comportamento dos indivíduos, impactos associados aos efeitos do recobrimento e da intoxicação.

Os estudos consistentes sobre o tempo de recuperação de praias afetadas por impactos antrópicos e atingidas por vazamentos de óleo são escassos (DEFEO et. al., 2009; HAYWORTH et al., 2011). Muitos estudos são pontuais, de curta duração ou carecem de dados pretéritos e séries temporais adequadas para sustentarem conclusões cientificamente embasadas. Com esta ótica, pode-se citar Schlacher et. al. (2011), Huza et. al. (2005), e De La Huz et. al. (2005) como

exemplos de trabalhos que abordam os impactos do óleo em praias, mas em estudos de curto prazo.

O trabalho de De La Huz et al. (2005) mostrou nas praias estudadas, afetadas pelo acidente do Prestige (ocorrido em 2002), uma importante perda de riqueza, que chegou a mais de 66% da riqueza total existente antes do evento. No entanto, os autores não acompanharam ou informaram o tempo necessário para a total recuperação da comunidade afetada.

Schlacher et al. (2011), estudando os efeitos do acidente com o navio Pacific Adventurer, na Austrália, em 2009, demonstraram que os efeitos na biota em uma praia severamente atingida foram grandes, com poucas espécies remanescentes já na primeira semana após o acidente, o que permaneceu pelos três meses de monitoramento pós impacto. Os autores concluem que, apesar de se tratar de um pequeno vazamento, causou impactos relevantes no ecossistema, o que pode resultar no prolongamento do tempo de recuperação necessário. No entanto, não houve acompanhamento do processo de recuperação da biota.

Merece destaque o estudo de Hayworth et al. (2011), que avaliaram os efeitos do vazamento da Deepwater Horizon sobre as praias de areia no Alabama (EUA). Um ano após o acidente os autores observaram que os efeitos de longo prazo continuavam se consolidando, apesar dos esforços de limpeza adotados pela empresa British Petroleum. Destacam que poucas informações estão disponíveis sobre a efetividade da limpeza das praias atingidas e principalmente do destino em longo prazo do óleo remanescente nos ecossistemas praias (HAYWORTH et al., 2011). Esta realidade também ocorre no Brasil, uma vez que existe uma grande deficiência nos estudos e caracterização do ambiente praias na costa brasileira, deficiência essa ainda maior ao se tratar de programas de monitoramento e avaliação pós-impacto dos efeitos do óleo e da limpeza de ambientes atingidos.

Destacando as praias como um ambiente bastante dinâmico, os autores observam que os movimentos naturais da areia e da massa d'água (correntes de deriva, correntes de retorno, ondas, marés e a dinâmica de entrada e saída de areia) continuam redistribuindo e transformando o óleo livre remanescente no sistema. No caso das praias do Alabama, um ano depois ainda era possível

observar diferentes estados de intemperismo do óleo, enterrado em diferentes profundidades e na superfície na praia e infralitoral raso. Assim, não foi possível no estudo avaliar a quantidade de óleo ainda remanescente no ambiente. O estudo mostra a existência de agregados óleo-minerais (*oil mats*) de tamanhos variados e descontínuos enterrados até profundidades de 1 metro sob a areia, em uma grande área, representando um volume importante de óleo remanescente nas praias. Relatam que estes agregados ainda mantêm seu poder tóxico, através da presença de HPAs recalcitrantes.

Owens et al. (2008) fizeram uma extensa revisão a respeito da persistência do óleo em praias, avaliando seu tempo de permanência e os fatores envolvidos no processo. Destacam pontos importantes com base na avaliação de diversos eventos reais, especialmente Amoco Cadiz, Arrow, Florida e Metula, que devem ser considerados ao se avaliar os tempos de recuperação dos ambientes praias. Um dos pontos relevados pelos autores é o fato de que, via de regra, grande parte do volume de óleo que chega em uma praia é eliminado em um curto período de tempo (poucas semanas ou meses), por processos de intemperismo dos compostos mais voláteis e solúveis. Além disso, deve-se considerar que ações de limpeza, quando bem conduzidas, podem contribuir efetivamente para a remoção de grandes volumes de óleo da zona entremarés (LOPES et al., 2007). No entanto, os autores afirmam que volumes residuais, que se acumulam no interior do sedimento (percolados ou recobertos) e no infralitoral raso (que também é parte integrante do ecossistema praias), são mais difíceis de serem degradados, se tornando mais estáveis e podendo persistir por décadas. Destacam que nestes casos, os piores cenários ocorrem em praias com sedimentos grossos (com muito espaço intersticial), quando atingem camadas mais profundas. Os autores ressaltam que a granulometria grosseira é o aspecto mais importante na dilatação do tempo de residência do óleo. Em praias de areias grossas e também de baixa energia hidrodinâmica, espera-se que o óleo residual persista por muito tempo com pouca perda de volume. Já nas praias de areias finas e compactas, a expectativa de residência do óleo é bem menor, diante do seu reduzido espaço intersticial, que limita a percolação do óleo.

Os autores concluem que os casos com longo tempo de permanência do óleo nas praias não são uma regra (e dependem da conjunção de vários aspectos associados ao óleo e ao ambiente), sendo que na maioria dos eventos espera-se a degradação do óleo em poucos meses ou anos. No entanto, em locais com baixo hidrodinamismo, espera-se que o óleo permaneça por mais tempo no ambiente em função da baixa declividade, reduzida limpeza natural, presença de matéria orgânica e limitações de limpeza nesses ambientes. Episódios de contaminação intensa podem também fazer com que ocorra a pavimentação do substrato destes ambientes por hidrocarbonetos mais pesados, podendo tal situação persistir por muitos anos (GUNDLACH & HAYES, 1978; MICHEL & HAYES, 1992; SCHOLZ et. al., 1994; KINGSTON, 2002).

O desconhecimento da evolução do ecossistema praias na presença de óleo remanescente é citado por Hayworth et al. (2011), entre outros, como uma importante limitação na avaliação da sua recuperação. Novamente, é necessário ressaltar que a recuperação da biota afetada só poderá ser efetiva a partir do momento em que o ambiente estiver em condições de sustentar a recolonização, ou seja, livre do efeitos negativos do contaminante (toxicidade e recobrimento físico).

Considerando os ecossistemas praias e seu infralitoral raso, os estudos de longo prazo são bastante raros, mas destacam que a recuperação da fauna bentônica é mais lenta do que da fauna vágil (peixes, macroinvertebrados) (ELMGREN et al., 1983; BAKER et al., 1990; KINGSTON et al., 1997; DAU-VIN, 1998; KINGSTON, 2002, apud HAYWORTH et al., 2011), e que a comunidade pós impacto dificilmente será idêntica à anteriormente existente (pré-impacto), o que pode representar um impacto permanente nesses ambientes.

Além dos trabalhos acima citados, PETROBRAS (2014) avaliou diversos estudos relativos aos impactos do óleo em praias arenosas, concluindo que existem poucos trabalhos com sustentação científica a respeito do processo de recuperação das praias arenosas. Dentre os 20 artigos avaliados, PETROBRAS (op. cit.) identificou o trabalho de Bodin (1988) com o maior tempo já registrado para praias arenosas (5 anos). Com base nos documentos analisados, PETROBRAS (op. cit.) conclui que 3 anos é um tempo de recuperação adequado

para praias arenosas (tanto expostas como abrigadas) afetadas por derramamentos de óleo. Aqui cabe ressaltar que o processo de recuperação da biota envolve o retorno dos fatores estruturais e funcionais do ecossistema (biomassa, produtividade, riqueza, composição específica e trófica) e que essa recuperação deve levar em conta o tempo necessário para que o óleo presente seja removido ou indisponibilizado (MINTER et al., 2014; HAYWORTH et al., 2011).

No entanto, mesmo considerado essa revisão de estudos realizada pela PETROBRAS (2014), Short et al. (2004), ao verificarem os efeitos do Exxon Valdez sobre as praias, com o objetivo de avaliar a persistência de óleo no ambiente, encontraram a presença de óleo associado ao acidente após um período de 12 anos, concluindo que, nesse caso, a biota das praias afetadas continuou sujeita ao óleo mesmo após um longo período. Os mesmos autores investigaram as praias afetadas pelo Exxon Valdez 16 anos após o acidente, constatando um retardamento no processo de intemperismo do óleo residual e concluindo que o óleo residual de subsuperfície deverá permanecer no sedimento por tempo indeterminado sem muitas alterações (SHORT et al., 2007). Com relação aos estudos conduzidos nas praias afetadas pelo Exxon Valdez, deve-se ressaltar a importância das características ambientais da área, com baixas temperaturas, reduzindo a capacidade de biodegradabilidade e intemperismo do óleo, e o fato de o óleo residual, basicamente constituído de hidrocarbonetos de cadeia longa e asfaltenos, ser um composto de elevada persistência. Vale destacar que tais hidrocarbonetos de cadeia longa possuem baixa toxicidade, de forma que possíveis efeitos sobre a biota local seriam apenas físicos.

Em outro estudo de longo prazo, Fernández-Fernández et al. (2011), estudando a persistência do óleo originado no acidente do navio Prestige, detectaram a presença de hidrocarbonetos nas praias afetadas da Galícia, 7 anos depois do acidente, revelando que o óleo pode ter elevada persistência nas praias arenosas, apesar de serem ambientes naturalmente dinâmicos.

Um aspecto relevante neste sentido diz respeito ao entendimento do conceito de recuperação do ambiente como um processo de retorno do ecossistema ao equilíbrio esperado na ausência do acidente. Isso leva em conta tanto a

recuperação da biota propriamente dita como o retorno do ambiente (*latu sensu*) a uma condição não contaminada. Neste sentido, é importante o entendimento defendido por Kingston (2002) sobre o processo de recuperação: assumindo que o óleo foi eliminado do ambiente (o que pode demorar anos ou décadas, como visto acima), os impactos ambientais de longo prazo são geralmente associados a anomalias da estrutura da comunidade, que persistem associados à longevidade das espécies presentes.

Desta forma, observa-se que, apesar do tempo de permanência do óleo nas praias poder ser bastante extenso, o gradiente de tempo de recuperação da biota de praias arenosas afetadas por óleo, considerando a bibliografia disponível, varia basicamente entre 1 e 5 anos, dependendo principalmente das características da comunidade, da granulometria da praia afetada, da exposição à energia de ondas e das características do óleo ao atingir esses ambientes (volume, viscosidade, toxicidade).

Assim, considerando que as praias de areia fina a média, com elevado hidrodinamismo, compõem grande parte da área suscetível e que existem procedimentos eficientes de limpeza que minimizam danos adicionais e aceleram a sua recuperação (LOPES et al., 2007), **3 anos** é um tempo de recuperação factível para as praias na área suscetível ao óleo, em caso de eventual acidente. Esse tempo é assumido como factível, considerando que uma limpeza eficiente e com mínimos impactos adicionais (seguindo os critérios recomendados por LOPES et al., 2007) resultará na efetiva remoção do contaminante do ambiente a níveis que permitam a recolonização do substrato entremarés, tanto por indivíduos e espécies adultas das áreas não afetadas como pelo *input* larval (meroplâncton), vindo de outras regiões. Assume-se também que a limpeza natural da zona entremarés (ondas, correntes e marés) contribua de forma significativa e progressiva para reduzir o potencial tóxico do óleo remanescente.

Resumo do CVA Praias Arenosas e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Praias arenosas, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM (IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISLs 3A, 3B, 3D, 4A, 4B, 4C, 5A e

8C). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e de outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Praias arenosas	ISLs 3 (A, B, D), 4 (A, B, C), 5 (A) e 8 (C)	3 anos

O **Quadro II.8.4.2.7-1** e o **Quadro II.8.4.2.7-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Praias arenosas a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA são de até 53,5% (P1) para um vazamento de 8 m³, 57,4% (P1) para um vazamento de 200 m³ e 100% (P1) para um vazamento de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Jandaíra e Belmonte (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque são de até 44,3% (P1) para um vazamento de 8 m³, 49,2% (P1) para um vazamento de 200 m³ e 96,3% (P2) para um vazamento de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ficaram concentradas entre os municípios de Ilhéus e Santa Cruz Cabralia (BA).

A presença do CVA Praias arenosas dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.7-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Praias arenosas, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Touros	0,9	1,7	14,7	0,0	0,0	2,2	1,6	2,6	17,0	0,3	0,3	8,5	0,0	0,0	4,0
	Rio de Fogo	1,2	1,3	14,1	0,0	0,1	5,2	2,1	3,0	15,2	0,2	0,3	7,4	0,0	0,0	3,6
	Maxaranguape	1,7	2,7	15,6	0,0	0,0	8,6	3,4	5,2	20,2	0,6	0,4	11,3	0,0	0,0	5,6
	Ceará-Mirim	1,0	1,1	10,6	0,1	0,0	3,8	1,9	3,1	13,0	0,2	0,1	4,7	0,0	0,0	2,4
	Extremoz	1,4	1,7	11,9	0,0	0,2	4,4	2,1	1,9	10,6	0,3	0,1	5,4	0,0	0,0	2,9
	Natal	0,8	1,3	10,7	0,0	0,1	3,3	1,0	2,2	10,6	0,2	0,2	5,4	0,0	0,0	2,4
	Parnamirim	0,8	1,2	9,6	0,0	0,1	3,3	1,7	2,4	11,0	0,0	0,1	5,5	0,0	0,0	2,5
	Nísia Floresta	1,8	2,9	13,4	0,0	0,1	4,8	1,9	3,1	15,2	0,2	0,2	9,2	0,0	0,0	3,6
	Senador Georgino Avelino	0,1	0,1	2,8	0,0	0,0	1,1	0,3	0,2	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,9
	Tibau do Sul	1,0	0,9	12,1	0,0	0,2	5,1	1,2	0,0	0,0	0,2	0,3	8,3	0,0	0,0	3,3
	Canguaretama	1,5	1,4	14,4	0,0	0,1	5,3	1,6	1,6	16,3	0,3	0,2	11,6	0,0	0,0	4,5
Baía Formosa	0,9	1,7	13,0	0,1	0,2	4,1	0,6	1,5	15,3	0,1	0,4	9,5	0,0	0,0	2,5	
PB	Mataraca	0,6	0,8	8,5	0,0	0,0	2,5	0,6	0,5	8,2	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	2,0
	Baía da Traição	0,6	0,3	6,7	0,0	0,0	1,9	0,1	0,3	5,3	0,2	0,0	4,0	0,0	0,0	2,0
	Marcação	0,1	0,2	4,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3
	Rio Tinto	0,0	0,2	4,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2
	Lucena	0,3	0,3	6,4	0,0	0,0	1,6	0,2	0,4	3,1	0,1	0,2	2,4	0,0	0,0	0,7
	Cabedelo	0,1	0,1	0,7	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,7	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
	João Pessoa	0,4	0,6	12,3	0,1	0,0	2,0	0,1	0,7	10,2	0,1	0,1	6,4	0,0	0,0	1,7
	Conde	1,6	2,9	30,8	0,0	0,1	10,2	1,2	2,8	29,2	0,3	0,4	21,8	0,1	0,0	7,9

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Pitimbu	1,6	2,9	30,8	0,0	0,1	10,2	1,2	2,8	29,2	0,3	0,4	21,8	0,0	0,0	7,9
PE	Goiana	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	1,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
	Paulista	0,3	0,4	1,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	3,0	0,1	0,2	0,9	0,1	0,0	0,5
	Olinda	0,3	0,4	1,1	0,0	0,0	0,5	0,1	0,3	3,0	0,1	0,2	0,9	0,1	0,0	0,5
	Recife	2,0	3,7	19,3	0,5	0,5	12,2	2,5	4,4	31,5	0,9	2,0	20,9	0,0	0,2	7,4
	Jaboatão dos Guararapes	0,7	1,3	8,9	0,2	0,2	4,2	0,5	0,9	12,5	0,2	0,7	8,3	0,1	0,1	3,3
	Cabo	0,9	1,4	7,8	0,2	0,2	4,2	0,8	1,6	12,3	0,3	0,5	7,5	0,1	0,1	2,8
	Ipojuca	2,4	4,3	30,9	0,3	0,7	17,7	3,2	6,3	35,7	2,1	1,9	24,5	0,2	0,7	9,6
	Sirinhaém	0,7	1,0	7,4	0,1	0,0	1,6	0,8	1,0	6,9	0,0	0,3	3,4	0,0	0,1	1,3
	Tamandaré	1,8	2,7	15,0	0,1	0,2	6,4	1,1	1,3	11,1	0,7	0,7	8,2	0,1	0,1	2,8
	Barreiros	0,1	0,6	1,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,4	1,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6
	São José da Coroa Grande	0,3	0,4	2,6	0,0	0,1	0,5	0,2	0,5	2,2	0,1	0,1	0,9	0,0	0,1	0,3
AL	Maragogi	1,2	2,1	13,8	0,0	0,5	3,9	1,1	1,5	12,9	0,1	0,6	7,2	0,1	0,1	2,4
	Japaratinga	0,5	1,6	7,1	0,0	0,1	2,4	0,1	0,3	4,0	0,1	0,1	3,7	0,0	0,1	1,6
	Porto de Pedras	1,4	1,8	11,4	0,1	0,4	5,0	0,3	1,5	11,1	0,3	0,2	8,4	0,1	0,4	2,6
	São Miguel dos Milagres	0,2	1,5	5,2	0,0	0,3	2,6	0,5	0,0	0,8	0,1	0,1	3,4	0,0	0,1	1,2
	Passo de Camaragibe	1,5	1,7	13,5	0,5	0,3	6,9	1,1	3,2	12,2	0,4	0,3	6,8	0,1	0,1	4,2
	Barra de Santo Antônio	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,2	0,3	0,1	1,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
	Maceió	0,8	2,2	12,3	0,3	0,6	3,7	1,0	2,2	10,6	0,3	0,6	7,4	0,0	0,2	3,0
	Marechal Deodoro	1,7	3,5	17,3	0,2	0,6	8,2	2,0	4,8	20,9	0,8	1,4	14,1	0,2	0,2	5,1
	Barra de São Miguel	1,8	3,4	17,0	0,3	0,6	7,2	1,8	3,5	18,0	1,1	1,9	13,1	0,1	0,2	5,4
	Roteiro	1,6	2,9	15,3	0,3	0,8	7,7	1,5	3,3	16,9	1,0	1,6	11,1	0,1	0,3	6,1

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	São Miguel dos Campos	1,9	4,0	15,2	0,2	1,0	7,0	1,9	4,1	15,0	0,6	1,9	9,0	0,1	0,7	5,1
	Coruripe	4,2	7,3	31,7	0,8	1,5	14,0	3,3	6,2	21,9	1,6	2,5	23,1	0,4	1,4	10,3
	Feliz Deserto	3,4	5,4	24,6	0,7	1,1	13,2	2,2	5,2	21,9	1,6	2,5	21,7	0,1	0,7	7,2
	Piaçabuçu	12,8	17,3	51,7	2,6	4,5	29,8	8,0	14,8	47,0	5,2	9,6	40,3	1,3	4,1	19,6
	Brejo Grande	12,5	16,8	54,3	2,6	4,8	31,3	8,3	15,2	51,0	5,3	11,2	45,0	1,3	3,0	22,1
SE	Pacatuba	11,9	19,2	59,5	2,3	5,6	36,6	8,0	14,1	54,4	4,9	11,4	53,2	1,1	3,4	26,7
	Pirambu	14,0	22,8	66,9	3,3	5,9	47,1	11,2	21,2	62,8	6,7	13,1	60,1	1,6	5,3	37,4
	Barra dos Coqueiros	17,7	26,8	75,3	3,4	8,0	53,3	15,3	23,7	70,5	9,7	14,6	67,8	2,8	6,6	41,0
	Aracaju	19,2	26,3	71,0	3,8	7,7	40,9	17,3	23,5	67,8	8,3	14,4	56,3	2,9	6,5	32,1
	Itaporanga dajuda	25,8	31,7	80,8	4,6	8,9	47,1	20,3	28,1	72,3	11,8	15,7	61,8	3,0	7,7	36,3
	Estância	30,1	36,1	84,9	4,6	13,0	55,0	22,0	24,7	65,3	12,6	17,3	66,9	2,7	7,2	39,9
BA	Jandaíra	29,1	35,8	86,3	5,2	13,0	55,5	20,3	31,1	74,0	12,5	17,9	69,6	2,9	8,5	43,7
	Conde	31,9	42,1	89,3	10,6	16,0	66,5	22,6	32,8	77,5	14,6	20,4	70,7	4,4	9,1	45,9
	Esplanada	33,0	40,8	89,4	7,9	15,2	61,2	19,1	28,6	64,2	12,1	18,9	66,7	3,1	7,6	41,1
	Entre Rios	33,1	39,8	86,5	8,6	14,1	50,6	17,3	27,4	69,7	10,9	16,6	59,9	2,4	7,0	29,9
	Mata de São João	47,8	52,4	96,2	23,6	29,4	84,0	32,7	47,0	96,4	25,1	33,4	89,2	10,8	19,3	64,4
	Camacari	51,7	54,8	96,4	23,6	31,1	92,0	32,7	47,0	96,4	24,9	33,7	91,5	11,8	21,6	78,5
	Lauro de Freitas	51,7	54,8	96,4	22,9	31,1	92,0	29,6	30,4	75,1	22,1	33,7	91,5	11,8	21,6	78,5
	Salvador	53,5	55,4	95,8	27,0	35,4	88,3	28,2	40,8	97,0	24,3	33,6	90,1	16,6	24,2	77,0
	Madre de Deus	15,3	23,5	51,3	2,8	5,9	22,3	1,7	7,4	22,0	0,9	4,4	16,8	1,3	2,6	11,5
	Itaparica	20,3	26,6	78,7	4,0	10,5	39,9	5,9	12,7	43,0	3,4	6,6	33,1	2,1	6,6	26,0
	Vera Cruz	52,1	57,4	99,9	27,0	37,4	94,6	21,5	37,6	98,9	17,5	31,6	95,1	15,8	26,9	87,7
	Jaguaripe	52,1	57,4	100,0	26,8	37,4	95,2	19,8	37,6	99,1	17,3	29,5	95,1	15,8	26,9	88,3

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Valenca	39,4	46,4	100,0	23,2	30,5	95,4	20,1	31,5	96,5	15,6	25,7	93,2	9,6	22,1	87,4
	Cairu	27,9	35,1	99,7	26,2	35,3	93,5	16,0	26,8	94,8	14,1	23,5	86,2	17,4	29,0	87,1
	Nilo Pecanha	27,9	30,2	99,3	27,4	37,1	93,6	18,1	27,2	92,8	14,3	25,8	85,3	17,9	29,8	86,7
	Itubera	28,2	31,1	99,9	31,7	41,4	95,9	20,3	30,8	97,0	20,9	30,7	93,7	24,8	36,7	93,7
	Igrapiuna	10,3	13,1	76,6	17,4	22,1	77,1	9,1	16,4	60,6	10,3	15,5	54,7	10,2	17,7	62,3
	Camamu	2,3	2,7	19,5	4,1	4,5	22,6	1,4	3,1	20,9	2,1	3,4	10,9	3,5	3,4	15,5
	Marau	35,4	41,2	100,0	41,7	49,9	99,8	24,1	35,0	99,1	27,6	39,0	97,6	38,3	49,6	95,9
	Itacare	34,4	39,0	97,1	41,7	49,9	99,9	21,0	30,8	97,9	26,1	37,5	97,6	38,3	48,4	95,9
	Urucuca	19,4	22,6	75,6	28,4	34,7	81,0	9,4	16,2	64,6	17,5	25,5	72,2	30,9	40,7	89,8
	Ilheus	22,5	26,2	86,7	30,2	34,3	91,3	13,5	22,0	87,6	23,0	29,8	91,8	37,2	44,6	95,5
	Una	7,4	9,6	28,0	15,6	19,7	81,4	6,8	11,7	54,4	11,6	21,3	73,8	28,3	36,5	95,5
	Canavieiras	4,8	5,8	18,9	10,6	12,5	73,3	5,3	9,2	44,4	8,7	18,2	81,2	24,4	30,8	79,2
	Belmonte	4,9	7,6	38,1	8,3	11,3	65,2	3,0	7,3	39,4	7,3	15,1	78,9	17,1	23,5	91,0
	Santa Cruz Cabralia	1,0	2,1	13,5	1,0	2,5	36,9	0,9	1,6	17,2	0,9	4,7	47,8	3,5	6,0	54,6
	Porto Seguro	1,1	1,9	11,7	1,0	2,6	30,2	0,9	2,1	15,0	0,9	2,9	40,7	1,6	4,2	47,2
	Prado	0,5	0,9	2,4	0,2	0,7	6,9	0,2	0,9	5,9	0,1	0,9	8,9	0,4	0,8	7,4
	Alcobaca	0,0	0,2	1,3	0,0	0,2	4,9	0,0	0,1	5,6	0,1	0,2	9,0	0,1	0,6	8,1
	Caravelas	0,2	0,4	1,2	0,1	0,3	4,9	0,0	0,4	5,6	0,0	0,5	9,0	0,1	0,6	8,8
	Nova Vicosa	0,0	0,0	0,6	0,0	0,1	2,0	0,0	0,1	2,3	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	3,7
	Mucuri	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,2
ES	Conceicao da Barra	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
	Sao Mateus	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,9
	Linhares	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Aracruz	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Fundao	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Serra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Vitoria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
RJ	Sao francisco de Itabapoana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Sao Joao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Campos de Goytacazes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Probabilidades máximas		53,5	57,4	100,0	41,7	49,9	99,9	32,7	47,0	99,1	27,6	39,0	97,6	38,3	49,6	95,9

Quadro II.8.4.2.7-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Praias arenosas, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Touros	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maxaranguape	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Natal	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Canguaretama	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
PB	Mataraca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía da Traição	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marcação	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Rio Tinto	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Lucena	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabedelo	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	João Pessoa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Conde	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pitimbu	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Recife	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AL	Maragogi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Passo de Camaragibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Roteiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coruripe	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Piaçabuçu	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Brejo Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
SE	Pacatuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Pirambu	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1
	Barra dos Coqueiros	0,2	0,5	3,7	0,1	0,1	1,5	0,1	0,3	3,2	0,1	0,1	3,4	0,1	0,0	0,9
	Aracaju	0,3	0,4	5,7	0,1	0,1	1,8	0,2	0,5	3,6	0,2	0,1	2,9	0,1	0,1	1,8
	Itaporanga dajuda	0,5	0,7	4,6	0,1	0,1	1,3	0,2	0,4	3,6	0,2	0,3	2,5	0,0	0,0	0,9
	Estância	0,6	1,3	7,9	0,3	0,2	2,1	0,4	0,4	2,3	0,4	0,4	3,4	0,2	0,6	2,0
BA	Jandaíra	1,9	2,1	11,0	0,5	0,6	4,7	0,7	1,8	5,7	0,8	1,3	5,2	0,2	0,5	3,9
	Conde	2,8	4,1	19,3	1,9	2,4	9,1	1,5	3,2	10,3	1,5	2,7	10,2	1,0	1,6	8,2
	Esplanada	5,7	6,9	29,6	2,5	3,8	21,3	2,4	4,0	15,1	2,4	3,8	18,4	2,3	2,5	17,0
	Entre Rios	4,1	6,1	27,2	1,7	3,1	13,3	1,4	3,2	11,6	2,0	3,0	13,5	1,3	1,9	10,9
	Mata de São João	7,2	8,3	28,9	3,4	4,3	23,5	2,8	5,0	22,7	2,7	4,2	22,0	2,1	3,3	21,3
	Camacari	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	3,9	15,0	2,6	4,2	18,7	2,3	3,0	18,6
	Lauro de Freitas	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	1,5	4,0	1,9	4,2	18,7	1,7	3,0	18,6
	Salvador	7,5	8,1	49,2	1,9	4,5	20,9	1,6	3,9	13,9	2,3	4,3	16,4	1,6	2,8	15,6
	Madre de Deus	0,1	0,3	1,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4
	Itaparica	1,5	3,1	12,9	0,4	1,1	3,2	0,2	1,4	2,8	0,7	1,3	3,8	0,6	0,6	2,4
	Vera Cruz	4,4	6,4	34,0	0,8	3,0	13,4	1,0	2,3	8,6	1,4	2,7	11,2	1,2	2,2	12,6
	Jaguaripe	4,4	5,8	34,1	0,5	2,1	10,5	0,6	1,9	8,6	1,2	2,0	9,4	0,8	1,7	10,3
	Valença	4,6	6,2	40,6	1,3	3,2	19,8	0,9	2,9	15,4	1,4	2,9	13,8	1,1	1,9	17,7
	Cairu	12,2	15,6	61,6	4,8	10,1	37,7	2,0	5,1	23,3	2,3	6,2	25,9	4,6	7,0	31,9
	Nilo Pecanha	8,3	13,6	51,4	3,4	7,8	31,1	1,6	3,9	20,1	1,2	4,3	21,8	3,6	5,5	27,4
	Itubera	11,9	18,5	66,0	9,1	15,9	57,2	3,0	6,2	28,2	2,6	7,4	39,1	8,4	13,5	56,3
	Igrapiuna	7,7	12,5	59,6	5,3	9,9	49,1	1,6	3,1	16,1	1,2	3,5	15,6	5,1	8,2	48,0
	Camamu	4,6	8,1	37,2	3,8	8,1	31,2	0,7	0,9	4,0	0,8	3,0	6,7	4,3	5,1	32,5

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Marau	14,4	19,9	69,0	9,3	17,1	59,5	4,3	9,6	44,2	4,3	10,2	44,4	14,3	18,3	59,0
	Itacare	14,1	18,8	68,9	8,7	14,0	56,2	4,8	9,0	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	16,6	57,2
	Urucuca	7,2	9,2	51,8	2,6	5,5	26,3	1,3	3,6	8,9	1,7	4,2	15,2	3,6	7,2	46,0
	Ilheus	18,9	24,5	72,7	7,8	14,4	56,4	4,6	9,3	44,8	4,8	9,9	42,1	8,4	16,6	55,7
	Una	25,9	29,6	78,3	9,5	18,7	72,4	4,0	13,2	51,2	2,7	8,3	38,2	6,8	21,4	74,4
	Canavieiras	40,4	44,9	89,9	17,8	32,4	92,6	6,3	13,9	45,8	3,2	11,1	42,3	15,2	32,7	87,0
	Belmonte	44,3	49,2	93,7	19,2	37,7	96,3	8,2	16,6	46,2	4,1	14,1	50,0	20,3	39,6	88,5
	Santa Cruz Cabralia	26,7	32,4	74,1	10,3	25,8	66,9	5,2	8,7	28,7	2,7	12,9	33,1	11,3	28,2	72,2
	Porto Seguro	19,3	25,1	56,6	6,5	19,7	66,8	2,3	6,2	23,6	2,1	11,0	33,1	10,6	21,4	64,7
	Prado	9,5	13,7	50,9	2,8	11,6	52,6	0,5	4,5	13,3	0,8	7,4	28,7	2,6	12,5	52,0
	Alcobaca	6,8	16,6	62,3	2,1	11,4	46,4	0,2	4,7	26,8	0,3	4,9	26,4	1,9	13,8	49,2
	Caravelas	11,9	28,3	81,9	3,6	20,1	71,9	0,9	7,1	35,7	0,7	8,1	37,5	3,2	20,6	73,4
	Nova Vicososa	3,3	10,6	49,4	0,3	8,0	35,4	0,0	1,8	18,2	0,0	2,2	17,1	0,1	8,5	37,7
	Mucuri	1,6	7,9	45,1	0,3	6,4	33,1	0,0	1,9	12,9	0,0	2,1	13,7	0,3	7,3	35,3
	ES	Conceicao da Barra	0,6	4,1	36,2	0,1	2,1	28,7	0,1	1,4	10,9	0,0	1,3	10,7	0,1	2,6
Sao Mateus		0,2	2,9	37,1	0,1	1,9	29,2	0,0	0,9	12,1	0,0	1,1	11,3	0,1	2,6	31,5
Linhares		0,0	2,2	33,9	0,0	1,1	24,3	0,0	0,2	9,5	0,0	0,9	9,5	0,0	1,7	28,3
Aracruz		0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	1,9
Fundao		0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,8
Serra		0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,7
Vitoria		0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
Vila Velha		0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3
Guarapari		0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Anchieta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
RJ	Sao francisco de Itabapoana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sao Joao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Campos de Goytacazes	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	4,2
	Quissama	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	5,2
	Carapebus	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6
	Macaé	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
	Rio das Ostras	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7
	Casimiro de Abreu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Cabo Frio	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,0
	Armação dos Buzios	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	3,6
	Arraial do Cabo	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7
	Araruama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Saquarema	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Maricá	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3
	Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
	Mangaratiba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Angra dos Reis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		44,3	49,2	93,7	19,2	37,7	96,3	8,2	16,6	51,2	4,8	14,1	50,0	20,3	39,6	88,5

II.8.4.2.8. CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar

As planícies de maré são ambientes costeiros quase horizontais, localizados na zona entremarés, ocorrendo frequentemente em regiões abrigadas da ação direta das ondas, como em estuários e baías, frequentemente associados a praias arenosas e manguezais. São compostas por sedimentos arenosos ou lamosos não consolidados e, por estarem localizadas na zona entremarés, ficam expostas na maré baixa e submersas na maré alta (CHAKRABARTI, 2005; SEMENIUK, 2005). Pela sua localização e composição similar às praias arenosas, podem ser confundidas com tais ambientes, mas suas peculiaridades permitem tratá-las como feições costeiras específicas, denominadas também de terraços de baixa-mar mar ou baixios lamosos, conforme sua composição (MORANG & SZUWALSKI, 2003; DITTMANN, 2002; MMA, 2004, apud LOPES et al., 2007). São formadas com o acúmulo de sedimentos devido à ação conjunta de ondas, correntes de maré e, por vezes, fluxo de rios (LIMA, 2011). Por serem ambientes deposicionais, estão presentes em áreas com baixo hidrodinamismo e abrigadas da ação direta das ondas. No entanto, podem ocorrer planícies de maré com elevado hidrodinamismo, sujeitas à ação de ondas e que apresentam sedimentos em geral mais grossos, mais compactos e firmes do que as planícies de maré abrigadas.

As planícies de maré são consideradas ambientes de grande relevância ecológica e econômica, tendo em vista a sua função como barreira contra a energia das ondas e marés, sumidouro de poluentes e por apresentarem grande quantidade de nutrientes e, conseqüentemente, de organismos (LIMA, 2011), muitos dos quais são utilizados como alimento por grupos da fauna (como aves limícolas) e também são explorados por comunidades de marisqueiros. Em função de sua importância ecológica, tais ambientes fazem parte das áreas úmidas de importância internacional estabelecidas pela Convenção de Ramsar, de 1971 (MITHTHAPALA, 2013). Tais fatores, aliados à relativa sensibilidade dos ambientes aos efeitos do óleo, justificam sua escolha como um CVA na presente análise de risco.

Quanto ao tipo de sedimento, podem ser classificadas em arenosas e lamosas (CHAKRABARTI, 2005). As planícies de maré lamosas se desenvolvem em ambientes de baixa energia, onde ocorre o depósito de sedimentos finos (silte e argila), portanto, são mais comuns em áreas abrigadas. Por outro lado, as planícies arenosas se desenvolvem em locais de mais alta energia de ondas e marés, onde sedimentos mais grossos (areia) se depositam (MITHTHAPALA, 2013).

Conforme realçado por LOPES et al. (2007), assim como as praias de areia fina, as planícies de maré e terraços de baixa-mar lamosos são ambientes de elevada riqueza biológica, como consequência da relativa estabilidade física e abundância de alimento (altos índices de matéria orgânica). Possuem, conseqüentemente, uma rica e complexa comunidade bentônica, incluindo moluscos, crustáceos, poliquetas (SEMENIUK, 2005), com elevada biomassa, inclusive de peixes, tanto demersais como bentônicos (SCHOLZ et al., 1994, DITTMANN, 2002, VENDEL, 2003 apud LOPES et al., 2007). Com essa biodiversidade, as planícies de maré e terraços de baixa-mar atraem também variada fauna em busca de alimento, tanto na preamar, como na baixa-mar (MICHEL & HAYES, 1992). Essas áreas possuem importância especial para espécies de aves costeiras, muitas delas migratórias e algumas ameaçadas, que se alimentam de invertebrados bentônicos nesse ambiente (ROGERS et al., 2013).

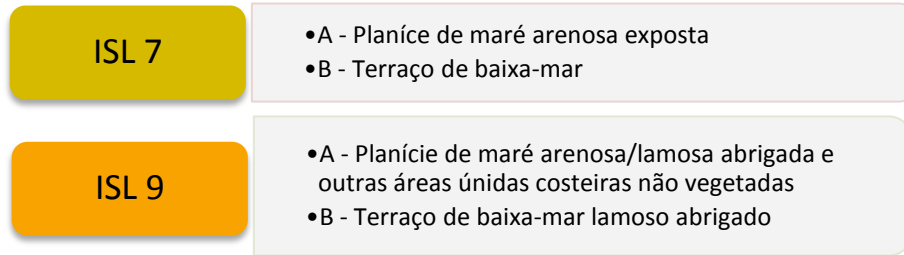
Dependendo de características ambientais como latitude, clima, amplitude de maré, nível de energia de ondas, substrato e salinidade, as planícies de maré podem ser colonizadas por diferentes espécies vegetais. Mesmo quando desprovidas de vegetação macroscópica, as planícies de maré possuem uma abundante comunidade de algas, sendo comuns as diatomáceas e cianofíceas (MITHTHAPALA, 2013). O fluxo diário das águas provê esses ambientes com nutrientes, especialmente em estuários, onde os sedimentos de origem terrestre são ricos em matéria orgânica.

Na área suscetível ao óleo, as planícies de maré ocorrem de forma difusa em toda a costa, frequentemente associadas aos manguezais, ou seja, em baías e estuários, onde as condições abrigadas, de baixa energia, permitem o

desenvolvimento de extensas planícies deposicionais na zona entremarés. Destacam-se na área as extensas planícies de maré contíguas às praias e manguezais na Baía de Todos os Santos (BA). Em áreas mais expostas, as planícies de maré geralmente são encontradas em fozes de rios. Na área suscetível ao óleo destacam-se também as planícies de maré expostas que se desenvolvem na contracosta de recifes areníticos ou recifes de corais, com destaque para a região do litoral norte de Alagoas.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar

Quanto aos efeitos do óleo, as planícies de maré são ambientes de baixa declividade e, em geral, submetidos a baixos níveis de energia, o que aumenta o tempo de permanência do óleo e diminui a ação de limpeza natural. Além disso, a baixa trafegabilidade e o sedimento inconsistente tornam as ações de limpeza difíceis, podendo agravar os danos nos casos em que a introdução do óleo atinja camadas mais profundas. Estes fatores, associados à grande importância dos recursos biológicos desses ambientes, fazem com que as planícies de maré e terraços de baixa-mar sejam classificados com Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) igual a 7, quando expostos, e 9, quando abrigados (MMA, 2004), conforme designado na **Figura II.8.4.2.8-1** abaixo. Dentre os ambientes não consolidados da zona entremarés, as planícies de maré são relativamente sensíveis, sendo consideradas mais sensíveis ao óleo do que as praias arenosas (MICHEL & HAYES, 1992) e, no caso das planícies abrigadas, encontram-se na mesma categoria dos recifes de coral (ISL 9), sendo consideradas apenas menos sensíveis que os manguezais (ISL 10).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.8-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar.

Lopes et al. (2007) ressaltam que cenários envolvendo contaminação de planícies de maré e terraços de baixa-mar lamosos são ambientalmente preocupantes pela elevada sensibilidade biológica e limitações nos procedimentos de limpeza. Como resultado da ação de subida e descida das marés, o óleo tende a se acumular na parte superior do ambiente. Lopes et al. (2007), citando vários autores, destacam que em episódios de contaminação intensa, a persistência do óleo no substrato destes ambientes pode se prolongar por muitos anos (GUNDLACH & HAYES, 1978; MICHEL & HAYES, 1992; SCHOLZ et al., 1994; KINGSTON, 2002; API, 1985). Lopes et al. (2007) destacam ainda que, em termos gerais, os impactos esperados residem na alteração do equilíbrio trófico, desaparecimento de espécies-chave e espécies fundadoras, redução da biodiversidade e efeitos subletais na fisiologia e comportamento das espécies.

Os estudos de Lee & Lin (2013) em baixios arenosos entremarés afetados por vazamento de óleo mostraram efeitos como redução na produção de clorofila e alteração na macrofauna benthica (tanto a infauna como a epifauna), além de afetar, suprimir ou mesmo interromper a produção das microalgas, causando uma inversão do sistema originalmente autotrófico para heterotrófico (pelo crescimento das bactérias observado).

PETROBRAS (2014), em sua revisão sobre os efeitos físicos e químicos (toxicidade) do óleo sobre as planícies de maré, cita a mortalidade de indivíduos, alteração na composição e estrutura da comunidade, alterações comportamentais de narcose, diminuição na taxa de enterramento, desorientação e a inibição do crescimento dos indivíduos (STEKOLL et al., 1980; CHUNG et al., 2004, apud PETROBRAS, 2014). Chung et al. (2004) registra também a falta de oxigênio

como um efeito relevante, causada por esse enriquecimento orgânico e pela redução na infiltração da água no sedimento, como responsável por uma parte dos efeitos negativos do óleo nesses ambientes (CHUNG et al., 2004 apud PETROBRAS, 2014).

No entanto, por serem formadas de sedimentos finos e ricos em matéria orgânica, as planícies de maré são normalmente saturadas de água e com pouco espaço intersticial, fazendo com que o óleo não penetre profundamente no sedimento. Neste sentido, PETROBRAS (2014) cita Puente et al. (2009), que avaliaram os efeitos do derrame do Prestige sobre comunidades bentônicas estuarinas e não observaram elevadas mortalidades nem alterações significativas na estrutura das comunidades bentônicas, indicando que os sedimentos saturados de água e a conseqüente reduzida penetração do óleo, minimizaria os impactos sobre a biota bêntica, especialmente a infauna.

Por outro lado, sabe-se que a intensidade do dano nestes ambientes depende de diversos fatores, especialmente da dimensão espacial da contaminação, do tipo de óleo e do hidrodinamismo (LOPES et al., 2007; API, 1985). Egres (2011), avaliando os efeitos do óleo diesel sobre as associações bênticas de baixios não vegetados da Baía de Paranaguá (PR) através da simulação de um derrame *in situ*, adotando o modelo *Multivariate Before and After/Control and Impact* (M-BACI), observou que as associações bênticas avaliadas se mostraram tolerantes ou resilientes frente aos impactos. A autora constatou efeito agudo pós-impacto, mas a recuperação dos níveis populacionais pré-impacto foi extremamente rápida. O principal vetor de recolonização foi a migração ativa de adultos dos sedimentos adjacentes. Mais uma vez fica ressaltada a importância da dimensão espacial da área afetada que, assim como nos outros ambientes, vai determinar em conjunto com outros fatores o tempo de recuperação da biota.

Os estudos acerca do tempo de recuperação de planícies de maré após um evento impactante envolvendo o derramamento de óleo não apresentam grande convergência nos resultados, evidenciando que fatores como o nível de impacto e outras condições ambientais locais são de extrema importância para a recuperação.

Avaliando o processo de recuperação natural do macrobentos de planícies de maré ao longo de 4,5 anos, Beukema et al. (1999) observaram que o processo e velocidade de recuperação também são influenciados pela época do ano. Apesar dessa influência sazonal, observaram que a maioria das espécies estava novamente presente na área 6 meses após o impacto, mas que foram necessários vários anos para que a biomassa original fosse recuperada, bem como a estrutura das populações de diversas espécies. Muitas espécies da macrofauna apresentaram lenta recolonização por adultos transportados por correntes (*tidal currents/ rips*), ou pelo sedimento. Por outro lado, o assentamento larval, especialmente de espécies oportunistas, é bastante rápido.

Estudos de Bejarano & Michel (2010), por sua vez, mostraram a existência de alto risco de toxicidade por HPAs residuais nas camadas superficiais dos sedimentos de planícies de marés afetadas pelos derramamentos de petróleo durante a Guerra do Golfo, doze anos após o evento.

Em sua avaliação sobre os dados disponíveis acerca do tempo de recuperação especificamente para ambientes de planícies de maré, PETROBRAS (2014) identificou tempos de três meses a dois anos para recuperação da riqueza e abundância da biota.

Outros estudos indicaram tempos de recuperação mais curtos, com o rápido retorno aos limites de variabilidade natural existentes e retorno das condições próximas da normalidade em apenas 23 dias após o impacto (LEE & LIN, 2013).

Ao se considerar os resultados obtidos em todos os estudos, assim como as peculiaridades ambientais da área suscetível ao óleo, restrições de limpeza e persistência do óleo no ambiente, foi adotado o tempo de recuperação de **5 anos** para este CVA em caso de contaminação por óleo. Tal critério se justifica pela sua categorização entre os ambientes mais sensíveis, tanto pelo MMA (2004) como pela literatura internacional discutida.

Resumo do CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM

(IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISLs 7A, 7B, 9A e 9B). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA, para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Planícies de maré e terraços de baixa-mar	ISLs 7 (A, B), 9 (A, B)	5 anos

O **Quadro II.8.4.2.8-1** e o **Quadro II.8.4.2.8-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de até 52,4% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 57,4% (P1) para vazamentos de 200 m³ e de até 99,8% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades estiveram concentradas entre os municípios de Itaporanga d'Ajuda (SE) e Ilhéus (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 39,7% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 44,9% (P1), para vazamentos de 200 m³ e de até 92,6% (P2) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probalibilidades ficaram concentradas entre os municípios de Una e Porto Seguro (BA).

A presença deste CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.8-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Rio de Fogo	0,6	1,2	6,5	0,0	0,0	2,8	0,9	2,0	9,7	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	2,0
	Maxaranguape	1,0	0,8	10,6	0,0	0,0	3,8	1,5	3,1	13,0	0,2	0,0	4,5	0,0	0,0	2,4
	Ceará-Mirim	1,0	0,8	10,6	0,0	0,0	3,8	1,5	3,1	13,0	0,2	0,0	4,5	0,0	0,0	2,4
	Natal	0,7	0,9	8,2	0,0	0,0	1,9	0,3	1,5	8,8	0,2	0,0	3,5	0,0	0,0	1,9
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Canguaretama	0,3	1,4	13,3	0,0	0,0	5,1	1,0	1,4	12,5	0,3	0,2	8,6	0,0	0,0	2,9
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
PB	Mataraca	0,2	0,8	8,5	0,0	0,0	2,1	0,1	0,4	8,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	1,5
	Baía da Traição	0,2	0,3	6,0	0,0	0,0	0,8	0,1	0,3	3,2	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,7
	João Pessoa	0,1	0,0	4,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	4,4	0,0	0,1	2,0	0,0	0,0	0,5
	Conde	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,2
	Pitimbu	0,5	1,3	8,0	0,0	0,1	3,1	0,5	1,2	13,5	0,1	0,3	8,1	0,0	0,0	2,0
PE	Goiana	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	1,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
	Recife	0,0	0,1	1,3	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	2,9	0,0	0,3	1,8	0,0	0,0	0,8
	Jaboatão dos Guararapes	0,7	1,3	8,9	0,2	0,2	4,0	0,5	0,7	12,5	0,2	0,7	8,3	0,0	0,0	3,3
	Cabo	0,7	1,1	6,0	0,0	0,1	3,4	0,8	1,0	8,5	0,3	0,5	3,8	0,0	0,0	1,7
AL	Maragogi	0,0	0,4	3,9	0,1	0,2	2,1	0,3	0,0	1,1	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	1,7
	Japaratinga	1,4	1,8	11,4	0,1	0,3	5,0	0,3	1,5	11,1	0,1	0,2	8,4	0,1	0,4	2,6
	Porto de Pedras	1,4	1,8	11,4	0,1	0,3	5,0	0,3	1,5	11,1	0,2	0,2	8,4	0,1	0,4	2,6

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	São Miguel dos Milagres	0,6	0,8	5,5	0,0	0,0	1,8	0,0	0,3	4,5	0,1	0,2	3,1	0,0	0,1	1,2
	Passo de Camaragibe	1,5	1,7	12,4	0,2	0,5	5,1	1,1	3,2	12,2	0,2	0,4	7,1	0,1	0,3	3,6
	Maceió	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Marechal Deodoro	0,2	0,3	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	1,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3
	Barra de São Miguel	1,6	3,4	17,0	0,2	0,5	6,6	1,5	2,6	18,0	1,1	1,9	13,1	0,0	0,2	5,4
	Roteiro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
	São Miguel dos Campos	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
	Coruripe	1,3	2,3	8,2	0,0	0,6	4,1	1,2	0,1	1,0	0,1	0,5	6,9	0,0	0,1	2,0
SE	Pacatuba	8,5	16,5	56,0	1,6	3,9	31,8	4,5	12,7	51,8	2,8	9,2	48,8	0,1	2,4	22,5
	Aracaju	4,5	9,2	17,1	0,9	1,3	5,0	6,2	8,7	17,7	2,0	4,3	13,2	0,5	0,8	4,8
	Itaporanga dajuda	25,8	30,9	80,8	4,6	8,8	47,1	20,3	28,1	72,3	11,8	15,5	61,7	3,0	6,6	36,3
	Estância	30,1	36,1	84,9	4,6	13,0	55,0	22,0	23,1	57,1	12,6	17,3	66,9	2,3	7,2	39,9
BA	Jandaíra	26,5	34,8	83,1	4,6	10,4	49,7	18,4	17,0	46,8	11,0	16,5	61,4	1,9	6,7	40,7
	Entre Rios	28,2	36,7	83,2	6,2	11,4	44,3	16,3	19,2	46,8	9,0	15,0	54,8	1,8	5,0	25,4
	Mata de São João	31,4	40,6	89,6	10,3	14,9	64,9	17,4	27,8	78,7	12,3	19,4	67,7	3,6	7,6	37,8
	Camacari	46,3	50,9	95,2	18,4	28,2	83,9	29,2	42,7	95,0	22,6	31,6	86,7	10,4	16,8	63,3
	Salvador	52,4	54,8	96,2	27,4	33,8	89,8	30,8	46,2	98,5	24,7	33,7	92,0	16,8	23,0	77,6
	Sao Francisco do Conde	3,1	8,0	16,9	0,9	1,9	9,6	0,6	2,7	7,6	0,3	1,6	5,7	0,4	0,6	3,5
	Madre de Deus	15,3	23,5	51,3	2,8	5,9	22,3	1,7	7,7	22,0	0,9	4,4	16,8	1,6	2,6	11,5
	Santo Amaro	3,9	5,4	24,1	0,5	1,3	4,1	0,5	0,7	3,2	0,1	0,8	2,3	0,2	0,4	2,0
	Saubara	7,8	13,6	53,9	1,8	5,4	21,7	0,4	2,5	14,7	0,8	2,8	12,8	0,7	2,5	11,0
	Salinas da Margarida	4,6	7,9	27,2	0,9	2,5	8,0	0,6	1,4	6,4	0,3	1,1	4,7	0,7	1,3	2,5
Itaparica	1,0	1,5	4,4	0,2	0,6	2,0	0,2	0,8	2,4	0,3	0,2	1,5	0,1	0,4	1,8	

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Vera Cruz	22,6	31,7	85,8	6,9	17,7	70,6	4,0	14,9	53,7	4,2	10,8	47,4	4,1	10,8	48,4
	Jaguaripe	52,1	57,4	99,8	27,9	37,4	94,5	21,0	37,6	98,6	17,3	29,6	95,1	15,8	26,9	87,5
	Valenca	26,5	35,1	99,4	14,3	23,7	88,0	14,0	23,5	91,0	9,9	19,7	75,6	5,7	17,0	76,9
	Cairu	0,5	0,6	19,2	0,0	0,0	1,1	0,1	0,3	3,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,3
	Itubera	10,3	13,1	76,6	17,4	22,1	77,1	9,1	16,4	60,6	10,3	15,5	54,7	10,2	17,7	62,3
	Igrapiuna	9,1	10,9	74,1	14,7	17,6	59,2	7,5	14,2	48,3	7,8	12,3	43,8	7,6	13,8	49,9
	Camamu	2,3	2,7	19,5	4,1	4,5	22,6	1,4	3,1	20,9	2,1	3,4	10,9	3,5	3,4	15,5
	Itacare	6,3	7,1	33,4	7,3	9,4	42,3	1,1	3,5	21,0	3,5	7,1	21,2	8,0	14,0	47,5
	Urucuca	19,4	22,6	75,6	28,4	31,8	81,0	9,4	16,2	64,6	17,5	25,5	72,2	30,9	40,7	89,8
	Ilheus	19,4	22,6	75,6	28,4	31,8	81,0	9,4	16,2	71,7	17,5	25,5	72,2	30,9	40,7	89,8
	Una	2,7	6,8	13,2	15,6	18,1	74,7	6,2	11,4	48,0	10,6	19,7	67,4	27,3	34,9	87,2
	Canavieiras	4,5	5,8	18,4	10,3	10,9	55,4	3,5	7,2	41,6	7,9	15,5	77,2	20,5	26,4	75,2
	Belmonte	3,5	5,1	13,5	4,5	6,5	50,0	2,3	5,2	30,2	4,5	11,6	63,0	10,9	17,2	68,8
	Santa Cruz Cabralia	1,0	2,4	13,5	1,0	2,6	36,9	1,0	1,6	17,2	0,9	3,7	47,8	2,9	6,0	54,6
	Porto Seguro	1,0	2,4	12,2	1,0	2,6	31,1	1,0	1,6	15,4	0,9	3,7	42,3	2,3	4,8	48,4
	Prado	0,5	0,9	2,4	0,2	0,7	6,9	0,2	0,8	5,9	0,0	0,9	8,9	0,4	0,8	7,4
	Alcobaca	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	2,9	0,1	0,1	5,7	0,1	0,1	5,6
	Caravelas	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	3,0	0,0	0,1	2,3	0,0	0,0	1,8
	Mucuri	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6
ES	Conceicao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
	Sao Mateus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,4
	Linhares	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Aracruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Serra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RJ	Sao francisco de Itabapoana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sao Joao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		52,4	57,4	99,8	28,4	37,4	94,5	30,8	46,2	98,6	24,7	33,7	95,1	30,9	40,7	89,8

Quadro II.8.4.2.8-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
PB	Mataraca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía da Traição	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	João Pessoa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Conde	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pitimbu	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Cabo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AL	Porto de Pedras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	São Miguel dos Milagres	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
SE	Pacatuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aracaju	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Itaporanga dajuda	0,1	0,2	3,4	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	3,6	0,1	0,3	2,5	0,0	0,0	0,3
	Estância	0,4	0,7	5,8	0,2	0,1	1,3	0,3	0,4	2,1	0,2	0,3	1,3	0,1	0,1	2,0
BA	Jandaíra	0,2	0,9	2,7	0,1	0,0	1,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	1,2	0,0	0,1	1,0
	Entre Rios	4,1	5,4	25,4	1,2	3,1	10,0	1,2	0,4	0,8	1,7	3,0	13,2	1,3	1,4	10,0
	Mata de São João	2,3	4,1	21,9	0,6	1,4	7,6	0,8	1,8	6,4	1,3	2,8	9,5	0,6	0,9	5,4
	Camacari	4,9	6,6	28,2	2,6	4,0	15,8	1,5	3,9	15,0	2,6	3,2	16,5	2,3	2,9	12,8
	Salvador	6,2	9,0	47,7	3,1	4,6	18,1	1,6	3,9	14,3	1,7	3,6	14,5	2,0	2,8	14,9
	Sao Francisco do Conde	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Madre de Deus	0,1	0,3	1,0	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4
	Santo Amaro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
	Saubara	0,4	0,7	2,9	0,0	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3	0,3	0,9	0,0	0,3	0,8
	Salinas da Margarida	0,8	1,3	4,5	0,1	0,3	0,8	0,0	0,3	0,5	0,2	0,3	1,5	0,0	0,3	1,1
	Itaparica	0,2	1,0	2,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,4	0,1	0,2	0,7	0,0	0,2	0,1
	Vera Cruz	0,1	0,4	6,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,5	0,0	0,1	0,4	0,0	0,2	0,3
	Jaguaripe	4,6	6,3	36,0	1,0	1,9	13,7	0,6	2,4	9,7	1,2	2,0	10,9	0,8	1,7	12,1
	Valenca	4,1	6,2	40,6	0,7	2,7	16,7	0,8	2,3	15,4	0,8	2,3	12,1	1,1	1,7	16,6
	Cairu	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itubera	7,7	12,5	59,6	5,3	9,9	49,1	1,6	3,1	16,1	1,2	3,4	15,6	5,1	8,2	48,0
	Igrapiuna	6,7	10,6	52,0	4,5	9,3	45,5	0,9	2,4	7,2	0,6	3,5	13,7	4,1	5,8	43,2
	Camamu	4,6	8,1	37,2	3,8	8,1	31,2	0,7	0,9	4,0	0,8	3,0	6,7	4,3	5,1	32,5
	Itacare	2,9	4,0	38,2	2,2	3,9	27,4	1,8	2,7	25,7	1,4	2,3	13,6	3,2	3,8	33,0
	Urucuca	7,2	9,2	51,8	2,6	5,5	26,3	1,3	3,6	8,9	1,7	4,2	15,2	3,6	7,2	45,5
Ilheus	7,2	9,2	51,8	2,6	5,5	26,3	1,3	3,6	8,9	1,7	4,2	15,2	3,6	7,2	45,5	

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Una	22,2	26,7	74,1	8,4	16,2	67,6	2,4	10,6	39,6	2,4	7,2	35,0	5,7	18,0	67,4
	Canavieiras	39,7	44,9	89,6	15,7	32,4	92,6	6,3	13,4	45,1	2,6	10,6	41,1	14,4	32,7	86,3
	Belmonte	34,5	39,1	87,2	12,1	26,3	84,8	5,0	11,0	33,3	2,7	9,9	30,0	14,4	29,9	80,5
	Santa Cruz Cabralia	26,7	31,1	74,1	10,3	25,8	66,9	5,2	8,7	28,7	2,7	11,4	33,1	11,3	28,2	72,2
	Porto Seguro	21,1	26,3	62,4	8,1	19,7	66,8	2,5	7,7	27,7	2,1	11,4	33,1	10,6	21,4	64,7
	Prado	9,5	13,7	50,9	2,8	11,6	52,6	0,5	4,5	13,3	0,8	7,4	28,7	2,6	12,5	52,0
	Alcobaca	6,4	13,0	48,9	1,4	9,2	36,9	0,1	3,9	17,0	0,2	3,9	14,2	1,1	10,2	38,4
	Caravelas	1,3	4,9	30,4	0,2	2,5	22,4	0,0	0,6	11,8	0,0	0,4	10,7	0,2	3,2	26,5
	Mucuri	0,7	4,6	36,4	0,2	3,2	25,2	0,0	1,3	7,6	0,0	0,8	6,1	0,0	5,1	28,5
ES	Conceicao da Barra	0,3	3,5	35,2	0,0	2,1	28,7	0,1	1,4	10,9	0,0	1,3	10,7	0,0	2,4	31,0
	Sao Mateus	0,0	1,3	19,6	0,0	0,2	16,3	0,0	0,1	4,7	0,0	0,2	4,5	0,0	1,1	18,6
	Linhares	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,9
	Aracruz	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,7
	Serra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
RJ	Sao francisco de Itabapoana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sao Joao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Campos de Goytacazes	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,7
	Quissama	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,7
	Rio das Ostras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Probabilidades máximas		39,7	44,9	89,6	15,7	32,4	92,6	6,3	13,4	45,1	2,7	11,4	41,1	14,4	32,7	86,3

II.8.4.2.9. CVA Manguezais

Os manguezais são ecossistemas de transição entre terra e mar, encontrados em regiões tropicais e subtropicais, geralmente associados a estuários, baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios e lagunas e reentrâncias costeiras. Geralmente ocorrem onde há encontro da água doce de rios com a salgada do mar, entretanto, também podem se desenvolver em ambientes diretamente expostos à linha da costa, sempre em condições de pouca energia, onde haja deposição de sedimentos finos (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002). São terrenos com baixa declividade, constituídos, na quase totalidade, de vasas (lamas) de depósitos recentes.

As características físicas encontradas nos ambientes de manguezais, com alta salinidade, baixa oxigenação e baixa compactação, impõem restrições ao estabelecimento vegetal (LEITE, 1994). Nos manguezais brasileiros, apesar de serem encontradas diversas espécies vegetais, como pteridófitas, algas e diversas plantas epífitas, existe extrema dominância de apenas três espécies de plantas vasculares, que são encontradas exclusivamente nesse ecossistema, o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana*).

Os manguezais podem ser divididos em zonas, de acordo com a influência das marés e as consequências da ação da água salgada no solo. A zona I, ou zona externa, é a que sofre inundação frequente de marés, seu limite inferior é a linha da maré-baixa e o sedimento é areno-lodoso com grande quantidade de matéria orgânica. A zona II, ou zona interna, apresenta sedimento predominantemente arenoso e seu limite superior aproximado é a linha média da maré-alta. A zona III, ou zona de apicum, é inundada somente em marés com grande amplitude, como as de sizígia, o sedimento é arenoso e mais salino que o das outras zonas. Essa característica salina do solo faz com que a zona III seja geralmente desprovida de vegetação. A zona IV, ou zona de transição, é o limite entre o ecossistema de manguezal e o terrestre, onde a salinidade tende a zero, pois é um terreno mais alto que nunca sofre inundação pela maré, possui

sedimento arenoso e flora mais abundante e diversa com relação às zonas inferiores (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2004).

Os manguezais são considerados ecossistemas-chave na zona costeira e marinha. Têm função essencial na regulação do transporte de nutrientes entre essas zonas, sendo considerados exportadores de carbono orgânico e nutrientes para as águas costeiras, influenciando a produtividade desses ambientes, além de atuarem na proteção e estabilização das formações costeiras (MACEDO & ROCHA, 1985; SCHAEFFER-NOVELLI, 1990). Sua alta produtividade se reflete em uma grande biomassa e abundância de espécies de fauna, abrigo uma complexa comunidade biótica.

A fauna dos manguezais tem sua origem nos ambientes terrestres e aquáticos, tanto marinhos quanto de água doce. Existem espécies que permanecem nos manguezais durante toda sua vida como residentes, a exemplo de muitas espécies de moluscos e crustáceos, enquanto que outras passam apenas parte de seu ciclo de vida, na condição de semi-residentes, visitantes regulares ou oportunistas, procurando abrigo, área de desova e alimentação na fase de crescimento, tais como peixes, aves e mamíferos. Os manguezais atuam como “berçários” naturais, tanto para espécies residentes quanto para visitantes (AVELINE, 1980; SCHAEFFER-NOVELLI, 2002). Por esses motivos, os manguezais estão incluídos entre as zonas úmidas de importância internacional no contexto da Convenção de Ramsar, de 1971.

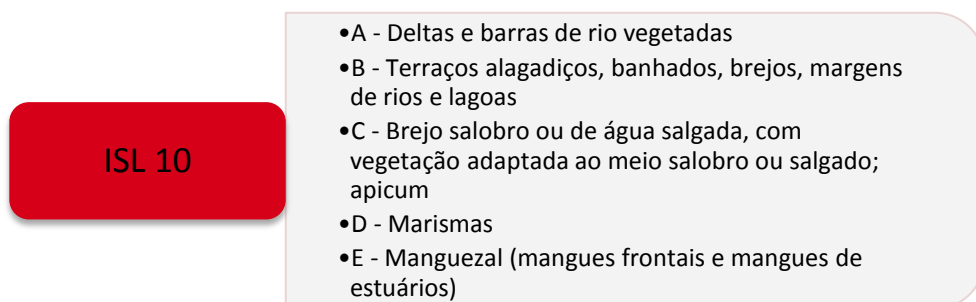
Essa grande produtividade e concentração de espécies também possui importância social e econômica (KATHIRESAN et al., 1991; DUKE, 1997; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999), uma vez que muitas espécies que dependem dos manguezais são utilizadas na alimentação humana, exploradas por comunidades tradicionais, assim como pela indústria pesqueira, como os caranguejos, ostras e diversas espécies de peixes que dependem direta ou indiretamente dos manguezais para sua sobrevivência.

Assim, sua grande importância ecológica, econômica e social, aliadas à extrema sensibilidade dos manguezais aos efeitos do óleo, justificam a inclusão desse ecossistema como CVA na presente análise de risco.

Na área suscetível ao óleo, os manguezais estão distribuídos por todas as regiões, com destaque para áreas onde existem grandes cursos d'água e presença de baías como na Baía de Vitória (ES), Baía de Camamu e Baía de Todos os Santos (BA). Também merecem destaque os manguezais em regiões onde existem formações do tipo ilha-barreira, com rios correndo paralelamente à linha da costa, como em Canavieiras e Una (BA). Além desses manguezais formados onde há o encontro da água doce com a salgada, podem se formar manguezais frontais voltados ao mar aberto em áreas onde o litoral é protegido por recifes em franja, como em Cairu (BA). Esse tipo de formação é rara na área suscetível ao óleo, mas é possível por causa da proteção hidrodinâmica fornecida pelos recifes.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Manguezais

De acordo com o MMA, o ecossistema manguezal, juntamente com outras áreas pantanosas, consiste no ambiente com maior sensibilidade ao óleo (MMA, 2004; NOAA, 1997), apresentando valor de Índice de Sensibilidade ao Óleo (ISL) igual a 10, que é o valor máximo desse índice (MMA, 2004) (**Figura II.8.4.2.9-1**).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.9-1 - *Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Manguezais.*

Diversos manguezais na área suscetível merecem destaque, tanto pela elevada probabilidade de toque como pelas suas dimensões, com destaque para os manguezais e estuários do litoral da Bahia, por serem os mais fortemente suscetíveis, com as maiores probabilidades e menores tempo de toque na costa.

Conforme mencionado, os manguezais são considerados um dos ecossistemas mais sensíveis aos efeitos de derramamentos de óleo. Isso se dá pelo fato de serem ambientes de baixa energia, o que aumenta o tempo de permanência do óleo, uma vez que níveis mais elevados de energia causam uma limpeza natural. Possuem declividade geralmente muito baixa, menor que 3 graus, o que leva a uma zona entremarés potencialmente extensa. Além disso, apesar de possuírem substrato de baixa penetrabilidade ao óleo (a não ser pela presença de orifícios feitos por animais), as raízes do mangue funcionam como retentoras de óleo. Ademais, o substrato mole e a dificuldade de acesso tornam a limpeza muito difícil e o esforço despendido na limpeza tende a introduzir o óleo nas camadas mais profundas e agravar o dano (MMA, 2004). Além dessas características geomorfológicas, a grande biomassa e diversidade de espécies que habitam os manguezais e sua importância ecológica também contribuem para uma alta sensibilidade ao óleo. A cobertura direta com óleos viscosos pode sufocar os organismos bentônicos e os sistemas radiculares, também podendo ocorrer exposição tóxica a óleos leves ou frações dispersas (MMA, 2004).

Quando atingidos por vazamentos de óleo, os manguezais tendem a sofrer severos impactos, resultando em uma desestruturação funcional e estrutural dos ambientes. Esta elevada sensibilidade está associada ainda a uma baixa resiliência (longos tempos de recuperação) e reduzida inércia (baixa capacidade de resistir aos impactos) dos manguezais, os quais podem levar várias décadas para se regenerar (MICHEL & HAYES, 1992; IPIECA, 1993; API, 2001; KATHIRESAN et al., 2001; LOPES et al., 2007).

Com relação ao tempo de recuperação dos manguezais após contaminação por óleo, considera-se bastante variável, conforme demonstrado por Lewis (1983), em uma análise comparativa dos impactos do óleo em manguezais, de 13 acidentes; e na extensa revisão de Snedacker et al. (1997), avaliando 28 vazamentos em manguezais. O tempo de recuperação depende de diversos aspectos, como o tipo e a quantidade de óleo inicial e residual, tempo de permanência do óleo no ambiente, época do ano, complexidade trófica, bem como dos eventuais danos gerados na tentativa de limpeza. Os manguezais são ambientes com fortes restrições aos processos de limpeza, os quais podem

resultar em danos adicionais severos (API, 1985; LOPES et al., 2007; CANTAGALLO et al., 2007).

De modo geral, o processo de resposta do manguezal após um vazamento de óleo é complexo, sendo que os danos estruturais nesses ambientes podem ser desencadeados mesmo após certo tempo do primeiro contato do óleo. Apenas após o término desse desencadeamento de danos é que o manguezal passa por um processo de estabilização e posterior recuperação (LAMPARELLI et al., 1997; KATHIRESAN et al., 2001). Os processos de estabilização e recuperação estão associados à redução efetiva das concentrações do óleo no sedimento. No acidente citado em Lamparelli et al. (1997), ocorrido em Bertioga, SP, em 1983, os impactos máximos foram registrados 8 anos após o vazamento e foram necessários pelo menos 10 anos para se iniciar o processo de estabilização e posterior recuperação. Destaca-se, no entanto, que o referido vazamento em Bertioga derivou-se de um rompimento de duto presente no manguezal, fazendo com que o manguezal fosse o local mais impactado na ocasião do acidente e remetendo a um longo tempo de recuperação, conforme descrito por Santos et al. (2012).

Dados presentes na literatura científica sobre recuperação de manguezais após terem sido atingidas por diversos tipos de óleo (pesados a leves), em vários locais do mundo, revelam um tempo de recuperação que pode se estender por décadas, mas muito variável entre as diversas ocorrências estudadas (NADEAU & BERGQUIST, 1977; GILFILLAN et al., 1981; LEWIS, 1983, 1979; BALLOU & LEWIS 1989; TEAS et al., 1989; BURNS et al., 1993; 1998; GARRITY et al., 1994; LEVINGS et al., 1995, 1997; DUKE et al., 1997; 1999; LAMPARELLI et al., 1997; MUNOZ et al., 1997; WARDROP et al., 1997; ELLISON et al., 1999; GETTER et al., 2003; WILKINSON et al., 2001; HOFF, 2002; NOAA, 2002; SOARES, 2006).

A grande maioria das avaliações indica períodos da ordem de 25 anos para uma efetiva recuperação dos manguezais após terem sido atingidos por óleo (MICHEL & HAYES, 1992; ODUM et al., 1975; DUKE et al., 1999; KATHIRESAN et al., 2001; NOAA, 2010).

Kathiresan et al. (2001) e Noaa (2010) citam vazamentos em manguezais no Panamá, onde se espera que sejam necessários pelo menos 20 anos para a sua

recuperação, o que também é defendido por Burns et al. (1993), Santos et al. (2012) e Snedacker et al. (1997), que associam o longo tempo de recuperação à longa persistência do óleo nos sedimentos anóxicos do manguezal.

Em recente avaliação do projeto TROPICS (*Tropical Oil Pollution Investigations in Coastal Systems*), conduzido por 30 anos (desde 1983) na costa do Panamá, Baca et al. (2014) avaliaram a resposta em longo prazo de manguezais contaminados com óleo e também os efeitos da aplicação de dispersantes, sob a ótica do NEBA (*Net Environmental Benefit Analysis*). Os autores registraram perturbações nos manguezais (bosque, sedimento e fauna) estudados 30 anos após o início do projeto, concluindo que efeitos negativos de longo prazo do óleo sobre o manguezal são reais e mensuráveis.

Santos et al. (2012) e Kathiresan et al. (2001) indicam ainda que, tanto a severidade dos impactos como os processos de recuperação não são homogêneos entre as zonas dos manguezais. Essa variação está associada principalmente ao tempo de permanência do óleo, capacidade de renovação das águas e transporte do sedimento para o mar, que diferem nestas zonas. Assim, dentro de um manguezal, as taxas de recuperação são distintas para as diferentes zonas, sendo que as zonas externas tendem a apresentar tempos mais curtos de recuperação devido à maior ação de limpeza natural pelo intenso fluxo de marés.

Diante do cenário avaliado na literatura científica, foi adotado o tempo de **25 anos** para a recuperação do CVA Manguezais, considerando as limitações nos procedimentos adequados de limpeza, que não gerem danos adicionais.

Resumo do CVA Manguezais e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Manguezais, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM (IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISL 10). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Manguezais	ISL 10 (A, B, C, D e E)	25 anos

O **Quadro II.8.4.2.9-1** e o **Quadro II.8.4.2.9-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Manguezais a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de até 52,1% (P1) para vazamentos de 8 m³, de até 57,4% (P1) para vazamentos de 200 m³ e até 100% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorreram entre os municípios de Itaporanga da Ajuda (SE) e Belmonte (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 40,4% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 44,9% (P1) para 200 m³ e de até 92,6% (P2) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades ocorreram entre os municípios de Maraú e Santa Cruz Cabralia (BA).

A presença do CVA Manguezais dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.9-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA manguezais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Rio de Fogo	0,5	0,6	7,0	0,0	0,0	2,2	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	1,9
	Maxaranguape	1,0	0,8	10,6	0,0	0,0	3,8	1,5	3,1	13,0	0,2	0,0	4,5	0,0	0,0	2,4
	Ceará-Mirim	1,0	0,8	10,6	0,0	0,0	3,8	1,5	3,1	13,0	0,2	0,0	4,5	0,0	0,0	2,4
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Senador Georgino Avelino	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2
	Baía Formosa	0,2	0,8	8,5	0,0	0,0	2,1	0,1	0,4	8,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	1,5
PB	Mataraca	0,6	0,8	8,5	0,0	0,0	2,1	0,1	0,4	8,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	2,0
	Baía da Traição	0,6	0,3	6,7	0,0	0,0	1,5	0,1	0,3	5,3	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	2,0
	Marcação	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Rio Tinto	0,0	0,2	4,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2
	João Pessoa	0,1	0,3	4,6	0,1	0,0	1,0	0,1	0,4	4,4	0,0	0,1	2,6	0,0	0,0	0,5
	Conde	0,5	1,2	8,0	0,0	0,1	2,2	0,2	1,0	11,4	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	1,7
	Pitimbu	0,5	1,3	8,0	0,0	0,1	3,1	0,5	1,2	13,5	0,1	0,3	8,1	0,0	0,0	2,0
PE	Paulista	0,3	0,4	1,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	3,0	0,1	0,2	0,9	0,1	0,0	0,5
	Olinda	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	0,1	0,3	1,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
	Recife	0,3	0,6	1,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	3,2	0,0	0,3	1,8	0,0	0,1	0,8
	Jaboatão dos Guararapes	0,5	1,1	7,1	0,2	0,2	4,2	0,3	0,9	10,9	0,2	0,4	6,2	0,1	0,1	2,8
	Ipojuca	0,1	0,3	1,3	0,1	0,0	0,9	0,1	0,7	1,8	0,0	0,1	1,1	0,0	0,0	0,4
	Sirinhaém	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,7	1,1	10,7	0,1	0,2	2,5	0,2	0,9	7,9	0,0	0,1	4,0	0,0	0,1	1,6

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	São José da Coroa Grande	0,3	0,4	2,6	0,0	0,1	0,5	0,1	0,5	2,2	0,0	0,1	0,9	0,0	0,1	0,3
AL	Maragogi	0,1	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,8	0,1	0,0	0,7	0,0	0,0	0,1
	Japaratinga	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
	Passo de Camaragibe	1,5	1,7	11,6	0,1	0,3	5,1	1,1	3,2	12,2	0,1	0,2	6,8	0,1	0,1	2,6
	Maceió	0,4	1,2	5,8	0,2	0,6	2,1	0,5	1,1	7,0	0,2	0,3	4,0	0,0	0,2	1,3
	Marechal Deodoro	1,7	3,5	17,3	0,2	0,3	8,2	2,0	4,8	20,9	0,8	1,4	14,1	0,2	0,2	5,1
	Barra de São Miguel	1,6	3,4	17,0	0,2	0,5	6,6	1,5	2,6	18,0	1,1	1,9	13,1	0,0	0,2	5,4
	Roteiro	1,6	2,9	14,3	0,2	0,7	7,7	1,5	3,3	15,1	1,0	1,6	10,5	0,1	0,3	6,1
	São Miguel dos Campos	1,3	1,8	6,3	0,2	0,3	3,7	0,8	1,7	6,6	0,4	0,7	5,0	0,0	0,3	1,7
	Coruripe	3,7	5,7	24,6	0,7	1,2	13,2	3,0	6,2	21,9	1,6	2,5	22,2	0,2	0,8	7,2
	Piaçabuçu	1,6	2,3	9,0	0,1	0,7	2,9	1,2	2,1	6,0	0,1	1,1	3,5	0,1	0,1	2,7
	Brejo Grande	12,5	16,6	54,2	2,6	4,8	32,8	8,3	15,2	51,0	5,3	11,2	46,7	0,8	3,0	22,1
SE	Pacatuba	11,7	19,2	59,5	2,2	5,6	34,7	7,7	14,1	52,6	4,9	11,4	53,2	1,1	3,1	26,7
	Pirambu	14,0	22,8	65,8	3,0	5,9	47,1	10,9	21,2	62,8	6,7	13,1	60,1	0,9	5,3	37,4
	Barra dos Coqueiros	14,0	22,8	65,8	3,0	5,9	47,1	10,9	21,2	62,8	6,7	13,1	60,1	0,9	5,3	37,4
	Aracaju	3,8	6,2	15,6	0,5	1,1	5,5	2,3	5,2	11,1	1,3	3,9	8,1	0,3	1,1	5,0
	Itaporanga dajuda	20,7	27,8	73,0	3,3	7,4	41,4	17,8	26,0	68,4	9,5	13,7	55,8	2,0	5,6	32,2
	Estância	25,3	32,9	78,6	2,9	8,6	41,5	14,6	20,2	55,2	8,0	14,1	56,7	1,1	5,3	31,4
BA	Jandaíra	29,1	36,2	86,9	5,2	13,0	55,5	20,3	31,1	74,0	12,5	17,9	69,6	2,9	8,4	40,6
	Conde	29,9	37,6	88,9	7,9	15,2	56,8	20,3	31,1	74,0	12,5	18,1	69,6	2,9	8,4	40,6
	Esplanada	29,9	37,6	88,9	7,9	15,2	56,8	19,1	28,6	64,2	11,0	18,1	66,7	2,8	7,6	38,8
	Entre Rios	28,2	36,7	83,2	6,2	12,1	46,5	16,3	22,0	51,7	9,0	15,5	54,8	2,1	5,0	28,5

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Mata de São João	47,8	52,4	94,9	23,6	29,4	84,0	32,7	47,0	96,4	24,9	32,5	88,1	10,7	19,3	64,4
	Camacari	51,7	54,8	96,4	23,6	31,1	92,0	32,7	47,0	96,4	24,9	33,7	91,5	11,8	21,6	78,5
	Lauro de Freitas	51,7	54,8	96,4	22,9	31,1	92,0	29,6	30,4	75,1	22,1	33,7	91,5	11,8	21,6	78,5
	Salvador	46,0	50,8	95,8	19,9	30,0	85,7	25,7	39,7	94,5	19,0	32,0	84,6	11,6	18,8	70,3
	Sao Francisco do Conde	3,1	8,0	16,9	0,9	1,9	9,6	0,6	2,7	7,6	0,3	1,6	5,7	0,4	0,6	3,5
	Madre de Deus	15,3	23,5	51,3	2,8	5,9	22,3	1,7	7,4	22,0	0,9	4,4	16,8	1,3	2,6	11,5
	Santo Amaro	4,1	7,5	22,3	0,6	2,5	8,6	0,5	1,8	5,9	0,7	1,5	4,8	0,1	1,2	4,8
	Saubara	4,1	7,5	22,3	0,6	2,5	8,6	0,3	1,8	5,9	0,7	1,5	4,8	0,1	1,2	4,8
	Salinas da Margarida	4,6	7,9	27,2	0,9	2,5	8,0	0,6	1,4	6,4	0,3	1,1	4,7	0,7	1,3	2,5
	Itaparica	1,0	1,5	4,4	0,2	0,6	2,0	0,2	0,8	2,4	0,3	0,2	1,5	0,1	0,4	1,8
	Vera Cruz	45,5	49,3	98,9	20,8	30,3	88,5	15,6	31,9	90,9	12,9	23,0	83,5	11,0	20,5	78,0
	Jaguaripe	52,1	57,4	99,7	26,8	37,4	94,3	19,8	37,6	98,6	17,3	29,5	95,1	15,8	26,9	86,9
	Valenca	26,5	35,1	99,4	14,3	23,7	88,0	14,0	23,5	91,0	9,9	19,7	75,6	5,7	17,0	76,9
	Cairu	37,9	43,7	100,0	31,0	41,1	95,4	20,6	33,9	97,2	19,2	29,2	92,1	19,5	31,2	89,1
	Nilo Pecanha	29,9	32,3	98,1	29,8	39,1	93,2	18,7	27,9	96,4	16,3	26,5	88,0	19,5	31,2	86,7
	Itubera	2,4	4,5	42,1	5,2	6,0	25,3	2,8	5,9	26,6	2,0	5,6	18,2	2,2	5,4	29,8
	Igrapiuna	2,7	4,5	42,1	5,2	6,0	25,3	2,8	5,9	26,6	2,6	5,6	18,2	2,4	5,4	29,8
	Camamu	2,3	2,7	19,5	4,1	4,5	22,6	1,4	3,1	20,9	2,1	3,4	10,9	3,5	3,4	15,5
	Marau	34,4	39,4	99,5	41,7	49,9	99,8	23,1	31,4	97,9	26,7	37,5	97,6	38,3	48,4	95,9
	Itacare	34,4	39,0	97,1	41,7	49,9	99,9	21,0	30,8	97,9	26,1	37,5	97,6	38,3	48,4	95,9
	Urucuca	19,4	22,6	75,6	28,4	34,7	81,0	9,4	16,2	64,6	17,5	25,5	72,2	30,9	40,7	89,8
	Ilheus	19,4	22,6	79,0	28,4	31,8	81,0	9,4	16,2	79,6	18,7	25,5	74,2	32,7	41,7	95,5
	Una	7,4	9,6	28,0	15,7	19,7	81,4	6,8	11,7	54,4	11,6	21,3	73,8	28,5	36,5	95,5

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Canaveiras	4,5	5,8	18,4	10,3	10,9	57,7	3,5	7,2	41,6	7,9	15,5	77,2	20,5	26,4	75,2
	Belmonte	4,4	5,7	29,9	6,9	10,8	55,9	2,3	5,2	31,7	5,6	13,3	69,2	13,3	21,2	75,4
	Santa Cruz Cabralia	0,7	0,8	8,1	0,7	1,3	23,0	0,6	0,5	17,2	0,7	2,2	34,2	2,7	4,2	37,6
	Porto Seguro	0,9	1,9	9,9	0,4	1,7	24,0	0,8	2,1	15,0	0,8	2,9	33,5	1,5	2,9	36,0
	Prado	0,5	0,9	2,4	0,2	0,7	6,9	0,2	0,8	5,9	0,1	0,9	8,9	0,4	0,8	7,4
	Alcobaca	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	2,9	0,1	0,1	5,1	0,0	0,1	5,6
	Caravelas	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	3,0	0,0	0,1	3,3	0,0	0,0	1,9
	Nova Vicososa	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	2,3
	Mucuri	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6
ES	Conceicao da Barra	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,0
	Sao Mateus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,6
	Linhares	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7
	Aracruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Probabilidades máximas		52,1	57,4	100,0	41,7	49,9	99,9	32,7	47,0	98,6	26,7	37,5	97,6	38,3	48,4	95,9

Quadro II.8.4.2.9-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA manguezais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
PB	Mataraca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía da Traição	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	João Pessoa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Conde	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pitimbu	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AL	Brejo Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
SE	Pacatuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Pirambu	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Barra dos Coqueiros	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Aracaju	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Itaporanga dajuda	0,1	0,0	2,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	2,3	0,1	0,1	1,0	0,0	0,0	0,3
	Estância	0,4	0,7	5,8	0,2	0,1	1,3	0,3	0,4	2,1	0,2	0,1	1,1	0,1	0,0	2,0
BA	Jandaíra	2,0	2,7	14,3	1,0	0,9	6,6	0,9	2,5	9,0	0,8	1,9	8,6	0,4	0,8	4,5
	Conde	2,2	3,9	18,9	1,3	2,4	8,9	0,9	2,5	9,0	1,2	2,1	8,9	0,8	1,6	7,6
	Esplanada	2,2	3,9	18,9	1,3	2,4	8,9	0,9	2,4	9,0	1,2	2,1	8,9	0,8	1,6	7,6
	Entre Rios	4,1	6,1	27,2	1,2	3,1	13,3	1,2	2,9	10,2	2,0	3,0	13,5	1,3	1,9	10,9
	Mata de São João	6,5	7,2	28,3	2,6	3,9	20,9	2,3	3,3	16,3	2,2	3,3	18,9	2,1	2,2	17,8
	Camacari	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	3,4	12,3	2,1	4,2	18,7	1,7	3,0	18,6
	Lauro de Freitas	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	1,5	4,0	1,9	4,2	18,7	1,7	3,0	18,6

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
Salvador	4,5	7,0	33,9	1,6	3,7	11,5	0,8	3,3	9,9	1,9	2,9	11,8	1,5	2,4	10,6	
Sao Francisco do Conde	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
Madre de Deus	0,1	0,3	1,0	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4	
Santo Amaro	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,8	0,0	0,0	0,3	
Saubara	0,0	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,8	0,0	0,0	0,3	
Salinas da Margarida	0,8	1,3	4,5	0,1	0,3	0,8	0,0	0,3	0,5	0,2	0,3	1,5	0,0	0,3	1,1	
Itaparica	0,2	1,0	2,2	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,4	0,1	0,2	0,7	0,0	0,2	0,1	
Vera Cruz	2,0	2,9	19,7	0,3	0,7	2,8	0,3	0,8	3,3	0,5	1,0	3,6	0,4	0,9	3,0	
Jaguaripe	4,4	4,9	31,9	0,3	1,9	10,1	0,6	1,6	8,6	1,2	2,0	9,4	0,8	1,7	9,1	
Valenca	4,1	6,2	40,6	0,7	2,7	16,7	0,8	2,3	15,4	0,8	2,3	12,1	1,1	1,7	16,6	
Cairu	12,5	15,9	64,3	6,0	11,1	44,7	2,2	5,0	23,9	2,4	6,7	29,4	4,8	8,6	35,5	
Nilo Pecanha	8,3	13,6	51,4	3,4	7,8	31,1	1,6	3,9	20,1	1,2	4,3	21,5	3,6	5,5	27,4	
Itubera	3,1	5,8	32,0	1,7	5,0	32,1	0,4	1,6	3,5	0,3	2,0	5,9	1,5	3,5	29,3	
Igrapiuna	4,7	8,4	38,4	3,5	8,3	42,8	0,6	1,6	4,9	0,8	2,9	8,4	4,1	4,8	40,4	
Camamu	4,6	8,1	37,2	3,8	8,1	31,2	0,7	0,9	4,0	0,8	3,0	6,7	4,3	5,1	32,5	
Marau	13,9	18,0	68,2	8,6	13,8	56,1	4,3	9,6	44,2	3,8	9,0	42,7	13,2	18,3	56,9	
Itacare	14,1	18,8	68,9	8,7	14,0	56,2	4,8	9,0	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	16,6	57,2	
Urucuca	7,2	9,2	51,8	2,6	5,5	26,3	1,3	3,6	8,9	1,7	4,2	15,2	3,6	7,2	46,0	
Ilheus	18,8	21,5	72,7	6,6	14,0	51,2	3,8	9,3	40,7	3,6	7,3	28,9	7,1	16,6	55,7	
Una	25,9	29,6	78,3	9,5	18,7	72,4	4,0	13,2	51,2	2,7	8,3	38,2	6,8	21,4	74,4	
Canavieiras	40,4	44,9	89,9	15,9	32,4	92,6	6,3	13,4	45,1	3,2	10,6	41,1	15,2	32,7	86,3	
Belmonte	40,4	44,4	89,9	15,9	32,3	90,1	5,9	11,2	33,6	3,2	10,5	39,0	15,2	32,1	84,7	
Santa Cruz Cabralia	23,4	29,7	65,1	8,4	22,0	58,5	2,6	8,7	28,3	1,9	8,7	29,5	10,8	23,6	68,2	

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Porto Seguro	13,1	18,9	51,3	4,7	14,3	65,0	2,0	4,9	20,2	1,2	7,0	28,7	5,3	14,6	49,9
	Prado	8,5	12,3	44,0	2,5	11,1	50,7	0,4	4,5	11,8	0,3	7,0	28,7	2,6	11,0	49,9
	Alcobaca	6,4	12,0	48,9	1,4	9,2	36,9	0,0	3,9	17,0	0,1	3,9	14,2	0,4	9,1	38,4
	Caravelas	2,5	9,0	41,1	0,2	5,3	30,8	0,0	0,8	13,7	0,0	1,5	14,2	0,2	5,9	31,3
	Nova Vicososa	3,1	10,6	46,8	0,1	8,0	35,4	0,0	1,4	16,8	0,0	2,2	12,0	0,1	7,8	36,2
	Mucuri	0,8	5,1	34,8	0,2	3,0	21,7	0,0	0,9	7,6	0,0	1,0	7,2	0,1	3,3	23,3
	ES	Conceicao da Barra	0,6	4,1	36,2	0,0	1,8	27,6	0,1	1,3	9,9	0,0	1,3	10,2	0,1	2,5
	Sao Mateus	0,0	1,5	19,6	0,0	0,5	16,9	0,0	0,2	4,7	0,0	0,4	5,5	0,0	1,2	19,1
	Linhares	0,0	1,5	22,7	0,0	0,5	16,9	0,0	0,1	4,7	0,0	0,8	5,5	0,0	1,1	19,1
	Aracruz	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	1,4
	Fundao	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,8
	Serra	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7
	Vitoria	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Guarapari	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Campos de Goytacazes	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	4,1
	Quissama	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	4,1
	Rio das Ostras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Cabo Frio	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,5
	Armacao dos Buzios	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3
	Arraial do Cabo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Saquarema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Maricá	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
Probabilidades máximas		40,4	44,9	89,9	15,9	32,4	92,6	6,3	13,4	51,2	4,3	11,2	44,8	15,2	32,7	86,3

II.8.4.2.10. CVA Costões rochosos

Os costões rochosos são ambientes de transição entre terra e mar, formados por afloramentos de diversos tipos de rochas, podendo assumir variadas formas, desde paredões verticais lisos até não lisos quase horizontais, tanto expostos quanto abrigados da ação de ondas e marés. Na área suscetível ao óleo, os costões rochosos podem ser constituídos por rochas magmáticas (e.g. basaltos e granitos), por rochas metamórficas (e.g. gnaisses) ou rochas sedimentares (arenitos), constituindo assim, uma ampla variedade de ambientes.

Os costões rochosos podem ser modelados por fatores físicos, químicos e também biológicos, sendo o hidrodinamismo, ou seja, a força do batimento e o grau de movimentação das ondas, um dos fatores mais importantes que atuam nesses ambientes. Quanto ao hidrodinamismo, os costões rochosos podem ser classificados em expostos ou abrigados (BREHAUT, 1982). Os costões expostos (ou batidos) são aqueles que recebem maior impacto de ondas. Em geral são pouco fragmentados, muitas vezes assumindo a forma de paredões lisos, que apresentam menor diversidade de habitats. Já os costões abrigados, ou protegidos, são aqueles encontrados em locais onde a energia das ondas é menor. Em geral são formados por rochas mais fragmentadas, apresentando alta complexidade de habitats.

O substrato dos costões apresenta condições ambientais que favorecem o estabelecimento de comunidades biológicas diversas e abundantes. Essas comunidades animais e vegetais se distribuem ao longo de um intenso e abrupto gradiente ambiental, que determina a ocorrência de diferentes grupos funcionais ou guildas (BREHAUT, 1982). Os costões rochosos podem ser divididos em zonas de acordo com a ação das marés, em supralitoral (acima da linha da maré alta), mesolitoral (entre a linha da maré alta e a linha da maré baixa) e infralitoral (abaixo da linha da maré baixa). Assim, diferentes zonas horizontais podem ser identificadas através das faixas de cores e texturas dos organismos sésseis dominantes, adaptados aos fatores físicos (como tempo de exposição ao ar e temperatura) e bióticos (como predação, competição e recrutamento de larvas e propágulos) encontrados em cada zona (LITTLE & KITCHING, 2000).

A zona supralitoral dos costões rochosos brasileiros é caracterizada por apresentar uma coloração escura, que se deve principalmente à presença de líquens e algas (principalmente cianofíceas). Dentre os animais, os gastrópodes do gênero *Nodilittorina* são provavelmente os mais característicos e abundantes na parte inferior do supralitoral, além de crustáceos isópodes do gênero *Lygia* e pequenos caranguejos (ALMEIDA, 2008; COUTINHO, 1999).

Na zona do mesolitoral destaca-se a presença de uma flora mais rica, composta predominantemente por algas dos gêneros *Lithothamium*, *Centroceras*, *Enteromorpha*, *Gelidiella*, *Ulva*, *Cladophora*, *Hildenbrandia*, *Chaetomorpha*, *Gigartina*, *Corallina*, *Laurencia*, *Polysiphonia*, *Acanthophora*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Jania*, entre outras. A fauna do mesolitoral inclui os crustáceos cirrípedes (cracas) e os moluscos bivalves (mexilhões), além dos bivalves brachidontes. Dentre os animais que se locomovem sobre o substrato, são comuns os moluscos gastrópodes herbívoros dos gêneros *Nodilittorina*, *Collisella*, *Acmaea*, *Fissurella*, além de gastrópodes predadores como os dos gêneros *Stramonita*, *Pisania*, *Morula* e *Leucozonia* (ALMEIDA, 2008; COUTINHO, 1999).

No infralitoral, as algas coralináceas incrustantes ocorrem em grande densidade, podendo ser acompanhadas por algas dos gêneros *Jania*, *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Centroceras*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Padina*, *Galaxaura*, entre outras. Nessa zona ocorrem ainda algas do gênero *Sargassum*, que é provavelmente o gênero de algas mais comum da zona infralitoral nas regiões tropicais e subtropicais da costa brasileira, ocorrendo em grandes bancos. Essa vegetação do infralitoral é consumida por herbívoros de diversos grupos taxonômicos, como gastrópodes do gênero *Aplysia*, ouriços-do-mar e peixes das famílias Acanthuridae e Scaridae. Dentre os animais sésseis, o infralitoral apresenta hidrozoários como os da espécie *Millepora alcicornis*, antozoários dos gêneros *Palythoa* e *Zoanthus*, além de briozoários (anêmonas) (ALMEIDA, 2008; COUTINHO, 1999).

Mesmo com essa divisão biológica entre as diferenças porções verticais dos costões rochosos, cabe destacar que o hidrodinamismo também atua como um fator controlador no grau de diversidade, bem como na composição de espécies dos costões.

Ambientes com forte embate de ondas dificultam ou inviabilizam a instalação de esporos e larvas de diversas espécies (LEWIS, 1968; OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976). No entanto, a intensa circulação garante um maior aporte de nutrientes às algas, e esse fator, aliado à menor pressão de organismos herbívoros (cuja ação é prejudicada pelo intenso hidrodinamismo), torna esse tipo de costão altamente produtivo.

Em ambientes abrigados, onde não há forte pressão das ondas e reduzido estresse físico, há maior chance das espécies mais frágeis e delicadas se instalarem. A presença de rochas mais fragmentadas, com a formação de alta complexidade de habitats, possibilita a fixação e desenvolvimento de uma ampla gama de organismos, incluindo aqueles que não conseguem se estabelecer em ambientes com mais alta energia de ondas. No entanto, águas mais calmas limitam o aporte de nutrientes, o que limita a produtividade primária das algas. Nesses costões abrigados espera-se uma maior pressão de competição e predação, uma vez que os recursos disponíveis são aproveitados por um número maior de espécies. As maiores diversidades tendem a ocorrer em locais com um grau intermediário de hidrodinamismo, onde as condições extremas de estresse físico e as pressões biológicas de predação e competição são atenuados (MILANELLI, 2003).

Além dessas espécies estritamente associadas aos costões rochosos, tais ambientes também são visitados por espécies de outros ambientes que ali buscam alimento, como peixes e tartarugas marinhas. Suas poças e piscinas naturais sustentam também uma importante variedade de peixes demersais e bentônicos. Nessas áreas ocorrem também de forma difusa, colônias de corais como fauna associada. Dessa forma, fica claro o importante papel desse ecossistema no equilíbrio da zona costeira, onde interagem todos os ambientes em um equilíbrio dinâmico e complexo (MILANELLI, 2003).

Além de sua importância ecológica, os costões rochosos também abrigam organismos diretamente explorados por comunidades de marisqueiros, como os mexilhões, possuindo importância econômica e social.

Assim, as características apresentadas, em conjunto com a sensibilidade ao óleo (especialmente dos ambientes abrigados e de baixa declividade) justifica a

inclusão desse conjunto de ecossistemas como um CVA na presente análise de risco.

Na área costeira suscetível ao óleo os costões rochosos são mais desenvolvidos onde há o afloramento do embasamento cristalino, o que acontece em locais como a região de Vitória (ES), em Ilhéus, Itacaré e Salvador (BA), ou onde ocorre o afloramento de outros tipos de formações rochosas, como na região de Cabo Frio (RJ) e entre Olinda (PE) e Porto de Pedras (AL).

Outra formação característica, encontrada no litoral da área suscetível ao óleo são as falésias, que são escarpas de rochas esculpidas pela ação das ondas e marés (GUERRA & GUERRA, 2005; LIMA et al. 2006). Mesmo que na área suscetível as falésias sejam formadas por rochas sedimentares, menos resistentes que outros tipos de rochas (magmáticas e metamórficas), esse ambiente pode ser consideradas como um tipo de costão rochoso. As falésias podem se apresentar em contato direto com o mar ou serem precedidas por uma faixa de praia, sendo que as areias que formam essas praias podem ser provenientes da erosão das rochas da própria formação. Na área suscetível ao óleo, as falésias ocorrem onde formações do grupo Barreiras alcançam o mar, o que pode ser observado no litoral do Espírito Santo e no litoral sul da Bahia.

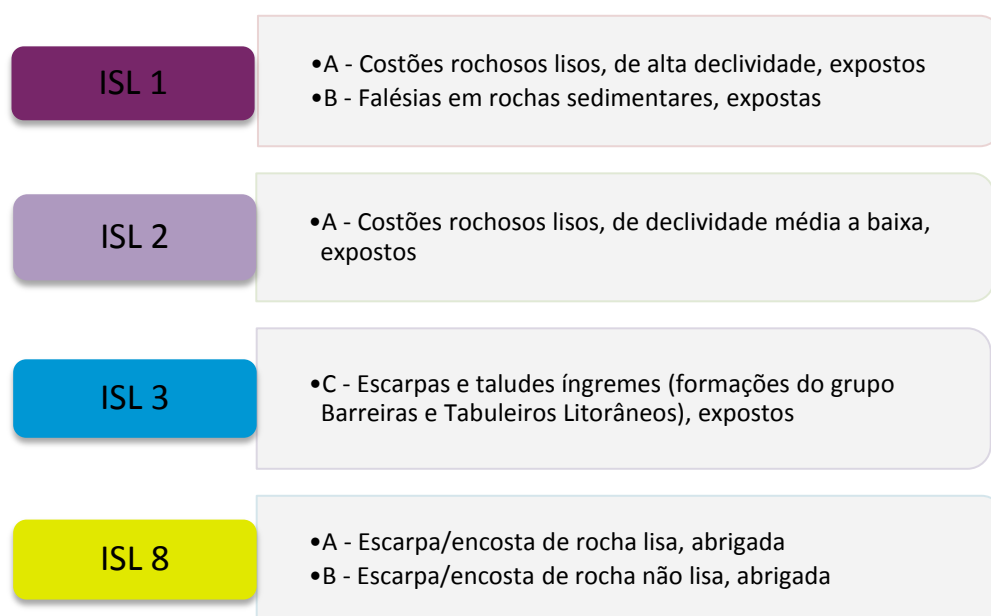
Existem ainda outros tipos de ambiente com substrato consolidado na região suscetível que possuem distintas características físicas e biológicas, como porosidade, processo de formação e diversidade biológica, que por sua vez influenciam nos efeitos do óleo. No entanto, pelo fato de haver tais diferenças estruturais, tais formações são abordadas em outros CVAs (CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos; CVA Recifes de coral; e CVA Bancos de rodolitos).

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Costões rochosos

Dentre os tipos de costões rochosos, os abrigados são considerados mais sensíveis aos efeitos de acidentes envolvendo derramamento de óleo (API, 1985; GUNDLACH & HAYES, 1978; ITOPI, 2011; MMA 2004; NOAA, 1997; OWENS, 1977; RPI, 1984). A sensibilidade dos costões rochosos ao óleo também varia em função de sua declividade e heterogeneidade física, fatores que determinam a

intensidade do impacto e o tempo de recuperação (LOPES et al., 2007; MILANELLI, 2003).

Em costões com elevado hidrodinamismo, a dispersão do óleo tende a ser mais rápida e eficiente (MMA, 2004; LOPES et al., 2007), minimizando seus efeitos. A limpeza natural gerada pelas ondas pode ser bastante efetiva, protegendo os organismos dos efeitos danosos do recobrimento físico. Por outro lado, em costões abrigados, o óleo pode permanecer por muito tempo (anos), ampliando os seus efeitos e retardando a recuperação da comunidade atingida (LOPES et al., 2007; API, 1985; GUNDLACH & HAYES, 1978). As diferenças entre ambientes batidos e abrigados, de maior ou menor declividade, e formados por diferentes tipos de rochas, definiram classificações bastante distintas do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) para os ambientes que constituem esse CVA. Assim, como pode ser observado na **Figura II.8.4.2.10-1**, os costões rochosos podem ser considerados de baixa sensibilidade (como no caso dos costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos – ISL 1) até entre os ambientes mais sensíveis (como no caso das escarpas/encostas de rocha abrigadas – ISL 8).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.10-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Costões rochosos.

As duas vias principais nas quais o óleo causa impactos na biota dos costões são o efeito físico, resultante do recobrimento, e o efeito químico, associado à toxicidade dos compostos presentes (ITOPF, 2011; API, 1985; USCG, 1999). É importante ressaltar que esses efeitos não são excludentes, podendo ocorrer simultaneamente em um vazamento de óleo. A diferença está centrada na combinação entre densidade/viscosidade e toxicidade do óleo vazado e sua variação com o tempo. O efeito químico de toxicidade é predominante nos casos de vazamentos de óleos de baixa densidade e, nos casos de acidentes com óleos de alta densidade, predominam os efeitos físicos de recobrimento.

Um dos cenários mais críticos ocorre quando o óleo atinge substratos consolidados abrigados, fragmentados e heterogêneos, ricos em fendas, fissuras e piscinas de maré.

A recuperação dos costões rochosos após um acidente é facilitada pelo fato de a maioria das suas espécies terem fases larvais planctônicas, trazidas pelas correntes, favorecendo a recolonização do ambiente e a recuperação desses ecossistemas (BAKER et al., 1990). No entanto, é necessário que o ambiente físico esteja em condições ambientais que permitam sua fixação e sobrevivência, já que a presença de óleo no substrato por longos períodos pode interferir no processo de recolonização (API, 1985; LOPES et al., 2007).

De modo geral, a recuperação da biota impactada pelo óleo nos costões rochosos depende da dinâmica natural das populações, aporte de larvas e esporos, taxas de sobrevivência, assim como pela ocorrência de eventuais impactos adicionais. Espécies de ciclo de vida curto e com elevadas taxas reprodutivas (r-estrategistas) tendem a recolonizar o ambiente rochoso mais rapidamente, enquanto que espécies de maturidade tardia, ciclo de vida mais longo e crescimento lento (K-estrategistas) demoram mais para retornar ao equilíbrio. Dessa forma, o período de recuperação de costões rochosos é extremamente variável, dependendo do cenário ambiental e das características do acidente (MILANELLI, 2003, API, 1985).

Nos costões abrigados, em situações com intensa contaminação, o óleo pode permanecer por vários anos (API, 1985; FRENCH MCCAY, 2009; ITOPF 2011;

MICHEL & HAYES 1992). Entretanto, períodos de recuperação de mais de 10 anos (FRENCH MCCAY, 2009; HAWKINS et al., 2002; SOUTHWARD & SOUTHWARD, 1978) são geralmente associados aos impactos adicionais de procedimentos de limpeza agressivos, com o uso de jateamento e dispersantes químicos tóxicos, que, por si só, causam danos adicionais relevantes no ecossistema, como também foi observado em situações semelhantes na Baía da Guanabara e em vários eventos no estado de São Paulo (API, 1985; CANTAGALLO et al., 2007; LOPES et al., 2007; MILANELLI, 1994). Procedimentos de limpeza, quando bem conduzidos, podem acelerar o tempo de recuperação dos costões atingidos, minimizando os impactos físicos e químicos do óleo sobre a biota (LOPES et al., 2007; CANTAGALLO et al., 2007).

Costões rochosos expostos, por outro lado, têm tempos de recuperação muito menores (geralmente menos de 1 ano), já que as ondas protegem os organismos do recobrimento físico, além de reduzirem o tempo de persistência do contaminante no ambiente (API, 1985). Corroborando este entendimento, pode-se citar o recente trabalho de Sukumaran et al. (2014), que não identificou efeitos significativos de longo prazo em costões rochosos afetados pelo vazamento de óleo no porto de Mumbai.

Em revisão sobre os impactos do óleo sobre costões rochosos e seu tempo de recuperação, PETROBRAS (2014) evidencia que as técnicas de limpeza agressivas, como o jateamento, ou tóxicas (uso de dispersantes) contribuem efetivamente para o aumento dos tempos de recuperação dos costões rochosos, assim como para todos os demais ambientes costeiros (LOPES et al., 2007; CANTAGALLO et al., 2007). De acordo com o estudo, a grande maioria dos casos avaliados (92%) apresentou um intervalo de tempo de um a três anos de recuperação, e um estudo apenas, referente ao cenário catastrófico da Guerra do Golfo, apresentou um intervalo de tempo de 5 anos (JONES et al., 1998 apud PETROBRAS, 2014). Portanto, PETROBRAS (op. cit.) defende que o tempo de recuperação considerado para costões rochosos abrigados (cenário mais crítico) em grandes acidentes (situação catastrófica) pode chegar a 5 anos.

PETROBRAS (op. cit.) conclui que, baseado nos dados da literatura analisados, o intervalo de tempo de recuperação, com base no restabelecimento

das comunidades bentônicas, é de um mês a um ano para costões rochosos expostos, e de um a três anos para costões abrigados, com possibilidade de em alguns casos excepcionais esse tempo ser de cinco anos. De forma complementar, Sell et al. (1995) realizaram uma ampla pesquisa bibliográfica e concluíram que 3 anos seria o tempo máximo de recuperação para qualquer costão rochoso em um caso típico de derrame. No entanto, em situações mais severas têm sido registrados impactos mais persistentes, em que as comunidades somente mostraram algum tipo de recuperação após três anos do acidente (IPIECA, 1995; FRENCH-MCCAY, 2009).

A presente análise utiliza, como indicador para estimar o tempo de recuperação desse CVA, o grupo biológico residente mais conspícuo e estruturante: a comunidade bentônica, composta pelas macroalgas e pela macrofauna. Assim, considerando toda a bibliografia consultada para o CVA Costões rochosos, adotou-se o tempo de recuperação de **3 anos**, associado de forma conservadora aos ambientes abrigados e de menor declividade, muito frequentes na área suscetível do presente estudo, de maior sensibilidade.

Resumo do CVA Costões rochosos e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Costões rochosos, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM (IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISLs 1A, 1B, 2A, 3C, 8A e 8B). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Costões rochosos	ISLs 1 (A, B), 2 (A), 3(C) e 8 (A, B)	3 anos

O **Quadro II.8.4.2.10-1** e o **Quadro II.8.4.2.10-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Costões

rochosos a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de concentração deste CVA foram de até 39,4% (P5) para vazamentos de 8 m³, de até 46,4% (P5) para vazamentos de 200 m³ e de até 99,9% (P2) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades foram modeladas entre os municípios de Salvador e Ilhéus (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 22,2% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 30,3% (P1) para vazamentos de 200 m³, e de até 84,8% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades foram modeladas entre os municípios de Itacaré e Caravelas (BA).

A presença do CVA Costões rochosos dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.10-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Costões rochosos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Touros	0,0	1,4	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	4,0
	Nísia Floresta	1,8	2,9	13,6	0,0	0,1	4,8	1,9	3,1	15,2	0,2	0,1	9,2	0,0	0,0	3,6
	Tibau do Sul	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
PB	Conde	0,0	0,4	3,5	0,0	0,0	1,2	0,3	0,0	2,8	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,6
PE	Cabo	1,6	2,4	20,7	0,6	0,4	9,3	2,3	3,0	23,8	0,4	1,3	14,3	0,2	0,1	5,4
	Ipojuca	1,2	3,6	18,7	0,2	0,2	6,3	1,6	2,9	15,9	0,6	0,5	12,7	0,2	0,1	4,9
	Barreiros	0,1	0,6	1,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,4	1,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6
AL	Maragogi	0,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,5	0,0	0,1	0,3
	Passo de Camaragibe	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra de Santo Antônio	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Roteiro	1,6	2,9	14,3	0,2	0,7	7,7	1,5	3,3	15,1	1,0	1,6	10,5	0,1	0,3	6,1
	São Miguel dos Campos	0,4	1,6	6,5	0,1	0,3	2,4	0,4	0,7	4,9	0,2	0,1	2,9	0,0	0,2	2,4
	Coruripe	1,1	1,6	8,0	0,2	0,3	4,2	0,7	0,4	0,9	0,1	1,0	7,8	0,1	0,0	2,1
BA	Salvador	37,4	44,2	92,2	12,1	22,2	68,3	15,9	28,2	79,6	12,1	20,2	64,1	7,7	13,9	50,1
	Cairu	4,2	7,6	48,2	6,6	12,4	53,7	4,3	7,9	40,5	3,2	6,2	24,1	4,5	7,5	31,4
	Igrapiuna	2,3	2,7	19,5	4,1	4,5	22,6	1,4	3,1	20,9	2,1	3,4	10,9	3,5	3,4	15,5
	Camamu	2,3	2,7	19,5	4,1	4,5	22,6	1,4	3,1	20,9	2,1	3,4	10,9	3,5	3,4	15,5
	Itacare	31,0	34,8	96,4	37,4	45,0	99,9	19,8	27,1	94,5	22,7	34,4	95,3	32,8	43,0	94,8

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Urucuca	5,1	5,1	15,9	5,8	8,2	29,8	1,6	3,7	4,7	3,6	5,5	23,1	5,7	11,6	40,3
	Ilheus	26,9	29,8	89,8	30,5	36,5	94,9	17,0	23,0	91,3	25,1	33,2	98,0	39,4	46,4	98,0
	Belmonte	0,2	0,4	7,5	0,5	0,8	18,4	0,6	0,5	14,5	0,4	1,3	28,3	2,0	3,5	37,3
	Santa Cruz Cabralia	0,2	0,4	7,5	0,5	0,8	18,4	0,6	0,5	14,5	0,4	1,3	28,3	2,0	3,5	37,3
	Porto Seguro	0,2	0,6	4,1	0,1	0,8	10,1	0,0	0,8	6,7	0,3	1,2	20,2	0,8	1,2	19,8
	Prado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2
	Caravelas	0,5	1,0	1,9	0,1	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,0	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
ES	Vitoria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Vila Velha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Guarapari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1
Probabilidades máximas		37,4	44,2	96,4	37,4	45,0	99,9	19,8	28,2	94,5	25,1	34,4	98,0	39,4	46,4	98,0

Quadro II.8.4.2.10-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Costões rochosos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Cabo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
BA	Salvador	1,9	3,7	16,8	1,0	1,0	3,7	0,7	1,1	3,4	0,9	2,0	5,6	0,5	1,3	4,0
	Cairu	6,6	11,0	51,8	3,5	5,1	21,3	1,1	3,1	13,9	1,2	4,3	10,3	1,9	2,7	13,7
	Igrapiuna	4,6	8,1	37,2	3,8	8,1	31,2	0,7	0,9	4,0	0,8	3,0	6,7	4,3	5,1	32,5
	Camamu	4,6	8,1	37,2	3,8	8,1	31,2	0,7	0,9	4,0	0,8	3,0	6,7	4,3	5,1	32,5
	Itacare	14,1	18,8	68,9	8,7	14,0	56,2	4,8	9,0	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	16,6	57,2
	Urucuca	0,1	0,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	5,3
	Ilheus	22,2	30,3	77,7	11,7	17,9	58,4	5,9	12,2	48,5	4,8	13,2	46,9	11,0	17,7	55,9
	Belmonte	17,6	25,9	57,4	6,1	17,2	53,6	1,6	7,0	27,7	1,3	7,3	22,0	6,9	18,7	59,8
	Santa Cruz Cabralia	17,6	25,9	57,4	6,1	17,2	53,6	1,6	7,0	27,7	1,3	7,3	22,0	6,9	18,7	59,8
	Porto Seguro	8,9	13,0	38,1	2,5	9,8	43,5	0,8	1,6	7,9	0,3	3,5	14,8	2,1	9,3	31,7
	Prado	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caravelas	14,8	29,7	84,8	3,9	21,5	78,3	0,9	8,7	43,9	0,7	9,2	44,4	3,5	24,5	79,3	
ES	Vitoria	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Vila Velha	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,7
	Guarapari	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2
RJ	Macaé	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	5,1

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Rio das Ostras	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8
	Cabo Frio	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,9
	Armacao dos Buzios	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	6,7
	Arraial do Cabo	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	5,0
	Saquarema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maricá	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5
	Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,1
	Mangaratiba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Angra dos Reis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Paraty	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
SP	Ilhabela	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Probabilidades máximas		22,2	30,3	84,8	11,7	21,5	78,3	5,9	12,2	48,5	4,8	13,2	46,9	13,2	24,5	79,3

II.8.4.2.11. CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos

Na área suscetível ao óleo ocorrem também ambientes relacionados aos costões rochosos, que formam os terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos, que podem ser constituídos por rochas magmáticas (e.g. basaltos e granitos), por rochas metamórficas (e.g. gnaisses) ou rochas sedimentares (arenitos), evidenciando a heterogeneidade de tais ambientes presentes na área. Assim como os costões rochosos, esses ambientes costeiros são modelados por diversos fatores físicos, químicos e biológicos. O batimento das ondas (hidrodinamismo) pode ser considerado um dos fatores mais importantes para a formação e manutenção de toda a estrutura física e biológica desses ambientes, visto que o forte embate de ondas dificulta ou inviabiliza a instalação de esporos e larvas de diversas espécies nesses ambientes costeiros (LEWIS, 1968; OLIVEIRA-FILHO & MAYAL, 1976). Já em ambientes abrigados, onde não há forte pressão das ondas e reduzido estresse físico, há maior chance de as espécies mais frágeis e delicadas se instalarem.

Os terraços ou plataformas de abrasão são superfícies que sofreram a ação erosiva do mar. Na área de estudo podem estar associadas a áreas de ocorrência da Formação Barreiras, sendo que quando associadas a falésias, a superfície desses terraços é ampliada à medida que a falésia é erodida (GUERRA & GUERRA, 2005). Na área suscetível ao óleo estão presentes no litoral do Espírito Santo, assim como na costa nordeste, desde Alagoas até o Ceará.

Já os recifes areníticos resultam da consolidação de antigas praias por cimentação dos grãos de quartzo, por isso, não raramente essas formações são paralelas à costa, evidenciando antigas linhas de praia (GUERRA & GUERRA, 2005). Os recifes areníticos muitas vezes servem de substrato para a formação de recifes de corais. Esses recifes formam ambientes complexos, ricos em nichos e refúgios, propiciando a ocorrência de uma grande variedade de espécies marinhas acompanhantes. Os recifes areníticos são relativamente abundantes na área suscetível ao óleo, principalmente nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, onde formam barreiras ou franjas na parte inferior das praias arenosas ao longo de grandes extensões da costa. Tal concentração se dá por conta das

condições ambientais da região, assim como pela presença de recifes de corais (tratados como um CVA separado no presente estudo).

Além dos dois ambientes listados acima, existem ainda na área suscetível ao óleo outros ambientes compostos por substratos naturais consolidados não biogênicos, formados pelas praias de cascalho, praias de detritos calcários e depósito de tálus. A formação desses ambientes se dá por fatores variados. No caso das praias de cascalho e praias de detritos calcários (“*beach rocks*”), a formação se dá pela deposição de rochas sedimentares em linhas paralelas à costa (SILVA et al, 2006). Essa deposição de rochas pode ser resultado da exumação de arenitos em plataformas de abrasão, ou estes podem resultar de um processo semelhante ao de formação dos recifes areníticos, através da cimentação do sedimento em decorrência de temperaturas elevadas e concentração de água marinha nos interstícios do sedimento durante a maré baixa (GUERRA & GUERRA, 2005). Essas rochas constituem uma proteção natural à erosão da linha de costa e apresentam uma comunidade bentônica característica de substratos consolidados da zona entremarés (PETROBRAS, 2014). Já os depósitos de tálus são formados a partir da queda de blocos ou fragmentos rochosos de diferentes tamanhos, provenientes de escarpas ou formações rochosas adjacentes, que se depositam e se amontoam no sopé dessas encostas, formando uma disposição caótica de blocos de rocha ao longo da costa (PRESS et al., 2006; MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007).

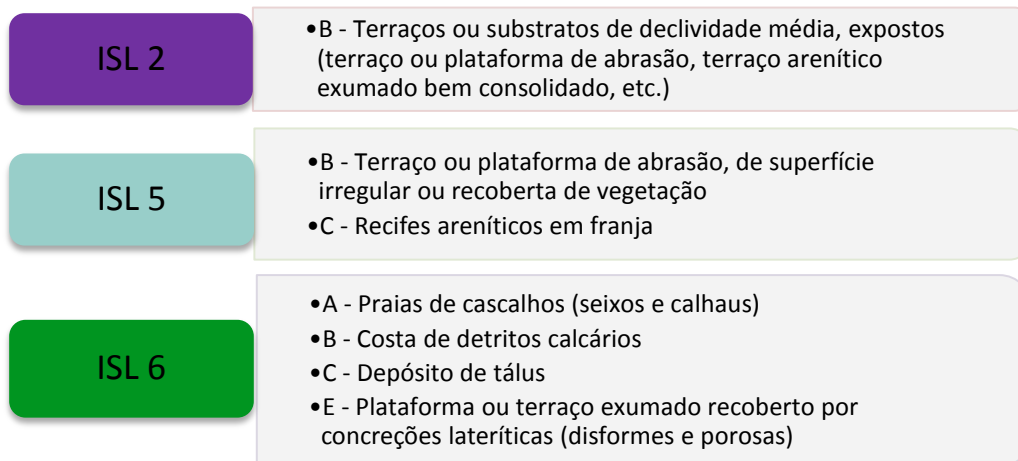
As características apresentadas acima acerca das especificidades desses ambientes, em conjunto com a sensibilidade dos mesmos ao óleo, justifica a inclusão desse conjunto de ecossistemas como um CVA na presente análise de risco.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos

Com relação à sensibilidade dos terraços de abrasão, recifes areníticos outros substratos consolidados ao óleo, destaca-se que, mesmo havendo diferenças estruturais entre essas formações e os costões rochosos, alguns aspectos levantados no CVA de Costões Rochosos podem também ser

destacados no presente CVA. Assim como para os costões rochosos, as outras formações abrangidas por esse CVA também tem a sensibilidade alterada em função da exposição das estruturas, sendo que ambientes mais abrigados tendem a ser mais sensíveis do que ambientes expostos (ITOPF, 2011; NOAA, 1997; MMA 2004). A declividade também contribui significativamente para a sensibilidade dos ambientes, assim como para a intensidade do impacto e o tempo de recuperação (MILANELLI, 2003; MMA, 2004; LOPES et al., 2006).

Seguindo os critérios observados para outros ecossistemas costeiros, ambientes com acentuada declividade tendem a ser menos afetados por derramamentos de óleo, pelo fato de ser menor a tendência de deposição do óleo nesses locais. Áreas com elevado hidrodinamismo também tendem a ser menos afetadas, pois a dispersão do óleo tende a ser mais rápida e eficiente (LOPES et al., 2007; MMA, 2004). Nessas áreas de elevado hidrodinamismo ocorre a limpeza natural gerada pelo batimento contínuo das ondas nos substratos, diminuindo o tempo de permanência do óleo no local e protegendo os organismos dos efeitos danosos do recobrimento físico. Especificidades dos ecossistemas como o grau de exposição e hidrodinamismo são fatores que definem a classificação dos mesmos em distintos Índices de Sensibilidade do Litoral (ISL) para os ambientes que constituem esse CVA, assim como para outros ambientes costeiros. A **Figura II.8.4.2.11-1** apresenta os valores de ISL dos ambientes que compõem o CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos.



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.11-1 - *Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos.*

Destaca-se que, apesar de apresentadas acima, não foram encontrados na área suscetível ao óleo ambientes de terraços de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação (ISL 2B). Assim, apesar desse ambiente estar presente na costa brasileira, os ecossistemas que representam esse CVA na área suscetível ao óleo enquadram-se apenas nos ISLs 5 e 6.

A despeito das semelhanças dos ecossistemas abrangidos por esse CVA com os costões rochosos, no que se refere à sensibilidade ao óleo, há um fator que distingue esses dois CVAs, que se relaciona à porosidade dos substratos. Enquanto os costões rochosos tendem a apresentar uma porosidade relativamente menor dos substratos, os ecossistemas abrangidos por esse CVA apresentam grande porosidade, o que está diretamente relacionado à permeabilidade dos substratos e, conseqüentemente, à sensibilidade dos ambientes. A partir das informações contidas em MMA (2004) e considerando os ambientes que compõem este CVA, nota-se que ecossistemas com substratos impermeáveis são atingidos pelo óleo apenas em suas camadas superficiais e, conforme o hidrodinamismo local, a limpeza do substratos tende a acontecer naturalmente em um curto período de tempo, fazendo com que tais ambientes sejam relativamente pouco sensíveis ao óleo (MMA, 2004). No entanto, mesmo ecossistemas que não tenham elevada permeabilidade e que sejam fisicamente

menos sensíveis aos efeitos do óleo, destaca-se que, sob o aspecto biológico, podem ser extremamente sensíveis, como no caso de recifes areníticos de média permeabilidade. Nesses locais, a riqueza e diversidade biológicas podem ser similares às encontradas em recifes de corais, com a presença de invertebrados reconhecidamente sensíveis ao óleo, como cnidários e equinodermos. Por tal motivo, o derramamento de óleo pode causar sérios impactos, mesmo sem a fixação prolongada do óleo nos substratos (LOPES et al., 2007). Outra situação que confere uma sensibilidade ao óleo relativamente alta, apesar da relativa baixa porosidade do substrato, se dá nas rochas depositadas nas praias, como os depósitos de tálus. O ambiente físico de elevada complexidade estrutural gera inúmeras poças de erosão que podem receber e confinar o óleo, ampliando sua permanência nesses ecossistemas (LONGO, 1997, LOPES et al., 2007)

Já no caso de ecossistemas costeiros com alta permeabilidade, como praias de cascalho, o óleo consegue penetrar com maior profundidade no substrato, podendo alcançar até 1 m abaixo da superfície (MMA, 2004). Essa alta permeabilidade dos substratos dificulta a remoção do óleo, tanto pela via natural quanto através de processos direcionados de limpeza, afetando toda a cadeia biológica desses ecossistemas. Hoff & Shigenaka (1999), ao avaliar os efeitos de longo prazo do catastrófico derramamento de óleo causado pelo *Exxon Valdez* no Alasca, notaram que praias de cascalho (*gravel beaches*) da região permaneceriam com óleo em camadas mais profundas mesmo em um período de 10 anos após o acidente. Destaca-se que os procedimentos de limpeza das praias de cascalhos e de recifes areníticos com baixa declividade apresentam sérias restrições, sob risco de causarem danos adicionais relevantes, situação já prevista nas Fichas Estratégicas da base MAREM (IBAMA/IBP, 2016). A dificuldade da limpeza direcionada do óleo em praias de cascalho foi evidenciada em estudos que observaram períodos de desaparecimento do óleo semelhantes entre os locais que foram alvo de ações antrópicas de limpeza e locais que tiveram apenas a limpeza natural das ondas como fator de retirada do óleo (SKALSKI et al., 2001). A dificuldade de remoção do óleo desses ambientes evidencia a necessidade de desenvolvimento de técnicas de limpeza mais eficientes (HOFF & SHIGENAKA, 1999). Assim, com as restrições operacionais de limpeza associadas à elevada

biodiversidade e riqueza da biota existente nesses ecossistemas, espera-se que o óleo permaneça por maiores períodos, dilatando temporalmente o processo de recuperação natural e contribuindo para a elevada sensibilidade ao óleo.

Com base na extensa revisão bibliográfica feita por PETROBRAS (2014), considera-se que o tempo de recuperação de arenitos de praia seja de até um ano, no caso dos ambientes expostos, e até 3 anos, no caso de ambientes mais abrigados. No entanto, o próprio estudo sugere a possibilidade de um período de recuperação de 5 anos, em situações excepcionais (PETROBRAS, 2014). De forma conservadora, consideramos como sendo de **5 anos** o tempo de recuperação deste CVA.

Resumo do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Costões rochosos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM (IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISLs 1A, 1B, 2A, 2B, 3C, 5B, 5C, 6A, 6B, 6C, 6E, 8A e 8B). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada faixa de volume e período do ano (abril a setembro e outubro a março), sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	ISLs 2B, 5 (B, C) e 6 (A, B, C, E)	5 anos

O **Quadro II.8.4.2.11-1** e o **Quadro II.8.4.2.11-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos

modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de concentração deste CVA foram de 53,3% (P1) para vazamentos de 8 m³, de 55,3% (P1) para vazamentos de 200 m³ e de 99,1% (P2) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades foram calculadas entre os municípios de Conde e Itacaré (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 19,4% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 30,4% (P1) para vazamentos de 200 m³, e até 84,8% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorreram entre os municípios de Itacaré e Caravelas (BA).

A presença do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.11-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Touros	0,5	1,4	14,3	0,0	0,0	0,0	0,7	1,6	17,0	0,1	0,2	4,3	0,0	0,0	4,0
	Rio de Fogo	0,9	1,0	10,7	0,0	0,0	5,1	1,2	2,1	11,3	0,2	0,3	6,2	0,0	0,0	3,2
	Maxaranguape	1,7	2,7	15,6	0,0	0,0	8,6	3,4	5,2	20,2	0,6	0,4	11,3	0,0	0,0	5,6
	Ceará-Mirim	0,9	1,1	7,4	0,1	0,0	2,7	1,1	0,0	0,1	0,2	0,1	4,1	0,0	0,0	1,4
	Extremoz	1,4	1,7	11,9	0,0	0,2	4,4	2,1	1,9	9,5	0,3	0,1	5,4	0,0	0,0	2,9
	Natal	0,8	1,3	10,7	0,0	0,0	2,4	1,0	1,9	10,6	0,2	0,2	4,6	0,0	0,0	1,9
	Parnamirim	1,2	1,6	10,1	0,0	0,0	4,0	1,6	2,0	11,6	0,1	0,1	6,1	0,0	0,0	3,0
	Nísia Floresta	1,8	2,9	14,5	0,0	0,2	4,8	1,9	3,1	15,2	0,2	0,2	10,2	0,0	0,1	3,6
	Senador Georgino Avelino	0,1	0,1	2,8	0,0	0,0	1,1	0,3	0,2	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,9
	Tibau do Sul	1,5	1,7	15,7	0,0	0,2	6,9	1,9	2,7	18,9	0,2	0,7	12,2	0,0	0,0	4,5
	Canguaretama	1,5	1,4	14,4	0,0	0,1	5,3	1,6	1,6	16,3	0,3	0,2	11,6	0,0	0,0	4,5
Baía Formosa	1,0	1,7	18,0	0,1	0,1	6,4	1,0	2,2	22,1	0,3	0,4	13,7	0,0	0,0	3,7	
PB	Mataraca	0,2	0,8	8,5	0,0	0,0	2,1	0,1	0,4	8,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	1,5
	Baía da Traição	0,2	0,3	6,0	0,0	0,0	1,9	0,1	0,3	3,3	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	1,1
	Marcação	0,2	0,2	5,5	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	3,4	0,1	0,0	1,8	0,0	0,0	0,6
	Rio Tinto	0,0	0,2	4,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2
	João Pessoa	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,2
	Conde	0,7	1,6	10,6	0,0	0,0	4,4	0,7	1,2	17,4	0,2	0,1	11,7	0,1	0,0	2,6
PE	Recife	3,9	4,4	29,8	0,6	0,7	17,5	3,3	6,0	41,6	1,2	2,3	27,2	0,1	0,2	9,1

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Cabo	1,6	2,4	20,7	0,6	0,4	9,3	2,3	3,0	23,8	0,4	1,3	14,3	0,2	0,1	5,4
	Ipojuca	2,0	4,3	30,9	0,3	0,7	17,7	3,2	6,3	35,7	2,1	1,9	24,5	0,0	0,7	9,6
	Sirinhaém	2,4	2,4	17,2	0,2	0,2	5,2	1,2	3,5	17,8	0,6	1,1	11,2	0,0	0,1	4,2
	Tamandaré	0,9	1,6	13,7	0,2	0,0	4,0	1,2	1,4	6,9	0,3	0,5	8,5	0,0	0,1	2,8
	Maceió	1,7	3,5	17,3	0,3	0,6	8,2	2,0	4,8	20,9	0,8	1,4	14,1	0,2	0,2	5,1
AL	Marechal Deodoro	2,1	4,2	23,1	0,4	1,1	11,6	3,6	5,8	23,9	1,1	2,3	16,3	0,2	0,3	7,3
	Barra de São Miguel	2,4	4,9	22,9	0,3	0,7	9,1	2,2	4,2	22,4	1,3	2,1	14,8	0,2	0,3	5,4
	Roteiro	2,2	3,9	20,7	0,3	0,8	8,4	1,6	4,2	18,6	1,1	1,9	13,7	0,1	0,3	5,4
	São Miguel dos Campos	1,8	2,4	10,8	0,2	1,0	3,8	1,2	2,5	10,6	0,4	1,1	8,3	0,1	0,4	3,0
	Coruripe	4,8	8,3	29,9	1,1	2,1	14,3	4,6	7,8	32,1	2,4	4,1	21,7	0,4	1,9	10,4
	Piaçabuçu	11,3	15,8	48,4	2,4	4,5	30,2	7,7	14,1	50,9	5,8	9,3	40,9	1,4	3,4	19,0
	Conde	22,8	29,7	80,3	3,1	7,7	41,0	15,0	25,6	61,6	7,1	14,7	55,1	1,1	5,0	27,4
BA	Entre Rios	31,3	41,6	87,1	7,6	14,2	57,8	15,9	22,0	56,5	11,8	18,0	63,4	3,3	7,2	39,0
	Mata de São João	44,2	48,4	94,9	17,9	25,1	79,4	28,4	33,7	78,7	22,9	31,4	83,5	8,7	15,2	54,3
	Camacari	51,1	54,8	96,4	22,9	31,1	91,2	31,2	45,5	96,4	23,2	32,4	91,3	11,8	19,7	78,2
	Lauro de Freitas	51,7	54,8	96,4	22,9	31,1	92,0	29,6	30,4	75,1	22,1	33,7	91,5	11,8	21,6	78,5
	Salvador	53,3	55,3	96,4	24,9	33,0	90,5	29,5	42,0	94,9	22,3	34,0	92,1	13,7	22,9	77,8
	Itaparica	20,3	26,2	67,2	3,0	8,1	20,9	5,9	10,6	34,9	3,0	5,9	25,5	1,6	3,3	11,3
	Cairu	16,9	25,2	83,4	17,4	24,3	84,8	12,7	19,9	71,4	9,1	15,8	58,0	11,1	19,0	73,1
	Camamu	0,1	0,0	1,2	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,4
	Itacare	31,0	34,8	96,4	37,4	45,0	99,1	19,8	27,1	94,5	22,7	34,4	95,3	32,8	43,0	92,3
	Urucuca	5,1	5,1	15,9	5,8	8,2	29,8	1,6	3,7	4,7	3,6	5,5	23,1	5,7	11,6	40,3
	Ilheus	10,6	13,0	46,0	20,1	21,8	72,5	8,5	14,4	60,5	14,8	22,9	79,6	31,3	38,2	79,2

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Porto Seguro	0,2	0,6	4,1	0,1	0,8	10,1	0,0	0,8	6,7	0,3	1,2	20,2	0,8	1,2	19,8
	Prado	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	1,6	0,1	0,1	3,3	0,0	0,2	4,4	0,2	0,0	3,9
	Caravelas	0,5	1,0	2,1	0,1	0,5	6,8	0,4	0,9	6,9	0,2	0,9	11,1	0,1	1,0	9,2
	Mucuri	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6
ES	Conceicao da Barra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,4
	Aracruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Serra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Vitoria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		53,3	55,3	96,4	37,4	45,0	99,1	31,2	45,5	96,4	23,2	34,4	95,3	32,8	43,0	92,3

Quadro II.8.4.2.11-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Touros	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maxaranguape	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Natal	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tibau do Sul	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Canguaretama	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
PB	Mataraca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Baía da Traição	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marcação	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	João Pessoa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Conde	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Recife	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Marechal Deodoro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra de São Miguel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Roteiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Coruripe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Piaçabuçu	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BA	Conde	1,6	2,5	11,4	0,6	1,5	5,2	0,8	2,0	5,5	0,7	1,6	5,8	0,4	0,5	4,8
	Entre Rios	4,2	6,1	27,2	1,7	3,2	13,3	1,2	2,9	10,2	2,0	3,3	13,5	1,3	1,9	10,9
	Mata de São João	5,2	6,6	26,5	2,6	3,8	18,2	2,3	1,8	6,4	2,2	3,3	17,1	1,5	2,1	14,4
	Camacari	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	3,7	14,0	2,3	4,2	18,6	2,2	3,0	18,3
	Lauro de Freitas	7,5	8,7	45,3	3,3	5,4	25,2	2,0	1,5	4,0	1,9	4,2	18,7	1,7	3,0	18,6
	Salvador	7,3	9,3	46,9	2,4	5,8	25,7	2,0	3,8	14,5	2,1	3,6	18,5	2,4	3,0	18,0
	Itaparica	0,5	0,8	4,8	0,1	0,6	1,0	0,2	0,5	0,5	0,4	0,9	1,0	0,0	0,4	0,9
	Cairu	9,6	15,1	58,1	4,3	7,6	36,5	1,8	4,0	23,0	2,3	6,2	19,3	4,0	5,5	26,3
	Camamu	0,3	1,4	2,4	0,9	1,0	1,7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	1,1
	Itacare	14,1	18,8	68,9	8,7	14,0	56,2	4,8	9,0	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	16,6	57,2
	Urucuca	0,1	0,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	5,3
	Ilheus	19,4	24,5	74,9	7,7	15,9	58,7	3,1	9,6	42,5	3,1	6,7	40,2	5,8	15,1	53,7
	Porto Seguro	8,9	13,0	38,1	2,5	9,8	43,5	0,8	2,4	11,1	0,5	3,5	14,8	2,1	9,3	31,7
	Prado	2,2	4,9	15,5	0,6	3,4	13,1	0,1	0,8	5,2	0,0	0,8	2,8	0,7	2,4	10,9
	Caravelas	17,4	30,4	84,8	7,8	23,3	78,3	2,6	9,1	43,9	1,1	10,9	44,4	7,5	24,5	79,3
	Mucuri	0,7	4,6	36,4	0,2	3,2	25,2	0,0	1,3	7,6	0,0	0,6	6,1	0,0	5,1	28,5
ES	Conceicao da Barra	0,3	2,4	22,2	0,1	1,8	18,0	0,1	1,0	4,9	0,0	0,9	4,2	0,0	1,2	21,0
	Aracruz	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,8

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Fundao	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,8
	Serra	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	1,7
	Vitoria	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Vila Velha	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
	Guarapari	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8
	Anchieta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
RJ	Macaé	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	5,1
	Rio das Ostras	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
	Cabo Frio	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,2
	Armacao dos Buzios	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	6,0
	Arraial do Cabo	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7
	Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
	Mangaratiba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Angra dos Reis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Paraty	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
SP	Ilhabela	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Probabilidades máximas		19,4	30,4	84,8	8,7	23,3	78,3	4,8	9,6	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	24,5	79,3

II.8.4.2.12. CVA Recifes de coral

Os recifes de coral são estruturas rígidas construídas por organismos marinhos portadores de esqueleto calcário, principalmente do filo Cnidaria. A estrutura básica dos recifes de coral é formada pelo acúmulo desses esqueletos e, apesar de ter nos cnidários seus principais bioconstrutores, sua formação é realizada pela atuação conjunta de uma infinidade de seres, que formam uma complexa teia de associações e de eventos em sucessão, incluindo outros organismos com esqueleto calcário, produtores primários e consumidores (CASTRO, 1997).

Os organismos bioconstrutores são aqueles que, por produzirem um exoesqueleto de carbonato de cálcio, erigem o arcabouço estrutural, além dos que contribuem com fragmentos para o preenchimento dos espaços do arcabouço. Os produtores primários nos recifes de coral são as algas (calcárias, foliosas e microalgas, além das zooxantelas dos corais), que produzem a biomassa que será utilizada como base na teia alimentar. O grupo dos consumidores (herbívoros, carnívoros e onívoros), por sua vez, engloba os organismos que se abrigam no sistema recifal, utilizam a biomassa produzida nesse local e, em várias instâncias, contribuem para a produção de componentes da construção dos corais, para a ciclagem da biomassa e também promovem o desgaste da bioconstrução, por perfuração ou raspagem. Dessa maneira, o recife de coral é um dos ecossistemas marinhos mais ricos e diversos, servindo de suporte a uma variada associação de organismos marinhos.

Mesmo cobrindo apenas 0,02% da área total dos oceanos, os recifes de coral comportam cerca de 25% de toda a biodiversidade marinha (DAVIDSON, 1998) e sua biodiversidade é comparável à das florestas tropicais (CONNELL, 1978). Além dessa extrema diversidade biológica, os recifes de coral abrigam ainda um extraordinário ciclo biológico, responsável por processos únicos de produção de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (EREZ, 1990), apresentando o mais alto grau de fixação de carbono e a maior produtividade que qualquer outro ecossistema marinho.

Apesar de os recifes de coral estarem entre os ecossistemas mais produtivos do planeta, possuem exigências ambientais que restringem sua distribuição aos mares intropicais, principalmente Caribe, Oceano Índico e Pacífico Tropical, onde se localizam as maiores diversidades (API, 1985, NOAA, 2010, SPALDING, 2001). Os recifes de coral dependem de relações mutualísticas com algas (dinoflagelados) que realizam fotossíntese a partir da luz do sol, as chamadas zooxantelas. Esse é considerado um dos principais fatores que restringem a presença da maior parte dos recifes de coral a baixas profundidades (até cerca de 50 m), uma vez que a água do mar funciona como um filtro da luz solar (CASTRO, 1999). A presença de sedimentos também é um fator que influencia na ocorrência de recifes de coral, uma vez que além de diminuir a penetração de luz, atrapalha o processo de alimentação dos organismos filtradores, demandando um gasto de energia para a auto-limpeza dos pólipos. Outro fator determinante no desenvolvimento dos corais é a temperatura da água, uma vez que a maior parte dos organismos construtores só se desenvolve em áreas de temperatura mais elevada (entre 18 e 30°C) e relativamente estável, para que as reações bioquímicas que produzem o carbonato de cálcio ocorram em larga escala (CASTRO, 1999). Por outro lado, nas últimas décadas, como resultado da exploração de águas marinhas profundas, foram descobertos recifes em águas mais profundas e mais frias em diversos países, inclusive no Brasil (e.g. VIANA et al., 1998). Considera-se que os recifes profundos são especialmente importantes para a comunidade de peixes recifais, pois possibilitam a ligação entre populações, inclusive aquelas encontradas em ambientes rasos, o que é evidenciado pelo fato de que algumas espécies que antes eram conhecidas apenas para o Caribe e sul-sudeste do Brasil possuem distribuição confirmada em recifes de profundidade na costa da região Nordeste (FEITOZA et al., 2005; OLAVO et al., 2007). No entanto, as pesquisas com essas formações coralíneas profundas ainda são incipientes, em especial quando considerado o território brasileiro e em comparação com os recifes de águas rasas, sendo necessários mais estudos para sua identificação, mapeamento e estudo (FEITOZA et al., 2005; HOURIGAN et al., 2015; MMA, 2006b).

Além de abrigar uma alta diversidade de espécies envolvidas na formação e manutenção de suas estruturas, os recifes de coral concentram ainda uma enorme variedade de plantas (algas) e animais como anêmonas, zoantídeos, esponjas, foraminíferos, vermes poliquetas, equinodermas, crustáceos, moluscos, peixes, assim como as tartarugas, as baleias, golfinhos e as aves marinhas que visitam a região recifal (CASTRO, 1999). Essa biota associada, formada por espécies perenes e também visitantes esporádicas, utiliza os recifes em busca de alimento, refúgio e local para reprodução. Isso torna os recifes de coral ecossistemas muito ricos e de estrutura complexa (IPIECA, 1992; CASTRO, 1999, PRATES, 2003, LEÃO, 1999).

Ao se considerar a fauna associada aos corais, a ictiofauna merece especial atenção. Estima-se que 60% da ictiofauna marinha brasileira seja composta por peixes recifais (NUNAN, 1992), que possuem grande importância, tanto para a pesca quanto ecológica, com destaque para as espécies herbívoras, como os bodiões, cujas “mordidas” nas algas trazem junto pedaços do substrato, e os espaços criados podem ser colonizados por novas espécies (CASTRO, 1999). Em estudo realizado no nordeste brasileiro foram observadas pelo menos 275 espécies de peixes associadas aos recifes coralíneos, muitas delas de interesse econômico (NUNAN, 1979). Nesse quesito, merece destaque a alta riqueza de espécies de peixes recifais na região do Arquipélago de Abrolhos (LEÃO, 1990), que, por sua vez, é considerada a principal área de concentração de recifes coralíneos do Brasil, representando também o maior centro de dispersão zoogeográfica do Atlântico Sul, com diversas espécies de corais endêmicas (CASTRO, 1999; KIKUSHI, 2014). Por esse motivo, diversos estudos sobre a fauna associada aos corais de Abrolhos têm sido realizados, com destaque para os trabalhos de Cunha et al. (2013) e Koettker & Lopes (2013) sobre os organismos bentônicos, que evidenciaram uma grande diversidade, com importante papel no equilíbrio trófico do sistema. Cabe ressaltar ainda a importância da região do Banco de Abrolhos para diversas espécies migratórias que ocorrem periodicamente na área, como as tartarugas marinhas, que se alimentam nos recifes e depositam seus ovos nas praias arenosas do arquipélago (IBAMA & FUNATURA, 1991; MARCOVALDI et al., 2011a); aves marinhas, que

também encontram nos recifes de coral da região um importante refúgio e local para descanso, alimentação e reprodução (Alves et al., 1997, 2004b), além da baleia-jubarte, que tem no Banco de Abrolhos sua principal área de concentração reprodutiva no inverno, se beneficiando da proteção fornecida pelas estruturas recifais (CASTRO et al., 2014, WEDEKIN, 2011).

Os recifes de coral também são particularmente importantes por proporcionarem muitos bens e serviços ecossistêmicos para as populações humanas costeiras, que, em algumas regiões, dependem diretamente da manutenção dos recifes para a alimentação e atividade econômica (MOBERG & FOLKE, 1999; MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Esse ecossistema funciona como um verdadeiro criadouro de peixes, renovando estoques e favorecendo a reposição de populações de áreas intensamente exploradas. Os organismos habitantes de recifes também fornecem matérias primas para o desenvolvimento de fármacos, uma vez que muitos deles produzem substâncias químicas utilizadas para proteção contra predadores, inibição da ocupação de espaços por competidores, entre outras funções. Funcionam também como dissipadores de energia, protegendo as zonas costeiras contra a energia das ondas e marés, além de poderem ser explorados de forma sustentável através de atividades turísticas organizadas, como o mergulho subaquático (CASTRO, 1999; MMA, 2006b).

A grande importância ecológica, econômica e social, a presença de espécies ameaçadas, juntamente com a grande fragilidade ambiental e sensibilidade aos efeitos do óleo apresentada por este ecossistema, justifica a inclusão dos recifes de coral como um CVA na presente análise de risco.

Os recifes de coral presentes no litoral brasileiro podem ser classificados em três grandes grupos, os recifes próximos à costa, os recifes afastados da costa e os recifes oceânicos (LEÃO & KIKUCHI, 1999; KIKUCHI, 2000; LEÃO et al., 2003). Os recifes próximos à costa estão localizados adjacentes à costa, tanto de forma contígua (recifes franjantes), quanto separados por certa distância, formando faixas paralelas à costa (recifes de barreiras). Distribuem-se por águas rasas, com até 10 m de profundidade e, em muitos casos, ficam expostos nos períodos de maré baixa. Os recifes afastados da costa ocorrem em profundidades

maiores que os recifes próximos à costa, em cotas batimétricas acima de 15 m. Já os recifes oceânicos, por sua vez, ocorrem em águas profundas e externas à plataforma continental, a profundidades acima de 45 m (KIKUCHI & LEÃO, 1998; LEÃO et al., 2003). Nessa categoria estão incluídos os atóis, que constituem ilhas de coral, em forma de anel, contendo uma lagoa central, frequentemente associados a ilhas vulcânicas (API, 1985). Importante registrar que os recifes de coral são essencialmente ecossistemas submersos, mas existem recifes na área suscetível ao óleo que podem ficar superficialmente expostos durante as marés baixas, o que está relacionado ao abaixamento do nível do mar nos últimos 5.700 anos, que faz com que muitos dos recifes de coral brasileiros tenham seu topo aplainado e exposto na maré baixa (MMA 2012).

Apesar de o Brasil não estar entre os países mais ricos em recifes de coral (ocupa o 37º lugar em áreas recifais no mundo), sua biodiversidade associada a formações coralíneas é relevante, especialmente em se tratando do Atlântico Sul, pois apresenta os únicos recifes de coral dessa região (CASTRO, 1999, PRATES, 2003, MMA, 2006b, 2012). Os recifes de coral brasileiros se diferenciam daqueles encontrados em outras regiões do mundo em vários aspectos. Apesar de os recifes brasileiros serem construídos por uma fauna coralínea com relativa baixa diversidade em relação a outros lugares do mundo, abrigam diversas espécies endêmicas, que são consideradas formas relictuais, remanescentes de uma fauna recifal antiga, datada do período Terciário. Dentre as espécies de corais e hidrocorais que ocorrem no território brasileiro, nove são consideradas endêmicas, ou seja, não ocorrem em nenhuma outra região do mundo, com destaque para as três espécies congêneres *Mussismilia hispida*, *M. harttii* e *M. braziliensis*, sendo as duas últimas consideradas ameaçadas de extinção pela lista oficial de espécies ameaçadas do Brasil, que inclui também a espécie de hidrocoral *Millepora laboreli* (MMA, 2014). Além dessas, a espécie de coral *Porites branneri* é classificada na categoria “quase ameaçada” em nível internacional (IUCN, 2016). Destaca-se, entretanto, a escassez de conhecimentos científicos para embasar a classificação do status de conservação das espécies componentes dos recifes de coral, o que fica evidenciado pelo fato de a maior parte das espécies que ocorrem no litoral brasileiro não terem sido sequer

avaliadas pela IUCN ou serem classificadas na categoria “dados insuficientes” por essa entidade. Grande atenção deve ser dada às espécies invasoras *Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*, conhecidas como coral-sol, identificadas originalmente no litoral fluminense (PAULA & CREED 2004), mas que já ocorrem também em outros locais, como em Ilha Bela (SP), Arraial do Cabo (RJ), Vitória (ES) e na Baía de Todos os Santos (BA) (MMA/SBF, 2009; MANTELATTO et al. 2011; MENEZES, 2012; PRÓ-MAR, 2013).

Segundo Leão e colaboradores (2003), a costa brasileira pode ser dividida em quatro áreas de acordo com a ocorrência dos recifes e das espécies formadoras de corais. A área suscetível ao óleo abriga três dessas quatro formações definidas por Leão et al. (2003), sendo:

- Região Norte – entre a desembocadura do Rio Amazonas e o Cabo de São Roque/RN, onde os recifes são esparsos e a comunidade de corais formadoras de recifes é pobre. Abrange o extremo norte da área suscetível ao óleo, entre Touros e o Cabo de São Roque, no Rio Grande do Norte.
- Região Nordeste – entre o Cabo de São Roque/RN e a desembocadura do Rio São Francisco, na divisa entre Alagoas e Sergipe, onde os recifes são abundantes na plataforma interna. As formações coralíneas são geralmente bancos recifais de formato pontual ou alongado, também existindo recifes franjantes. Nessa região também se encontram duas áreas recifais oceânicas, no Atol da Rocas e no Arquipélago de Fernando de Noronha.
- Região Leste – entre a desembocadura do Rio São Francisco e a desembocadura do Rio Doce/ES, sendo a área mais rica, onde ocorrem todas as espécies de corais formadores de recifes descritas para o Brasil, e onde está localizado o maior complexo recifal do Atlântico Sul, no Banco de Abrolhos.
- Região Sul – entre a desembocadura do Rio Doce/ES e a costa de Santa Catarina, onde, apesar de não haver formação de recifes, ocorre a presença de espécies de corais.

Mesmo considerando essas subdivisões do litoral brasileiro quanto à presença de recifes de coral, destaca-se que a distribuição dos organismos não é

homogênea e está relacionada a diversos fatores físicos, principalmente a disponibilidade de substratos duros e a ocorrência de descargas fluviais, visto que locais de desembocadura de grandes rios, com grande descarga de sedimentos, tendem a restringir a ocorrência de corais (LEÃO et al., 2003). Conforme descrito, a principal região de concentração de recifes de coral no litoral brasileiro e também na área suscetível ao óleo está na Região Leste, descrita por Leão et al. (2003), entre as desembocaduras do Rio São Francisco e do Rio Doce. No entanto, na costa de Alagoas, ao norte do Rio São Francisco, existe uma concentração importante de corais. Já na região específica sob influência das descargas sedimentares do Rio São Francisco, a alta turbidez da água e a escassez de substratos apropriados fazem com que não existam recifes de coral, que voltam a ser encontrados no litoral norte da Bahia até a região de Ilhéus, incluindo recifes no interior da Baía de Todos os Santos, onde há a presença de relevantes formações recifais. Os recifes de coral mais uma vez tornam-se escassos na região entre Ilhéus e Santa Cruz Cabrália, sob influência das descargas sedimentares dos rios Jequitinhonha e Pardo. Por fim, na região entre Santa Cruz Cabrália e o norte do Espírito Santo, onde ocorre um alargamento da plataforma continental, os recifes voltam a ocorrer, e em grande profusão, com maior destaque o extenso banco de recifes coralinos da RESEX Corumbau (PRATES, 2003) e para o Arquipélago de Abrolhos, que é a área com maior concentração de recifes coralíneos do Brasil, representando também o maior centro de dispersão zoogeográfica do Atlântico Sul, com recifes relativamente bem preservados que apresentam todas as espécies de corais recifais já descritas e registradas para o Brasil (CASTRO, 1999; KIKUSHI, 2014). O Arquipélago de Abrolhos é considerado um dos principais *hotspots* de biodiversidade de macroalgas da costa brasileira, havendo a necessidade de maiores estudos para o monitoramento dos reais efeitos de crescentes pressões antrópicas na região. No local, uma característica ecologicamente marcante dos recifes consiste em serem bastante rasos, ocorrendo em profundidades normalmente menores que 20 m, e muitas vezes de subsuperfície ou mesmo ficando parcialmente expostos na baixa-mar (CASTRO, 2000). Os recifes de Abrolhos são estruturalmente variados, incluindo recifes em franja, grupos de

colunas isoladas (“chapeirões”) e bancos recifais. Todos os recifes conhecidos localizam-se aproximadamente de 5 a 65 Km ao largo da costa.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Recifes de coral

Conforme citado acima, os recifes de coral são encontrados em águas rasas, com menos de 200 metros de profundidade, e uma das formas de distinção entre os tipos de corais se dá pela profundidade em que ocorrem na coluna d’água. Assim, os diferentes tipos de corais são afetados de maneira também diferente por derramamentos de óleo no ambiente marinho, sendo que os recifes coralíneos rasos são especialmente suscetíveis a derrames de óleo, visto que o óleo normalmente flutua, atingindo-os diretamente (IPIECA, 1992; MMA, 2012; NOAA, 2001, 2010). Neste sentido, Lopes et al. (2007), Michel e Hayes (1992) estabelecem as seguintes classes de risco relacionadas às diferentes suscetibilidades dos recifes de coral ao óleo: 1)- Baixa: recifes localizados a mais de 5 metros de profundidade na maré baixa; 2)- Média: recifes localizados entre 1 e 5 metros de profundidade na maré baixa; e 3)- Alta: recifes entremarés, em regiões abrigadas da ação das ondas. No presente estudo, os cenários de média e alta suscetibilidade acima apontados constituem grande parte dos ambientes recifais identificados na área potencialmente afetada por um derramamento de óleo, com a presença de parcéis e franjas coralíneas bastante rasas ou mesmo aflorantes, conforme anteriormente descrito.

Além do contato direto do óleo flutuante, a fração solúvel, presente na lamina d’água, pode afetar quimicamente os recifes próximos à superfície, pelo contato com frações de hidrocarbonetos aromáticos e outros componentes tóxicos presentes. Recifes de coral mais profundos são também afetados pela presença de óleo na água pelo aumento de turbidez e efeitos diretos no processo de fotossíntese de algas mutualísticas presentes em suas estruturas, apesar de que dificilmente entram em contato direto com o óleo, exceto quando o mesmo atinge densidades maiores que a da água do mar e submerge. Nesse sentido, o tipo do óleo é um fator fundamental a ser considerado, sendo que óleos leves tendem a ser mais agressivos aos recifes de águas rasas, ao passo que óleos mais pesados podem também exercer impacto sobre os corais mais profundos.

Ademais, óleos pesados e intemperizados terão efeitos principalmente físicos, enquanto que óleos mais leves e pouco intemperizados terão efeitos associados à maior toxicidade química (API, 1985; NOAA, 2010, 2014).

De forma geral, o esqueleto calcário dos corais tem grande afinidade ao óleo, mantendo-o aderido às estruturas por um longo período. Por outro lado, uma vez atingidos por óleo, os pólipos de corais possuem capacidade de auto-limpeza, podendo expulsar o óleo através da produção de muco e movimento ciliar (BAK & EIGERSHUIZEN, 1976; KOLIAN et al., 2013). Alguns fatores podem influenciar a adesão do óleo às estruturas dos corais, como o hidrodinamismo. A agitação marítima e as batidas das ondas tendem a realizar a limpeza natural das estruturas, promovendo a redução dos efeitos físico e químico do óleo sobre a biota. Assim, recifes de coral em regiões de elevado hidrodinamismo tendem a ser menos afetados pelo óleo do que os corais em locais abrigados. Cabe destacar que, conforme já observado para outros ecossistemas (como os manguezais), os recifes de coral têm sérias restrições aos procedimentos convencionais de limpeza, já que os impactos mecânicos das técnicas utilizadas podem resultar em danos adicionais severos.

Outro fator que pode determinar o grau de impacto do óleo sobre os recifes de coral é o período sazonal de um eventual acidente, pois os corais apresentam pulsos reprodutivos sazonais com altas taxas de crescimento. Assim, eventos acidentais que ocorram de forma simultânea a tais períodos podem potencializar os impactos sobre os corais, assim como de toda fauna associada.

A complexidade de maneiras pelas quais os recifes de coral podem ser impactados pelo óleo gera dificuldade na determinação dos reais impactos que determinado derramamento pode causar, pois cada evento possui uma combinação única de fatores como o tipo de óleo, tipo de recife afetado, características oceanográficas e climáticas, que influenciam na possibilidade e na extensão dos impactos físicos e químicos, na efetividade da limpeza natural pelo intemperismo, ou humana, assim como no tempo de recuperação (NOAA, 2014).

Diversos estudos realizaram compilações e revisões dos principais impactos do óleo identificados sobre os recifes de coral (LOYA, 1980; LOPES et al., 2007; NOAA, 2010; NOAA, 2010; MICHEL & HAYES, 1992; IPIECA 1992; EVANS &

RICE, 1974; LOPES et al., 2007, RAAYMAKERS, 1994; NOAA, 2014; GOODBODY-GRINGLEY et al., 2013). Dentre as perturbações elencadas, pode ser destacado o impacto sobre as taxas de crescimento e reprodução, a alteração nas relações mutualísticas com algas, danos estruturais em tecidos e alterações no processo de calcificação, produção excessiva de muco, fragilização dos corais para o enfrentamento de outras tensões ambientais, perda de espécies e perturbação em toda a cadeia trófica, envolvendo a ampla gama de espécies associadas aos recifes de coral, como os peixes, as tartarugas e mamíferos marinhos que frequentam os recifes em atividades reprodutivas e para obter alimento e abrigo contra predadores.

Considerando os efeitos gerais do óleo acima relatados, os recifes de coral são ambientes sensíveis aos quais os derrames de óleo podem causar impactos desastrosos. Por isso estão categorizados com Índice de Sensibilidade do Litoral – ISL 9 (**Figura II.8.4.2.12-1**). Os recifes de coral estão, portanto, entre os ambientes de maior sensibilidade ao óleo, juntamente com manguezais, planícies de maré e terraços de baixa-mar abrigados (MMA, 2004). Cabe destacar que, apesar de o documento com as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004), descrever o ISL correspondente aos recifes de coral como “Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais” (conforme reproduzido na **Figura II.8.4.2.12-1** abaixo), os mapeamentos pelas cartas SAO (e.g. MMA, 2012) e pelo MAREM (IBAMA/IBP, 2016) incluem todos os tipos de bioconstruções recifais, ou seja, os recifes cujo arcabouço estrutural é formado pelo acúmulo dos exoesqueletos calcários dos organismos, independentemente do substrato de fixação, e não apenas aqueles cujo substrato de fixação são recifes areníticos.

ISL 9

•C - Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais

Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.8.4.2.12-1 - Categoria de ISL na qual está classificado o ambiente do CVA Recifes de coral.

Estudos realizados com o objetivo de verificar o tempo de recuperação de recifes de coral em acidentes com óleo indicam um período extremamente variável de recuperação, associado basicamente com o tipo e intensidade da perturbação, podendo variar de alguns anos a décadas (NOAA, 2014). Os raros estudos de longo prazo em corais impactados por óleo têm demonstrado que a recuperação desses ambientes é em geral lenta, especialmente em situações onde o óleo permanece por muito tempo no ambiente, como em locais com baixo hidrodinamismo.

A dimensão da área efetivamente afetada no recife de coral é, segundo NOAA (2010), um importante indicativo do seu tempo de recuperação esperado. Se a mortalidade não for extensa, as colônias sobreviventes continuam o seu crescimento vegetativo no processo de recuperação. No entanto, se grandes áreas sofrem extensa mortalidade, a recuperação vai depender quase que inteiramente do recrutamento larval, o que pode demorar um tempo muito maior, ainda mais nos casos em que o óleo permanece no substrato (NOAA, 2010).

Outro fator crucial para a determinação do tempo de recuperação é a ocorrência ou não de danos físicos. NOAA (2010) destaca que a recuperação tende a ser mais rápida em recifes expostos ao óleo do que em casos de danos físicos. Esse é um importante aspecto quando se considera as possíveis estratégias de limpeza, que se mal planejadas podem causar danos físicos adicionais (MMA, 2004).

A maior parte dos estudos sobre o tempo de recuperação dos recifes de coral foram concentrados nos primeiros meses ou anos após os vazamentos, sem acompanharem de fato o processo de recuperação em longo prazo. Mesmo assim, os estudos realizados convergem para a conclusão de que o processo de recuperação é relativamente lento, em comparação com outros ecossistemas marinhos. GUZMAN et al. (1991) destacam que os danos mais extensos em corais podem estar associados à presença crônica do óleo residual e remanescente no ambiente por longos períodos (exposição crônica), o qual pode permanecer com seu potencial tóxico e de recobrimento do substrato. Van-Dam et al. (2011) também indicaram que descargas contínuas em áreas poluídas

parecem ser mais danosas aos recifes de coral do que eventos agudos isolados de curta duração.

Estudos conduzidos no Panamá (Projeto TROPICS), observaram a recuperação efetiva dos corais atingidos 10 anos após o impacto (NOAA, 2010; DE MICCO et al., 2011). Já Loya et al. (1980) destacam o acidente com o navio Tampico Maru, onde, 12 anos depois, algumas populações ainda não tinham se recuperado totalmente. Os autores citam também o acidente em Casco Bay, onde 11 anos depois ainda se encontravam resíduos oleosos nos recifes afetados, assim como o caso dos recifes de coral de Eilat, no Mar Vermelho, onde os recifes atingidos por óleo foram drasticamente alterados, sem o registro de seu retorno ao estado pré-impacto nos 10 anos seguintes. Haapkyla et al. (2007), em uma revisão de trabalhos sobre os efeitos da poluição por óleo em recifes de coral evidenciam que diferentes tipos de corais e corais de diferentes regiões variam grandemente em suas respostas ao óleo e aos métodos utilizados para limpeza. O tempo mínimo de recuperação estimado com base em estudos realizados no Panamá, relacionados ao vazamento ocorrido em 1986, foram de 10-20 anos, considerando-se que os recifes não sofressem com outros impactos durante sua recuperação.

Por outro lado, LeGore et al. (1989) citam casos em que não foi constatado impacto significativo em corais atingidos por óleo (SPOONER, 1970; LOPEZ, 1978; JOHANNES, 1975 apud LEGORE et al. 1989), corroborando os resultados de seu experimento no qual submeteu corais hermatípicos ao óleo, concluindo que, após um ano de observação, não foram registrados efeitos visíveis associados. Os autores sugerem que recifes de coral saudáveis podem tolerar pequenos períodos de exposição (1 a 5 dias) ao óleo na coluna d'água, mas destacam que no caso de contato físico do óleo, a persistência e o recobrimento tendem a provocar impactos mais severos e danos mais prolongados.

Diante dos cenários apresentados pela literatura científica, onde avaliam-se os impactos agudos por óleo, os quais não afetam a complexidade estrutural dos recifes, considerando também as limitações e restrições quanto à possibilidade de adoção de procedimentos adequados de limpeza, que não gerem danos adicionais (LOPES et al., 2007), estabelece-se, de forma conservadora, um tempo

de **20 anos** para a recuperação do CVA Recifes de coral, levando-se em conta que na área suscetível estão os corais de Abrolhos, que são os mais ricos e relevantes do Atlântico Sul.

Resumo do CVA Recifes de coral e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Recifes de coral, foram mapeados, a partir da base de ISL do MAREM (IBAMA/IBP, 2016), os trechos de litoral correspondentes a este CVA (ou seja, ISL 9C). A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Recifes de coral	ISL 9C	20 anos

O **Quadro II.8.4.2.12-1** e o **Quadro II.8.4.2.12-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Recifes de coral a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. No período de abril a setembro, as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de 49,7% (P1) para vazamentos de 8 m³, 55,6% (P1) para vazamentos de 200 m³ e de 100% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades foram modeladas entre os municípios de Mata de São João e Marauá (BA). Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 36,9% (P1) para vazamentos de 8 m³, 42,7% (P1) para vazamentos de 200 m³ e 91,8% (P2) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades ocorreram entre os municípios de Marauá e Nova Viçosa (BA).

A presença do CVA Recifes de coral dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.12-1 -Probabilidades de toque de óleo no CVA Recifes de coral, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Maxaranguape	1,7	2,1	14,7	0,0	0,0	6,1	3,2	4,4	18,1	0,2	0,1	7,9	0,0	0,0	4,9
	Ceará-Mirim	1,7	2,1	14,7	0,1	0,0	6,1	3,2	4,4	18,1	0,2	0,2	7,9	0,0	0,0	4,9
	Parnamirim	1,7	2,6	17,2	0,0	0,3	6,5	3,6	4,8	17,3	0,6	0,4	12,3	0,0	0,0	4,6
	Nísia Floresta	1,8	2,9	13,4	0,0	0,1	4,8	1,9	3,2	15,2	0,6	0,4	9,2	0,0	0,0	3,6
PB	Cabedelo	0,9	1,0	14,1	0,0	0,1	2,6	0,4	1,2	8,0	0,2	0,2	7,1	0,0	0,0	1,8
	João Pessoa	0,3	1,2	13,2	0,1	0,0	3,6	0,5	1,2	15,9	0,2	0,2	7,7	0,0	0,0	2,4
	Conde	0,4	1,1	9,3	0,0	0,0	2,2	0,6	0,6	9,6	0,0	0,2	5,8	0,0	0,0	1,7
	Pitimbu	0,9	2,1	29,3	0,1	0,2	8,6	1,5	2,0	26,5	0,7	0,6	17,8	0,0	0,2	6,4
PE	Goiana	2,3	3,4	20,3	0,4	0,7	10,2	3,0	4,3	31,0	1,6	1,6	21,7	0,2	0,3	5,7
	Ilha de Itamaracá	3,2	3,4	36,7	0,4	0,8	14,9	4,2	4,2	38,2	2,0	1,5	30,7	0,5	0,5	11,4
	Igaracu	0,6	1,4	6,5	0,2	0,2	3,4	1,2	1,9	12,6	0,5	1,3	8,5	0,1	0,1	1,7
	Paulista	2,0	2,8	17,1	0,4	0,8	8,7	2,3	4,0	23,5	0,9	0,5	15,3	0,1	0,2	4,8
	Olinda	1,4	2,0	12,1	0,2	0,5	6,3	1,6	3,0	17,1	0,5	0,9	11,6	0,1	0,3	3,7
	Jaboatão dos Guararapes	0,9	1,8	11,5	0,2	0,2	4,0	0,5	0,7	12,5	0,7	0,7	8,3	0,1	0,4	3,3
	Cabo	0,5	1,0	4,5	0,0	0,1	1,7	0,2	0,5	7,0	0,0	0,1	4,1	0,0	0,0	1,1
	Ipojuca	2,4	3,6	21,3	0,2	0,5	11,4	2,2	4,3	23,8	0,9	1,4	14,7	0,2	0,1	6,5
	Sirinhaém	1,2	3,6	18,7	0,2	0,2	6,3	1,6	2,9	15,9	0,6	0,5	12,7	0,2	0,1	4,9
	Tamandaré	2,1	3,3	17,5	0,4	0,5	7,9	1,2	2,7	16,9	0,7	1,0	12,8	0,1	0,3	4,2
Barreiros	2,8	3,9	28,7	0,6	0,8	12,9	2,0	4,5	26,1	0,8	1,3	20,6	0,1	0,3	7,4	

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	São José da Coroa Grande	3,4	4,6	25,2	0,6	0,9	9,8	2,2	4,6	24,6	1,0	1,8	18,0	0,1	0,3	6,1
AL	Maragogi	2,6	4,4	23,5	0,4	0,7	10,2	2,8	3,7	21,2	0,7	1,9	13,6	0,3	0,6	5,6
	Japaratinga	1,6	2,3	15,3	0,2	0,5	6,1	0,7	1,5	11,1	0,2	0,4	9,5	0,1	0,4	3,9
	Porto de Pedras	2,2	2,6	17,2	0,2	0,5	7,7	0,8	2,2	15,1	0,4	1,0	10,8	0,1	0,4	3,9
	São Miguel dos Milagres	1,2	2,0	15,1	0,2	0,6	6,8	0,7	2,0	12,8	0,3	0,7	9,4	0,1	0,4	3,8
	Passo de Camaragibe	1,7	2,5	18,8	0,5	0,5	9,9	1,7	3,5	16,7	0,4	1,0	9,3	0,1	0,3	5,2
	Barra de Santo Antônio	2,3	4,0	21,4	0,5	0,7	9,5	1,2	3,4	20,9	1,0	0,8	11,6	0,0	0,5	6,2
	Paripueira	2,2	2,7	16,5	0,1	1,0	7,6	1,6	3,4	18,6	0,3	1,2	11,3	0,0	0,4	4,4
	Maceió	1,7	2,6	15,7	0,2	0,5	5,9	3,0	4,0	15,3	0,8	2,0	9,3	0,1	0,3	4,3
	Roteiro	2,7	4,8	22,0	0,4	0,9	10,1	1,8	4,5	21,7	1,0	1,6	15,5	0,1	0,7	4,9
	São Miguel dos Campos	1,8	2,4	10,8	0,2	1,0	3,8	1,2	2,5	10,6	0,4	1,1	8,3	0,1	0,3	3,0
Coruripe	5,4	10,2	33,5	1,8	2,6	17,8	5,3	8,2	30,7	3,1	4,1	28,8	0,8	1,9	11,8	
BA	Mata de São João	47,7	51,4	96,2	22,1	28,5	83,7	32,9	43,2	95,3	27,2	33,1	89,6	10,5	18,7	63,5
	Camacari	47,1	52,2	95,3	21,6	28,0	83,6	28,4	43,2	96,4	21,2	30,4	87,3	10,4	16,6	67,3
	Salvador	20,5	28,6	78,9	4,3	13,0	42,7	5,1	13,6	43,9	3,0	8,7	30,8	2,3	7,5	27,9
	Vera Cruz	49,7	55,6	99,9	24,3	33,8	92,8	20,6	35,4	93,9	17,4	30,1	92,3	12,7	24,6	86,8
	Cairu	37,9	43,7	100,0	32,2	41,5	95,4	20,6	33,9	97,2	19,2	31,7	92,1	24,2	35,1	90,0
	Itubera	28,2	31,1	99,9	31,7	41,4	95,9	20,3	30,8	97,0	20,9	30,7	93,7	24,8	36,7	93,7
	Marau	35,4	42,9	100,0	39,6	49,6	99,7	26,5	35,5	99,4	27,6	39,1	97,7	36,2	49,6	96,2
	Belmonte	0,2	0,4	7,5	0,5	0,8	18,4	0,6	0,5	14,5	0,4	1,3	28,3	2,0	3,5	37,3
	Santa Cruz Cabralia	2,4	3,8	17,5	1,7	4,7	45,7	1,1	4,6	34,0	2,6	7,4	56,6	5,6	9,0	61,2
	Porto Seguro	1,3	2,4	14,4	1,3	2,6	34,0	1,0	2,6	25,2	1,9	4,1	45,0	2,7	4,8	49,3
Prado	0,8	1,7	4,8	0,3	1,1	11,3	0,6	2,1	15,6	0,7	2,5	21,7	0,7	1,9	20,7	

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Alcobaca	0,5	1,5	5,2	0,2	1,4	13,2	0,1	2,2	14,5	0,4	2,7	20,8	0,6	1,8	19,8
	Caravelas	0,4	1,1	4,6	0,1	1,0	11,6	0,2	1,5	13,5	0,4	2,0	18,9	0,4	1,5	17,2
	Nova Vicososa	0,0	0,2	1,7	0,0	0,2	5,6	0,0	0,0	5,9	0,0	0,2	11,5	0,0	0,0	9,6
Probabilidades máximas		49,7	55,6	100,0	39,6	49,6	99,7	32,9	43,2	99,4	27,6	39,1	97,7	36,2	49,6	96,2

Quadro II.8.4.2.12-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Recifes de coral, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
RN	Maxaranguape	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
PB	Cabedelo	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	João Pessoa	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Conde	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pitimbu	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PE	Goiana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ilha de Itamaracá	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paulista	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Sirinhaém	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barreiros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
AL	Maragogi	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	São Miguel dos Milagres	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
	Passo de Camaragibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra de Santo Antônio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maceió	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	Roteiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coruripe	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
BA	Mata de São João	6,8	7,7	28,1	3,4	3,9	22,2	2,7	4,4	16,6	2,7	3,8	21,7	2,0	2,6	20,2
	Camacari	6,5	7,0	35,9	2,7	4,2	18,9	2,0	3,7	14,0	2,3	4,0	18,6	2,2	2,8	15,9
	Salvador	0,8	1,4	8,1	0,1	0,5	1,8	0,2	0,6	1,8	0,5	0,7	2,6	0,1	0,4	1,0
	Vera Cruz	4,2	6,2	34,0	0,8	3,0	13,4	1,0	1,5	5,9	1,2	2,7	11,2	1,2	1,8	12,6
	Cairu	12,8	17,6	64,5	7,3	11,4	46,8	2,2	5,2	24,6	2,7	6,7	38,0	6,3	9,1	37,5
	Itubera	11,9	18,5	66,0	9,1	15,9	57,2	3,0	6,2	28,2	2,6	7,4	39,1	8,4	13,5	56,3
	Marau	14,5	21,5	70,7	10,3	19,2	60,4	4,0	9,6	39,7	4,3	10,2	45,0	14,9	18,4	59,0
	Belmonte	17,6	25,9	57,4	6,1	17,2	53,6	1,6	7,0	27,7	1,3	7,3	22,0	6,9	18,7	59,8
Santa Cruz Cabralia	36,9	42,7	88,3	14,8	35,5	91,8	7,3	15,8	41,1	4,1	14,6	39,8	17,2	37,8	85,1	

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
	Porto Seguro	27,3	34,9	85,0	11,7	27,5	82,2	5,3	13,4	35,5	3,7	16,6	43,7	13,2	30,0	76,3
	Prado	13,0	20,8	72,8	4,6	16,5	55,7	1,2	8,8	33,6	0,9	10,5	30,9	5,1	19,4	60,0
	Alcobaca	14,8	27,4	84,5	6,2	23,1	70,7	1,3	10,1	42,4	1,0	11,1	44,0	6,5	24,5	73,7
	Caravelas	17,4	30,4	85,6	7,8	25,5	76,6	2,6	10,4	45,5	1,4	13,8	48,5	7,5	28,0	77,8
	Nova Vicososa	8,9	21,2	80,3	2,4	17,1	67,4	0,4	7,0	43,4	0,2	7,7	44,1	2,0	18,5	65,0
	Probabilidades máximas	36,9	42,7	88,3	14,8	35,5	91,8	7,3	15,8	45,5	4,3	16,6	48,5	17,2	37,8	85,1

II.8.4.2.13. CVA Bancos de rodolitos

Os rodolitos são estruturas biogênicas constituídas por crostas de algas calcárias incrustantes (algas vermelhas, Filo Rhodophyta) concrecidas com outros organismos, que formam nódulos (esféricos, discóides ou elipsóides) ou são formados inteiramente por apenas uma ou mais espécies de algas calcárias. O termo rodolito é mais usado para uma estrutura individual e banco de rodolitos para o conjunto de rodolitos e a comunidade formada por outros organismos associados.

Estima-se que os bancos de rodolitos brasileiros ocorrem entre 5°N, na divisa do país com a Guiana Francesa (MOURA et al., 2016) e 27°S, em Santa Catarina (GHERARDI, 2004), sendo considerada a maior área de bancos de rodolitos do mundo (FOSTER, 2001). Esse ecossistema possui grande relevância ecológica por abrigar uma elevada riqueza de espécies (STELLER et al., 2003; VILLAS-BOAS et al., 2014a). Sua importância ecológica está ligada ao aumento de complexidade estrutural propiciado por essas estruturas biogênicas, que possuem a capacidade de transformar fundos homogêneos de substrato inconsolidado em substratos consolidados heterogêneos, o que amplia a disponibilidade de nichos e possibilita o aumento da diversidade de espécies associadas, tanto vegetais quanto animais (ALVES, 2012; IBP, 2014), incluindo espécies da ictiofauna de interesse pesqueiro e conservacionista (PINHEIRO et al., 2010).

Além de sua grande importância ecológica, os bancos de rodolitos possuem grande relevância no ciclo do carbono. Assim como os recifes de coral, a estrutura básica dos rodolitos é formada por carbonato de cálcio (CaCO_3), cuja síntese retira gás carbônico (CO_2) do ambiente, que é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Importância especial é atribuída aos bancos de rodolitos brasileiros, pelo fato de serem os maiores do mundo. Estima-se que o banco de rodolitos existente no Banco de Abrolhos, com área estimada em mais de 20.000 km^2 (o maior banco contínuo de rodolitos do mundo; MOURA et al., 2013), represente 5% dos depósitos mundiais de carbonatos.

Os bancos de rodolitos brasileiros também se destacam quanto à diversidade de espécies de algas formadoras. Apesar de o número de estudos dedicados a

esse ecossistema ainda ser pequeno no Brasil, foram identificadas até o momento 32 espécies de algas calcárias incrustantes formadoras de rodolitos em território nacional, um número superior ao de outras regiões do mundo onde já foram realizados inventários do grupo, como Europa e Açores (12 espécies), Austrália e Nova Zelândia (7 espécies), Golfo da Califórnia (4 espécies), Alasca (1 espécie) e Canadá (1 espécie) (BAHIA, 2014; IBP, 2014).

As atividades antrópicas em áreas com presença de rodolitos têm avançado nos últimos anos no Brasil, com o objetivo de explorar os depósitos calcários associados a esses bancos (e em grande parte formados por eles) devido à crescente demanda por recursos como o calcário de origem marinha (DIAS, 2000), além da exploração de outros recursos (IBP, 2014). De forma direta, a extração dos rodolitos ocorre para diversos fins, como para a obtenção de seu principal componente mineral, o carbonato de cálcio, utilizado como corretor da acidez do solo, aditivo para ração animal, para o tratamento de águas, entre outros (DIAS, 2000; FOSTER, 2001; PINHEIRO et al., 2010), ou de forma indireta, impactos antrópicos sobre bancos de rodolitos podem decorrer de atividades como a pesca e a exploração e produção de hidrocarbonetos. Neste sentido, estudos são necessários nas principais áreas do conhecimento para que se tenha uma melhor compreensão em relação: (1) à dimensão e estrutura dos bancos, considerando o habitat, diversidade biológica, datação e vitalidade dos organismos construtores; (2) a identificação daqueles que desempenham importantes funções ecológicas; (3) as interações entre os organismos e o meio nas comunidades; (4) a sensibilidade e resiliência aos distúrbios; e (5) os impactos das atividades econômicas (IBP, 2014).

A partir dos dados apresentados, a inclusão dos bancos de rodolitos como CVA na presente análise de risco se justifica pela sua importância ecológica, pela importância para as comunidades locais como fonte de produtos pesqueiros, pelo interesse nacional como fonte de produtos minerais, além do interesse internacional nesse ecossistema como um dos principais drenos de carbono. Para fins de cálculo de risco, foram considerados os bancos de rodolitos de águas rasas (até 20 m de profundidade), que estariam mais suscetíveis a sofrerem efeitos do óleo, conforme detalhado mais a frente.

A área com probabilidade de presença de óleo de acordo com as modelagens realizadas se estende desde a Bacia Pernambuco-Paraíba até a porção norte da Bacia de Santos (compreendendo os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo). Dentro dessa extensa área, a região com maior quantidade de informações disponíveis sobre os bancos de rodolitos é o Banco de Abrolhos (incluindo áreas nas Bacias de Cumuruxatiba, Mucuri e o norte da Bacia do Espírito Santo). Outra bacia marítima com grande quantidade de estudos é a Bacia de Campos, entretanto, grande parte dos trabalhos nessa bacia foram realizados em águas profundas. Diversas outras bacias marítimas da área representam grandes lacunas de conhecimento, possuindo poucos ou mesmo nenhum estudo realizado sobre bancos de rodolitos em águas rasas.

Na região costeira da Bacia de Pernambuco-Paraíba apenas um local que apresenta bancos de rodolitos foi estudado, uma pequena área costeira entre os municípios de João Pessoa e Cabedelo, na Paraíba. Os estudos realizados nessa área revelaram a estrutura e composição das comunidades fitais e fitobentônicas associadas a bancos de rodolitos em águas rasas (10, 15 e 20 metros de profundidade). Esses estudos mostram que os bancos de rodolitos da região sustentam uma grande diversidade da macrofauna, comparáveis aos bancos de rodolitos da Europa, Baixa Califórnia e Caribe (RIUL, 2007; RIUL et al., 2009).

Na Bacia de Sergipe-Alagoas nenhuma referência científica sobre bancos de rodolitos consta na literatura, revelando ausência no conhecimento de bancos de rodolitos para esta bacia sedimentar.

Para a Bacia de Jacuípe, quatro referências científicas sobre bancos de rodolitos foram encontradas na literatura (BAHIA, 2010; BAHIA et al., 2010; ALVES 2012; COSTA, 2013). A estrutura de um banco de rodolitos foi determinado ao longo de um gradiente de profundidade em águas rasas (5, 15, 25 metros de profundidade) na região de Salvador, BA. Neste estudo houve uma redução da dimensão e vitalidade dos rodolitos e um aumento da densidade com o aumento da profundidade. Cinquenta e seis espécies de macroalgas foram encontradas como flora associada aos rodolitos e quatro espécies de algas calcárias formadoras de rodolitos foram identificadas (BAHIA, 2010; BAHIA et al.,

2010). Os resultados indicam que a estrutura do banco de rodolitos estudado é claramente afetada pela profundidade, pois a flora de macroalgas associada aos rodolitos é mais abundante na porção mais rasa do banco (5 metros de profundidade). Ocorrem alterações nas espécies dominantes de macroalgas do local de coleta mais raso para o mais fundo. Esses resultados, associados com outros trabalhos descritivos de bancos de rodolitos no Brasil (AMADO FILHO et al., 2007 para Abrolhos, BA e RIUL et al., 2009 para João Pessoa, PB) indicam que o padrão da estrutura dos bancos de rodolitos ao longo de gradientes de profundidade pode estar relacionado com uma combinação da extensão e inclinação da plataforma continental (BAHIA, 2010; BAHIA et al., 2010).

Em um estudo de caracterização da comunidade fitobentônica realizado em águas rasas (< 30 m) na costa do município de Camaçari, BA, Alves (2012) identificou um total de 66 táxons infragenéricos de algas marinhas associadas aos rodolitos, sendo 17 pertencentes à Divisão Chlorophyta, 14 à Divisão Heterokontophyta e 35 à Divisão Rhodophyta. Dentre as espécies da Divisão Rhodophyta, o estudo identificou duas formadoras de rodolitos, *Lithothamnion brasiliense* e *L. superpositum*.

Em um estudo realizado em bancos de rodolitos também de águas rasas (entre 9 e 26 metros de profundidade) na plataforma continental do norte da Bahia, entre os municípios de Conde e Salvador, nove espécies de algas calcárias incrustantes formadoras de rodolitos foram identificadas (COSTA, 2013), uma diversidade bastante elevada de espécies de algas calcárias construtoras para uma área teoricamente pequena comparada à área total da Bacia de Jacuípe. Este estudo, apesar de ser apenas de cunho taxonômico, é de extrema importância, pois além de revelar uma grande diversidade de algas calcárias formadoras dos rodolitos, revela a presença de bancos de rodolitos em áreas nunca antes estudadas.

Para a Bacia de Camamu-Almada (local da atividade de perfuração nos Blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12), apenas uma referência científica sobre bancos de rodolitos foi encontrada na literatura (FARIAS et al., 2010). Este estudo de cunho taxonômico identificou apenas uma espécie de alga calcária incrustante formadora dos rodolitos em bancos de águas rasas (até 20 metros de

profundidade), *Lithothamnion superpositum*. Isso representa uma imensa lacuna no conhecimento dos bancos de rodolitos desta bacia sedimentar.

A Bacia de Jequitinhonha abrange uma região que também representa uma grande lacuna de conhecimento sobre bancos de rodolitos. Nenhuma referência científica sobre o assunto foi localizada na literatura para esta área.

A região do Banco de Abrolhos, que inclui áreas das Bacias de Cumuruxatiba, Mucuri e o norte da Bacia do Espírito Santo, é a mais estudada no litoral brasileiro com relação aos bancos de rodolitos, incluindo a existência de um mapeamento detalhado. Nessa região foi identificada a existência do maior banco de rodolitos do mundo, com uma área estimada de 20.000 km², equivalente à Grande Barreira de Coral, na Austrália (AMADO-FILHO et al., 2012a; MOURA et al., 2013). Esse extenso banco cobre áreas localizadas principalmente na região mesofótica (> 20 m de profundidade) até áreas próximas à quebra da plataforma continental (até 110 m de profundidade), mas também possui porções a menos de 20 m de profundidade (AMADO-FILHO et al., 2012a; MOURA et al., 2013).

A distribuição, extensão, composição e estrutura de toda área do Banco dos Abrolhos foi mapeada com auxílio de sonar de varredura lateral, veículos operados remotamente (ROV), mergulho autônomo e por especialistas em rodolitos, resultando no mais completo mapeamento de bancos de rodolitos já realizado no Brasil. Neste imenso banco, a taxa média de produção de CaCO₃ foi estimada a partir de ensaios de crescimento *in situ*, e foi estimada uma produção total de 1,07 kg m⁻² ano⁻¹, com uma taxa anual de 0,025 gigatoneladas, comparável aos maiores depósitos biogênicos de CaCO₃ do mundo (AMADO-FILHO et al., 2012a). Entretanto, junto com as taxas de produção de CaCO₃ existem as taxas de bioerosão. Organismos perfurantes podem remover até 10% do volume dos rodolitos de Abrolhos (LEAL et al. 2012).

A fim de se compreender o papel dos rodolitos na estruturação da infauna, Figueiredo et al. (2007) determinaram padrões sazonais de tamanho e forma dos rodolitos relacionados com a biota associada e testaram experimentalmente a influência desses substratos vivos. Os resultados mostraram que as poliquetas são usualmente o taxon dominante, perfazendo 63% da infauna total. Houve uma tendência sazonal geral de redução na abundância dos invertebrados do

outono/inverno com relação à primavera. Os anfípodas foram dominantes apenas no outono. Ofiuroides e moluscos foram os taxos menos abundantes. A variação na abundância da infauna foi relacionada à variabilidade da heterogeneidade de habitat devido a mudanças no tamanho e forma dos rodolitos resultantes de mudanças na turbulência da água. Os talos calcários dos rodolitos não só constroem estruturas complexas como também afetam a diversidade da comunidade, fornecendo um refúgio para grupos infaunais (FIGUEIREDO et al., 2007).

Recente estudo sobre a composição de macroalgas e estrutura de comunidade revelou uma grande riqueza de espécies de macroalgas associadas aos rodolitos do banco dos Abrolhos (total de 146 espécies), sendo que na maioria dos locais de amostragem, acima de 60% dos rodolitos estavam cobertos por algas (BRASILEIRO et al., 2015).

Na porção sul da Bacia de Espírito Santo duas referências científicas apresentam dados específicos para a cadeia Vitória-Trindade, composta por montes submarinos com topos relativamente rasos, tendo em torno de 60 m, ou mais rasos (< 20 m em alguns pontos), incluindo o entorno das ilhas de Trindade e arquipélago de Martim-Vaz (PEREIRA-FILHO et al., 2011, 2012). Os topos de vários desses montes submarinos são dominados por bancos de rodolitos (Vitória, Almirante Saldanha, Davis, os montes submarinos de Jaseur, assim como as prateleiras das ilhas de Trindade e arquipélago de Martim-Vaz; PEREIRA-FILHO et al., 2011, 2012). A média de produção de CaCO_3 foi estimada variando de 0,4 a $1,8 \text{ Kg m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ com uma produção total chegando a $1,5 \times 10^3$ gigatoneladas ao ano.

Na Bacia de Campos, uma área localizada no litoral sul do Espírito Santo foi alvo de diversos trabalhos sobre bancos de rodolitos. Um estudo sobre a estrutura dos bancos de rodolitos nessa região mostrou que o tamanho dos rodolitos aumenta e a densidade diminui em um gradiente de profundidade das zonas mais rasas para as mais profundas (de 4 a 55 metros de profundidade). As formas esféricas foram as dominantes em todas as profundidades estudadas, 109 taxa de macroalgas e maior biomassa foram encontradas crescendo sobre os rodolitos no verão, enquanto que no inverno apenas 65 taxa e menor biomassa foram

encontradas, fato relacionado à instabilidade causada por tempestades típicas de inverno, que influenciam a estrutura de comunidades de rodolitos de águas rasas, enquanto que mudanças na luz e temperatura podem ser os fatores mais importantes nas mudanças observadas em rodolitos nas áreas mais profundas (AMADO-FILHO et al., 2007). Em área bem próxima, pertencente ao mesmo banco de rodolitos descrito acima, um estudo fez uma análise sobre a estrutura de comunidade de outros organismos incrustantes que compõem os rodolitos, além das algas calcárias. Verificou-se que nesta área, ao contrário da área descrita anteriormente, a maioria dos rodolitos apresentaram formas foliosas (ou discoides), mesmo sendo áreas tão próximas pertencentes ao mesmo banco de rodolitos. A diferente ação de ondas e correntes de fundo podem interferir na forma dos rodolitos de um local para outro (VILLAS-BOAS et al., 2014a). O núcleo destes rodolitos foliosos é composto por um conjunto de esqueletos de algas calcárias, briozoários, corais e substrato mineral, enquanto que a camada externa (viva) dos rodolitos é composta principalmente por algas calcárias incrustantes, porém, briozoários, crustáceos (cirripédios), esponjas, moluscos bivalves, corais e a macroalga incrustante *Peyssonnelia* são importantes componentes desta comunidade, crescendo como parte desse conjunto que forma os rodolitos desta área de estudo (VILLAS-BOAS et al., 2014a).

Um estudo realizado mais recentemente sobre a diversidade de macroalgas associadas ao banco rodolitos da mesma região do sul do Espírito Santo revelou uma comunidade de macroalgas ainda mais rica do que previamente apresentada, 167 espécies foram encontradas crescendo sobre rodolitos em profundidades entre 4 e 18 metros (AMADO-FILHO et al., 2010).

Na Bacia de Santos, considerando-se a área suscetível, quatro referências apresentam coordenadas sobre a existência de bancos de rodolitos (OGX/AECOM, 2011a, 2011b; OGX/HABTEC, 2008; PETROBRAS/HABTEC, 2015). Entretanto, nenhuma referência científica sobre bancos de rodolitos consta na literatura para esta área, revelando uma lacuna no conhecimento sobre os bancos de rodolitos.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Bancos de rodolitos

Considera-se como potenciais impactos da exploração de óleo e gás: (1) a perfuração do poço (*drill cutting*) que leva à ressuspensão de sedimentos, além de todo o material de descarte oriundo desta atividade; (2) a ancoragem de embarcações, que também leva à ressuspensão de sedimento fino e silte, mesmo que limitados a uma pequena área na sua proximidade; (3) o deslocamento de dutos de óleo, que também ressuspende sedimentos e pode levar ao aumento da turbidez na água; e (4) o derramamento acidental de óleo, que combinado aos sedimentos finos ressuspensos pode vir a ser depositado no fundo e matar as algas calcárias por anoxia (IBP, 2014). Entretanto não existem estudos experimentais sobre o impacto ao óleo e o tempo de recuperação (resiliência) específicos para bancos de rodolitos.

De um modo geral, os bancos de algas são habitats vulneráveis e sensíveis a derrames de óleo. No entanto, como a maioria destes ambientes se encontra na região permanentemente submersa, isso os tornam menos vulneráveis aos danos do que os ecossistemas litorâneos, que possuem linha entre-marés, uma vez que o óleo geralmente passa flutuando sobre os bancos, sem contato direto, assim como ocorre com outros ecossistemas neríticos (NOAA, 2000). Em geral, aparentemente as algas são capazes de suportar os efeitos do petróleo mais eficazmente do que os animais, entretanto, a maioria dos estudos apresenta variações consideráveis nos resultados encontrados, que oscilam desde danos mínimos até a destruição severa dos bancos de algas, incluindo algas calcárias (O'BRIEN & DIXON, 1976).

Óleos que tendem a afundar quando derramados formam pavimentos asfálticos pela fotoxidação da camada superficial do depósito em ambiente de baixa energia. Isso pode ocorrer em bancos de rodolitos, deste modo o óleo disperso tende a ser retido e persistir por longo tempo neste substrato. Nestes ambientes de baixo hidrodinamismo e alta heterogeneidade de fundo, dificilmente esses poluentes armazenados são ressuspensos e dispersados, quer seja por correntes de fundo ou bioturbação (IBP, 2014).

Quanto maior a concentração de sedimento fino suspenso, maior a probabilidade de o óleo adsorvido por esse sedimento afundar e causar impacto

nos rodolitos. A deposição de óleo no fundo pode ocorrer quando as gotas de óleo dispersas interagem com partículas do sedimento fino e matéria orgânica em suspensão, que ao tornarem-se mais pesadas, afundam (PATIN, 1999). Como a disponibilidade de partículas tende a ser maior em áreas mais rasas e próximas à costa, os bancos de rodolitos localizados em áreas mais rasas estariam mais suscetíveis ao recobrimento por óleo. Ademais, a porção mais rasa da Plataforma Interna, conhecida como Face da Costa Superior, que se estende até uma profundidade aproximada de 15 a 20 m (variável de acordo com as condições locais), é a zona onde o fundo sofre influência dos movimentos orbitais das ondas de bom tempo (LESSA, 2000; WALKER & PLINT, 1992), ou seja, nessa zona mais rasa, as comunidades bentônicas estão sujeitos a um constante revolvimento e movimentação dos sedimentos. Dadas essas características, os bancos de rodolitos incluídos nos calculos da presente análise de risco são aqueles localizados nas áreas mais rasas, em batimetrias de até 20 m.

Poucos são os trabalhos que mostraram a recuperação de algas calcárias após vazamentos de óleo (JACKSON et al., 1989; DÍEZ et al., 2009) e estes trabalhos tratam das algas calcárias formadoras de recifes em zonas entremarés, não tratam de bancos de rodolitos. Jackson et al. (1989) afirmam que a cobertura de algas calcárias voltou a abundância típica entre 12 e 18 meses após o impacto causado pelo óleo em um recife plano entremarés de Punta Galeta, Panamá. Um branqueamento extensivo associado à morte de camadas de células superficiais das algas calcárias *Lithophyllum incrustans* e *Phymatolithon purpureum* foi documentado após um derramamento de óleo cru proveniente do encalhe do navio *Sea Empress*. No entanto, suas populações se recuperaram 12 meses após o incidente (CHAMBERLAIN, 1997 apud DÍEZ et al., 2009).

Com relação à resiliência, pode-se afirmar que a recuperação dos bancos de rodolitos seria lenta e este fato pode ser atribuído ao lento crescimento das algas calcárias (IBP, 2014). Em estudo realizado nos recifes do Atol das Rocas, verificou-se que crostas da alga calcária dominante no recife, *Porolithon pachydermum*, que inclusive formavam rodolitos no local, têm extensão marginal entre 4 a 18 mm por ano (VILLAS-BOAS et al., 2005). Em estudo anterior, realizado no mar do Caribe, crostas da mesma espécie de alga calcária

apresentaram crescimento entre 11 a 28 mm por ano (ADEY & VASSAR, 1975). Entretanto, as taxas de crescimento das algas calcárias formadoras de rodolitos são ainda menores. Foster (2001) afirma que os rodolitos comumente crescem menos que 1 mm por ano e que rodolitos com até 15 cm de diâmetro têm em torno de 125 anos, em datação feita com ¹⁴C no Golfo da Califórnia. Em estudo recente, Amado-Filho et al. (2012a) estimou entre 1-1,5 mm por ano a taxa de crescimento de rodolitos no banco dos Abrolhos (BA), taxa esta similar a de outros estudos ao redor do mundo, que estimam entre 0,5-1 mm/ano, embora índices entre 0,05-2,7 mm/ano tenham sido registrados.

Amado-Filho et al. (2012a) indicam que alguns rodolitos de Abrolhos têm núcleo datando de 8.000 anos e que estes rodolitos não cresceram continuamente desde então. Os núcleos representam fragmentos de algas calcárias mais velhos que foram recolonizados mais recentemente. Em geral, cada rodolito individual pode ter uma idade estimada entre 100 a 10.000 anos, dependendo do seu tamanho e composição (BOSENCE, 1983). Estes resultados mostram que o crescimento das algas calcárias é muito lento e que pode variar entre diferentes ambientes, entretanto, o tempo de recuperação de um banco de rodolitos, considerando-se as algas calcárias incrustantes e a fauna e flora associada, ainda é desconhecido. Em um recente estudo de impacto ambiental desenvolvido por PETROBRAS/HABTEC (2015), optou-se por adotar o mesmo tempo de recuperação adotado para os corais rasos, dadas as semelhanças entre esses dois ambientes, pelo fato de serem substratos consolidados biogênicos que geram um aumento da complexidade estrutural do ambiente e abrigam uma rica fauna e flora associada (IBP, 2014). Porém, estudos experimentais com rodolitos de águas rasas e profundas são fundamentais para apontar quais espécies são sensíveis a um ou mais estressores ambientais e determinar os limites para o recrutamento, o crescimento e a sobrevivência das espécies (*thresholds*). Havendo um impacto sobre essas comunidades, as respostas dadas pelas espécies poderiam ser mensuradas a curto e longo prazo através de estudos que incluem os diagnósticos ambientais e o monitoramento (IBP, 2014). Na presente análise, o tempo de recuperação de **20 anos** está sendo adotado, de forma

conservadora, para os bancos de rodolitos, sendo o mesmo tempo adotado para os recifes de coral.

Resumo do CVA Bancos de rodolitos e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Bancos de rodolitos, os locais de ocorrência de rodolitos em águas rasas (batimetria até 20 m) na área suscetível ao óleo foram mapeados com base na literatura científica e técnica disponível. Para isso, foram mapeados pontos e polígonos de ocorrência de bancos de rodolitos nas bacia marítimas com probabilidade de ocorrência de óleo, independentemente da profundidade de ocorrência. Posteriormente, foram selecionados aqueles localizados até a linha batimétrica de 20 m (base batimétrica de CPRM/ANP, 2013). Os polígonos interceptados pela linha batimétrica de 20 m foram recortados, de forma a serem consideradas apenas porções com profundidade de até 20 m. No caso dos pontos, além da inclusão de acordo com a localização referente à linha batimétrica de 20 m, foi considerada como critério de inclusão a profundidade informada pela referência de origem, quando esta informação estava disponível. A partir de tal mapeamento, considerou-se o maior valor de probabilidade de toque de óleo no CVA para cada ponto de risco e faixa de volume, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, sem nenhum tipo de ponderação.

Segue abaixo um resumo da distribuição e do tempo de recuperação admitidos para este CVA.

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Bancos de rodolitos	Fixa – polígonos e pontos de ocorrência entre PB e SP	20 anos

O **Quadro II.8.4.2.13-1** e o **Quadro II.8.4.2.13-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Bancos de rodolitos a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, nos períodos de abril a setembro e de outubro a março, respectivamente. Estes quadros mostram que no período de abril a setembro as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de

até 53,2% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 58,2% (P1) para vazamentos de 200 m³ e de até 99,8% (P1) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Conde e Salvador, no litoral Baiano. Já no período de outubro a março, as probabilidades máximas de toque foram de até 43,4% (P1) para vazamentos de 8 m³, 55,7% (P2) para vazamentos de 200 m³ e 98,5% (P5) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorreram entre os municípios de Mata de São João e o Banco de Abrolhos, região centro sul do litoral baiano.

A presença do CVA Bancos de rodolitos dentro da área potencialmente afetada por óleo está representada nos mapas denominados **CVAs Plâncton, Peixes, Aves e Ecossistemas (Anexo II.8.4.2-1)**.

Quadro II.8.4.2.13-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Bancos de rodolitos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de abril a setembro. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
PB	Entre Cabedelo e João Pessoa	3,1	3,5	18,6	0,3	0,6	7,7	2,4	4,5	19,4	0,7	1,1	12,3	0,0	0,2	5,2
BA	Conde	16,1	22,7	70,5	2,3	5,7	26,4	9,5	18,9	45,6	5,5	9,4	39,8	1,1	3,6	16,1
	Entre Rios	27,8	36,4	82,8	5,6	12,1	46,5	14,9	22,0	51,7	9,0	15,5	54,2	2,1	4,8	28,5
	Mata de São João	44,2	48,4	94,9	17,9	25,1	79,4	28,4	33,7	73,6	22,9	31,4	83,5	8,7	15,2	54,3
	Camaçari (polígonos)	49,6	53,7	95,5	24,2	32,5	85,9	32,3	46,8	97,0	24,9	32,4	90,6	14,6	20,7	70,9
	Camaçari (pontos)	45,9	50,9	95,1	18,4	26,8	83,9	28,3	40,1	89,3	22,6	31,4	86,5	9,7	16,8	62,9
	Salvador	53,1	56,0	96,5	28,5	36,3	89,8	33,0	46,2	98,5	24,7	37,5	92,0	17,0	25,4	77,6
	Bahia (pontos)	53,2	58,2	99,8	29,3	37,6	94,8	24,9	39,3	98,8	21,1	32,7	95,5	17,4	28,4	86,9
	Banco Abrolhos (polígonos)	6,7	9,0	26,7	9,2	12,3	47,3	7,7	10,3	44,8	12,0	15,1	62,9	11,0	15,3	59,6
	Abrolhos (pontos)	1,8	3,3	12,8	2,1	2,9	24,7	2,0	3,8	26,0	3,4	4,9	38,2	3,2	4,9	37,2
ES	Sul do Espírito Santo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6
	Monte Submarino de Vitória	0,0	0,0	0,8	0,1	0,2	1,5	0,2	0,2	1,8	0,2	0,3	5,5	0,1	0,1	3,4
RJ	Norte do Rio de Janeiro	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,0
Probabilidades máximas		53,2	58,2	99,8	29,3	37,6	94,8	33,0	46,8	98,8	24,9	37,5	95,5	17,4	28,4	86,9

Quadro II.8.4.2.13-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Bancos de rodolitos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos cinco pontos modelados, para o período de outubro a março. Em negrito – probabilidades máximas para cada cenário. A última linha resume a probabilidade máxima para o ponto e volume.

Estado	Localidade	Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
PB	Entre Cabedelo e João Pessoa	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
BA	Conde	1,2	2,4	11,2	1,0	1,0	5,2	1,0	1,9	5,5	1,0	1,0	5,8	1,0	1,0	4,4
	Entre Rios	3,6	6,1	27,2	1,1	3,1	13,3	1,2	2,9	10,2	2,0	2,6	13,5	1,3	1,9	10,9
	Mata de São João	5,2	6,6	26,5	2,6	3,8	18,2	2,3	1,0	1,1	2,2	3,3	17,1	1,5	2,1	14,4
	Camaçari (polígonos)	7,2	8,9	44,2	4,2	6,5	27,3	2,6	4,8	19,0	2,5	4,8	21,3	2,7	3,6	21,2
	Camaçari (pontos)	4,8	6,0	26,5	1,9	3,7	14,2	1,3	2,8	9,4	2,1	2,9	14,3	1,8	2,0	11,6
	Salvador	6,5	9,0	47,7	3,1	4,6	19,7	1,6	3,9	14,3	1,9	3,6	15,6	2,0	2,8	14,9
	Bahia (pontos)	5,0	7,2	36,3	1,1	2,7	13,6	1,0	1,9	9,7	1,2	2,5	13,7	1,3	2,3	12,5
	Banco Abrolhos (polígonos)	43,4	51,7	95,7	41,0	55,7	97,2	33,6	51,8	96,2	32,3	55,6	98,2	39,0	54,6	98,5
	Abrolhos (pontos)	33,6	43,1	91,0	21,3	42,2	93,2	9,4	25,2	71,0	8,8	27,1	73,3	20,1	40,6	92,9
ES	Sul do Espírito Santo	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,8
	Monte Submarino de Vitória	2,8	5,8	40,7	1,6	5,9	41,0	0,2	5,3	40,1	0,1	3,7	38,9	1,4	7,0	42,7
RJ	Norte do Rio de Janeiro	0,0	0,0	29,6	0,0	0,1	33,9	0,0	0,0	24,6	0,0	0,0	28,1	0,2	0,2	36,1
	Almirante Saldanha	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3
	Arraial do Cabo	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
	Buzios	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	3,6
	RJ (pontos)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
SP	SP (pontos)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Probabilidades máximas		43,4	51,7	95,7	41,0	55,7	97,2	33,6	51,8	96,2	32,3	55,6	98,2	39,0	54,6	98,5

II.8.5. Cálculo dos riscos ambientais

II.8.5.1. Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada no cálculo dos riscos ambientais foi baseada em estudos realizados por Norsok (1998) e considerou:

- Que os riscos associados a cada ponto de modelagem são independentes;
- As frequências das Hipóteses Acidentais (HAs) da Unidade de Perfuração Marítima NS-31, conforme apresentado no **item III - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo;
- 18 Componentes de Valor Ambiental (CVAs), conforme apresentado no **item IV – Avaliação das Consequências** deste estudo;
- Resultados de modelagens numéricas para óleo cru em faixas de volumes de 8 m³, 200 m³ e Volume de Pior Caso (VPC), e
- Condições sazonais dos períodos de abril a setembro e outubro a março.

O risco ambiental foi calculado para cada ponto de modelagem individualmente, por CVA, por faixa de volume e sazonalidade. Portanto, o risco ambiental foi calculado para os pontos P1, P2, P3, P4 e P5, para cada um dos CVAs selecionados, considerando vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC, para os períodos de abril a setembro e outubro a março.

Desta maneira, de acordo com o apresentado no **item II.8.3. - Identificação dos Cenários Acidentais**, foram somadas as frequências das HAs que possuem vazamentos nas mesmas faixas de volume (até 8 m³, maior que 8 m³ até 200 m³ e acima de 200 m³). Assim, obteve-se a frequência total de acidentes associados a cada faixa de volume, conforme o **Quadro II.8.5.1-1** a seguir.

Quadro II.8.5.1-1 - Agrupamento das hipóteses acidentais e somatória das frequências de ocorrência, que evoluem para fluido de base não aquosa para o mar, por faixa de volume.

Embarcação	Faixa de Volume	Hipóteses Acidentais	Frequência (oc/ano)	Σ frequências (oc/ano)
NS-31	Até 8 m ³	8	2,34E-04	1,52E-03
		11	1,08E-04	
		13	2,23E-04	
		18	1,26E-05	
		20	1,08E-04	
		21	1,89E-04	
		24	1,03E-05	
	34	6,40E-04		
	De 8 m ³ a 200 m ³	9	7,44E-05	3,92E-04
		12	3,40E-05	
		14	6,62E-05	
		19	3,72E-06	
		30	1,58E-05	
		31	1,05E-04	
	VPC	10	5,39E-06	5,36E-03
		25	5,00E-03	
		28	3,10E-04	
		33	4,00E-05	

Importante destacar que foram consideradas apenas as HAs com possibilidade de causar algum impacto ambiental, que tiveram as árvores de falhas desenvolvidas, conforme apresentado no **item item II.8.3. - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo. Aqui foram utilizados os valores finais das frequências obtidas por meio de árvores de falhas. A partir do agrupamento das HAs apresentado no **Quadro II.8.5.1-1**, considerou-se, de forma conservativa:

- Os resultados da modelagem de dispersão de óleo com volume de 8 m³ para os acidentes de até 8 m³;
- Os resultados da modelagem de dispersão de óleo com volume de 200 m³ para vazamentos maiores que 8 até 200 m³, e
- Os resultados da modelagem de dispersão de óleo de VPC para os vazamentos acima de 200 m³.

Os cenários acidentais modelados consideraram o vazamento de óleo cru e de forma conservativa considerou-se que vazamentos de outros fluidos mais leves de base não aquosa (óleo sujo, óleo diesel, etc.) possuem o mesmo comportamento deste óleo cru modelado.

O risco ambiental ($RA_{comp(x)}$) foi calculado para cada ponto de modelagem (P1 a P5), para cada CVA e por faixa de volume (8m³, 200 m³ e VPC), de acordo com as equações abaixo (períodos de abril a setembro e outubro a março, respectivamente):

$$RA_{RAcomp(x)-amjjas} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{fi}{2} \right) \times p_{amjjas}(x)$$

$$RA_{RAcomp(x)-ondjfm} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{fi}{2} \right) \times p_{ondjfm}(x)$$

Onde:

$RA_{comp(x)-amjjas}$ = Risco ambiental de um CVA (x) para a fase de operação no período de abril a setembro;

$RA_{comp(x)-ondjfm}$ = Risco ambiental de um CVA (x) para a fase de operação no período de outubro a março;

n = número de hipóteses acidentais por faixa de volume;

fi = frequência estimada da hipótese acidental;

$p_{amjjas}(x)$ = probabilidade do CVA (x) ser atingido por óleo no período de abril a setembro; e

$p_{ondjfm}(x)$ = probabilidade do CVA (x) ser atingido por óleo no período de outubro a março.

A correlação temporal relativa ao tempo de atividade do empreendimento foi considerada nas árvores de falhas na obtenção das frequências das HAs no **item III - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo.

II.8.5.2. Riscos Ambientais

O **Quadro II.8.5.2-1** apresenta as probabilidades de toque de óleo nos CVAs no período de abril a setembro e o **Quadro II.8.5.2-2** no período de outubro a março. Estes valores foram apresentados de forma individual, para cada CVA, ao longo do **item II.8.4. - Avaliação das Consequências** deste estudo. Ressalta-se que para os CVAs de caráter fixo, considerou-se a maior probabilidade de toque de óleo no CVA. Já para os CVAs difusos utilizou-se a média ponderada das probabilidades de toque de óleo, de acordo com a intersecção entre a área de ocorrência do CVA e a área atingida pelo óleo.

Assim, de acordo com a metodologia apresentada, o **Quadro II.8.5.2-3** apresenta os riscos ambientais para os CVAs para o período de abril a setembro e o **Quadro II.8.5.2-4** para o período de outubro a março. Os tempos de recorrência destes riscos ambientais (período em anos – 1/risco ambiental) estão dispostos no **Quadro II.8.5.2-5** e no **Quadro II.8.5.2-6**, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, respectivamente.

Estes resultados mostram que para todos os CVAs, os menores tempos de recorrência (maiores riscos) foram obtidos para vazamentos de VPC, seguidos por vazamentos de 8 m³ e 200 m³. Os CVAs que apresentam o menor tempo de recorrência de danos são:

- Abril a Setembro: Quelônios; Baleia-jubarte; Boto-cinza; Praias arenosas, Manguezais e Recifes de coral; – 373 anos para vazamentos de VPC;
- Outubro a março: Quelônios e Baleia-jubarte – 373 anos para vazamentos de VPC.

Quadro II.8.5.2-1 – Probabilidade de toque de óleo nos Componentes de Valor Ambiental no período de abril a setembro.

CVA	Distribuição	Abril a Setembro															
		P1			P2			P3			P4			P5			
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	difuso	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10,0	22,7	7,8	9,7	20,0
2	Peixes	difuso	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10,0	22,7	7,8	9,7	20,0
3	Quelônios	fixo	53,3	56,3	100,0	41,9	49,6	99,0	43,6	52,7	99,5	34,8	46,0	100,0	55,4	63,7	100,0
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	difuso	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10,0	22,7	7,8	9,7	20,0
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	difuso	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10,0	22,7	7,8	9,7	20,0
6	Baleia-jubarte	fixo	56,1	60,0	100,0	46,1	51,8	100,0	43,6	52,7	100,0	39,0	46,9	100,0	52,2	59,1	100,0
7	Boto-cinza	fixo	55,4	58,3	100,0	46,1	49,5	99,9	27,1	41,2	99,0	35,0	44,7	100,0	52,2	58,9	100,0
8	Toninha	fixo	0,0	0,1	1,4	0,0	0,2	3,6	0,0	0,1	3,9	0,0	0,0	8,6	0,0	0,2	6,9
9	Peixe-boi	fixo	16,7	21,1	59,8	5,3	7,8	41,3	15,2	19,5	57,3	9,1	13,5	52,0	3,3	6,5	29,9
10	Aves marinhas costeiras	fixo	52,1	57,4	99,9	27,0	37,4	94,6	22,0	37,6	98,9	17,5	29,5	95,1	28,3	33,4	87,7
11	Aves marinhas oceânicas	difuso	9,7	11,6	20,7	7,1	9,3	19,7	7,4	9,8	21,2	7,5	10,0	22,7	7,8	9,7	20,0
12	Praias arenosas	fixo	53,5	57,4	100,0	41,7	49,9	99,9	32,7	47,0	99,1	27,6	39,0	97,6	38,3	49,6	95,9
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	fixo	52,4	57,4	99,8	28,4	37,4	94,5	30,8	46,2	98,6	24,7	33,7	95,1	30,9	40,7	89,8
14	Manguezais	fixo	52,1	57,4	100,0	41,7	49,9	99,9	32,7	47,0	98,6	26,7	37,5	97,6	38,3	48,4	95,9
15	Costões rochosos	fixo	37,4	44,2	96,4	37,4	45,0	99,9	19,8	28,2	94,5	25,1	34,4	98,0	39,4	46,4	98,0
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	fixo	53,3	55,3	96,4	37,4	45,0	99,1	31,2	45,5	96,4	23,2	34,4	95,3	32,8	43,0	92,3
17	Recifes de coral	fixo	49,7	55,6	100,0	39,6	49,6	99,7	32,9	43,2	99,4	27,6	39,1	97,7	36,2	49,6	96,2
18	Bancos de rodolitos	fixo	53,2	58,2	99,8	29,3	37,6	94,8	33,0	46,8	98,8	24,9	37,5	95,5	17,4	28,4	86,9

Quadro II.8.5.2-2 – Probabilidade de toque de óleo nos Componentes de Valor Ambiental no período de outubro a março.

CVA	Distribuição	Outubro a Março															
		P1			P2			P3			P4			P5			
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	difuso	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22,0	7,1	12,6	22,7	8,0	12,5	23,6
2	Peixes	difuso	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22,0	7,1	12,6	22,7	8,0	12,5	23,6
3	Quelônios	fixo	65,1	70,2	100,0	57,2	66,2	100,0	40,6	65,8	99,2	41,1	66,6	98,8	57,7	62,5	100,0
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	difuso	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22,0	7,1	12,6	22,7	8,0	12,5	23,6
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	difuso	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22,0	7,1	12,6	22,7	8,0	12,5	23,6
6	Baleia-jubarte	fixo	55,5	59,9	100,0	47,3	55,7	100,0	26,1	51,8	96,2	30,3	55,6	98,2	49,8	54,6	100,0
7	Boto-cinza	fixo	40,5	47,0	99,8	25,0	48,9	93,9	12,1	31,0	74,2	11,0	34,3	77,2	26,0	46,5	94,4
8	Toninha	fixo	9,6	25,1	82,5	4,4	17,8	78,9	1,1	8,6	48,0	1,2	8,7	48,4	3,5	20,6	79,0
9	Peixe-boi	fixo	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
10	Aves marinhas costeiras	fixo	44,8	49,2	93,7	20,0	38,1	96,3	8,4	16,6	51,2	4,2	14,4	50,0	20,4	39,6	88,5
11	Aves marinhas oceânicas	difuso	12,6	15,4	25,8	8,4	13,1	23,9	7,3	12,4	22,0	7,1	12,6	22,7	8,0	12,5	23,6
12	Praias arenosas	fixo	44,3	49,2	93,7	19,2	37,7	96,3	8,2	16,6	51,2	4,8	14,1	50,0	20,3	39,6	88,5
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	fixo	39,7	44,9	89,6	15,7	32,4	92,6	6,3	13,4	45,1	2,7	11,4	41,1	14,4	32,7	86,3
14	Manguezais	fixo	40,4	44,9	89,9	15,9	32,4	92,6	6,3	13,4	51,2	4,3	11,2	44,8	15,2	32,7	86,3
15	Costões rochosos	fixo	22,2	30,3	84,8	11,7	21,5	78,3	5,9	12,2	48,5	4,8	13,2	46,9	13,2	24,5	79,3
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	fixo	19,4	30,4	84,8	8,7	23,3	78,3	4,8	9,6	48,4	4,3	11,2	44,8	13,2	24,5	79,3
17	Recifes de coral	fixo	36,9	42,7	88,3	14,8	35,5	91,8	7,3	15,8	45,5	4,3	16,6	48,5	17,2	37,8	85,1
18	Bancos de rodolitos	fixo	43,4	51,7	95,7	41,0	55,7	97,2	33,6	51,8	96,2	32,3	55,6	98,2	39,0	54,6	98,5

Quadro II.8.5.2-3 – Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental no período de abril a setembro.

CVA	Abril a Setembro															
	P1			P2			P3			P4			P5			
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	7,42E-05	2,28E-05	5,54E-04	5,44E-05	1,81E-05	5,28E-04	5,63E-05	1,92E-05	5,69E-04	5,68E-05	1,96E-05	6,07E-04	5,93E-05	1,91E-05	5,37E-04
2	Peixes	7,42E-05	2,28E-05	5,54E-04	5,44E-05	1,81E-05	5,28E-04	5,63E-05	1,92E-05	5,69E-04	5,68E-05	1,96E-05	6,07E-04	5,93E-05	1,91E-05	5,37E-04
3	Quelônios	4,06E-04	1,10E-04	2,68E-03	3,19E-04	9,72E-05	2,65E-03	3,32E-04	1,03E-04	2,66E-03	2,65E-04	9,02E-05	2,68E-03	4,22E-04	1,25E-04	2,68E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	7,42E-05	2,28E-05	5,54E-04	5,44E-05	1,81E-05	5,28E-04	5,63E-05	1,92E-05	5,69E-04	5,68E-05	1,96E-05	6,07E-04	5,93E-05	1,91E-05	5,37E-04
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	7,42E-05	2,28E-05	5,54E-04	5,44E-05	1,81E-05	5,28E-04	5,63E-05	1,92E-05	5,69E-04	5,68E-05	1,96E-05	6,07E-04	5,93E-05	1,91E-05	5,37E-04
6	Baleia-jubarte	4,28E-04	1,18E-04	2,68E-03	3,51E-04	1,02E-04	2,68E-03	3,32E-04	1,03E-04	2,68E-03	2,97E-04	9,20E-05	2,68E-03	3,98E-04	1,16E-04	2,68E-03
7	Boto-cinza	4,22E-04	1,14E-04	2,68E-03	3,51E-04	9,70E-05	2,68E-03	2,07E-04	8,08E-05	2,65E-03	2,67E-04	8,76E-05	2,68E-03	3,98E-04	1,15E-04	2,68E-03
8	Toninha	0,00E+00	1,96E-07	3,75E-05	0,00E+00	3,92E-07	9,64E-05	0,00E+00	1,96E-07	1,04E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,30E-04	0,00E+00	3,92E-07	1,85E-04
9	Peixe-boi	1,27E-04	4,14E-05	1,60E-03	4,04E-05	1,53E-05	1,11E-03	1,16E-04	3,82E-05	1,53E-03	6,94E-05	2,65E-05	1,39E-03	2,52E-05	1,27E-05	8,01E-04
10	Aves marinhas costeiras	3,97E-04	1,13E-04	2,68E-03	2,06E-04	7,33E-05	2,53E-03	1,68E-04	7,37E-05	2,65E-03	1,33E-04	5,78E-05	2,55E-03	2,16E-04	6,55E-05	2,35E-03
11	Aves marinhas oceânicas	7,42E-05	2,28E-05	5,54E-04	5,44E-05	1,81E-05	5,28E-04	5,63E-05	1,92E-05	5,69E-04	5,68E-05	1,96E-05	6,07E-04	5,93E-05	1,91E-05	5,37E-04
12	Praias arenosas	4,08E-04	1,13E-04	2,68E-03	3,18E-04	9,78E-05	2,68E-03	2,49E-04	9,21E-05	2,65E-03	2,10E-04	7,65E-05	2,61E-03	2,92E-04	9,72E-05	2,57E-03
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	4,00E-04	1,13E-04	2,67E-03	2,17E-04	7,33E-05	2,53E-03	2,35E-04	9,06E-05	2,64E-03	1,88E-04	6,61E-05	2,55E-03	2,36E-04	7,98E-05	2,40E-03
14	Manguezais	3,97E-04	1,13E-04	2,68E-03	3,18E-04	9,78E-05	2,68E-03	2,49E-04	9,21E-05	2,64E-03	2,04E-04	7,35E-05	2,61E-03	2,92E-04	9,49E-05	2,57E-03
15	Costões rochosos	2,85E-04	8,67E-05	2,58E-03	2,85E-04	8,82E-05	2,68E-03	1,51E-04	5,53E-05	2,53E-03	1,91E-04	6,74E-05	2,62E-03	3,00E-04	9,10E-05	2,62E-03
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	4,06E-04	1,08E-04	2,58E-03	2,85E-04	8,82E-05	2,65E-03	2,38E-04	8,92E-05	2,58E-03	1,77E-04	6,74E-05	2,55E-03	2,50E-04	8,43E-05	2,47E-03
17	Recifes de coral	3,79E-04	1,09E-04	2,68E-03	3,02E-04	9,72E-05	2,67E-03	2,51E-04	8,47E-05	2,66E-03	2,10E-04	7,67E-05	2,62E-03	2,76E-04	9,72E-05	2,58E-03
18	Bancos de rodólitos	4,06E-04	1,14E-04	2,67E-03	2,23E-04	7,37E-05	2,54E-03	2,52E-04	9,18E-05	2,65E-03	1,90E-04	7,35E-05	2,56E-03	1,33E-04	5,57E-05	2,33E-03

Quadro II.8.5.2-4 – Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental no período de inverno (junho a agosto).

CVA	Outubro a Março															
	P1			P2			P3			P4			P5			
	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	9,60E-05	3,03E-05	6,92E-04	6,37E-05	2,57E-05	6,40E-04	5,60E-05	2,44E-05	5,89E-04	5,44E-05	2,47E-05	6,09E-04	6,13E-05	2,45E-05	6,33E-04
2	Peixes	9,60E-05	3,03E-05	6,92E-04	6,37E-05	2,57E-05	6,40E-04	5,60E-05	2,44E-05	5,89E-04	5,44E-05	2,47E-05	6,09E-04	6,13E-05	2,45E-05	6,33E-04
3	Quelônios	4,96E-04	1,38E-04	2,68E-03	4,36E-04	1,30E-04	2,68E-03	3,10E-04	1,29E-04	2,66E-03	3,13E-04	1,31E-04	2,65E-03	4,40E-04	1,23E-04	2,68E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	9,60E-05	3,03E-05	6,92E-04	6,37E-05	2,57E-05	6,40E-04	5,60E-05	2,44E-05	5,89E-04	5,44E-05	2,47E-05	6,09E-04	6,13E-05	2,45E-05	6,33E-04
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	9,60E-05	3,03E-05	6,92E-04	6,37E-05	2,57E-05	6,40E-04	5,60E-05	2,44E-05	5,89E-04	5,44E-05	2,47E-05	6,09E-04	6,13E-05	2,45E-05	6,33E-04
6	Baleia-jubarte	4,23E-04	1,17E-04	2,68E-03	3,61E-04	1,09E-04	2,68E-03	1,99E-04	1,02E-04	2,58E-03	2,31E-04	1,09E-04	2,63E-03	3,80E-04	1,07E-04	2,68E-03
7	Boto-cinza	3,09E-04	9,21E-05	2,67E-03	1,91E-04	9,59E-05	2,51E-03	9,23E-05	6,08E-05	1,99E-03	8,39E-05	6,73E-05	2,07E-03	1,98E-04	9,12E-05	2,53E-03
8	Toninha	7,32E-05	4,92E-05	2,21E-03	3,35E-05	3,49E-05	2,11E-03	8,39E-06	1,69E-05	1,29E-03	9,15E-06	1,71E-05	1,30E-03	2,67E-05	4,04E-05	2,12E-03
9	Peixe-boi	0,00E+00	0,00E+00	1,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	8,03E-06	0,00E+00	1,96E-07	1,07E-05	0,00E+00	1,96E-07	5,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,68E-06
10	Aves marinhas costeiras	3,42E-04	9,65E-05	2,51E-03	1,52E-04	7,47E-05	2,58E-03	6,40E-05	3,25E-05	1,37E-03	3,20E-05	2,83E-05	1,34E-03	1,56E-04	7,76E-05	2,37E-03
11	Aves marinhas oceânicas	9,60E-05	3,03E-05	6,92E-04	6,37E-05	2,57E-05	6,40E-04	5,60E-05	2,44E-05	5,89E-04	5,44E-05	2,47E-05	6,09E-04	6,13E-05	2,45E-05	6,33E-04
12	Praias arenosas	3,38E-04	9,65E-05	2,51E-03	1,46E-04	7,39E-05	2,58E-03	6,25E-05	3,25E-05	1,37E-03	3,66E-05	2,77E-05	1,34E-03	1,55E-04	7,76E-05	2,37E-03
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	3,03E-04	8,80E-05	2,40E-03	1,20E-04	6,35E-05	2,48E-03	4,80E-05	2,63E-05	1,21E-03	2,06E-05	2,24E-05	1,10E-03	1,10E-04	6,41E-05	2,31E-03
14	Manguezais	3,08E-04	8,80E-05	2,41E-03	1,21E-04	6,35E-05	2,48E-03	4,80E-05	2,63E-05	1,37E-03	3,28E-05	2,20E-05	1,20E-03	1,16E-04	6,41E-05	2,31E-03
15	Costões rochosos	1,69E-04	5,94E-05	2,27E-03	8,92E-05	4,22E-05	2,10E-03	4,50E-05	2,39E-05	1,30E-03	3,66E-05	2,59E-05	1,26E-03	1,01E-04	4,80E-05	2,12E-03
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	1,48E-04	5,96E-05	2,27E-03	6,63E-05	4,57E-05	2,10E-03	3,66E-05	1,88E-05	1,30E-03	3,28E-05	2,20E-05	1,20E-03	1,01E-04	4,80E-05	2,12E-03
17	Recifes de coral	2,81E-04	8,37E-05	2,36E-03	1,13E-04	6,96E-05	2,46E-03	5,57E-05	3,10E-05	1,22E-03	3,28E-05	3,26E-05	1,30E-03	1,31E-04	7,41E-05	2,28E-03
18	Bancos de rodolitos	3,31E-04	1,01E-04	2,56E-03	3,13E-04	1,09E-04	2,60E-03	2,56E-04	1,02E-04	2,58E-03	2,46E-04	1,09E-04	2,63E-03	2,97E-04	1,07E-04	2,64E-03

Quadro II.8.5.2-5 – Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental para o período de outubro a março. n/a – não aplicável.

CVA		Abril a Setembro														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1	Plâncton	13471	43891	1806	18384	55098	1894	17755	52171	1759	17593	50948	1649	16855	52439	1864
2	Peixes	13471	43891	1806	18384	55098	1894	17755	52171	1759	17593	50948	1649	16855	52439	1864
3	Quelônios	2461	9059	373	3130	10283	377	3008	9678	375	3769	11088	373	2367	8007	373
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	13471	43891	1806	18384	55098	1894	17755	52171	1759	17593	50948	1649	16855	52439	1864
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	13471	43891	1806	18384	55098	1894	17755	52171	1759	17593	50948	1649	16855	52439	1864
6	Baleia-jubarte	2338	8501	373	2845	9846	373	3008	9678	373	3363	10875	373	2513	8630	373
7	Boto-cinza	2367	8749	373	2845	10304	374	4840	12380	377	3747	11410	373	2513	8660	373
8	Toninha	n/a	5100479	26675	n/a	2550240	10374	n/a	5100479	9576	n/a	n/a	4343	n/a	2550240	5412
9	Peixe-boi	7854	24173	625	24746	65391	904	8629	26156	652	14413	37781	718	39744	78469	1249
10	Aves marinhas costeiras	2517	8886	374	4858	13638	395	5962	13565	378	7495	17290	393	4634	15271	426
11	Aves marinhas oceânicas	13471	43891	1806	18384	55098	1894	17755	52171	1759	17593	50948	1649	16855	52439	1864
12	Praias arenosas	2452	8886	373	3145	10221	374	4011	10852	377	4752	13078	383	3424	10283	389
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	2503	8886	374	4618	13638	395	4258	11040	379	5310	15135	393	4245	12532	416
14	Manguezais	2517	8886	373	3145	10221	374	4011	10852	379	4912	13601	383	3424	10538	389
15	Costões rochosos	3507	11540	387	3507	11334	374	6624	18087	395	5225	14827	381	3329	10992	381
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	2461	9223	387	3507	11334	377	4204	11210	387	5653	14827	392	3999	11862	405
17	Recifes de coral	2639	9174	373	3312	10283	375	3987	11807	376	4752	13045	382	3623	10283	388
18	Bancos de rodolitos	2465	8764	374	4476	13565	394	3974	10898	378	5267	13601	391	7538	17959	430

Quadro II.8.5.2-6 – Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental para o período de inverno (junho a agosto). n/a – não aplicável.

CVA		Outubro a Março														
		P1			P2			P3			P4			P5		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1	Plâncton	10421	33047	1446	15699	38837	1562	17866	40971	1699	18370	40529	1642	16302	40857	1580
2	Peixes	10421	33047	1446	15699	38837	1562	17866	40971	1699	18370	40529	1642	16302	40857	1580
3	Quelônios	2015	7266	373	2293	7705	373	3230	7751	376	3191	7662	378	2273	8161	373
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	10421	33047	1446	15699	38837	1562	17866	40971	1699	18370	40529	1642	16302	40857	1580
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	10421	33047	1446	15699	38837	1562	17866	40971	1699	18370	40529	1642	16302	40857	1580
6	Baleia-jubarte	2363	8515	373	2773	9157	373	5025	9846	388	4329	9180	380	2634	9342	373
7	Boto-cinza	3238	10852	374	5246	10430	398	10839	16453	503	11923	14857	484	5044	10969	396
8	Toninha	13662	20321	453	29808	28654	473	119233	59308	778	109297	58559	772	37473	24760	473
9	Peixe-boi	n/a	n/a	93364	n/a	n/a	124485	n/a	5100479	93364	n/a	5100479	186728	n/a	n/a	373456
10	Aves marinhas costeiras	2928	10367	399	6558	13387	388	15614	30726	729	31228	35395	747	6429	12880	422
11	Aves marinhas oceânicas	10421	33047	1446	15699	38837	1562	17866	40971	1699	18370	40529	1642	16302	40857	1580
12	Praias arenosas	2961	10367	399	6831	13529	388	15995	30726	729	27324	36148	747	6461	12880	422
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	3304	11360	417	8354	15742	403	20818	38063	828	48576	44702	909	9108	15598	433
14	Manguezais	3246	11360	415	8249	15742	403	20818	38063	729	30501	45499	834	8629	15598	433
15	Costões rochosos	5908	16833	440	11210	23723	477	22230	41807	770	27324	38611	796	9936	20818	471
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	6761	16778	440	15075	21890	477	27324	53130	772	30501	45499	834	9936	20818	471
17	Recifes de coral	3554	11945	423	8862	14368	407	17967	32282	821	30501	30689	770	7625	13493	439
18	Bancos de rodólitos	3022	9866	390	3199	9157	384	3903	9846	388	4061	9180	380	3363	9342	379

II.8.6. Relação tempo de recuperação / tempo de recorrência

II.8.6.1. Metodologia

Para avaliar se um risco ambiental é tolerável ou não, leva-se em consideração o tempo de recorrência do dano em cada CVA (apresentado no **item II.8.5. - Cálculo dos Riscos Ambientais**) e o tempo de recuperação do componente ambiental ameaçado (apresentado no **item II.8.4. - Avaliação das Consequências**).

Assim, a avaliação da tolerabilidade dos riscos é feita através do Índice de Tolerabilidade (IT). Este índice, expresso em valores percentuais, é feito a partir da seguinte fórmula:

$$IT = \frac{T_{rca}}{T_{rr}} * 100$$

Onde:

IT: Índice de Tolerabilidade (%);

T_{rca} : Tempo de recuperação do CVA vulnerável (anos);

T_{rr} : Tempo de recorrência do risco ambiental ($T_{rr} = 1/ RA_{CVA}$);

RA_{CVA} : Risco Ambiental do CVA vulnerável (oc/ano).

Como se pode observar a partir da fórmula apresentada acima, o IT é um valor percentual sem unidade temporal. A correlação temporal relativa ao tempo de atividade do empreendimento foi considerada nas árvores de falhas na obtenção das frequências das HAs no **item II.8.3. - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo.

A abordagem do IT parte do seguinte princípio fundamental, definido por Norsok (1998, Anexo C, p.82):

A recuperação que se segue após um dano ambiental para os recursos mais vulneráveis deve ser insignificante em

relação ao período esperado entre as ocorrências destes danos.

Assim, definiu-se como critério de tolerabilidade o nível de “insignificância” máximo de 10% para cada CVA (NORSOK Standard, 1998, Anexo C). Ao adotar esse nível de insignificância, considera-se tolerável a ocorrência a cada cinco anos de um dano menor, cujo tempo de recuperação médio do CVA vulnerável seja de 0,5 ano, por exemplo. Já um dano grave, por exemplo, com tempo de recuperação do CVA de 20 anos, pode ser tolerado uma vez a cada 200 anos (**Quadro II.8.6.1-1**).

Quadro II.8.6.1-1 - *Limites de frequências aceitáveis para as categorias de consequências, segundo uma taxa de recuperação média considerando um índice de insignificância de 10%.*

Categoria de Consequência	Taxa de Recuperação	Média do Tempo de Recuperação	Limite de Frequência Aceitável
Menor	1 mês – 1 ano	0,5 ano	< 1 evento por 5 anos
Moderada	1 – 3 anos	2 anos	< 1 evento por 20 anos
Considerável	3 – 10 anos	5 anos	< 1 evento por 50 anos
Grave	> 10 anos	20 anos	< 1 evento por 200 anos

Fonte: Norsok (1998).

A partir do limite estabelecido como nível de insignificância, foram estabelecidas classes de tolerabilidade em função de faixas de valores percentuais de IT, conforme pode ser observado no **Quadro II.8.6.1-2**.

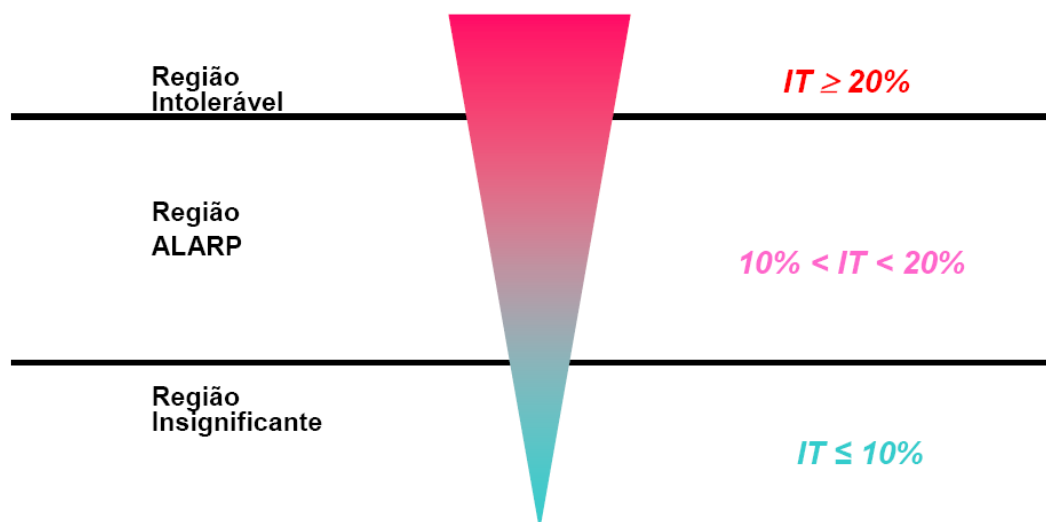
Quadro II.8.6.1-2 - *Classificação de Tolerabilidade dos Riscos Ambientais em função do IT.*

Classificação	Faixa do IT
Insignificante	$IT \leq 10\%$
Moderado - ALARP	$10\% < IT < 20\%$
Intolerável	$IT \geq 20\%$

Esse critério de classificação define duas “retas-guia”, a partir dos dois valores de IT (10 e 20%), tendo como base Norsok (1998). Assim, formam-se três regiões distintas, apresentadas na **Figura II.8.6.1-1** e descritas a seguir:

- **Região Insignificante ($IT \leq 10\%$):** todos os eventos localizados nesta região possuem um IT considerado tolerável, não necessitando de medidas preventivas e/ou mitigadoras para a sua redução;
- **Região Intolerável ($IT > 20\%$):** todos os eventos localizados nesta região possuem um IT considerado inaceitável, logo, necessitando a implantação de medidas preventivas e/ou mitigadoras para a sua redução; e
- **Região ALARP (*As Low As Reasonably Practicable* – $10\% < IT < 20\%$):** localizada entre as duas retas-guia. Para os eventos localizados nesta região deverão ser propostas medidas preventivas/mitigadoras e estas medidas deverão ser avaliadas do ponto de vista de “custo versus benefício” e o risco reduzido tanto quanto praticável.

CRITÉRIO DE TOLERABILIDADE DO RISCO AMBIENTAL



Fonte: Modificado de Norsok (1998).

Figura II.8.6.1-1- Exemplo ilustrativo do Critério de Tolerabilidade.

II.8.6.2. Aplicação do Método e Resultados Obtidos

O IT de cada CVA para os dois períodos do ano, foi calculado conforme metodologia descrita no item anterior. Assim, o **Quadro II.8.6.2-1** e o **Quadro II.8.6.2-2** apresentam os ITs por CVA, por faixa de volume e por ponto de risco modelado, para os períodos de abril a setembro e outubro a março, respectivamente.

Quadro II.8.6.2-1 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no período de abril a setembro. n/a – não aplicável. As células em verde indicam índices de tolerabilidade classificados como “insignificante” (IT < 10%).

CVA	Tempo de recuperação	Abril a Setembro															
		P1			P2			P3			P4			P5			
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	1	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,05	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,05
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,05	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,05
3	Quelônios	20	0,81	0,22	5,36	0,64	0,19	5,30	0,66	0,21	5,33	0,53	0,18	5,36	0,84	0,25	5,36
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,15	0,05	1,11	0,11	0,04	1,06	0,11	0,04	1,14	0,11	0,04	1,21	0,12	0,04	1,07
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	10	0,07	0,02	0,55	0,05	0,02	0,53	0,06	0,02	0,57	0,06	0,02	0,61	0,06	0,02	0,54
6	Baleia-jubarte	20	0,86	0,24	5,36	0,70	0,20	5,36	0,66	0,21	5,36	0,59	0,18	5,36	0,80	0,23	5,36
7	Boto-cinza	10	0,42	0,11	2,68	0,35	0,10	2,68	0,21	0,08	2,65	0,27	0,09	2,68	0,40	0,12	2,68
8	Toninha	15	n/a	0,00	0,06	n/a	0,00	0,14	n/a	0,00	0,16	n/a	n/a	0,35	n/a	0,00	0,28
9	Peixe-boi	15	0,19	0,06	2,40	0,06	0,02	1,66	0,17	0,06	2,30	0,10	0,04	2,09	0,04	0,02	1,20
10	Aves marinhas costeiras	10	0,40	0,11	2,68	0,21	0,07	2,53	0,17	0,07	2,65	0,13	0,06	2,55	0,22	0,07	2,35
11	Aves marinhas oceânicas	12	0,09	0,03	0,66	0,07	0,02	0,63	0,07	0,02	0,68	0,07	0,02	0,73	0,07	0,02	0,64
12	Praias arenosas	3	0,12	0,03	0,80	0,10	0,03	0,80	0,07	0,03	0,80	0,06	0,02	0,78	0,09	0,03	0,77
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,20	0,06	1,34	0,11	0,04	1,27	0,12	0,05	1,32	0,09	0,03	1,27	0,12	0,04	1,20
14	Manguezais	25	0,99	0,28	6,69	0,79	0,24	6,69	0,62	0,23	6,60	0,51	0,18	6,53	0,73	0,24	6,42
15	Costões rochosos	3	0,09	0,03	0,77	0,09	0,03	0,80	0,05	0,02	0,76	0,06	0,02	0,79	0,09	0,03	0,79
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,20	0,05	1,29	0,14	0,04	1,33	0,12	0,04	1,29	0,09	0,03	1,28	0,13	0,04	1,24
17	Recifes de Coral	20	0,76	0,22	5,36	0,60	0,19	5,34	0,50	0,17	5,32	0,42	0,15	5,23	0,55	0,19	5,15
18	Bancos de rodólitos	20	0,81	0,23	5,34	0,45	0,15	5,08	0,50	0,18	5,29	0,38	0,15	5,11	0,27	0,11	4,65

Quadro II.8.6.2-2 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no período de outubro a março. n/a – não aplicável. As células em verde indicam índices de tolerabilidade classificados como “insignificante” (IT < 10%).

CVA	Tempo de recuperação	Outubro a Março															
		P1			P2			P3			P4			P5			
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC	
1	Plâncton	1	0,01	0,00	0,07	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,07	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,06
3	Quelônios	20	0,99	0,28	5,36	0,87	0,26	5,36	0,62	0,26	5,31	0,63	0,26	5,29	0,88	0,25	5,36
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,19	0,06	1,38	0,13	0,05	1,28	0,11	0,05	1,18	0,11	0,05	1,22	0,12	0,05	1,27
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	10	0,10	0,03	0,69	0,06	0,03	0,64	0,06	0,02	0,59	0,05	0,02	0,61	0,06	0,02	0,63
6	Baleia-jubarte	20	0,85	0,23	5,36	0,72	0,22	5,36	0,40	0,20	5,15	0,46	0,22	5,26	0,76	0,21	5,36
7	Boto-cinza	10	0,31	0,09	2,67	0,19	0,10	2,51	0,09	0,06	1,99	0,08	0,07	2,07	0,20	0,09	2,53
8	Toninha	15	0,11	0,07	3,31	0,05	0,05	3,17	0,01	0,03	1,93	0,01	0,03	1,94	0,04	0,06	3,17
9	Peixe-boi	15	n/a	n/a	0,02	n/a	n/a	0,01	n/a	0,00	0,02	n/a	0,00	0,01	n/a	n/a	0,00
10	Aves marinhas costeiras	10	0,34	0,10	2,51	0,15	0,07	2,58	0,06	0,03	1,37	0,03	0,03	1,34	0,16	0,08	2,37
11	Aves marinhas oceânicas	12	0,12	0,04	0,83	0,08	0,03	0,77	0,07	0,03	0,71	0,07	0,03	0,73	0,07	0,03	0,76
12	Praias arenosas	3	0,10	0,03	0,75	0,04	0,02	0,77	0,02	0,01	0,41	0,01	0,01	0,40	0,05	0,02	0,71
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,15	0,04	1,20	0,06	0,03	1,24	0,02	0,01	0,60	0,01	0,01	0,55	0,05	0,03	1,16
14	Manguezais	25	0,77	0,22	6,02	0,30	0,16	6,20	0,12	0,07	3,43	0,08	0,05	3,00	0,29	0,16	5,78
15	Costões rochosos	3	0,05	0,02	0,68	0,03	0,01	0,63	0,01	0,01	0,39	0,01	0,01	0,38	0,03	0,01	0,64
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,07	0,03	1,14	0,03	0,02	1,05	0,02	0,01	0,65	0,02	0,01	0,60	0,05	0,02	1,06
17	Recifes de Coral	20	0,56	0,17	4,73	0,23	0,14	4,92	0,11	0,06	2,44	0,07	0,07	2,60	0,26	0,15	4,56
18	Bancos de rodólitos	20	0,66	0,20	5,13	0,63	0,22	5,21	0,51	0,20	5,15	0,49	0,22	5,26	0,59	0,21	5,28

II.8.6.3. Análise dos Resultados e Conclusões

Analisando-se os índices de tolerabilidade (IT) para todos os CVAs anteriormente apresentados, comparativamente com Critério de Tolerabilidade definido anteriormente, observa-se que:

- Todos os CVAs tiveram ITs inferiores ao limite de insignificância, para o período de abril a setembro e para o período de outubro a março, em vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC.
- Para os CVAs Plâncton e Peixes, os maiores valores de IT foram obtidos a partir de vazamentos de VPC para o período entre outubro e março, entretanto, estes valores são duas ordens de grandeza (0,07%) inferiores ao limite de insignificância (10%) – a **Figura II.8.6.3-1** mostra os valores mais altos para os 5 pontos calculados;
- Para o CVA Quelônios, o máximo valor de IT obtido foi em vazamento de VPC, para as duas épocas sazonais, entretanto, este valor (5,36%) equivale a aproximadamente 54% do valor limite de insignificância (10%). Para o CVA Aves marinhas costeiras, o maior valor de IT obtido também foi a partir de vazamentos de VPC, para o período entre abril e setembro. Este máximo valor (2,68%) corresponde a aproximadamente 27% do valor limite de insignificância (10%). Para as aves marinhas oceânicas, os valores são inferiores, com maior valor obtido em vazamento de VPC de outubro a março (0,83%), que corresponde a cerca de 3% do valor limite de insignificância (10%) – a **Figura II.8.6.3-2** mostra os valores mais altos para os 5 pontos calculados;
- Para os CVAs que contemplam os Cetáceos, a Baleia-jubarte foi o que teve o maior valor de IT calculado, para vazamento de VPC - 5,36% - em ambos os períodos sazonais. Este máximo valor corresponde a aproximadamente 54% do valor limite de insignificância (10%). Para todos os demais grupos de Cetáceos considerados como CVAs neste estudo, os valores máximos de IT estiveram abaixo de 4%, o que corresponde a 40% do valor limite de insignificância (10%). Já para o

CVA Peixe-boi-marinho, o valor máximo de IT foi obtido para o período de abril a setembro (2,40%) para vazamento de VPC, que corresponde a cerca de 24% do valor limite de insignificância (10%) – a **Figura II.8.6.3-3** mostra os valores mais altos para os 5 pontos calculados;

- Para os CVAs que contemplam ecossistemas, os maiores valores de IT foram registrados para os Manguezais, para o período entre abril e setembro (6,69%) corresponde a aproximadamente 67% do valor limite de insignificância. Estes valores de IT não colocam este CVA em região de ALARP, entretanto, merecem atenção especial por terem sido os maiores valores obtidos neste estudo. O CVA Recife de coral teve valores IT de 5,36% para o período de abril a setembro, representando cerca de 54% do valor limite de insignificância (10%). Os demais CVAs de ecossistemas obtiveram valores máximos inferiores a 2%, que corresponde a 20% do valor limite de insignificância – a **Figura II.8.6.3-4** mostra os valores mais altos para os 5 pontos calculados.

O **Quadro II.8.6.2-3** abaixo sintetiza os valores mais altos de IT calculados, considerando os cinco pontos de modelagem.

Quadro II.8.6.2-3 – Índices de tolerabilidade (%) máximos para os CVAs considerando os pontos de modelagem P1 a P5. n/a – não aplicável. As células em verde indicam índices de tolerabilidade classificados como “insignificante” (IT < 10%).

CVA		Abril a Setembro			Outubro a Março		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1	Plâncton	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,07
2	Peixes	0,01	0,00	0,06	0,01	0,00	0,07
3	Quelônios	0,84	0,25	5,36	0,99	0,28	5,36
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	0,15	0,05	1,21	0,19	0,06	1,38
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical e Golfinho-de-Clymene	0,07	0,02	0,61	0,10	0,03	0,69
6	Baleia-jubarte	0,86	0,24	5,36	0,85	0,23	5,36
7	Boto-cinza	0,42	0,12	2,68	0,31	0,10	2,67
8	Toninha	n/a	n/a	0,35	0,11	0,07	3,31
9	Peixe-boi	0,19	0,06	2,40	n/a	n/a	0,02

CVA		Abril a Setembro			Outubro a Março		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
10	Aves marinhas costeiras	0,40	0,11	2,68	0,34	0,10	2,58
11	Aves marinhas oceânicas	0,09	0,03	0,73	0,12	0,04	0,83
12	Praias arenosas	0,12	0,03	0,80	0,10	0,03	0,77
13	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	0,20	0,06	1,34	0,15	0,04	1,24
14	Manguezais	0,99	0,28	6,69	0,77	0,22	6,20
15	Costões rochosos	0,09	0,03	0,80	0,05	0,02	0,68
16	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	0,20	0,05	1,33	0,07	0,03	1,14
17	Recifes de Coral	0,76	0,22	5,36	0,56	0,17	4,92
18	Bancos de rodólitos	0,81	0,23	5,34	0,66	0,22	5,28

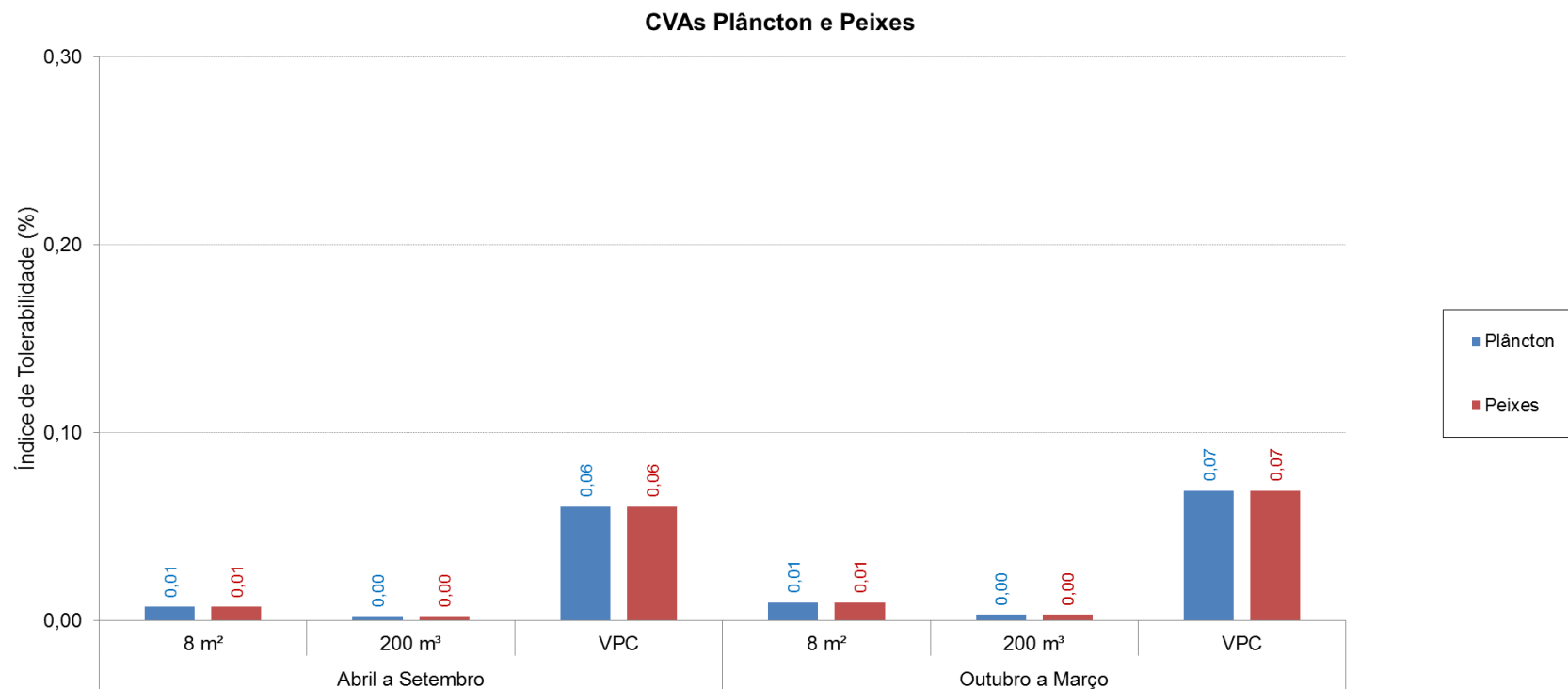


Figura II.8.6.3-1 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Plâncton e Peixes – valores mais altos calculados para os pontos P1 a P5.

CVAs Quelônios e Aves marinhas

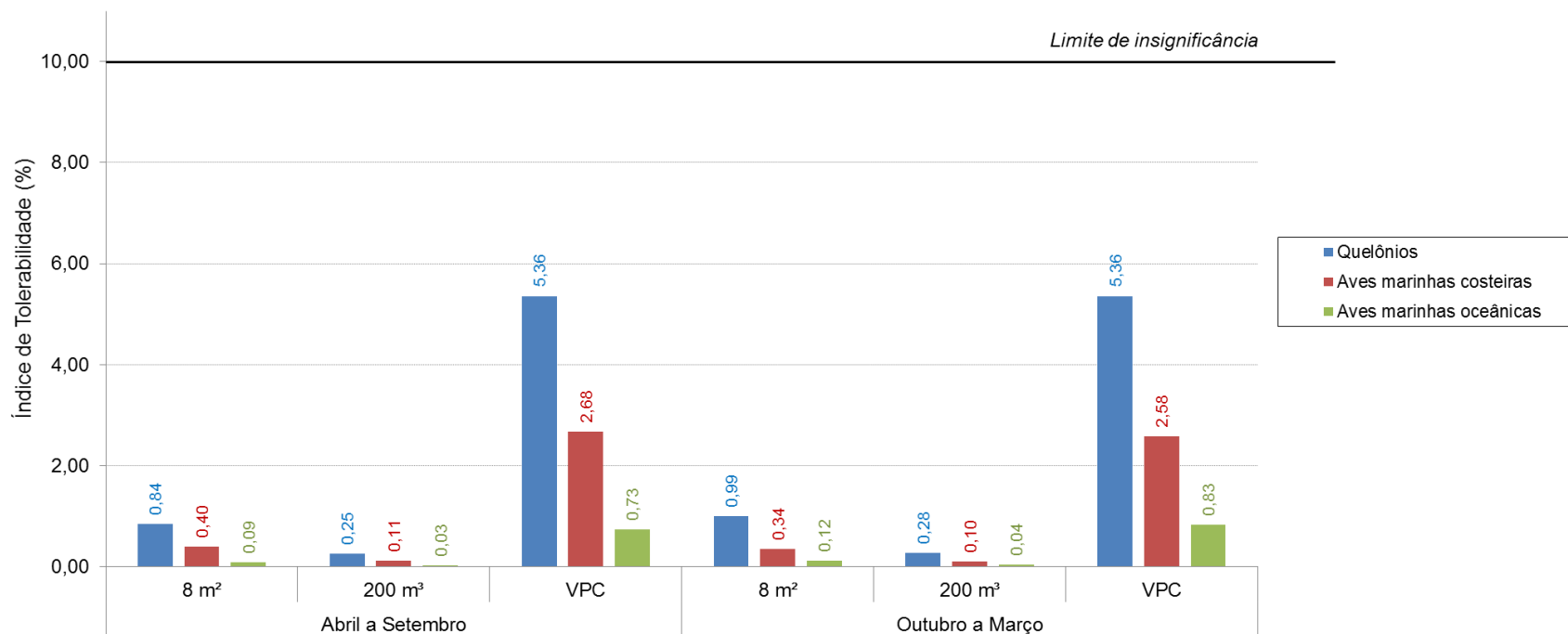


Figura II.8.6.3-2 – Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Quelônios, Aves marinhas costeiras e Aves marinhas pelágicas – valores mais altos calculados para os pontos P1 a P5.

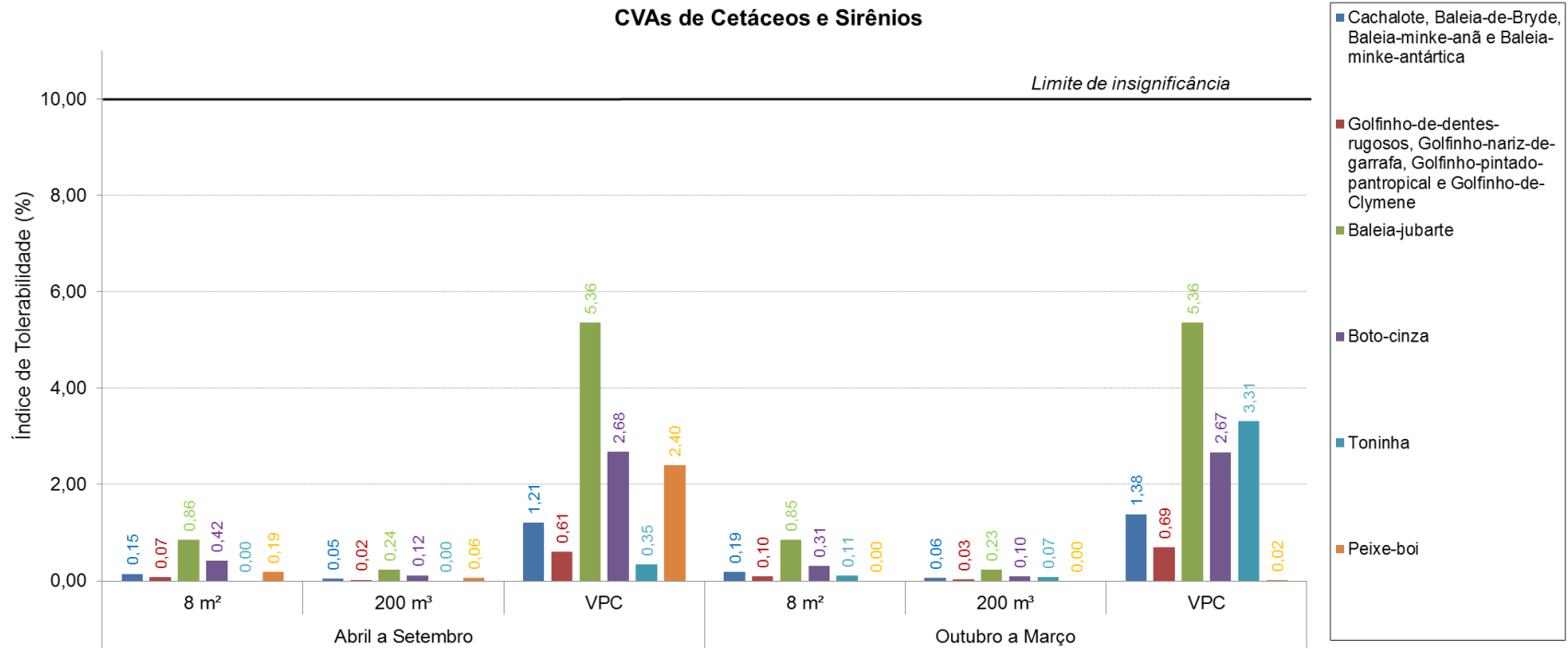


Figura II.8.6.3-3 – Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Cetáceos e Peixe-boi-marinho – valores mais altos calculados para os pontos P1 a P5.

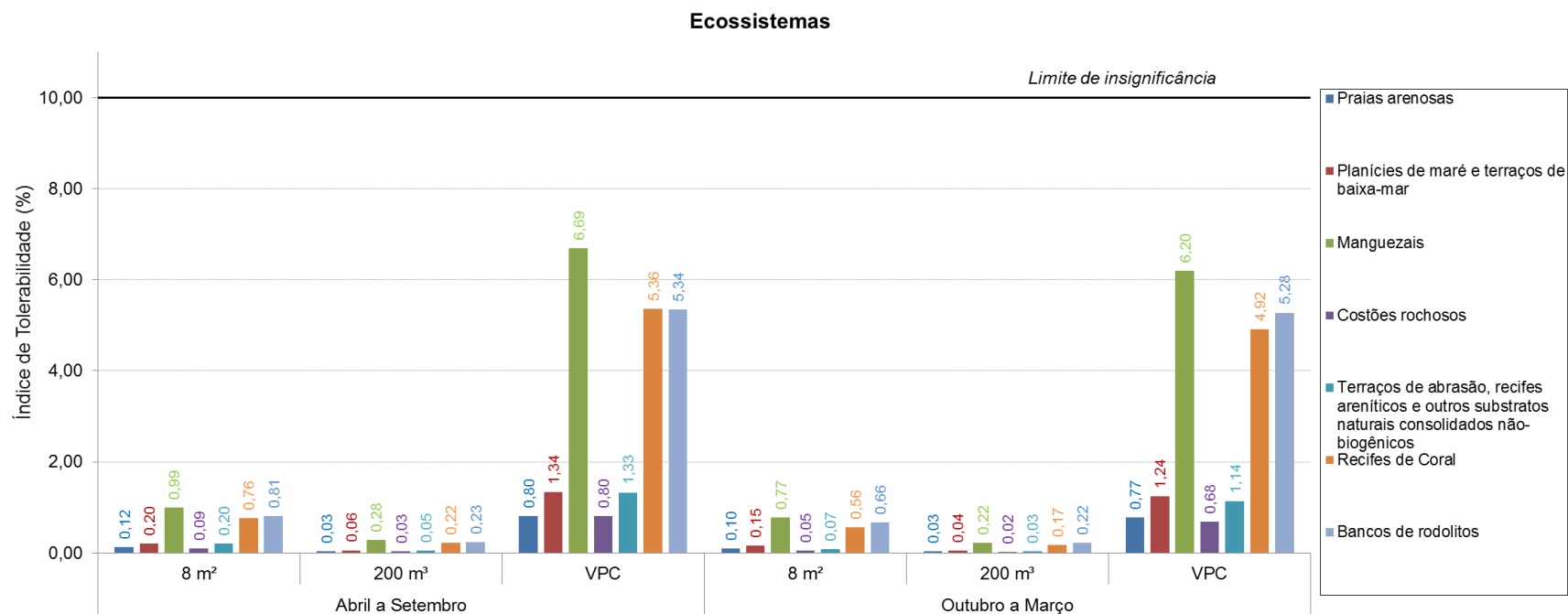


Figura II.8.6.3-4 – Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Ecossistemas – valores mais altos calculados para os pontos P1 a P5.

II.8.7. Revisão do estudo de análise de risco

De acordo com a metodologia adotada para o cálculo do IT, os valores finais são consequência de três fatores:

- Frequência de ocorrência das HAs;
- Probabilidade de toque nos CVAs;
- Tempo de recuperação dos CVAs.

Com relação à frequência de ocorrência das HAs, estas estão associadas às características do projeto, mais especificamente às alternativas tecnológicas empregadas na Unidade de Perfuração Marítima. A Unidade de Perfuração Marítima NS-31 já atua na costa brasileira e nunca foram constatados acidentes de grandes proporções (que são aqueles que culminaram em maiores valores de IT). Entretanto, é sabido através de bases estatísticas que existe a probabilidade de tais cenários acidentais ocorrerem e, desta maneira, tanto a empresa contratada quanto a Petrobras preocupam-se em manter os Planos de Emergências Individuais (PEIs) e Planos de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVOs) dimensionados para os projetos em operação, bem como atender rigorosamente a legislação ambiental vigente. Além disso, as medidas preventivas de gerenciamento dos riscos identificados estão apresentadas no item seguinte deste estudo.

Quanto ao tempo de recuperação dos CVAs, esta é uma característica intrínseca ao meio ambiente, não cabendo aqui análises ou alterações que visem à revisão do estudo de análise de risco.

A probabilidade de toque nos CVAs, além de estar associada às características do óleo vazado (como por exemplo, volume, viscosidade, etc.), está associada também às características intrínsecas ao meio ambiente (como por exemplo, correntes, ventos, etc.). Contudo, neste estudo, as simulações matemáticas que determinam tais probabilidades não contemplam medidas emergenciais ou de contenção, que poderiam impedir que certos ecossistemas ou grupos animais fossem atingidos. Estas ações emergenciais são apresentadas detalhadamente dentro do Plano de Emergência Individual (PEI).

Todos os IT calculados neste estudo apresentaram valores inferiores ao limite de insignificância, fazendo com que não seja necessária sua revisão. Entretanto, conforme apresentado, o CVA Manguezais foi o que obteve maiores valores de IT, atingindo praticamente 67% do valor do limite de insignificância. Estes valores sugerem uma atenção especial às áreas com maiores probabilidades de toque neste CVA, que em período de abril a setembro se estende entre os municípios de Itaporanga da Ajuda (SE) e Belmonte (BA), e no período de outubro a março, entre os municípios de Maraú e Santa Cruz Cabralia (BA).

II.8.8. Plano de Gerenciamento de Riscos

O processo de Gerenciamento dos Riscos Ambientais visa à ação planejada para o combate a eventuais situações de emergência consideradas como significativas a partir da Análise de Risco. Este planejamento, fundamentado nos cenários acidentais identificados e analisados na análise de risco, é composto por:

- Identificação das medidas e ações propostas na análise de risco e complementadas por análises adicionais;
- Determinação dos recursos necessários para implementação das medidas e ações;
- Capacitação do pessoal, através de treinamento e definição de competências; e
- Auditorias de todo o processo, incluindo verificações periódicas.

A partir desta avaliação, incluindo todos os aspectos relacionados no parágrafo anterior, pode-se elaborar o Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR).

II.8.8.1 Medidas para Gerenciamento de Riscos

As medidas de redução dos riscos são sugeridas, prioritariamente, para os eventos cujos riscos são considerados como inaceitáveis. Estas medidas visam à redução da probabilidade de ocorrência e/ou a magnitude das consequências das hipóteses acidentais identificadas.

Embora nenhuma das hipóteses acidentais identificadas neste estudo tenha sido classificada como de Risco Alto - RA, algumas medidas identificadas e apresentadas a seguir deverão fazer parte do Plano de Gerenciamento de Riscos.

O **Quadro II.8.8.1-1** a seguir sintetiza as medidas preventivas e mitigadoras previstas para os cenários definidos anteriormente.

Quadro II.8.8.1-1 - Medidas do Plano de Gerenciamento de Riscos.

Número	Hipóteses Acidentais	Descrição
M1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 34	Seguir programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas
M2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (sensores, alarmes, válvulas de alívio, BOP, geradores de emergência, radar, sistemas de inundação, etc)
M3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34	Seguir procedimento de contratação de mão de obra qualificada
M4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34	Seguir os Procedimentos Operacionais estabelecidos para cada atividade, tais como: <ul style="list-style-type: none"> - Observação contínua de radar; - Seguir os procedimentos operacionais; - Consultar Cartas Náuticas; - Garantia da disponibilidade do sistema de coleta e descarte de efluentes; - Transferência de produtos entre embarcações; - Procedimento operacional para aproximação de embarcação; - Programa do teste do poço.
M5	5, 6, 7, 28, 29	Seguir programa de treinamento e atualização dos operadores.
M6	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.
M7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	Seguir procedimento de registro e investigação das causas do acidente.
M8	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 24, 28, 34	Acionar o <i>Ship Oil Pollution Emergency Plan</i> – SOPEP

M9	8, 9, 10, 11,12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34	Acionar o Plano de Emergência Individual – PEI, caso óleo atinja o mar.
M10	32	Seguir o procedimento para desativação temporária dos poços conforme a portaria da ANP N° 25/2002
M11	25, 26, 28, 29, 30, 31, 33	Acionar o Plano de Emergência da Unidade Marítima de Perfuração / Embarcação

II.8.8.2 Riscos Residuais

Como nesta Unidade de Perfuração todas as medidas/recomendações sugeridas já são normalmente adotadas pela PETROBRAS e TRANSOCEAN, não há necessidade da reavaliação dos riscos, pois a Matriz de Risco Final (considerando a adoção das medidas sugeridas) é igual à Matriz de Risco já apresentada.

II.8.8.3 Programa de Gerenciamento de Riscos

No **Anexo II.8.8.3-1**, está apresentado o Plano de Gerenciamento de Riscos - PGR da TRANSOCEAN para a Unidade Marítima de Perfuração NS-31 (Petrobras 10.000) aprovado pela PETROBRAS, contemplando:

- Informações sumarizadas relativas aos oito elementos que compõem o Plano de Gerenciamento de Riscos, a saber:
 1. Definição de Atribuições;
 2. Inspeções Periódicas;
 3. Programas de Manutenção (preventiva e corretiva);
 4. Capacitação Técnica;
 5. Processo de Contratação de Terceiros;
 6. Registro e Investigação de Acidentes;
 7. Gerenciamento de Mudanças;
 8. Sistema de Permissão de Trabalho.

- As planilhas da Matriz de Gerenciamento de Riscos associando as Medidas de Gerenciamento de Riscos identificadas na APP, os equipamentos pertinentes, os Procedimentos e as Normas verificadas na Unidade Marítima de Perfuração NS-31 (Petrobras 10.000) (**Anexo II.8.8.3-2**).

II.8.9. Referências Bibliográficas

ADEY, W. H. & VASSAR, J. M. Colonization, succession and growth rates of tropical crustose coralline alga (Rhodophyta, Cryptonemiales). **Phycologia**. 14:55-69. 1975.

ALVES, G. L. **Fitobentos associados a bancos de rodolitos do litoral norte da Bahia: aspectos taxonômicos e ecológicos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, 174 p. 2012.

AMADO-FILHO, G., MANEVELDT, G., MARINS, B.V., MANSO, R.C.C., PACHECO, M.R., GUIMARÃES, S.P.B. Structure of rhodolith beds from a depth gradient of 4 to 55 meters at the south of Espírito Santo State coast, Brazil. **Ciencias Marinas**. 33(4): 399-410. 2007.

AMADO-FILHO, G., MANEVELDT, G., PEREIRA-FILHO, G.H., MANSO, R.C., BAHIA, R.G., BARRETO, M.B.B. & GUIMARÃES, S.M.P.B. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. **Ciencias Marinas**. 36: 371-391. 2010.

AMADO-FILHO, G., MOURA, R.L., BASTOS, A.C., SALGADO, L.T., SUMIDA P.Y.G., GUTH, A.Z., FRANCINI-FILHO, R.B., PEREIRA-FILHO, G.H., ABRANTES, D.P., BRASILEIRO, P.S., BAHIA, R.G., LEAL, R.N., KAUFMAN, L., KLEYPAS, J., FARINA, M. & THOMPSON, F.L. Rhodolith beds are major CaCO₃ bio-factories in the Tropical South West Atlantic. **Plos One**. 7(4): e35171. 2012a.

BAHIA, R.G. **Estrutura e composição de um banco de rodolitos ao longo de um gradiente de profundidade (5 – 25 metros) na região oceânica de Salvador, Bahia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical. 73p. 2010.

BAHIA, R.G., ABRANTES, D.P., BRASILEIRO, P.S., PEREIRA-FILHO, G.H. & AMADO-FILHO, G.M. Rhodolith bed structure along a depth gradient on the northern coast of Bahia State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. 58: 323-337. 2010.

BAHIA, R.G. **Algas coralináceas formadoras de rodolitos da plataforma continental tropical e ilhas oceânicas do Brasil: levantamento florístico e taxonomia**. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical. 220 p. 2014.

BAK, R.P.M.; EIGERSHUIZEN, J.H.B.W. **Patterns of oil-sediment rejection in corals**. Marine Biology, v. 37, p. 105-113, 1976.

BAKER, P. T. 1991. Human adaptation theory: successes, failures and prospects. **J. Hum. Ecol.** Special Issue N^o. 1:39-48.

BENCKE, G.A., G.N. MAURÍCIO, P.F. DEVELEY e J.M. GOERCK. **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte I - Estados do Domínio da Mata Atlântica**. Save Brasil, São Paulo, SP, 2006.

BERTRAM, G. C. L.; BERTRAM, C. K. R. 1964. Manatees in the Guianas. **Zoologica (New York Zoological Society)** 49:115-120.

BJORNDAL, K.A., BOLTEN, A.B., MOREIRA, L., BELLINI, C. & MARCOVALDI, M.A. 2006. Population structure and diversity of Brazilian green turtle rookeries based on mitochondrial DNA sequences. **Chelonian Conservation and Biology**. 5(2): 262-268

BOSENCE, D.W.J. **The occurrence and ecology of recent rhodoliths - a review**. In: Peryt, T.M. ed. Coated grains. Berlin, Springer-Verlag Press, 225-242 pp. 1983.

BRASILEIRO, P. S. PEREIRA-FILHO, G. H. BAHIA, R. G. ABRANTES D. P. GUIMARÃES S. M. P. B. MOURA R. L. FRANCINI-FILHO R. B. BASTOS A. C. AMADO-FILHO G. M. Macroalgal composition and community structure of the largest rhodolith beds in the world. **Marine Biodiversity**. DOI 10.1007/s12526-015-0378-9. 2015.

CALBET, A.; LANDRT, M. R. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems. **Limnol. Oceanogr.**, 49(1), 51–57. 2004.

CARVALHO, R. R.; ANDRADE, L. G.; LIMA, I. M. S.; MACEDO, H. S.; SOUZA, S. C. P.; LAILSON-BRITO, J.JR.; DORNELES, P. R. & AZEVEDO, A.F. Fidelidade do boto-cinza (*Sotalia guianensis* van Bénédén, 1864) a Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Anais... IX Congresso de Ecologia do Brasil**. Rio de Janeiro. 2009.

CASTRO, C. B. (Rel.). 1997. **Desenvolvimento de um Plano de Ação para a Conservação dos Recursos Marinhos do Complexo de Abrolhos: Aspectos Ambientais**. Conservation International. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Salvador. 104 p

CHUNG, I.Y.; CHO, K.; HIRAOKA, K.; MUKAI, T.; NISHIJIMA, W.; TAKIMOTO, K.; OKADA, M. Effects of oil spill on seawater infiltration and macrobenthic community in tidal flats. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49(11-12), p. 959-963, 2004

CIOTTI, A.M.; *et al.* 2007. Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. In: J.L. VALENTÍN (ed.). **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, PJ)**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 61-72 p.

COLEGROVE, K.M., S. Venn-Watson, J. Litz, M.J. Kinsel et al. 2016. Fetal distress and in utero pneumonia in perinatal dolphins during the Northern Gulf of Mexico unusual mortality event. **Diseases of Aquatic Organisms**. Vol. 119: 1–16, 2016.

COSTA, I.O. **Estudos taxonômicos em algas coralináceas não articuladas no litoral norte da Bahia, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Biodiversidade Vegetal, Universidade do Estado da Bahia, 99p. 2013.

CPRM/ANP. **Base batimétrica**. Serviço Geológico do Brasil. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2013.

DAUVIN, J. C. 1998. The fine sand *Abra alba* community of the bay of Morlaix twenty years after de Amoco Cadiz oil spill. **Marine Pollution Bulletin**. 36:669-676.

DAVIDSON, O. G. 1998. **The enchanted braid: coming to terms with nature on a coral reef**. John Wiley. New York. 72 p.

DIAS, G.T.M. Granulados bioclásticos – algas calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, Vol. 18(3): 307-318. 2000.

DIEZ, I; SECILLA, A; SANTOLARIA, A & GOROSTIAGA, J M. Ecological monitoring of intertidal phytobenthic communities of the Basque Coast (N Spain) following the Prestige oil spill. **Environ. Monit. Assess.** p. 555-575. 2009.

DEVENISH, C., DIAZ FERNANDEZ, D.F., CLAY, R.P., DAVIDSON, I. & YÉPEZ ZABALA, I. (eds). **Important bird areas Americas – Priority sites for biodiversity conservation**. BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16), Quito, Ecuador. 2009. Webpage do projeto: <www.birdlife.org/datazone/site>

EGRES, A. G. **Avaliação Experimental dos Efeitos de Óleo Diesel sobre a Macrofauna Bêntica de Baixios não Vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná-Brasil)**. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos. Universidade Federal do Paraná. 42 f. Pontal do Paraná, 2011

ELLIOT, M.A., BUTTNER, M.J. and NODWELL, J.R. (2008) Multicellular Development in *Streptomyces*. Chapter 24 in: **Myxobacteria: Multicellularity and Differentiation**. Editor: D. Whitworth. ASM Press, Washington, D.C.

ELMGREN, R.; HANSSON, S.; LARSSON, U.; SUNDELIN, B.; BOEHM P. D. The "Tsesis" oil spill: Acute and long-term impact on the benthos. **Mar. Biol.** (1983) 73: 51.

FARIAS, J. N., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R., BOUZON, Z., OLIVEIRA, E. C. & HORTA, P.A. *Lithothamnion superpositum* (Corallinales; Rhodophyta): First description for the Western Atlantic or rediscovery of a species? **Phycological Research**. 58: 210-216. 2010.

FIGUEIREDO, M.A. de O., SANTOS DE MENEZES, K., COSTA-PAIVA, P., PAIVA, P.C. & VENTURA, C.R.R. Experimental evaluation of rhodoliths as living substrata for infauna at the Abrolhos Bank, Brazil. **Ciencias Marinas**. 33(4): 427-440. 2007.

FREITAS-NETTO, R.; SICILIANO, S. (2007). Contribuição ao conhecimento da distribuição da toninha *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny 1844) no estado do Espírito Santo sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** 21: 35–45.

FLORES, P.A.C. Tucuxi – *Sotalia fluviatilis*. Pp. 1267-1269. In: W. F. Perrin, B. Würsig & J.G.M. Thewissen (eds.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. Academic Press, San Diego, USA. 1414 p. 2002.

FOSTER, M.S. Rhodoliths: between rocks and soft places. **Journal of Phycology**. 37:659-667. 2001.

GHERARDI, D. F. M. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from arvoredo island, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**. 52 (3/4): 207-224. 2004.

GRAY, N. F. 1980. **The comparative ecology of highrate plastic, conventional mineral and mixed plastic/mineral media in the treatment of domestic sewage in percolating filters**. Vol. I. Ph.D. thesis, Council for National Academic Awards.

GUNDLACH, E.R.; HAYES, M.O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. **Mar. Tech. Soc. J.**, v. 2, n. 4, p. 18-27, 1978.

HAYS, H.; LIMA, P.; MONTEIRO, L.; DI COSTANZO, J.; CORMONS, G.; NISBET, I.C.T.; SALIVA, J.E.; SPENDELOW, J.A.; BURGER, J.; PIERCE, J. & GOCHFELD, M. A Nonbreeding Concentration of Roseate and Common Terns in

Bahia, Brazil (Concentración de Individuos de *Sterna dougallii* y de *S. hirundo* en Bahia, Brazil). **Journal of Field Ornithology**, 70 (4): 455-464, 1999.

HANEY, J. C., GEIGER, H. J., SHORT, J. W. Bird mortality from the Deepwater Horizon oil spill. I. Exposure probability in the offshore Gulf of Mexico. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 513:225-237. 2014a.

HANEY, J. C., GEIGER, H. J. & SHORT, J. W. Bird mortality from the Deepwater Horizon oil spill. II. Carcass sampling and exposure probability in the coastal Gulf of Mexico. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 513: 239-252. 2014b.

HAWKINS, P.R.; RUNNEGAR, M.T.; JACKSON A.R.; FALCONER, I.R. 1985. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue-green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju isolated from a domestic water supply reservoir. **Appl Environ Microbiol.** 1985 Nov;50(5):1292-5.

HISCOCK, K. 1985. **Aspects of the ecology of rocky sublittoral areas.** In: The ecology of rocky coasts: essays presented to J.R. Lewis D.Sc, ed. by P.G. Moore & R. Seed, 290–328. London, Hodder and Stoughton.

HORWOOD, J. 1990. **Biology and exploitation of the minke whale.** CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

ICMBIO. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil.** Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), CEMAVE. Cabedelo, PB. 63 p. 2016.

IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis. **Estado da Arte Sobre Estudos de Rodólitos no Brasil – Relatório Final.** Rio de Janeiro. 64p. 2014.

IPIECA. **Biological Impacts of Oil Pollution: Mangroves.** IPIECA Report Series. V.4, 1993

JACKSON, J. B. C., CUBIT, J. D., KELLER, B. D., BATISTA, V., BURNS, K., CAFFEY, H. M. Ecological effects of a major oil spill on Panamanian coastal marine communities. **Science**, 243, 37–44. 1989. doi: 10.1126/science.243.4887.37. 1989.

JOHANNES, R. E. (1975). **Pollutions and degradation of coral reef communities**. In: FERGUSON WOOD, E. J. and JOHANNES, R. E. (eds.). Tropical Marine Pollution. Pp. 13-51. Elsevier, Amsterdam.

KATHIRESAN, K. AND RAMESH, M.X. 1991. Establishment of seedlings of a mangrove. **The Indian Forester**, 17(3): 93 95.

KNOPPERS, B. and POLLEHNE, F., 1991. The transport of carbon, nitrogen and heavy metals to the offshore sediments by plankton sedimentation. In EKAU, W. (Ed.). **JOPS 90/91 Cruise Report**. Bremerhavenm: Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. p. 25-30.

KOLIAN, S.R., S. Porter, P.W. Sammarco & E.W. Cake-Jr. Depuration of Macondo (MC—252) oil found in heterotrophic scleractinian corals (*Tubastrea coccinea* and *Tubastrea micranthus*) on offshore oil/gas platforms in the Gulf. **Gulf and Caribbean Research**. Vol 25, p. 99-103, 2013.

LEAL, R.N., D. BASSI, R. POSENATO & G.M. AMADO-FILHO. Tomographic Analysis for Bioerosion Signatures in Shallow-Water Rhodoliths from the Abrolhos Bank, Brazil. **Journal of Coastal Research**. 28(1): 306-309. 2012.

LEGORE, S.; MARSZALEK, D. S.; DANEK, L. J.; TOMLINSON, M. S.; HOFMANN, J. E. Effect of Chemically Dispersed Oil on Arabian Gulf Corals: A Field Experiment. **Proceedings...** Oil Spill Conference (Prevention, Behavior, Control, Cleanup). 20th Anniversary Conference. February 13-16. San Antonio, Texas. 1989

LESSA, G. C., 2000. **Apostila do curso de geologia marinha**. Laboratório de Estudos Costeiros - CPGG - IGEO – UFBA.

LEWIS, E.R. 1976. Surface morphology of the bullfrog amphibian papilla. **Brain Behav Evol**. 1976;13(2-3):196-215.

LIMA, P. C. & LIMA, R. C. F. R. **APA do Litoral Norte da Bahia (Mangue Seco)**. In: VALENTE, R. M., SILVA, J. M. C., STRAUBE, F.C. & NASCIMENTO, J.L.X. (Org.). Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil. Conservação Internacional. Belém. 406p. 2011.

LIMA, P. C. **Aves do Litoral Norte da Bahia**. AO Online. Bahia. 616p. 2006.

LIMA, P. C., HAYS, H., LIMA, R. C. F. R., CORMONS, T., CORMONS, G., DiCONSTANZO, J. & SANTOS, S. S. Recuperações de *Sterna dougallii* (Montagu, 1813) na Bahia, Brasil, entre 1995 e 2004. **Ararajuba**. 12 (2):147-149, 2004a.

LUNARDI, V. O. **Estratégias de forrageamento e evitação de predadores em Charadriidae e Scolopacidae na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. 157 p. 2010.

MATTA, R. F. da. 2014. **Variação Sazonal na Abundância e Biologia Reprodutiva da Gaivota *Larus dominicanus* Lichtenstein, 1823 (AVES: LARIDAE)**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. UFRRJ. Seropédica. 78 f.

MELO, C. L. C. 2010. **Hábito alimentar do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 118 p.

MICHEL, J.; HAYES, O. **Sensitivity of coastal environments to oil**. In: NOAA. An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response. [S.L.], (NOAA Report, HMRAD 92-4). 1992.

MILANELLI, J.C.C. & LOPES, C.F. 1998. Efeitos do derrame de óleo "Penelope" e do jateamento a baixa-pressão sobre populações de *Chthamalus* spp. da Praia do Viana, Ilhabela, SP. IV SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS. **Publicação ACIESP** 104(4): 61-79.

MINTER, B.A.; J.P. COLLINS; K.E. LOVE & R. PUSCHENDORF. 2014. Avoiding (re)extinction. **Science** 344: 260–261. doi: 10.1126/science.1250953"

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva**. Programa REVIZEE. Relatório Executivo. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos humanos. 2006

MOURA, R. L, SECCHIN, N. A., AMADO-FILHO, G. M., FRANCINI-FILHO, R. B., FREITAS, M. O., MINTE-VERA, C. V., TEIXEIRA, J. B., THOMPSON, F. L., DUTRA, G. F., SUMIDA, P. Y. G., GUTH, A. Z., LOPES, R. M., BASTOS, A. C. Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. **Continental Shelf Research**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.04.036>. 2013.

MOURA, R.L., G.M. AMADO-FILHO, F.C. MORAES, P.S. BRASILEIRO, P.S. SALOMON, M.M. MAHIQUES, A.C. BASTOS, M.G. ALMEIDA, J.M. SILVA JR., B.F. ARAUJO et al. An extensive reef system at the Amazon River mouth. **Science Advances**. 2016, 2: e1501252, 11 p. 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects**. National Academy Press, Washington, D.C. 265 pp. 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Environmental Information for Outer Continental Shelf Oil and Gas Decisions in Alaska**. Report from the Committee to Review Alaskan Outer Continental Shelf Environmental Information. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., 254 pp. 1994.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **Characteristic coastal habitats - Choosing Spill Response Alternatives**. NOAA, Seattle, 2000, 87 pp.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **2010 Gulf of Mexico Oil Spill: Sea Turtles, Dolphins, and Whales**. National Oceanic and Atmospheric Administration. Disponível em: <<http://www.nmfs.noaa.gov/pr/health/oilspill/gulf2010.htm>>. Updated: October 10, 2014.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **Environmental Sensitivity Index Guidelines**. Version 3.0. Technical Memorandum NOS OR&R 11. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 89 pp. + apêndices. 2002

NORSOK (1998) - NORSOK STANDARD. 1998. **Risk and emergency preparedness analysis**. Oslo, p. 116.

O'BRIEN P. Y., DIXON P. S. The effects of oils and oil components on algae: a review. **British Phycological Journal**, 11: 115- 142. 1976.

OGX/AECOM. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA: Desenvolvimento e Escoamento da Produção de Petróleo - Blocos BM-C-39 e BM-C-40, Bacia de Campos**. Revisão 00, nov/2011. 2011a.

OGX/AECOM. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA: Desenvolvimento e Escoamento da Produção de Petróleo - Bloco BM-C-41, Bacia de Campos.** Revisão 00, set/2011. 2011b.

OGX/HABTEC. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA: Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-C-39, BM-C-40, BM-C-41, BM-C-42 e BM-C-43, Bacia de Campos.** Revisão 00, ago/2008. 2008.

PANOUS, M.; SUSINI, S.M. 1987. Production primaire du phytoplancton. In: Guille, A.; Ramos, J. M. (eds.). **Terres Australes et Antarctiques Françaises.**

PATIN, S. Environmental impact of the offshore oil and gas industry. East Northport, NY. **EcoMonitor Publishing**, 1999.

PEREIRA-FILHO, G.H. et al. Reef Fish and Benthic assemblages of the Trindade and Martin Vaz island group, Southwestern Atlantic. **Brazilian Journal of Oceanography**. 59: 201-212. 2011.

PEREIRA-FILHO, G.H., AMADO-FILHO, G.M., MOURA, R.L., BASTOS, A.C., GUIMARÃES, S.M., SALGADO, L.T., FRANCINI-FILHO, R.B., BAHIA, R.G., ABRANTES, D.P., GUTH, A.Z. & BRASILEIRO, P.S. Extensive rhodolith beds cover the summits of southwestern Atlantic Ocean seamounts. **Journal of Coastal Research**. 28: 261-269. 2012.

PETROBRAS/AECOM. **Diagnostico de Fauna do Litoral da Bahia e Norte do Espírito Santo – Relatório consolidado de Campo.** Rio de Janeiro. 185p. 2014.

PETROBRAS/HABTEC. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA): Teste de Longa Duração de Forno – Poço 3-AB-125-RJS, Concessão de Albacora, Bacia de Campos.** Revisão 00, jun/2015. 2015.

PINHEIRO, H.T., FERREIRA, A.L. & TEIXEIRA, J.B. **Diagnóstico ambiental do litoral sul do estado do Espírito Santo: estudos complementares para a criação de uma unidade de conservação marinha.** Associação Ambiental Voz da natureza. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Núcleo de Unidades de Conservação do Espírito Santo – ICMBio. Vitória. 223 p. 2010.

PUENTE, E. M.; LI, C.Y.; BASHAN, Y. 2009. Endophytic bacteria in cacti seeds can improve the development of cactus seedlings. **Environmental and Experimental Botany**. v. 66. i. 3. 402-408 pp. 2009.

RIUL, P. **Aspectos da biologia e ecologia de rodolitos e comunidade associada na grande João Pessoa, PB.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba. 91p. 2007.

RIUL, P., LACOUTH, P., PAGLIOSA, P.R., CHRISTOFFERSEN, M.L. & HORTA, P.A. Rhodolith beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. **Aquatic Botany**. doi:10.1016/j.aquabot.2008.12.002. 2009.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., COELHO-JUNIOR, C. & TOGNELLA-DE-ROSA, M. 2004. **Manguezais**. Editora Ática, São Paulo.

SCHREIBER, E. A., & BURGER, J. eds. **Biology of marine birds**. CRC Press, 2002

SCHWACKE, L.H., C.R. SMITH, F.I. TOWNSEND, R.S. WELLS, L.B. HART, B.C. BALMER, et al. Health of Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Barataria Bay, Louisiana, Following the Deepwater Horizon Oil Spill. **Environmental Science and Technology**. 48:93–103. 2014.

SPIES, T.A., and J.F. FRANKLIN. 1996. **The diversity and maintenance of oldgrowth forests**. In: Biodiversity in managed landscapes: Theory and practice, eds. R.C. Szaro and D.W. Johnston, 296–314. New York: Oxford University Press.

SPOONER, M. F. 1970. Oil spill in Tarut Bay, Saudi Arabia. **Mar. Poll. Bull.** 1:166-167

STEKOLL, M. S.; CLEMENT, L. E. and SHAW, D. G. 1980. Sublethal effects of chronic oil exposure on the intertidal clam *Macoma balthica*. **Mar. Biol.** 57:51-60.

STELLER, D.L., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R., FOSTER, M.S. & ROBERTS, C., Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of anthropogenic disturbances. **Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystems**, 13: 5-20. 2003.

TNO - PURPLE BOOK. **Guidelines for quantitative risk assessment** – First edition. 1999/2005

UNDERWOOD, A. J. 1989. The analysis of stress in natural populations. **Biological Journal of the Linnean Society**. 37: 51–78.

VENN-WATSON S, COLEGROVE KM, LITZ J, KINSEL M, TERIO K, SALIKI J, et al. Adrenal Gland and Lung Lesions in Gulf of Mexico Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) Found Dead following the Deepwater Horizon Oil Spill. **PLoS ONE** 10(5): e0126538. 2015.

VILLAS-BOAS, A.B, FIGUEIREDO, M. A de O. & VILLAÇA, R.C. Colonization and growth of crustose coralline algae (Corallinales, Rhodophyta) on the Rocas Atoll. **Brazilian Journal of Oceanography**, 53(3/4): 147-156. 2005.

VILLAS-BOAS, A.B., RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. & FIGUEIREDO, M. A. DE O. Community structure of rhodolith-forming beds on the central Brazilian continental shelf. **Helgoland Marine Research** (2014) 68:27–35. DOI 10.1007/s10152-013-0366-z. 2014a.

WALKER, R. G. & PLINT, A. G., 1992. Wave- and storm-dominated shallow marine systems. In: Walker, R. G. & James N. P. (eds.), Facies models response to sea level changes. **Geological Association of Canada**. 219-238.