

II.13 ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS

Este capítulo apresenta a Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais da Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PEPB-1 e BM-PEPB-3, das Unidades Marítimas de Perfuração NS-41 e NS-42.

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

II.13.2 - 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.13.3 - Identificação dos Cenários Acidentais: são apresentados, independentemente da frequência, todos os cenários acidentais possíveis de ocorrer, e estes são avaliados quantitativamente;

II.13.4 - Avaliação das Consequências: são identificadas as áreas passíveis de serem atingidas por óleo e os componentes de valor ambiental;

II.13.5 - Cálculo dos Riscos Ambientais: o risco ambiental é apresentado por componente ambiental ameaçado;

II.13.6 - 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.13.7 - Revisão do Estudo de Análise de Riscos: são apresentadas medidas que promovam a melhoria da segurança ambiental; e

II.13.8 - Plano de Gerenciamento de Riscos: são apresentadas e relacionadas as medidas preventivas e mitigadoras levantadas pelo Estudo de Análise de Risco.

II.13.1 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.13.2 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.

A **Figura II.13.2-1** apresenta o número de plataformas offshore de perfuração e produção, por região no mundo em 2015.

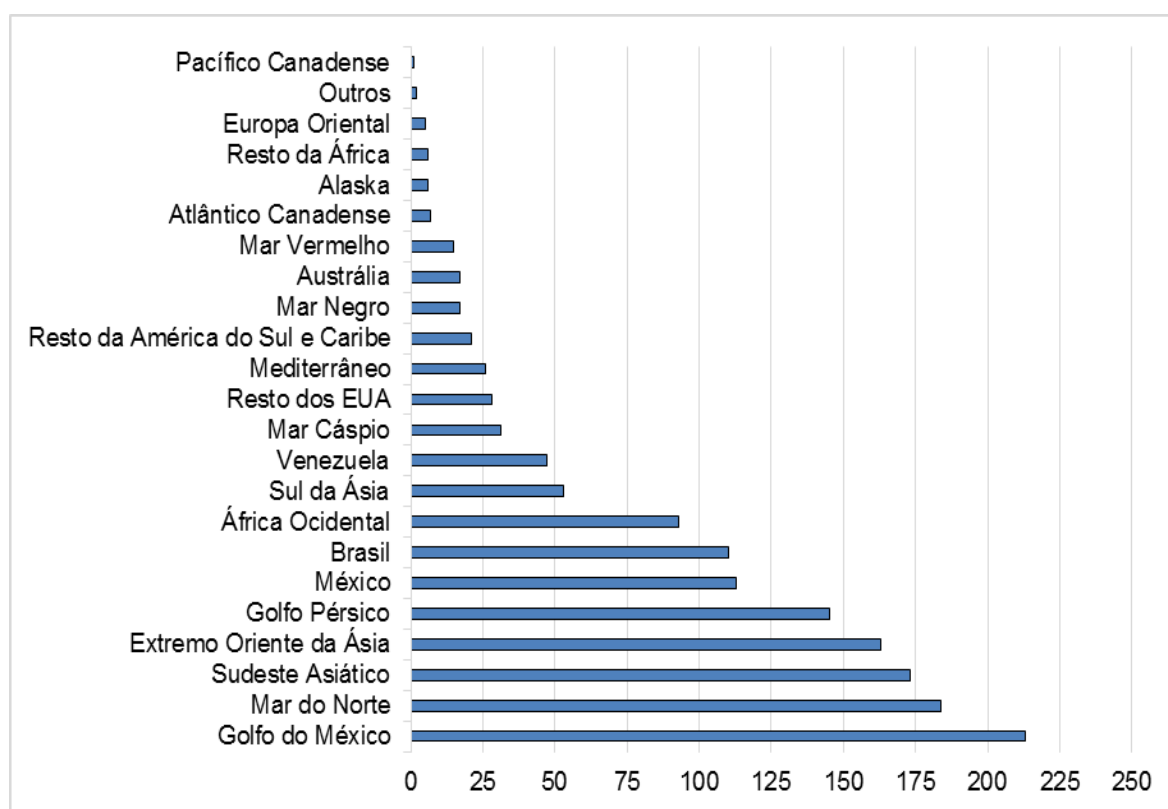


Figura II.13.2-1 - Distribuição do número de plataformas offshore de perfuração e produção, por região no mundo - período de 2015.

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 Pétrole;
- 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.

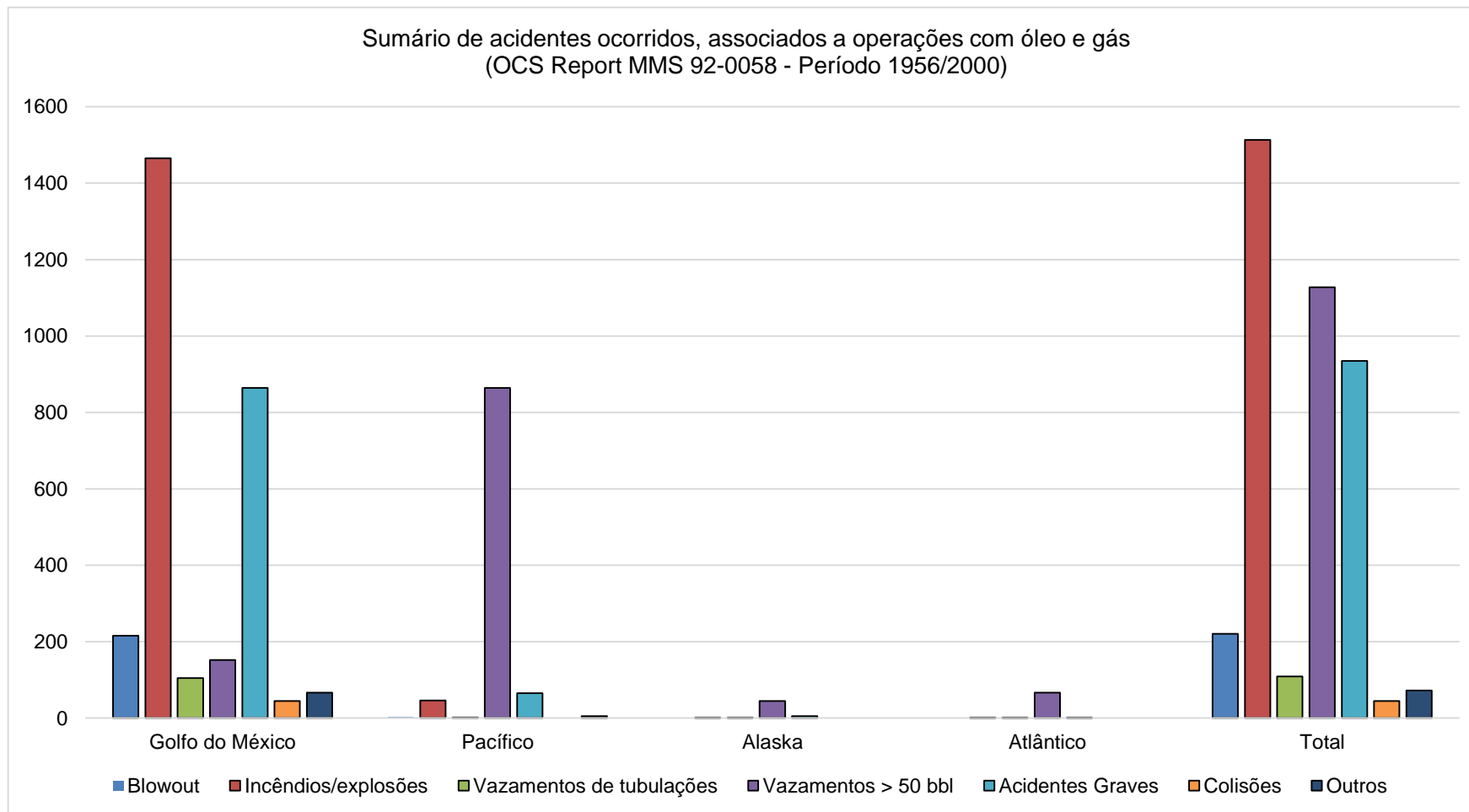
II.13.2.1 Bureau Of Ocean Energy Management (Boem) E Bureau Of Safety And Environmental Enforcement (Bsee)

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 pela **Figura II.13.2.1-1**, 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.

Figura II.13.2.1-1 - Distribuição dos tipos de acidentes por região coberta pelo Relatório MMS 92-0058.

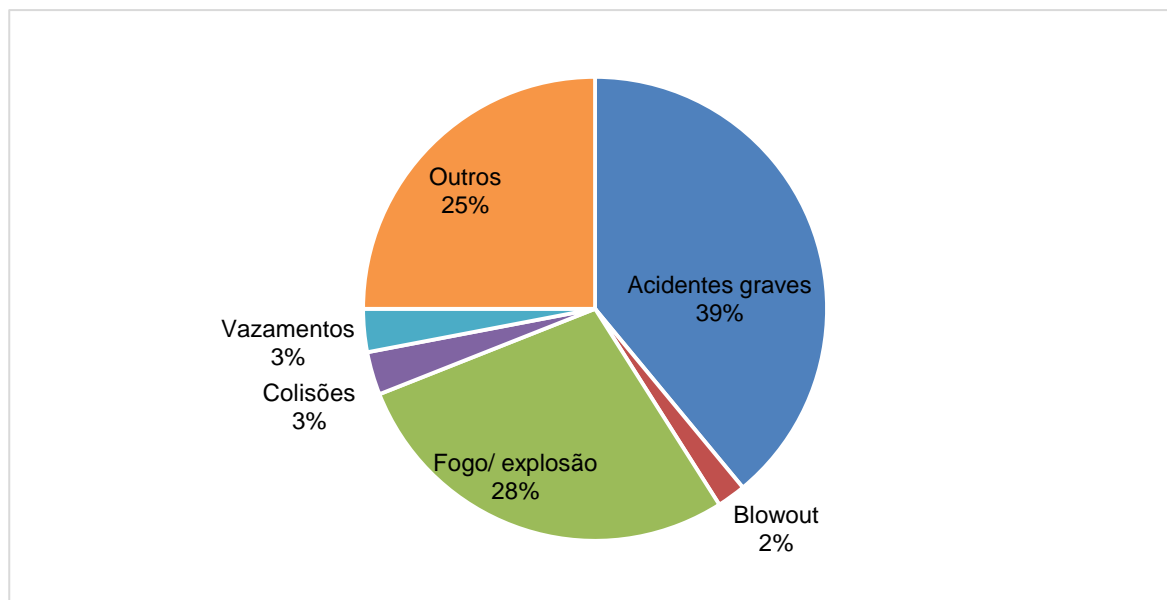
O **Quadro II.13.2.1-1** mostra o total de incidentes ocorridos no OCS, unindo-se as regiões do Golfo do México e Pacífico, no período de 1980 a 2014. A união das regiões se deu pelo fato de que a diferença é praticamente nula, comparando a região do Golfo do México com o Pacífico. Deve-se tomar atenção com relação às colisões, que passaram a ser contabilizadas somente a partir de 1995. A **Figura II.13.2.1-2** 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.13.2.1-1 - 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

Ano	Incidentes					
	Acidentes graves	Blowout	Incêndio/ Explosão	Colisões	Vazamentos > 50 bbl	Outros
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
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

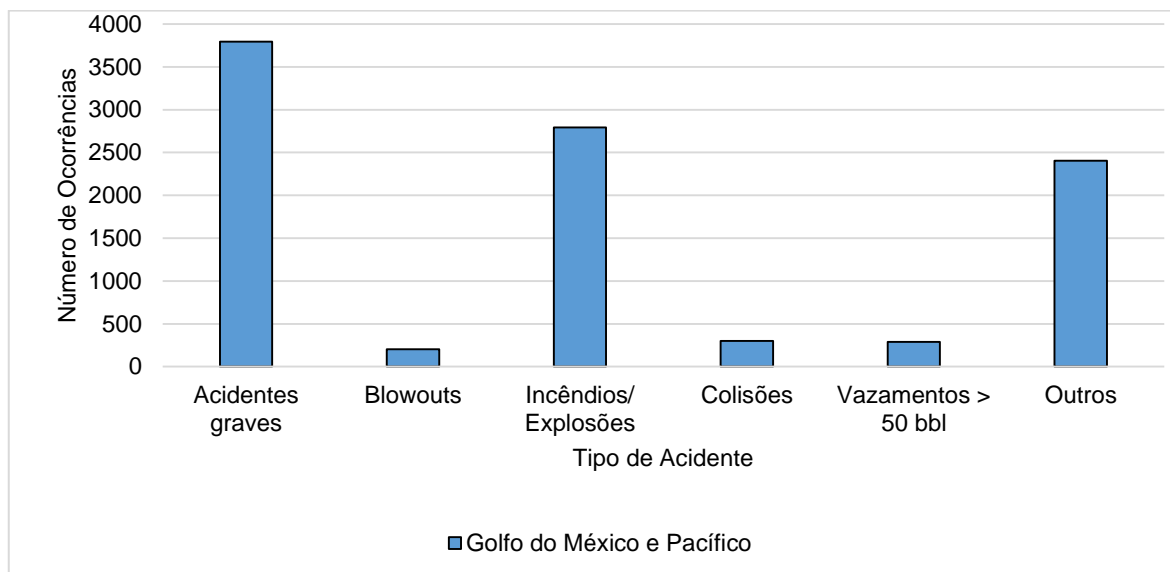
Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014.

Figura II.13.2.1-2 - Percentual de incidentes por tipo, ocorridos no OCS, de 1980 a 2014.

Na **Figura II.13.2.1-3** 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

Figura II.13.2.1-3 - Número de acidentes por tipo, de acordo com a região, de 1980 a 2014.

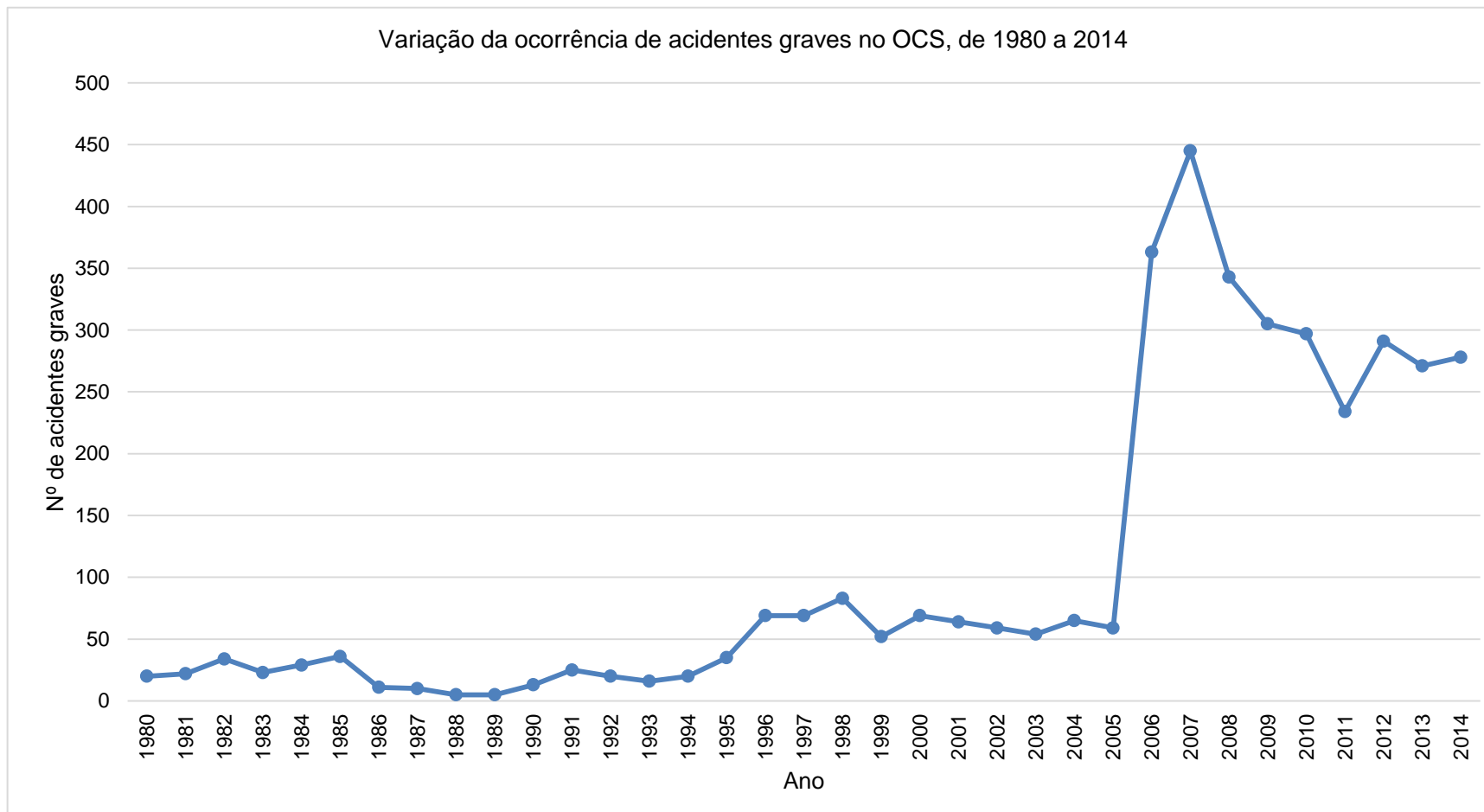
Ao direcionarmos a análise para os acidentes graves, constrói-se a **Figura II.13.2.1-4**, que indica a ocorrência de acidentes graves, no decorrer de 1980 a 2014, no OCS. Em 2006 houve alteração nas regras de registro dos acidentes por isso o salto repentino no Figura. Após este período inicial percebe-se uma tendência de estabilização.

Já o **Figura II.13.2.1-5** 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 **Figura II.13.2.1-6**, que indica um grande número de ocorrências de incêndios/ explosões, no decorrer de 1980 a agosto/2015, no OCS.

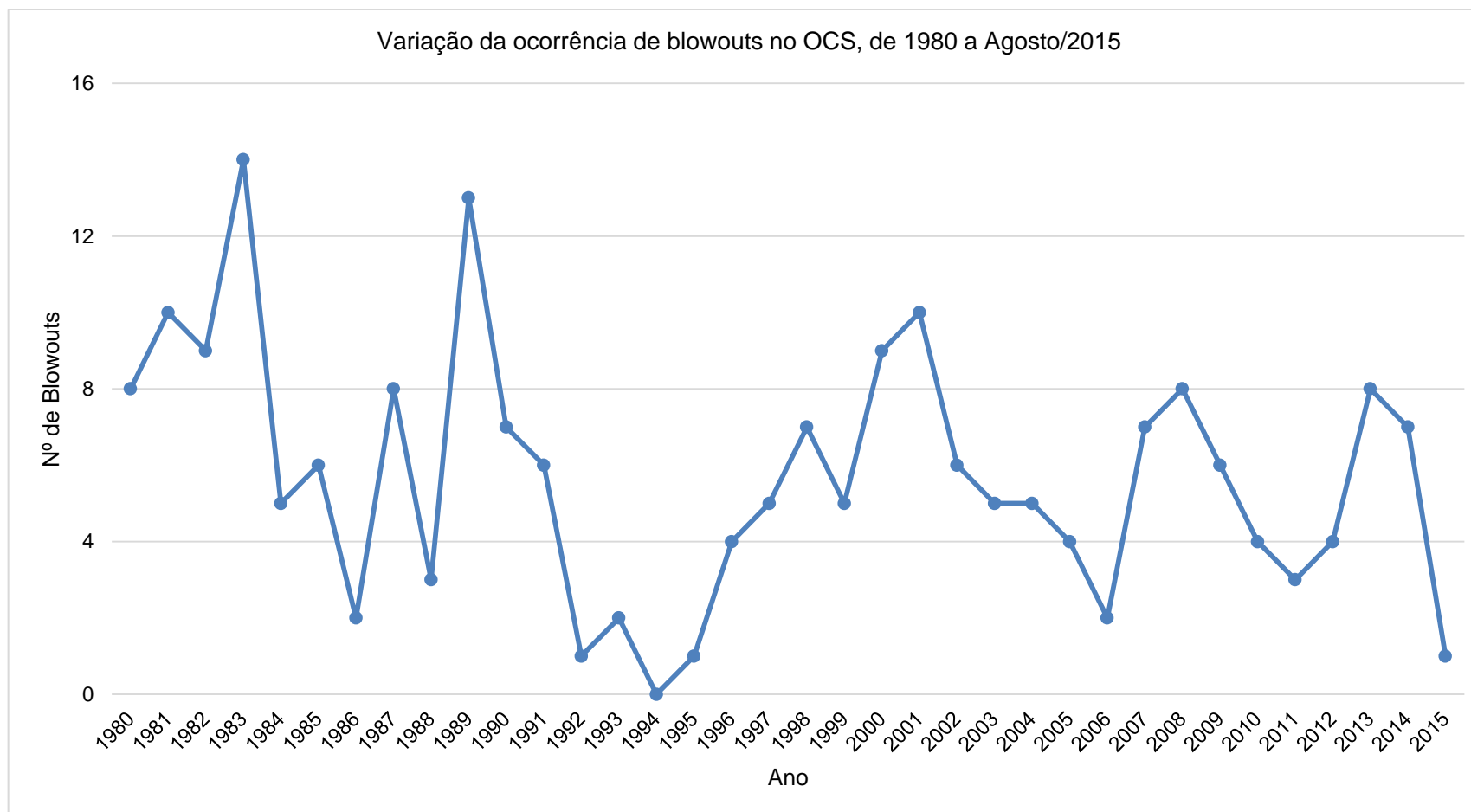
Quanto a acidentes envolvendo colisões, tem-se o **Figura II.13.2.1-7**, que indica o número de ocorrência de colisões registrados, no decorrer de 1980 a 2014, no OCS. Lembrando que o acidente denominado colisão começou a ser contabilizado apenas a partir de 1995, por isso não existem dados para este acidente entre 1980 a 1994.

O **Figura II.13.2.1-8** 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

Figura II.13.2.1-4 - Varição da ocorrência de acidentes graves no OCS, de 1980 a 2014.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a agosto/2015

Figura II.13.2.1-5 - Variação da ocorrência de blowouts no OCS, de 1980 a agosto/2015.

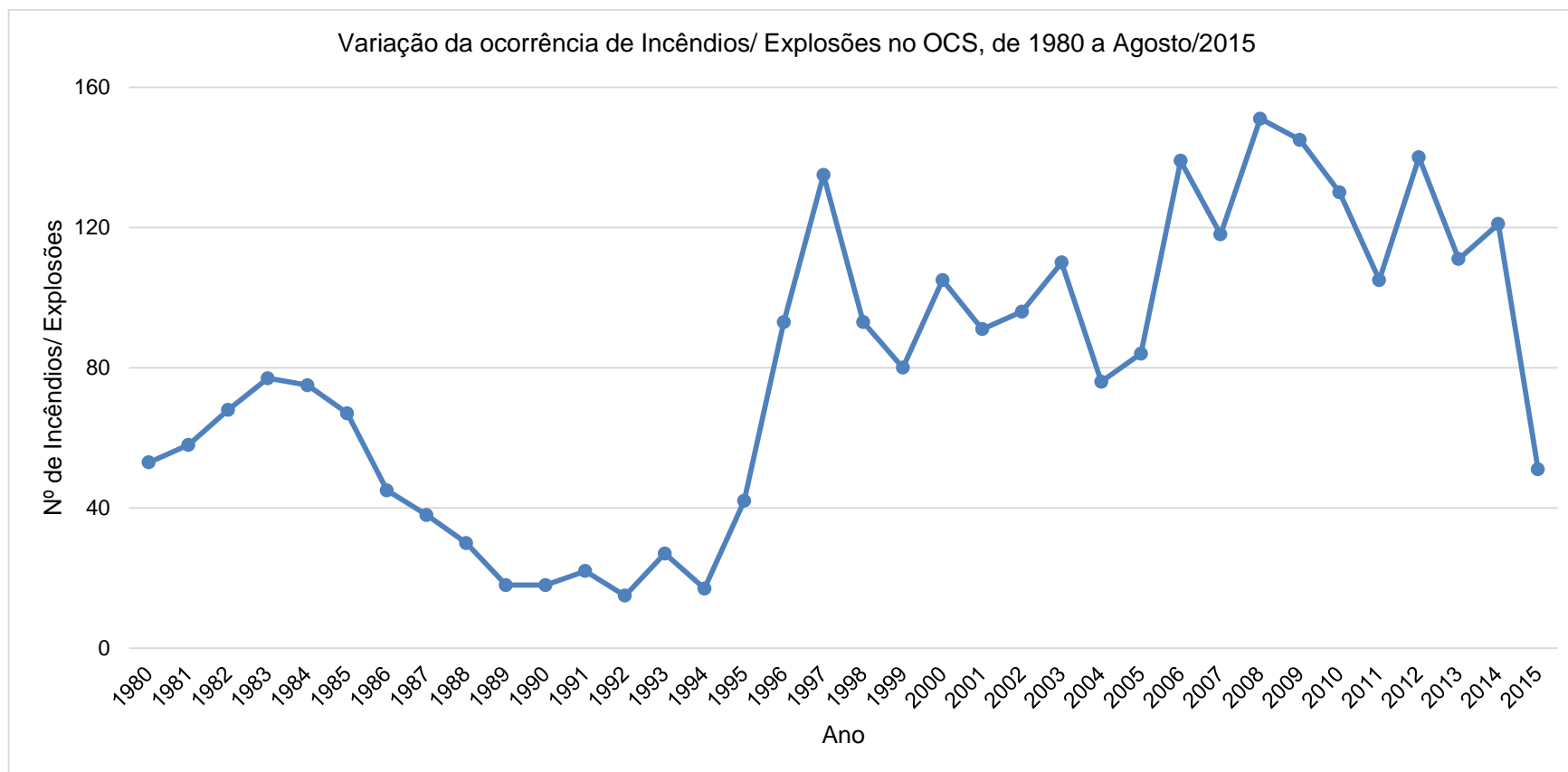
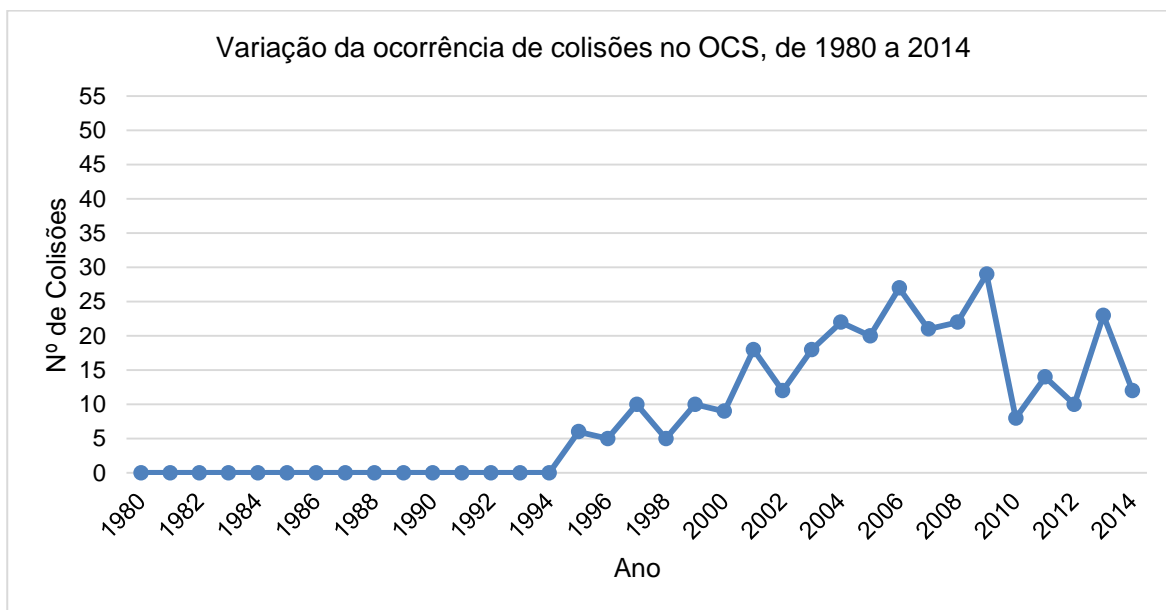
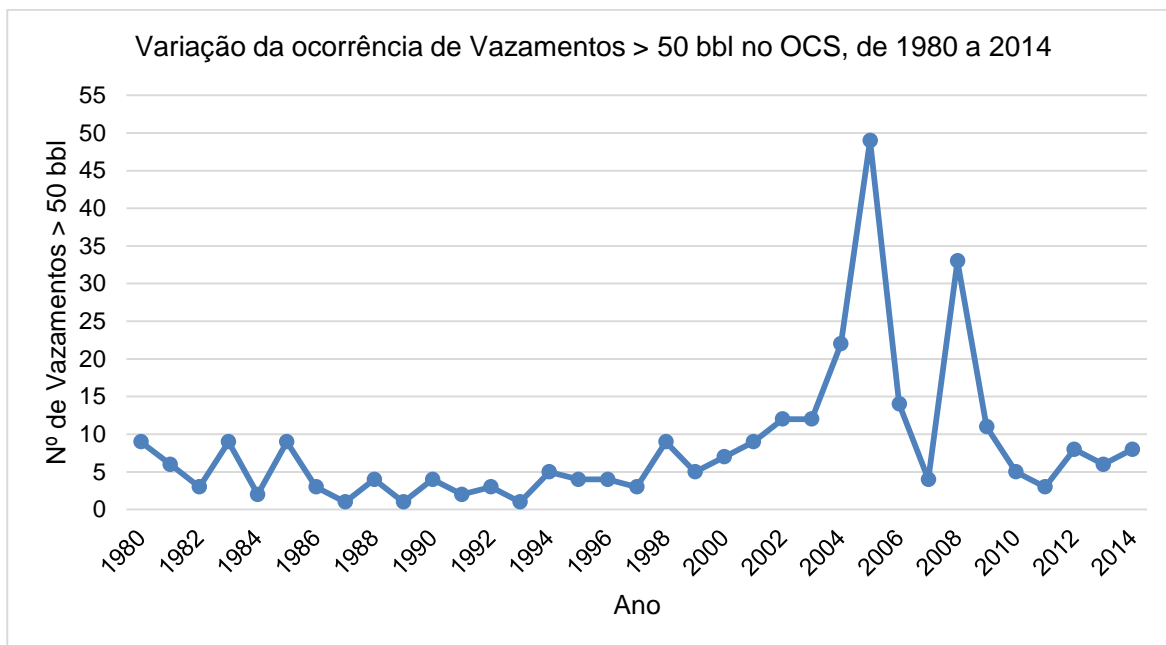


Figura II.13.2.1-6 - *Varição da ocorrência de incêndios/ explosões no OCS, de 1980 a agosto/2015.*



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Figura II.13.2.1-7 - Variação da ocorrência de colisões no OCS, de 1980 a 2014.



Fonte: BOEM e BSEE - 1980 a 2014

Figura II.13.2.1-8 - Variação da ocorrência de vazamentos maiores que 50 bbl no OCS, de 1980 a 2014.

II.13.2.2 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.

A **Figura II.13.2.2-1** e a **Figura II.13.2.2-2** 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.

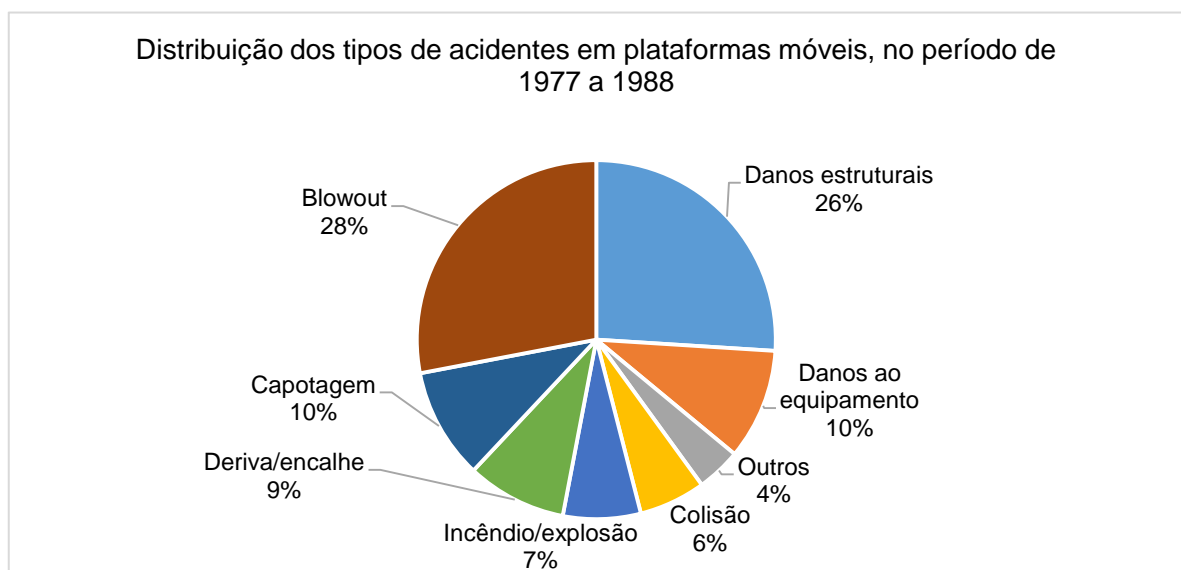
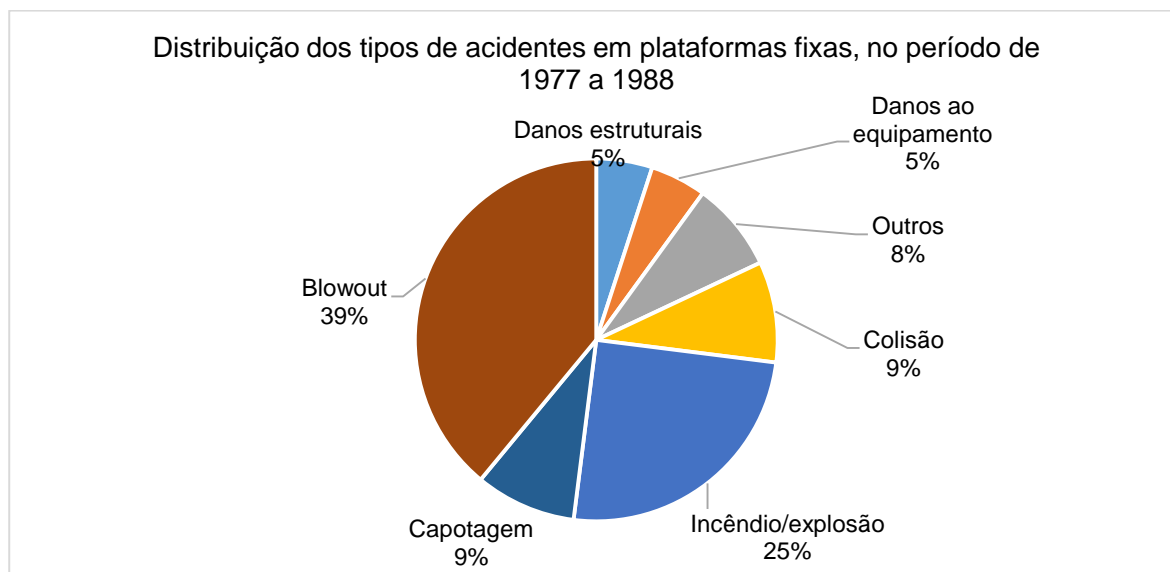


Figura II.13.2.2-1 - Distribuição dos tipos de acidentes em plataformas móveis.



Fonte: Institute Français du Petrole - setembro 1989.

Figura II.13.2.2-2 - Distribuição dos tipos de acidentes em plataformas fixas.

II.13.2.3 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.13.2.3-1** 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.13.2.3-1** e **Quadro II.13.2.3-2** 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 no **Quadro II.13.2.3-3** até o **Quadro II.13.2.3-5**, 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 **Figura II.13.2.3-1** e **Figura II.13.2.3-2**.

Quadro II.13.2.3-1 - 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	Naufração 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	Naufração durante reboque c/ tempestade	Taiwan (Offshore)	***	\$ 14.000.000
Mar/77	Interocean I	Jack-up	Naufração 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
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

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/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
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	Naufração durante reboque	Austrália	***	\$ 50.000.000

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/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
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

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	Zapata Scotian	---	Blowout	Golfo do México	***	\$ 34.200.000
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
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

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/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
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

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*	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
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. “	---	Naufração 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.13.2.3-2 - 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/Bornéo	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	Trimdad (Offshore)	3	***
Abr/74	Dresser Rig nº 70	Jack-up	Capotagem e naufrágio durante reboque	Texas (Offshore)	1	***
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	***

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	***
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 suspense 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	Stafford A	Plataforma fixa	Incêndio no setor de utilidades	Mar do Norte	5	***
Jun/78	LN-OQS	Helicóptero	Queda durante vôo para plataforma Stafjord 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	***

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/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”	Naufração	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	***
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	Naufração 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	Naufração	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	***

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	***
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	***

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	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	***
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	***

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/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	***
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 Odissey	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	***
Jan/89	Sedco 252	Jack-up	Blowout / incêndio	Índia	2	***

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/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	***
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	***

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/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.13.2.3-3 - 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
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.13.2.3-4 - Acidentes relacionados simultaneamente nos quadros anteriores - ordenação quanto ao aspecto monetário.

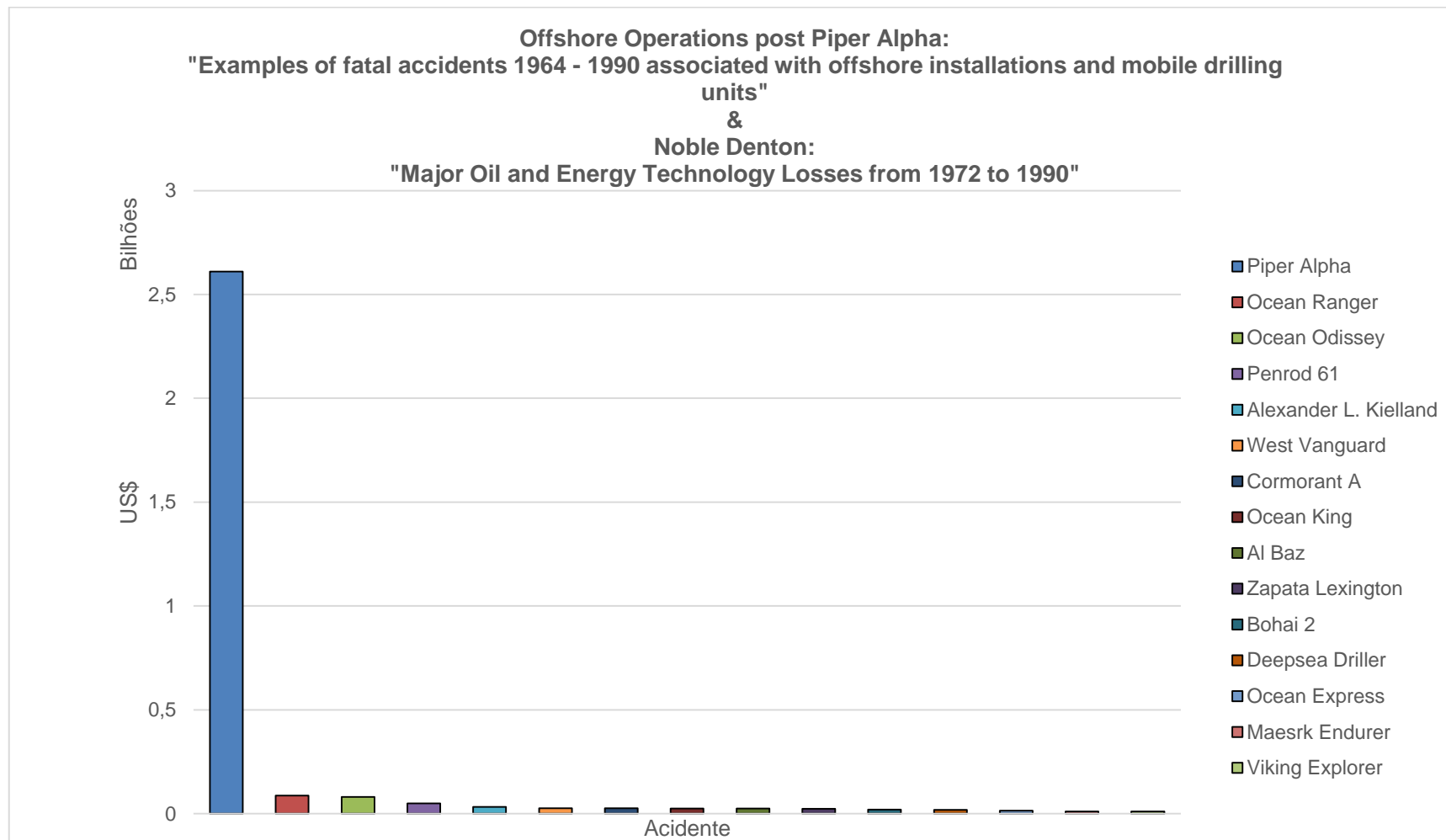
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto ao aspecto monetário						
Data	Unidade / 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 Odissey	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
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.13.2.3-5 - Acidentes relacionados simultaneamente nos quadros anteriores - ordenação quanto à gravidade por fatalidades.

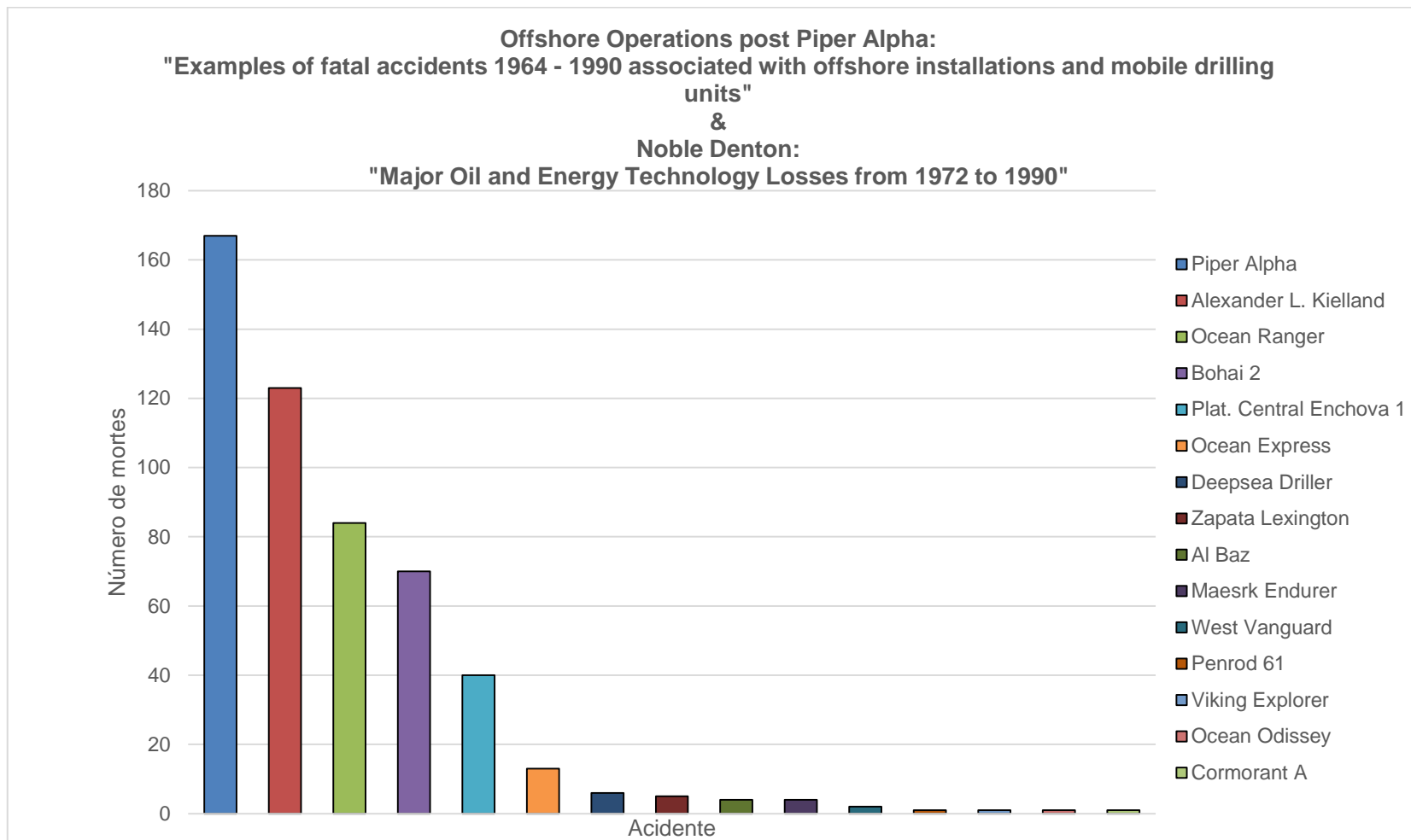
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade por fatalidades						
Data	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
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.

Figura II.13.2.3-1 - Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade monetária.



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-2 - Ordenação dos acidentes comuns quanto à gravidade devido a fatalidades.

Observando estas Figuras, 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.13.2.3-6** 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 **Figura II.13.2.3-3**, 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.13.2.3-7** e a **Figura II.13.2.3-4** 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.

A **Figura II.13.2.3-5** e **Figura II.13.2.3-6** 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 Figura tem-se novamente 21% para incêndios e explosões contra 13% de blowout.

No **Figura II.13.2.3-7** são apresentados os acidentes por tipos de estruturas, onde percebe-se que 32% dos acidentes não foram esclarecidos.

No **Figura II.13.2.3-8** 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.

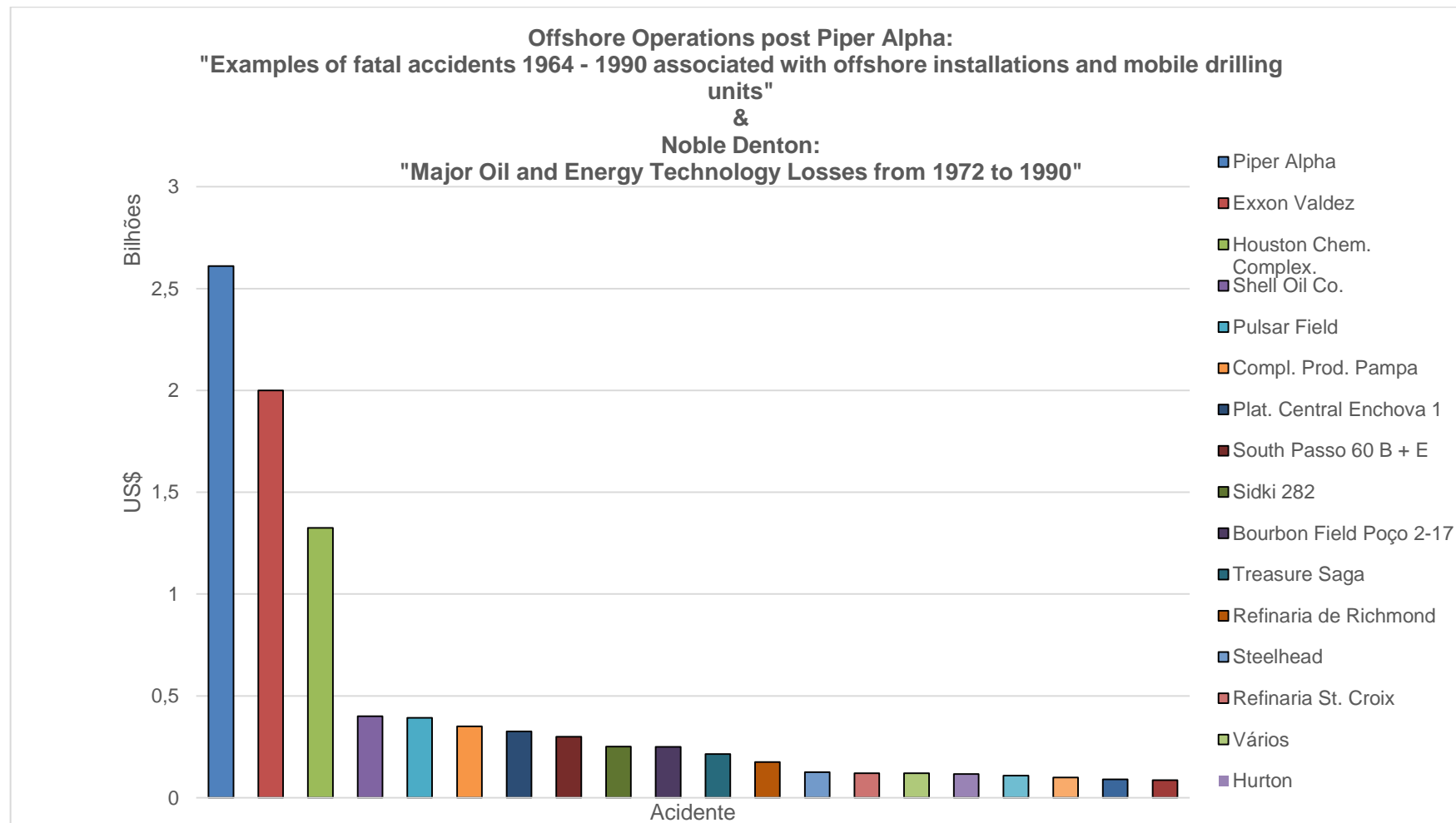
Quadro II.13.2.3-6 - Vinte maiores acidentes conforme critério monetário - Relatório "Noble Denton".

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
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

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”

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.

Figura II.13.2.3-3 - 20 Maiores acidentes conforme critério monetário – Noble Denton.

Quadro II.13.2.3-7 - Vinte acidentes mais graves por fatalidades (Offshore Operations post Piper Alpha).

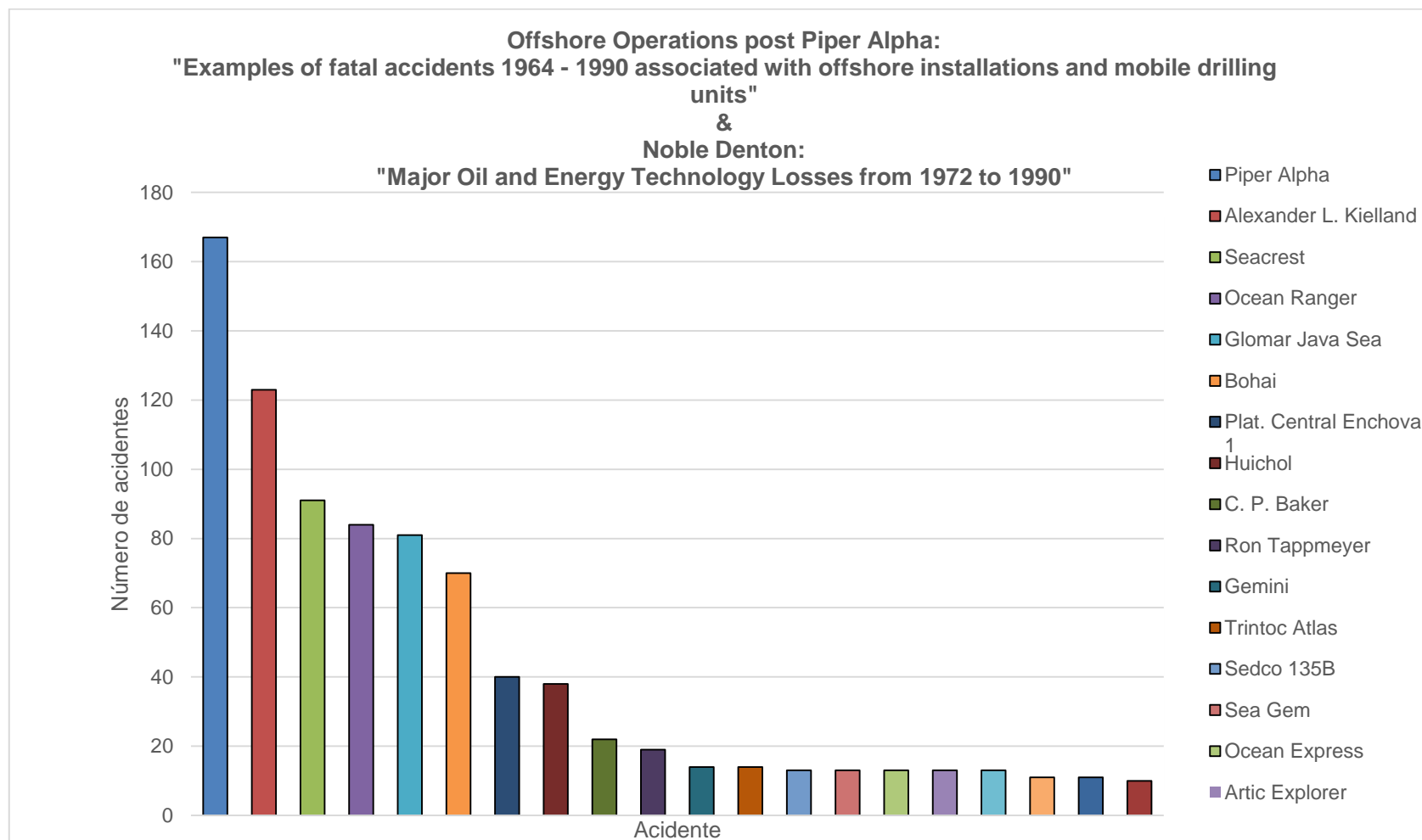
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
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	Naufrágio durante tempestade	Terra Nova – Canadá	84	***
Out/83	Glomar Java Sea	Navio sonda de perfuração	Naufrágio 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	Naufrágio	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.13.2.3-7 (conclusão)

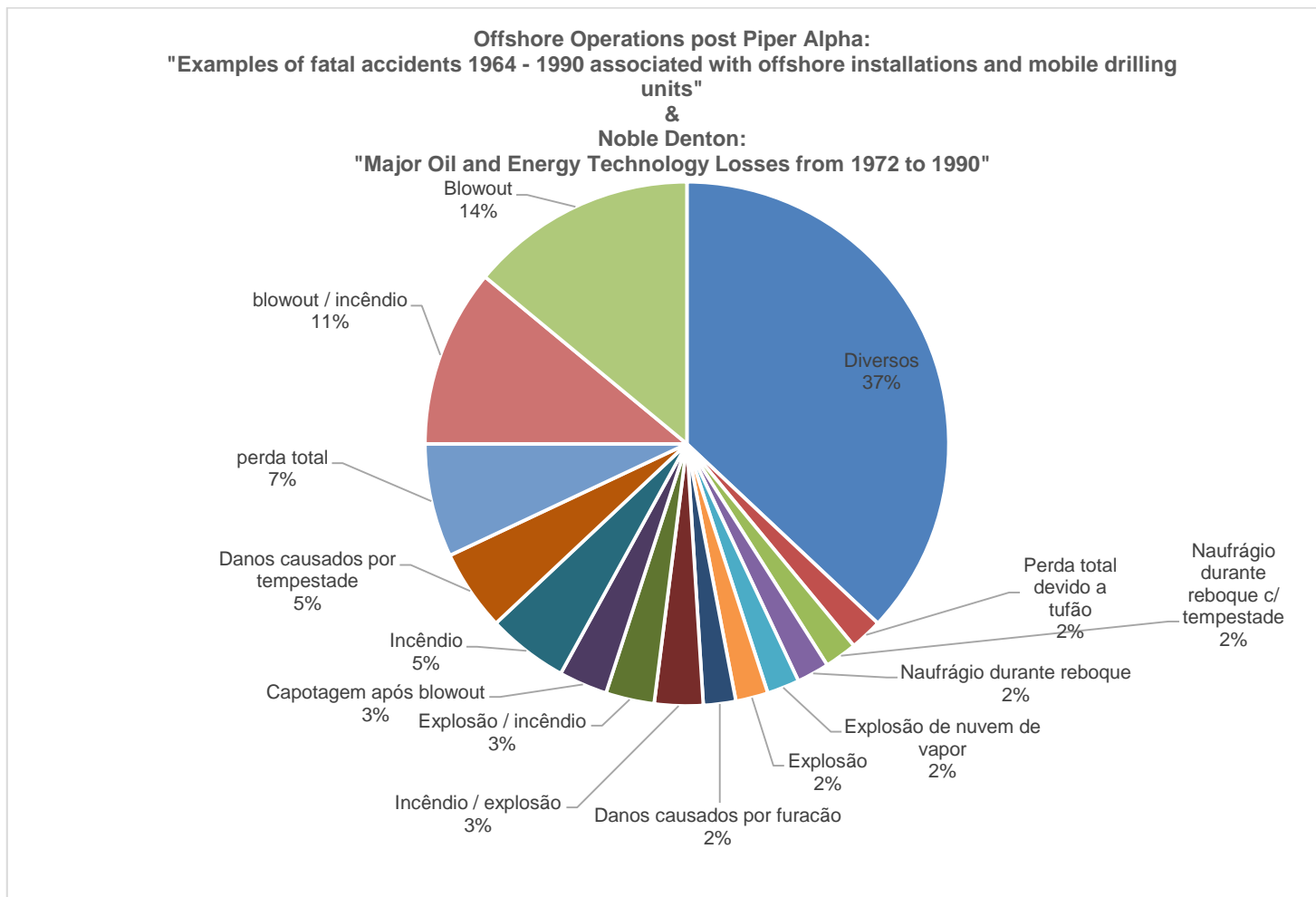
Offshore Operations Post Piper Alpha: “Examples of fatal accidents 1964 – 1990 associated with offshore installations and mobile drilling units” & Noble Denton: “Major Oil and Energy Technology Losses from 1972 to 1990”						
Data	Unidade / Estrutura	Tipo	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	US\$
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.



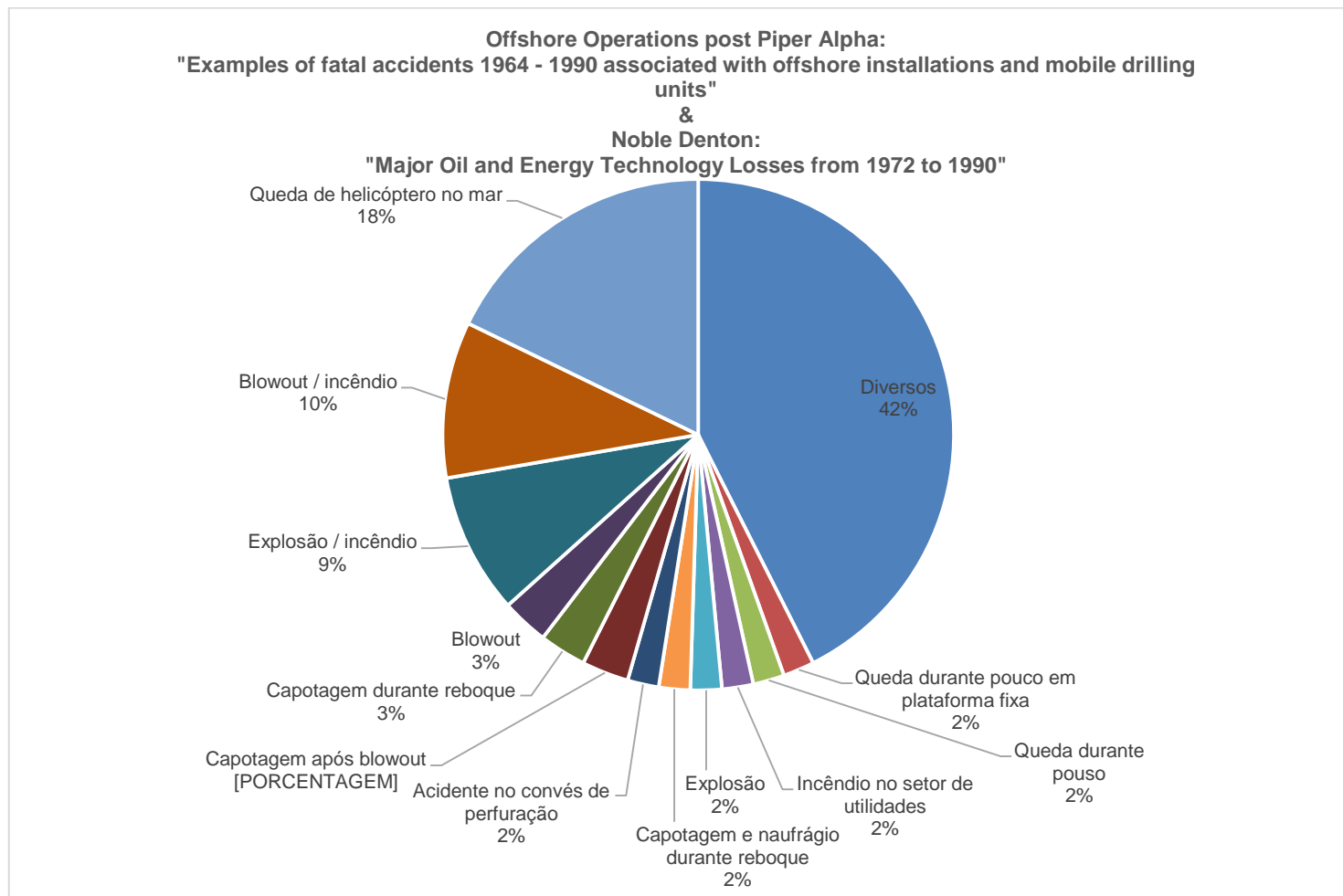
Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-4 - Vinte acidentes mais graves por fatalidades (Offshore Operations post Piper Alpha).



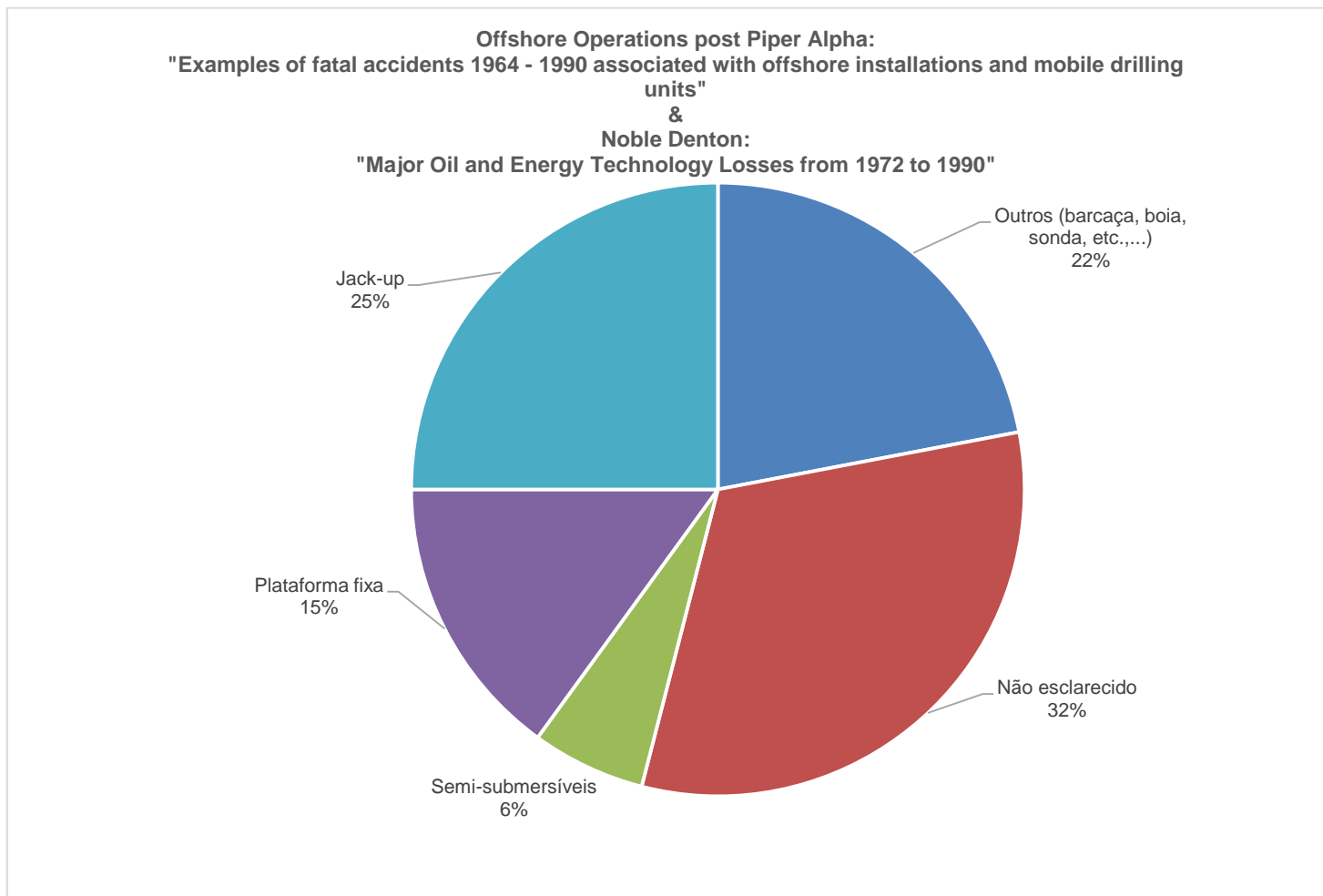
Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-5 - Frequência de ocorrência de acidentes conforme relatório "Noble Denton".



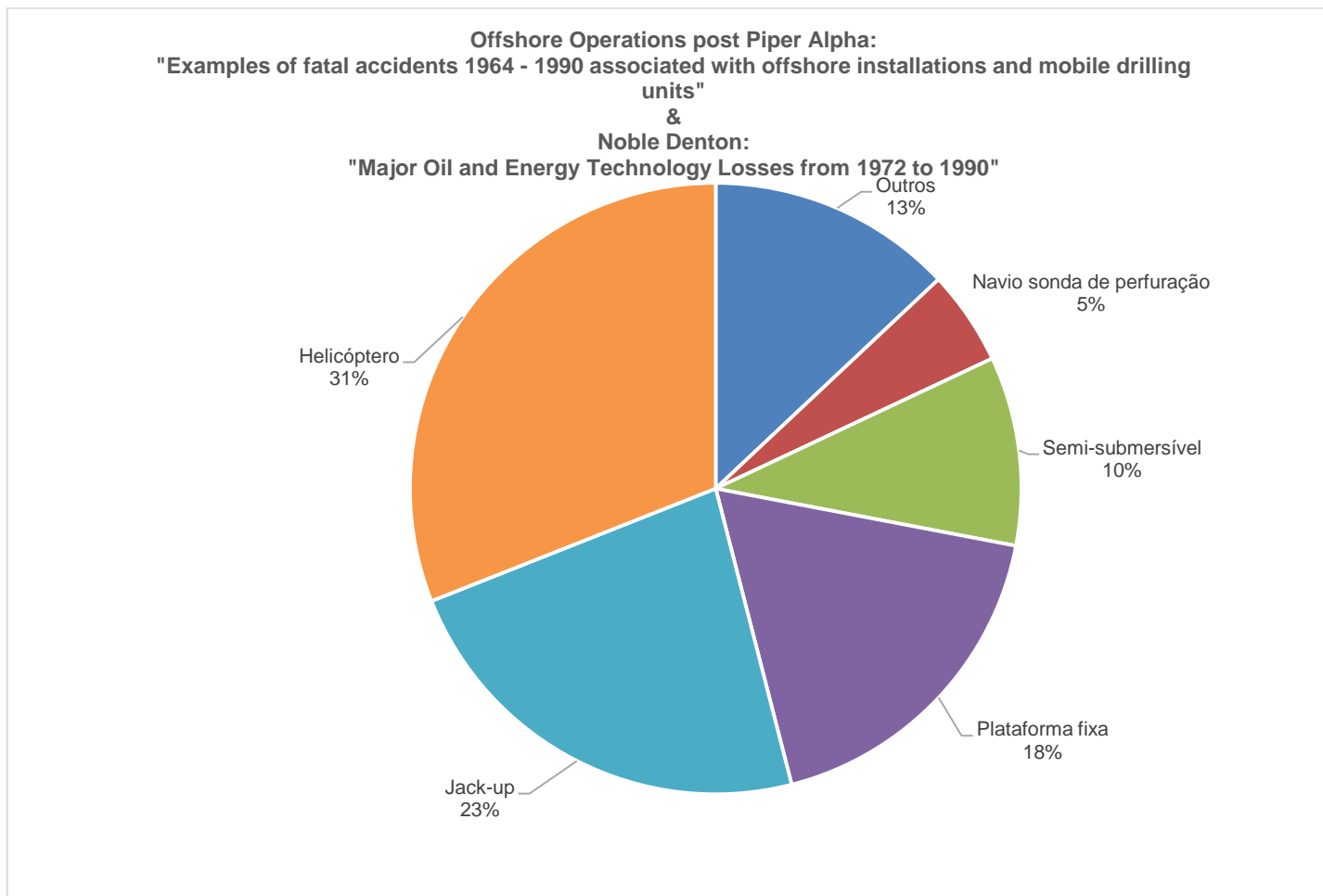
Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-6 - Ocorrência de tipos de acidentes conforme paper "Offshore Operations post Piper Alpha".



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-7 - Tipos de estruturas mais frequentes conforme Relatório "Noble Denton".



Fonte: Noble Denton - 1972-1990.

Figura II.13.2.3-8 - Distribuição dos acidentes por tipo de plataforma / estrutura, conforme "Offshore Operations post Piper Alpha".

II.13.2.4 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.13.2.4-1, 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 **Figura II.13.2.4-1**, 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.13.2.4-1 - 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.13.2.4-1 (continuação)

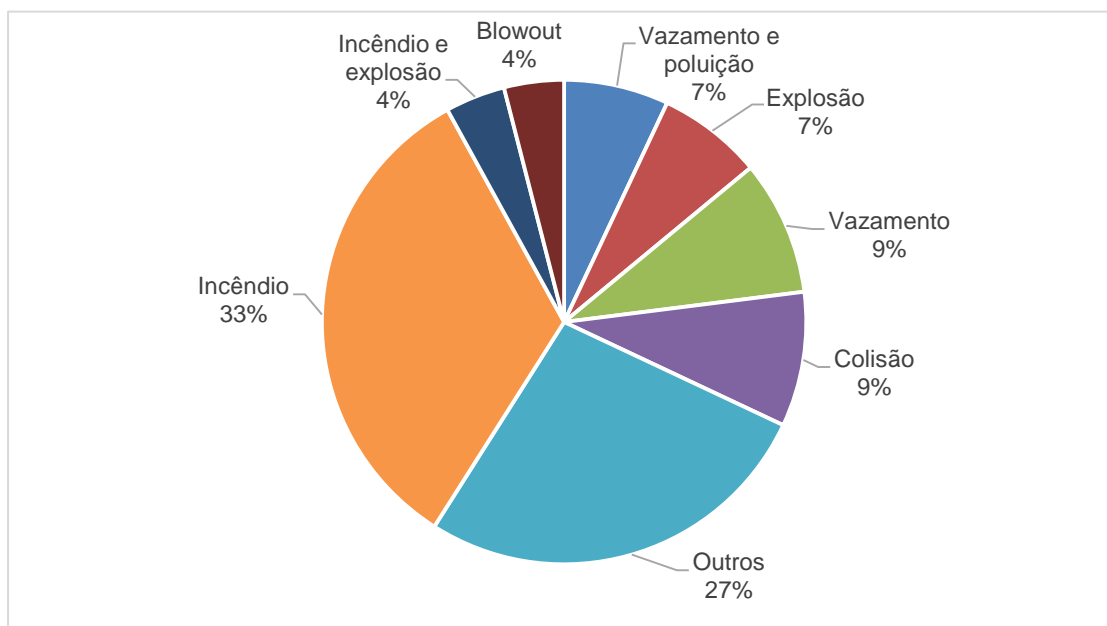
Data	Unidade	Equipamento	Incidente / acidente	Local	Nº de mortes	Nº de feridos	US\$
Fev/93	Plataforma	***	Vazamento	Mar do Norte	***	***	***
Fev/93	Perfuração	Plataforma de perfuração	Blowout	Vietnam	***	***	***
Mar/93	Plataforma	Trocador	Explosão	Venezuela	011	***	\$ 100.000.000,00
Abr/93	Produção	***	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	Bahraim	***	***	***
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.13.2.4-1 (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.

Figura II.13.2.4-1 - Principais ocorrências (%) de acidentes em instalações offshore, de 1992 a 1995 (Sedgwick Energy).

II.13.2.4.1 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.13.2.4.1-1** 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.13.2.4.1-1 - 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	
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	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

Mau tempo		
Data do evento	04/02/2011	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
Localização	Mar do Norte, UK	
Valor	US\$ 450.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 460.000.000	
Vazamento (perfuração)		
Data do evento	13/05/2010	<p>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.</p>
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	<p>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.</p>
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 560.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 590.000.000	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

<p>Data do evento Localização Valor Valor atual estimado</p>	<p>21/04/2010 Golfo do México, USA US\$ 560.000.000 US\$ 590.000.000</p>	<p>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 descontrole submarino com derramamento de superfície sem precedentes. O poço foi declarado finalmente tamponado após cinco meses do evento original, após a intercepção bem-sucedida através de um poço de alívio.</p> <p>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.</p>
<p>Blowout</p>		
<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>

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

Colisão		
Data do evento	04/06/2009	Um navio em manobra de intervenção perdeu o controle e colidiu com uma plataforma não-tripulada que fazia parte de um complexo que extraia 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.
Localização	Ekofisk, Mar do Norte, Noruega	
Valor	US\$ 750.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 840.000.000	
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	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

Fogo/ Explosão		
Data do evento	27/07/2005	<p>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.</p>
Localização	Mumbai High Field, Índia	
Valor	US\$ 370.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 480.000.000	
Furacão		
Data do evento	10/07/2005	<p>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.</p>
Localização	Golfo do México, USA	
Valor	US\$ 250.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 320.000.000	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

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	
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	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-1 (continuação)

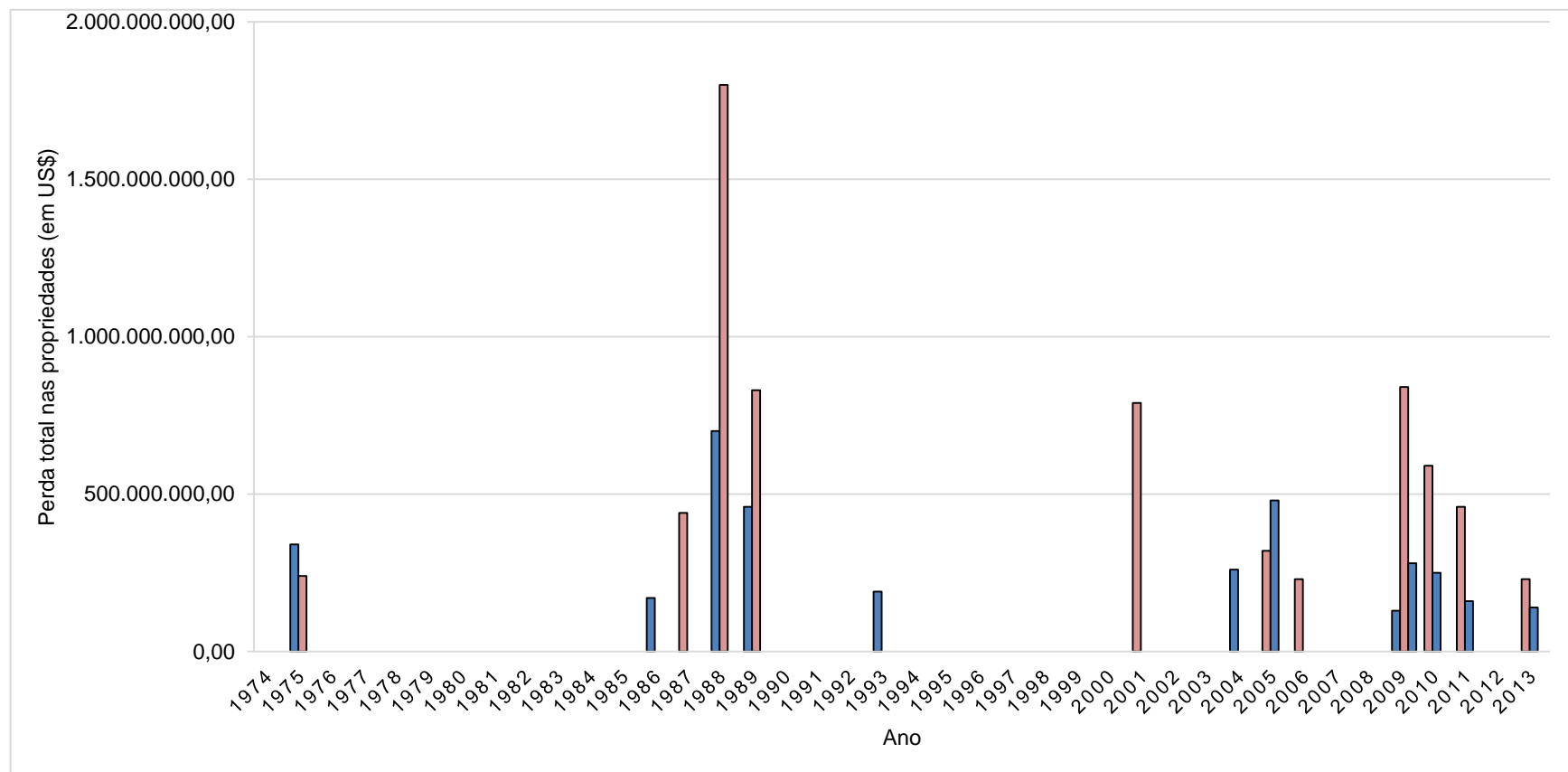
Blowout (perfuração)		
Data do evento	20/01/1989	A plataforma semissubmersível tinha tubulações de gás a 4.700 metros de profundidade e durante uma tentativa de limpar o tubo de perfuração de cimento anteriormente bombeado para controlar o poço, em seguida, sofreu uma ruptura. O poço foi estabilizado 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	
Fogo/ Explosão		
Data do evento	07/06/1988	<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>
Localização	Piper Alpha, Mar do Norte, UK	
Valor	US\$ 850.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 1.800.000.000	
Fogo (perfuração)		
Data do evento	24/04/1988	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.
Localização	Enchova, Bacia de Campos, Brasil	
Valor	US\$ 330.000.000	
Valor atual estimado	US\$ 700.000.000	

(continua)

Quadro II.13.2.4.1-2 (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	

A **Figura II.13.2.4.1-1**, 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 Figura 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

Figura II.13.2.4.1-1 - 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.

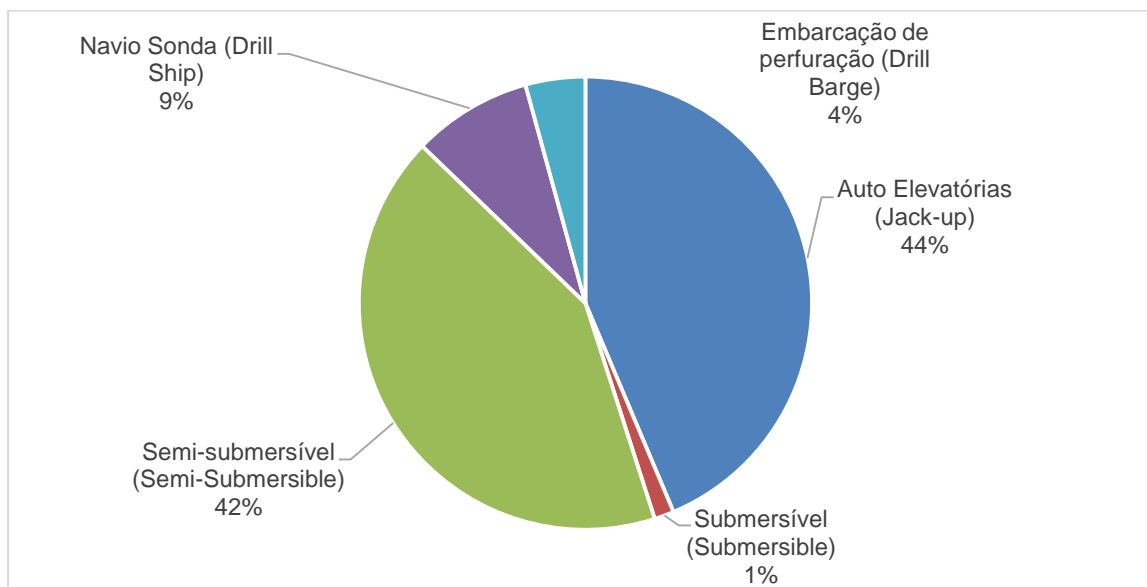
Por fim é importante destacar que, as informações apresentadas acima são apenas para os valores de danos materiais, e não existe qualquer consideração quanto aos custos adicionais de melhoria de controle ou responsabilidade civil (ambiental), que em muitos casos pode ser significativamente maior. Por 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.13.2.5 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.

A **Figura II.13.2.5-1** 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

Figura II.13.2.5-1 - Distribuição por tipo das unidades móveis ativas pelo mundo com relação aos acidentes totais - período de 1970 a 2015.

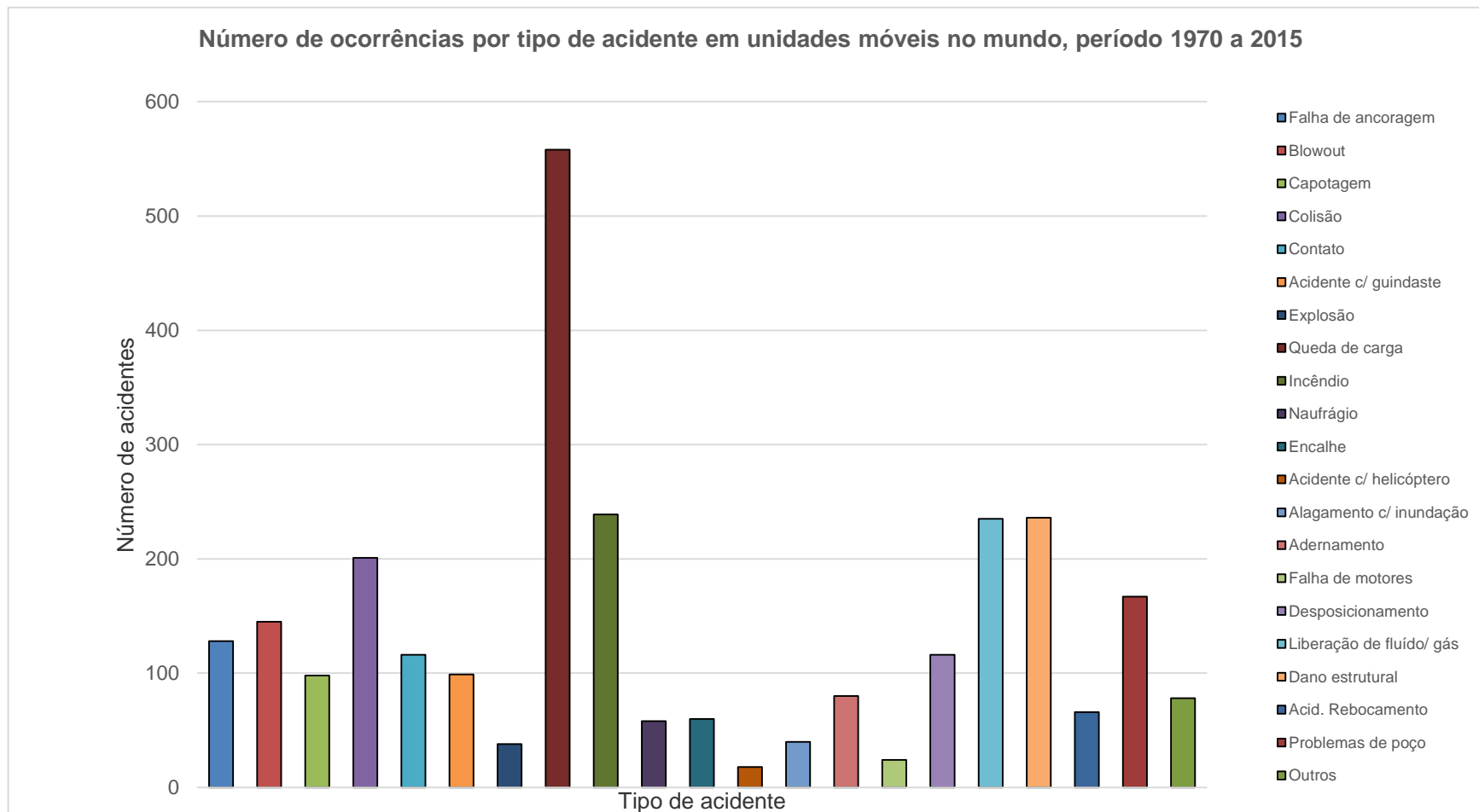
O **Quadro II.13.2.5-1** resume o número de ocorrências de determinados tipos de acidentes por tipos de plataforma móvel e o Figura de distribuição das ocorrências é apresentado na **Figura II.13.2.5-2**. Observa-se que o maior número de ocorrências de acidentes em plataformas móveis corresponde à queda de carga.

A **Figura II.13.2.5-3** e **Figura II.13.2.5-4** apresentam os acidentes ocorridos exclusivamente em plataformas do tipo Navio Sonda, a **Figura II.13.2.5-5** e **Figura II.13.2.5-6** em plataformas auto elevatórias e a **Figura II.13.2.5-7** e **Figura II.13.2.5-8** os acidentes ocorridos em plataformas semissubmersíveis, no período de 1970 a 2015. Em todas destaca-se a queda de carga.

Quadro II.13.2.5-1 - Número de ocorrências por tipo de acidente e por tipo de unidade.

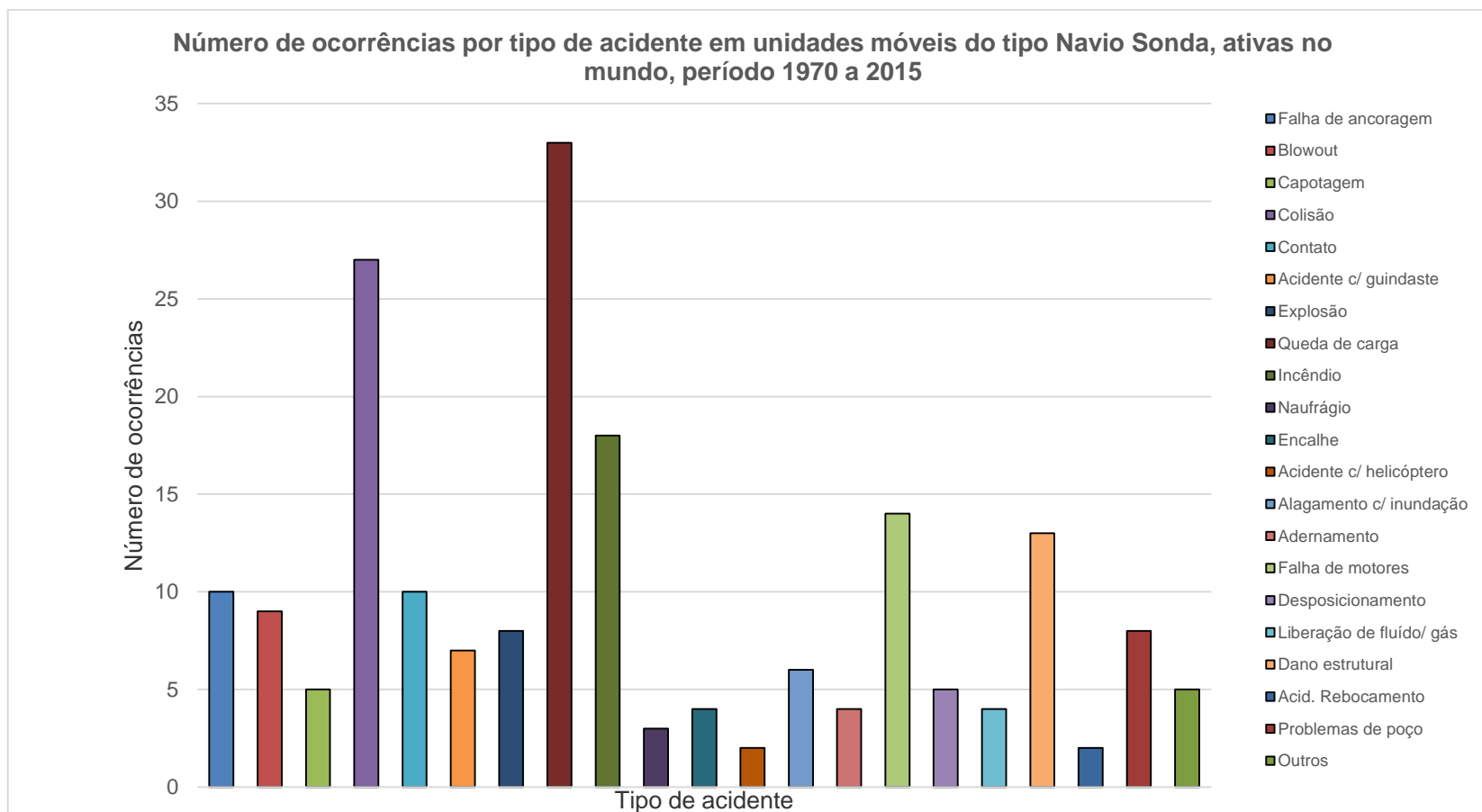
Tipo de Acidente	Tipo de Unidade Móvel					
	Auto elevatória (Jack-up)	Semissubmersível	Submersível	Navio Sonda	Drill barge	Total
Falha de ancoragem	12	100	1	10	5	128
Blowout	76	46	3	9	11	145
Capotagem	79	4	1	5	9	98
Colisão	84	79	3	27	8	201
Contato	58	42	2	10	4	116
Acidente com guindaste	50	39	1	7	2	99
Explosão	16	10	2	8	2	38
Queda de carga	111	409	2	33	3	558
Incêndio	80	113	4	18	24	239
Naufrágio	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
Liberação de fluido/ 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.



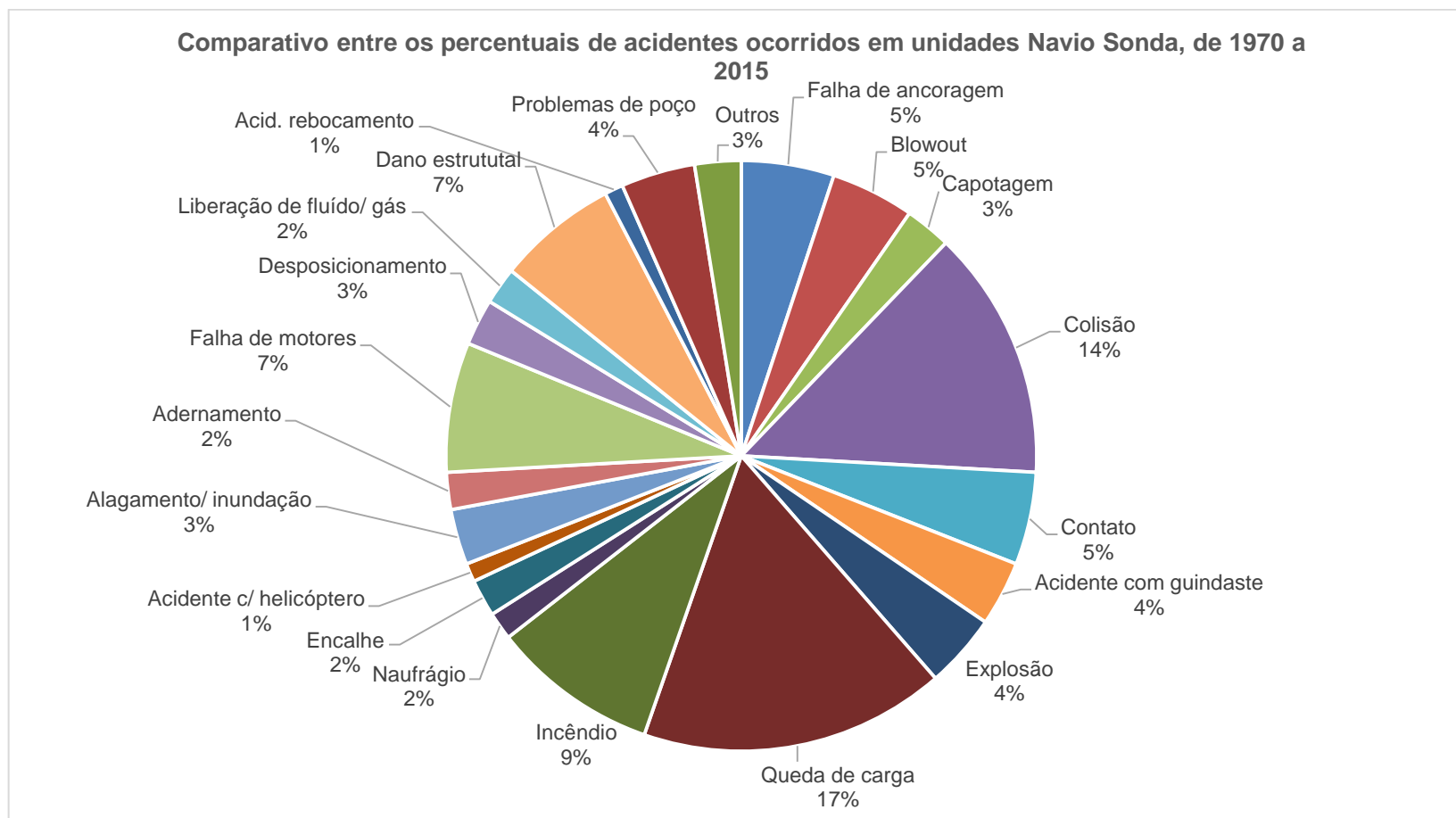
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-2 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



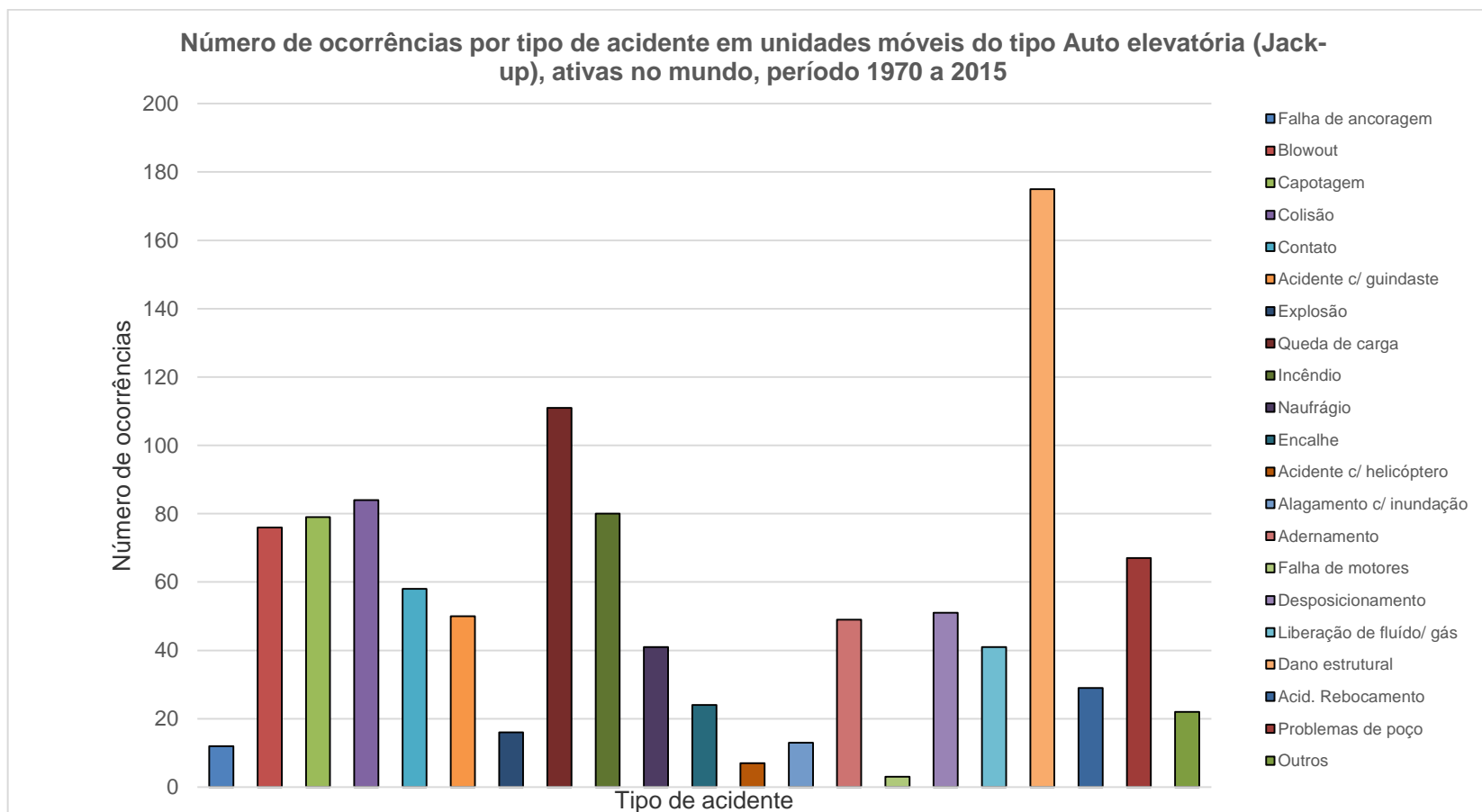
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-3 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis do tipo Navio Sonda, ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



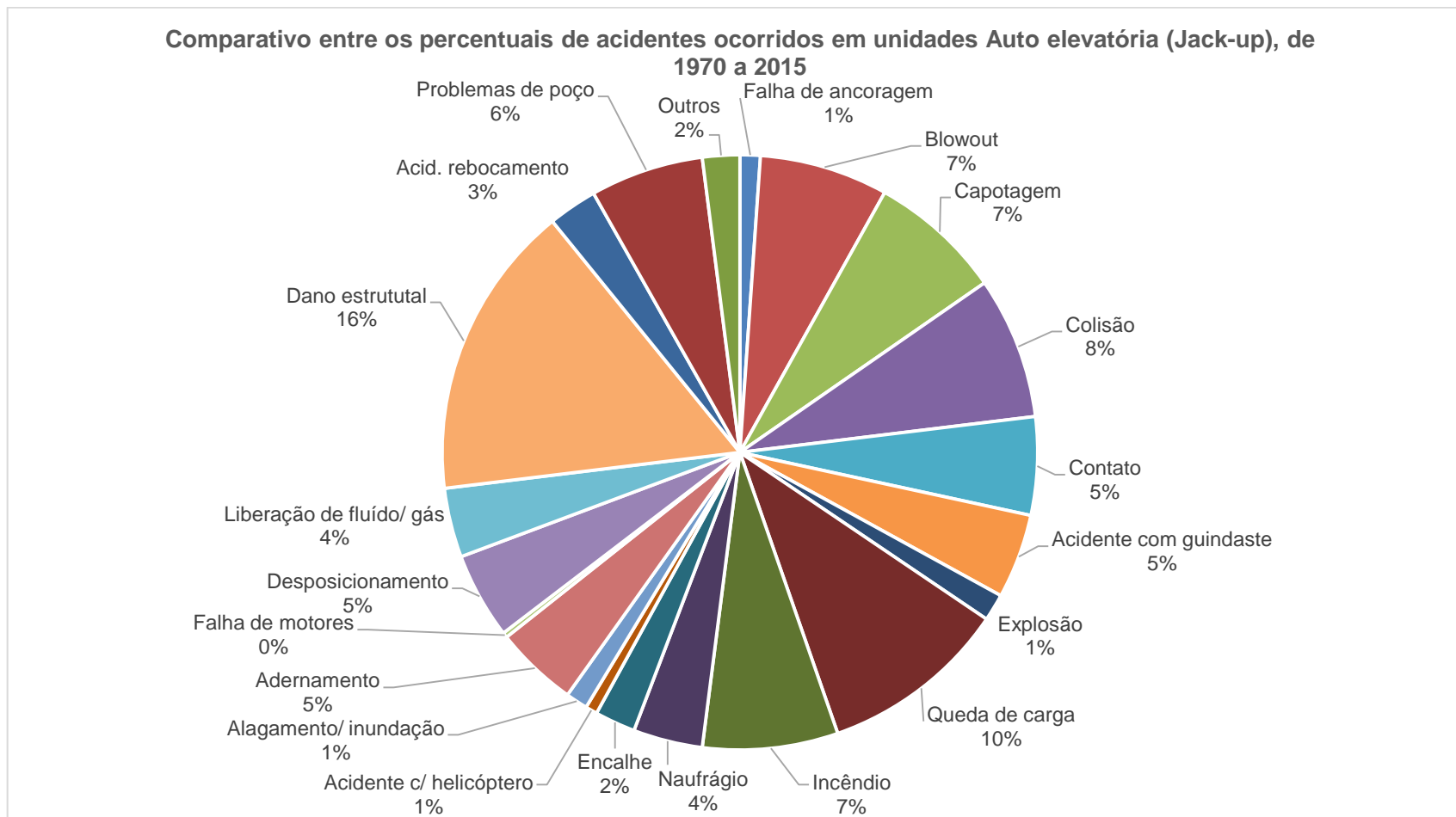
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-4 - Comparativo entre percentuais de acidentes em plataforma Navio Sonda, de 1970 a 2015.



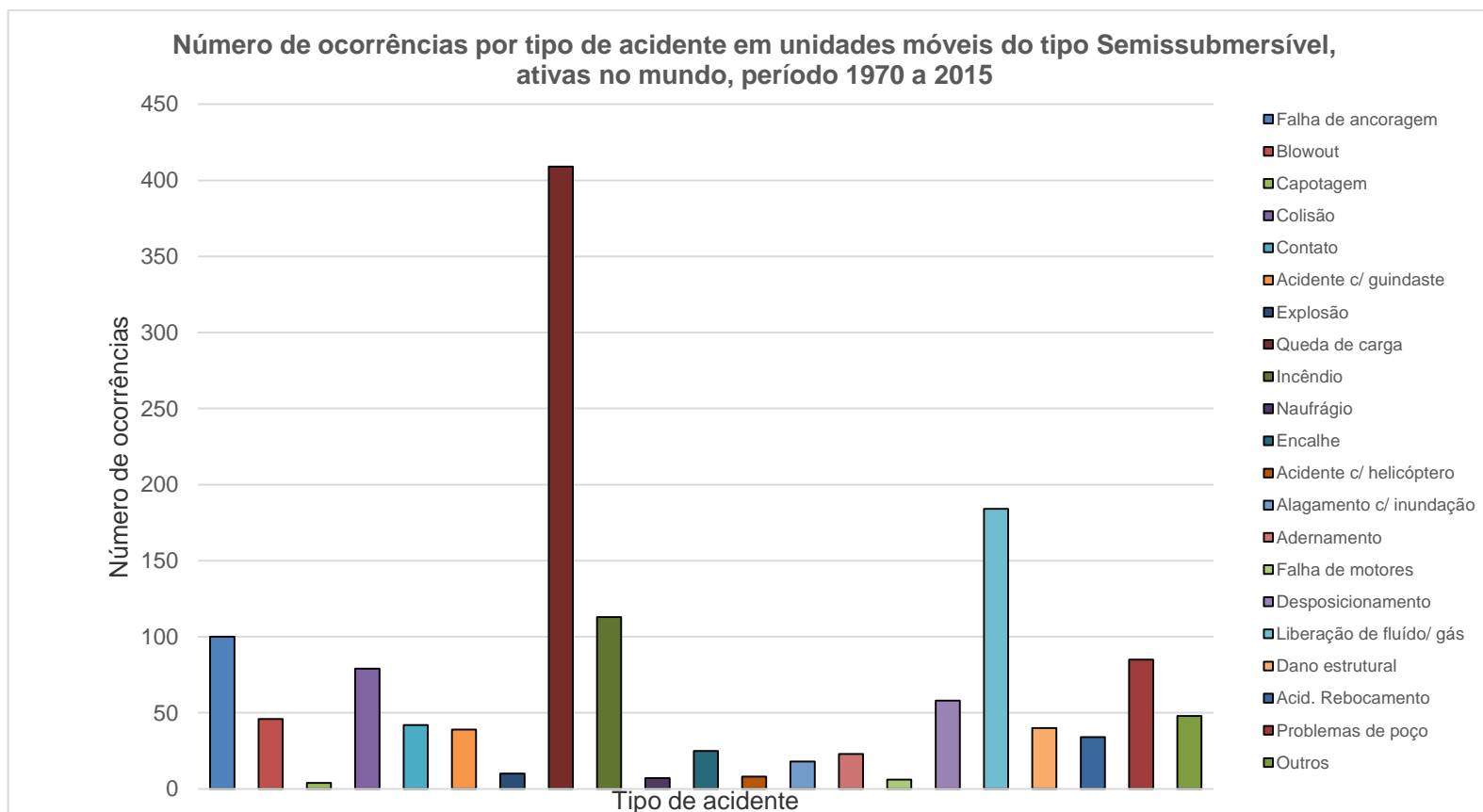
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-5 - Número de ocorrências por tipo de acidente em unidades móveis do tipo Auto elevatória (Jack-up), ativas no mundo, período de 1970 a 2015.



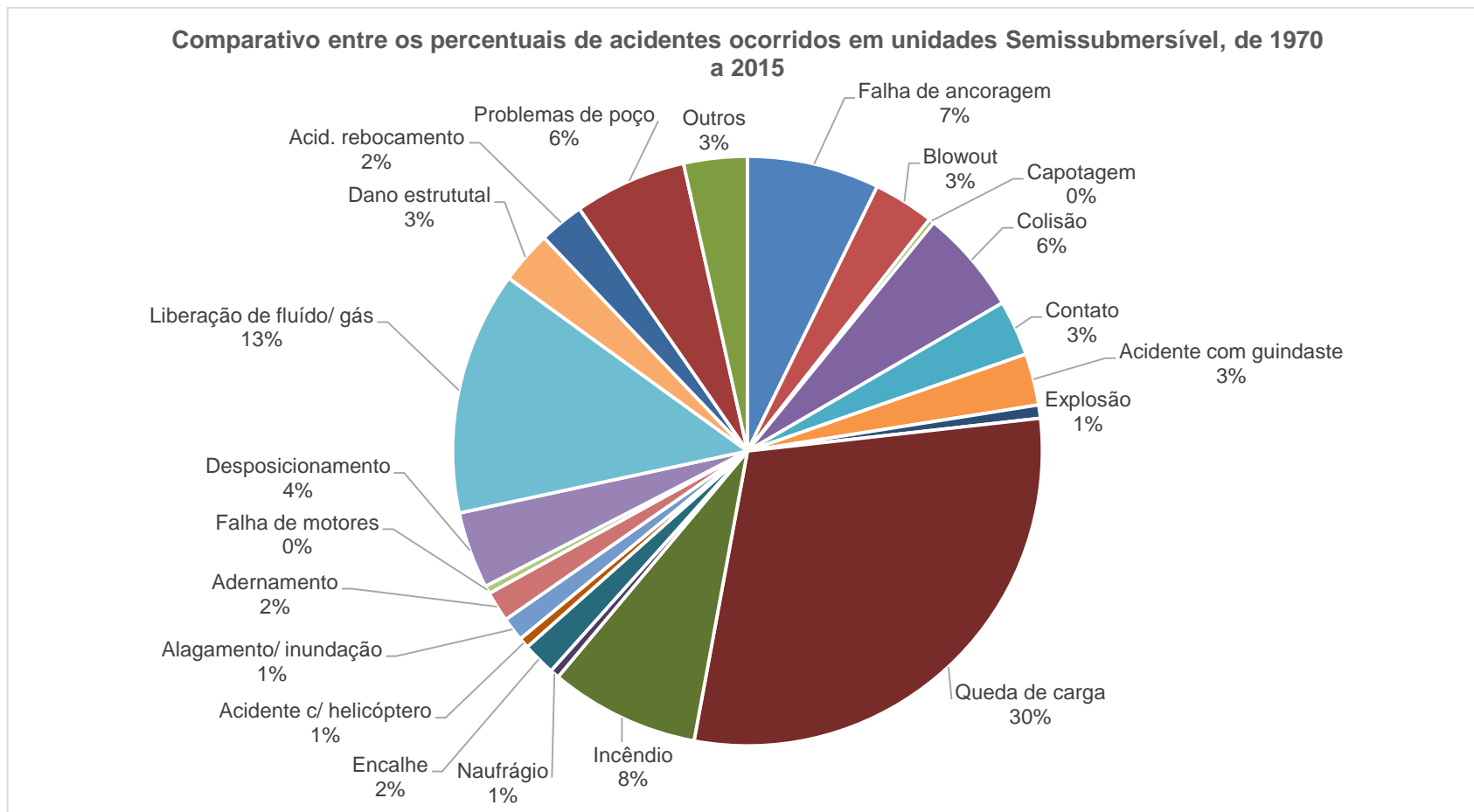
Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-6 - Comparativo entre percentuais de acidentes em plataforma Auto elevatória (Jack-up), de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-7 - 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

Figura II.13.2.5-8 - 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.13.2.5-2** 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.

A **Figura II.13.2.5-9**, **Figura II.13.2.5-10** e **Figura II.13.2.5-11** 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.13.2.5-2 - Número de ocorrências dos tipos de acidente por severidade dos danos – dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.

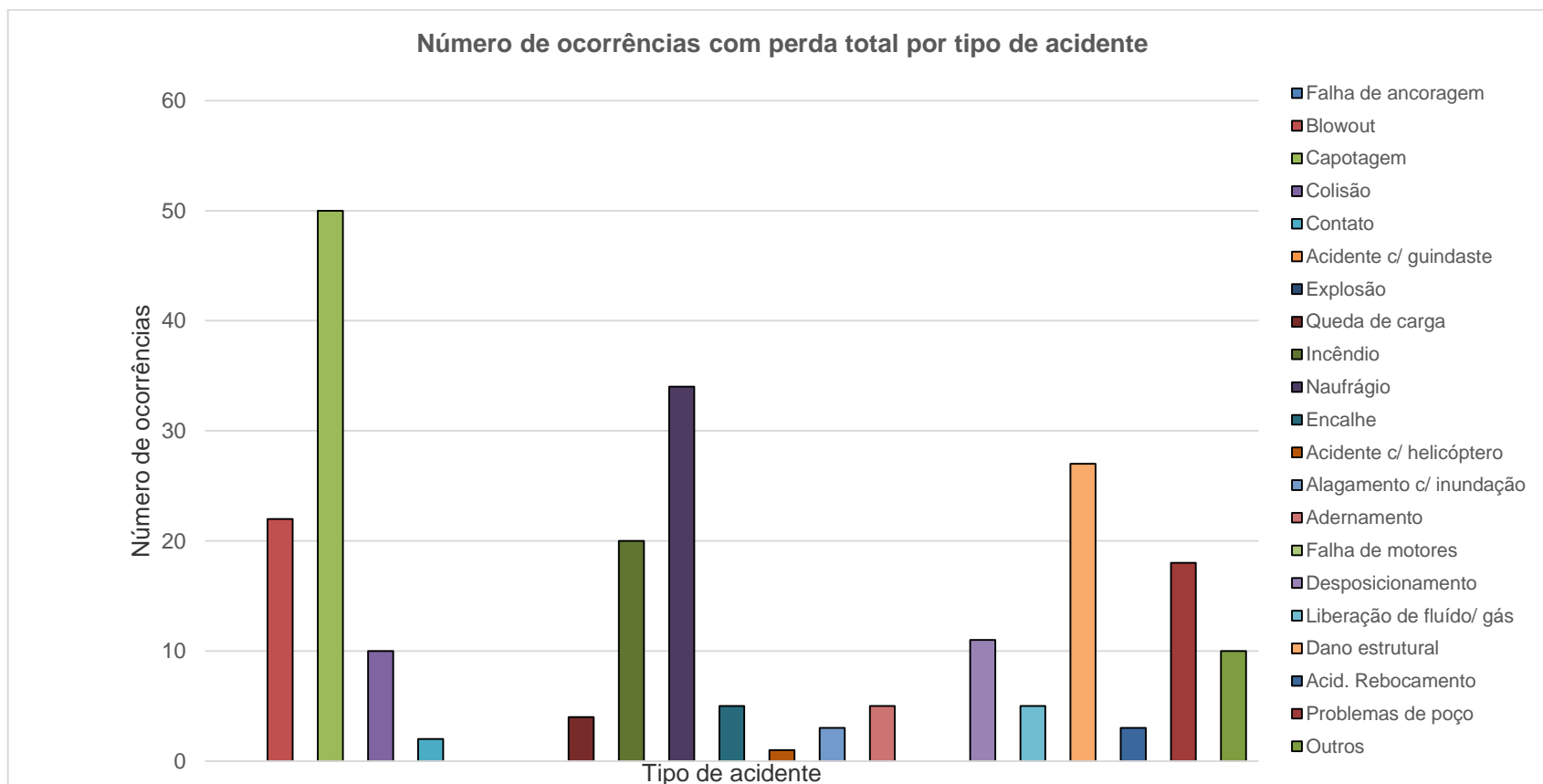
Tipo de Acidente	Severidade dos danos					Total
	Perda total	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	
Falha de ancoragem	0	2	39	46	41	128
Blowout	22	9	26	22	66	145
Capotagem	50	41	6	0	1	98
Colisão	10	20	61	78	32	201
Contato	2	6	54	41	13	116
Acidente com guindaste	0	0	6	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.13.2.5-2 (conclusão)

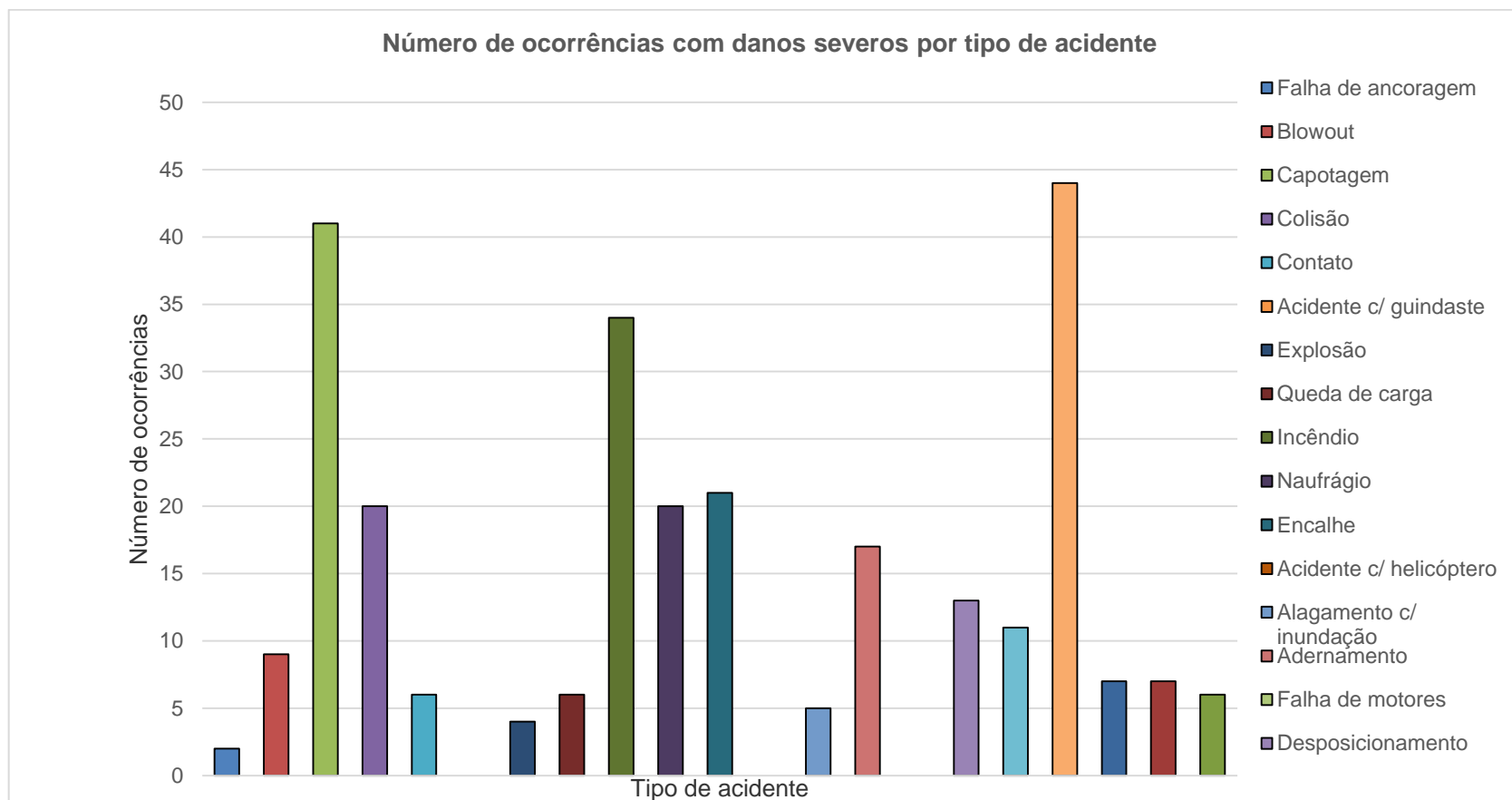
Tipo de Acidente	Severidade dos danos					Total
	Perda total	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	
Desposicionamento	11	13	27	20	45	116
Liberção de fluído/ gás	5	11	15	14	190	235
Dano estrutural	27	44	121	34	10	236
Acid. rebocamento	3	7	15	1	40	66
Problemas de poço	18	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



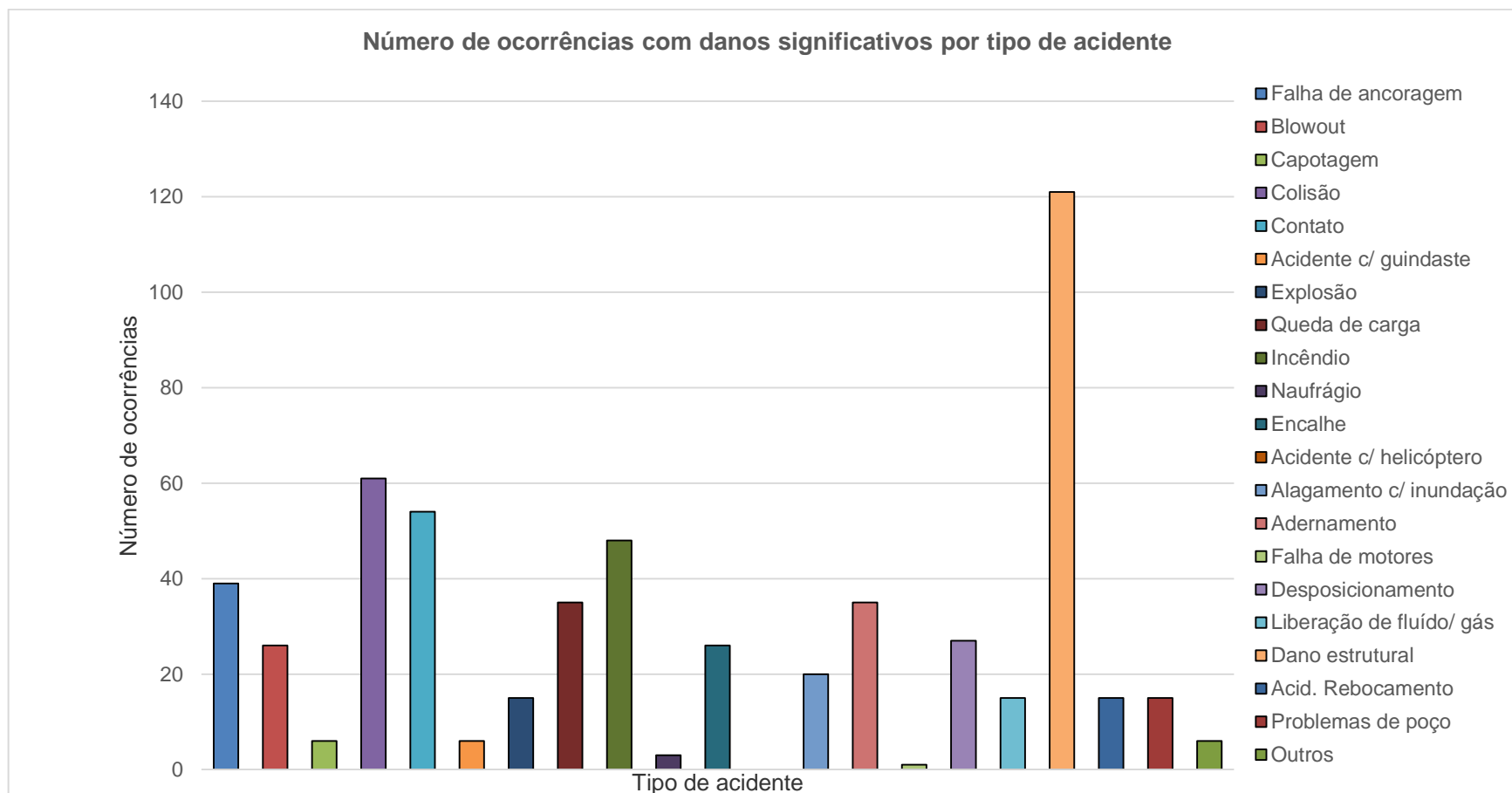
Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

Figura II.13.2.5-9 - Número de ocorrências com perda total por tipo de acidentes - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

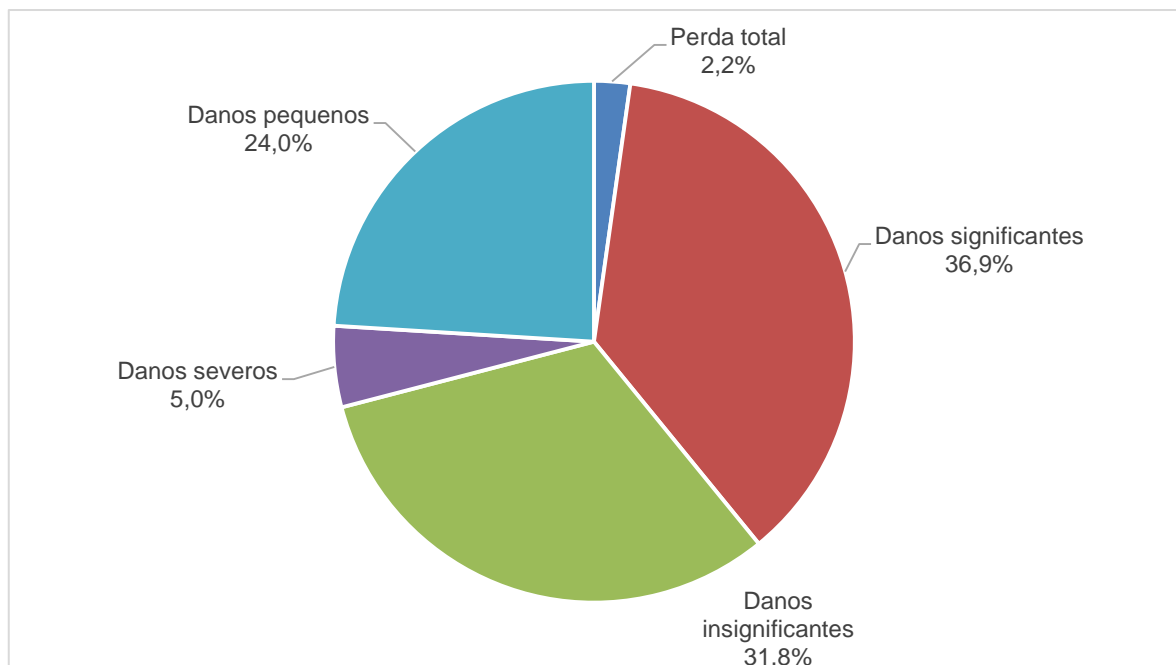
Figura II.13.2.5-10 - Número de ocorrências com danos severos por tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

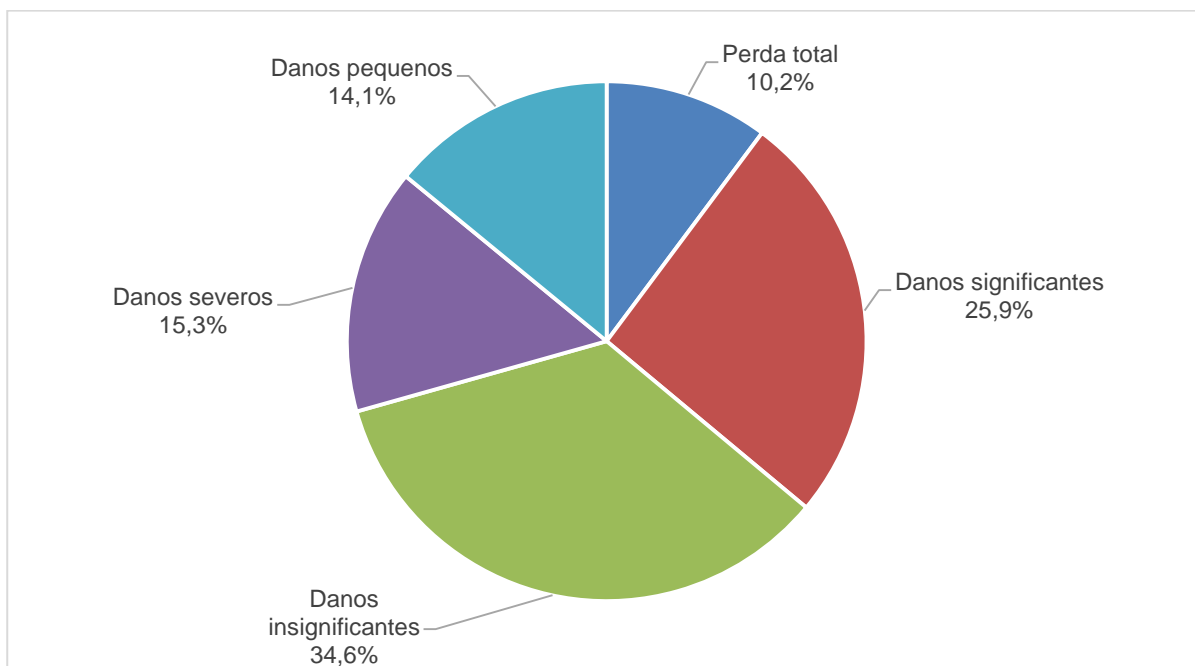
Figura II.13.2.5-11 - Número de ocorrências com danos significativos por tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis, de 1970 a 2015.

Consta na **Figura II.13.2.5-12** até a **Figura II.13.2.5-14** 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.



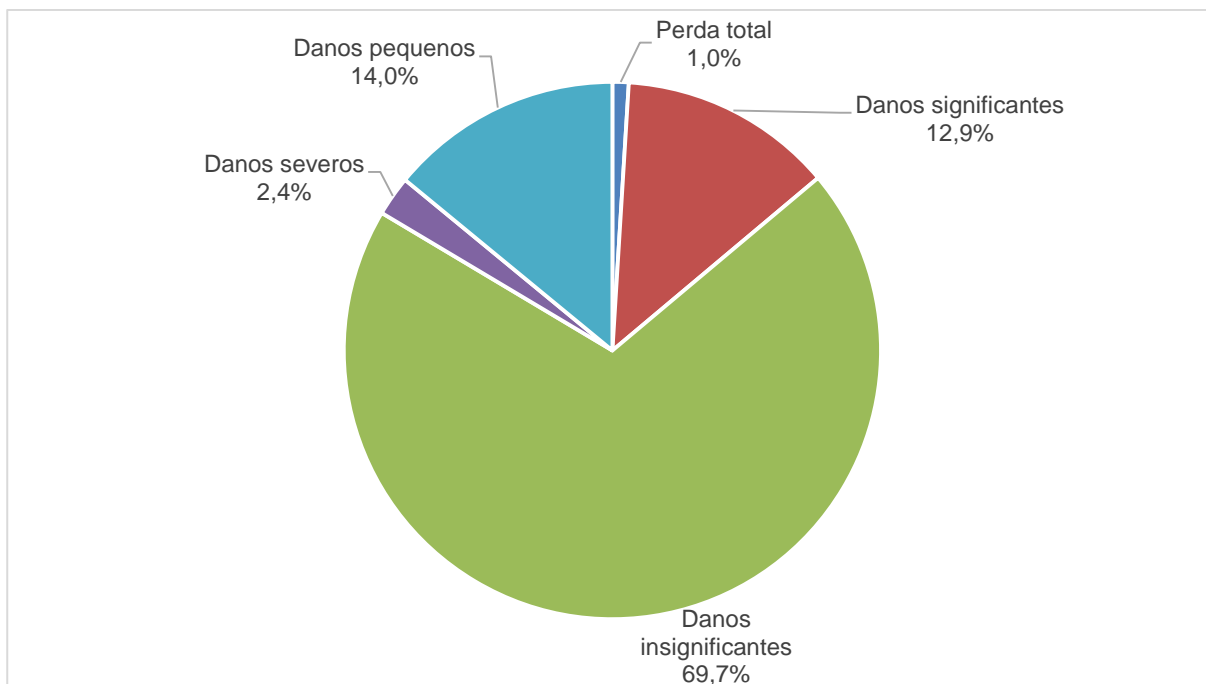
Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

Figura II.13.2.5-12 - Percentuais de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Navio Sonda, por categoria de severidade, de 1970 a 2015.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

Figura II.13.2.5-13 - 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.

Figura II.13.2.5-14 - Percentuais de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Semissubmersível, por categoria de severidade, de 1970 a 2015.

O **Quadro II.13.2.5-3** 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).

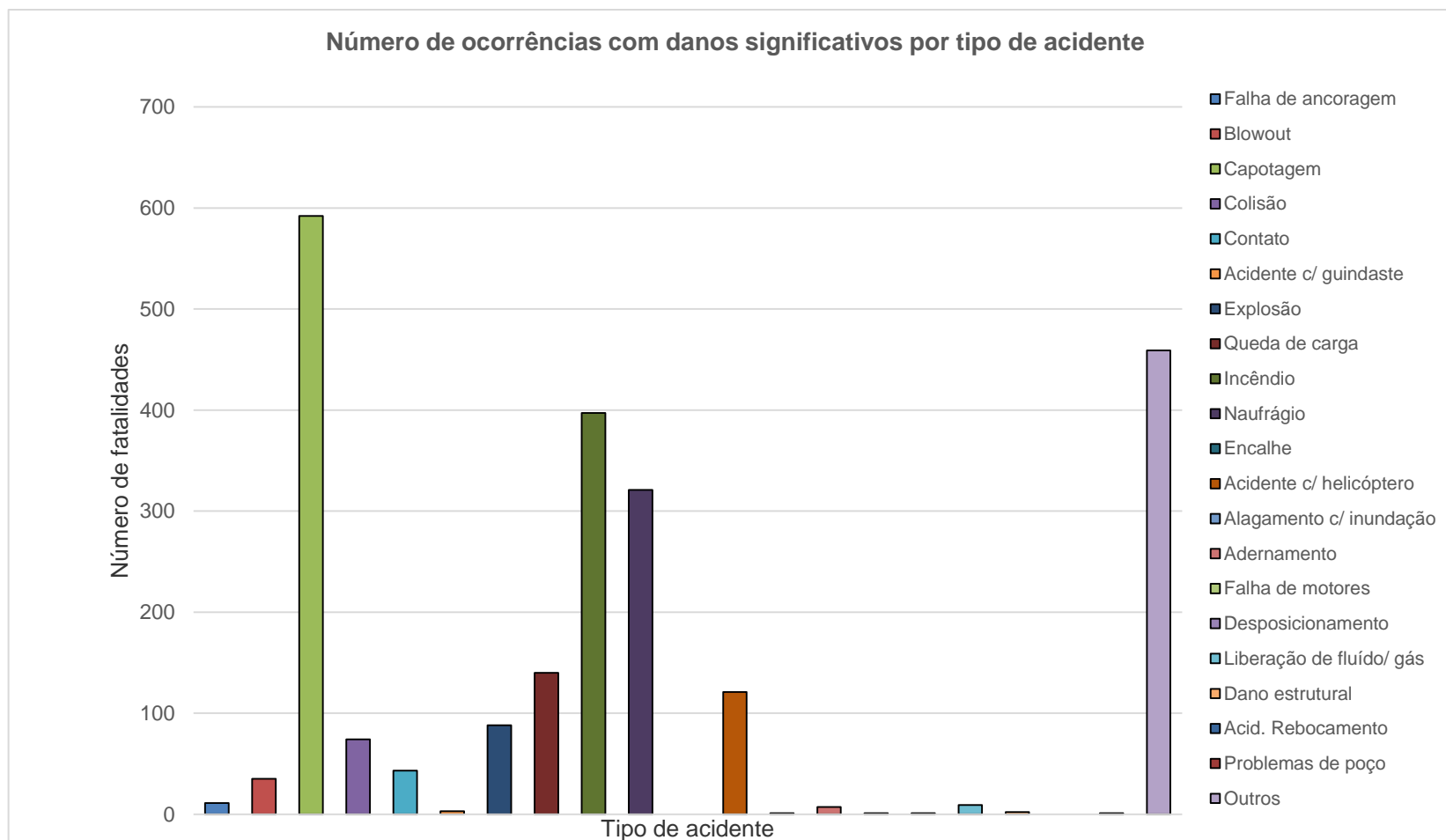
A **Figura II.13.2.5-15** resume o número de fatalidades por tipo de acidente para unidades móveis e a **Figura II.13.2.5-16** até a **Figura II.13.2.5-18** apresentam esses dados específicos para plataformas navios sonda, auto elevatórias (jack-up) e semissubmersível.

Quadro II.13.2.5-3 - 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

Tipo de Acidente	Severidade dos danos					
	Perda total da unidade	Danos severos	Danos significantes	Danos pequenos	Danos insignificantes	Total
Desposicionamento	0	0	0	0	1	1
Liberação 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

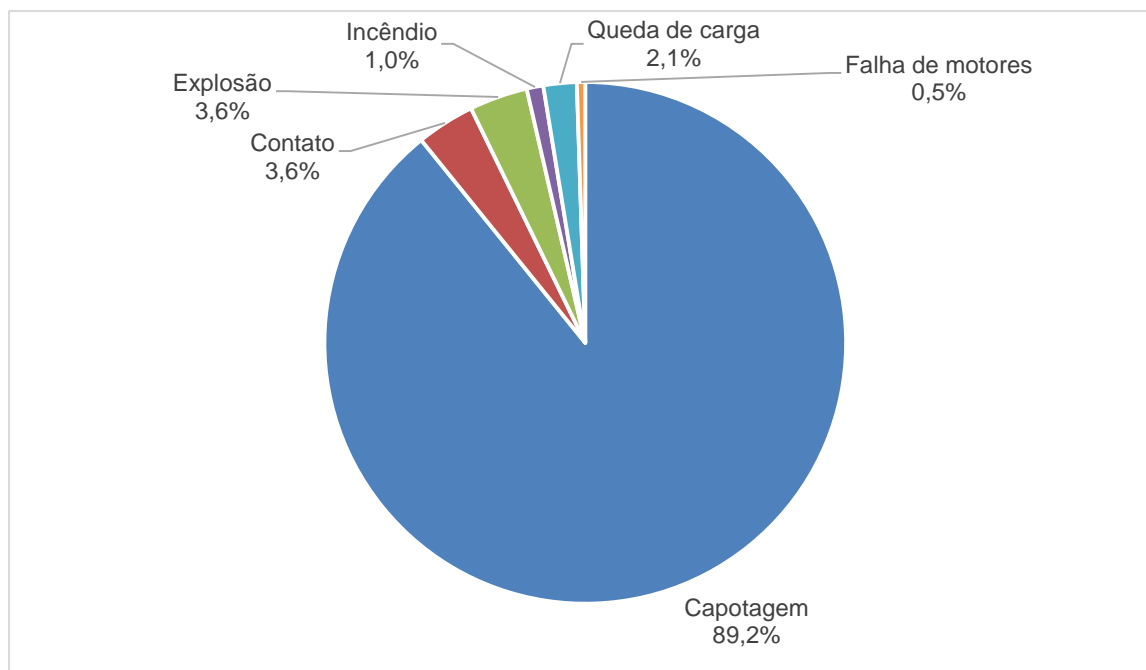
Fonte: WOAD – Número de ocorrências – dados de todo o mundo para unidades móveis – 1974 a 2015



Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

Figura II.13.2.5-15 - Número de fatalidades x tipo de acidente - dados mundiais para unidades móveis - período 1970 a 2015.

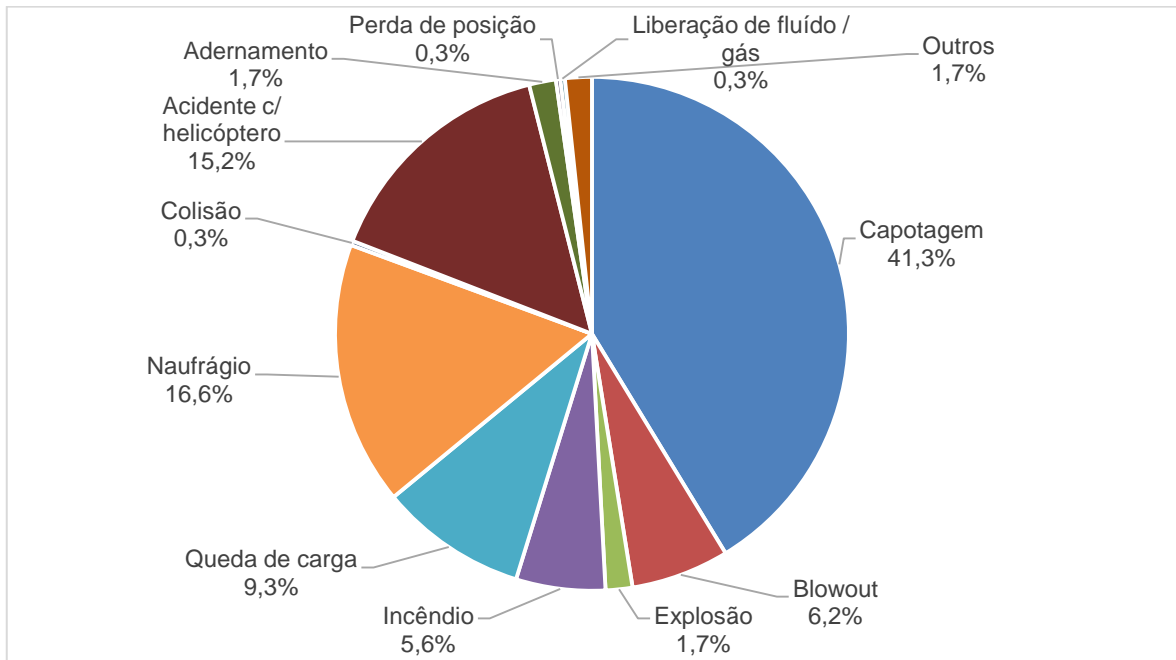
Na **Figura II.13.2.5-16**, é possível verificar que, dentre os tipos de acidentes identificados em unidades móveis do tipo Navio Sonda, somente capotagem, contato, explosão, queda de carga, incêndio e falha de motores resultaram em fatalidades, sendo capotagem responsável por quase 90% das ocorrências.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015.

Figura II.13.2.5-16 - Número de fatalidades em sondas do tipo Navio Sonda por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

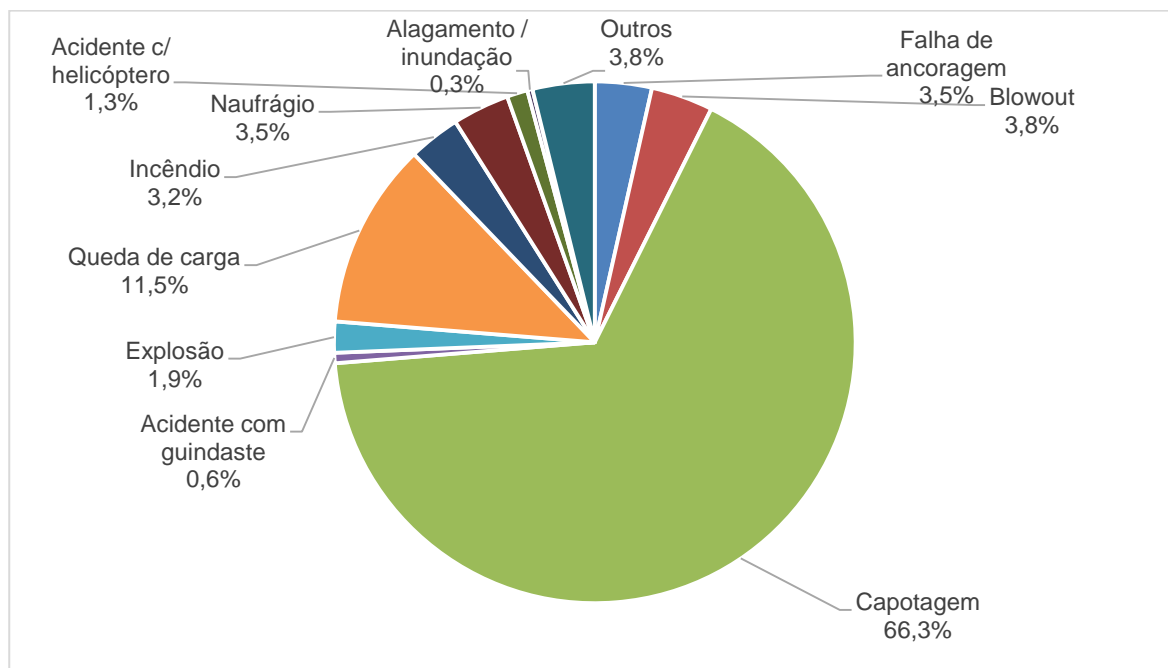
Ao observar a **Figura II.13.2.5-17**, é possível verificar que as unidades móveis do tipo Auto elevatória (Jack-up), já possuem mais tipos de acidentes que resultaram em fatalidades como, capotagem, naufrágio, explosão, queda de carga, incêndio, blowout, colisão, acidente com helicóptero, adernamento, perda de posição, liberação de fluído / gás e outros, sendo capotagem responsável por quase 40% das ocorrências.



Fonte: WOAD - 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-17 - Número de fatalidades em sondas do tipo Auto elevatória (Jack-up) por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

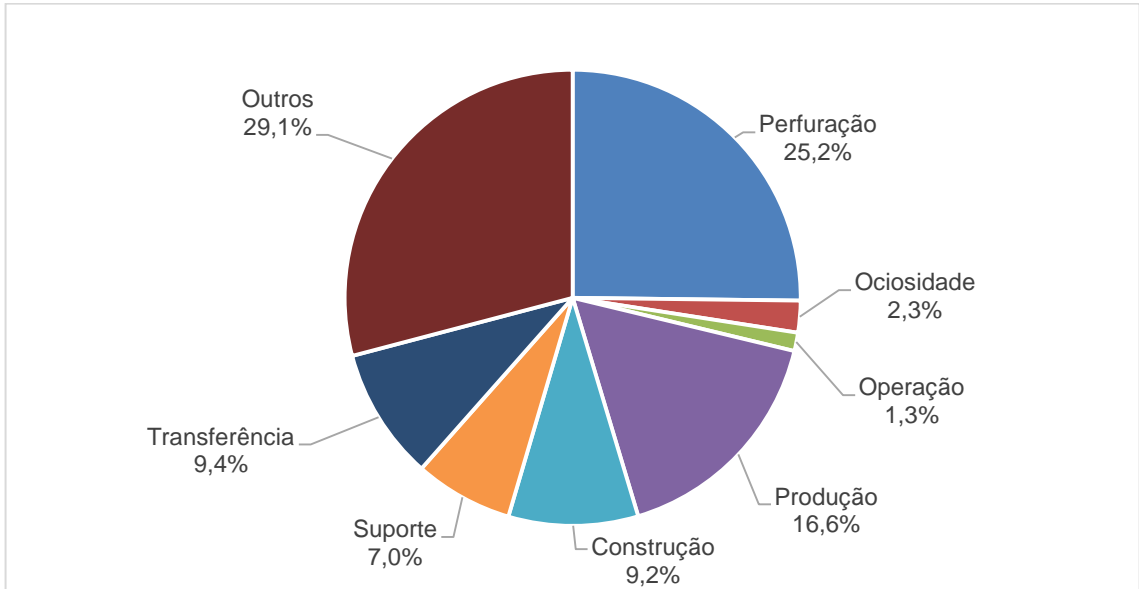
Já na **Figura II.13.2.5-18**, é possível verificar que, dentre os tipos de acidentes identificados em unidades móveis do tipo Semissubmersível, estas também possuem mais tipos de acidentes que resultaram em fatalidades como, capotagem, naufrágio, explosão, queda de carga, incêndio, blowout, acidente 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

Figura II.13.2.5-18 - Número de fatalidades em sondas do tipo Semissubmersível por tipo de acidente - período 1970 a 2015.

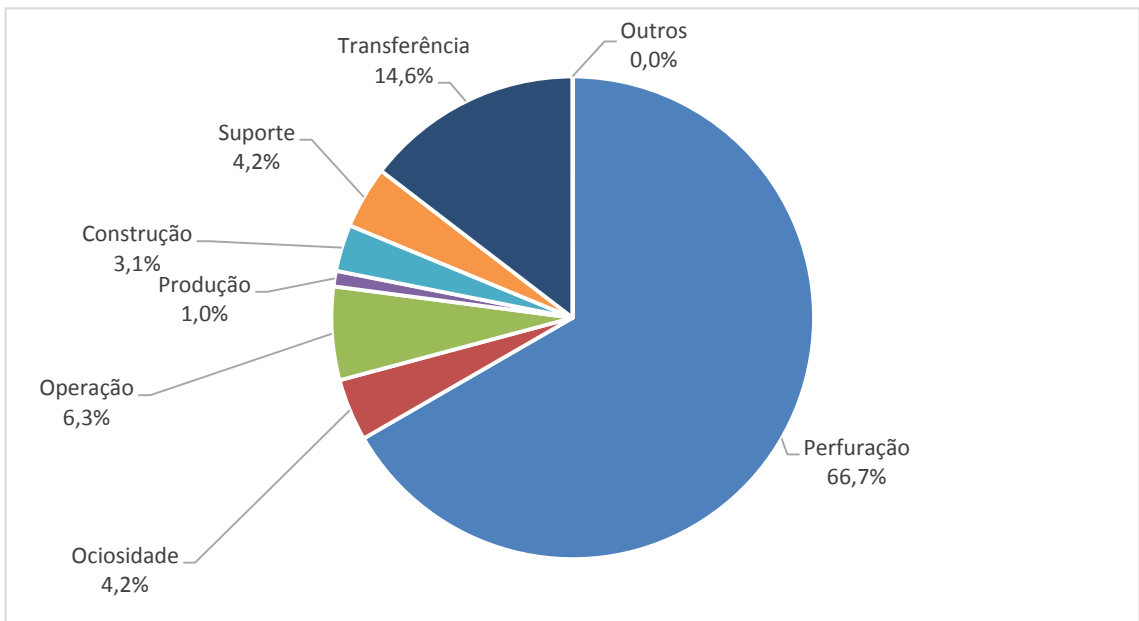
Por fim, também foi verificado através do Banco de Dados WOAD qual o tipo de operação, em unidades móveis, que está mais sujeita a acidentes graves sob o ponto de vista de perdas de vidas humanas, conforme é apresentado a seguir, na **Figura II.13.2.5-19**. Mais uma vez deve-se considerar o peso de grandes 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

Figura II.13.2.5-19 - Distribuição percentual de fatalidades x modo de operação - dados mundiais para unidades móveis - 1970 a 2015.

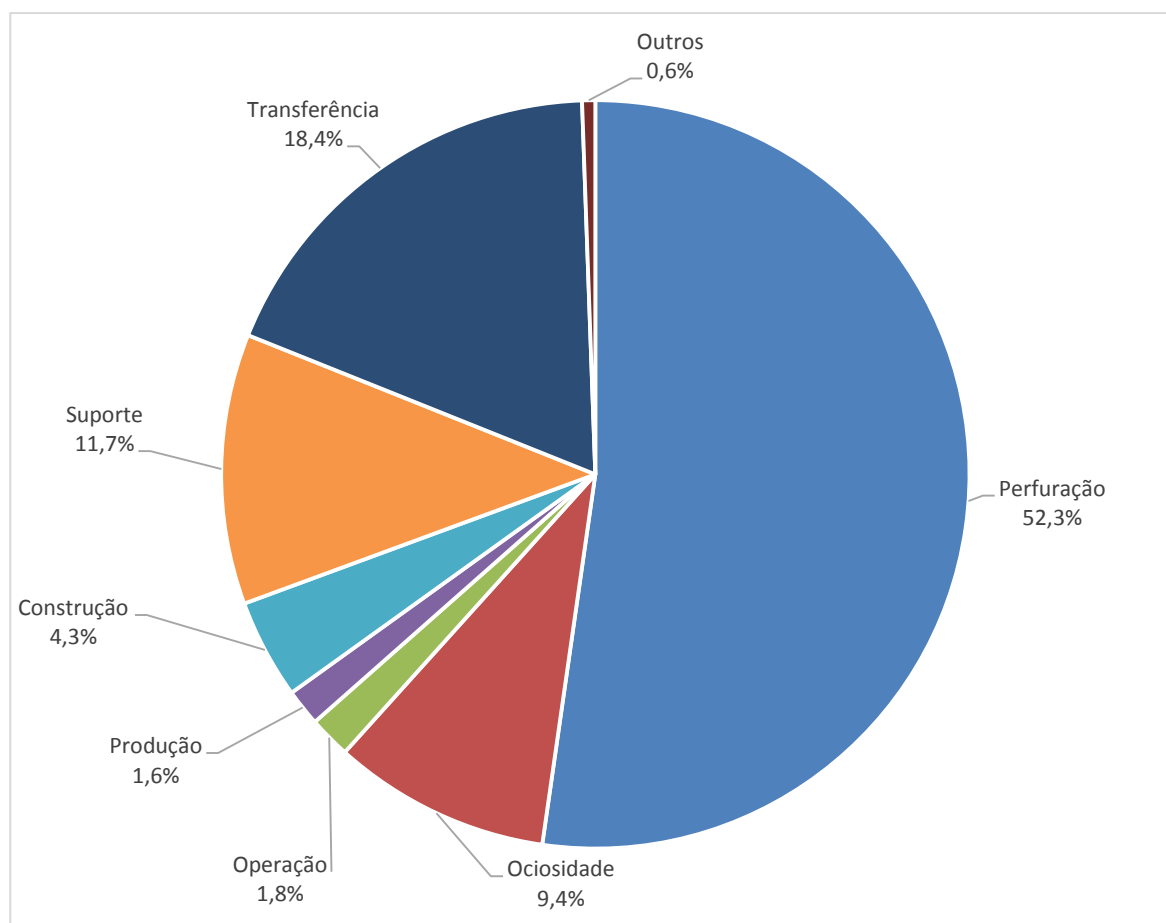
Comparando o número de ocorrências dos acidentes com o seu modo de operação, para plataformas do tipo Navio Sonda, a fase de perfuração aparece em primeiro lugar com 66%, seguida da atividade de transferência 14% e operação 6%, conforme pode ser visto na **Figura II.13.2.5-20**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-20 - Número de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Navio Sonda por modo de operação.

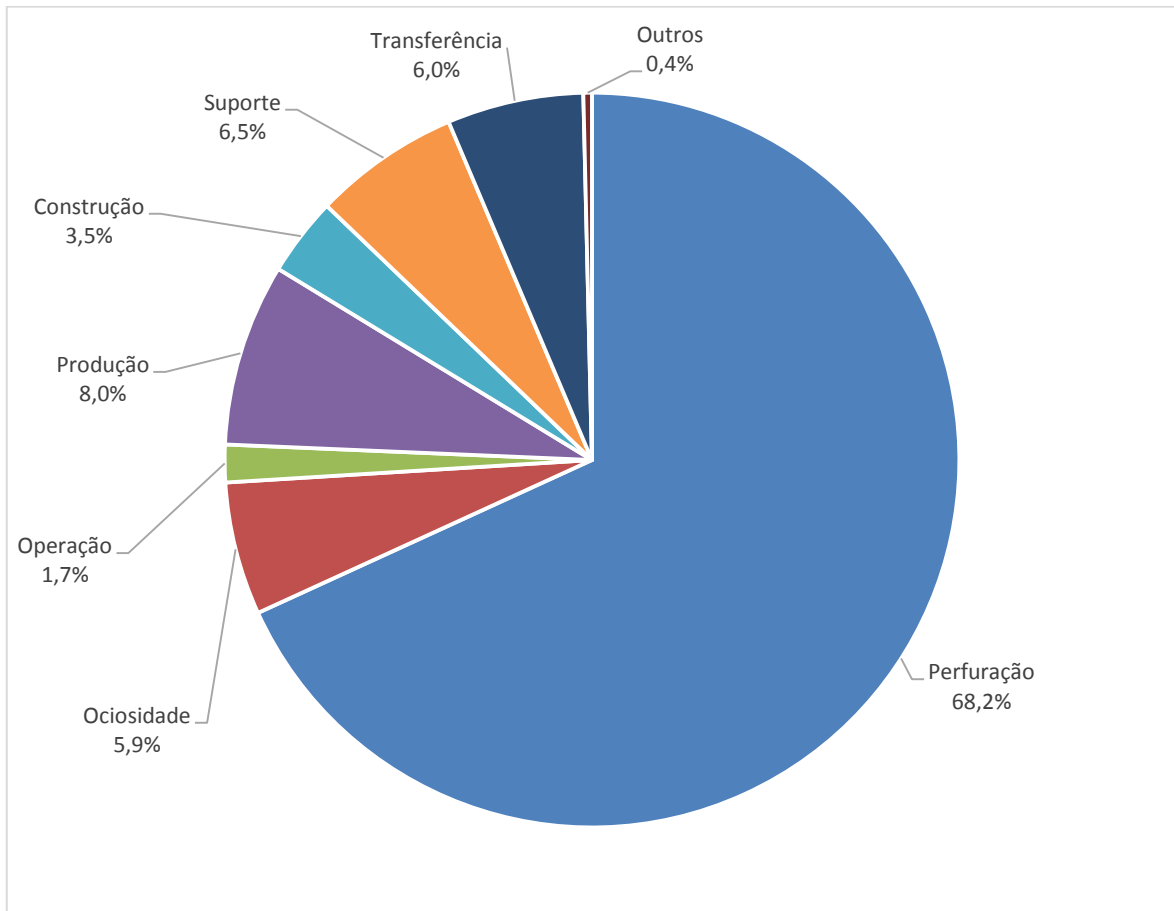
Comparando o número de ocorrências dos acidentes com o seu modo de operação, para plataformas do tipo Auto elevatória (Jack-up), a fase de perfuração aparece em primeiro lugar com 52%, seguida da atividade de transferência 18% e suporte 11%, conforme pode ser visto na **Figura II.13.2.5-21**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-21 - 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 na **Figura II.13.2.5-22**.



Fonte: WOAD – 1970 a 2015

Figura II.13.2.5-22 - Número de ocorrências de acidentes em sondas do tipo Semissubmersível por modo de operação.

II.13.2.5.1 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.13.2.5.1-1**.

Quadro II.13.2.5.1-1 - Tipo de produto liberado x volume liberado nas unidades móveis (1970 a 2015).

Tipo de Produto	Volume liberado						Total
	Pequeno	Menor	Significativo	Grande	Muito Grande	Desconhecido	
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.13.2.5.1-2**.

Quadro II.13.2.5.1-2 - 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.13.2.6 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 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.

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

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.13.2.6.1 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.13.2.6.1-1** apresenta o número de ocorrências e frequência de todos os tipos de acidentes relatados em plataformas móveis de perfuração.

Quadro II.13.2.6.1-1 - 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
Acidente com helicóptero	3	0,003

Tipo de acidente	MODU	
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.13.2.6.1-2**, 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.13.2.6.1-2 - 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.13.2.6.1-3**, 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.13.2.6.1-3 - 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.13.2.6.1-4** 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.13.2.6.1-4 - Número de acidentes (N) e frequência (F) (por unidade-ano), por tipo de unidade móvel de perfuração.

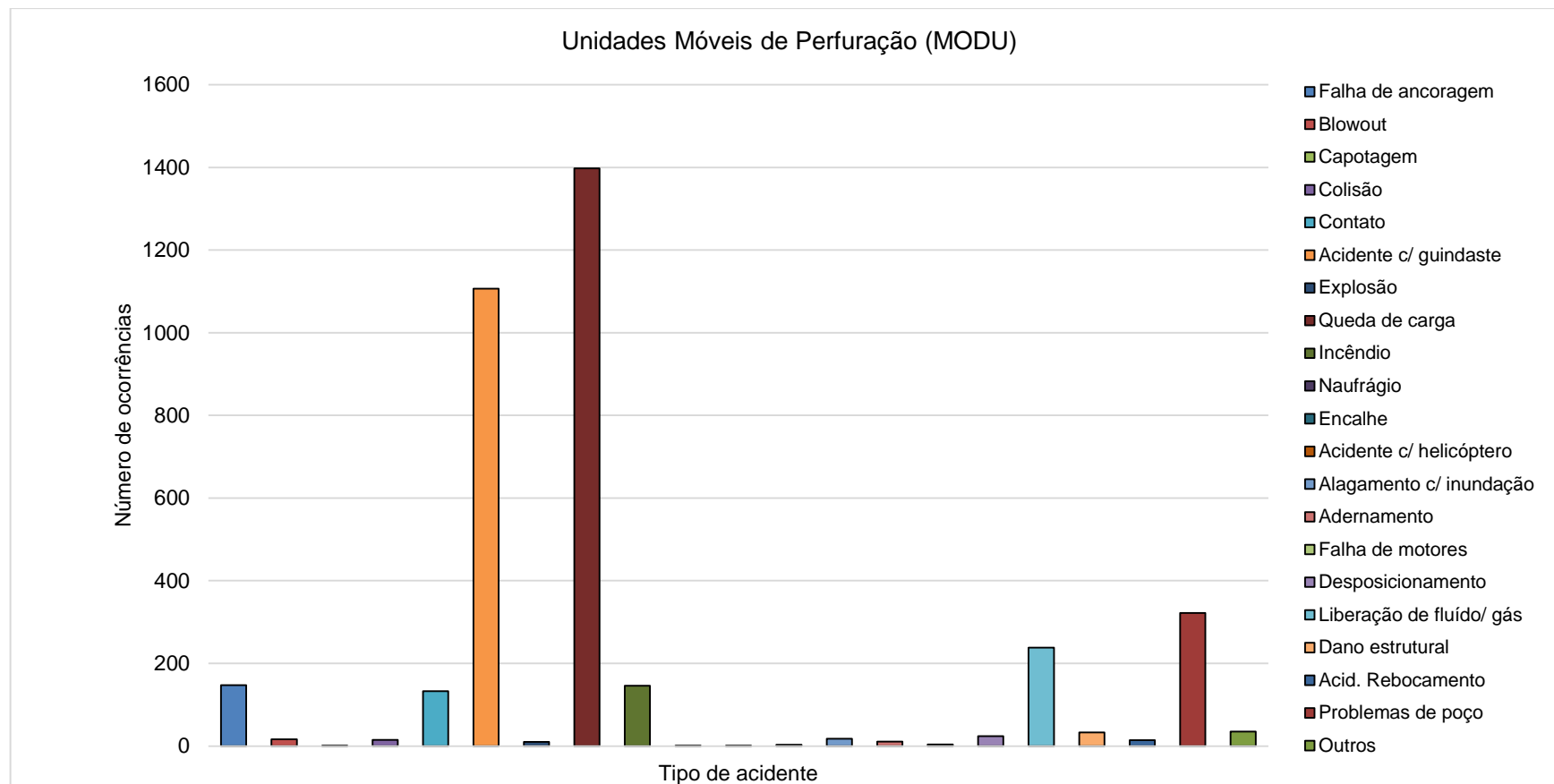
Tipo de acidentes	Período					
	1990-1999		2000-2007		1990-2007	
	N	F	N	F	N	F
Falha de ancoragem	133	0,204	14	0,031	147	0,133
Blowout	13	0,020	3	0,0066	16	0,014
Capotagem	1	0,0015	-	-	1	0,0009
Colisão	14	0,021	1	0,0022	15	0,014
Contato	108	0,166	25	0,055	133	0,120
Acidente com guindaste	697	1,070	410	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 fluído/ gás	160	0,246	78	0,172	238	0,215
Dano estrutural	29	0,045	4	0,0088	33	0,030
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

A **Figura II.13.2.6.1-1** representa graficamente as informações do **Quadro II.13.2.6.1-4**.

Analisando especificamente as unidades de perfuração do tipo Navio Sonda, o **Quadro II.13.2.6.1-5** 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.

A **Figura II.13.2.6.1-1** até a **Figura II.13.3.3.1-4** representam, graficamente, os dados do **Quadro II.13.2.6.1-5**, 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

Figura II.13.2.6.1-1 - Distribuição de ocorrência de tipo de acidentes em Unidades Móveis de Perfuração (MODU) no período de 1990 a 2007.

Quadro II.13.2.6.1-5 - Número de ocorrências de acidentes por ano e por tipo de acidente em plataformas Navio Sonda - de 1990 a 2007.

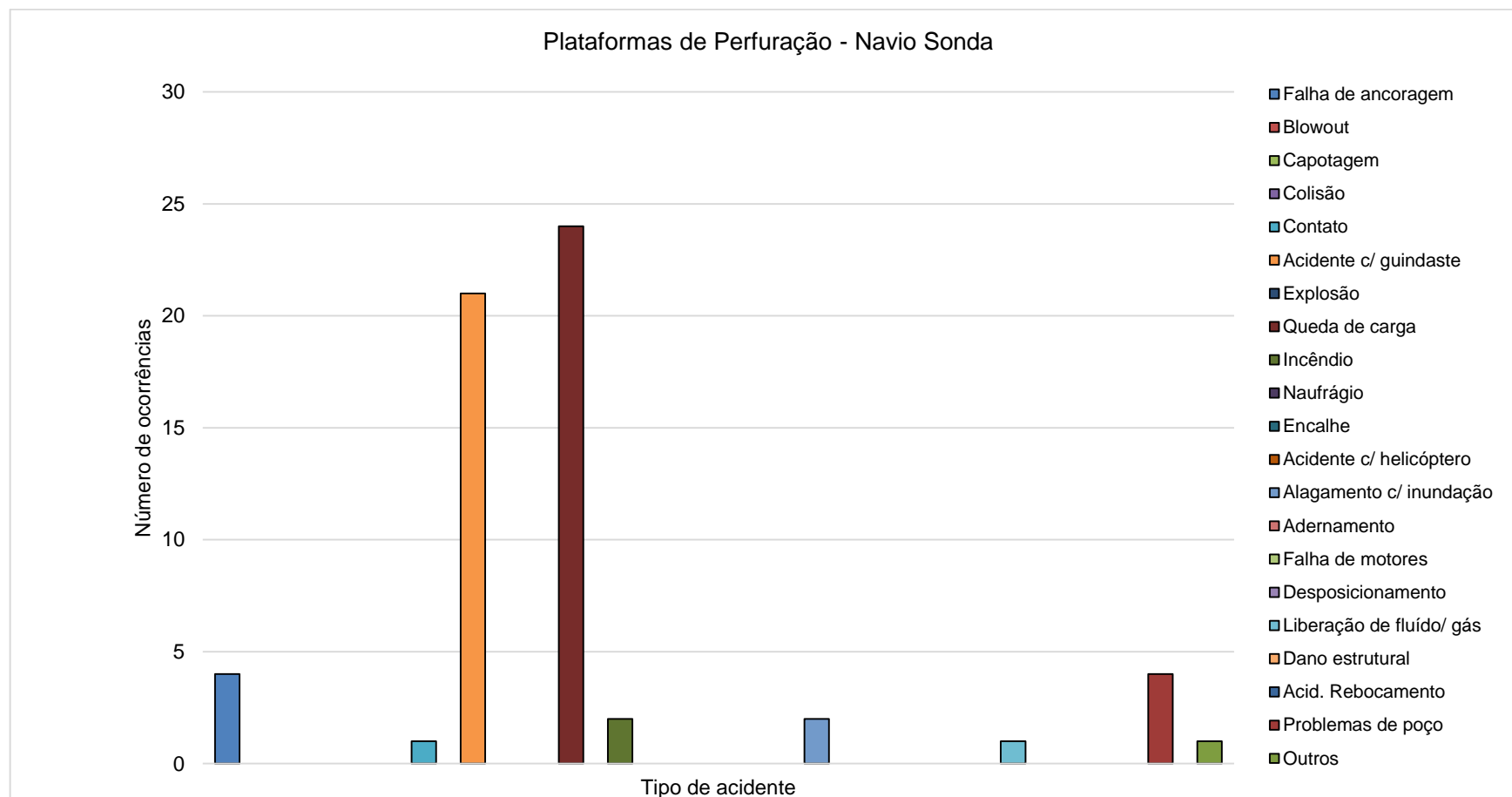
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
Blowout	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contato	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente com guindaste	-	2	4	1	2	1	4	3	-	-
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Queda de carga	-	2	5	2	2	-	5	3	-	-
Incêndio	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagamento/ inundação	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Adernamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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.13.2.6.1-5 (conclusão)

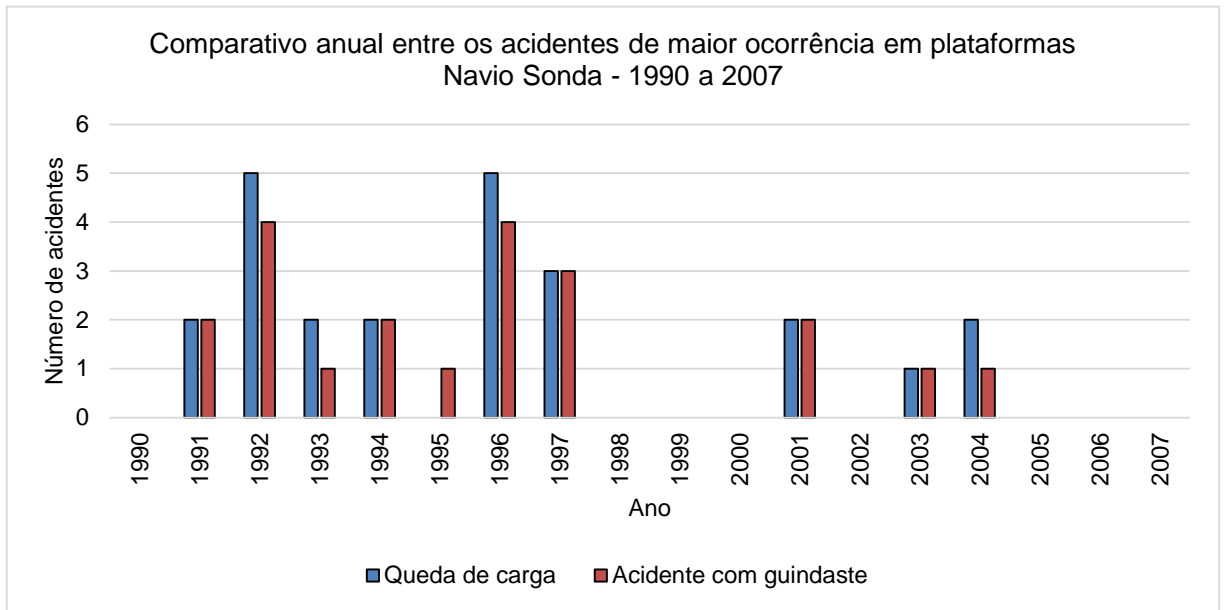
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Falha de ancoragem	-	-	-	--	-	-	-	-	4
Blowout	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Contato	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Acidente com guindaste	-	2	-	1	1	-	-	-	21
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	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
Liberção 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.



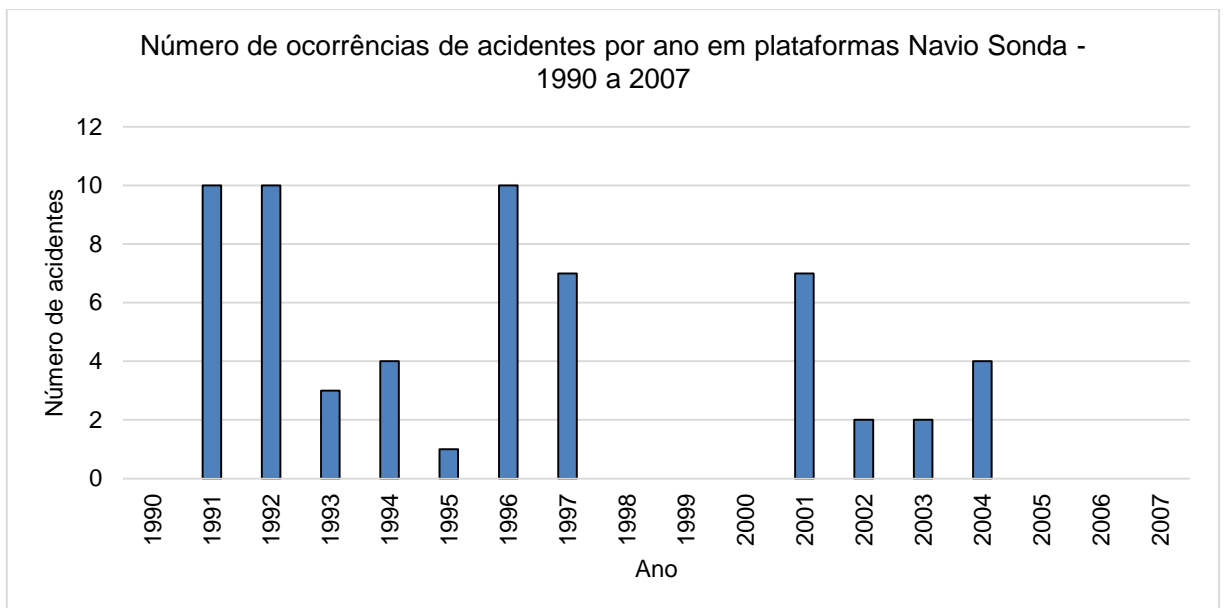
Fonte: HSE - 1990 a 2007.

Figura II.13.2.6.1-2 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Navio Sonda, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007.

Figura II.13.2.6.1-3 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Navio Sonda, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Figura II.13.2.6.1-4 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Navio Sonda, de 1990 a 2007.

O Quadro II.13.2.6.1-6 e a Figura II.13.2.6.1-5 até a Figura II.13.2.6.1-7 apresentam dados de ocorrência de acidentes referentes a plataformas Auto elevatórias (Jack-up).

Quadro II.13.2.6.1-6 - Número de ocorrências de acidentes por ano e tipo de acidente em plataformas Auto elevatórias - de 1990 a 2007.

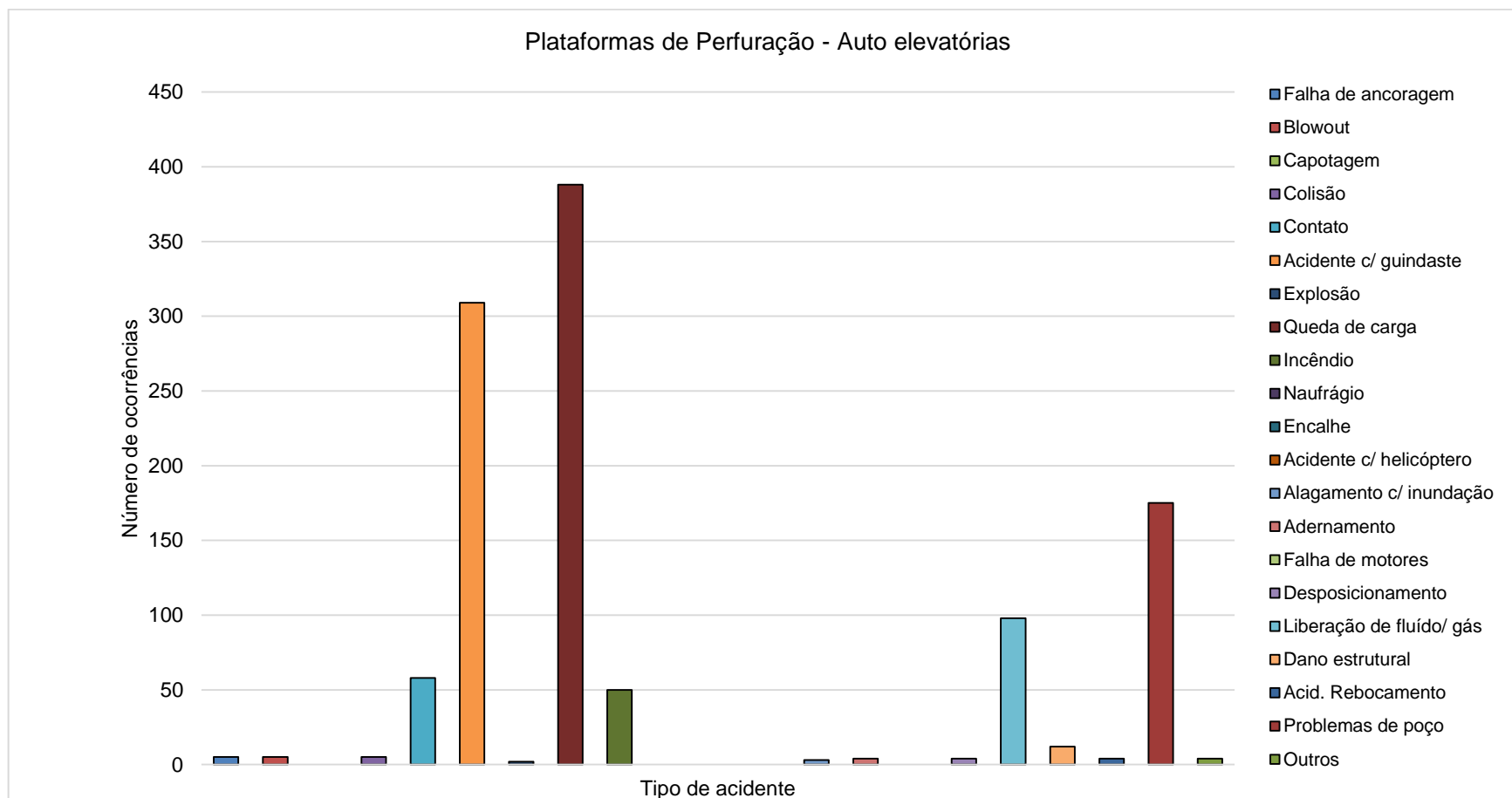
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-
Blowout	-	1	-	-	1	-	-	1	1	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colisão	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-
Contato	7	6	10	4	6	2	-	2	5	3
Acidente com guindaste	26	32	14	12	18	12	15	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.13.2.6.1-6 (conclusão)

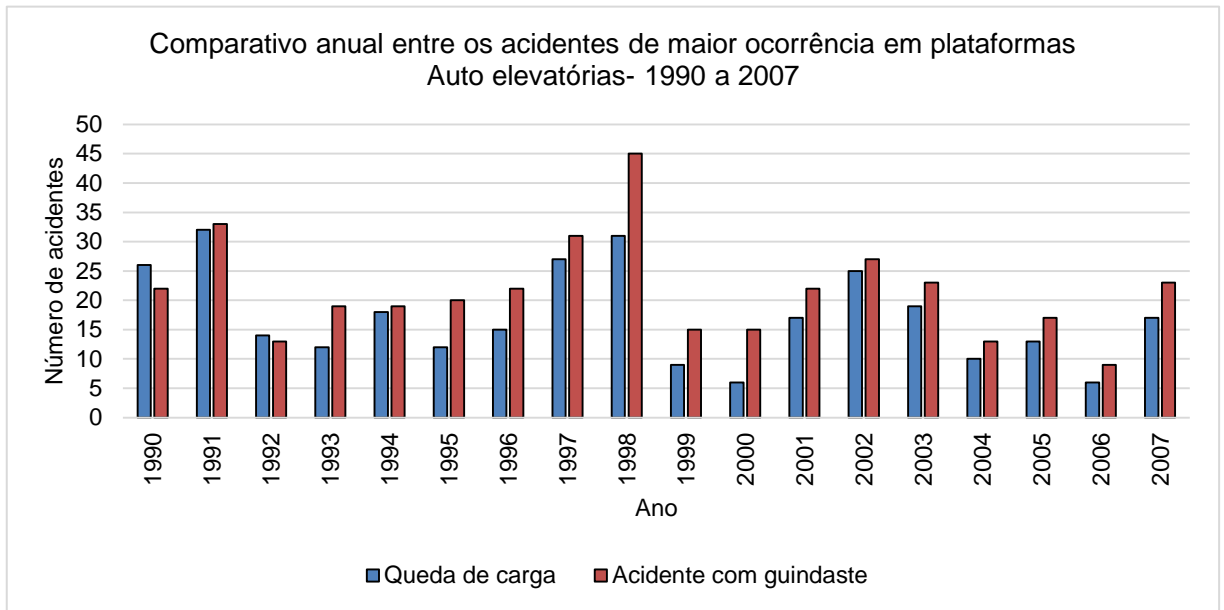
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Falha de ancoragem	1	-	-	-	-	-	-	-	5
Blowout	1	-	-	-	-	-	-	-	5
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Colisão	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Contato	-	1	2	2	-	2	2	4	58
Acidente com guindaste	6	17	25	19	10	13	6	17	309
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Queda de carga	15	22	27	23	13	17	9	23	388
Incêndio	1	3	1	-	1	-	2	-	50
Naufrágio	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Encalhe	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Acidente c/ helicóptero	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Alagamento/ inundação	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Adernamento	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Falha de motores	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Perda de posição	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Liberção de fluído/ 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



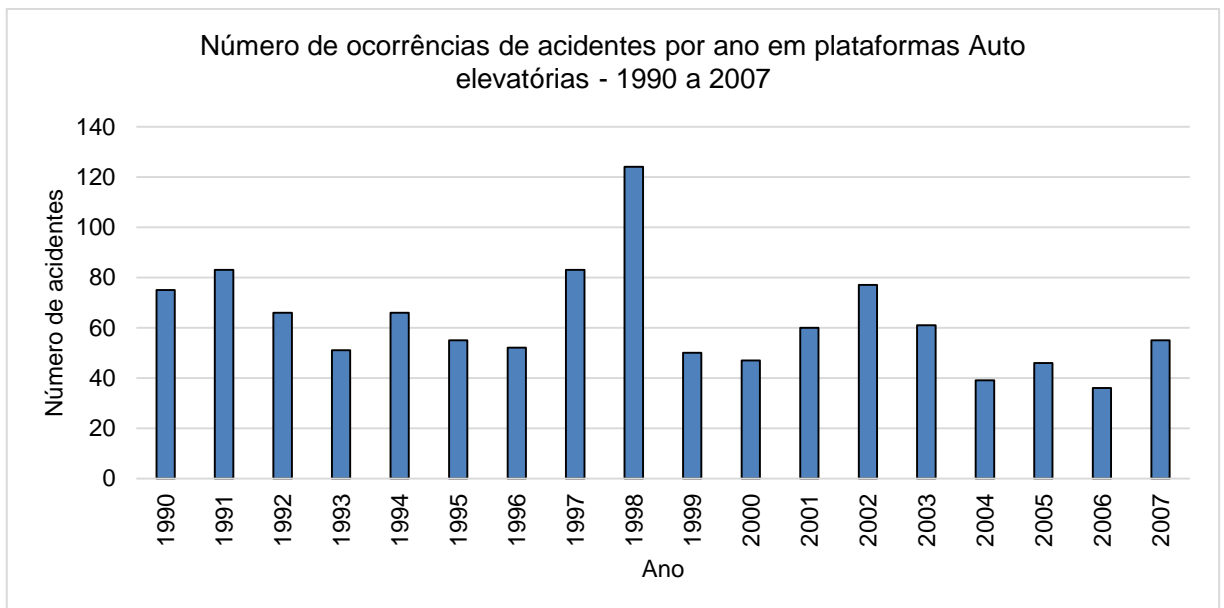
Fonte: HSE - 1990 a 2007.

Figura II.13.2.6.1-5 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Auto elevatórias, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007.

Figura II.13.2.6.1-6 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Auto elevatórias, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007.

Figura II.13.2.6.1-7 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Auto elevatórias, de 1990 a 2007.

O Quadro II.13.2.6.1-7 e a Figura II.13.2.6.1-8 até a Figura II.13.2.6.1-10 apresentam dados de ocorrência de acidentes referentes a plataformas Semissubmersíveis.

Quadro II.13.2.6.1-7 - Número de ocorrências de acidentes por ano e por tipo de acidente em plataformas Semissubmersíveis - de 1990 a 2007.

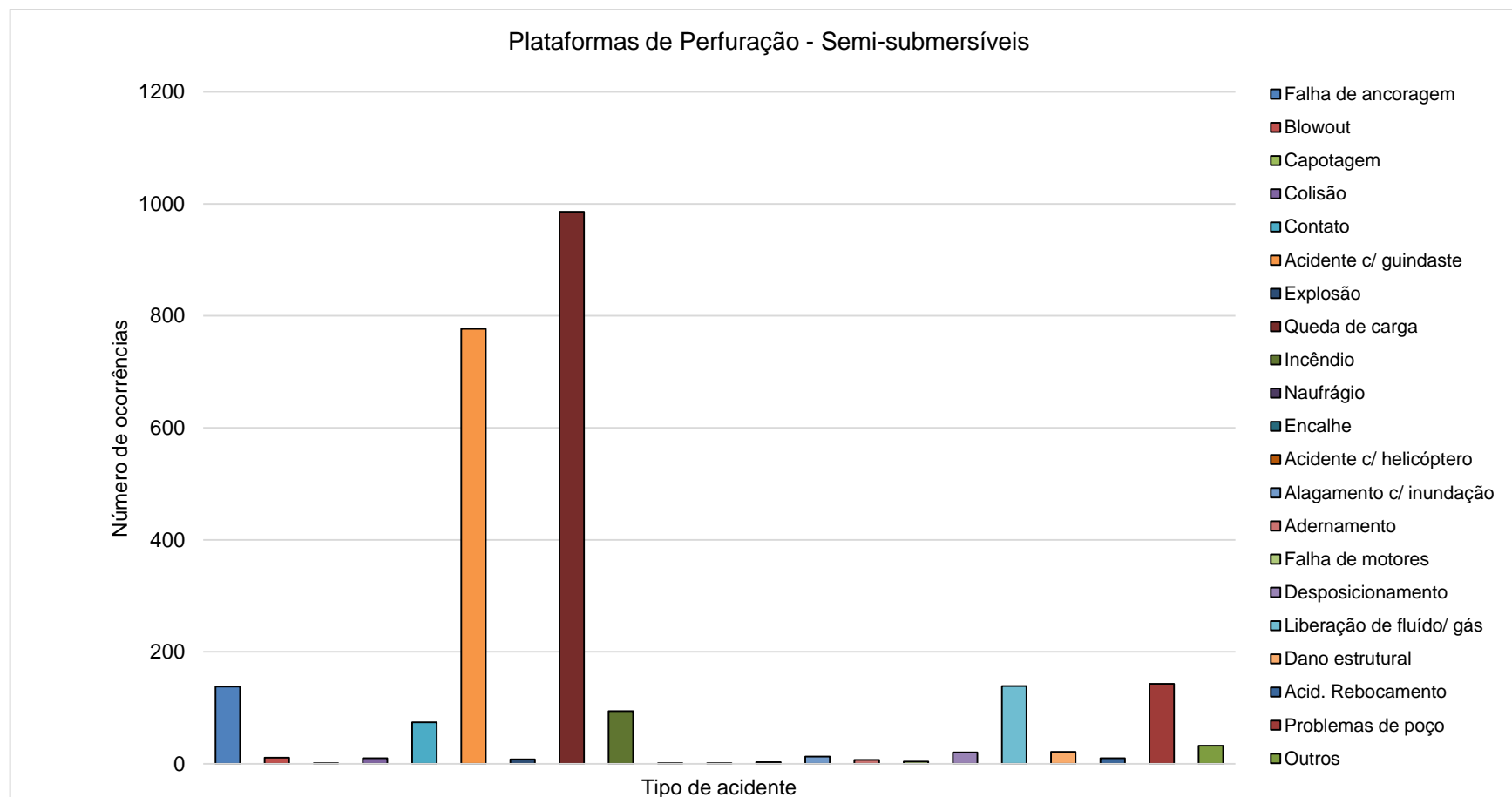
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Falha de ancoragem	19	21	11	18	5	5	17	17	8	4
Blowout	1	2	1	-	-	-	-	5	-	-
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Colisão	1	-	-	1	-	3	1	-	1	2
Contato	9	12	11	8	4	2	3	3	5	5
Acidente com guindaste	50	105	52	16	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	-
Liberação 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.13.2.6.1-7 (conclusão)

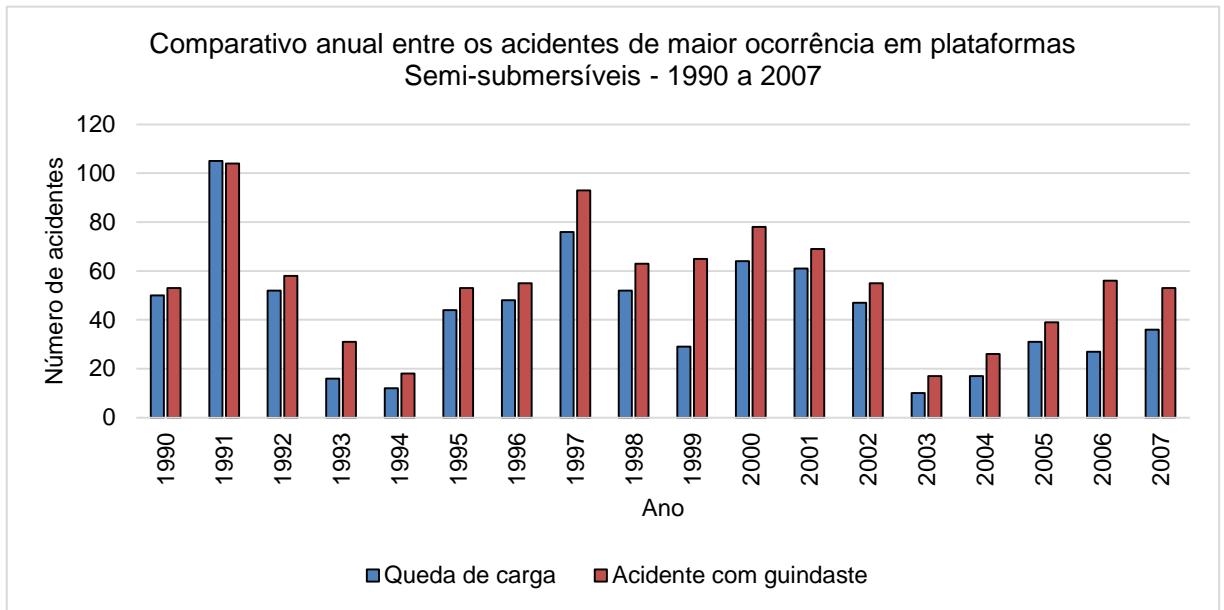
Tipo de acidente	Número de acidentes por ano								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Falha de ancoragem	2	2	2	4	-	2	1	-	138
Blowout	1	1	-	-	-	-	-	-	11
Capotagem	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Colisão	-	1	-	-	-	-	-	-	10
Contato	2	2	4	1	1	-	-	2	74
Acidente com guindaste	64	61	47	10	17	31	27	36	777
Explosão	-	-	-	-	-	-	-	-	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
Liberação 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



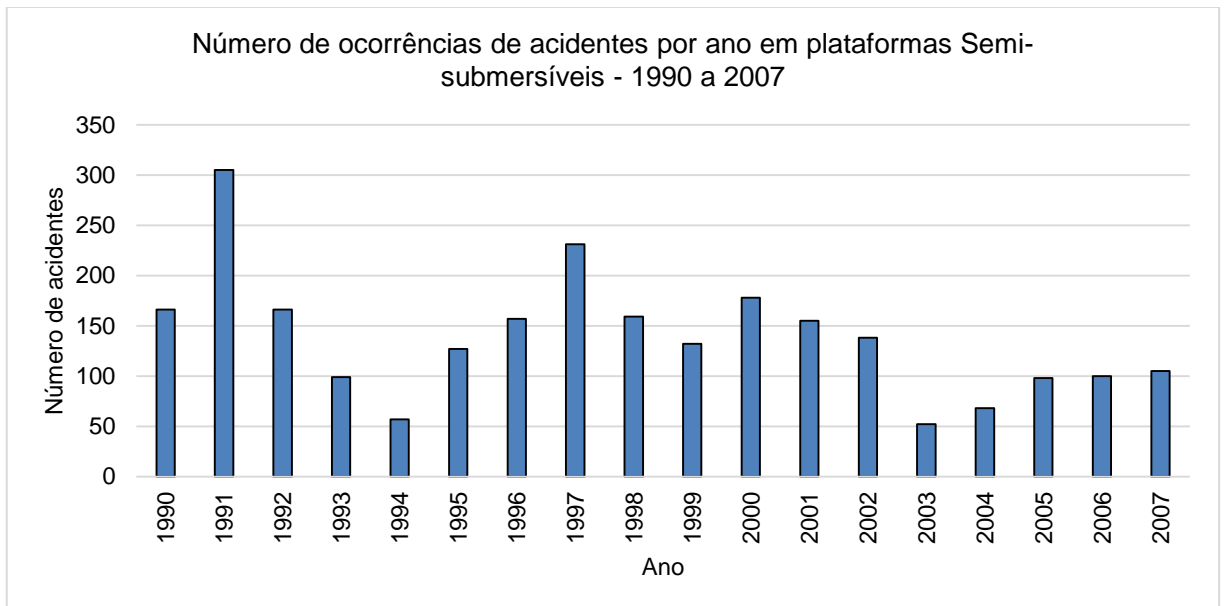
Fonte: HSE - 1990 a 2007

Figura II.13.2.6.1-8 - Número de ocorrências por tipo de acidente, em plataformas do tipo Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.



Fonte: HSE - 1990 a 2007

Figura II.13.2.6.1-9 - Comparativo entre os acidentes de maior ocorrência, por ano, em plataformas Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.



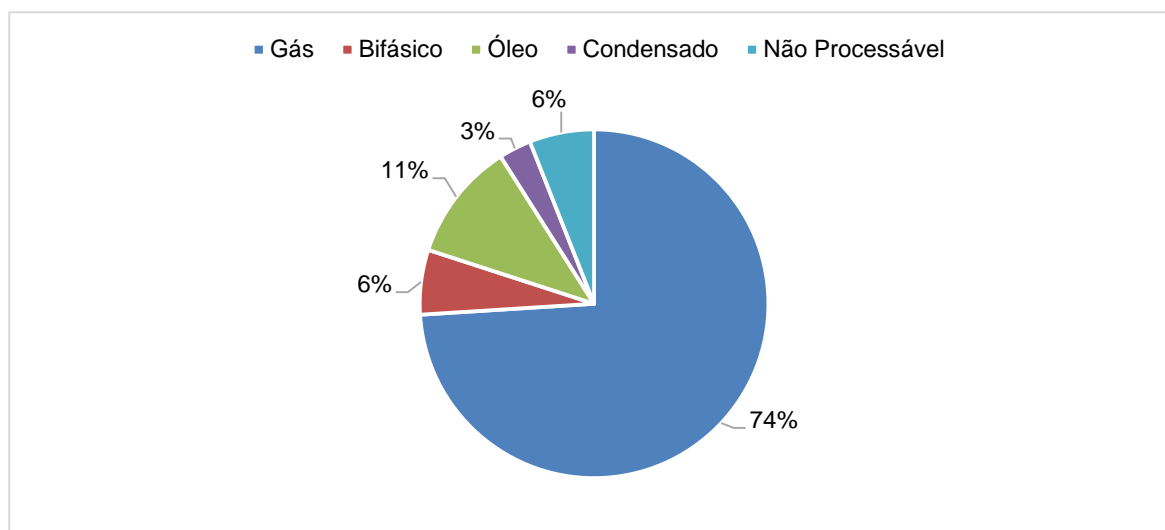
Fonte: HSE - 1990 a 2007..

Figura II.13.2.6.1-10 - Número de ocorrências de acidentes por ano em plataformas Semissubmersíveis, de 1990 a 2007.

II.13.2.6.2 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.

A **Figura II.13.2.6.2-1** 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.



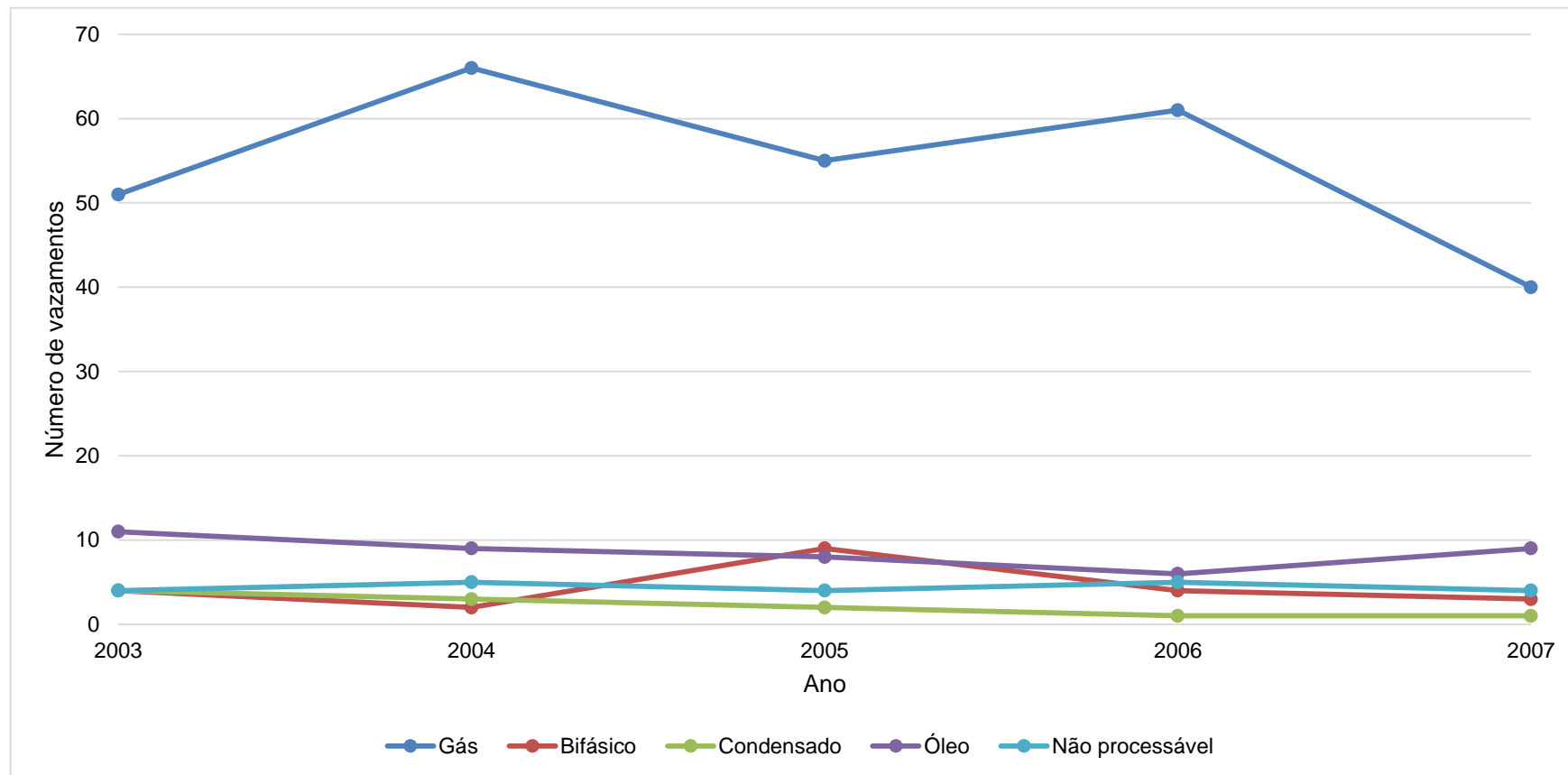
Fonte: HSE - 2001 a 2008.

Figura II.13.2.6.2-1 - 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.

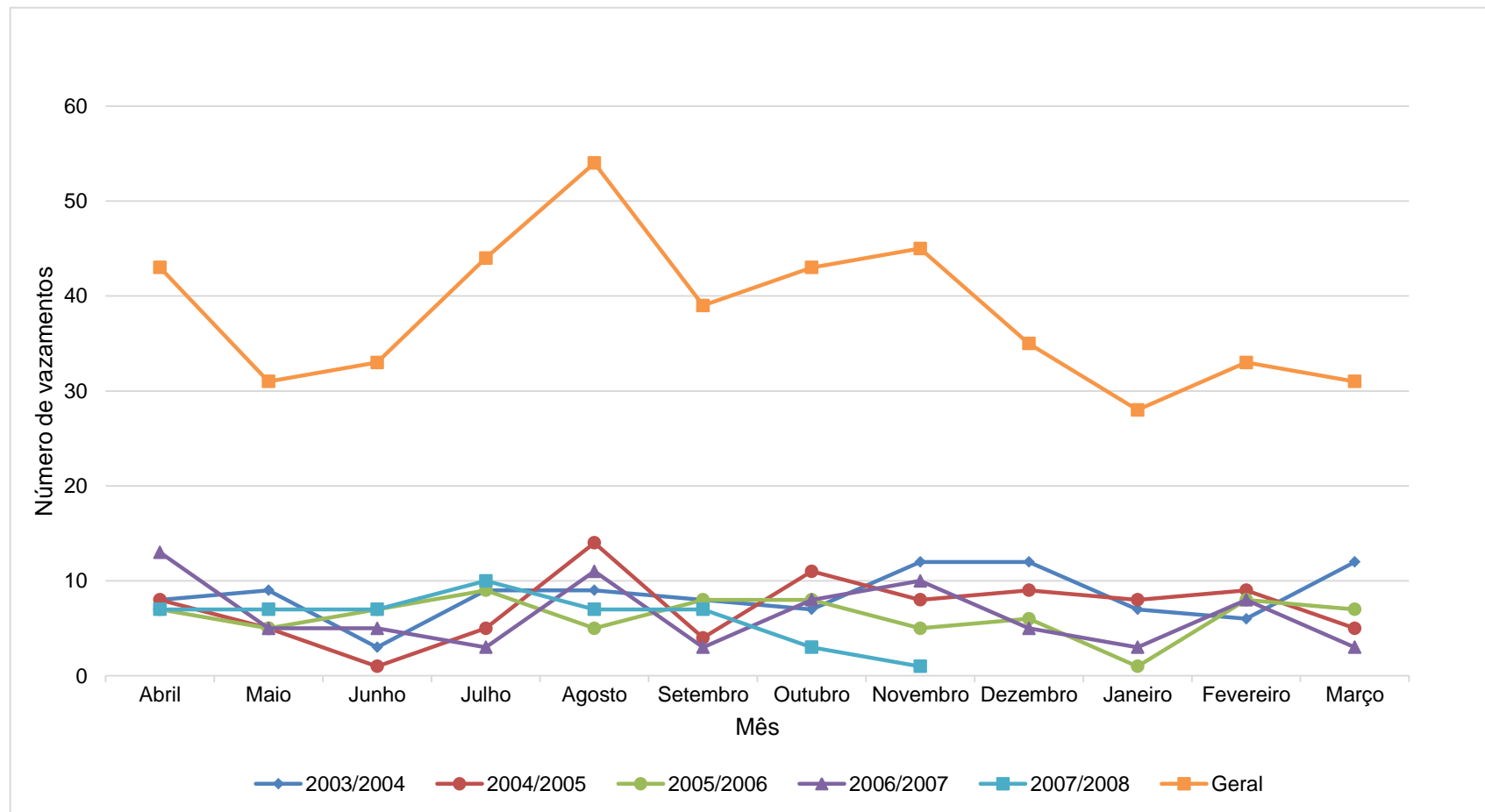
Os vazamentos também podem ser divididos em tipo de processo, como ilustrado pela **Figura II.13.2.6.2-2**. As emissões de gases (273) são o tipo mais comum de vazamento, seguidas de óleo (43), não processável (22), bifásico (22) e, em seguida, condensado (11). Isso é útil para os operadores, à medida que mais atenção deve ser dada aos processos que envolvem gás. Da liberação não processada, o diesel é a substância mais comum.

A **Figura II.13.2.6.2-3** 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 Figura, os intervalos retratados correspondem ao período de abril a dezembro do ano analisado, e janeiro a março do ano seguinte. O Figura 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 Figura podem ser influenciados pela intervenção na planta – por exemplo, altas intervenções no verão e baixas intervenções no inverno.



Fonte: HSE – 2001 - 2008

Figura II.13.2.6.2-2 - Variação do número de vazamentos em unidades offshore, por ano, de 2003 a 2007, por tipo de hidrocarboneto.

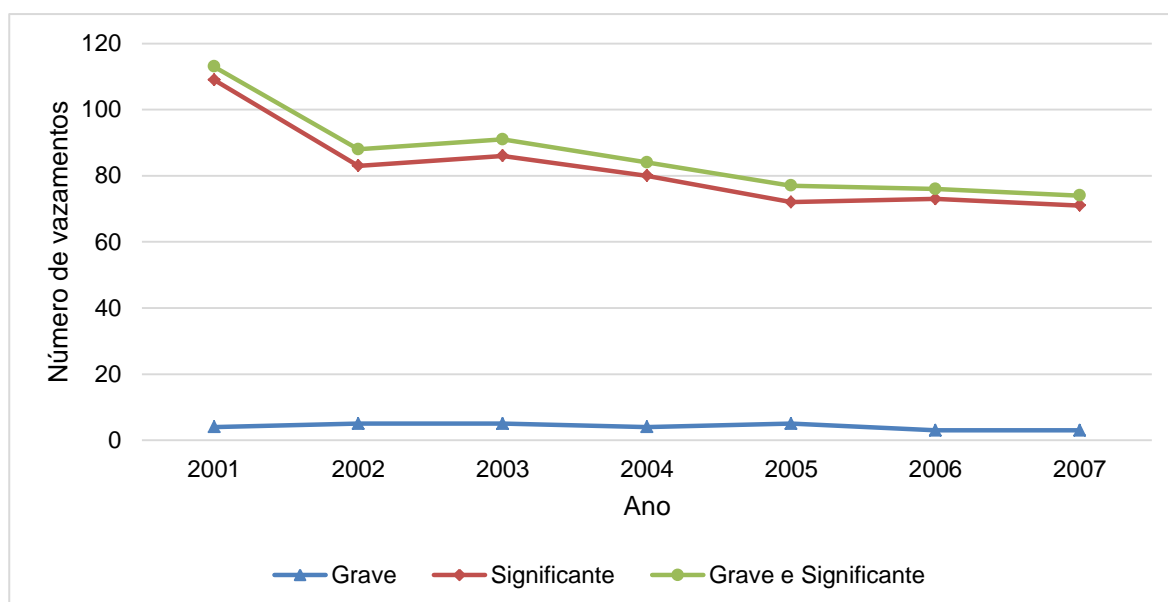


Fonte: HSE – 2001 - 2008

Figura II.13.2.6.2-3 - Variação do número de vazamentos em unidades offshore, por mês, entre 2003/2004 e 2007/2008.

A **Figura II.13.2.6.2-4** mostra o número de vazamentos de hidrocarbonetos por categoria de severidade – grave e significativa, por ano. Nota-se a predominância de vazamentos significantes 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.

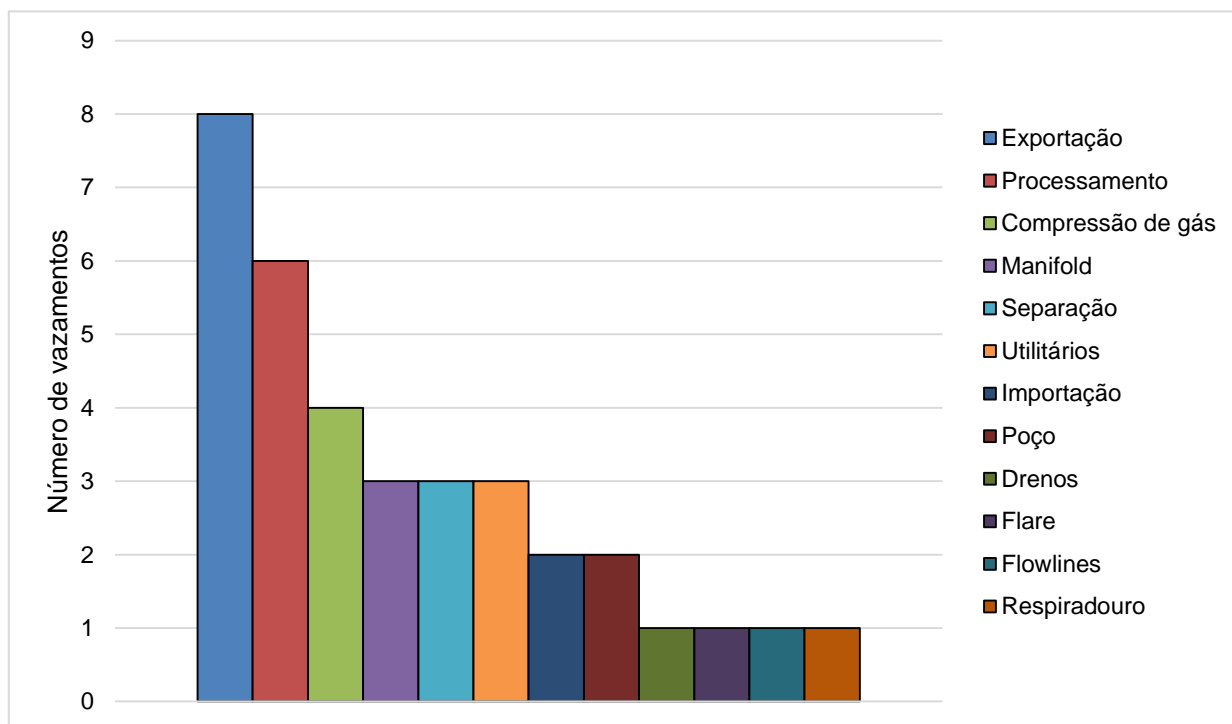


Fonte: HSE - 2001 a 2007

Figura II.13.2.6.2-4 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos por categoria de severidade por ano, em unidades offshore.

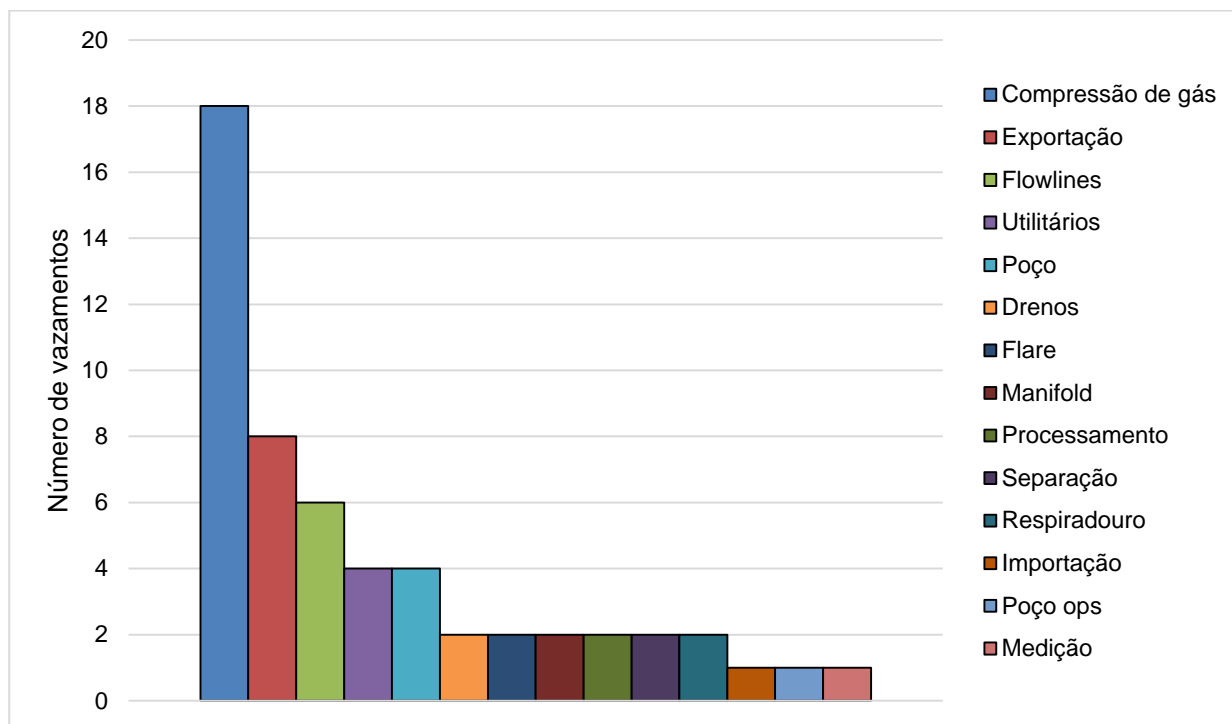
A **Figura II.13.2.6.2-5** e a **Figura II.13.2.6.2-6** demonstram que sistema estava em uso no momento que ocorreram os vazamentos de hidrocarbonetos graves e significativos, respectivamente. Tal como ilustrado, parece que a maioria dos grandes vazamentos ocorrerem a partir do sistema de exportação (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

Figura II.13.2.6.2-5 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade grave, por tipo de operação, em unidades offshore.

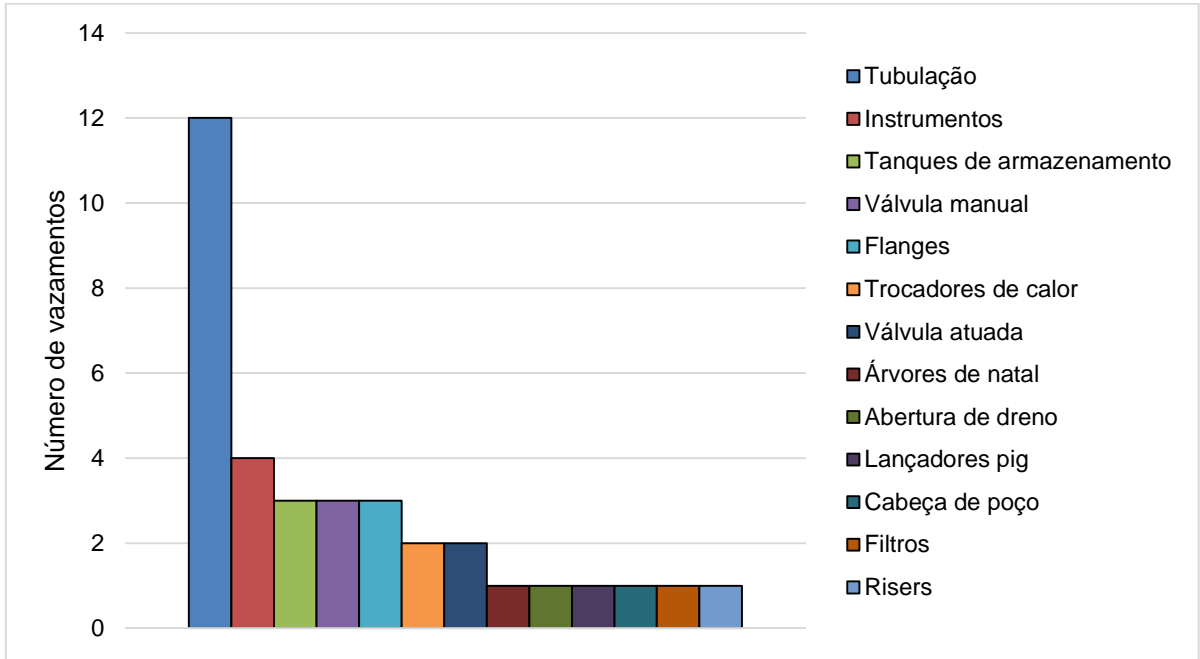


Fonte: HSE - 2001 a 2008

Figura II.13.2.6.2-6 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade significativa, por tipo de operação, em unidades offshore.

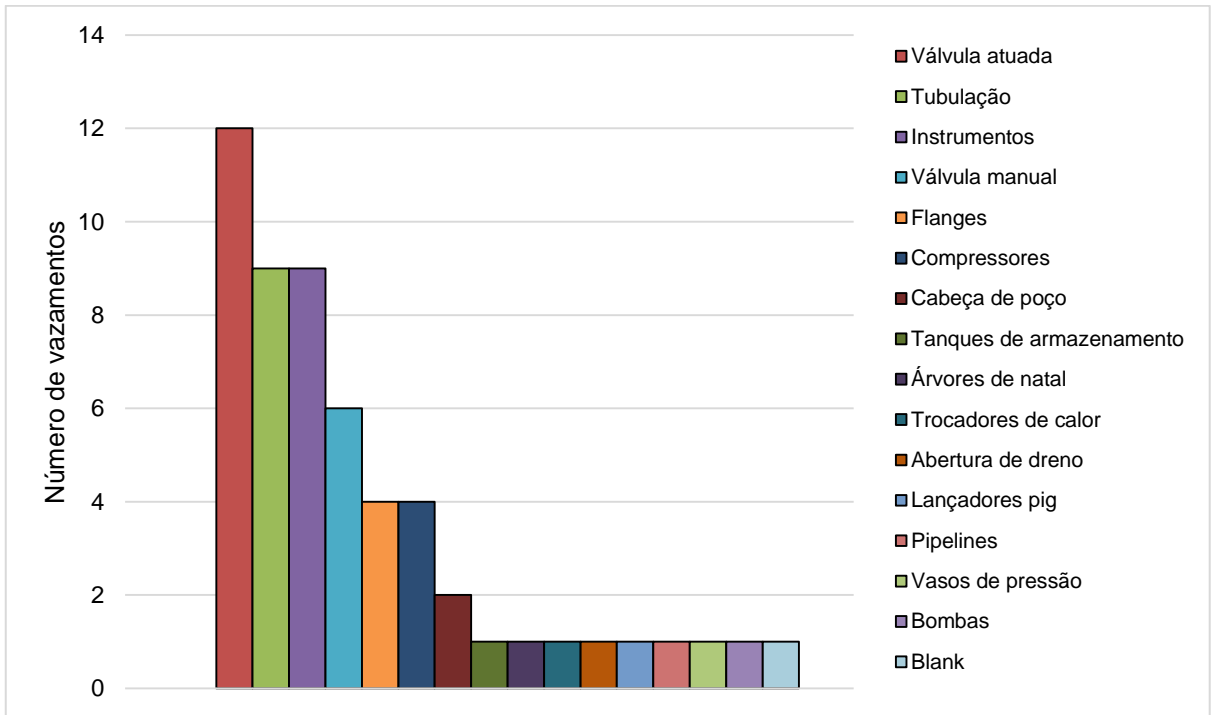
O equipamento em uso no momento da liberação é ilustrado na **Figura II.13.2.6.2-7** e **Figura II.13.2.6.2-8** para vazamentos graves e significantes, respectivamente. Tal como acontece com a análise do sistema, surgem diferentes problemas de equipamento dependendo da gravidade da liberação. Por exemplo, 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

Figura II.13.2.6.2-7 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade grave, por tipo de equipamento, em unidades offshore.



Fonte: HSE - 2001 a 2008

Figura II.13.2.6.2-8 - Número de vazamentos de hidrocarbonetos de categoria de severidade significativa, por tipo de equipamento, em unidades offshore.

II.13.2.7 Dados da Petrobras

II.13.2.7.1 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 2016

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 2016.

Quadro II.13.2.7.1-1 - Número e volume (m³) e ocorrência.

Ano	Número total de ocorrências	Volume total (m ³)	Volume médio (m ³) (Petrobras)	Volume médio (m ³) (IOGP)	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	ND	21	1387,70
2002	8	10,20	1,28	ND	5	10,14
2003	33	14,08	0,43	ND	10	13,56
2004	33	8,08	0,24	ND	8	7,36
2005	25	38,64	1,55	ND	4	37,91
2006	32	27,70	0,87	ND	9	26,76
2007	29	30,52	1,05	ND	11	29,90
2008	25	2,32	0,09	ND	6	1,58
2009	40	2,91	0,07	8,7 ²	3	1,94
2010	58	24,21	0,42	6,3 ³	6	23,13
2011	67	7,42	0,11	32,6 ⁴	9	6,16
2012	97	28,21	0,29	7,6 ⁵	9	26,95
2013	66	7,55	0,11	2,3 ⁶	7	6,72
2014	58	1,55	0,03	ND	3	0,68

² OGP-Environmental performance in the E&P industry 2009 data, Report 442

³ OGP-Environmental performance in the E&P industry 2010 data, Report 466

⁴ OGP-Environmental performance indicators 2011 data, Report 2011e

⁵ OGP-Environmental performance indicators 2012 data, Report 2012e

⁶ IOGP-Environmental performance indicators 2011 data, Report 2013e

Ano	Número total de ocorrências	Volume total (m ³)	Volume médio (m ³) (Petrobras)	Volume médio (m ³) (IOGP)	Número de ocorrências maiores que 0,159 m ³	Volume (m ³) das ocorrências maiores que 0,159 m ³
2015	65	14,43	0,22	ND	6	13,22
2016	105	5,38	0,05	ND	9	4,36

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).

2016: Ocorrência mais significativa foi um vazamento de 1,8 m³ de petróleo do duto PE-16-PGA03/EPA próximo à costa de Aracaju, na UO-SEAL.

Como informado anteriormente, não estão incluídos os incidentes com água produzida descartada fora de especificação (teor de óleo acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 393) nas plataformas de produção.

Estas ocorrências⁷ 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.

Destaca-se, inicialmente, que os volumes indicados no **Quadro II.13.2.7.1-1** 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 IOGP que, em seu relatório de desempenho ambiental de 2013 (o mais recente), registra que 66% das ocorrências foram menores que um barril. Na Petrobras, no mesmo ano, este número correspondeu a 89%.

⁷ Descarte de óleo em água produzida descartada em plataformas acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 393.

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.13.2.7.1-1**. O **Figura II.13.2.7.1-1** ilustra o acima descrito.

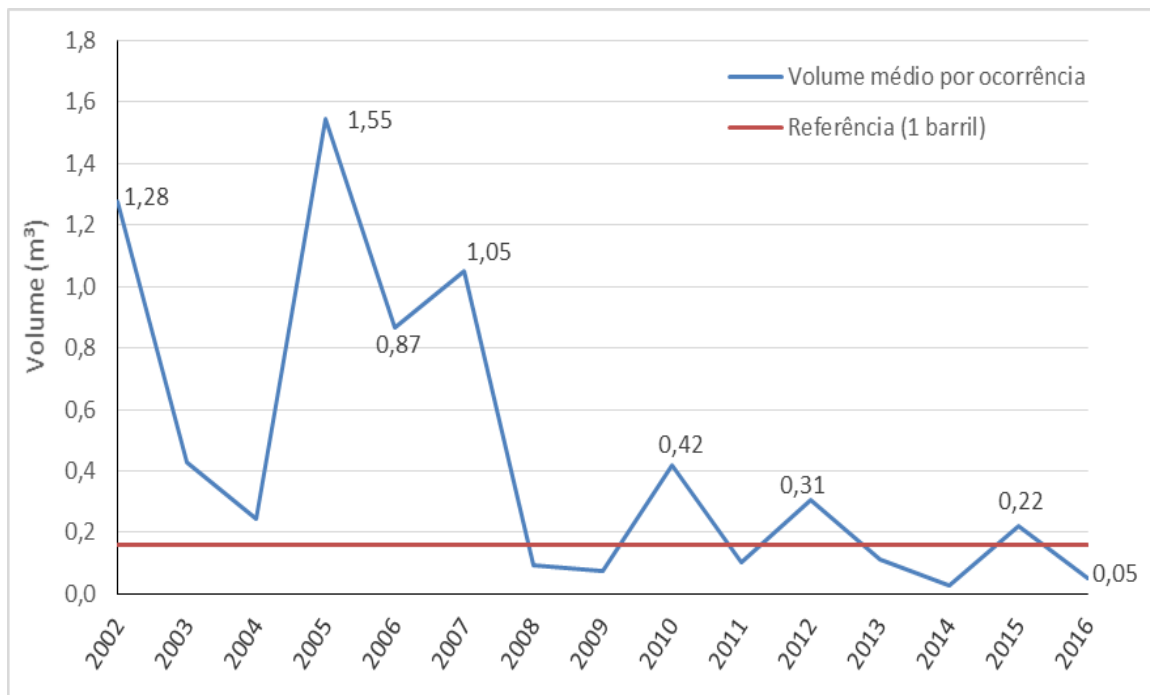


Figura II.13.2.7.1-1 - Volume médio (m³) por ocorrência.

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

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 um pequeno número de ocorrências (**Figura II.13.2.7.1-2**).

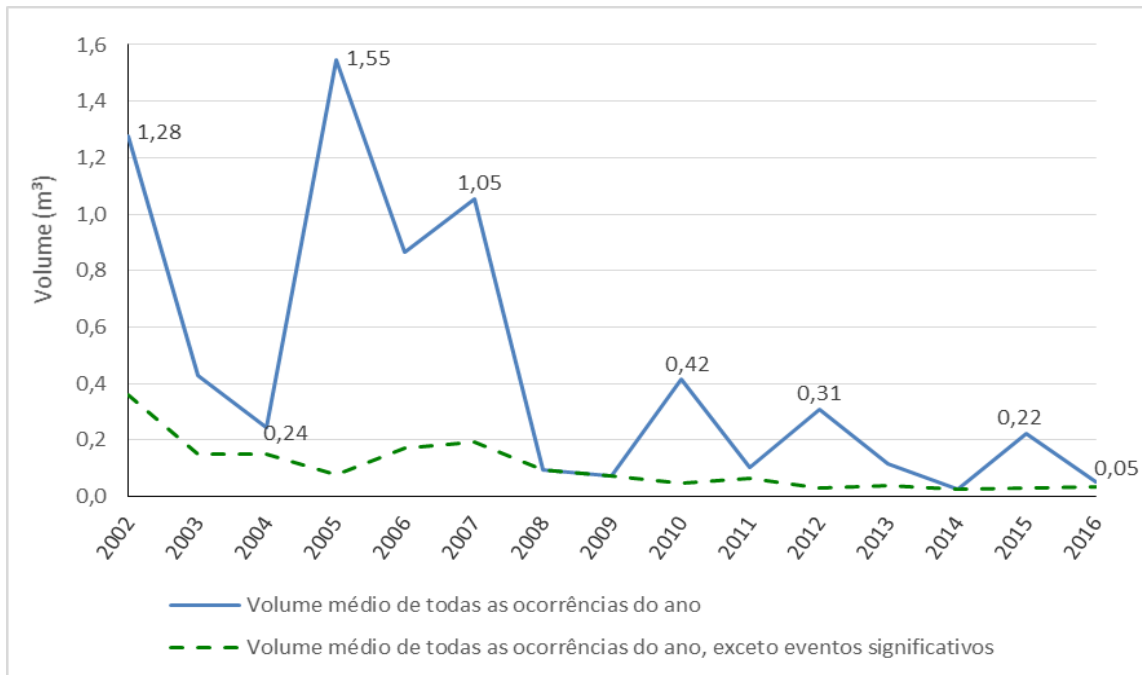


Figura II.13.2.7.1-2 - Volume médio por ocorrência, com e sem eventos mais significativos.

Destaca-se que os resultados apresentados pela Petrobras/E&P, para o período em análise, são significativamente melhores que os resultados médios das empresas do segmento, em nível internacional, de acordo com relatórios divulgados pela IOGP – *International Association of Oil & Gas Producers*.

Os incidentes mais significativos de vazamento de óleo nesta década (2010 a 2016), 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;
- 10/2016 – Descarga de 1,8 m³ de petróleo para o mar através do duto PE-16-PGA03/EPA, em Sergipe.

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 (90%) do total de óleo derramado no mar na atividade de E&P naquele ano.

Situação semelhante voltou a ocorrer em 2015, em que três ocorrências (4,6% das ocorrências) totalizaram 12,45 m³, respondendo por 86,3% do volume total derramado naquele ano.

Analisando-se a distribuição das ocorrências nos últimos quinze anos (período 2002-2016), excluídas as ocorrências de descarte de óleo contido em água produzida descartada fora de especificação nas plataformas, verifica-se que 86% das ocorrências são menores que um barril e em termos de volume elas representam apenas 5,7% do total.

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 (**Figura II.13.2.7.1-3**), assim como no volume médio de óleo derramado por ocorrência (**Figura II.13.2.7.1-1**).

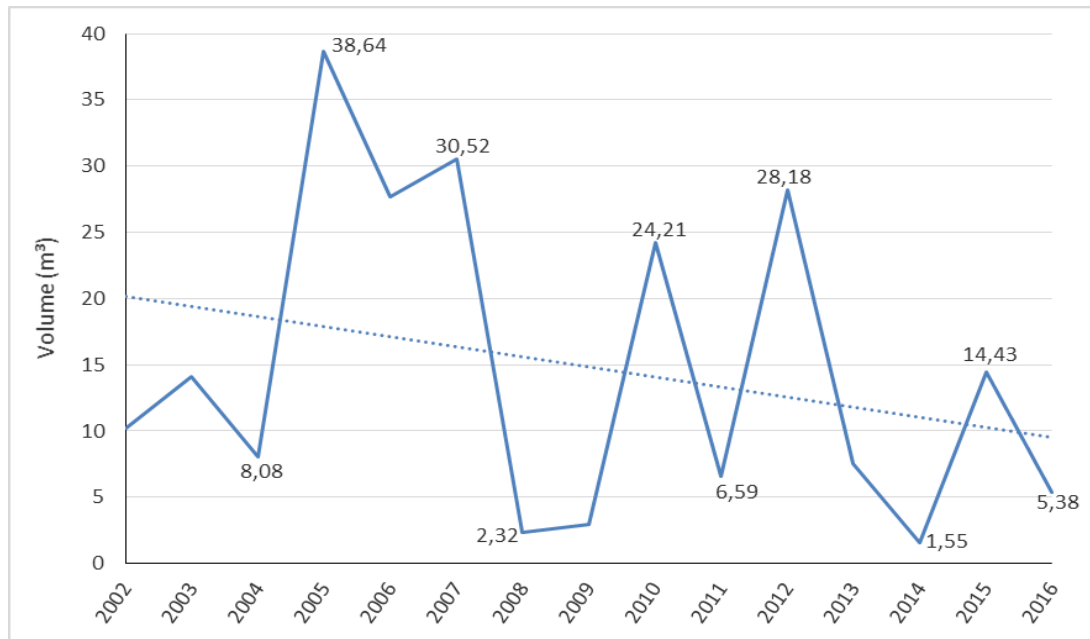


Figura II.13.2.7.1-3 - Volume derramado no mar (m³) e curva de tendência.

Considerada a classificação utilizada no Brasil para definição de volumes pequenos, médios e grandes, no período de 2001 a 2016, apenas cinco⁸ 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).

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 geoFigura 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.

⁸ 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).

II.13.2.8 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 às unidades marítimas que serão utilizadas na atividade (NS-41 e NS-42) 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 as unidades marítimas NS-41 e NS-42 aptas a realizar as atividades de perfuração exploratória nos Blocos BM-PEPB-1 e BM-PEPB-3 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 as mesmas.

II.13.3 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.13.3.1 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.13.3.1-1**, 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.13.3.1-1** abaixo:

Quadro II.13.3.1-1 - Categorias de Frequências

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA (OC./ANO)	DESCRIÇÃO
A	Provável	$F > 10^{-1}$	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.13.3.1-2**.

Quadro II.13.3.1-2 - 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.13.3.1-3** a seguir.

Quadro II.13.3.1-3 - 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.13.3.1-4** abaixo classifica os cenários como: Risco Alto (RA), Risco Médio ou Moderado (RM) ou Risco Baixo (RB).

Quadro II.13.3.1-4 - 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.13.3.2 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 / completação / 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);
- **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.**

No **Anexo II.13.3.2-1** 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 as Unidades Marítima de Perfuração NS-41 e NS-42. As plantas e croquis das referidas Unidades já foram apresentados no Processo Administrativo do CADUMP nº 02022000741/2013-91, 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 estas Unidades Marítima de Perfuração.

Quadro II.13.3.2-1 - Matriz de Riscos para as operações envolvendo as atividades com a Unidade Marítima de Perfuração NS-41⁹.

		Severidade			
		Desprezível (I)	Marginal (II)	Crítica (III)	Catastrófica (IV)
Frequência	Provável (A)				
	Razoavelmente provável (B)	HA1, HA3, HA12 (3)	HA5, HA7, HA10, HA14, HA18, HA19, HA26 (7)	HA8, HA11 (2)	
	Remota (C)		HA2, HA4, HA13, HA16, HA17 (5)	HA6, HA15, HA25 (3)	HA9, HA20, HA21, HA22 (4)
	Extremamente remota (D)			HA24 (1)	HA23, HA27, HA28 (3)

Quadro II.13.3.2-2 - Matriz de Riscos para as operações envolvendo as atividades com a Unidade Marítima de Perfuração NS-42¹⁰.

		Severidade			
		Desprezível (I)	Marginal (II)	Crítica (III)	Catastrófica (IV)
Frequência	Provável (A)				
	Razoavelmente provável (B)	HA1, HA3, HA13 (3)	HA5, HA7, HA11, HA15, HA19, HA20, HA27 (7)	HA8 (1)	
	Remota (C)		HA2, HA4, HA10, HA14, HA17, HA18 (6)	HA6, HA12, HA16, HA26 (4)	HA9, HA21, HA22, HA23 (4)
	Extremamente remota (D)			HA25 (1)	HA24, HA28, HA29 (3)

⁹ Os números dentro das células referem-se ao número de hipóteses acidentais classificadas em cada categoria.

¹⁰ Os números dentro das células referem-se ao número de hipóteses acidentais classificadas em cada categoria.

As hipóteses acidentais relacionadas a vazamento de óleo identificadas na APP estão listadas abaixo, por subsistema, para cada Unidade Marítima de Perfuração^{11 12}:

- **Unidade Marítima de Perfuração NS-41**

Quadro II.13.3.2-3 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo diesel.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 7	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)
Hipótese nº. 8	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)
Hipótese nº. 9	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)

Quadro II.13.3.2-4 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante/hidráulico.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 10	Vazamento de óleo lubrificante/hidraulico em tubulações, tanques e válvulas.
Hipótese nº. 11	Vazamento de óleo lubrificante/hidraulico em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.13.3.2-5 - Subsistemas: Coleta e destinação de óleo sujo.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 14	Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.
Hipótese nº. 15	Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

¹¹ Para o subsistema que foi identificado pequeno, médio e grande vazamento foi considerada apenas a hipótese acidental de maior volume.

¹² 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.13.3.2-6 - Subsistemas: Operações de carga e descarga.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 16	Vazamento de óleo lubrificante, hidráulico ou sujo devido à queda de tambor ou tanque portátil.

Quadro II.13.3.2-7 - Subsistema: Transferência de óleo diesel a partir do Barco de Apoio.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 18	Vazamento de óleo diesel no mangote, linhas de transferência, válvulas durante operação de transferência Embarcação de apoio/Unidade Marítima de Perfuração.

Quadro II.13.3.2-8 - Subsistema: Estabilidade da Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipóteses nº. 20	Vazamento de óleo devido a perda de estabilidade (adernamento /afundamento) da unidade.

Quadro II.13.3.2-9 - Subsistema: Controle de Poço.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 23	Vazamento de óleo e gás – descontrole do poço (<i>Blow out</i>).

Quadro II.13.3.2-10 - Subsistema: Teste de Formação.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 25	Vazamento de óleo e gás em linhas, vasos, válvulas, conexões ou flanges, durante o teste de formação
Hipótese nº. 26	Vazamento de óleo e gás devido a queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama).

Quadro II.13.3.2-11 - Subsistema: Finalização e Abandono.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 27	Vazamento nos tampões de abandono.

Quadro II.13.3.2-12 - Subsistema: Operação entre Barco de Apoio e Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 28	Vazamento de óleo diesel no barco de apoio.

- **Unidade Marítima de Perfuração NS-42**

Quadro II.13.3.2-13 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo diesel.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 7	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)
Hipótese nº. 8	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)
Hipótese nº. 9	Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel)

Quadro II.13.3.2-14 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo hidráulico.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 10	Vazamento de óleo hidráulico em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.13.3.2-15 - Subsistemas: Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 11	Vazamento de óleo lubrificante em tubulações, tanques e válvulas.
Hipótese nº. 12	Vazamento de óleo lubrificante em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.13.3.2-16 - Subsistemas: Coleta e destinação de óleo sujo.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 15	Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.
Hipótese nº. 16	Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

Quadro II.13.3.2-17 - Subsistemas: Operações de carga e descarga.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 17	Vazamento de óleo lubrificante, hidráulico ou sujo devido à queda de tambor ou tanque portátil.

Quadro II.13.3.2-18 - Subsistema: Transferência de óleo diesel a partir do Barco de Apoio.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 19	Vazamento de óleo diesel no mangote, linhas de transferência, válvulas durante operação de transferência Embarcação de apoio/Unidade Marítima de Perfuração.

Quadro II.13.3.2-19 - Subsistema: Estabilidade da Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipóteses nº. 21	Vazamento de óleo devido a perda de estabilidade (adernamento /afundamento) da unidade.

Quadro II.13.3.2-20 - Subsistema: Controle de Poço.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 24	Vazamento de óleo e gás – descontrole do poço (<i>Blow out</i>).

Quadro II.13.3.2-21 - Subsistema: Teste de Formação.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 26	Vazamento de óleo e gás em linhas, vasos, válvulas, conexões ou flanges, durante o teste de formação
Hipótese nº. 27	Vazamento de óleo e gás devido a queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama).

Quadro II.13.3.2-22 - Subsistema: Finalização e Abandono.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 28	Vazamento nos tampões de abandono.

Quadro II.13.3.2-23 - Subsistema: Operação entre Barco de Apoio e Unidade Marítima.

Hipótese	Descrição
Hipótese nº. 29	Vazamento de óleo diesel no barco de apoio.

Conforme pode-se observar nas planilhas de APP (**Anexo II.13.3.2-1**) e na matriz de Risco (**Quadro II.13.3.2-1 e Quadro II.13.3.2-2**), este estudo analisa as severidades e frequências de ocorrência das Unidades Marítima de Perfuração NS-41 e NS-42 e estes resultados subsidiarão os cálculos apresentados no **Item V - Cálculo dos Riscos Ambientais** deste estudo.

II.13.3.3 Avaliação das Frequências de Ocorrência dos Cenários Acidentais

Para a obtenção da frequência de ocorrência de cada cenário acidental foram elaboradas árvores de falhas a partir da interação (soma ou multiplicação) das frequências das falhas dos componentes existentes no trecho da instalação, passíveis de sofrerem falhas gerando liberação dos produtos.

Durante a elaboração das árvores de falhas o evento topo (hipótese acidental em análise) é caracterizado como sendo um portão cujas entradas são as causas relacionadas com as falhas de linhas, válvulas ou outros componentes associados ao trecho em questão, sendo estas interagidas por meio de portões de dependência (multiplicação) ou inpedência (soma).

A frequência de cada causa foi obtida multiplicando-se o número de componentes pela frequência de ruptura catastrófica ou ruptura parcial, considerando os valores apresentados na **Quadro II.13.3.3-1**. 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.

Quadro II.13.3.3-1 - 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
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 * ⁴	7,50E ⁻³ * ⁴	Rijnmond / 384, Fig.IX.1
Falha Humana * ²	2,00E ⁻² * ⁴	2,00E ⁻² * ⁴	Less / 14/78, tb.14.26
Falha Humana * ³	7,00E ⁻² * ⁴	7,00E ⁻² * ⁴	Rijnmond / 384, Fig.IX.1
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
Filtro	8,76E ⁻³	8,76E ⁻³ * ⁵	Lees / 14/5, tb.A-14.2
Blowout workover (poço exploratório)	1,80E ⁻⁴	1,80E ⁻⁴	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
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 rotineiras, praticadas intensamente, rápidas e que necessitem de baixo nível de conhecimento) = 0,02 ou 2,00E⁻² - Referência Lees / 14/77, tb.14.26.

*³ Falha Humana = (Falha em seguir instruções) = 0,07 ou 7,00E⁻² - Referência Rijnmond / 384, Fig.IX.1.

*⁴ Valor adimensional relativo a chance de falha na demanda.

*⁵ Adotado conservativamente mesmo valor de frequência de ruptura parcial para ruptura total, por indisponibilidade de informação..

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.

Com base nas frequências de falhas dos componentes apresentadas no quadro acima e no número de componentes presente em cada sistema foram estimadas as frequências de ocorrência das hipóteses acidentais com contaminação ambiental levantadas nas planilhas de APP das Unidades Marítimas de Perfuração.

No **Quadro II.13.3.3-1** e Quadro II.13.3.3-2 a seguir está apresentada a estimativa das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais com contaminação ambiental a partir das Unidades Marítimas de Perfuração NS-41 e NS-42.

Quadro II.13.3.3-2 - Frequências das Hipóteses Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração NS-41.

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA1	Transferência e estocagem de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	64	2,60E-04	1,66E-02	1,80E-02
		Tanque	6	1,00E-04	6,00E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	283	2,00E-06	5,66E-04	
		dust colector	1	1,00E-04	1,00E-04	
		mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
HA2	Transferência e estocagem de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	64	8,76E-05	5,61E-03	5,77E-03
		Tanque	6	1,00E-05	6,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	283	3,00E-07	8,49E-05	
		dust colector	1	1,00E-05	1,00E-05	
		mangote	1	1,12E-05	1,12E-05	
HA3	Transferência e estocagem de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	44	2,60E-04	1,14E-02	1,24E-02
		Tanque	4	1,00E-04	4,00E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	173	2,00E-06	3,46E-04	
		dust colector	1	1,00E-04	1,00E-04	
		mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA4	Transferência e estocagem de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	44	8,76E-05	3,85E-03	3,97E-03
		Tanque	4	1,00E-05	4,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	173	3,00E-07	5,19E-05	
		dust collector	1	1,00E-05	1,00E-05	
		mangote	1	1,12E-05	1,12E-05	
HA5	Preparação e circulação de fluido de perfuração (compreende as linhas de escoamento de fluido de baixa pressão na unidade, desde o preparo)	Válvula borboleta	93	2,60E-04	2,42E-02	3,34E-02
		check valve	2	2,60E-04	5,20E-04	
		bombas de fluido	12	5,00E-04	6,00E-03	
		Tanques	23	1,00E-04	2,30E-03	
		Tubulação 3" <=D<=6"	178	2,00E-06	3,56E-04	
HA6	Preparação e circulação de fluido de perfuração (compreende as linhas de escoamento de fluido de baixa pressão na unidade, desde o preparo)	Válvula borboleta	93	8,76E-05	8,15E-03	9,81E-03
		check valve	2	8,76E-05	1,75E-04	
		bombas de fluido	12	1,00E-04	1,20E-03	
		Tanques	23	1,00E-05	2,30E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	178	3,00E-07	5,34E-05	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA7	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	2,60E-04	5,72E-03	4,75E-02
		válvula de fechamento a distância	10	2,60E-04	2,60E-03	
		Quick closing valve	9	2,60E-04	2,34E-03	
		válvula globo	87	2,60E-04	2,26E-02	
		vávula de 3 vias	6	2,60E-04	1,56E-03	
		centrífuga	6	5,00E-04	3,00E-03	
		Bomba	15	5,00E-04	7,50E-03	
		Tanque	11	1,00E-04	1,10E-03	
Tubulação 3" <=D<=6"	533	2,00E-06	1,07E-03			
HA8	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	8,76E-05	1,93E-03	1,41E-02
		válvula de fechamento a distância	10	8,76E-05	8,76E-04	
		Quick closing valve	9	8,76E-05	7,88E-04	
		válvula globo	87	8,76E-05	7,62E-03	
		vávula de 3 vias	6	8,76E-05	5,26E-04	
		centrífuga	6	1,00E-04	6,00E-04	
		Bomba	15	1,00E-04	1,50E-03	
		Tanque	11	1,00E-05	1,10E-04	
Tubulação 3" <=D<=6"	533	3,00E-07	1,60E-04			

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA9	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	6,13E-06	1,35E-04	1,09E-03
		válvula de fechamento a distância	10	6,13E-06	6,13E-05	
		Quick closing valve	9	6,13E-06	5,52E-05	
		válvula globo	87	6,13E-06	5,33E-04	
		vávula de 3 vias	6	6,13E-06	3,68E-05	
		centrífuga	6	7,00E-06	4,20E-05	
		Bomba	15	7,00E-06	1,05E-04	
		Tanque	11	1,00E-05	1,10E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	533	2,10E-08	1,12E-05	
HA10	Sistema de óleo lubrificante (compreende a transferência dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	Válvula Globo	85	2,60E-04	2,21E-02	3,53E-02
		quick closing valve	12	2,60E-04	3,12E-03	
		vávula esfera	6	2,60E-04	1,56E-03	
		bomba	8	5,00E-04	4,00E-03	
		Tanque	20	1,00E-04	2,00E-03	
		Tubulação < 3"	510	5,00E-06	2,55E-03	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA11	Sistema de óleo lubrificante (compreende a transferência dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	Válvula Globo	85	8,76E-05	7,45E-03	1,05E-02
		quick closing valve	12	8,76E-05	1,05E-03	
		válvula esfera	6	8,76E-05	5,26E-04	
		bomba	8	1,00E-04	8,00E-04	
		Tanque	20	1,00E-05	2,00E-04	
		Tubulação < 3"	510	1,00E-06	5,10E-04	
HA12	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).	Válvula globo	8	2,60E-04	2,08E-03	1,47E-02
		válvula solenóide	5	2,60E-04	1,30E-03	
		válvula de retenção	2	2,60E-04	5,20E-04	
		válvula 3 vias	2	2,60E-04	5,20E-04	
		bomba	1	5,00E-04	5,00E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tanque	9	1,00E-04	9,00E-04	
		Tubulação 3" ≤ D ≤ 6"	41	2,00E-06	8,20E-05	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA13	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).	Válvula globo	8	8,76E-05	7,01E-04	1,05E-02
		válvula solenóide	5	8,76E-05	4,38E-04	
		válvula de retenção	2	8,76E-05	1,75E-04	
		válvula 3 vias	2	8,76E-05	1,75E-04	
		bomba	1	1,00E-04	1,00E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tanque	9	1,00E-05	9,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	41	3,00E-07	1,23E-05	
HA14	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo, e a transferência para tanques / tambores)	Válvula globo com retenção	7	2,60E-04	1,82E-03	1,16E-02
		válvula globo	11	2,60E-04	2,86E-03	
		Bomba	3	5,00E-04	1,50E-03	
		tanque	2	1,00E-04	2,00E-04	
		Tubulação < 3"	1040	5,00E-06	5,20E-03	
HA15	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo, e a transferência para tanques / tambores)	Válvula globo com retenção	7	8,76E-05	6,13E-04	2,94E-03
		válvula globo	11	8,76E-05	9,64E-04	
		Bomba	3	1,00E-04	3,00E-04	
		tanque	2	1,00E-05	2,00E-05	
		Tubulação < 3"	1040	1,00E-06	1,04E-03	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA16	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Queda de carga	-	-	-	6,67E-03
HA17	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Queda de carga	-	-	-	6,67E-03
HA18	Transferência de óleo diesel (compreende transferência do barco para a sonda)	Válvula borboleta	9	2,60E-04	2,34E-03	1,92E-02
		válvula globo retenção	1	2,60E-04	2,60E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tubulação 3" <=D<=6"	105	2,00E-06	2,10E-04	
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
		falha humana	1	7,50E-03	7,50E-03	
HA19	Transferência de fluido (compreende transferência do barco para a sonda, mangote-manifold e linhas até o tanque)	Válvula borboleta manual	15	2,60E-04	3,90E-03	1,18E-02
		Tubulação 3" <=D<=6"	138	2,00E-06	2,76E-04	
		falha humana	1	7,50E-03	7,50E-03	
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
HA20	Estabilidade da Unidade Marítima	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	-	-	-	5,00E-03
HA21	Estabilidade da Unidade Marítima	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	-	-	-	5,00E-03
HA22	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	-	-	-	8,33E-03

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA23	Controle do Poço	Descontrole do poço (blowout).	-	-	-	3,10E-04
HA24	Controle do Poço	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	-	-	-	*
HA25	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo/gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador)	Válvula /flanges	60	8,76E-05	5,26E-03	5,28E-03
		Tubulação 3" <=D<=6"	20	3,00E-07	6,00E-06	
		tanque de aferição	1	2,00E-05	2,00E-05	
HA26	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	Falha do queimador	-	-	-	3,49E-02
HA27	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Blow out durante workover para poço exploratório	-	-	-	1,80E-04
HA28	Barco de Apoio – Percurso entre o porto e a Unidade Marítima	Ruptura do tanque	4	1,00E-05	4,00E-05	4,00E-05

* Hipótese acidental envolvendo vazamento de gás. Sem estimativa de frequência de ocorrência.

Quadro II.13.3.3-3 - Frequências das Hipóteses Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração NS-42.

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA1	Transferência e estocagem de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	64	2,60E-04	1,66E-02	1,80E-02
		Tanque	6	1,00E-04	6,00E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	283	2,00E-06	5,66E-04	
		dust colector	1	1,00E-04	1,00E-04	
		mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
HA2	Transferência e estocagem de barita e bentonita (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	64	8,76E-05	5,61E-03	5,77E-03
		Tanque	6	1,00E-05	6,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	283	3,00E-07	8,49E-05	
		dust colector	1	1,00E-05	1,00E-05	
		mangote	1	1,12E-05	1,12E-05	
HA3	Transferência e estocagem de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	44	2,60E-04	1,14E-02	1,24E-02
		Tanque	4	1,00E-04	4,00E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	173	2,00E-06	3,46E-04	
		dust colector	1	1,00E-04	1,00E-04	
		mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA4	Transferência e estocagem de cimento (compreende a transferência destes produtos do barco para a sonda e seu armazenamento e circulação até os tanques de mistura)	Válvula Borboleta	44	8,76E-05	3,85E-03	3,97E-03
		Tanque	4	1,00E-05	4,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	173	3,00E-07	5,19E-05	
		dust colector	1	1,00E-05	1,00E-05	
		mangote	1	1,12E-05	1,12E-05	
HA5	Preparação e circulação de fluido de perfuração (compreende as linhas de escoamento de fluido de baixa pressão na unidade, desde o preparo)	Válvula borboleta	93	2,60E-04	2,42E-02	3,34E-02
		check valve	2	2,60E-04	5,20E-04	
		bombas de fluido	12	5,00E-04	6,00E-03	
		Tanques	23	1,00E-04	2,30E-03	
		Tubulação 3" <=D<=6"	178	2,00E-06	3,56E-04	
HA6	Preparação e circulação de fluido de perfuração (compreende as linhas de escoamento de fluido de baixa pressão na unidade, desde o preparo)	Válvula borboleta	93	8,76E-05	8,15E-03	9,81E-03
		check valve	2	8,76E-05	1,75E-04	
		bombas de fluido	12	1,00E-04	1,20E-03	
		Tanques	23	1,00E-05	2,30E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	178	3,00E-07	5,34E-05	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA7	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	2,60E-04	5,72E-03	4,76E-02
		válvula de fechamento a distância	10	2,60E-04	2,60E-03	
		Quick closing valve	9	2,60E-04	2,34E-03	
		válvula globo	87	2,60E-04	2,26E-02	
		vávula de 3 vias	6	2,60E-04	1,56E-03	
		centrífuga	6	5,00E-04	3,00E-03	
		Bomba	15	5,00E-04	7,50E-03	
		Tanque	12	1,00E-04	1,20E-03	
		Tubulação 3" <=D<=6"	533	2,00E-06	1,07E-03	
HA8	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	8,76E-05	1,93E-03	1,41E-02
		válvula de fechamento a distância	10	8,76E-05	8,76E-04	
		Quick closing valve	9	8,76E-05	7,88E-04	
		válvula globo	87	8,76E-05	7,62E-03	
		vávula de 3 vias	6	8,76E-05	5,26E-04	
		centrífuga	6	1,00E-04	6,00E-04	
		Bomba	15	1,00E-04	1,50E-03	
		Tanque	12	1,00E-05	1,20E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	533	3,00E-07	1,60E-04	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA9	Sistema de Circulação de óleo diesel (compreende o sistema dos tanques de estocagem e até os diversos consumidores- considerar os tanques de estocagem e serviço)	Válvula borboleta	22	6,13E-06	1,35E-04	1,10E-03
		válvula de fechamento a distância	10	6,13E-06	6,13E-05	
		Quick closing valve	9	6,13E-06	5,52E-05	
		válvula globo	87	6,13E-06	5,33E-04	
		válvula de 3 vias	6	6,13E-06	3,68E-05	
		centrífuga	6	7,00E-06	4,20E-05	
		Bomba	15	7,00E-06	1,05E-04	
		Tanque	12	1,00E-05	1,20E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	533	2,10E-08	1,12E-05	
HA10	Sistema de óleo hidráulico (operação de sistemas hidráulicos)	Válvula globo	14	2,60E-04	3,64E-03	5,90E-03
		Tanque	14	1,00E-04	1,40E-03	
		Tubulação < 3"	171	5,00E-06	8,55E-04	
HA11	Sistema de óleo lubrificante (compreende a transferência dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	Válvula Globo	71	2,60E-04	1,85E-02	2,94E-02
		quick closing valve	12	2,60E-04	3,12E-03	
		válvula esfera	6	2,60E-04	1,56E-03	
		bomba	8	5,00E-04	4,00E-03	
		Tanque	6	1,00E-04	6,00E-04	
		Tubulação < 3"	339	5,00E-06	1,70E-03	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA12	Sistema de óleo lubrificante (compreende a transferência dos tanques de estocagem para os diversos consumidores).	Válvula Globo	71	8,76E-05	6,22E-03	9,00E-03
		quick closing valve	12	8,76E-05	1,05E-03	
		válvula esfera	6	8,76E-05	5,26E-04	
		bomba	8	1,00E-04	8,00E-04	
		Tanque	6	1,00E-05	6,00E-05	
		Tubulação < 3"	339	1,00E-06	3,39E-04	
HA13	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).	Válvula globo	8	2,60E-04	2,08E-03	1,47E-02
		válvula solenóide	5	2,60E-04	1,30E-03	
		válvula de retenção	2	2,60E-04	5,20E-04	
		válvula 3 vias	2	2,60E-04	5,20E-04	
		bomba	1	5,00E-04	5,00E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tanque	9	1,00E-04	9,00E-04	
		Tubulação 3" <=D<=6"	41	2,00E-06	8,20E-05	
HA14	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).	Válvula globo	8	8,76E-05	7,01E-04	1,05E-02
		válvula solenóide	5	8,76E-05	4,38E-04	
		válvula de retenção	2	8,76E-05	1,75E-04	

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA14	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).	válvula 3 vias	2	8,76E-05	1,75E-04	1,05E-02
		bomba	1	1,00E-04	1,00E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tanque	9	1,00E-05	9,00E-05	
		Tubulação 3" <=D<=6"	41	3,00E-07	1,23E-05	
HA15	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo, e a transferência para tanques / tambores)	Válvula globo com retenção	7	2,60E-04	1,82E-03	1,16E-02
		válvula globo	11	2,60E-04	2,86E-03	
		Bomba	3	5,00E-04	1,50E-03	
		tanque	2	1,00E-04	2,00E-04	
		Tubulação < 3"	1040	5,00E-06	5,20E-03	
HA16	Coleta e destinação de óleo sujo (compreende o armazenamento de óleo sujo, e a transferência para tanques / tambores)	Válvula globo com retenção	7	8,76E-05	6,13E-04	2,94E-03
		válvula globo	11	8,76E-05	9,64E-04	
		Bomba	3	1,00E-04	3,00E-04	
		tanque	2	1,00E-05	2,00E-05	
		Tubulação < 3"	1040	1,00E-06	1,04E-03	
HA17	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Queda de carga	-	-	-	6,67E-03

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA18	Operações de carga e descarga (transbordo pelo guindaste de tambores / tanques, bombonas de óleo e produtos químicos).	Queda de carga	-	-	-	6,67E-03
HA19	Transferência de óleo diesel (compreende transferência do barco para a sonda)	Válvula borboleta	9	2,60E-04	2,34E-03	1,92E-02
		válvula globo retenção	1	2,60E-04	2,60E-04	
		filtro	1	8,76E-03	8,76E-03	
		Tubulação 3" <=D<=6"	105	2,00E-06	2,10E-04	
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
		falha humana	1	7,50E-03	7,50E-03	
HA20	Transferência de fluido (compreende transferência do barco para a sonda, mangote-manifold e linhas até o tanque)	Válvula borboleta manual	15	2,60E-04	3,90E-03	1,18E-02
		Tubulação 3" <=D<=6"	138	2,00E-06	2,76E-04	
		falha humana	1	7,50E-03	7,50E-03	
		Mangote	1	1,04E-04	1,04E-04	
HA21	Estabilidade da Unidade Marítima	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	-	-	-	5,00E-03
HA22	Estabilidade da Unidade Marítima	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	-	-	-	5,00E-03
HA23	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	-	-	-	8,33E-03
HA24	Controle do Poço	Descontrole do poço (blowout).	-	-	-	3,10E-04

Hipótese Acidental	Subsistema	Componente	Comprimento (m) ou número de componentes	Taxa de Falha (ano ⁻¹)		
				Unitário	Conjunto de componentes	Frequência da hipótese acidental
HA25	Controle do Poço	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	-	-	-	*
HA26	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo/gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador)	Válvula /flanges	60	8,76E-05	5,26E-03	5,28E-03
		Tubulação 3" <=D<=6"	20	3,00E-07	6,00E-06	
		tanque de aferição	1	2,00E-05	2,00E-05	
HA27	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	Falha do queimador	-	-	-	3,49E-02
HA28	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Blow out durante workover para poço exploratório	-	-	-	1,80E-04
HA29	Barco de Apoio – Percurso entre o porto e a Unidade Marítima	Ruptura do tanque	4	1,00E-05	4,00E-05	4,00E-05

* Hipótese acidental envolvendo vazamento de gás. Sem estimativa de frequência de ocorrência.

A seguir estão apresentadas as frequências estimadas para as hipóteses acidentais tratadas neste relatório, sendo no **Quadro II.13.3.3-1** apresentada a compilação das informações para a Unidade Marítima de Perfuração NS-41 e no **Quadro II.13.3.3-1** apresentada a compilação das informações para a Unidade Marítima de Perfuração NS-42.

Quadro II.13.3.3-4 - Compilação das Informações das Hipóteses Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração NS-41.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
1	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita)	Vazamentos 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	1,80E-02
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	5,77E-03
3	Pequeno vazamento de pó (cimento)	Vazamentos 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	1,24E-02
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	3,97E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
5	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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	3,34E-02
6	Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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 ≤ 205 m ³ (maior tanque do fluido)	9,81E-03
7	Pequena liberação de óleo diesel	Vazamentos 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	4,75E-02
8	Média liberação de óleo diesel.	Vazamentos 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 ≤ 200 m ³	1,41E-02
9	Grande liberação 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 ≤ 2.204,3 m ³ (Maior tanque de diesel da unidade)	1,09E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
10	Pequena liberação de óleo lubrificante/ hidráulico	Vazamentos em tubulações, 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	3,53E-02
11	Média liberação de óleo lubrificante/ hidráulico	Ruptura em tanques, linha rígida, flanges ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	8 < V ≤ 29,9 m ³ (Maior tanque destes produtos)	1,05E-02
12	Pequena liberação de água oleosa (acima de 15 ppm)	Vazamentos 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	1,47E-02
13	Média liberação 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 ≤ 76,2 m ³ (maior tanque de bilge)	1,05E-02

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
14	Pequena liberação de óleo sujo.	Vazamentos 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	1,16E-02
15	Média liberação de óleo sujo.	Ruptura 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 ≤ 38,1 m ³ (maior tanque deste produto na Unidade)	2,94E-03
16	Pequeno vazamento de óleo (sujo, hidráulico ou lubrificante)	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	6,67E-03
17	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-03
18	Pequena liberação de óleo diesel.	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e válvulas devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	Transferência de óleo diesel do barco de apoio para Unidade Marítima	Até 5m ³ (180 s para vazamento com taxa de 100 m ³ /h)	1,92E-02

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
19	Pequena liberação de fluido de perfuração	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e 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	1,18E-02
20	Grande vazamento de óleo	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	Até 9.759,8 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, hidráulico e sujo)	5,00E-03
21	Grande vazamento de fluido não aquoso	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	3211,7 m ³ (soma dos tanques de fluido ativo e reserva)	5,00E-03
22	Deriva da unidade	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Até 375 m ³ (lâmina de água de 1910 m)	8,33E-03
23	Grande vazamento de óleo / gás	Descontrole do poço (blowout).	Controle do Poço	Bloco BM-PEPB-3: até 37.297,8 m ³ *1 Bloco BM-PEPB-1: até 11.957,5 m ³ *2	3,10E-04
24	Vazamento de gás	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	Controle do Poço	Volume não estimado por se tratar de vazamento em fase gasosa.	Frequência não estimada. Vazamento de gás.
25	Vazamento de óleo / gás inflamável	Perdas nas linhas, vasos (separador, tanque de aferição), válvulas, conexões e flanges devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	8 < V ≤ 22,6 m ³	5,28E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Substema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
26	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).	V < 8 m ³	3,49E-02
27	Vazamento nos tampões de abandono	Erro na operação.	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Bloco BM-PEPB-3: 124,33 m ³ * ³ Bloco BM-PEPB-1: até 39,82 m ³ * ⁴	1,80E-04
28	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-05

*1 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3, ou com maior impacto, por 30 dias (1243,26 m³/dia)

*2 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1, ou com maior impacto, por 30 dias (398,25 m³/dia)

*3 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3

*4 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1

Quadro II.13.3.3-5 - Compilação das Informações das Hipóteses Acidentais da Unidade Marítima de Perfuração NS-42.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
1	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita)	Vazamentos 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	1,80E-02
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	5,77E-03
3	Pequeno vazamento de pó (cimento)	Vazamentos 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	1,24E-02
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	3,97E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
5	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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	3,34E-02
6	Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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 ≤ 205 m ³ (maior tanque do fluido)	9,81E-03
7	Pequena liberação de óleo diesel	Vazamentos 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	4,76E-02
8	Média liberação de óleo diesel.	Vazamentos 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 ≤ 200 m ³	1,41E-02
9	Grande liberação 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 ≤ 2.204,3 m ³ (Maior tanque de diesel da unidade)	1,10E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
10	Pequena liberação de óleo hidráulico	Vazamentos em tubulações, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³	5,90E-03
11	Pequena liberação de óleo lubrificante	Vazamentos em tubulações, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³	2,94E-02
12	Média liberação de óleo lubrificante	Ruptura em tanques, linha rígida, flanges ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	8 < V ≤ 29,9 m ³ (Maior tanque destes produtos)	9,00E-03
13	Pequena liberação de água oleosa (acima de 15 ppm)	Vazamentos 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	1,47E-02
14	Média liberação 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 ≤ 76,2 m ³ (maior tanque de bilge)	1,05E-02

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
15	Pequena liberação de óleo sujo.	Vazamentos 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	1,16E-02
16	Média liberação de óleo sujo.	Ruptura 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 ≤ 38,1 m ³ (maior tanque deste produto na Unidade)	2,94E-03
17	Pequeno vazamento de óleo (sujo, hidráulico ou lubrificante)	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	6,67E-03
18	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-03
19	Pequena liberação de óleo diesel.	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e válvulas devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	Transferência de óleo diesel do barco de apoio para Unidade Marítima	Até 5m ³ (180 s para vazamento com taxa de 100 m ³ /h)	1,92E-02

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
20	Pequena liberação de fluido de perfuração	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e 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	1,18E-02
21	Grande vazamento de óleo	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	Até 9.759,8 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, hidráulico e sujo)	5,00E-03
22	Grande vazamento de fluido não aquoso	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	3211,7 m ³ (soma dos tanques de fluido ativo e reserva)	5,00E-03
23	Deriva da unidade	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Até 375 m ³ (lâmina de água de 1910 m)	8,33E-03
24	Grande vazamento de óleo / gás	Descontrole do poço (blowout).	Controle do Poço	Bloco BM-PEPB-3: até 37.297,8 m ³ *1 Bloco BM-PEPB-1: até 11.957,5 m ³ *2	3,10E-04
25	Vazamento de gás	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	Controle do Poço	Volume não estimado por se tratar de vazamento em fase gasosa.	Frequência não estimada. Vazamento de gás.
26	Vazamento de óleo / gás inflamável	Perdas nas linhas, vasos (separador, tanque de aferição), válvulas, conexões e flanges devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	8 < V ≤ 22,6 m ³	5,28E-03

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
27	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).	V < 8 m ³	3,49E-02
28	Vazamento nos tampões de abandono	Erro na operação.	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Bloco BM-PEPB-3: 124,33 m ³ * ³ Bloco BM-PEPB-1: até 39,82 m ³ * ⁴	1,80E-04
29	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-05

*1 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3, ou com maior impacto, por 30 dias (1243,26 m³/dia)

*2 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1, ou com maior impacto, por 30 dias (398,25 m³/dia)

*3 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3

*4 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1.

A partir da possibilidade de atuação para paralização de situações emergenciais nas Unidades Marítimas de Perfuração, da existência de sistemas de contenção nas Unidades e da porcentagem do tempo operacional das instalações, foram reestimadas as frequências de ocorrência para as hipóteses acidentais que resultaram em vazamento de óleo com possibilidade de contaminação ambiental para as Unidades Marítima de Perfuração NS-41 e NS-42, sendo para isto elaboradas árvores de falhas para cada uma destas hipóteses, estando as mesmas apresentadas a seguir.

II.13.3.3.1 Árvores de Falhas da Unidade Marítima de Perfuração NS-41

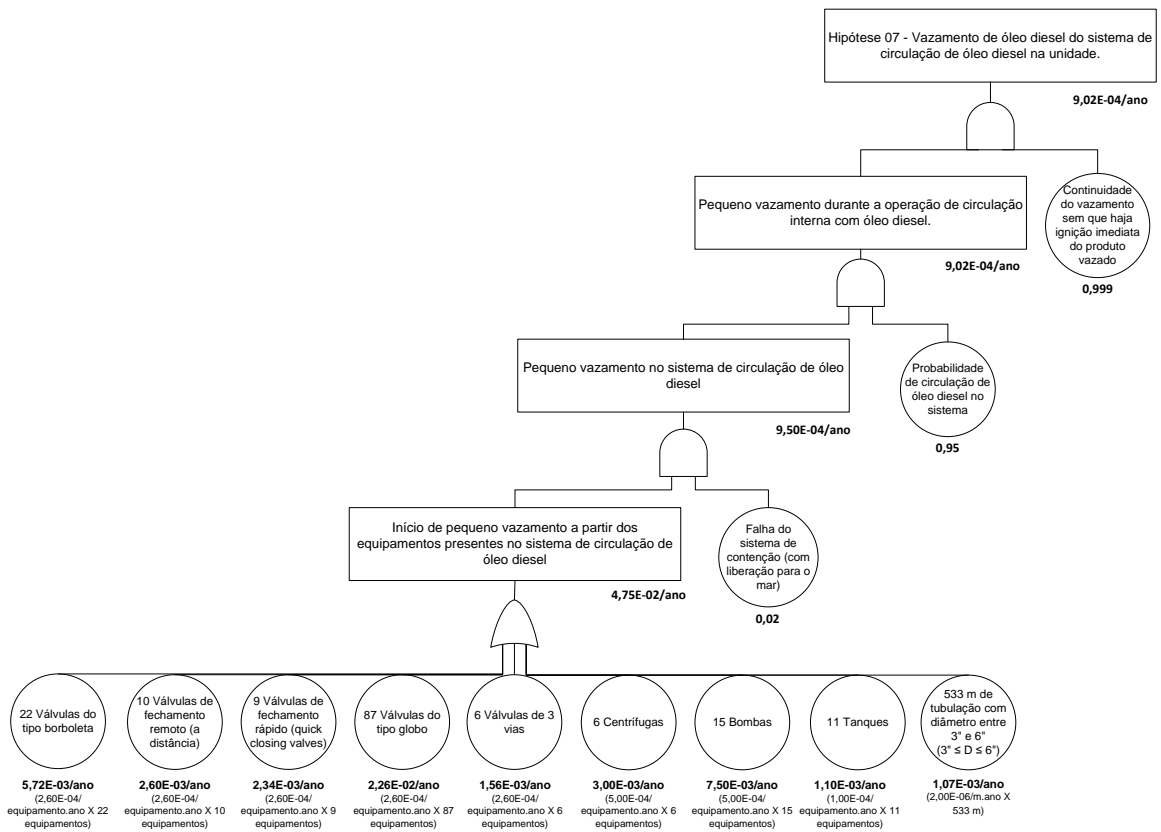


Figura II.13.3.3.1-1 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA7 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

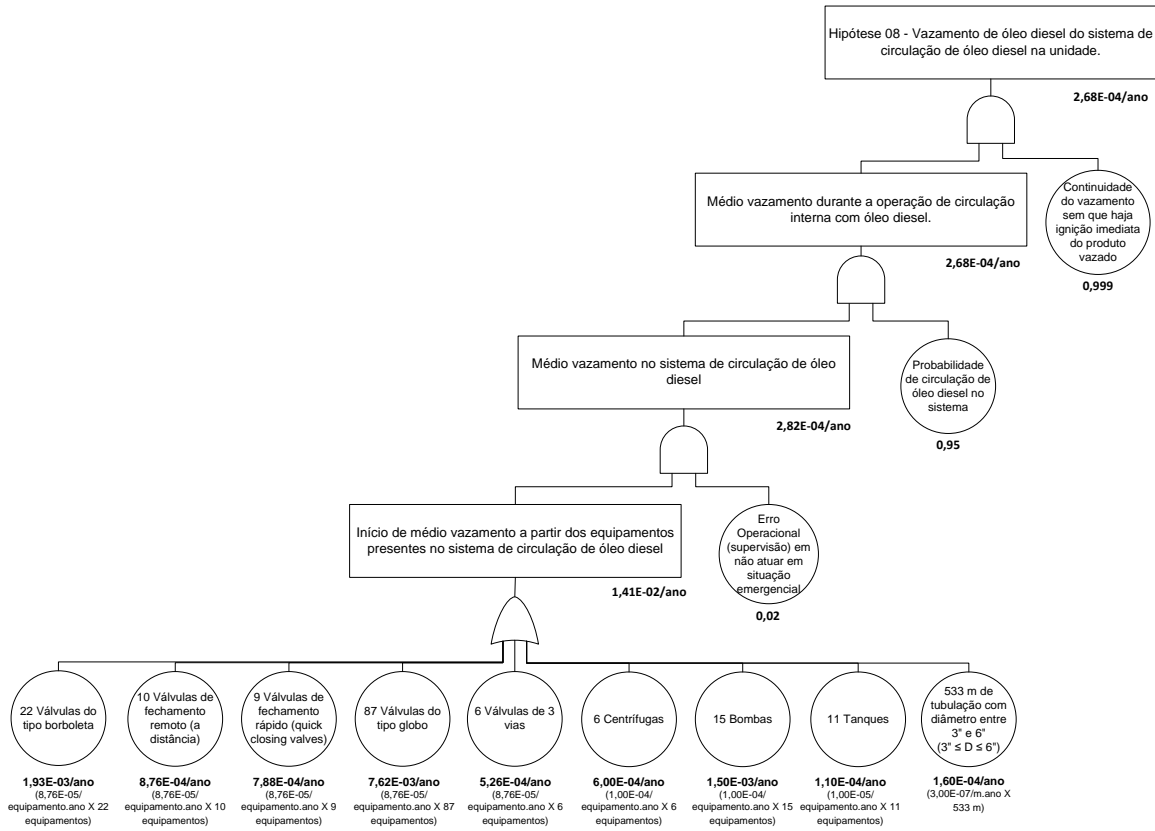


Figura II.13.3.3.1-2 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA8 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

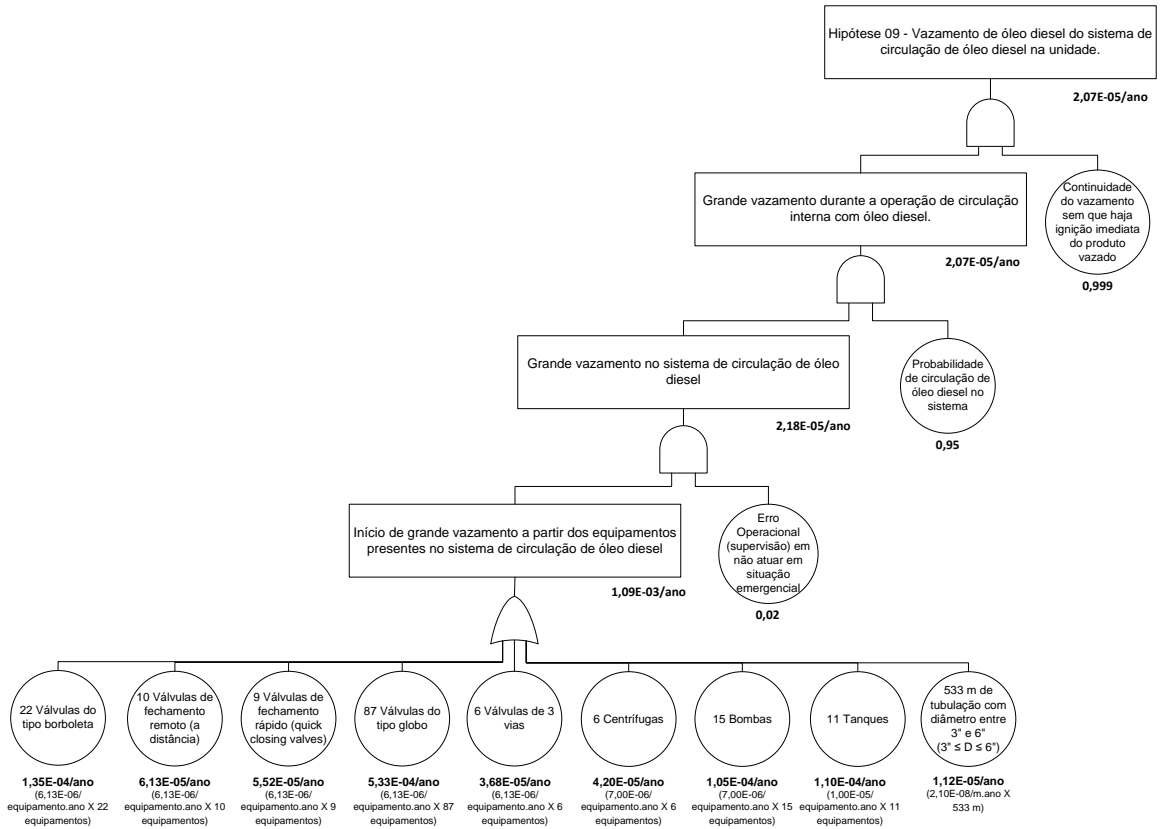


Figura II.13.3.3.1-3 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA9 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

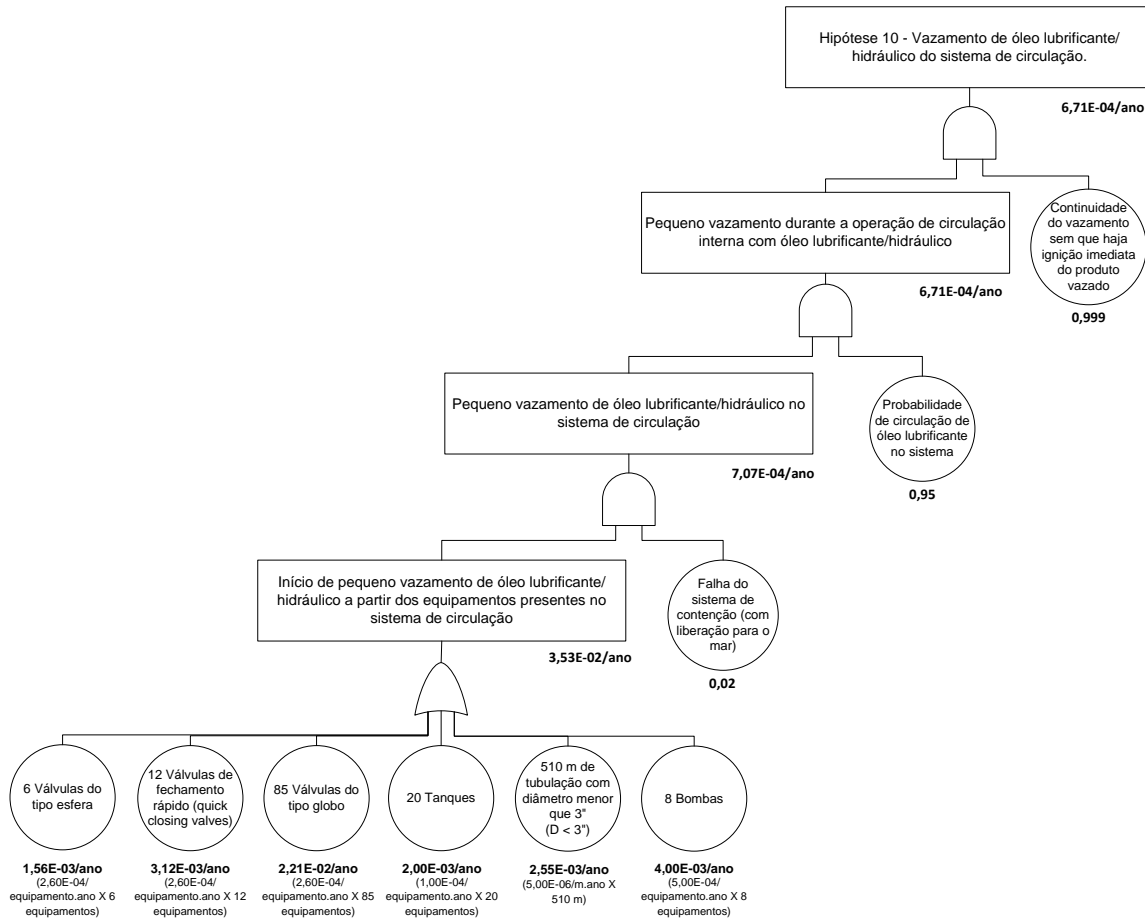


Figura II.13.3.3.1-4 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA10 - Vazamento de óleo lubrificante/hidráulico em tubulações, tanques e válvulas.

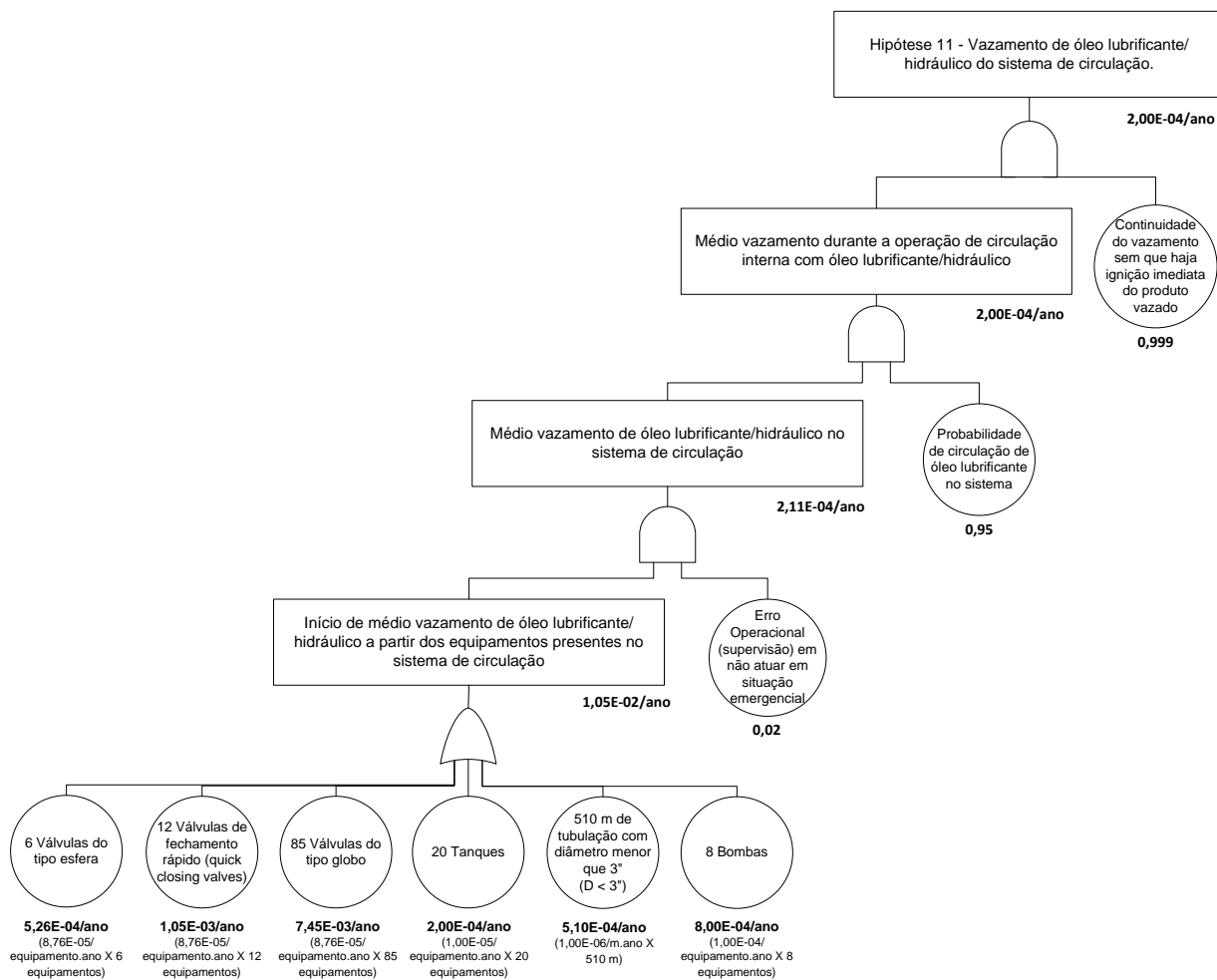


Figura II.13.3.3.1-5 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA11 - Vazamento de óleo lubrificante/hidráulico em tubulações, tanques e válvulas.

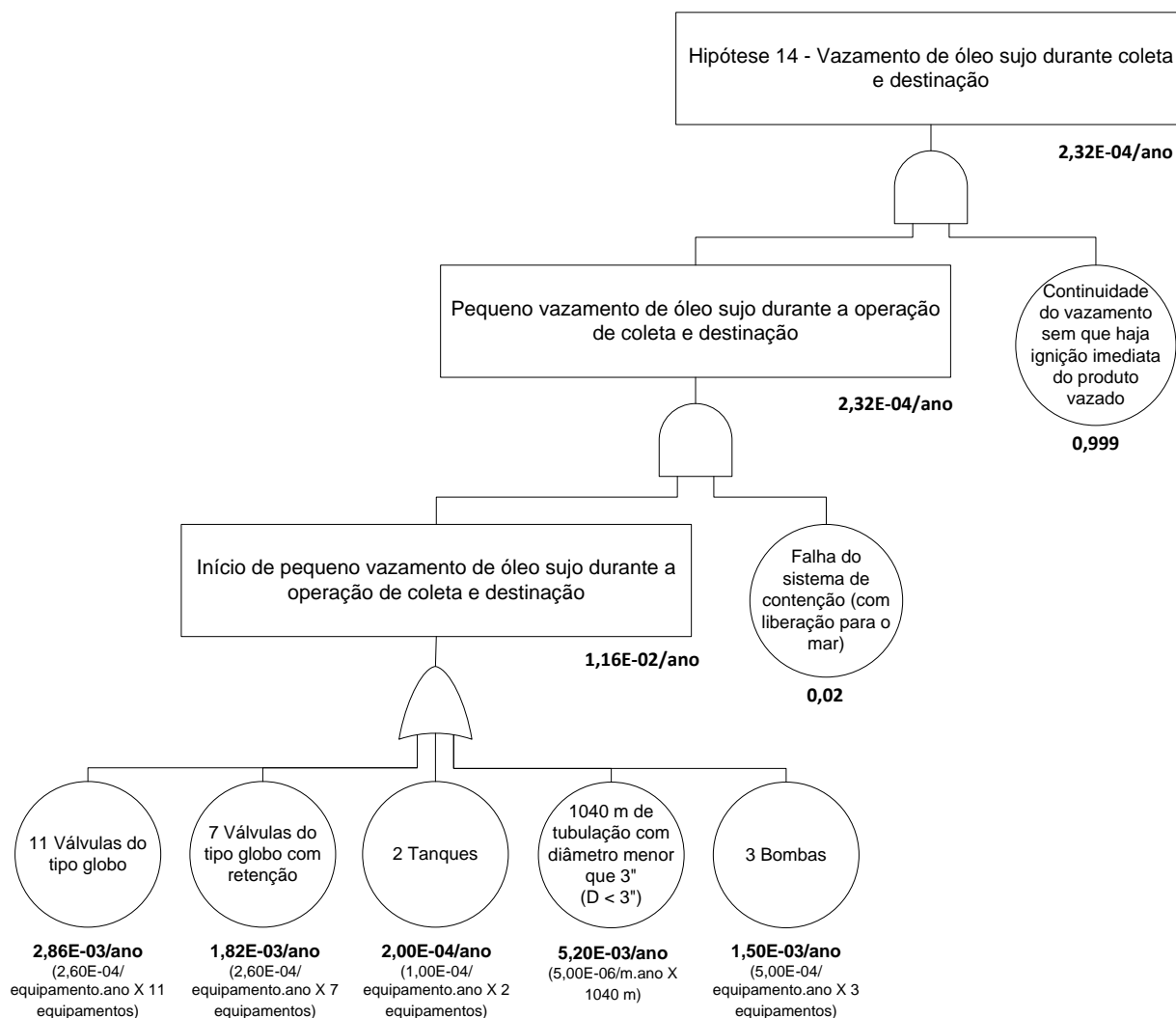


Figura II.13.3.3.1-6 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA14 - Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

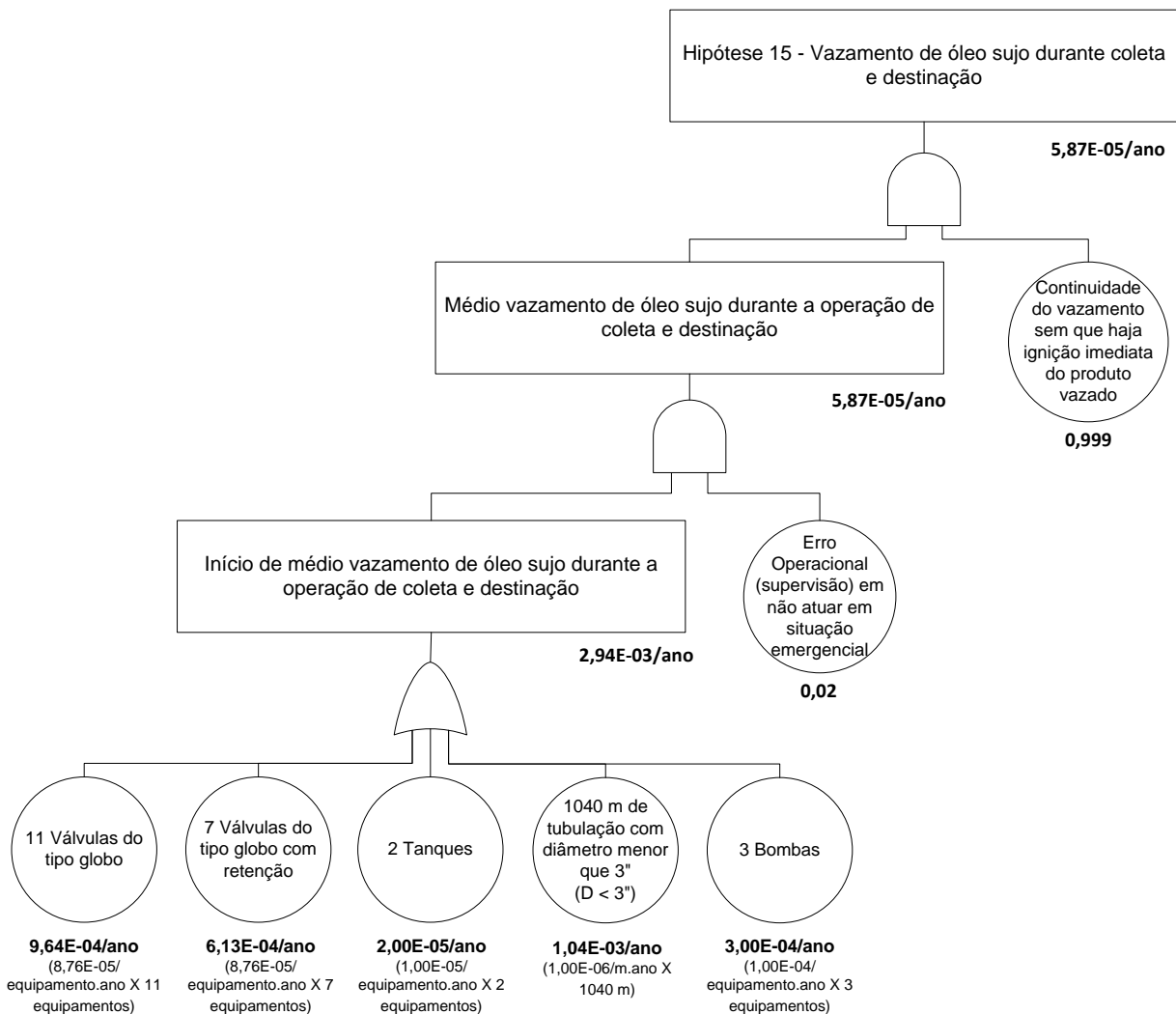


Figura II.13.3.3.1-7 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA15 - Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

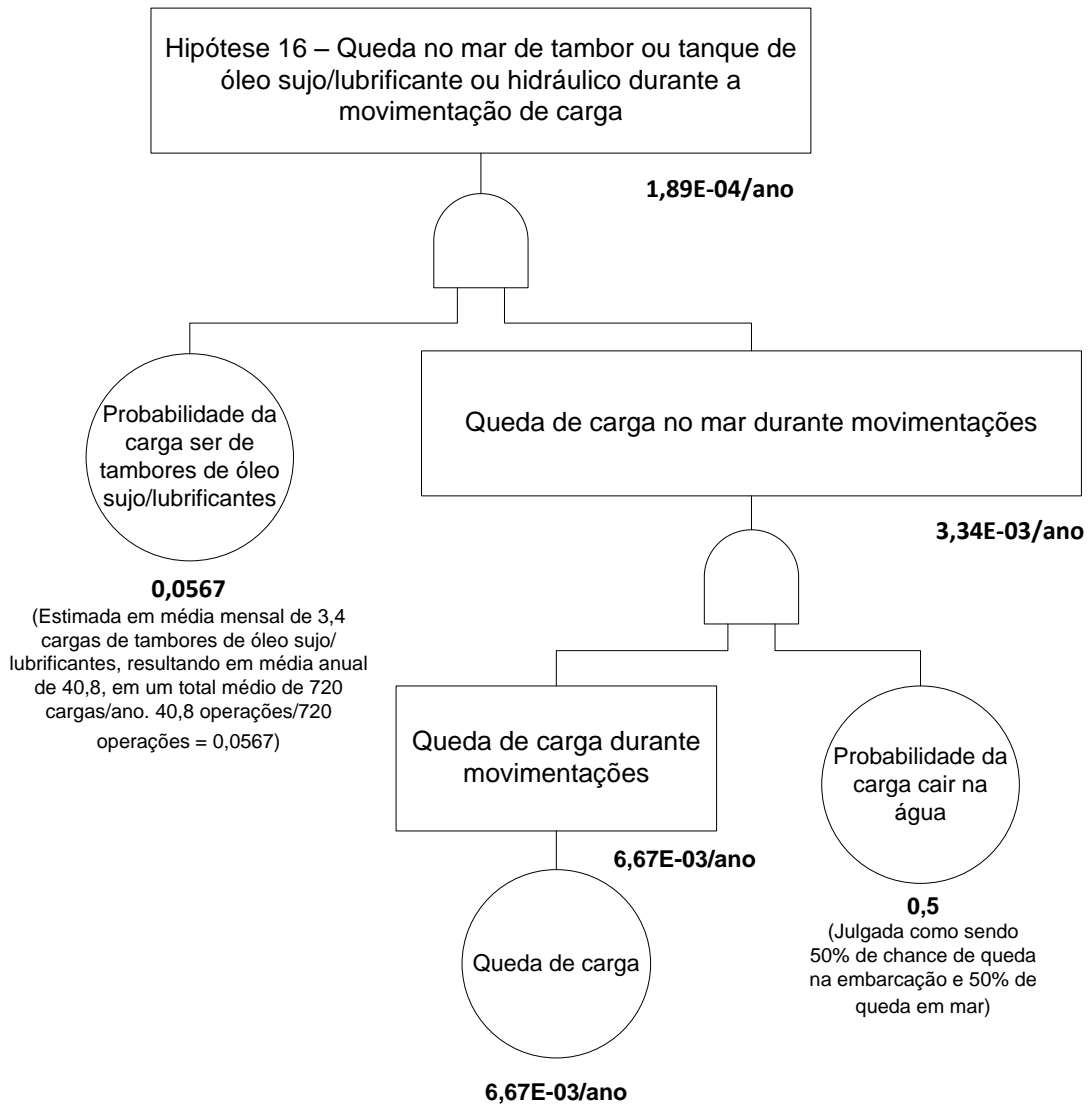


Figura II.13.3.3.1-8 - *Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA16 - Vazamento de óleo lubrificante, hidráulico ou sujo devido à queda de tambor ou tanque portátil.*

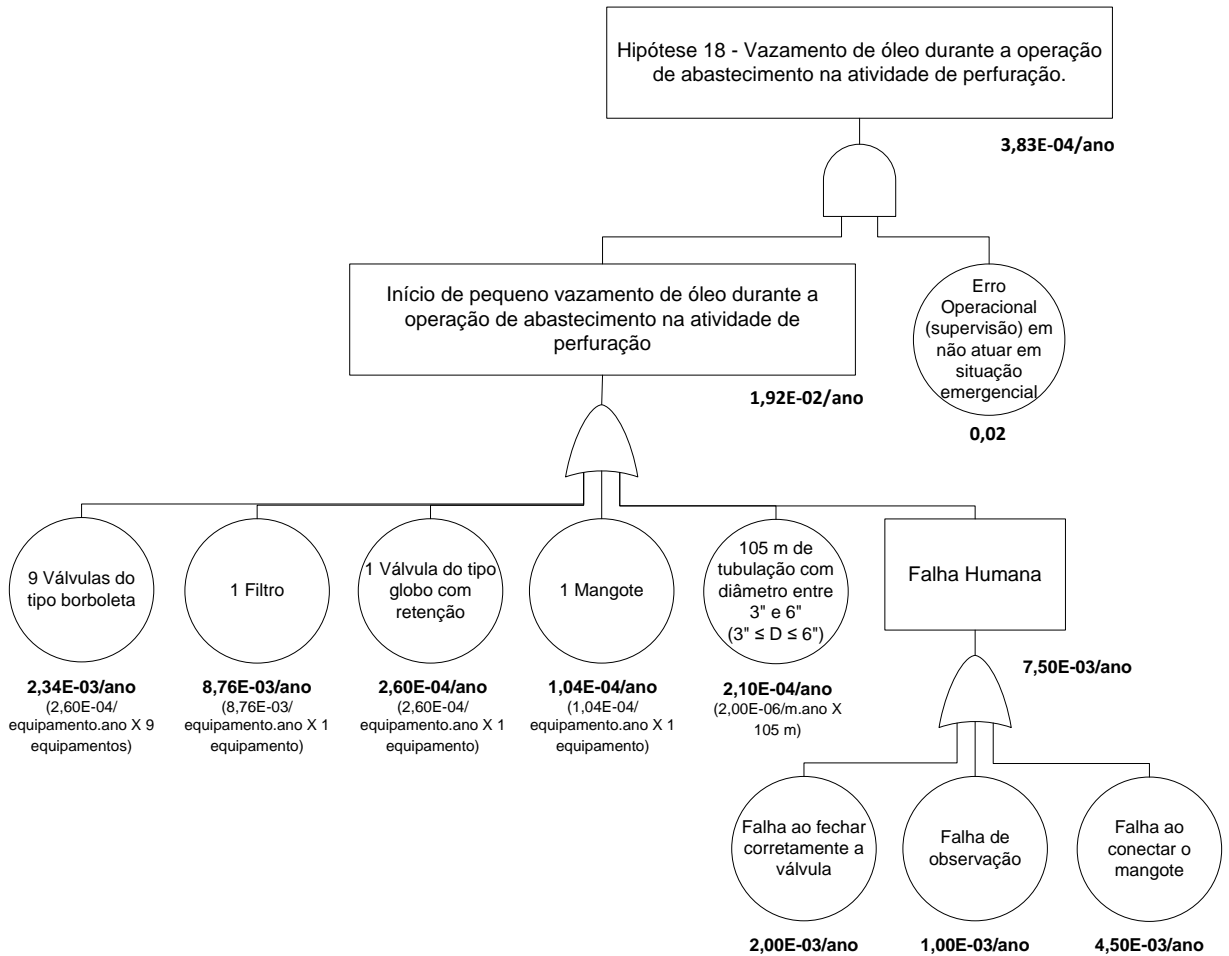


Figura II.13.3.3.1-9 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA18 - Vazamento de óleo diesel no mangote, linhas de transferência, válvulas durante operação de transferência Embarcação de apoio/Unidade Marítima de Perfuração.

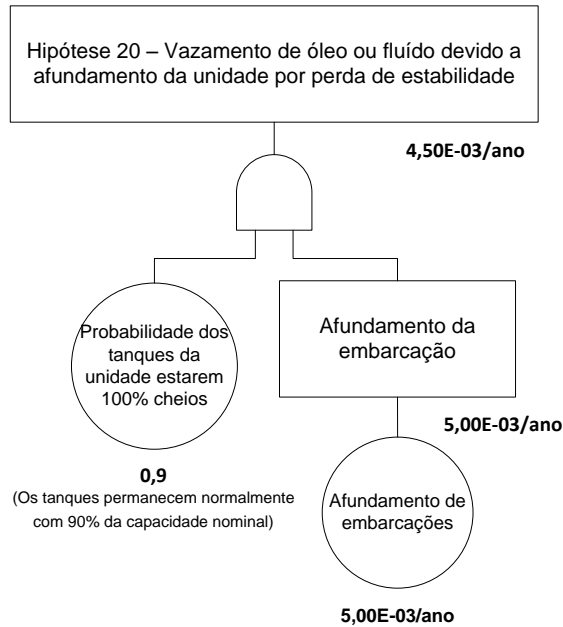


Figura II.13.3.3.1-10 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA20 - Vazamento de óleo ou fluido devido a perda de estabilidade (adernamento /afundamento) da unidade.

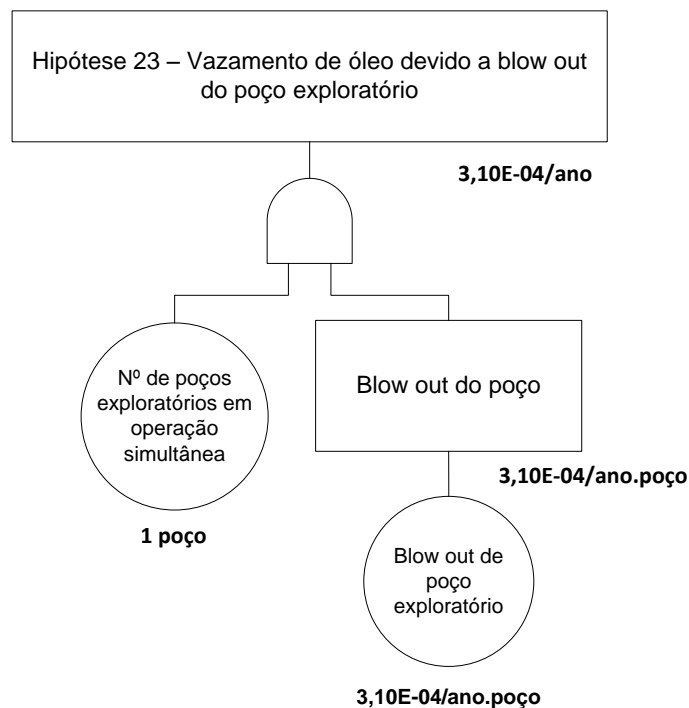


Figura II.13.3.3.1-11 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA23 - Vazamento de óleo e gás – descontrolado do poço (Blow out).

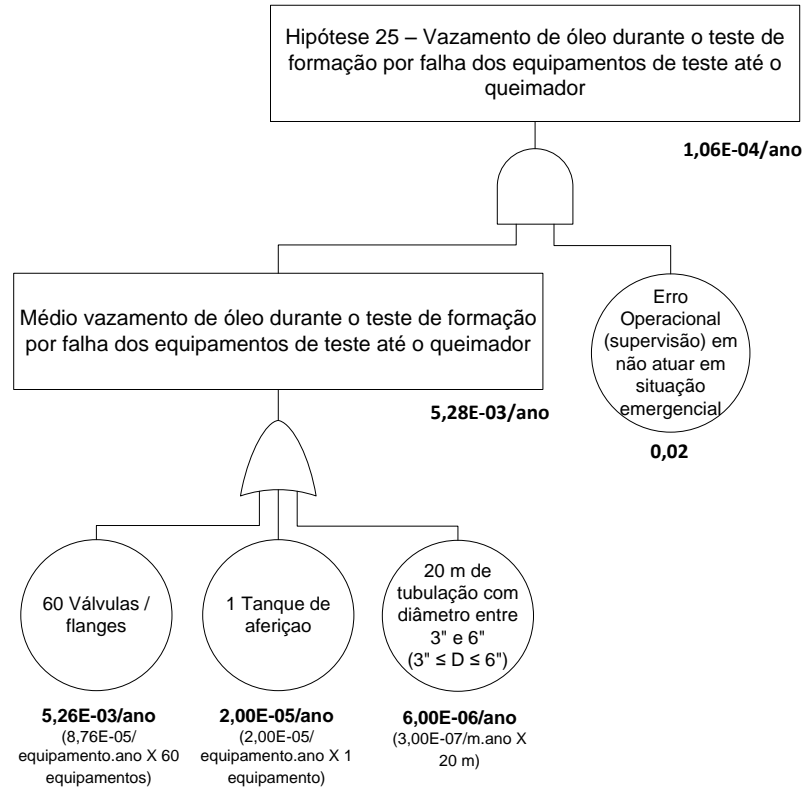


Figura II.13.3.3.1-12 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA25 - Vazamento de óleo e gás em linhas, vasos, válvulas, conexões ou flanges, durante o teste de formação.

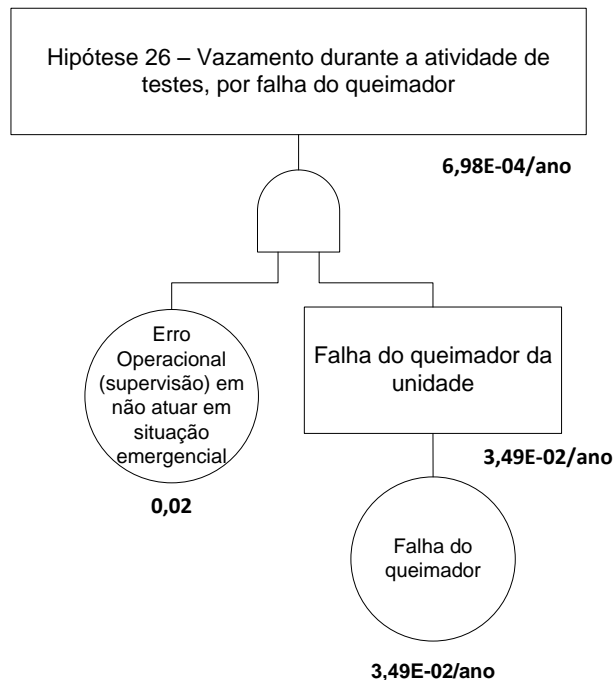


Figura II.13.3.3.1-13 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA26 - Vazamento de óleo e gás devido a queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama).

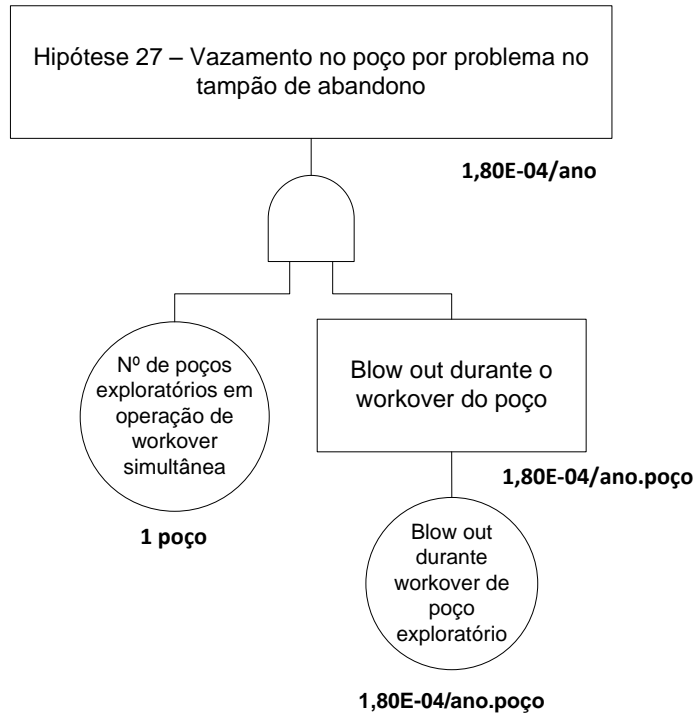


Figura II.13.3.3.1-14 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA27 - Vazamento nos tampões de abandono.

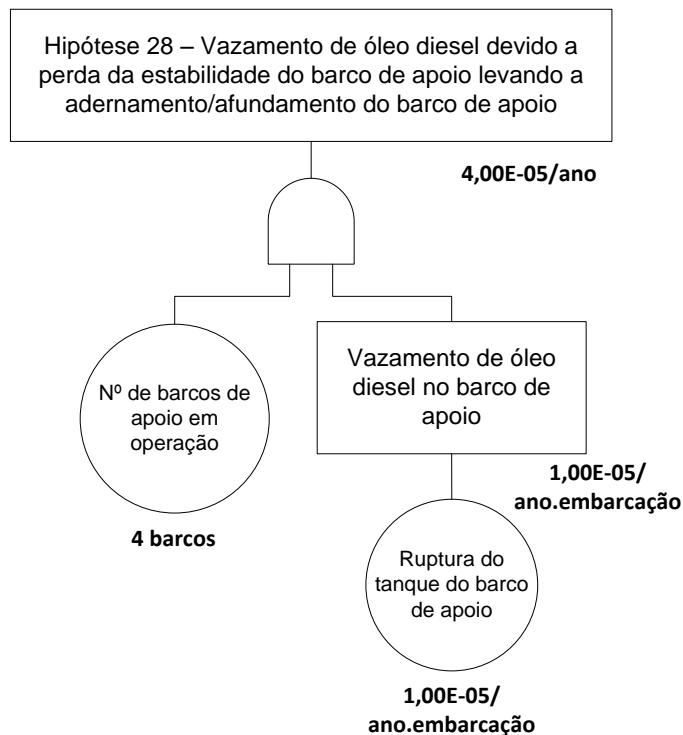


Figura II.13.3.3.1-15 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA28 - Vazamento de óleo diesel no barco de apoio.

II.13.3.3.2 Árvores de Falhas da Unidade Marítima de Perfuração NS-42

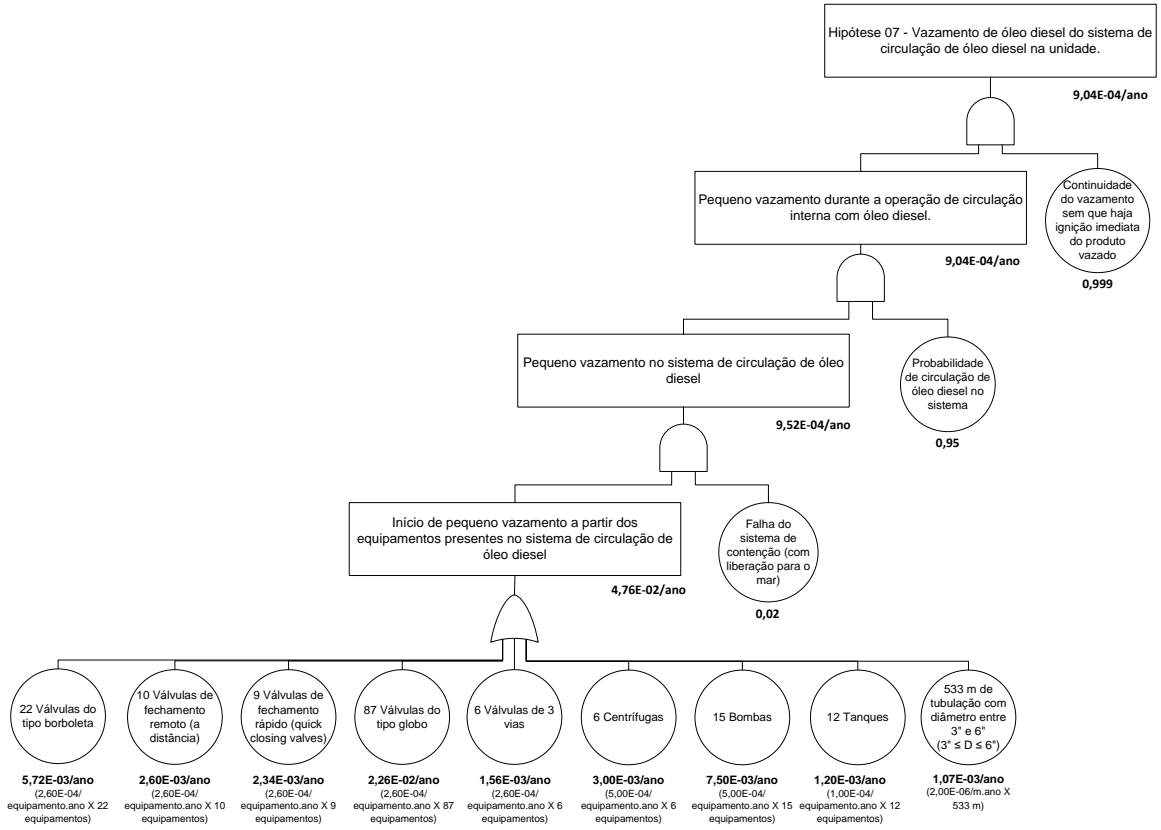


Figura II.13.3.3.2-1 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA7 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

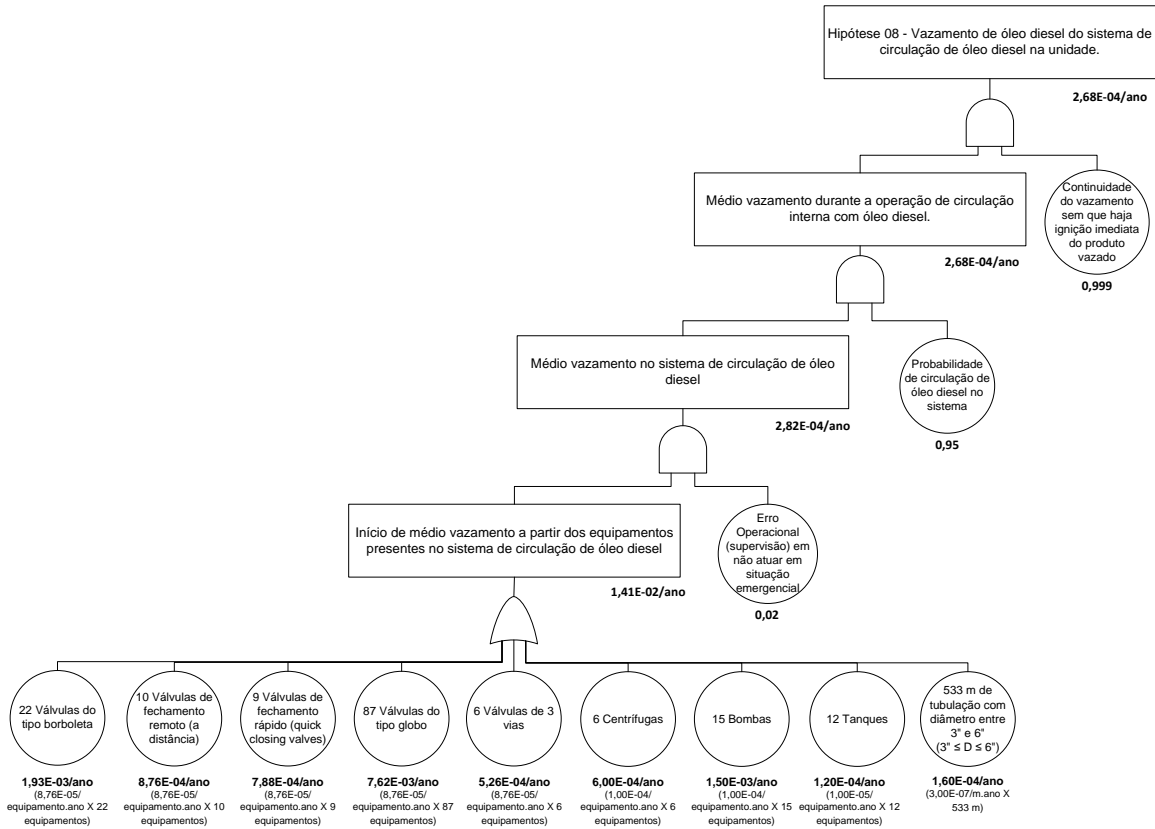


Figura II.13.3.2-2 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA8 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

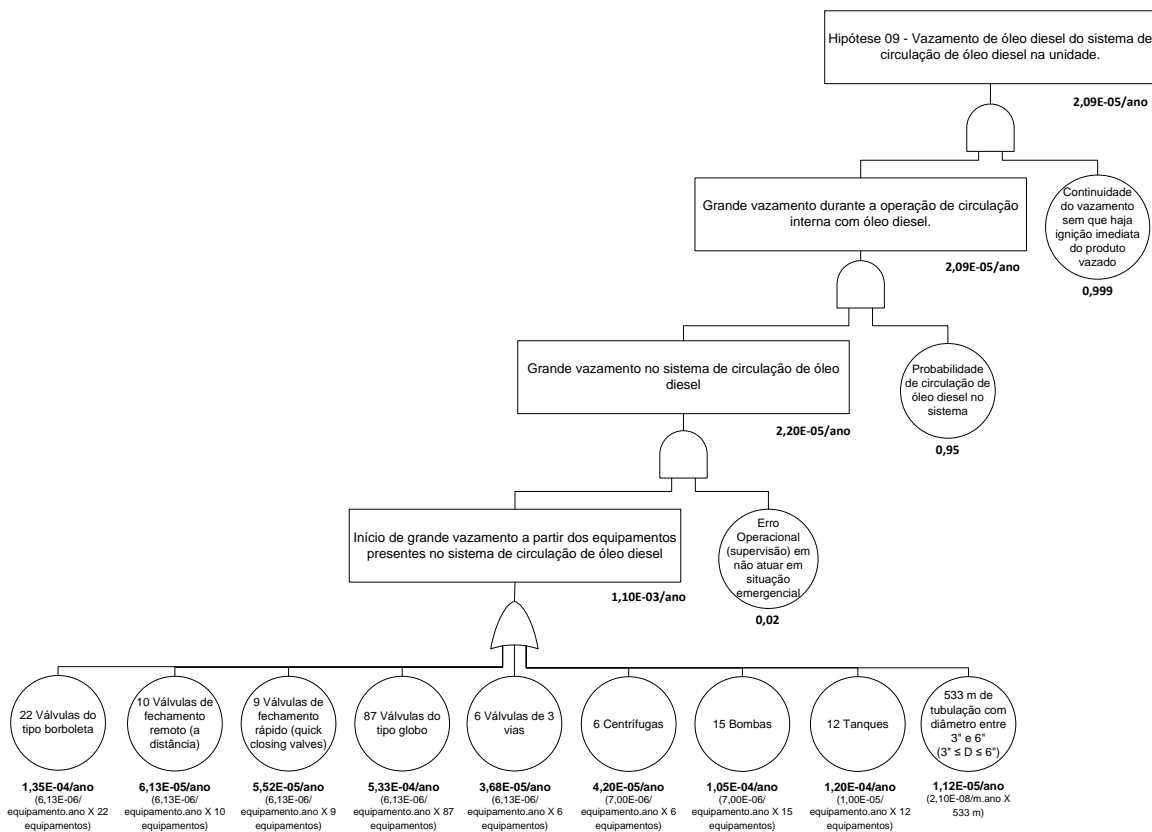


Figura II.13.3.3.2-3 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA9 - Vazamento de óleo diesel em tanques, linhas, válvulas, bombas (durante a operação de circulação de óleo diesel).

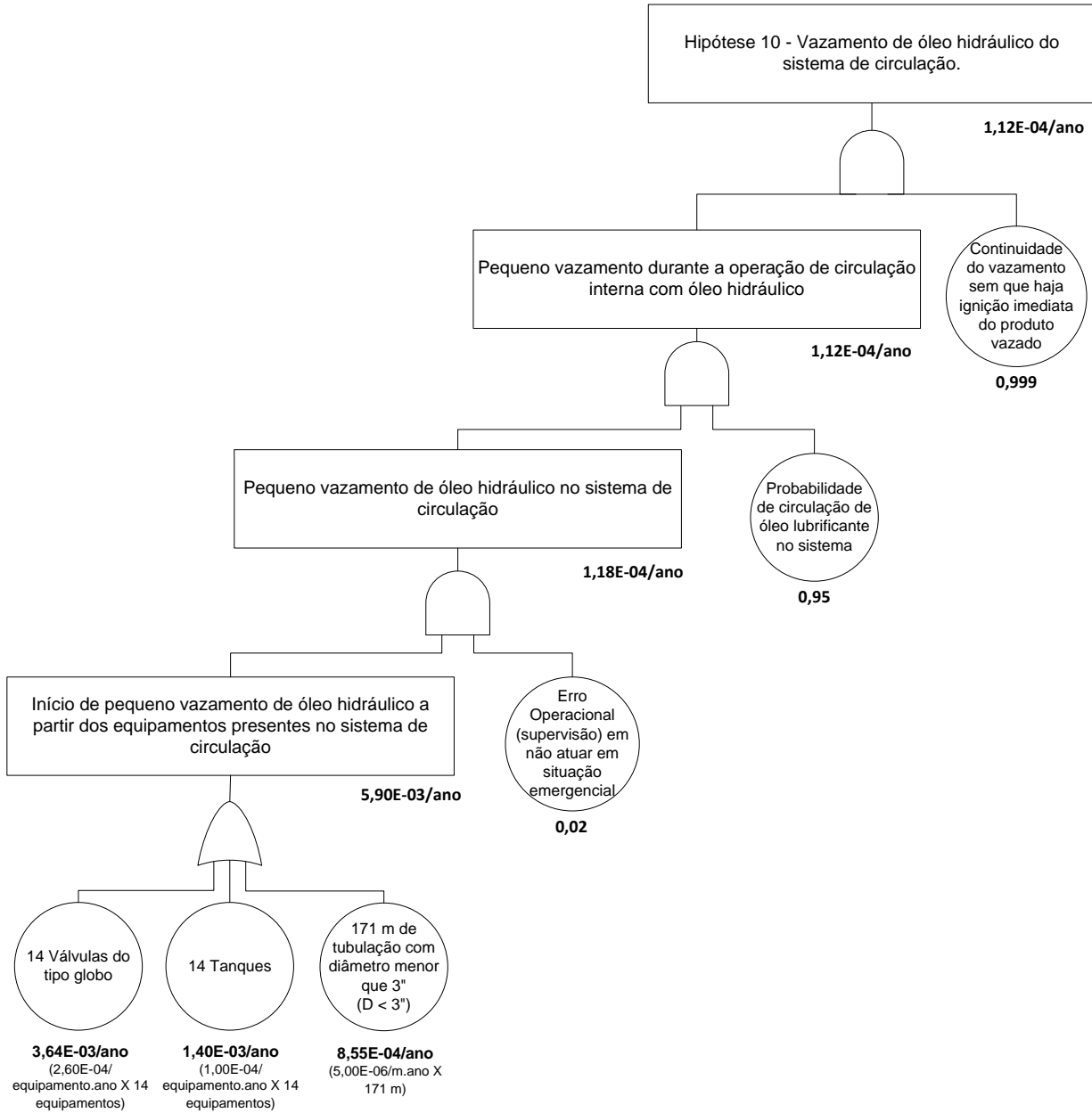


Figura II.13.3.3.2-4 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA10 - Vazamento de óleo hidráulico em tubulações, tanques e válvulas.

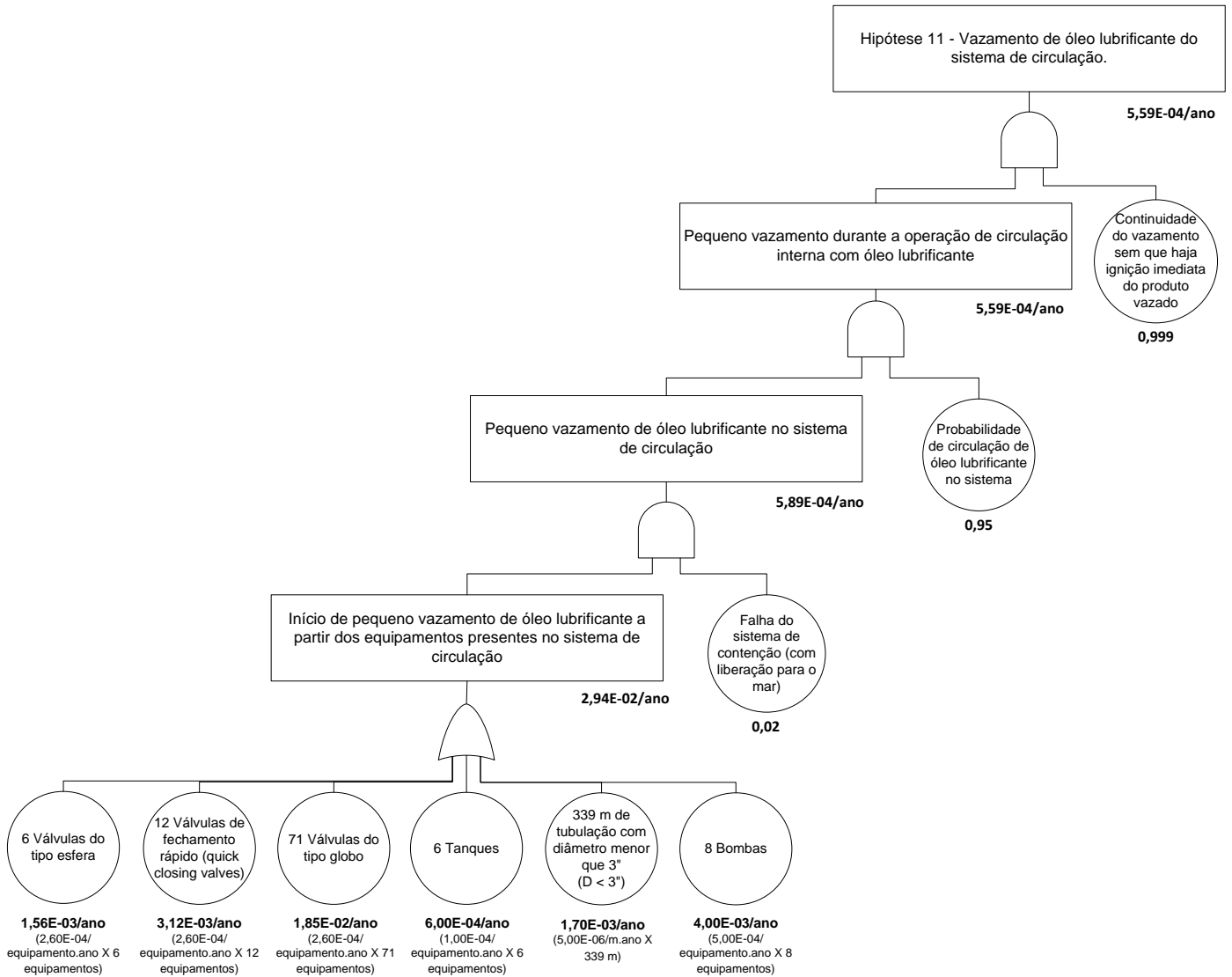


Figura II.13.3.3.2-5 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA11 - Vazamento de óleo lubrificante em tubulações, tanques e válvulas.

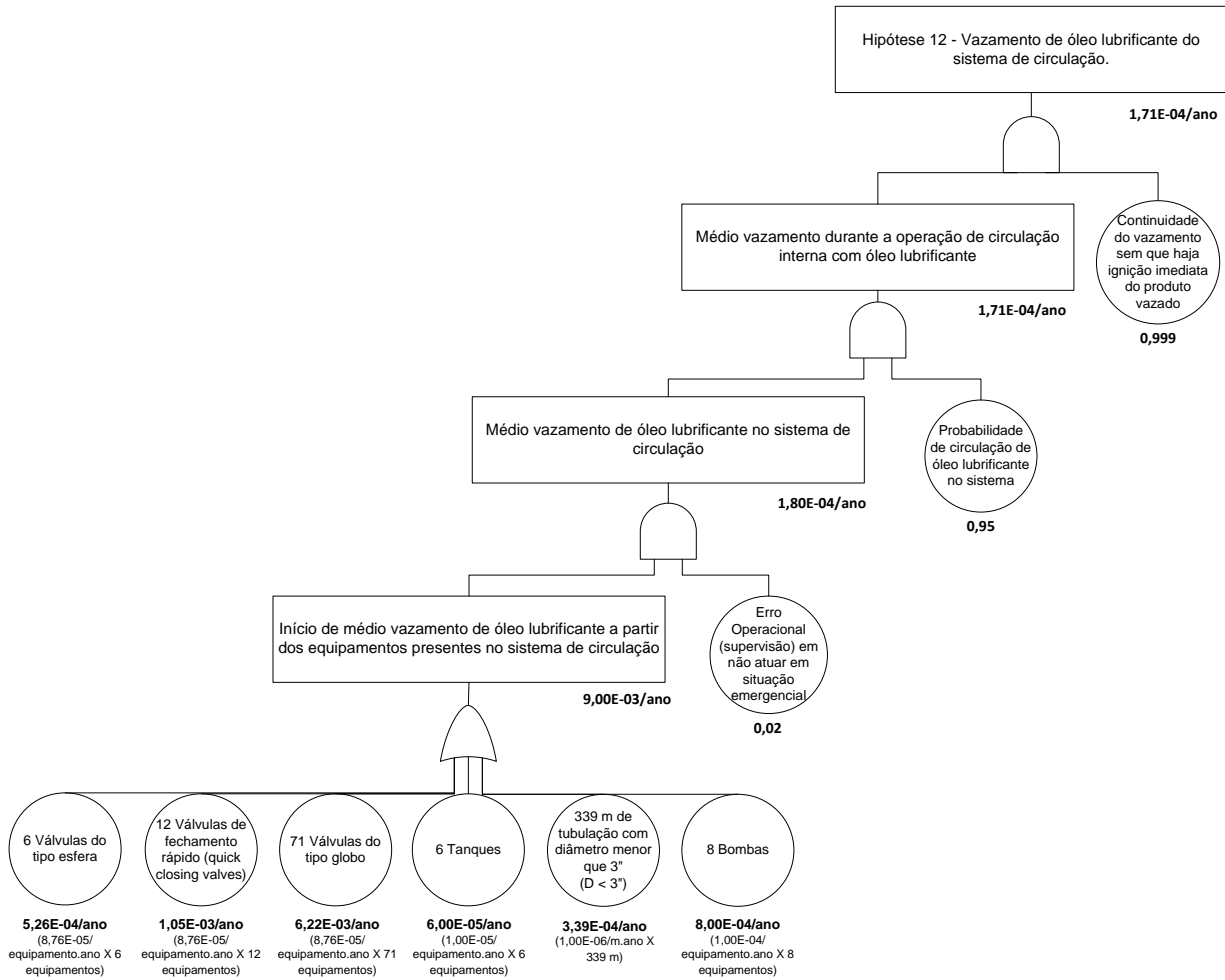


Figura II.13.3.3.2-6 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA12 - Vazamento de óleo lubrificante em tubulações, tanques e válvulas.

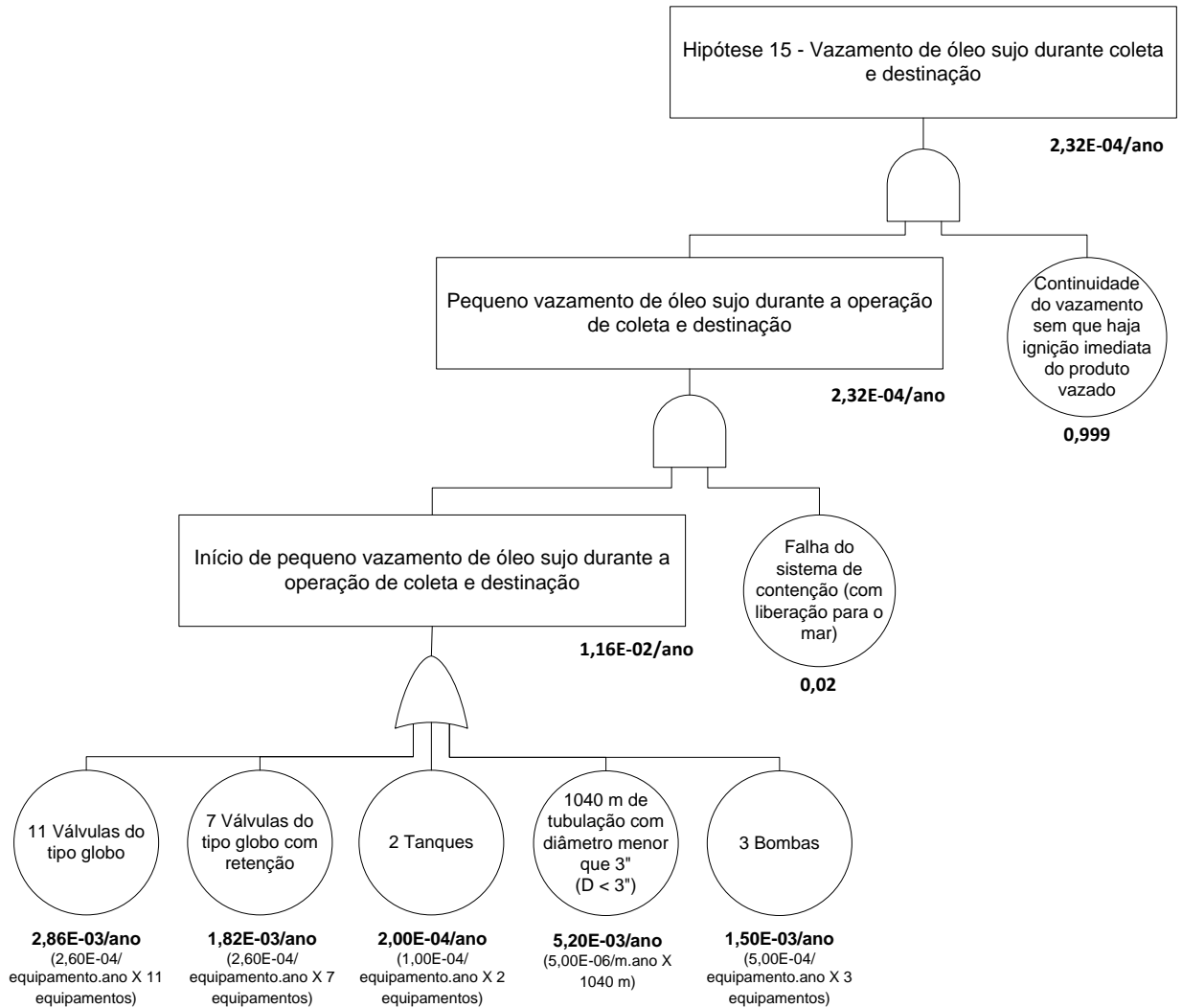


Figura II.13.3.3.2-7 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA15 - Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

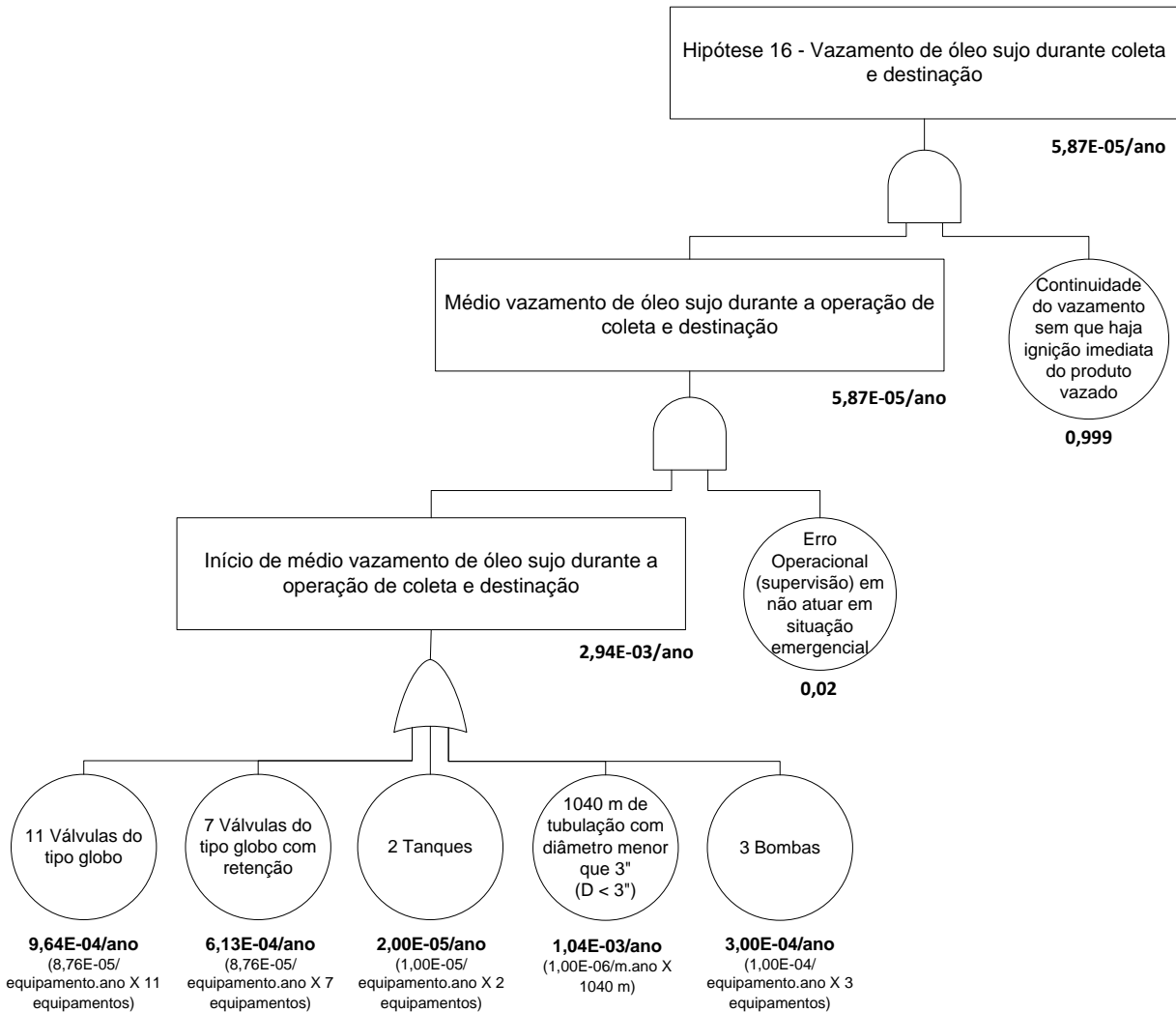


Figura II.13.3.3.2-8 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA16 - Vazamento de óleo sujo em tubulações, tanques e válvulas.

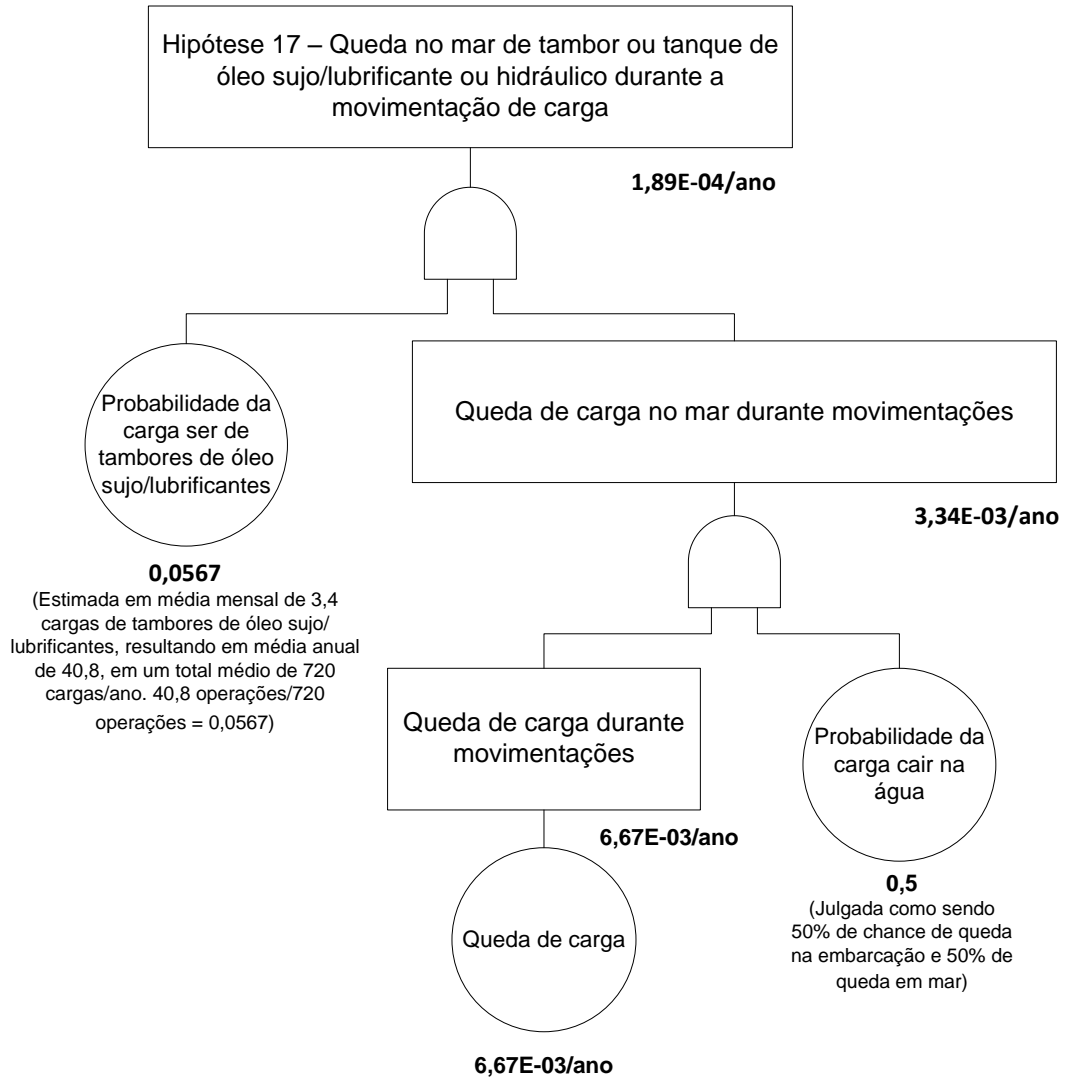


Figura II.13.3.3.2-9 - *Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA17 - Vazamento de óleo lubrificante, hidráulico ou sujo devido à queda de tambor ou tanque portátil.*

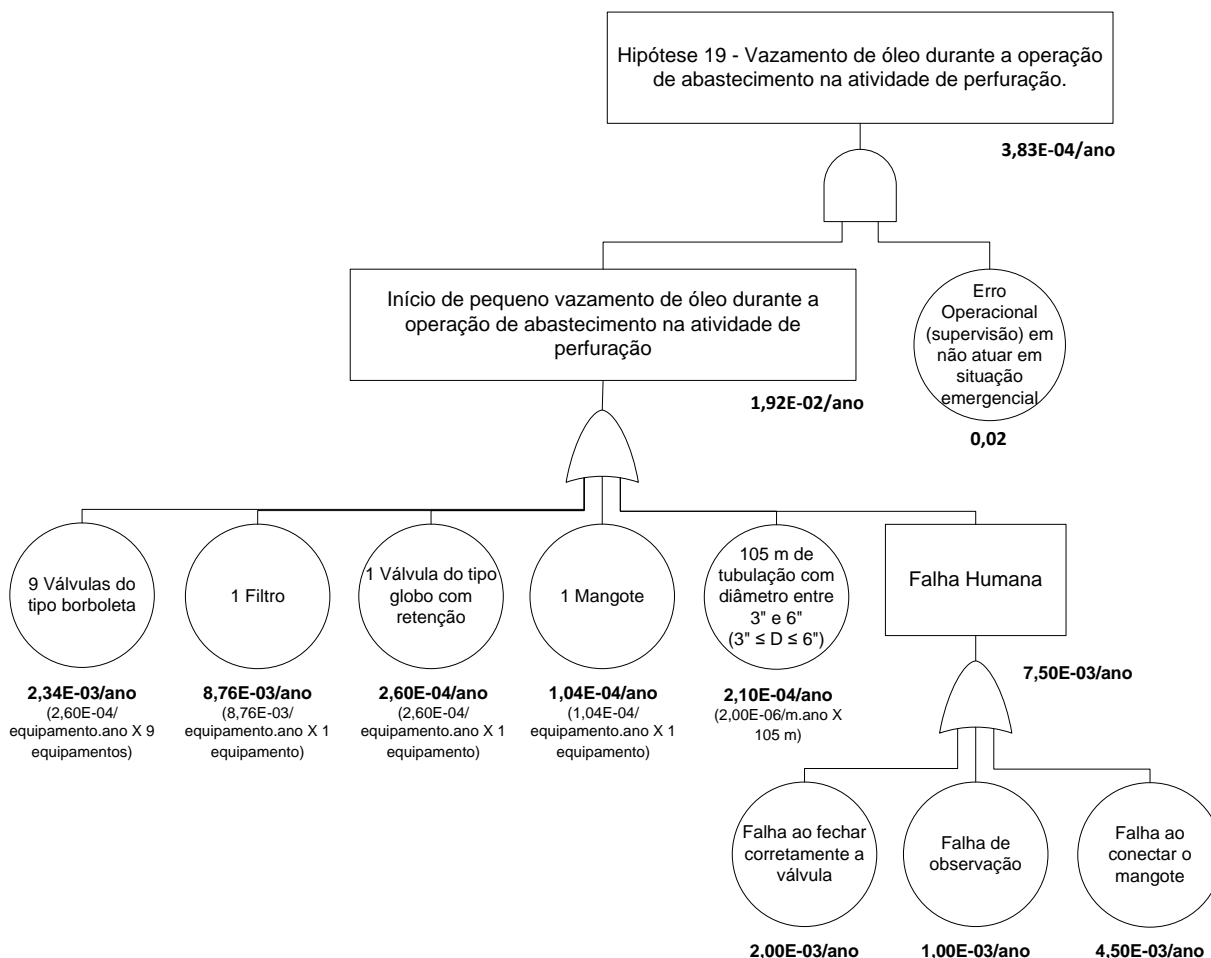


Figura II.13.3.3.2-10 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA19 - Vazamento de óleo diesel no mangote, linhas de transferência, válvulas durante operação de transferência Embarcação de apoio/Unidade Marítima de Perfuração.

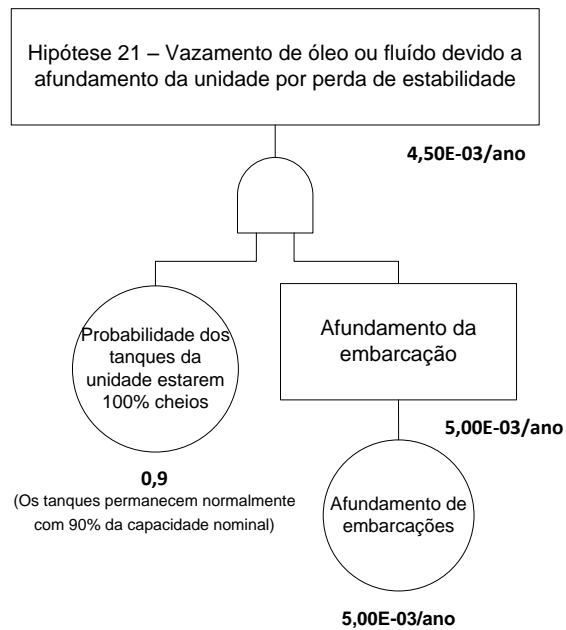


Figura II.13.3.3.2-11 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA21 - Vazamento de óleo ou fluido devido a perda de estabilidade (adernamento /afundamento) da unidade.

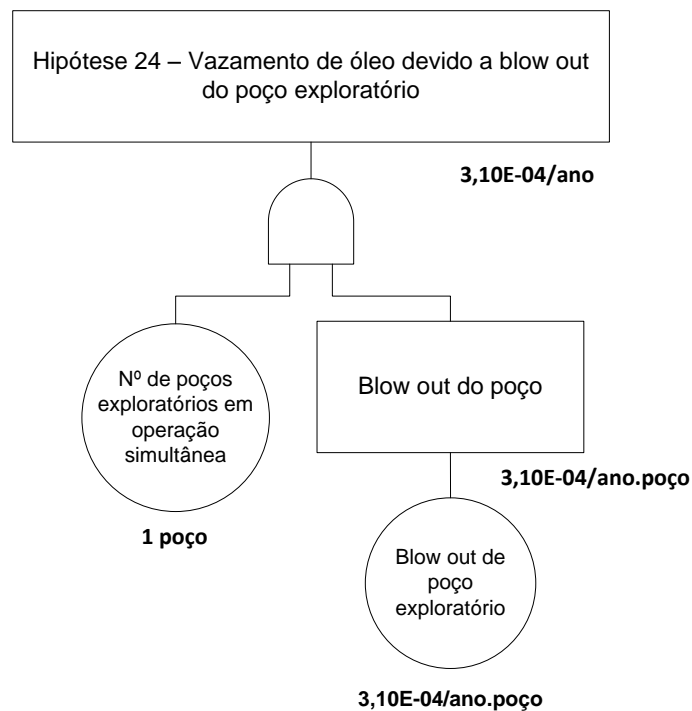


Figura II.13.3.3.2-12 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA24 - Vazamento de óleo e gás – descontrolado do poço (Blow out).

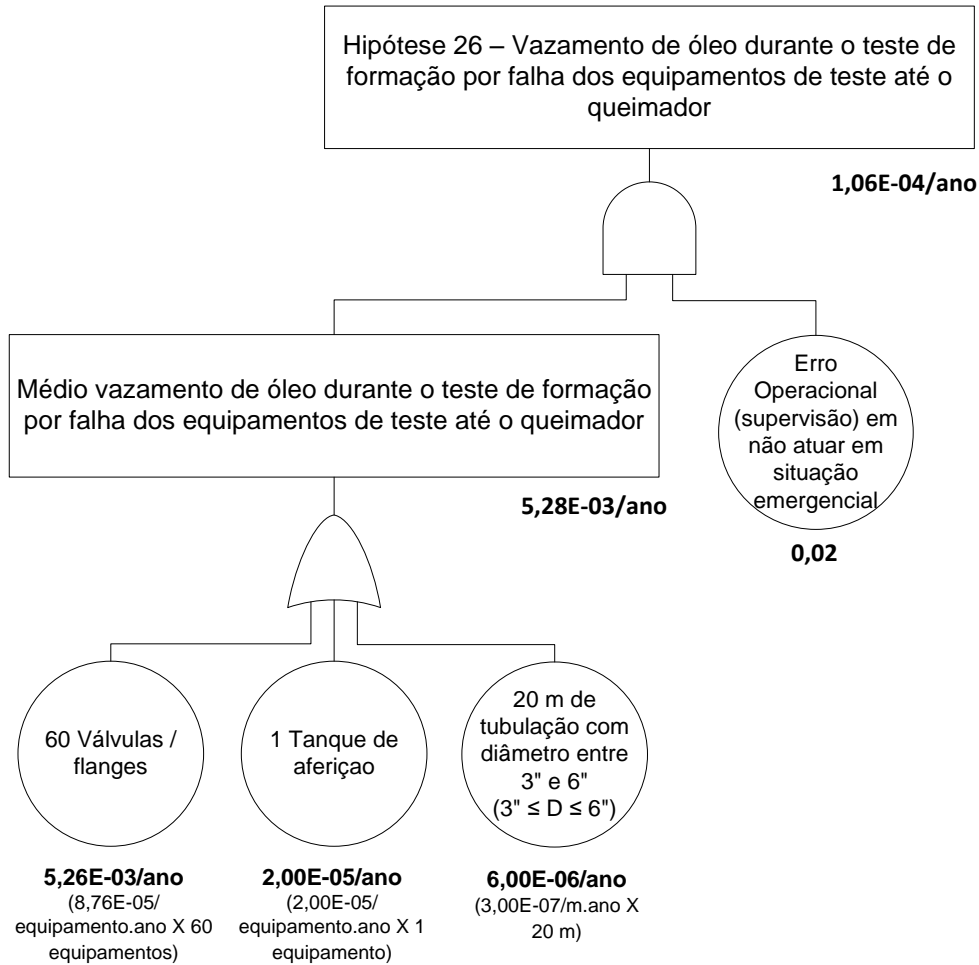


Figura II.13.3.3.2-13 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA26 - Vazamento de óleo e gás em linhas, vasos, válvulas, conexões ou flanges, durante o teste de formação.

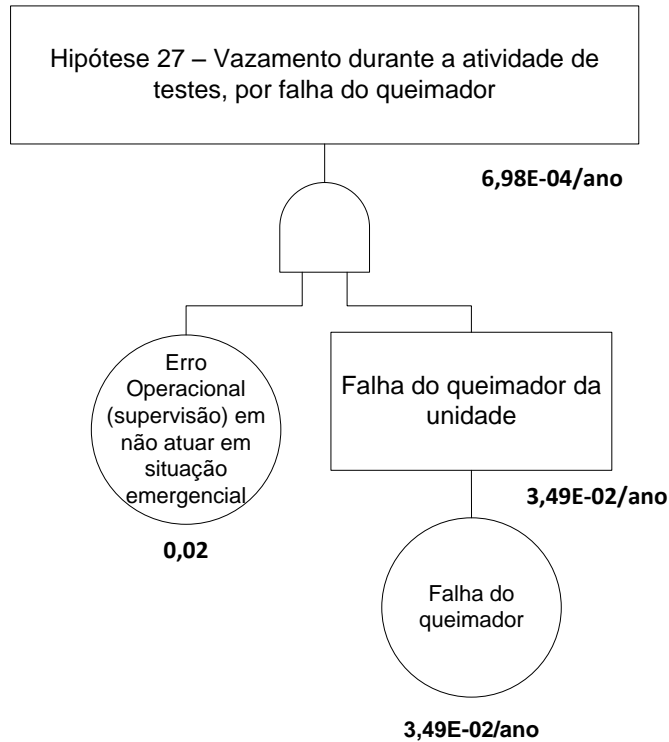


Figura II.13.3.3.2-14 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA27 - Vazamento de óleo e gás devido a queima deficiente de hidrocarbonetos durante operação do queimador (falha da chama).

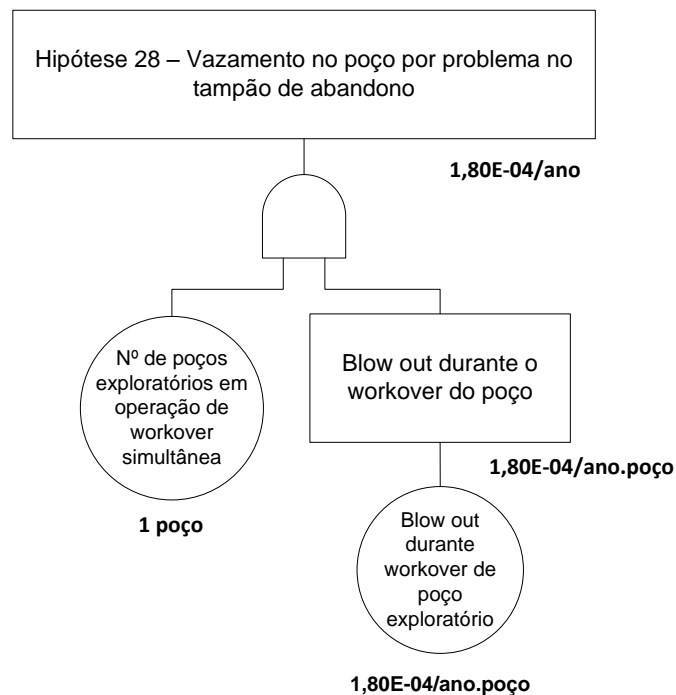


Figura II.13.3.3.2-15 - Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA28 - Vazamento nos tampões de abandono.

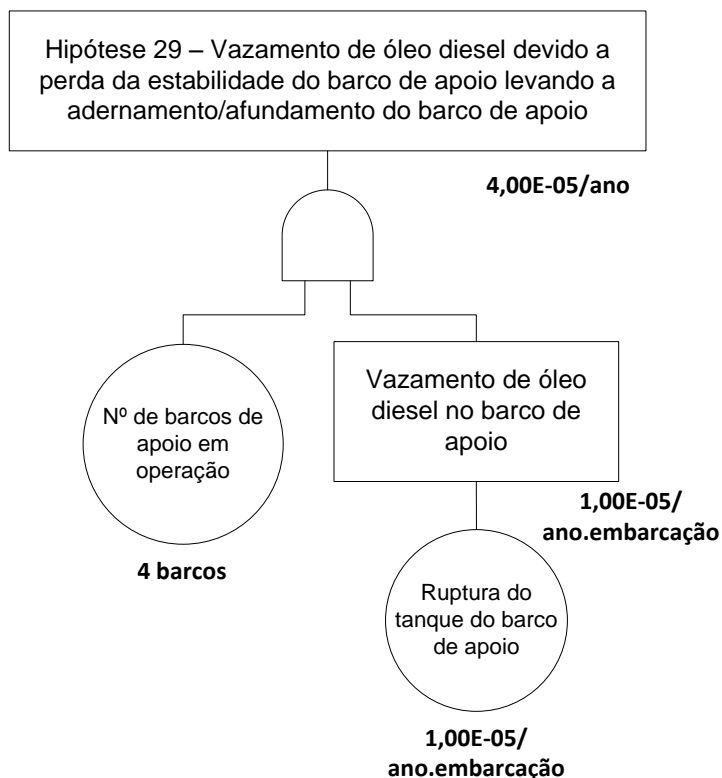


Figura II.13.3.3.2-16 - *Árvore de Falhas da Hipótese Acidental HA29 - Vazamento de óleo diesel no barco de apoio*

No **Quadro II.13.3.3.2-1** e **Quadro II.13.3.3.2-2** estão apresentadas as compilações das informações das hipóteses acidentais identificadas nas planilhas de APP das Unidades Marítima de Perfuração NS-41 e NS-42, sendo apresentadas as frequências de ocorrência estimadas a partir da aplicação das árvores de falhas somente para as situações que resultaram em vazamento de óleo com possibilidade de contaminação ambiental.

Quadro II.13.3.3.2-1 - Compilação das Informações das Hipóteses Acidentais de Vazamento de Óleo com Contaminação Ambiental NS-41.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
1	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita)	Vazamentos 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
3	Pequeno vazamento de pó (cimento)	Vazamentos 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
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 ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
5	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
6	Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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 ≤ 205 m ³ (maior tanque do fluido)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
7	Pequena liberação de óleo diesel	Vazamentos 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	9,02E-4
8	Média liberação de óleo diesel.	Vazamentos 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 ≤ 200 m ³	2,68E-4
9	Grande liberação 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 ≤ 2.204,3 m ³ (Maior tanque de diesel da unidade)	2,07E-5

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
10	Pequena liberação de óleo lubrificante/ hidráulico	Vazamentos em tubulações, 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	6,71E-4
11	Média liberação de óleo lubrificante/ hidráulico	Ruptura em tanques, linha rígida, flanges ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante / hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	8 < V ≤ 29,9 m ³ (Maior tanque destes produtos)	2,00E-4
12	Pequena liberação de água oleosa (acima de 15 ppm)	Vazamentos 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
13	Média liberação 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 ≤ 76,2 m ³ (maior tanque de bilge)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
14	Pequena liberação de óleo sujo.	Vazamentos 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	2,31E-4
15	Média liberação de óleo sujo.	Ruptura 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 ≤ 38,1 m ³ (maior tanque deste produto na Unidade)	5,87E-5
16	Pequeno vazamento de óleo (sujo, hidráulico ou lubrificante)	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
17	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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
18	Pequena liberação de óleo diesel.	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e válvulas devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	Transferência de óleo diesel do barco de apoio para Unidade Marítima	Até 5m ³ (180 s para vazamento com taxa de 100 m ³ /h)	3,83E-4

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
19	Pequena liberação de fluido de perfuração	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
20	Grande vazamento de óleo	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	Até 9.759,8 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, hidráulico e sujo)	4,50E-3
21	Grande vazamento de fluido não aquoso	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	3211,7 m ³ (soma dos tanques de fluido ativo e reserva)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
22	Deriva da unidade	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Até 375 m ³ (lâmina de água de 1910 m)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
23	Grande vazamento de óleo / gás	Descontrole do poço (blowout).	Controle do Poço	Bloco BM-PEPB-3: até 37.297,8 m ³ *1 Bloco BM-PEPB-1: até 11.957,5 m ³ *2	3,10E-4
24	Vazamento de gás	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	Controle do Poço	Volume não estimado por se tratar de vazamento em fase gasosa.	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
25	Vazamento de óleo / gás inflamável	Perdas nas linhas, vasos (separador, tanque de aferição), válvulas, conexões e flanges devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	8 < V ≤ 22,6 m ³	1,06E-4
26	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).	V < 8 m ³	6,98E-4
27	Vazamento nos tampões de abandono	Erro na operação.	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Bloco BM-PEPB-3: 124,33 m ³ * ³ Bloco BM-PEPB-1: até 39,82 m ³ * ⁴	1,80E-4
28	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

*1 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3, ou com maior impacto, por 30 dias (1243,26 m³/dia)

*2 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1, ou com maior impacto, por 30 dias (398,25 m³/dia)

*3 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3

*4 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1

Quadro II.13.3.3.2-2 - Compilação das Informações das Hipóteses Acidentais de Vazamento de Óleo com Contaminação Ambiental NS-42.

HA	Perigo/ Causa	Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
1	Pequeno vazamento de pó (barita /bentonita)	Vazamentos em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Até 8 m ³	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
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.	8 < V ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
3	Pequeno vazamento de pó (cimento)	Vazamentos em mangote, tanques, linhas, e válvulas por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Até 8 m ³	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
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.	8 < V ≤ 80 m ³ (Maior silo deste produto)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa	Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)	
5	Pequeno vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
6	Médio vazamento de fluido de perfuração / completação / intervenção	Vazamentos 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 ≤ 205 m ³ (maior tanque do fluido)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
7	Pequena liberação de óleo diesel	Vazamentos 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	9,04E-4
8	Média liberação de óleo diesel.	Vazamentos 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 ≤ 200 m ³	2,68E-4
9	Grande liberação 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 ≤ 2.204,3 m ³ (Maior tanque de diesel da unidade)	2,09E-5

HA	Perigo/ Causa	Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
10	Pequena liberação de óleo hidráulico	Vazamentos em tubulações, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo hidráulico (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³ 1,12E-4
11	Pequena liberação de óleo lubrificante	Vazamentos em tubulações, tanques, válvulas, bombas, por: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	Até 8 m ³ 5,59E-4
12	Média liberação de óleo lubrificante	Ruptura em tanques, linha rígida, flanges ou válvulas devido a: Falha intrínseca; Choque mecânico (queda de carga, acidente com guindaste); Falha operacional.	Armazenamento e Circulação de óleo lubrificante (compreende os tanques de armazenamento e linhas até os pontos de consumo).	8 < V ≤ 29,9 m ³ (Maior tanque destes produtos) 1,71E-4
13	Pequena liberação de água oleosa (acima de 15 ppm)	Vazamentos 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 Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
14	Média liberação 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 ≤ 76,2 m ³ (maior tanque de bilge) Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
15	Pequena liberação de óleo sujo.	Vazamentos 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	2,31E-4
16	Média liberação de óleo sujo.	Ruptura 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 ≤ 38,1 m ³ (maior tanque deste produto na Unidade)	5,87E-5
17	Pequeno vazamento de óleo (sujo, hidráulico ou lubrificante)	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
18	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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
19	Pequena liberação de óleo diesel.	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e válvulas devido a: Falha intrínseca; Falha operacional. Transbordamento dos tanques.	Transferência de óleo diesel do barco de apoio para Unidade Marítima	Até 5m ³ (180 s para vazamento com taxa de 100 m ³ /h)	3,83E-4

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
20	Pequena liberação de fluido de perfuração	Perdas, rupturas nos mangotes, tubulações e 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	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
21	Grande vazamento de óleo	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	Até 9.759,8 m ³ (soma dos tanques de óleo diesel, lubrificante, hidráulico e sujo)	4,50E-3
22	Grande vazamento de fluido não aquoso	Afundamento/adernamento da unidade marítima.	Estabilidade da Unidade Marítima	3211,7 m ³ (soma dos tanques de fluido ativo e reserva)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
23	Deriva da unidade	Falha no sistema de Posicionamento Dinâmico	Sistema de Posicionamento Dinâmico	Até 375 m ³ (lâmina de água de 1910 m)	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.
24	Grande vazamento de óleo / gás	Descontrole do poço (blowout).	Controle do Poço	Bloco BM-PEPB-3: até 37.297,8 m ³ *1 Bloco BM-PEPB-1: até 11.957,5 m ³ *2	3,10E-4
25	Vazamento de gás	Perdas através de mangotes, linhas, válvulas ou vasos.	Controle do Poço	Volume não estimado por se tratar de vazamento em fase gasosa.	Hipótese Acidental sem derrame oleoso para o mar.

HA	Perigo/ Causa		Sistema/ Subsistema	Volume (m ³)	Frequência (ano ⁻¹)
26	Vazamento de óleo / gás inflamável	Perdas nas linhas, vasos (separador, tanque de aferição), válvulas, conexões e flanges devido a: Corrosão; Falha na vedação de juntas e conexões; Falha operacional.	Teste de formação (linhas de escoamento de óleo / gás, passando pelo BOP, Chock manifold, pelo separador de teste até o queimador).	8 < V ≤ 22,6 m ³	1,06E-4
27	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).	V < 8 m ³	6,98E-4
28	Vazamento nos tampões de abandono	Erro na operação.	Finalização e abandono do poço (Tamponamento do poço de abandono).	Bloco BM-PEPB-3: 124,33 m ³ * ³ Bloco BM-PEPB-1: até 39,82 m ³ * ⁴	1,80E-4
29	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

*1 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3, ou com maior impacto, por 30 dias (1243,26 m³/dia)

*2 Em função da vazão de blow out do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1, ou com maior impacto, por 30 dias (398,25 m³/dia)

*3 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-3

*4 Em função do poço, por poucas horas (24 h), a 10 % da vazão do descontrolado do poço de maior vazão do bloco BM-PEPB-1.

II.13.4 Avaliação das Consequências

II.13.4.1 Modelagem da Dispersão do Óleo

A Modelagem de Dispersão de Óleo elaborada para a atividade de perfuração nos Blocos BM-PEPB-1 e BM-PEPB-3 é apresentada no **Anexo II.8-1** (referência no Capítulo II.8 – Identificação e Avaliação dos Impactos e Ambientais).

II.13.4.2 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 e da probabilidade de determinada área ser atingida pelo óleo.

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). Para cada componente, deve ser considerado o respectivo tempo de recuperação, ou seja, o tempo que o componente, após ser atingido, levaria para se recompor aos níveis anteriores à exposição por óleo. Além disso, é realizada a análise da relação entre o tempo de recuperação do componente ambiental e o tempo de ocorrência do dano, bem como a avaliação da tolerabilidade do risco.

Para delimitação da área suscetível ao derrame de óleo, foram utilizadas as áreas interceptadas por qualquer dos contornos de probabilidade das simulações geradas pelo estudo de modelagem. A identificação dos Componentes com Valor Ambiental (CVAs) foi realizada a partir da seleção dos componentes biológicos e ecossistemas com presença significativa na área suscetível a derrame de óleo e que atendam 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 suscetível, foram identificados 16 CVAs passíveis de serem atingidos por acidente com óleo:

- 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, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene;
- 6) Cetáceos – Baleia-jubarte;
- 7) Cetáceos – Boto-cinza;
- 8) Peixe-boi marinho;
- 9) Aves marinhas costeiras;
- 10) Aves marinhas oceânicas;
- 11) Praias arenosas;
- 12) Planícies de maré e terraços de baixa-mar;
- 13) Manguezais;
- 14) Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos;
- 15) Recifes de corais;
- 16) Bancos de rodolitos.

Para cada CVA, foi estimado 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., 1991). 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).

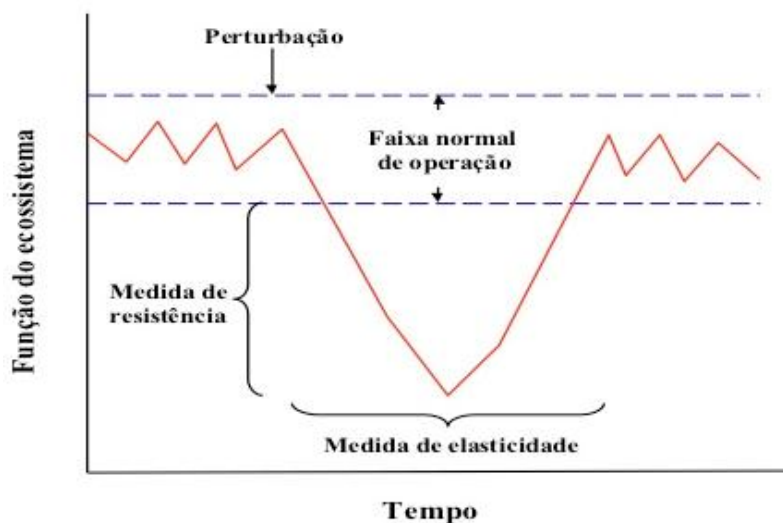
Quando se trata da recuperação de um componente ecossistêmico, depois deste componente estar sob os efeitos de um distúrbio e em uma condição degradada, pressupõe-se a retomada de seu estado anterior ao distúrbio, iniciando-se esta retomada a partir do momento em que o agente estressor é removido ou 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 (ELLIOT 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.13.4.2-1**.

Efeitos do stress no ecossistema



Fonte: modificado de Leffler (1978)

Figura II.13.4.2-1 – 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 & CLARK, 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 a duração do dano ambiental causado por um tensor antrópico e distingui-las 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 afetados por três aspectos: as características do ambiente afetado (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 recorrência do risco.

De uma forma geral, a identificação dos CVAs fornece o embasamento para o cálculo dos riscos ambientais (**Item II.13.5 - 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.13.6 - 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 suscetível ao toque de óleo, 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, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene;
 - 10) 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) Peixe-boi marinho;
 - 9) Aves marinhas costeiras;
 - 11) Praias arenosas;
 - 12) Planícies de maré e terraços de baixa-mar;
 - 13) Manguezais;
 - 14) Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos;
 - 15) Recifes de corais
 - 16) Bancos de rodolitos.

Vale salientar que esse agrupamento tem caráter didático, uma vez que o cálculo do risco e a avaliação de tolerabilidade 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 suscetível. Estas informações são apresentadas nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1** para todos os CVAs, fixos e difusos.

Para a representação dos CVAs de ambientes costeiros nos mapas, a presença de cada um na área com probabilidade de toque de óleo foi verificada a

partir dos *shapefiles*¹³ 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.). 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 II.13.4.2-1** apresenta as subclasses de ISL que compõem cada CVA de ecossistema.

Quadro II.13.4.2-1 - Subclasses do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) para os componentes dos ecossistemas 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)
Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais	2	B - Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)

¹³*Shapefile*: arquivo que contém dados geoespaciais em forma de vetor usado por Sistemas de Informações Geográficas - SIG.

CVA	ISL	Definição das subclasses de ISL
consolidados não-biogênicos	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 corais	9	C - Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais

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

Apresenta-se a seguir a descrição dos Componentes com Valor Ambiental.

II.13.4.2.1 CVA Plâncton

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, constituindo 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 icteoplâncton, 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, comunidades planctônicas podem ser divididas em fitoplâncton (organismos eucariontes fotossintetizantes: diatomáceas, dinoflagelados, flagelados, silicoflagelados, coccolitoforídeos e cianobactérias), zooplâncton (organismos eucariontes consumidores: copépodes, cladóceros, moluscos, quetognatos, larvas e ovos de peixes, entre outros) e bacterioplâncton (procariontes – bactérias).

Conforme descrito no diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**, as comunidades planctônicas da área suscetível ao toque de óleo apresentam diferenças mais marcantes em suas características e composição entre as regiões Norte e Nordeste, por conta principalmente das forçantes oceanográficas e do aporte fluvial presentes em cada região. 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, além de haver também um gradiente oeste-leste de decréscimo de produtividade ao longo da costa, influenciada pelo complexo sistema de drenagem fluvial da Região Norte. De forma geral, os valores de concentração da clorofila-a e as estimativas de produtividade primária obtidas para as regiões oceânicas da área suscetível ao toque de óleo reforçam a natureza de oligotrofia. Destacam-se como contribuintes importantes para a produtividade primária e determinantes da estrutura da comunidade planctônica: a pluma dos rios Pará e Amazonas, que fertiliza grandes extensões da plataforma continental norte equatorial, sobretudo nas Bacias Marítimas da Foz do Amazonas e do Pará-Maranhão, e o Golfão Maranhense e o Delta do Parnaíba, que influenciam a produtividade costeira da Bacia de Barreirinhas.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Plâncton

Em um evento de vazamento, a suscetibilidade ao óleo das comunidades planctônicas que se encontram 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 distribuída a maior parte do 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 atingindo locais abrigados e períodos de reprodução dos peixes, pois tais circunstâncias atuariam 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 vazamentos de óleo (IPIECA, 2001) terem verificado efeitos diretos sobre as populações planctônicas, incluindo a mortalidade de organismos na área suscetível ao 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 suscetível, que podem compensar, em curto prazo, o impacto da diminuição no número de indivíduos causado pelo óleo (IPIECA, 1991).

Devido às características ecológicas deste componente ambiental, o tempo de recuperação do plâncton, após um derramamento 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 suscetível ao toque de óleo 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 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 suscetível a 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.13.4.2.1-1** e o **Quadro II.13.4.2.1-2** apresentam as probabilidades ponderadas de toque do CVA Plâncton a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC nos respectivos pontos modelados, nos períodos de inverno e verão.

A presença do CVA Plâncton dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.1.2-1 - Probabilidades ponderadas de toque de óleo no CVA Plâncton, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para os períodos de inverno e verão, para os pontos P1 e P2.

Prob.	P1						P2					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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%	4221,5	8555,6	3187,0	3519,6	3443,7	332,1	6561,1	2794,8	2437,0	1809,8	1649,0	330,1
2%	935,3	3569,6	1267,9	3018,9	2692,2	153,3	2571,9	1476,3	1005,4	1341,5	1413,1	55,3
3%	589,8	2345,1	1080,8	942,1	1125,2	130,4	1426,2	1081,8	939,8	585,1	630,2	37,2
4%	526,1	1746,4	792,9	846,3	869,3	113,7	885,3	907,1	728,3	257,7	292,3	26,1
5%	379,3	1119,2	581,5	984,6	913,0	97,6	579,8	787,3	535,5	357,2	335,9	21,3
6%	313,6	742,1	523,8	1034,6	1089,9	87,5	432,2	496,1	456,2	426,5	446,8	16,0
7%	252,1	595,1	494,5	949,6	1024,2	72,6	417,3	361,5	447,2	423,3	456,1	15,1
8%	223,2	489,5	451,5	671,0	664,2	63,8	356,4	254,1	432,9	404,7	378,9	11,9
9%	234,1	424,1	566,0	554,0	518,0	66,1	289,0	168,1	546,9	388,7	311,5	12,7
10%	218,6	436,5	828,4	403,1	393,3	72,2	258,9	131,0	778,8	308,0	286,7	11,0
11%	178,6	429,0	1083,7	203,6	249,2	78,8	234,7	126,4	407,2	271,3	315,3	10,1
12%	142,6	337,8	477,2	107,1	181,8	73,2	221,1	130,9	391,9	176,9	197,2	9,8
13%	115,3	318,6	457,6	81,4	107,3	71,5	195,1	118,7	397,2	108,0	99,6	7,9
14%	98,2	279,3	440,5	57,3	61,5	68,8	182,4	119,7	420,4	45,4	40,4	8,2
15%	80,9	249,5	428,3	46,0	40,6	66,3	180,6	102,7	461,1	29,4	14,8	8,5
16%	69,7	191,4	435,9	41,5	30,1	58,7	185,7	89,0	437,2	16,1	7,2	8,0
17%	65,1	178,6	412,2	32,8	21,0	57,5	163,7	84,3	387,2	11,4	6,0	7,7
18%	58,7	147,2	401,0	25,0	17,9	46,6	152,0	85,4	357,7	4,5	6,0	8,4
19%	54,9	130,9	368,5	17,4	15,3	45,6	145,1	86,4	311,7	6,0	6,6	8,9

Prob.	P1						P2					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
20%	55,2	121,9	347,6	13,5	10,7	40,5	148,7	88,0	281,1	3,8	3,2	9,7
21%	57,7	124,7	348,8	11,8	5,7	42,1	138,9	77,5	262,0	5,7	1,6	8,4
22%	63,6	125,5	406,3	7,4	1,5	39,7	129,2	62,8	253,4	6,3	1,6	9,8
23%	67,9	132,2	434,6	2,3	0,7	44,6	116,9	57,5	259,9	3,1	1,5	8,0
24%	66,6	138,2	299,5	1,1	0,8	45,5	109,2	54,6	269,9	2,8	1,4	8,8
25%	62,3	143,6	295,3	0,6	1,2	40,3	113,2	56,7	303,0	1,3	1,2	10,4
26%	53,9	127,3	303,4	0,8	0,6	43,1	109,3	52,0	314,4	1,9	0,6	11,3
27%	46,6	107,1	308,3	0,9	0,9	39,4	100,3	51,5	338,3	1,3	1,3	40,7
28%	49,4	90,6	345,1	0,7	1,0	34,6	93,4	51,0	333,0	1,7	0,2	329,5
29%	56,6	94,6	372,0	1,0	0,4	42,4	97,0	52,5	335,5	1,2	0,0	15,5
30%	73,7	117,4	389,3	1,8	0,0	45,3	89,5	51,1	335,1	2,5	0,0	18,4
31%	75,4	146,0	383,8	0,3	0,1	48,0	94,6	45,0	357,0	1,9	0,2	42,4
32%	55,1	151,5	372,1	0,0	0,0	53,2	86,5	47,7	375,4	0,1	0,1	148,8
33%	37,1	91,7	412,3	0,0	0,0	123,3	76,2	48,6	442,0	0,0	0,0	138,1
34%	27,9	61,1	442,9	0,0	0,0	616,4	88,0	40,7	554,0	0,0	0,0	357,9
35%	25,5	60,5	129,7	0,0	0,0	355,2	87,1	36,3	299,6	0,0	0,0	253,5
36%	21,9	44,8	118,5	0,0	0,0	172,2	76,6	35,7	274,1	0,0	0,0	123,8
37%	18,3	32,5	118,5	0,0	0,1	66,3	68,2	29,7	219,8	0,0	0,0	74,9
38%	13,5	23,8	98,6	0,1	0,0	38,2	65,6	23,9	187,6	0,0	0,1	26,1
39%	11,8	18,9	84,0	0,0	0,0	42,4	52,8	18,8	159,7	0,1	0,0	9,5
40%	11,9	16,6	72,6	0,0	0,0	42,3	40,3	15,0	123,3	0,0	0,0	8,6

Prob.	P1						P2					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
41%	10,1	14,5	57,9	0,0	0,0	36,0	31,4	15,9	101,5	0,0	0,0	6,9
42%	8,8	13,2	53,7	0,0	0,0	43,9	29,7	14,2	91,3	0,0	0,0	6,6
43%	6,6	8,0	50,1	0,0	0,0	52,1	28,1	12,5	78,2	0,0	0,0	7,0
44%	7,1	8,5	50,6	0,0	0,0	69,8	24,9	12,3	71,8	0,0	0,0	7,2
45%	5,8	7,6	72,1	0,0	0,0	64,2	21,5	12,0	63,5	0,0	0,0	6,6
46%	4,5	6,4	54,4	0,0	0,0	52,7	20,9	11,4	63,5	0,0	0,0	6,6
47%	3,6	6,6	63,5	0,0	0,0	45,0	21,0	10,8	76,0	0,0	0,0	7,5
48%	2,5	5,1	66,4	0,0	0,0	41,6	18,1	9,1	71,0	0,0	0,0	7,9
49%	2,6	4,1	66,2	0,0	0,0	42,1	17,4	8,4	67,3	0,0	0,0	8,0
50%	2,3	3,0	56,4	0,0	0,0	45,1	16,7	8,3	52,1	0,0	0,0	9,9
51%	2,0	2,8	52,6	0,0	0,0	47,5	17,6	8,9	36,6	0,0	0,0	13,3
52%	1,5	1,9	62,7	0,0	0,0	49,6	16,5	8,5	41,1	0,0	0,0	11,2
53%	1,8	2,8	80,8	0,0	0,0	55,2	16,0	7,6	40,6	0,0	0,0	16,6
54%	1,5	2,3	107,7	0,0	0,0	60,9	14,3	5,8	43,2	0,0	0,0	24,1
55%	1,3	1,6	140,7	0,0	0,0	103,1	15,2	7,6	47,6	0,0	0,0	30,7
56%	1,4	0,9	117,0	0,1	0,1	108,1	17,3	7,0	62,9	0,0	0,0	47,4
57%	0,7	0,4	75,5	0,0	0,0	31,5	14,7	5,8	47,8	0,0	0,0	114,7
58%	0,3	0,3	72,0	0,0	0,0	32,7	15,2	7,0	45,5	0,1	0,0	134,0
59%	0,3	0,4	86,5	0,0	0,0	32,5	15,8	5,1	49,7	0,0	0,1	80,7
60%	0,1	0,1	129,2	0,0	0,0	39,9	13,1	3,3	68,5	0,0	0,0	130,1
61%	0,2	0,0	223,3	0,0	0,0	56,2	11,0	1,8	134,3	0,0	0,0	308,2

Prob.	P1						P2					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
62%	0,0	0,0	331,2	0,0	0,0	77,8	12,3	1,2	365,0	0,0	0,0	224,1
63%	0,0	0,0	167,7	0,0	0,0	357,0	12,9	0,9	191,5	0,0	0,0	84,9
64%	0,0	0,0	28,8	0,0	0,0	386,5	12,1	1,2	66,8	0,0	0,0	158,3
65%	0,0	0,0	24,3	0,0	0,0	150,9	12,3	0,9	53,6	0,0	0,0	57,2
66%	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	79,9	9,8	1,3	45,5	0,0	0,0	54,5
67%	0,0	0,0	34,3	0,0	0,0	58,7	7,9	0,2	43,7	0,0	0,0	18,4
68%	0,0	0,0	32,1	0,0	0,0	41,6	4,0	0,7	49,6	0,1	0,1	14,0
69%	0,0	0,0	33,9	0,0	0,0	32,2	3,4	0,9	52,9	0,0	0,0	15,2
70%	0,0	0,0	40,9	0,0	0,0	25,9	2,6	1,1	50,0	0,0	0,0	28,5
71%	0,0	0,0	40,7	0,0	0,0	30,7	2,6	0,6	64,0	0,0	0,0	38,8
72%	0,0	0,0	43,7	0,0	0,0	45,8	1,8	0,0	94,7	0,0	0,0	13,1
73%	0,0	0,0	49,5	0,0	0,0	86,7	1,7	0,0	90,9	0,0	0,0	26,3
74%	0,0	0,1	68,0	0,0	0,0	163,6	1,8	0,0	102,9	0,0	0,0	45,1
75%	0,0	0,0	84,8	0,0	0,0	98,7	1,4	0,0	125,7	0,0	0,0	23,8
76%	0,0	0,0	99,7	0,0	0,0	72,6	1,2	0,0	135,1	0,0	0,0	20,5
77%	0,0	0,0	168,8	0,0	0,0	71,3	2,3	0,0	74,0	0,0	0,0	30,2
78%	0,0	0,0	263,2	0,0	0,1	71,2	2,0	0,0	143,8	0,0	0,0	42,0
79%	0,0	0,0	412,7	0,1	0,0	59,7	0,1	0,0	138,9	0,0	0,0	49,1
80%	0,0	0,0	734,2	0,0	0,0	48,6	0,0	0,0	222,8	0,0	0,0	90,7
81%	0,0	0,0	654,8	0,0	0,0	47,2	0,0	0,0	246,7	0,0	0,0	13,8
82%	0,0	0,0	50,2	0,0	0,0	54,7	0,0	0,0	95,2	0,0	0,0	13,1

Prob.	P1						P2					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
83%	0,0	0,0	28,2	0,0	0,0	61,7	0,0	0,0	45,8	0,0	0,0	15,2
84%	0,0	0,0	23,1	0,0	0,0	107,7	0,0	0,0	41,0	0,0	0,0	29,2
85%	0,0	0,0	19,4	0,0	0,0	169,5	0,0	0,0	46,1	0,0	0,0	297,1
86%	0,0	0,0	19,6	0,0	0,0	64,9	0,0	0,0	39,9	0,0	0,0	37,0
87%	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	62,6	0,0	0,0	37,4	0,0	0,0	40,3
88%	0,0	0,0	32,6	0,0	0,0	70,1	0,1	0,0	30,9	0,0	0,0	27,4
89%	0,0	0,0	22,1	0,0	0,0	97,1	0,0	0,0	30,5	0,0	0,0	15,9
90%	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	131,3	0,0	0,0	41,7	0,0	0,0	21,0
91%	0,0	0,0	23,7	0,0	0,0	245,7	0,0	0,0	30,8	0,0	0,0	25,7
92%	0,0	0,0	27,4	0,0	0,0	378,9	0,0	0,0	29,8	0,0	0,0	46,8
93%	0,0	0,0	87,1	0,0	0,0	610,5	0,0	0,0	35,3	0,0	0,0	71,0
94%	0,0	0,0	39,6	0,0	0,0	881,8	0,0	0,0	41,6	0,0	0,0	556,8
95%	0,0	0,0	49,5	0,0	0,0	290,5	0,0	0,0	48,0	0,0	0,0	257,8
96%	0,0	0,0	94,9	0,0	0,0	206,3	0,0	0,0	51,7	0,0	0,0	91,9
97%	0,0	0,0	184,1	0,0	0,0	120,0	0,0	0,0	62,8	0,0	0,0	45,1
98%	0,0	0,0	269,1	0,0	0,0	254,2	0,0	0,0	95,2	0,0	0,0	60,4
99%	0,0	0,0	510,2	0,0	0,0	459,6	0,0	0,0	232,4	0,0	0,0	144,1
100%	0,0	0,1	3550,5	0,1	0,1	2566,9	0,1	0,0	2975,6	0,1	0,1	1926,0
Área total (km ²)	9.774,5	24.346,7	30.519,6	13.578,5	13.481,7	13.721,6	17.908,8	10.590,5	25.881,5	7.005,5	6.906,9	8.023,8
Probabilidade Ponderada (%)	6,5	6,0	36,7	4,2	4,3	67,6	7,9	7,4	35,0	4,8	4,7	67,7

Quadro II.13.4.1.2-2 - Probabilidades ponderadas de toque de óleo no CVA Plâncton, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para os períodos de inverno e verão, para os pontos P3 e P4.

Prob.	P3						P4					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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%	3236,1	2505,1	2170,4	2659,7	2835,6	405,4	6,0	2351,2	2229,8	2741,2	2231,0	260,8
2%	1511,2	1686,4	818,1	1459,6	1427,5	57,4	3,0	1457,0	885,0	2096,8	2206,4	64,0
3%	695,0	944,5	747,2	510,5	511,2	40,5	2,5	1380,9	659,8	1160,1	1418,2	48,4
4%	479,6	688,0	516,5	343,8	374,5	29,3	1,1	857,2	496,9	734,3	754,2	46,3
5%	321,5	548,0	415,2	342,2	392,7	21,0	0,8	687,4	474,7	584,0	598,6	51,3
6%	206,8	483,3	401,6	404,0	514,9	19,9	0,6	629,3	466,0	653,9	583,6	159,2
7%	185,9	483,5	409,3	457,9	543,8	18,3	0,5	515,7	465,6	617,1	625,1	37,8
8%	180,0	457,2	400,8	578,4	450,9	15,4	0,4	439,5	455,6	610,6	630,6	25,5
9%	151,7	376,6	386,4	856,7	533,3	13,7	0,4	428,8	442,4	561,0	719,8	22,4
10%	134,3	263,9	576,6	576,7	487,8	14,8	0,3	327,3	422,9	655,4	793,9	17,3
11%	123,0	186,2	351,5	176,9	337,2	10,9	0,3	226,8	392,2	834,0	931,3	18,4
12%	114,6	153,8	333,3	135,0	226,0	11,8	0,2	200,5	373,1	798,9	729,9	17,6
13%	102,5	132,4	335,8	148,5	134,3	12,8	0,2	160,1	357,4	520,5	431,9	14,1
14%	98,0	115,1	353,5	115,8	49,8	11,8	0,2	137,0	344,1	329,3	244,5	13,5
15%	103,0	120,2	377,4	70,2	24,6	11,2	0,2	107,6	323,8	279,8	227,9	13,5
16%	110,0	112,3	386,6	46,4	10,6	10,6	0,2	104,9	318,6	176,2	155,9	11,3
17%	114,1	103,6	393,2	26,5	7,3	9,1	0,2	93,6	319,5	103,7	110,1	11,0
18%	102,6	94,2	405,5	14,6	5,6	11,8	0,2	92,1	320,5	149,1	128,2	10,5
19%	85,7	91,8	405,9	11,0	4,0	11,2	0,2	87,5	319,5	91,7	41,3	9,9

Prob.	P3						P4					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
20%	79,6	92,5	380,4	10,6	2,2	12,6	0,1	82,5	339,6	29,2	15,4	10,0
21%	68,5	83,3	381,3	9,0	2,1	11,6	0,1	74,1	345,7	15,4	8,2	11,3
22%	62,0	78,9	354,8	7,0	1,3	11,8	0,1	70,0	351,9	11,8	4,9	12,0
23%	59,4	66,0	351,9	6,6	1,7	13,6	0,1	64,7	366,6	7,8	2,8	18,2
24%	56,3	63,5	347,1	4,4	0,8	12,7	0,1	56,7	382,8	6,4	2,6	31,3
25%	55,5	57,5	339,7	2,9	0,4	15,9	0,1	58,3	402,9	3,1	0,8	19,1
26%	53,6	57,1	325,8	1,9	0,9	24,8	0,1	57,7	396,1	2,1	0,6	26,1
27%	47,6	55,4	321,2	2,0	0,6	207,7	0,1	64,4	384,2	0,6	0,6	42,5
28%	47,3	55,4	328,2	1,7	0,8	40,0	0,1	66,0	357,5	0,7	1,0	22,9
29%	47,0	54,0	339,6	1,6	1,3	31,8	0,1	63,7	332,2	0,8	0,0	15,1
30%	46,2	51,6	363,5	2,9	0,1	31,5	0,1	66,4	295,6	1,2	0,1	14,8
31%	50,4	47,1	386,3	1,9	0,0	36,5	0,1	62,9	268,7	0,0	0,1	16,6
32%	48,2	47,5	401,4	0,7	0,0	48,2	0,1	55,0	254,5	0,0	0,0	15,7
33%	42,1	46,7	427,9	0,7	0,1	184,6	0,1	53,3	302,1	0,1	0,0	15,7
34%	38,4	39,3	572,2	1,0	0,0	683,9	0,1	53,5	444,4	0,0	0,0	17,8
35%	33,9	34,4	290,9	1,2	0,0	318,9	0,1	52,5	363,6	0,0	0,0	20,2
36%	32,9	32,7	220,4	2,1	0,0	148,2	0,1	54,4	235,4	0,1	0,0	24,5
37%	28,6	32,6	212,6	0,0	0,0	151,1	0,1	47,7	206,6	0,0	0,0	26,0
38%	31,9	26,0	204,8	0,0	0,1	104,3	0,1	42,2	193,6	0,0	0,0	30,3
39%	31,3	26,1	202,4	0,0	0,0	12,9	0,1	39,2	181,1	0,1	0,1	34,9
40%	24,8	26,6	188,4	0,1	0,0	10,2	0,1	37,2	179,5	0,0	0,1	36,4

Prob.	P3						P4					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
41%	21,6	27,1	147,9	0,0	0,0	7,4	0,1	34,5	197,8	0,0	0,1	56,8
42%	21,4	27,3	134,4	0,1	0,1	8,4	0,1	35,3	238,0	0,0	0,0	47,0
43%	22,5	26,8	131,0	0,0	0,0	8,9	0,1	34,8	311,8	0,0	0,0	45,1
44%	23,2	26,0	121,8	0,0	0,0	8,8	0,1	33,9	385,9	0,0	0,0	45,3
45%	23,2	26,1	127,0	0,0	0,0	10,0	0,1	28,1	232,6	0,1	0,0	45,4
46%	26,8	31,0	106,2	0,0	0,0	9,3	0,1	28,1	157,4	0,0	0,0	40,9
47%	29,7	32,2	99,8	0,1	0,1	10,3	0,1	27,7	148,5	0,0	0,0	47,1
48%	29,7	28,2	98,5	0,0	0,0	9,6	0,1	27,9	133,5	0,0	0,0	59,2
49%	30,9	20,2	85,5	0,0	0,0	11,6	0,1	26,3	128,4	0,0	0,0	93,7
50%	24,5	16,8	84,9	0,0	0,0	13,8	0,0	26,3	145,5	0,0	0,0	212,7
51%	16,7	13,6	77,9	0,0	0,0	17,0	0,0	23,7	126,3	0,0	0,0	141,7
52%	11,0	11,4	73,6	0,0	0,0	19,8	0,0	20,9	131,7	0,0	0,0	109,7
53%	10,0	9,4	74,9	0,1	0,1	21,0	0,0	18,4	173,5	0,0	0,0	158,9
54%	7,6	11,7	70,5	0,0	0,0	20,0	0,0	16,3	128,8	0,0	0,0	257,5
55%	7,7	10,4	62,6	0,0	0,0	26,0	0,0	14,3	137,4	0,0	0,0	152,6
56%	6,8	9,0	77,8	0,0	0,0	36,9	0,0	13,0	149,3	0,0	0,0	60,1
57%	8,2	7,0	99,1	0,0	0,0	59,5	0,0	12,0	147,9	0,0	0,0	39,2
58%	6,8	7,0	112,2	0,0	0,0	123,1	0,0	10,2	158,7	0,0	0,0	36,6
59%	8,5	6,9	89,1	0,0	0,0	81,9	0,0	8,2	127,8	0,0	0,0	45,3
60%	8,9	6,7	67,9	0,0	0,0	76,8	0,0	7,4	116,7	0,0	0,0	87,8
61%	9,6	7,5	87,3	0,0	0,0	219,1	0,0	5,4	115,3	0,1	0,1	192,4

Prob.	P3						P4					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
62%	6,4	6,5	90,0	0,0	0,0	240,4	0,0	4,6	115,5	0,0	0,0	221,4
63%	6,5	6,3	81,8	0,0	0,0	116,5	0,0	4,4	100,2	0,0	0,0	266,0
64%	6,5	4,7	75,9	0,0	0,0	187,6	0,0	4,2	95,9	0,0	0,0	303,6
65%	7,1	4,1	69,4	0,0	0,0	134,6	0,0	3,4	93,0	0,0	0,0	321,9
66%	6,3	2,6	64,0	0,0	0,0	82,7	0,0	4,7	91,4	0,0	0,0	351,4
67%	7,3	1,9	73,8	0,0	0,0	32,0	0,0	3,9	99,8	0,0	0,0	380,7
68%	5,0	1,0	89,9	0,0	0,0	16,5	0,0	3,4	106,5	0,0	0,0	501,8
69%	5,4	1,3	95,3	0,0	0,0	16,2	0,0	3,9	103,8	0,0	0,0	316,9
70%	4,8	1,0	112,1	0,0	0,0	23,5	0,0	4,1	99,2	0,0	0,0	151,1
71%	4,1	0,9	112,0	0,1	0,1	21,4	0,0	4,1	92,7	0,1	0,0	65,4
72%	3,8	0,6	85,1	0,0	0,0	20,1	0,0	4,1	94,4	0,0	0,1	50,3
73%	3,2	0,5	72,1	0,0	0,0	23,5	0,0	4,8	98,0	0,0	0,0	41,4
74%	2,8	0,7	60,3	0,0	0,0	31,5	0,0	5,4	103,0	0,0	0,0	39,1
75%	2,3	1,0	57,0	0,0	0,0	26,6	0,0	4,4	114,2	0,0	0,0	23,5
76%	1,1	1,1	57,9	0,0	0,0	22,5	0,0	5,2	123,9	0,0	0,0	24,1
77%	1,3	0,6	69,7	0,0	0,0	41,0	0,0	6,2	133,0	0,0	0,0	13,6
78%	0,9	0,3	101,4	0,0	0,0	51,2	0,0	6,6	163,4	0,0	0,0	9,8
79%	0,8	0,6	130,4	0,0	0,0	33,9	0,0	5,6	127,6	0,0	0,0	9,3
80%	1,1	0,5	389,3	0,0	0,0	29,1	0,0	4,2	123,2	0,0	0,0	9,4
81%	1,0	0,2	199,8	0,0	0,0	21,8	0,0	1,5	117,5	0,0	0,0	12,5
82%	0,8	0,0	94,6	0,0	0,0	24,0	0,0	1,2	113,9	0,0	0,0	13,3

Prob.	P3						P4					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	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
83%	0,6	0,0	89,7	0,0	0,0	24,6	0,0	0,5	148,9	0,0	0,0	17,5
84%	0,6	0,0	117,6	0,0	0,0	79,2	0,0	0,7	164,5	0,0	0,0	28,6
85%	0,5	0,0	55,4	0,0	0,0	553,7	0,0	0,5	210,6	0,0	0,0	54,2
86%	0,1	0,0	60,4	0,0	0,0	223,5	0,0	0,4	243,0	0,0	0,0	83,6
87%	0,0	0,0	66,9	0,0	0,0	17,3	0,0	0,5	156,9	0,0	0,0	141,2
88%	0,0	0,0	75,2	0,0	0,0	36,2	0,0	0,4	149,2	0,0	0,0	208,7
89%	0,0	0,0	92,6	0,0	0,0	39,2	0,0	0,5	152,4	0,0	0,0	298,2
90%	0,0	0,0	58,9	0,0	0,0	24,9	0,0	0,0	164,1	0,0	0,0	231,5
91%	0,0	0,0	50,6	0,0	0,0	47,2	0,0	0,0	173,2	0,0	0,0	190,1
92%	0,0	0,0	58,8	0,0	0,0	34,4	0,0	0,0	159,9	0,0	0,0	223,4
93%	0,0	0,0	62,8	0,0	0,0	194,7	0,0	0,0	146,2	0,0	0,0	255,4
94%	0,0	0,0	64,0	0,0	0,0	563,6	0,0	0,0	139,2	0,0	0,0	355,7
95%	0,0	0,0	61,9	0,0	0,0	22,6	0,0	0,0	134,7	0,0	0,0	415,5
96%	0,0	0,0	69,4	0,0	0,0	17,9	0,0	0,0	141,0	0,0	0,0	456,4
97%	0,0	0,0	78,1	0,0	0,0	21,7	0,0	0,0	163,3	0,0	0,0	444,2
98%	0,0	0,0	105,4	0,0	0,0	112,0	0,0	0,0	230,8	0,0	0,0	438,9
99%	0,0	0,0	170,3	0,0	0,0	234,7	0,0	0,0	412,4	0,0	0,0	627,0
100%	0,0	0,0	3480,9	0,1	0,1	2537,9	0,0	0,0	3567,6	0,1	0,1	3065,6
Área total (km ²)	9.476,7	11.019,0	26.156,2	8.993,2	8.884,5	9.630,8	20,5	12.052,9	29.212,8	13.777,4	13.600,1	13.951,4
Probabilidade Ponderada (%)	8,8	8,7	38,8	5,0	4,6	68,3	8,6	9,6	42,8	6,3	6,2	75,9

II.13.4.2.2 CVA Peixes

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 ainda possui diversas espécies ameaçadas em nível nacional e internacional. Dentre as espécies de peixes com ocorrência para a área suscetível ao toque de óleo, a lista oficial de espécies ameaçadas nacional (MMA, 2014) apresenta algumas com *status* de “vulneráveis” à extinção e outras que apresentam níveis críticos de ameaça, como o peixe-cachimbo-estrela (*Micrognathus erugatus*), “criticamente ameaçado”; os cações *Carcharhinus plumbeus*, *C. obscurus* e *Sphyrna tudes*, “criticamente em perigo” e o marlim-azul (*Makaira nigricans*), “em perigo”. Outras quatro espécies ameaçadas, *Gramma brasiliensis*, *Scarus trispinosus*, *S. zelindae* e *Sparisoma axillare*, são recifais e tem no Parcel Manuel Luís seus limites setentrionais na área suscetível. Considerando-se as últimas inclusões de espécies da ictiofauna ameaçadas no Brasil (MMA, 2014), além de diversos elasmobrânquios com maior grau de ameaça, grande número entre os táxons incluídos compreende peixes recifais.

O diagnóstico da ictiofauna realizado (**item II.6.2 Meio Biótico**) evidenciou a variabilidade entre as comunidades de peixes estuarinos e marinhos das regiões Nordeste e Norte da costa suscetível ao toque de óleo. Existem registros de 630 táxons distintos de peixes marinhos e estuarinos na região compreendida entre a Bacia de Sergipe-Alagoas e a Bacia da Foz do Amazonas. Esse conjunto de espécies se distribui em 145 famílias, com destaque para as famílias Serranidae, Carangidae, Sciaenidae e Gobiidae, por serem as mais numerosas.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Peixes

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 no ecossistema 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 mortandade de larvas, o impacto não foi posteriormente detectado nas populações de adultos, possivelmente porque os sobreviventes tiveram uma vantagem competitiva (mais alimento e menor chance de predação) (IPIECA, 1991).

Em águas oceânicas, devido à 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 mortalidade 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; 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 2 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 Blocos BM-PEPB-1 e BM-PEPB-3 localizam-se em águas oceânicas oligotróficas (a uma distância mínima de 39,5 km da costa), 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 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 e recifes 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.13.4.2.1-1** e **Quadro II.13.4.2.1-2**.

A presença deste CVA Peixes dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

II.13.4.2.3 CVA Quelônios

Os quelônios marinhos foram selecionados como CVA por terem presença significativa na área suscetível ao toque de óleo e se tratarem de um conjunto de espécies ameaçadas de extinção tanto em escala nacional (MMA, 2014), quanto internacional (IUCN, 2017). 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. . Ao longo da porção costeira da área suscetível, a plataforma continental é utilizada como rota migratória fora do período reprodutivo por quatro espécies (tartaruga-cabeçuda, tartaruga-verde, tartaruga-de-pente e tartaruga-oliva) (BAUDOIN et al., 2015). Durante esses deslocamentos, regiões como o litoral cearense são de extrema importância para a alimentação das espécies (MARCOVALDI et al., 2011a).

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 espécies 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).

As maiores ameaças enfrentadas pelas tartarugas marinhas são a captura acidental em atividades pesqueiras e o desenvolvimento costeiro não planejado (MARCOVALDI et al., 2011a). Outra grande ameaça é a poluição marinha por resíduos sólidos, como plásticos, que são confundidos com alimentos e ingeridos, podendo causar o bloqueio do trato intestinal, ulcerações e necroses. Outras ameaças são o abate para consumo humano, a poluição luminosa nas praias, mudanças climáticas e patógenos (MARCOVALDI et al., 2011a), além de variados efeitos decorrentes de contato com o óleo (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2010; NOAA, 2010a; SHIGENAKA, 2010).

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 as 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 o de cerca de 2 a 3 anos (TROËNG & CHALOUPKA, 2007). Tal condição indica que o 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.

No **item II.6.2 Meio Biótico**, pode ser encontrada uma descrição detalhada das características de cada uma das cinco espécies que integram esse CVA.

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, 2011b; 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-se em consideração as áreas utilizadas por todas as espécies, algumas praias localizadas entre o norte do estado do Rio de Janeiro e a costa leste do Rio Grande do Norte são utilizadas para a reprodução (incluindo algumas áreas prioritárias e secundárias de desova), o que inclui a região com probabilidade de toque de óleo segundo as modelagens.

O mapeamento das áreas de concentração de quelônios foi feito com a análise da bibliografia especializada e os polígonos apresentados nos mapas foram utilizados nos cálculos de risco em conjunto com as áreas prioritárias de desova definidas na Informação Técnica N° 02/2006 – Centro TAMAR-IBAMA, definidas mais adiante.

Considerando-se as áreas utilizadas para reprodução de tartarugas marinhas, podem-se destacar quatro regiões de extrema importância no litoral brasileiro. Tais áreas foram caracterizadas na Informação Técnica (IT) N° 02/2006 – Centro TAMAR-IBAMA, de 06/09/2006. Esta IT do TAMAR subsidiou a Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio n° 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 às áreas prioritárias de desovas, das quais uma localiza-se na área suscetível ao toque de óleo: a Área 4 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). Essa área é apresentada no mapeamento como “Área de concentração de quelônios” e também foi utilizada 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. Tais rotas migratórias, na área suscetível ao toque de óleo, também estão representadas nos mapas. Essas rotas mostram a importância das áreas da

plataforma continental, utilizadas como rotas migratórias por todas as espécies e que contêm importantes áreas de alimentação das mesmas, com destaque para as áreas de recifes de corais distribuídas por vários pontos ao longo da costa brasileira.

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 os dados de telemetria, mostram a presença das espécies em diversas regiões afastadas da costa (MARCOVALDI et al., 2010; 2011b).

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, 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.

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 o fato é que derrames de óleo podem afetar negativamente todas as espécies presentes na área suscetível ao toque, 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 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 o derramamento de óleo pode causar nas situações em que as manchas atingem áreas próximas à costa.

É importante ressaltar ainda que as tartarugas marinhas são geralmente afetadas pela contaminação por óleo, uma vez que não possuem o comportamento de evitar águas oleosas e realizam grandes inalações pré-mergulho (NOAA, 2010a; SHIGENAKA, 2010). Elas 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 (LUTCAVAGE et al., 1995). 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 (FRITTS & MCGEHEE, 1982). 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 tempo, 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 o desenvolvimento das populações.

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 das populações, 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, em relação às ameaças sofridas, a despeito dos esforços de conservação aplicados, após um período de 30 anos de monitoramento no sudeste dos Estados Unidos. No entanto, cabe destacar 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 impactos, 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.

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 Maceió/AL até Amapá/AP, 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 faixa de volume e período do ano (inverno e verão), sem nenhum tipo de ponderação.

O **Quadro II.13.4.2.3-1** e o **Quadro II.13.4.2.3-2** apresentam as probabilidades de toque nas áreas de concentração do CVA Quelônios a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC, para o inverno e verão, respectivamente.

Estes quadros mostram que no inverno a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para o modelo com vazamento de 8 m³ foi de 93,3% (P4), de 90,2% (P4) para vazamento de 200 m³ e de 100% para vazamento de VPC (P1, P2, P3 e P4). Neste período do ano, de modo geral, as maiores probabilidades de toque ocorrem no litoral norte do RN, PB e PE. Já no verão, a probabilidade máxima de toque para um vazamento de 8 m³ foi de 28,0% (P4), para vazamento de 200 m³ foi de 25,5% (P4), e para vazamento de VPC a probabilidade máxima foi de 100% (P1, P2, P3 e P4). Neste período do ano, de modo geral, a faixa do litoral entre o RN e PB foi a que apresentou as maiores probabilidades de toque.

A presença deste CVA Quelônios dentro da área suscetível ao toque de óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.3-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Quelônios, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto e volume.

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Amapá	Reserva Biológica do Lago Piratuba	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	7,5
PA	Curuçá	Mar adjacente a Curuçá	0,0	0,5	4,2	0,2	1,7	12,0	0,3	3,0	10,2	0,5	4,2	19,2
MA	Alcântara	Mar adjacente a Alcântara	2,0	5,2	27,5	3,0	7,8	27,8	4,7	11,5	34,8	5,2	12,7	34,5
MA, PI	Tutóia, Água Doce do Maranhão, Araióses, Ilha Grande, Parnaíba	Delta do Parnaíba	0,0	0,7	4,3	0,0	1,2	5,0	0,0	1,8	19,3	0,0	2,3	8,3
PI	Parnaíba, Luis Correia	Praia do Arrochado a Praia da Pedra do Sal	0,0	0,5	1,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	2,0
CE	Acaraú a Icapuí	Mar de Acaraú a Icapuí	4,7	9,0	48,0	6,7	10,3	48,3	9,7	12,0	52,0	11,3	13,8	59,2
	Acaraú a Amontada	Mar adjacente a Almofala	2,8	7,5	37,8	4,3	10,7	41,7	5,3	9,8	51,5	6,2	10,0	54,5
	Fortaleza	Praia do Futuro	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	5,8
	Aquiraz	Prainha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7
RN	São Miguel do Gostoso	Mar adjacente a São Miguel	2,5	2,8	26,3	3,3	4,3	29,2	3,7	4,5	31,5	4,2	5,0	37,5
	Macaú	Mar adjacente a Macaú	0,8	4,7	4,0	1,0	7,2	2,8	1,0	9,0	5,2	1,3	8,7	13,8
	Natal e Paranamirim	Barreira do Inferno	37,2	17,3	79,2	49,3	41,2	88,3	56,2	62,7	99,7	70,2	79,2	100,0
	Tibau do Sul	Pipa	55,3	39,8	88,0	73,7	65,0	100,0	84,7	79,7	100,0	90,2	88,0	100,0
RN, PB	De Natal (RN) a Pitimbu (PB)	Acaú (PB) a Ponta Negra (RN)	61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0
PB	Cabedelo e João Pessoa	Intermares	56,7	52,0	100,0	71,5	64,3	100,0	48,2	45,8	100,0	27,0	24,3	81,2

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PE	Goiana	Mar adjacente a Ponta de Pedras	29,7	27,7	100,0	29,5	28,7	100,0	15,3	15,0	100,0	7,3	7,0	80,5
	Ipojuca	Ipojuca	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AL	Maceió, Pirapueira e Barra de Santo Antônio	Sul da APA Costa dos Corais	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			61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0

Quadro II.13.4.2.3-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Quelônios, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto e volume.

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Amapá	Reserva Biológica do Lago Piratuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA	Curuçá	Mar adjacente a Curuçá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Alcântara	Mar adjacente a Alcântara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA, PI	Tutóia, Água Doce do Maranhão, Araióses, Ilha Grande, Parnaíba	Delta do Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Parnaíba, Luis Correia	Praia do Arrombado a Praia da Pedra do Sal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Acaraú a Icapuí	Mar de Acaraú a Icapuí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acaraú a Amontada	Mar adjacente a Almofala	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	Praia do Futuro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aquiraz	Prainha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	São Miguel do Gostoso	Mar adjacente a São Miguel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Macaú	Mar adjacente a Macaú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Natal e Paranamirim	Barreira do Inferno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,5	66,2
	Tibau do Sul	Pipa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	1,3	9,7	13,2	11,8	70,0
RN, PB	De Natal (RN) a Pitimbu (PB)	Acaú (PB) a Ponta Negra (RN)	14,3	13,5	94,3	15,2	14,2	99,0	25,5	21,0	100,0	28,0	25,5	100,0
PB	Cabedelo e João Pessoa	Intermares	8,8	6,0	72,3	12,0	9,3	85,2	23,3	16,8	94,0	28,0	25,5	100,0

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PE	Goiana	Mar adjacente a Ponta de Pedras	8,0	8,7	94,7	13,8	14,2	95,5	10,5	9,7	100,0	16,5	15,8	100,0
	Ipojuca	Ipojuca	13,8	10,7	100,0	6,5	5,3	66,5	4,8	3,2	62,0	7,0	5,5	68,0
AL	Maceió, Pirapueira e Barra de Santo Antônio	Sul da APA Costa dos Corais	0,0	0,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas			14,3	13,5	100,0	15,2	14,2	99,0	25,5	21,0	100,0	28,0	25,5	100,0

II.13.4.2.4 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: Mysticeti, abrangendo oito espécies de baleias, e Odontoceti, abrangendo 38 espécies no Brasil (PAGLIA et al., 2012; TAVARES et al., 2010).

Existem algumas diferenças morfológicas e comportamentais marcantes 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 baleias de maior tamanho, enquanto que o grupo dos odontocetos inclui espécies de menor tamanho, como os golfinhos e botos.

Com relação às diferenças comportamentais, os misticetos, em sua maioria, são espécies migratórias, apresentando períodos de alimentação (no verão) e de reprodução (no inverno) (ZERBINI et al., 1999). Uma 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 (WEDEKIN, 2011).

Das 44 espécies de cetáceos marinhos que ocorrem em águas brasileiras, 24 possuem ocorrência confirmada nas bacias marítimas que compõem a área suscetível a derrame de óleo, de acordo com o Diagnóstico Ambiental (**item II.6.2 Meio Biótico**). Dentre estas, foram consideradas como CVAs as espécies de cetáceos cuja presença na área suscetível é significativa, considerando-se a disponibilidade de informações científicas confiáveis acerca da presença permanente ou sazonal na área suscetível, suas áreas de ocorrência ou concentração. As espécies incluídas foram quatro misticetos: baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*), baleia-minke-anã (*B. acutorostrata*), baleia-minke-antártica (*B. bonaerensis*) e baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*); e cinco odontocetos: cachalote (*Physeter macrocephalus*), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*), golfinho-rotador (*Stenella longirostris*), golfinho-de-Clymene (*Stenella clymene*) e boto-cinza (*Sotalia guianensis*). Os CVAs de cetáceos são detalhados individualmente mais a frente.

As espécies consideradas foram classificadas como CVAs difusos, ou fixos, 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 áreas de ocorrência, reprodução e migração foram definidas como CVAs difusos.

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 de natação, 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 todos os casos, dependendo da espessura da mancha, do tipo de óleo presente e de seu grau de intemperismo, além da extensão da área afetada pelo óleo (SMULTEA & WURSIG, 1995). 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 (SMULTEA & WURSIG, 1995; MATKIN et al., 2008).

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 por óleo (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 podem 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 do golfinhos-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, 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 cinco anos para alguns golfinhos 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 dois anos para alguns golfinhos a seis anos para cachalotes). Esses tempos são variáveis relevantes para o cálculo da taxa de renovação das populações descritos em cada CVA abaixo, podendo fornecer pistas em relação ao tempo mínimo necessário para a 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 quatro CVAs de cetáceos que apresentam presença sazonal ou permanente significativa na área suscetível a 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. O cachalote 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 (baleia-minke-anã e baleia-minke-antártica), possuem um padrão migratório característico da maioria dos rorquais (Família Balaenopteridae), que consiste na presença na região suscetível ao toque de óleo (menores latitudes) nos meses mais frios (período reprodutivo) e a ida para áreas de maior latitude nos meses mais quentes (época de alimentação). 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.

Os indicativos pontuais de algumas áreas de provável concentração dessas espécies na área suscetível ao toque de óleo não são suficientes para considerá-las como CVAs com caráter fixo, uma vez que as áreas ocupadas por essas espécies são extensas. Dessa forma, como essas quatro espécies possuem presença significativa na área suscetível, 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 existente, podendo atingir 11 m de comprimento e 15 toneladas, no caso das fêmeas, e 16 m de comprimento e 45 toneladas, no caso dos machos (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; WHITEHEAD, 2009). Ocorre nos oceanos 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 machos 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, 2017). 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).

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 o Rio Grande do Sul, incluindo toda a área suscetível ao toque de óleo (ANDRIOLO et al., 2010b; BARROS, 1991; BATISTA

et al., 2012; GEISE & BOROBIA 1988; GURJÃO et al., 2003; MOREIRA et al., 2004 apud ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; RAMOS et al., 2001; ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; SIMMAM, 2017; SOUTO et al., 2007; TOLEDO & LANGGUTH, 2009; ZERBINI & KOTAS, 1998). Registros de avistamentos evidenciam a ocorrência da espécie principalmente em áreas sobre, ou além do talude continental (500-3.000 m), sendo mais frequente a partir da isóbata de 1.500 m (MOREIRA et al., 2004 apud ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011).

Cachalotes são considerados uma espécie migratória, embora o padrão de migração não seja tão bem conhecido e não apresente muita regularidade, quando comparado ao das 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 comportamento migratório diferente. 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. A maior parte dos nascimentos ocorre no verão e no outono, sendo o pico dessa fase reprodutiva no final da primavera e início do verão nos dois hemisférios (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 (*Balaenoptera edeni*) é uma espécie de misticeto de pequeno a médio porte, atingindo comprimento corporal de até 15,5 m. A base alimentar da baleia-de-Bryde 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, 2017; TOLEDO, 2009; ZERBINI et al., 1997).

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 “deficiência de dados” em nível global (IUCN, 2017), o que significa que não existem informações científicas suficientes para sua classificação quanto ao *status* 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, comparada aos demais Balaenopteridae, 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. Há registros de ocorrência confirmados da espécie na área suscetível ao toque de óleo (SIMMAM, 2017). Destaca-se, ainda, um registro de encalhe feito na Ilha do Caju, no extremo leste da Bacia de Barreirinhas (MAGALHÃES et al., 2007).

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. Assim, considera-se que a ocorrência confirmada da espécie na área suscetível ao toque de óleo se dá 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 é predominante em águas costeiras e rasas, com profundidades de até 200 m (SICILIANO et al. 2006; LUNA, 2014). Entretanto, existem também registros da espécie em águas mais profundas no litoral brasileiro (SICILIANO et al. 2006; SIMMAM, 2017).

A baleia-minke-anã não está presente em listas oficiais de ameaça nacional (MMA, 2014), ou internacional (IUCN, 2017), 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 toque de óleo, predominantemente em águas profundas (SICILIANO et al., 2006; LUNA, 2014; TOLEDO, 2009; MORENO, 2013; WEDEKIN et al., 2014; SIMMAM, 2017). 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 encalhados no litoral sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina sugere que os nascimentos desses grupos 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 toque de 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 “deficiência de dados” em nível global (IUCN, 2017). 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, as baleias-minke-antárticas são capazes de atingir velocidades de 20 km/h e podem mergulhar por até 20 min, apesar de geralmente os mergulhos durarem apenas poucos minutos¹⁴. 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 al., 2010b) 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

¹⁴ Society for Marine Mammalogy -

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

migratórias dessas espécies na área suscetível ao toque de óleo, esse CVA foi definido como difuso para fins de cálculo do risco, com presença no inverno e no verão (conforme períodos definidos para os cenários da modelagem). 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 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 suscetível. 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 àquelas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.13.4.2-1-1 e Quadro II.13.4.2-1-2.**

A presença do CVA Cetáceos – Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1.**

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

Em função de sua importância ecológica, os táxons de golfinhos com avistagens na região costeira e quebra de plataforma e ocorrências difusas similares na área suscetível ao toque de óleo, segundo dados do SIMMAM

(2017), foram agrupados num único CVA de pequenos cetáceos, que não inclui o boto-cinza, uma vez que essa espécie tem áreas de concentração distintas dos demais e mapeadas. Assim, reuniu-se nesse CVA em especial *Steno bredanensis* (golfinho-de-dentes-rugosos), *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa), além de três espécies representantes do gênero *Stenella* spp.: *Stenella attenuata* (golfinho-pintado-pantropical), *Stenella longirostris* (Golfinho-rotador) e *Stenella clymene* (golfinho-de-Clymene), que são as espécies mais representativas em termos de registros na área suscetível ao toque de óleo.

Esses pequenos cetáceos, conforme indicado no **Meio Biótico (item II.6.2)** e na **Análise de Vulnerabilidade (Adendo I do capítulo II.14 - PEI)**, apresentam alta longevidade, maturação sexual tardia e longo período de gestação (WELLS & SCOTT, 1999; SERGEANT et al., 1973; COCKROFT & ROSS, 1990). Suas demais características estão descritas no **Meio Biótico**, sendo importante destacar o hábito costeiro-oceânico desses cinco tipos de golfinhos e que os grupos costumam ser mais numerosos quando em alto-mar. De forma geral, os golfinhos do gênero *Stenella* podem estar presentes em profundidades de até 5.000 m (ZERBINI et al., 1999; MORENO et al., 2005; REIS, 2011; PALAZZO JR., 2006), mas se distribuem preferencialmente até a isóbata de 1.500 m (SIMMAM, 2017).

Golfinho-de-dentes-rugosos (Steno bredanensis)

O golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) 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). 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 ao derramamento de óleo, há ocorrência confirmada da espécie através de avistamentos (BATISTA et al., 2012; LODI & HETZEL, 1998a; LODI et al., 2012; MAIA-NOGUEIRA et al., 2000; OTT & DANILEWICZ, 1996; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; ROSSI-SANTOS et al., 2006a, 2006b, 2009; WEDEKIN et al., 2004, 2014, SIMMAM, 2017, ARCOVERDE et al., 2010).

Sua alimentação é composta, predominantemente, de cefalópodes e peixes (CULIK, 2004; SANTOS & HAIMOVICI, 2001). Rossi-Santos et al. (2006a) encontraram um padrão de distribuição da espécie relacionada a 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, 2017), 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 (*Tursiops truncatus*) é um delfínideu 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, 2017; WEDEKIN et al., 2014; ZERBINI & KOTAS, 1998; ZERBINI et al., 2004b), havendo registros confirmados através de avistamentos para todas as bacias marítimas da área suscetível ao toque de óleo.

Estudos realizados na região sul do Brasil indicam que as populações são formadas, majoritariamente, por indivíduos residentes. 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 próximo 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 estimada em 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, 2017), 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 BENEDITTO & 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 oportunistas, 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 na mancha 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).

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, SIMMAM, 2017). Entretanto, a maior concentração de registros ocorre na costa nordeste, onde foi identificada uma área de concentração na região oceânica entre os estados de Paraíba e Rio Grande do Norte (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-rotador (*Stenella longirostris*)

Conforme descrito no **Meio Biótico (item II.6.2)**, no Brasil, a espécie é avistada em batimetrias entre 170 e 2.700 m, mas com preferência por profundidades menores do que 1.000 m (AMARAL et al., 2013; MORENO et al., 2005; ROCHA-CAMPOS et al., 2011; ZERBINI et al., 2004b), considerando-se, portanto, sua maior ocorrência no talude e na zona oceânica, diferentemente da comunidade costeira de cetáceos (representada, por exemplo, pelo boto-cinza), que prefere batimetrias menores que 50 m, onde o golfinho-rotador não ocorre.

Sua distribuição na área suscetível ao toque de óleo, com ocorrência confirmada para todas as bacias marítimas, consta do Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**.

Esse golfinho se alimenta de pequenos peixes, lulas e camarões, mergulhando até profundidades de 200-300 m, pelo menos, para capturá-los (CULIK, 2004).

A espécie não está ameaçada de extinção segundo a lista nacional de espécies (MMA, 2014), e apresenta insuficiência de dados pela lista vermelha da IUCN (2017) e está listada no apêndice II da CITES (2017).

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 toque de 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, 2017; 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, 2017). Na área suscetível, a espécie possui ocorrência confirmada através de avistamentos (FERTL et al., 2003; SIMMAM, 2017).

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 (2017) 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, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene e cálculos de probabilidade de toque

Para fins do cálculo de risco, o CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene foi classificado como difuso, por conta da distribuição dispersa das espécies, sem concentração de registros em áreas de ocorrência, ou reprodução na área suscetível ao toque de óleo. 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 carência de informações específicas acerca dos efeitos do óleo sobre essas espécies e suas populações depois do impacto de um possível vazamento de óleo. Assim, por similaridade em relação a características biológicas, ecológicas e comportamentais, optou-se por adotar para esses cetáceos de pequeno porte a mesma estimativa de tempo de recuperação do CVA Cetáceos – Boto-cinza, descrito adiante: **10 anos**.

Segue abaixo 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, Golfinho-rotador 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, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene 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 àquelas apresentadas para o CVA Plâncton no **Quadro II.13.4.2-1-1** e **Quadro II.13.4.2-1-2**.

A presença do CVA Cetáceos – Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

CVA Cetáceos – Baleia-jubarte

A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), conforme descrito no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**, é uma espécie de misticeto de grande porte, encontrada em oceanos do mundo inteiro, com populações estabelecidas tanto no hemisfério norte, quanto no hemisfério sul (ROCHA-CAMPOS & CÂMARA, 2011; IUCN, 2017). É uma espécie que apresenta organização social caracterizada por grupos 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 (CLAPHAM, 1996).

A maturidade sexual dos machos ocorre por volta dos quatro ou 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, em geral apresentam um intervalo entre nascimentos de dois a três anos (segundo dados atuais do Projeto Baleia Jubarte¹⁵). A gestação dura 11 ou 12 meses, com o nascimento de um único único filhote por gestação. A lactação pode prolongar por mais 10 ou 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 de extinção 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 Baleia Jubarte¹⁶. No entanto, esse mesmo projeto realizou estimativas com base no número histórico de baleias caçadas, calculando que a população

¹⁵ <http://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=aBaleia&id=99>

¹⁶ <http://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=pesquisaB&id=337>

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, 2017), 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. Nesses períodos, 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). A plataforma continental corresponde 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). Apesar de mostrar essa predileção para a migração em áreas costeiras nas regiões Sudeste e Nordeste, essa espécie também já foi avistada em áreas profundas das Bacias de Santos e Campos, atingindo a isóbata dos 3.000 m de profundidade (SICILIANO et al., 2006).

Apesar de haver uma área de concentração da espécie identificada no litoral do Rio Grande do Norte, dentro da área suscetível ao toque de óleo, 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. Na área suscetível ao toque de óleo, a espécie tem ocorrência confirmada através de avistamentos exceto na Bacia da Foz do Amazonas, onde não existem registros, e na Bacia do Ceará, onde há registro de encalhe de um único indivíduo no litoral piauiense (SICILIANO et al., 2008). Por conta de sua presença significativa em áreas de concentração já mapeadas na região costeira da área suscetível ao toque de óleo, considerou-se esse CVA como fixo.

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 Alagoas e o Rio Grande do Norte, de julho a novembro	20 anos

A modelagem de derrame de óleo no mar foi realizada em períodos contrastantes, com o objetivo de simular a dinâmica de eventuais acidentes dessa natureza, ou seja, em condições mais extremas em relação à intensidade e direção das correntes. Desta forma, os períodos escolhidos foram de junho a agosto e de dezembro a fevereiro. Porém, a baleia-jubarte ocorre na área suscetível ao toque de óleo nos meses de julho a novembro. Portanto, considerou-se, para os cálculos de risco deste CVA, sua presença somente durante o período de inverno modelado. 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, sem nenhum tipo de ponderação.

O **Quadro II.13.4.2.4-1** apresenta 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 períodos de inverno. Este quadro mostra que a probabilidade máxima de toque na área de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de 22,2% (P4), de 25,3% (P4) para vazamento de 200 m³ e de 86,5% (P4) para vazamento de VPC.

A presença deste CVA Cetáceos – Baleia Jubarte dentro da área suscetível ao toque de óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.4-1 - 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 para inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada modelo.

Estado	Município	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
AL/RN	São Bento do Norte, Pedra Grande, São Miguel do Gostoso, Touros, Rio do Fogo, Maxaranguape, Ceará-Mirim	6,5	8,8	53,2	10,8	14,5	57,8	18,3	22,7	76,3	22,2	25,3	86,5
Probabilidades máximas		6,5	8,8	53,2	10,8	14,5	57,8	18,3	22,7	76,3	22,2	25,3	86,5

CVA Cetáceos – Boto-cinza

Conforme descrito no **item II.6.2 Meio Biótico**, o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é um dos delfínídeos mais estudados (BOROBIA & BARROS, 1989; BOROBIA et al., 1991; SANTOS et al., 2001; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004; DI BENEDITTO et al., 2001) e 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, preferencialmente em regiões a até 5 km da costa e entre isóbatas de 2 e 10 m (ROCHA-CAMPOS et al., 2011), 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 reside há muito tempo no local, estando presente 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 (FLORES & SILVA, 2009; NERY et al., 2008; ROSSI-SANTOS et al., 2007).

Foram identificadas diversas áreas de concentração, alimentação e reprodução da espécie associadas principalmente aos grandes estuários e baías da área suscetível ao toque de óleo: o entorno do Porto de Suape-PE (ARAÚJO, 2008; ARAÚJO et al., 2007), o Porto de Recife-PE (ARAÚJO, 2008; ARAÚJO et al., 2007; MONTEIRO, 2008), a Baía Formosa-RN (PARO, 2010; QUEIROZ, 2006), a Praia da Pipa-RN (ANANIAS, 2006; ARAÚJO et al., 2003; FAVARO, 2004; GUILHERME-SILVEIRA & SILVA, 2009; NASCIMENTO, 2006; PARO, 2010; QUEIROZ, 2006), a Lagoa de Guarairas-RN (PARO, 2010), a Barra da Tabatinga-RN (PARO, 2010), a Enseada do Mucuripe-CE (MEIRELLES, 2013; OLIVEIRA et al. (1995) e a Baía de Emboraí-PA (SICILIANO 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 qualquer grau de ameaça, estando classificado como “deficiente em dados” (IUCN, 2017).

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 faixa de volume e período (inverno e verão), 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 descritas no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)** sobre as populações existentes e sua distribuição, e sobre o comportamento dessa espécie. Ponderou-se, ainda, 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. Por fim, 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 AL e PA	10 anos

O **Quadro II.13.4.2.4-2** e o **Quadro II.13.4.2.4-3** 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 no inverno e no verão. Estes quadros mostram que no inverno a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de 91,7% (P4), de 87,5% (P4) para vazamento de 200 m³ e de 100% (P2, P3 e P4) para vazamento de VPC. Nesta época do ano as maiores probabilidades de toque para vazamentos ocorrem nas áreas de concentração do estado do RN. Já no verão, a probabilidade máxima de toque para um vazamento de 8 m³ foi de 31,2% (P2), para vazamento de 200 m³ foi de 27,7% (P2), e para vazamento de VPC foi de 100% (P1, P2 e P3). Nesta época do ano, as áreas de concentração com maiores probabilidades de toque foram as localizadas no estado de PE.

A presença do CVA Cetáceos – Boto-cinza dentro da área suscetível ao toque de óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.4-2 - 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 para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto e volume.

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PA	Augusto Corrêa	Baía de Emboraí	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,8
CE	Fortaleza	Enseada do Mucuripe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	4,8
RN	Nísia Floresta	Barra da Tabatinga	47,0	31,7	86,5	64,0	55,0	99,7	81,7	73,3	100,0	91,7	87,5	100,0
	Tibau do Sul	Praia da Pipa	37,8	29,3	81,5	60,7	51,2	99,2	76,3	68,7	100,0	86,3	81,7	100,0
		Lagoa de Guarairas	25,0	18,5	79,7	38,8	33,2	91,5	58,7	50,0	100,0	74,8	69,5	100,0
	Baía Formosa	Baía Formosa	47,0	33,7	97,2	65,2	58,0	100,0	78,2	70,0	100,0	83,5	79,5	100,0
PE	Recife	Porto de Recife	16,5	10,3	95,3	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	Porto de Suape	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas			47,0	33,7	97,2	65,2	58,0	100,0	81,7	73,3	100,0	91,7	87,5	100,0

Quadro II.13.4.2.4-3 - 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 para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto e volume.

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PA	Augusto Corrêa	Baía de Emboraí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Fortaleza	Enseada do Mucuripe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	Nísia Floresta	Barra da Tabatinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	8,0	70,0
	Tibau do Sul	Praia da Pipa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	9,0	69,8
		Lagoa de Guarairás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	9,3	69,5
	Baía Formosa	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,2	29,8	14,0	13,2	70,0
PE	Recife	Porto de Recife	12,8	12,0	100,0	31,2	27,7	100,0	22,3	18,5	100,0	13,8	12,0	76,3
	Ipojuca	Porto de Suape	17,2	14,8	100,0	9,5	7,8	79,3	5,0	3,7	64,3	6,2	6,2	68,5
Probabilidades máximas			17,2	14,8	100,0	31,2	27,7	100,0	22,3	18,5	100,0	14,0	13,2	76,3

II.13.4.2.5 CVA Peixe-boi

Dentre as duas espécies de sirênios brasileiros, uma ocorre de forma significativa na área suscetível toque de óleo, 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 (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 considerado ainda indicador de mudanças ambientais, fornecendo respostas sobre a qualidade dos ambientes onde vivem (BONDE et al., 2004).

No Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**, estão descritas as principais características da espécie e sua distribuição 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” (LEFEBVRE et al. 2001; ALVES, 2007). Apesar de o 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).

No Brasil a espécie ocorre desde Alagoas até o extremo norte do país, existindo registros confirmados da espécie abrangendo toda a área suscetível, mas essa distribuição é formada por populações descontínuas ao longo da costa, estando os seguintes trechos de distribuição localizados dentro da área suscetível: 1- entre Pontal do Peba-AL e Tamandaré-PE (ALVES, 2013; ALVES et al., 2013a, 2013b; ANDRADE et al., 2011; LIMA, 1997; LIMA et al., 2011); 2- entre Olinda-PE e Barro Preto-CE (ALVES, 2013; ALVES et al., 2013a; ANDRADE et al., 2011; CHOI, 2011; LIMA, 1997; LIMA et al., 2011); 3- entre a localidade de Preá-CE e Parnaíba-PI (LUNA et al., 2008a; LUNA et al., 2008b; LIMA et al., 2011); 4- entre o Golfão Maranhense-MA e a Ilha dos Camaleões-PA (ANDRADE et al., 2011; LUNA, 2001; LUNA et al., 2008a, 2008b, 2010; SIMMAN, 2017); e 5- entre o Rio Amapá e o Rio Oiapoque, municípios de Calçoene e Oiapoque-AP (ANDRADE et al., 2011; LUNA, 2001; LUNA et al., 2008a; 2008b; 2010; SIMMAM, 2017).

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 Milagres¹⁷, ambos locais situados no litoral de Alagoas.

Foi também criado, dentro dos limites da referida APA, o Parque Municipal Marinho de Paripueira (AL)¹⁸, que visa principalmente à 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 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

¹⁷http://www.associacaopeixeboi.com.br/wp-content/uploads/2014/09/mapa_zona_peixe_boi.jpg

¹⁸http://www.pm.al.gov.br/bpa/reserva_mun_paripueira.html

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 baixa. As fêmeas têm geralmente um filhote por gestação, mas há casos de nascimentos de gêmeos (ANDRADE et al., 2011). O maior número de nascimentos na Flórida ocorre entre maio e setembro (primavera e verão no Hemisfério Norte) 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, 2017). 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). 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 permanecem 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 à 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 suscetível ao toque de 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 (inverno e verão), 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; iii) Área de ocorrência entre a localidade de Preá (CE) e Parnaíba (PI) - limite batimétrico de 12 m; iv) Área de ocorrência entre o Golfão Maranhense (MA) e a Ilha dos Camaleões (PA) - limite batimétrico de 12 m; v) Área de ocorrência entre o Rio Amapá e o Rio Oiapoque, municípios de Calçoene e Oiapoque (AP) - limite batimétrico de 12 m.	15 anos

O **Quadro II.13.4.2.5-1** e o **Quadro II.13.4.2.5-2** apresentam a probabilidade de toque nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi a partir de vazamento de 8 m³, 200 m³ e VPC no inverno e no verão. Estes quadros mostram que no inverno

a probabilidade máxima de toque nas áreas de ocorrência deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de 93,3% (P4), de 90,2% (P4) para vazamento de 200 m³ e de 100% (P1, P2, P3 e P4) para vazamento de VPC. Para esta época do ano, as maiores probabilidades de toque são encontradas na área de ocorrência localizada entre Aquiraz-CE e Olinda-PE. No verão, a probabilidade máxima de toque para vazamento de 8 m³ foi de 36% (P3), de 29,5% (P3) para vazamento de 200 m³, e de 100% (P1, P2, P3 e P4) para vazamento de VPC. Nesta época do ano, como no inverno, as maiores probabilidades de toque ocorrem na área de ocorrência localizada de Aquiraz-CE até Olinda-PE.

A presença do CVA Peixe-boi dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.5-1 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Calçoene, Oiapoque	Rio Amapá ao Rio Oiapoque	1,7	2,3	40,2	2,2	3,3	43,3	3,3	4,0	48,8	4,5	5,7	50,5
PA, MA		Golfão Maranhense à Ilha dos Camaleões	0,2	2,0	17,0	0,3	2,2	17,2	0,2	2,7	28,8	0,5	3,0	17,8
CE, PI	Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim, Barroquinha, Cajueiro da Praia, Luis Correia, Ilha Grande	Preá ao Parnaíba	4,0	7,3	45,8	7,0	9,8	48,5	11,8	16,2	54,8	12,8	18,2	58,7
CE, RN, PB, PE	Aquiraz-CE até Olinda-PE	Barro Preto a Olinda	61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0
PE, AL	Tamandaré até Piaçabuçu	Tamandaré a Pontal do Peba	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas			61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0

Quadro II.13.4.2.5-2 - Probabilidades de toque de óleo nas áreas de concentração do CVA Peixe-boi, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Calçoene, Oiapoque	Rio Amapá ao Rio Oiapoque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA, MA		Golfão Maranhense à Ilha dos Camaleões	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE, PI	Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim, Barroquinha, Cajueiro da Praia, Luis Correia, Ilha Grande	Preá ao Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE, RN, PB, PE	Aquiraz-CE até Olinda-PE	Barro Preto a Olinda	17,3	16,3	100,0	31,2	27,3	100,0	36,0	29,5	100,0	29,7	27,3	100,0
PE, AL	Tamandaré até Piaçabuçu	Tamandaré a Pontal do Peba	14,7	13,0	84,7	3,5	2,5	61,8	1,7	1,3	32,7	0,0	0,2	0,0
Probabilidades máximas			17,3	16,3	100,0	31,2	27,3	100,0	36,0	29,5	100,0	29,7	27,3	100,0

II.13.4.2.6 CVA 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).

Assim, considerando as diferenças biológicas entre esses dois grandes grupos de aves marinhas, e considerando que eventuais derramamentos de óleo no ambiente marinho a partir de atividades de perfuração 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 toque de óleo e que utilizam regularmente o mar ou que sejam residentes de ilhas, assim como aquelas que estejam associadas a ecossistemas costeiros.

As aves marinhas 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.

Conforme informações do **item II.6.2 Meio Biótico**, para as bacias marítimas da área suscetível ao toque de óleo, existem registros de 228 espécies de aves marinhas, sendo 192 espécies costeiras e 36 espécies pelágicas. Desse total, 51 espécies são consideradas ameaçadas.

Dentre as aves de hábito oceânico, destaca-se a família Procelariidae (grazinas e pardelas), que possui o maior número de espécies ameaçadas. Já a segunda família em número de espécies ameaçadas é composta por aves costeiras, Scolopacidae (maçaricos e trinta-réis).

Em comparação com as aves costeiras, o grupo das espécies oceânicas é mais restrito. A maioria das espécies pertence à ordem Procellariiformes (albatrozes, pardelas, grazinas e painhos). Também estão incluídas espécies das ordens Phaetontiformes (rabos-de-palha do gênero *Phaeton*), Charadriiformes, família Stercorariidae (mandriões do gênero *Stercorarius*) e família Glareolidae (a perdiz-do-mar; *Glareola pratincola*), ordem Suliformes (tesourão-pequeno; *Fregata ariel*) e o pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*), este último com ocorrência na área suscetível apenas na bacia de Sergipe-Alagoas.

A maior parte destas espécies são visitantes esporádicas, com hábitos migratórios e provenientes tanto do norte como do sul. Por outro lado, apenas cinco são consideradas residentes no Brasil, por se reproduzirem em território nacional e terem registros ao longo de todo o ano (CBRO, 2015). São espécies residentes 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*) e o tesourão-pequeno (*Fregata ariel*).

Dentre as espécies migratórias de aves oceânicas, 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 e retornando para o extremo sul do continente americano para se reproduzirem no verão (NEVES et al., 2006). Parcela majoritária das espécies migrantes de regiões antárticas não alcança porções tropicais do país e tem, no geral, o litoral fluminense como limite setentrional de sua área de migração. 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*), o alma-de-mestre (*Oceanites oceanicus*), o mandrião-do-sul (*Stercorarius maccormicki*), entre outros, apresentam ocorrência frequente também nas regiões mais quentes, do nordeste e até norte brasileiro (CBRO, 2015; BIRDLIFE, 2016).

Considerando-se as espécies migratórias de aves marinhas costeiras, a maior parte nidifica no hemisfério norte e são, em sua maioria, aves limícolas que buscam alimento em áreas úmidas ou alagadas durante suas rotas migratórias (ICMBIO, 2016; VALENTE et al., 2011). Estes animais pertencem à ordem Charadriiformes, famílias Scolopacidae (maçaricos) e Charadriidae (batuínas), e possuem uma rota migratória identificada ao longo da costa na área suscetível ao toque de óleo (ANTAS, 1983; ICMBIO, 2013). Dessa forma, essas aves oriundas do hemisfério norte estão presentes na área suscetível ao toque de óleo durante o inverno boreal (verão local), embora haja grande variação nos períodos de ocorrência. Além das aves limícolas da ordem Charadriiformes, também existem registros de patos anatídeos (*Anas acuta* e *Anas discors*), garças (*Ardeola ralloides* e *Egretta gularis*), cagarras e pardelas da ordem Procellariiformes (como *Calonectris borealis*, *C. edwardsii*, *Puffinus puffinus* e *Oceanodroma leucorhoa*), gaivotas (como *Leucophaeus atricilla* e *L. pipixcan*), aves rapinantes (*Pandion haliaetus* e *Falco peregrinus*) e até passeriformes (*Riparia riparia* e *Hirundo rustica*).

Diversas áreas de concentração das aves costeiras estão incluídas na área suscetível ao toque de óleo, sendo a maioria delas utilizada como área de invernada por aves limícolas neárticas. 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). Estas localidades também são consideradas de grande importância como áreas de alimentação de aves limícolas neárticas. No 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), atuam como áreas de alimentação de espécies limícolas migratórias e abrigam uma diversidade de outras espécies, como patos anatídeos, garças, aves guiformes (como as saracuras), passeriformes (como a figuinha-do-mangue), entre outros. No Rio Grande do Norte, merecem especial atenção as áreas de salinas nos municípios de Guamaré e Galinhos (AZEVEDO-JÚNIOR et al., 2004; AZEVEDO-JÚNIOR & LARRAZÁBAL, 2011; ICMBIO, 2016), que são utilizadas como área de alimentação para grande diversidade de aves limícolas. No Ceará, a região conhecida como Banco dos Cajuais, entre outras áreas com planícies de maré e manguezais (como o Manguezal de Barra Grande), também são utilizadas para a alimentação de aves limícolas, como áreas de alimentação e reprodução de ardeídeos (GIRÃO & ALBANO, 2011; CARBOGIM, 2007; RODRIGUES & CARVALHO, 2011). Apesar da pequena extensão da costa, áreas no estado do Piauí também são utilizadas por aves limícolas (RODRIGUES & CARVALHO, 2011; GUZZI et al., 2015). Nos estados do Maranhão e Pará, a região entre as Reentrâncias Maranhenses e o Salgado Paraense são consideradas entre as mais importantes do país para as espécies migratórias costeiras, tendo sido identificadas diversas áreas de concentração dessas espécies nessa porção do litoral (ICMBIO, 2016; RODRIGUES, 2007). Por fim, no estado do Amapá também foram identificadas áreas de alimentação utilizadas por espécies migratórias costeiras, sendo a área mais a oeste o Parque Nacional do Cabo Orange (DE LUCA et al., 2009).

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 (**item II.6.2 Meio Biótico**).

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 esse 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% a probabilidade combinada de contato com óleo e mortalidade após o contato 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. 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) (SPIES 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 - maiores extensões de mancha de óleo 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 determinadas circunstâncias, mais importantes do que o volume de óleo vazado (NRC, 2003).

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).

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 maiores do que quando as populações estão dispersas no oceano (NRC, 2003). No que se refere à porção da costa suscetível ao toque de 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, espécies costeiras migratórias provenientes do hemisfério norte passam a temporada de invernada na área potencialmente afetada pelo toque de óleo nos meses de verão, quando estariam suscetíveis (VOOREN & BRUSQUE, 1999).

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 (NRC, 2003). 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 doze 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.

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 quantitativamente 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. 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). Mesmo havendo abrangente distribuição de ambientes litorâneos e costeiros ao longo da área suscetível ao toque de 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 concentração para forrageamento, repouso e nidificação dessas espécies ao longo da área suscetível ao toque de óleo.

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 2 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 ALBATROZ¹⁹). A vida longa e a baixa taxa de fecundidade são características que tornam as espécies oceânicas vulneráveis aos diversos impactos antrópicos, especialmente da pesca e de vazamentos de petróleo (NEVES et al., 2006b; VOOREN & BRUSQUE,

¹⁹ <http://www.projetoalbatroz.org.br/>

1999). Por outro lado, apesar de eventualmente pousarem ou buscarem ambientes costeiros como parciais e ilhas para descansar ou buscar alimento, têm populações bastante dispersas, quando comparadas às aves costeiras, pois circulam e forrageiam em grandes áreas neríticas e oceânicas. Mesmo durante os períodos reprodutivos, em que 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). Assim, as espécies desse grupo de aves não formam grandes concentrações na área suscetível ao toque de óleo.

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 nos resumos abaixo.

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 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	10 anos

O **Quadro II.13.4.2.6-1** e o **Quadro II.13.4.2.6-2** 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 no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que no inverno a probabilidade máxima de toque nas áreas de concentração deste CVA para vazamento de 8 m³ foi de 84,8% (P4), de 81,5% (P4) para vazamento de 200 m³ e de 100% para vazamento de VPC (p1, P2, P3 e P4). Neste período do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre o litoral do RN e PE. Já no período verão, a probabilidade máxima de toque para vazamento de 8 m³ foi de 36,3% (P3), para vazamento de 200 m³ foi de 29,3% (P3), e para vazamento de VPC foi de 100% (P2, P3 e P4). Neste período do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre o litoral do PB e PE.

A presença do CVA Aves marinhas costeiras dentro da área suscetível ao toque de óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.6-1 - 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 para inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Calçoene e Oiapoque	Parque Nacional do Cabo Orange	0,0	0,0	31,0	0,0	0,0	35,7	0,0	0,0	39,7	0,0	0,0	43,3
	Calçoene	Praia de Goiabal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Amapá	Reserva Biológica do Lago Piratuba	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	7,5
	Macapá	Ilha do Parazinho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8
PA	Chaves, Santa Cruz do Arari, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras, Muaná, Afuá, Anajás, São Sebastião da Boa Vista, Curralinho e Breves	Arquipélago de Marajó	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	8,8
	Maracanã	Ilha do Algodal	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, Santarém Novo, São João de Pirabas, Primavera, Quatipuru, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa	Salgado Paraense	0,0	0,0	3,2	0,0	0,2	2,3	0,0	0,3	2,8	0,0	0,3	3,0
	Salinópolis	Praia do Maçarico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Tracuateua	Praia do Maciel	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Bragança	Lombo Grande-Bragança	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	Ajuruteua	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,2	1,5
	Bragança	Ilha da Canela	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,5

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PA	Augusto Corrêa	Ilha do Meio	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2
	Augusto Corrêa	Lombo do Murici	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	1,0
	Augusto Corrêa	Ilha de Carauaçu	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	1,0
	Viseu	Lombo Grande-Viseu	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,8	0,0	0,3	0,7
	Viseu	Croa Criminosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3
	Viseu	Ponta do Bode	0,0	0,0	1,3	0,0	0,5	1,5	0,0	0,2	1,3	0,0	0,8	1,3
	Viseu	Ponta do Gato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2
PA/MA	Carutapera e Viseu	Divisa Pará/Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2
MA	Cururupu	Ilha de Maiaú	0,0	0,7	3,2	0,0	0,7	3,2	0,2	1,2	3,3	0,2	1,5	3,2
	Alcântara	Ilha do Cajual	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
	Raposa	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Ilha Grande e Parnaíba	Ilha Grande	0,0	0,5	3,0	0,0	0,7	5,0	0,0	1,3	18,5	0,0	1,2	6,8
	Parnaíba	Praia da Pedra do Sal	0,0	0,5	1,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	2,0
CE	Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Fortaleza, Aquiraz, Eusébio	Região Metropolitana de Fortaleza	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,7	5,8
	São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2
	Icapuí	Banco dos Cajuais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
RN	Galinhos, Guamaré	Salina Diamante Branco	4,7	9,7	51,8	7,7	10,7	50,8	11,8	16,2	64,8	13,3	18,2	73,2
	Baía Formosa	Mata Estrela	56,3	38,7	95,2	72,8	65,7	100,0	82,3	76,8	100,0	84,8	81,5	100,0

Estado	Município	Localidade	Inverno											
			P1			P2			P3			P4		
			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	Marcação, Rio Tinto	Estuário do Rio Mamanguape	51,7	45,5	100,0	74,7	68,0	100,0	72,3	66,8	100,0	53,8	50,5	99,5
	João Pessoa, Bayeux, Cabedelo, Santa Rita, Lucena	Estuário do Rio Paraíba do Norte	59,0	53,3	99,8	77,0	72,0	100,0	65,8	62,0	100,0	37,7	38,0	91,2
PE, PB	Goiana, Pitimbu, Caaporã	Estuário do Rio Goiana	55,8	56,7	100,0	25,5	22,0	87,2	8,2	7,8	59,5	1,8	1,8	44,8
PE	Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Igarassu	Estuários e praias da APA de Santa Cruz	59,0	55,7	100,0	77,0	72,0	100,0	65,8	62,0	100,0	52,2	53,7	100,0
	Ilha de Itamaracá	Coroa do Avião	39,5	33,2	100,0	5,2	4,8	48,8	0,0	0,3	10,0	0,0	0,0	0,2
Probabilidades máximas			59,0	56,7	100,0	77,0	72,0	100,0	82,3	76,8	100,0	84,8	81,5	100,0

Quadro II.13.4.2.6-2 - 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 para verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
AP	Calçoene e Oiapoque	Parque Nacional do Cabo Orange	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Calçoene	Praia de Goiabal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Amapá	Reserva Biológica do Lago Piratuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Macapá	Ilha do Parazinho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA	Chaves, Santa Cruz do Arari, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Ponta de Pedras, Muaná, Afuá, Anajás, São Sebastião da Boa Vista, Curralinho e Breves	Arquipélago de Marajó	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maracanã	Ilha do Algodal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, Santarém Novo, São João de Pirabas, Primavera, Quatipuru, Tracuateua, Bragança, Augusto Corrêa	Salgado Paraense	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	Praia do Maçarico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tracuateua	Praia do Maciel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	Lombo Grande-Bragança	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	Ajuruteua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	Ilha da Canela	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	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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
PA	Augusto Corrêa	Ilha do Meio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Augusto Corrêa	Lombo do Murici	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Augusto Corrêa	Ilha de Carauaçu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	Lombo Grande-Viseu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	Croa Criminosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	Ponta do Bode	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	Ponta do Gato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA/MA	Carutapera e Viseu	Divisa Pará/Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Cururupu	Ilha de Maiaú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alcântara	Ilha do Cajual	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Raposa	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Ilha Grande e Parnaíba	Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnaíba	Praia da Pedra do Sal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Fortaleza, Aquiraz, Eusébio	Região Metropolitana de Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Icapuí	Banco dos Cajuais	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	Galinhas, Guamaré	Salina Diamante Branco	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	Mata Estrela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	2,2	36,0	14,5	13,7	69,7

Estado	Município	Localidade	Verão											
			P1			P2			P3			P4		
			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	Marcação, Rio Tinto	Estuário do Rio Mamanguape	2,3	2,0	48,7	3,0	1,7	48,2	16,5	12,5	85,3	26,0	24,7	94,8
	João Pessoa, Bayeux, Cabedelo, Santa Rita, Lucena	Estuário do Rio Paraíba do Norte	3,7	2,7	68,7	6,0	5,2	58,5	18,0	13,7	86,0	23,3	22,3	99,5
PE, PB	Goiana, Pitimbu, Caaporã	Estuário do Rio Goiana	17,5	16,7	94,5	22,0	19,2	98,2	30,8	23,7	100,0	29,8	27,8	100,0
PE	Goiana, Itapissuma, Ilha de Itamaracá, Igarassu	Estuários e praias da APA de Santa Cruz	18,2	15,7	96,2	31,3	24,3	100,0	36,3	29,3	100,0	25,5	23,3	100,0
	Ilha de Itamaracá	Coroa do Avião	14,2	12,5	97,7	23,2	16,0	100,0	35,3	26,3	100,0	23,3	20,0	97,5
Probabilidades máximas			18,2	16,7	97,7	31,3	24,3	100,0	36,3	29,3	100,0	29,8	27,8	100,0

Resumo do CVA Aves marinhas oceânicas e cálculos de probabilidade de toque

Como os registros deste grupo para a área suscetível ao toque de 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 comparado às aves marinhas costeiras, espera-se 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.13.4.2.1-1** e no **Quadro II.13.4.2.1-2**.

A presença do CVA Aves marinhas oceânicas dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

II.13.4.2.7 CVA Praias arenosas

Conforme descrito no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**, as praias arenosas 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 que está 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 quebramento 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 quebramento 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 praial. 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 entre marés 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 entre marés 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 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. Esses depósitos se formam a partir da deposição de sedimentos transportados pela ação do vento e podem estar sujeitos à movimentação pela ação eólica quando descobertos (dunas móveis), ou podem estar estabilizados 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).

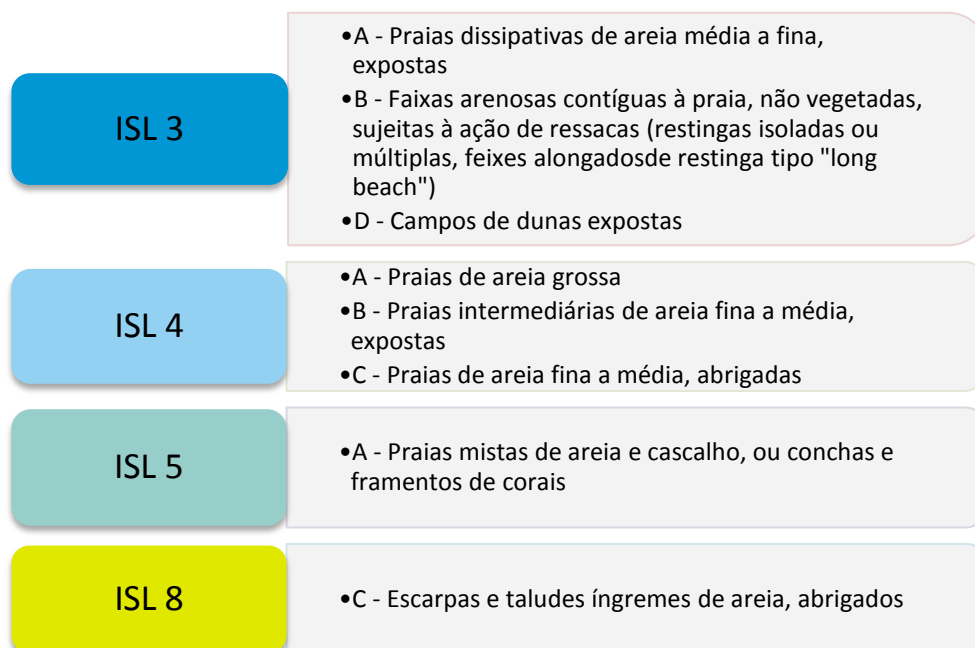
Ao longo da área suscetível ao toque de óleo, há uma nítida divisão quanto à ocorrência das praias arenosas. Na porção oeste (de Soure até o Golfão Maranhense) as praias são escassas, já na porção leste (dos Lençóis Maranhenses a Maceió), as praias arenosas são o ecossistema predominante na linha de litoral exposta ao mar aberto (IBAMA/IBP, 2016). Quanto às dunas, estas também são muito escassas entre Soure e o Golfão Maranhense, tornando-se muito abundantes na região entre os Lençóis Maranhenses e o Rio Grande do Norte, porém, voltam a se tornar mais raras nos estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas (IBAMA/IBP, 2016).

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Praias Arenosas

Para a análise de sensibilidade do CVA Praias Arenosas, deve ser considerada a sua porção efetivamente vulnerável ao contato direto com o óleo. Assim, para esta avaliação foi considerada especialmente a porção entremarés (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, nos ISL – Índices 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. Para este CVA, as categorias de ISL consideradas são apresentadas na **Figura II.13.4.2.7-1**. 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.13.4.2.7-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Praias Arenosas.

De forma geral, praias abrigadas são consideradas mais sensíveis do que as expostas às ondas, 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 & BUIKEMA, 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 dificulta operacionalmente a limpeza e retirada do óleo (LOPES et al., 2006, 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. (2006) destacam que, em termos gerais, os impactos esperados em praias de areia são a alteração no equilíbrio trófico, desaparecimento de espécies-chave e espécies fundadoras, redução da biodiversidade e efeitos subletais na fisiologia e comportamento das espécies, 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, citam-se 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 3 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 (US). Um ano após o acidente, observaram que os efeitos de longo prazo continuavam se consolidando, apesar dos esforços de limpeza adotados pela BP. Destacam que poucas informações estão disponíveis sobre a efetividade da

limpeza das praias atingidas e principalmente do destino a 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 espaço 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., 2006). 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; BAKER, 1991; DAU-VIN, 1998; KINGSTON, 2002, apud HAYWORTH et al., 2011), e que a comunidade pós-impacto dificilmente será idêntica à anteriormente existente (pré-impacto).

Além dos trabalhos acima citados, PETROBRAS (2014) avaliou diversos estudos relativos aos impactos do óleo em praias arenosas, avaliando 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 o tempo de 3 anos é adequado como o tempo de recuperação de 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 do óleo residual, basicamente constituído de hidrocarbonetos de cadeia longa e asfaltenos, ser um composto de elevada persistência.

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, 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 de o 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.

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., 2006), **3 anos** é um tempo de recuperação factível para as praias na área suscetível ao toque de 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., 2006) 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 faixa de volume e período do ano (inverno e verão), 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.13.4.2.7-1** e o **Quadro II.13.4.2.7-2** 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, no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que no inverno as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA são de 87,7% para vazamento de 8 m³ (P4), 85,5% para um vazamento de 200 m³ (P4) e 100% (P1, P2, P3, P4) para um vazamento de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Natal (RN) e Olinda (PE). Já no verão, as probabilidades máximas de toque são de 34,5% (P3) para um vazamento de 8 m³, 28,5% (P1) para um vazamento de 200 m³ e 100% (P1, P2, P3 e P4) para um vazamento de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Cabedelo (PB) e Ipojuca (PE).

A presença do CVA Praias arenosas dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.7-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Praias arenosas, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA	Soure	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3
	Marcanã	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
	Salinópolis	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7
	Quatipuru	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,8
	Tracuateua	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,2	1,0
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3
	Cândido Mendes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Cururupu	0,0	0,8	6,3	0,0	1,3	6,5	0,2	1,5	6,2	0,2	2,0	10,2
	Porto Rico do Maranhão	0,0	0,5	7,2	0,0	0,8	4,3	0,0	1,2	7,8	0,0	1,0	8,7
	Cedral	0,0	0,7	4,7	0,0	0,5	4,5	0,2	1,5	4,8	0,0	1,5	6,7
	Guimarães	0,0	0,3	4,3	0,0	0,5	4,3	0,0	0,7	10,7	0,0	0,2	6,7
	Alcântara	0,0	0,8	5,3	0,0	1,2	7,8	0,0	1,3	14,2	0,0	1,0	7,3
	São Luis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Humberto de Campos	0,0	1,0	6,8	0,0	1,0	6,7	0,0	1,7	13,5	0,0	1,2	7,2
	Primeira Cruz	0,0	0,3	1,5	0,0	0,5	1,7	0,0	0,2	1,3	0,0	0,7	2,0
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	1,2	11,7	0,0	1,5	13,8	0,0	1,5	12,3	0,0	2,0	10,0
	Barreirinhas	0,0	0,3	5,3	0,0	0,7	5,3	0,0	1,2	9,0	0,0	1,2	12,0

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Paulino Neves	0,0	0,2	0,8	0,0	0,5	1,5	0,0	0,7	3,8	0,0	0,7	5,3
	Tutóia	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,7	0,0	0,3	1,5	0,0	0,2	2,3
	Araioses	0,0	0,5	4,0	0,0	0,7	4,3	0,0	1,0	17,7	0,0	1,5	8,2
PI	Ilha Grande	0,0	0,3	2,7	0,0	0,7	5,0	0,0	1,3	18,5	0,0	1,2	6,8
	Parnaíba	0,0	0,3	2,7	0,0	0,7	2,5	0,0	0,7	10,8	0,0	0,7	4,7
	Luis Correia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	1,2	0,0	1,0	1,3
	Acaraú	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,7	0,3
	Itarema	0,0	0,2	0,3	0,0	0,2	0,3	0,0	0,2	0,7	0,0	0,7	1,7
	Amontada	0,0	0,2	0,5	0,0	0,2	0,7	0,0	0,7	1,0	0,2	0,8	1,5
	Itapipoca	0,2	0,0	0,3	0,0	0,2	0,7	0,2	0,3	0,2	0,0	0,7	2,0
	Trairi	0,0	0,3	0,7	0,0	0,2	0,3	0,2	0,0	1,3	0,0	0,8	3,2
	Paraipaba	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
	Paracuru	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	2,2
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,2
	Caucaia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	2,8
	Fortaleza	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	5,8
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	3,0
	Cascavel	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,7
	Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	São Bento do Norte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	São Miguel do Gostoso	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5
	Touros	5,5	6,0	53,8	8,5	13,2	59,0	15,0	19,5	69,0	18,7	23,3	91,0
	Rio de Fogo	16,0	12,0	53,2	26,0	21,5	59,2	32,0	29,7	71,8	37,2	34,3	91,5
	Maxaranguape	17,7	13,7	68,0	27,3	23,3	65,7	36,2	32,3	85,5	42,3	41,3	99,7
	Ceará-Mirim	16,7	12,5	69,0	24,7	21,5	64,3	35,2	31,7	85,0	40,8	40,7	99,5
	Extremoz	20,7	15,0	81,5	32,5	27,2	77,0	45,3	40,8	97,3	59,0	54,0	99,8
	Natal	28,0	14,2	79,7	29,0	25,2	88,3	45,8	37,2	99,0	62,7	55,5	100,0
	Parnamirim	37,2	15,3	79,0	32,8	25,3	93,3	51,3	40,5	100,0	68,8	61,2	100,0
	Nísia Floresta	48,2	21,3	96,3	44,0	35,3	100,0	62,8	53,3	100,0	78,8	71,7	100,0
	Senador Georgino Avelino	10,3	16,8	75,0	34,2	28,7	85,7	51,5	46,8	100,0	72,7	66,2	100,0
	Tibau do Sul	55,3	31,3	86,3	65,7	56,8	100,0	80,0	75,2	100,0	87,7	85,5	100,0
	Canguaretama	27,0	31,3	80,2	64,5	56,8	99,8	79,5	75,2	100,0	87,7	85,5	100,0
	Baía Formosa	61,0	48,3	100,0	77,5	70,7	100,0	83,8	79,3	100,0	85,7	82,8	100,0
PB	Mataraca	19,2	18,2	99,8	40,3	39,3	100,0	51,3	49,0	100,0	54,2	50,7	100,0
	Baía da Traição	52,8	31,2	99,8	64,5	58,0	100,0	68,3	62,7	100,0	59,5	54,8	100,0
	Marcação	49,3	38,2	99,5	69,7	62,5	100,0	68,7	62,7	100,0	51,8	47,7	95,3
	Rio Tinto	39,0	38,2	99,7	68,8	60,2	100,0	66,3	58,7	99,8	46,2	43,2	93,5
	Lucena	58,7	49,2	99,3	76,8	69,8	100,0	64,8	61,0	100,0	37,7	37,0	91,0
	Cabedelo	56,7	51,0	100,0	70,8	64,2	100,0	51,7	47,0	100,0	30,3	28,7	87,5
	João Pessoa	55,8	49,3	100,0	65,7	59,5	100,0	39,2	36,5	97,7	21,2	20,5	79,2
	Conde	54,0	49,3	100,0	54,3	48,0	100,0	26,8	25,0	88,7	10,8	10,5	58,7
	Pitimbu	56,7	59,5	100,0	36,3	31,2	100,0	17,0	16,3	82,0	6,0	5,0	50,0

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PE	Goianá	52,5	53,7	100,0	23,8	20,5	86,5	7,3	7,2	53,0	1,8	1,8	44,8
	Itambaracá	43,8	47,0	100,0	12,7	11,5	70,7	3,5	3,5	44,2	1,2	1,2	22,8
	Igaracu	39,5	33,2	100,0	5,2	4,5	48,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,2
	Paulista	31,0	31,7	100,0	3,8	3,5	46,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0
	Olinda	19,0	16,3	100,0	0,3	0,3	10,8	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
	Recife	6,2	6,0	73,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jaboatão dos Guararapes	5,5	2,5	35,5	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,2	0,2	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	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	Maragogi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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
	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
	Passo de Camaragibe	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 Santo Antônio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	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	0,0
Probabilidades máximas		61,0	59,5	100,0	77,5	70,7	100,0	83,8	79,3	100,0	87,7	85,5	100,0

Quadro II.13.4.2.7-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Praias arenosas, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA	Soure	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marcanã	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Quatipuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tracuateua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cândido Mendes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cururupu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Rico do Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cedral	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Guimarães	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alcântara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Luis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Humberto de Campos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Primeira Cruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barreirinhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paulino Neves	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Tutóia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Araiozes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Luis Correia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acaraú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itarema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Amontada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itapipoca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trairi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paraipaba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paracuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Caucaia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cascavel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortim	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	São Bento do Norte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Miguel do Gostoso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Touros	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 de Fogo	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Extremoz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
	Natal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,2
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	2,0	67,5
	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	9,3	70,0
	Senador Georgino Avelino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	9,7	69,7
	Tibau do Sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	1,3	9,7	13,2	11,8	70,0
	Canguaretama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,2	20,5	13,0	12,3	80,3
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	2,3	48,3	15,0	14,0	83,8
PB	Mataraca	2,0	1,0	26,0	0,0	0,0	0,0	4,7	3,8	58,5	15,0	12,3	96,3
	Baía da Traição	2,2	1,7	44,2	1,2	0,5	35,2	13,0	9,2	85,2	22,5	20,7	96,3
	Marcação	2,2	2,2	54,8	3,3	2,0	45,0	15,3	12,5	85,2	26,0	23,7	96,0
	Rio Tinto	2,8	2,2	63,3	4,3	2,3	57,3	16,7	13,0	85,7	24,0	22,3	96,3
	Lucena	3,7	2,7	68,7	5,0	5,2	58,3	16,8	13,2	85,8	23,0	21,7	97,0
	Cabedelo	7,0	4,3	66,7	10,5	7,3	85,0	23,3	16,8	93,7	28,0	25,5	100,0
	João Pessoa	9,7	7,7	94,0	13,3	11,0	85,5	23,3	16,8	98,7	28,0	25,5	100,0
	Conde	11,3	10,0	94,2	13,7	11,2	94,0	22,5	15,8	100,0	22,2	20,3	100,0
	Pitimbu	14,2	12,8	94,2	15,3	13,8	99,0	25,5	21,0	100,0	28,0	24,7	100,0

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PE	Goianá	16,8	16,2	95,8	24,0	20,0	100,0	28,8	22,0	100,0	27,7	25,5	100,0
	Itambaracá	17,3	15,0	97,5	30,0	23,0	100,0	34,5	23,0	100,0	23,7	21,2	100,0
	Igaracu	14,2	12,5	97,5	23,0	16,0	100,0	33,7	27,2	100,0	20,2	18,2	97,5
	Paulista	14,7	14,0	100,0	26,0	20,7	100,0	29,8	23,5	100,0	17,7	17,5	100,0
	Olinda	12,5	12,0	100,0	28,3	25,7	100,0	21,3	18,5	100,0	13,8	12,0	98,8
	Recife	19,5	16,7	100,0	19,0	16,8	100,0	12,0	7,2	93,5	4,7	4,0	68,0
	Jaboatão dos Guararapes	30,2	28,5	100,0	22,3	20,3	100,0	14,3	10,8	81,0	6,0	5,5	69,5
	Cabo	29,7	25,3	100,0	13,2	9,8	99,0	10,3	7,5	73,3	6,5	6,8	69,8
	Ipojuca	16,2	15,2	100,0	8,7	7,0	65,2	5,0	3,7	62,0	7,0	6,2	68,0
	Sirinhaém	17,3	17,5	93,7	2,8	2,5	61,7	2,8	2,0	38,0	3,5	2,5	9,5
	Tamandaré	16,5	15,2	85,2	2,7	2,3	61,8	2,7	1,7	33,2	1,3	1,0	0,0
	Barreiros	14,2	12,2	76,3	3,5	2,2	61,7	1,5	1,3	25,7	0,0	0,2	0,0
	São José da Coroa Grande	14,7	12,2	77,3	3,5	2,5	45,2	1,7	1,2	6,0	0,0	0,0	0,0
AL	Maragogi	13,3	12,8	75,0	2,7	2,2	34,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	12,7	10,0	60,0	2,0	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	7,5	6,3	43,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Miguel dos Milagres	7,2	6,2	39,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Passo de Camaragibe	6,7	5,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra de Santo Antônio	5,3	3,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maceió	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		30,2	28,5	100,0	30,0	25,7	100,0	34,5	27,2	100,0	28,0	25,5	100,0

II.13.4.2.8 CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar

Conforme descrito no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**, as planícies de maré são ambientes costeiros quase horizontais, localizados na zona entre marés, ocorrendo frequentemente em regiões abrigadas da ação direta das ondas, como em estuários e baías, e frequentemente associados a praias arenosas e manguezais. 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 o mar, 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. (2006), assim como as praias de areia fina, as planícies de maré e terraços de baixa-mar lamosos são ambientes de elevada riqueza biológica, como conseqüência 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., 2006). Com essa biodiversidade, as planícies de maré e os 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).

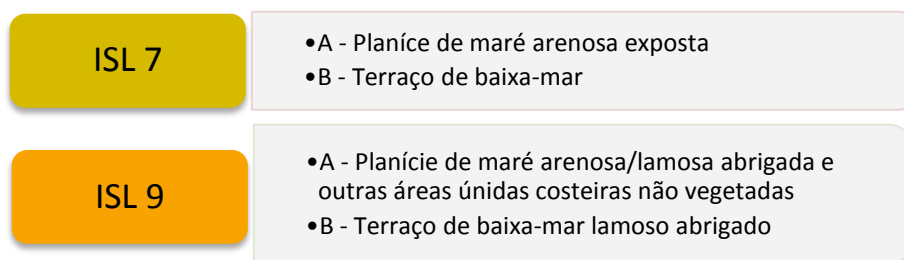
Dependendo de características ambientais como latitude, clima, amplitude de maré, nível de energia de ondas, substrato e salinidade, as planícies de maré podem ser colonizadas por diferentes espécies vegetais. Mesmo quando desprovidas de vegetação macroscópica, as planícies de maré possuem uma abundante 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, grande parte das planícies de maré se desenvolve em ambientes abrigados, em estuários e baías, estando intimamente ligadas a outros ecossistemas encontrados nesses ambientes, como os manguezais e, em alguns casos, as praias arenosas abrigadas. Por outro lado, na porção norte, também são abundantes as planícies de maré expostas, principalmente na porção oeste da Bacia da Foz do Amazonas.

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.13.4.2.8-1** abaixo. Dentre os ambientes não consolidados da zona entre marés, 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 corais (ISL 9), sendo considerados apenas menos sensíveis que os manguezais (ISL 10).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.13.4.2.8-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar.

Lopes et al. (2006) 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. (2006), citando vários autores, destacam que em episódios de contaminação intensa, a persistência do óleo no substrato destes ambientes pode persistir por muitos anos (GUNDLACH & HAYES, 1978; MICHEL & HAYES, 1992; SCHOLZ et al., 1994; KINGSTON, 2002; API, 1985). Lopes et al. (2006) destacam ainda que, em termos gerais, os impactos esperados residem na alteração no 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 bêntica (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 formados de sedimentos finos e ricos em matéria orgânica, as planícies de maré e os terraços de baixa-mar são normalmente saturados 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 consequente reduzida penetração do óleo, minimizaria os impactos sobre a biota benthica, 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., 2006; API, 1985). Egres (2011), avaliando os efeitos do óleo diesel sobre as associações benthicas 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 benthicas 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 também 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, 12 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 toque de óleo, as restrições de limpeza e a 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 faixa de volume e período do ano (inverno e verão), 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.13.4.2.8-1** e o **Quadro II.13.4.2.8-2** 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, no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que inverno as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de 82,3% (P4) para vazamentos de 8 m³, 77,2% (P4) para vazamentos de 200 m³ e de 100% (P1, P2, P3 e P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Tibau do Sul (RN) e Paulista (PE). Já no verão, as probabilidades máximas de toque foram de 35,3% (P3) para vazamentos de 8 m³, 27,8% (P1), para vazamentos de 200 m³ e 100% (P1, P2, P3, P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de João Pessoa (PB) e Jaboatão dos Guararapes (PE).

A presença deste CVA Planícies de maré e terraços de baixa-mar dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.8-1 - 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 para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
AP	Oiapoque	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7
	Calçoene	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	2,7
	Amapá	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	9,3
	Macapá	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,7
PA	Chaves	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	4,7
	Marcanã	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,3
	São João de Pirabas	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	2,7
	Quatipuru	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,5
	Bragança	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,2	1,5
	Viseu	0,0	0,0	2,5	0,0	0,3	2,7	0,0	0,3	2,3	0,0	0,5	1,8
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3
	Cururupu	0,0	1,2	8,0	0,0	1,5	8,5	0,2	1,5	7,7	0,3	2,0	13,0
	Porto Rico do Maranhão	0,0	1,3	11,8	0,0	1,7	10,3	0,0	1,8	11,8	0,2	2,3	12,7
	Cedral	0,0	0,7	5,5	0,0	0,5	5,2	0,2	1,2	5,3	0,0	1,5	6,3
	Guimarães	0,0	0,0	0,8	0,0	0,3	2,3	0,0	0,3	2,5	0,0	0,0	1,7
	Alcântara	0,0	0,5	3,2	0,0	0,7	5,3	0,0	0,3	12,3	0,0	0,2	5,0
	São Luís	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Humberto de Campos	0,0	1,0	6,8	0,0	1,0	8,2	0,0	2,0	17,7	0,0	1,5	8,7
	Primeira Cruz	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	0,5	4,5	0,0	0,3	3,5	0,0	0,5	4,0	0,0	0,3	2,7
	Barreirinhas	0,0	0,3	1,2	0,0	0,3	1,3	0,0	1,0	3,7	0,0	0,5	5,2
	Paulino Neves	0,0	0,2	0,8	0,0	0,3	1,5	0,0	0,8	3,5	0,0	0,3	2,5
	Tutóia	0,0	0,5	1,7	0,0	0,7	2,7	0,0	1,0	6,7	0,0	1,3	7,5
	Araioses	0,0	0,5	3,7	0,0	0,8	4,3	0,0	0,8	16,3	0,0	1,5	8,2
PI	Ilha Grande	0,0	0,3	2,7	0,0	0,7	5,0	0,0	1,3	18,5	0,0	1,2	6,8
	Parnaíba	0,0	0,3	2,7	0,0	0,7	5,0	0,0	1,3	18,5	0,0	1,2	6,8
	Cajueiro da Praia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acaraú	0,0	0,0	0,8	0,0	0,2	0,2	0,0	0,5	0,3	0,0	0,8	1,0
	Itarema	0,0	0,2	0,8	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7	0,0	0,7	1,7
	Amontada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0
	Itapipoca	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,2	1,3
	Trairi	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,7	0,0	0,8	2,2
	Paracuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,5	0,8
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
Cascavel	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Aracati	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
RN	Touros	0,0	0,3	6,3	0,3	0,2	3,3	0,3	1,3	6,5	0,7	0,8	15,5
	Rio de Fogo	0,3	0,5	7,2	0,3	0,7	6,2	1,0	1,7	7,0	1,3	3,3	13,3
	Maxaranguape	15,3	13,3	64,8	23,5	21,5	63,5	33,5	30,8	78,8	38,3	36,5	99,3
	Ceará-Mirim	5,8	5,3	54,2	6,8	10,2	51,5	11,5	14,5	65,2	17,0	20,0	84,5
	Extremoz	2,5	2,3	23,8	3,5	4,3	30,0	7,8	9,7	46,8	14,2	16,2	71,8
	Natal	16,0	9,0	69,7	23,3	17,2	69,3	32,7	24,8	92,3	43,0	33,0	96,7
	Parnamirim	18,0	17,0	52,3	37,8	30,0	69,8	57,3	48,5	91,0	77,2	69,3	99,3
	Senador Georgino Avelino	10,5	10,3	51,2	18,2	16,2	56,0	29,3	24,8	78,7	47,2	46,2	95,0
	Arês	15,5	12,7	60,0	22,8	19,3	63,5	41,2	37,0	86,8	59,0	56,8	97,8
	Tibau do Sul	11,8	12,5	79,7	22,2	21,8	99,8	39,2	39,8	100,0	58,5	60,3	100,0
	Canguaretama	33,0	24,5	79,7	57,7	46,0	99,8	73,7	64,2	100,0	82,3	77,2	100,0
	Baía Formosa	6,0	16,0	93,0	31,0	29,7	100,0	51,7	48,7	100,0	60,5	58,3	100,0
	PB	Mataraca	15,3	2,7	28,7	4,2	4,0	42,8	8,5	8,8	69,0	6,3	6,2
Baía da Traição		12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio Tinto		0,5	21,2	79,3	40,8	36,7	96,5	40,5	33,8	92,3	32,5	31,2	82,7
Lucena		42,0	22,0	79,3	42,0	36,7	96,5	40,5	33,8	92,3	32,5	31,2	82,7
Santa Rita		38,0	1,3	3,5	1,8	2,2	12,7	0,7	1,2	2,2	6,0	2,3	0,3
Cabedelo		35,3	17,8	19,7	31,3	21,5	40,3	17,3	10,5	16,3	11,0	7,2	3,7

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	João Pessoa	56,0	49,2	100,0	58,3	53,2	100,0	29,3	28,3	89,8	13,7	14,0	72,7
	Conde	57,0	47,0	100,0	57,0	49,3	100,0	27,8	27,0	89,3	11,8	11,5	63,3
	Pitimbu	55,8	56,7	100,0	25,3	22,0	87,7	12,3	10,5	70,5	4,7	3,5	44,8
PE	Goianá	52,7	53,0	100,0	24,3	21,3	87,3	8,2	7,5	54,8	1,8	1,8	44,8
	Itamaracá	42,8	46,0	100,0	12,8	10,7	66,5	3,3	3,3	44,8	1,2	0,8	21,5
	Igaracu	41,0	33,7	100,0	5,3	4,8	49,3	0,0	0,3	10,3	0,0	0,0	0,2
	Paulista	31,2	32,5	100,0	4,2	3,7	47,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0
	Olinda	15,8	8,7	70,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Recife	16,0	9,0	83,3	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jaboatão dos Guararapes	0,3	0,2	18,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	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	Maragogi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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
	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
	Passo de Camaragibe	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		57,0	56,7	100,0	58,3	53,2	100,0	73,7	64,2	100,0	82,3	77,2	100,0

Quadro II.13.4.2.8-2 - 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 para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
AP	Oiapoque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Calçoene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Amapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Macapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA	Chaves	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marcanã	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São João de Pirabas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Quatipuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cururupu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Rico do Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cedral	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Guimarães	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alcântara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Luís	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Raposa	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Humberto de Campos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Primeira Cruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barreirinhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paulino Neves	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tutóia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Araioses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cajueiro da Praia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Acaraú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itarema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Amontada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itapipoca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trairi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paracuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cascavel	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aracati	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	Touros	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 de Fogo	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Extremoz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Natal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,7	62,3
	Senador Georgino Avelino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	10,0	20,7
	Arês	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	9,5	10,5
	Tibau do Sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	9,7	10,7	10,0	67,7
	Canguaretama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,2	26,7	13,8	13,2	82,5
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,0	45,2	14,2	13,0	68,7
	PB	Mataraca	0,7	0,3	6,3	0,0	0,0	0,0	0,5	1,2	21,3	2,7	2,3
Baía da Traição		0,7	0,3	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,8
Rio Tinto		0,0	0,3	2,8	0,2	0,0	7,0	14,0	9,0	79,0	20,2	18,7	10,8
Lucena		2,8	1,8	6,8	5,0	2,3	24,2	14,0	9,0	79,0	20,2	18,7	43,0
Santa Rita		2,0	1,3	2,3	3,7	1,0	2,8	7,8	2,8	2,5	6,8	4,3	6,3
Cabedelo		2,3	2,2	17,2	4,2	2,5	33,3	10,2	6,0	37,8	8,0	6,7	61,0

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	João Pessoa	8,2	6,0	94,0	12,8	10,2	85,2	20,3	14,7	98,3	20,8	18,5	100,0
	Conde	10,3	8,5	94,0	13,7	11,5	85,5	21,3	15,5	98,8	22,3	20,7	100,0
	Pitimbu	17,2	16,3	94,3	21,8	18,5	95,3	26,5	19,2	100,0	26,7	24,3	100,0
PE	Goianá	17,2	16,2	94,5	23,7	19,2	100,0	30,3	22,0	100,0	29,0	26,3	100,0
	Itamaracá	15,0	14,7	96,0	22,0	18,0	100,0	29,0	21,0	100,0	23,2	21,5	100,0
	Igaracu	15,8	14,7	98,3	28,2	23,2	100,0	35,3	27,2	100,0	23,3	20,0	98,5
	Paulista	15,5	14,8	98,3	26,2	22,3	100,0	31,2	24,8	100,0	18,3	17,8	99,5
	Olinda	12,8	11,2	72,5	30,2	25,7	94,3	20,7	16,2	73,0	12,2	10,0	29,8
	Recife	13,7	11,8	95,7	31,3	27,3	99,5	21,5	16,7	92,5	12,3	10,2	65,0
	Jaboatão dos Guararapes	30,2	27,8	100,0	22,5	17,5	100,0	14,2	10,8	75,5	6,2	5,5	69,3
	Cabo	16,8	15,5	99,2	8,7	7,2	84,5	6,5	5,5	65,0	6,5	6,7	68,0
	São José da Coroa Grande	10,5	9,5	74,3	2,8	2,5	35,5	1,3	1,0	1,7	0,0	0,0	0,0
AL	Maragogi	12,8	11,0	67,8	2,2	2,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	12,0	10,2	65,8	1,8	1,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	10,3	8,7	48,2	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Miguel dos Milagres	7,2	6,2	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Passo de Camaragibe	6,2	5,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		30,2	27,8	100,0	31,3	27,3	100,0	35,3	27,2	100,0	29,0	26,3	100,0

II.13.4.2.9 CVA Manguezais

Os manguezais são considerados ecossistemas-chave na zona costeira e marinha, conforme já mencionado no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**. Têm função essencial na regulação 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, como muitas espécies de moluscos e crustáceos, enquanto 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 as 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 et al., 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.

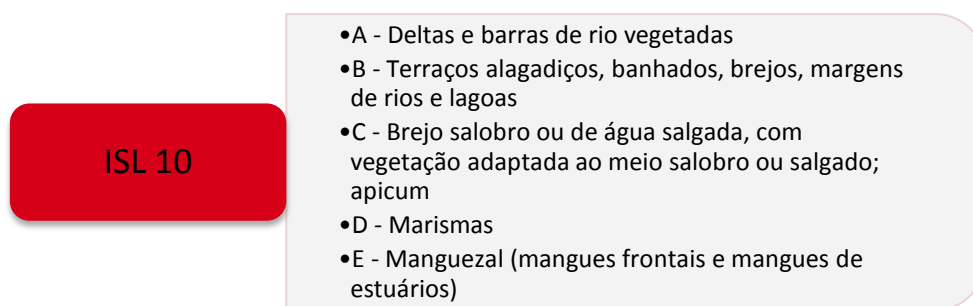
Assim, sua grande importância ecológica, econômica e social, aliadas à extrema sensibilidade dos manguezais aos efeitos do óleo, justificam a inclusão desse ecossistema como CVA na presente análise de risco.

Na área suscetível ao óleo, os manguezais estão distribuídos em todas as regiões, com destaque para áreas onde existem grandes cursos d'água, como a

Foz do Amazonas e Amapá, e a presença de baías, como as Reentrâncias Maranhenses e Paraenses. Além desses manguezais formados onde há o encontro da água doce com a salgada, podem se formar manguezais frontais voltados ao mar aberto, como na porção oeste da Bacia da Foz do Amazonas, no litoral do Amapá (IBAMA/IBP, 2016).

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Manguezais

De acordo com MMA (2004), o ecossistema de manguezal, juntamente com outras áreas pantanosas, consiste no ambiente com maior sensibilidade ao óleo (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.13.4.2.9-1**).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.13.4.2.9-1 - *Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Manguezais.*

Conforme mencionado, os manguezais são considerados como 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 entre marés 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 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; KATHIRESAN et al., 2001; LOPES et al., 2006).

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., 2006; DEVIDS 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 nesse ambiente. 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 sendo 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., 1997; DUKE et al., 1997; 1999; LAMPARELLI et al., 1997; MUNOZ et al., 1997; WARDROP et al., 1997; ELLISON et al., 1999; GETTER & LEWIS, 2003; WILKINSON et al., 2001; NOAA, 2002; SOARES et al., 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, 2010b).

Kathiresan et al. (2001) e NOAA (2010b) 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 de 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 faixa de volume e período do ano (inverno e verão), 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.13.4.2.9-1** e o **Quadro II.13.4.2.9-** 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, no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que no inverno as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de 76,8% (P4) para vazamentos de 8 m³, 68,8% (P4) para vazamentos de 200 m³ e 100% para vazamentos de VPC (P1, P2, P3, P4). Nesta época do ano, as maiores probabilidade de toque ocorrem entre os municípios de Senador Georgino Avelino (RN) e Itambaracá (PE). Já no verão, as probabilidades máximas de toque foram de 35,8% (P3) para vazamentos de 8 m³, 28,5% (P3) para 200 m³ e 100% (P2, P3, P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidade de toque ocorrem entre os municípios de João Pessoa (PB) e Ipojuca (PE).

A presença do CVA Manguezais dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.9-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA manguezais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
AP	Oiapoque	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	3,8
	Calçoene	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	2,7
	Amapá	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	7,5
	Macapá	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	2,3
PA	Chaves	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	4,7
	Soure	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,7
	Marcanã	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7
	São João de Pirabas	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,8
	Quatipuru	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,8
	Tracuateua	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,7
	Bragança	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,2	1,0
	Augusto Corrêa	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2	1,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	1,0
	Viseu	0,0	0,2	0,8	0,0	0,3	0,8	0,0	0,3	0,8	0,0	0,8	1,3
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Godofredo Viana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Cândido Mendes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
	Cururupu	0,0	0,8	6,0	0,2	1,3	6,5	0,0	1,3	6,3	0,2	2,0	9,3
	Porto Rico do Maranhão	0,0	0,8	7,2	0,0	0,8	7,7	0,0	1,0	6,5	0,0	1,0	8,5

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Cedral	0,0	0,7	4,5	0,0	0,5	4,2	0,0	0,8	4,5	0,0	0,8	5,0
	Guimarães	0,0	0,8	4,3	0,0	1,0	4,8	0,0	0,7	10,7	0,0	0,5	6,7
	Alcântara	0,0	0,8	4,5	0,0	0,8	6,0	0,0	1,3	12,3	0,0	0,7	5,0
	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Humberto de Campos	0,0	0,5	5,0	0,0	0,8	5,0	0,0	1,0	6,7	0,0	1,2	3,3
	Primeira Cruz	0,0	0,2	1,3	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,5
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	Barreirinhas	0,0	0,2	1,0	0,0	0,3	1,2	0,0	0,7	3,2	0,0	1,2	5,2
	Paulino Neves	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	1,2
	Tutóia	0,0	0,0	0,3	0,0	0,2	0,3	0,0	0,2	1,5	0,0	0,2	2,3
	Araíoses	0,0	0,3	4,0	0,0	0,7	3,8	0,0	1,0	17,7	0,0	1,5	8,2
PI	Ilha Grande	0,0	0,2	1,5	0,0	0,7	1,7	0,0	1,0	10,8	0,0	1,0	3,3
	Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
CE	Acaraú	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3
	Itarema	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5
	Trairi	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	Eusébio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
	Cascavel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Estado	Localidade	Inverno												
		P1			P2			P3			P4			
		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	0,3	6,3	0,3	0,2	3,3	0,3	1,3	6,5	0,7	0,8	15,5	
	Rio de Fogo	0,0	0,7	9,5	0,3	1,5	7,7	0,3	2,0	9,0	0,5	0,7	11,7	
	Maxaranguape	5,8	5,3	54,2	6,8	10,2	51,5	11,5	14,5	65,2	17,0	20,0	84,5	
	Ceará-Mirim	5,8	5,3	54,2	6,8	10,2	51,5	11,5	14,5	65,2	17,0	20,0	84,5	
	Extremoz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,5	0,0	0,5	0,7	
	Natal	15,7	9,0	3,7	23,2	16,8	1,3	32,0	23,8	4,2	42,2	33,0	9,0	
	Parnamirim	0,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,3
	Senador Georgino Avelino	27,8	16,5	73,8	32,7	27,3	80,7	52,0	44,8	97,3	71,5	66,8	100,0	
	Arês	13,3	10,3	15,3	17,8	14,0	14,5	28,3	21,3	25,2	46,3	41,0	49,2	
	Tibau do Sul	0,0	2,5	39,0	4,2	5,2	47,7	8,3	9,8	71,8	15,8	18,3	88,3	
	Canguaretama	29,5	20,5	55,0	48,0	34,5	64,5	64,5	52,7	95,2	76,8	68,8	99,7	
Baía Formosa	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
PB	Mataraca	13,0	6,8	62,8	13,3	14,2	70,8	18,2	20,2	88,2	21,5	26,3	85,3	
	Baía da Traição	13,0	6,8	29,8	13,3	14,2	58,7	18,2	15,7	62,8	13,0	9,3	33,2	
	Marcação	49,7	42,2	99,8	75,2	66,2	100,0	73,2	68,3	100,0	54,7	50,8	99,8	
	Rio Tinto	20,8	23,2	33,3	55,7	44,5	58,2	54,5	43,2	55,3	38,8	33,8	50,8	
	Lucena	49,5	30,7	46,0	55,3	46,0	76,5	38,7	30,7	65,3	23,3	17,7	31,8	
	Santa Rita	49,5	30,7	46,0	55,3	46,0	76,5	38,7	30,7	65,3	23,7	17,8	31,8	
	Cabedelo	45,2	31,0	94,7	53,3	47,3	100,0	37,7	30,3	93,0	19,3	15,8	55,2	
	João Pessoa	58,8	54,5	100,0	60,2	55,2	100,0	29,3	28,8	89,5	13,2	12,7	69,5	
	Conde	58,8	54,5	100,0	60,2	55,2	100,0	29,3	28,8	89,5	13,2	12,7	69,5	

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	54,8	55,0	100,0	24,8	21,7	87,7	12,3	10,5	73,2	4,7	3,5	44,5
PE	Goianá	54,2	54,2	100,0	24,8	21,5	86,3	8,0	7,5	54,5	1,8	1,8	44,5
	Itapissuma	33,2	10,3	1,7	3,5	1,8	0,5	1,2	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0
	Itamaracá	42,3	43,5	100,0	11,7	10,7	60,8	3,3	3,3	41,8	1,0	0,8	15,7
	Igaracu	34,5	22,2	95,0	3,5	3,3	23,5	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0
	Paulista	14,7	15,7	99,8	0,7	0,5	10,8	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
	Olinda	15,8	7,7	64,2	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Recife	15,7	8,7	65,8	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jaboatão dos Guararapes	0,5	0,2	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	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	Maragogi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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
	Passo de Camaragibe	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		58,8	55,0	100,0	75,2	66,2	100,0	73,2	68,3	100,0	76,8	68,8	100,0

Quadro II.13.4.2.9-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA manguezais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
AP	Oiapoque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Calçoene	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Amapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Macapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PA	Chaves	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Soure	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Marcanã	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Salinópolis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São João de Pirabas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Quatipuru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tracuateua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Bragança	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Augusto Corrêa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Viseu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Carutapera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Godofredo Viana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cândido Mendes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cururupu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto Rico do Maranhão	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Cedral	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Guimarães	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Alcântara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Raposa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Humberto de Campos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Primeira Cruz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Santo Amaro do Maranhão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barreirinhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paulino Neves	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tutóia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Araíoses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Acaraú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Itarema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trairi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Eusébio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Aquiraz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cascavel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beberibe	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	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Rio de Fogo	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Extremoz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Natal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8
	Senador Georgino Avelino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	10,3	45,2
	Arês	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	9,7	14,3
	Tibau do Sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,7	1,8	67,7
	Canguaretama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,3	5,0	13,8	13,3	67,7
Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,8	
PB	Mataraca	0,7	0,3	6,3	0,0	0,0	0,0	1,2	2,0	27,8	6,8	8,7	81,8
	Baía da Traição	0,7	0,3	6,3	0,0	0,0	0,0	1,2	2,0	20,5	5,0	4,0	81,8
	Marcação	2,2	2,2	42,2	3,3	1,8	21,7	15,8	12,5	84,5	26,0	23,7	94,8
	Rio Tinto	2,0	1,7	12,3	2,7	1,7	14,3	12,3	7,2	60,3	18,7	14,8	63,8
	Lucena	2,8	2,3	6,8	5,3	2,5	17,0	12,3	4,5	60,3	12,8	12,0	37,8
	Santa Rita	2,8	2,3	5,2	5,3	2,0	6,5	12,3	4,5	7,5	12,8	12,0	11,0
	Cabedelo	2,8	2,3	37,0	5,3	4,2	57,5	10,2	7,0	56,3	8,7	8,8	94,8
	João Pessoa	10,7	9,0	94,0	14,7	12,0	85,7	23,5	15,8	98,5	24,8	22,5	100,0
	Conde	10,7	9,0	93,8	14,7	12,0	85,7	23,5	15,8	98,8	24,8	22,5	100,0

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	17,2	16,7	94,0	21,8	19,2	95,0	30,8	23,7	100,0	29,8	27,7	100,0
	Goianá	17,3	16,7	94,5	24,0	20,0	100,0	30,8	23,7	100,0	29,8	27,7	100,0
	Itapissuma	9,2	7,8	6,2	16,5	12,2	7,3	23,0	11,3	0,8	16,8	14,8	3,3
	Itambaracá	18,2	15,2	96,7	30,7	24,2	100,0	35,8	28,5	100,0	24,0	21,2	100,0
	Igaracu	15,0	12,7	96,5	27,5	20,5	100,0	31,2	17,7	91,8	18,7	14,5	86,8
	Paulista	6,7	7,2	60,8	12,3	10,8	98,0	11,8	10,8	99,8	8,8	8,0	36,0
	Olinda	12,7	11,2	98,8	29,7	25,5	100,0	17,3	7,3	69,8	6,5	4,8	48,3
	Recife	13,7	11,7	69,2	31,3	27,0	92,7	21,8	16,7	79,2	12,3	10,2	65,3
	Jaboatão dos Guararapes	30,2	28,5	99,0	22,2	17,0	90,0	14,5	10,8	58,5	5,7	5,5	55,3
	Cabo	8,7	6,7	30,2	5,0	2,7	6,2	4,2	1,7	5,2	5,8	3,2	14,3
	Ipojuca	16,2	14,8	99,7	8,7	7,0	61,7	4,8	3,5	61,7	6,3	5,8	56,5
	Sirinhaém	16,2	15,8	84,3	3,5	2,7	47,3	3,5	2,2	35,2	4,8	4,2	9,5
	Tamandaré	16,3	14,5	81,0	2,3	1,8	59,2	2,7	1,7	20,8	1,0	0,5	0,0
	Barreiros	12,5	10,2	71,2	3,2	1,8	50,2	0,7	0,5	2,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	14,0	10,7	77,3	3,2	2,5	39,3	1,3	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0
	Maragogi	6,8	6,0	45,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	10,2	8,5	59,7	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	10,3	8,7	41,5	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Passo de Camaragibe	4,0	2,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		30,2	28,5	99,7	31,3	27,0	100,0	35,8	28,5	100,0	29,8	27,7	100,0

II.13.4.2.10 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, conforme descrito no Diagnóstico do **Meio Biótico (item II.6.2)**. 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 podem estar associados 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).

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 e 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.

Os substratos consolidados possuem pouca expressão na porção oeste da área de estudo, sendo praticamente inexistentes na região costeira da Bacia da Foz do Amazonas. Na região do Salgado Paraense e Reentrâncias Maranhenses, os ecossistemas de substrato consolidado também são raros, mas depósitos da Formação Barreiras afloram em alguns pontos, dando origem a terraços exumados. A região do Golfão Maranhense também apresenta depósitos da Formação Barreiras (MMA, 2008), que nessa região afloram na linha do litoral com maior frequência que na região das reentrâncias, de modo que falésias, plataformas de abrasão, arenitos de praia e outras formas associadas se tornam mais frequentes. Mais a leste na área de estudo, os tabuleiros da Formação Barreiras alcançam uma expressão ainda maior na linha da costa, dando origem a falésias vivas, que ocorrem ao longo de praticamente toda a costa, desde o leste do Maranhão até o limite sul da área suscetível.

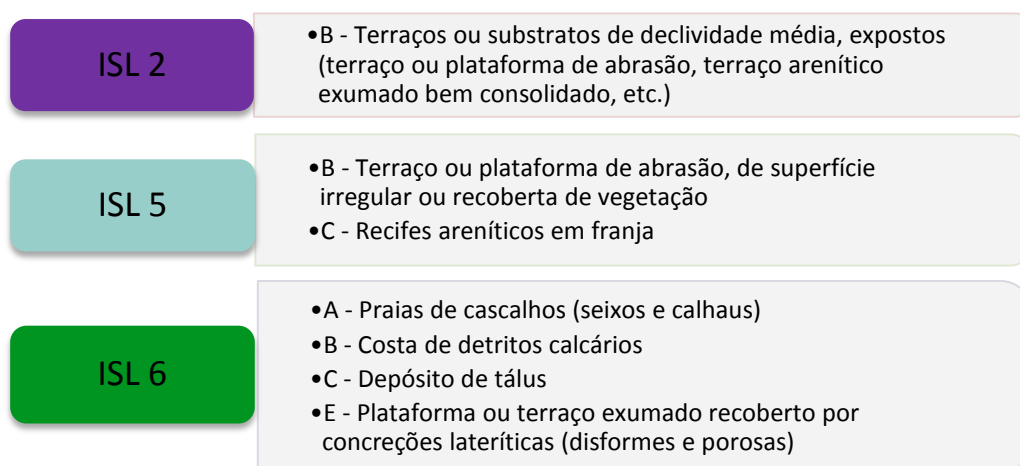
As características apresentadas acerca das especificidades desses ambientes, em conjunto com a sensibilidade dos mesmos ao óleo, justifica a inclusão desse conjunto de ecossistemas como um CVA na presente análise de risco.

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 e outros substratos consolidados ao óleo, mesmo havendo diferenças estruturais entre essas formações e os costões rochosos, todas têm 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.13.4.2.11-1** 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.13.4.2.11-1 - Categorias de ISL nas quais estão classificados os ambientes do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos.

No que se refere à sensibilidade ao óleo, os ecossistemas abrangidos por esse CVA apresentam grande porosidade em comparação com outros de substratos consolidados, como os costões rochosos, 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 (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 permaneceram 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 entres 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, considera-se 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 Terraços de abrasão, recifes areníticos 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 2B, 5B, 5C, 6A, 6B, 6C, 6E). 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 (inverno e verão), 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.13.4.2.10-1** e o **Quadro II.13.4.2.10-2** 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 no inverno e verão,

respectivamente. No inverno, as probabilidades máximas de toque nas áreas de concentração deste CVA foram de 92,8% (P4) para vazamentos de 8 m³, de 89,3% (P4) para vazamentos de 200 m³ e de 100% (P1, P2, P3, P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades foram calculadas entre os municípios de Extremoz (RN) e Goianá (PE). Já no verão, as probabilidades máximas de toque foram de até 30,0% (P1) para vazamentos de 8 m³, até 26,3% (P1) para vazamentos de 200 m³, e até 100% (P1, P2, P3, P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorreram entre os municípios de Rio Tinto (PB e Ipojuca (PE).

A presença do CVA Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.10-1 - 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 para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
MA	Alcântara	0,0	0,8	5,3	0,0	1,0	6,5	0,0	1,3	12,2	0,0	1,0	7,3
PI	Parnaíba	0,0	0,3	0,3	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	1,5
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	1,2	0,0	1,0	1,3
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
	Caucaia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5
	Cascavel	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
RN	São Bento do Norte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
	Pedra Grande	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,3
	São Miguel do Gostoso	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,2	0,8
	Touros	4,3	2,8	23,2	7,5	7,5	32,5	10,8	13,2	47,0	13,0	16,5	53,7
	Rio de Fogo	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	2,3
	Maxaranguape	12,5	11,0	62,7	20,0	18,5	63,3	30,5	27,5	81,3	35,0	34,5	96,3
	Ceará-Mirim	9,2	7,8	62,8	12,2	13,0	59,2	18,8	22,7	75,2	27,7	29,7	94,8
	Extremoz	16,7	14,2	81,0	27,3	24,8	75,2	37,0	36,2	96,0	51,5	48,8	100,0
	Natal	28,5	16,7	79,7	37,3	31,3	88,8	56,7	46,8	99,7	73,7	66,0	100,0
	Parnamirim	37,2	26,7	76,7	57,2	44,2	93,3	73,7	66,2	100,0	88,8	83,2	100,0

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Nísia Floresta	56,5	37,0	96,3	71,2	60,5	100,0	85,5	79,2	100,0	92,8	89,3	100,0
	Senador Georgino Avelino	29,3	12,3	75,0	17,8	19,8	85,7	34,0	38,0	100,0	56,5	57,3	100,0
	Tibau do Sul	55,3	33,2	82,8	67,7	58,0	100,0	81,5	75,5	100,0	88,5	86,2	100,0
	Canguaretama	45,3	31,3	82,7	66,0	57,2	100,0	81,5	75,2	100,0	87,7	85,5	100,0
	Baía Formosa	61,0	48,0	99,5	76,3	71,0	100,0	83,3	79,7	100,0	85,7	82,8	100,0
PB	Mataraca	12,8	16,7	99,7	38,5	36,3	100,0	46,3	43,2	100,0	46,8	40,2	94,5
	Baía da Traição	34,7	39,0	100,0	70,8	64,2	100,0	73,8	69,0	100,0	59,5	55,2	100,0
	Marcação	43,8	34,5	100,0	67,2	59,3	100,0	69,0	63,0	100,0	53,0	49,2	99,3
	Rio Tinto	53,5	46,5	100,0	76,5	69,0	100,0	72,0	66,5	100,0	48,7	47,5	99,8
	Lucena	0,3	0,2	2,3	0,8	0,7	5,7	1,0	1,3	9,8	1,7	0,5	1,3
	João Pessoa	54,0	34,5	100,0	41,8	39,2	100,0	21,8	20,2	88,3	9,2	7,7	57,8
	Conde	54,0	49,3	100,0	54,3	48,0	100,0	25,0	24,5	88,7	10,7	9,3	58,7
PE	Goianá	46,7	46,2	100,0	13,5	11,2	73,7	3,3	3,5	45,5	1,2	1,3	33,7
	Recife	6,3	6,0	73,0	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jaboatão dos Guararapes	5,5	2,5	35,5	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cabo	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		61,0	49,3	100,0	76,5	71,0	100,0	85,5	79,7	100,0	92,8	89,3	100,0

Quadro II.13.4.2.10-2 - 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 para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
MA	Alcântara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PI	Parnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Jijipoca de Jericoacoara	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Gonçalo do Amarante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Caucaia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortaleza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cascavel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	São Bento do Norte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pedra Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Miguel do Gostoso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Touros	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 de Fogo	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Extremoz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
	Natal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	2,0	67,5
	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	10,5	81,3

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
	Senador Georgino Avelino	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	8,0	69,7
	Tibau do Sul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,2	9,7	13,0	11,8	69,7
	Canguaretama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,2	27,8	12,7	11,5	82,5
	Baía Formosa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,2	36,7	14,3	13,8	70,0
PB	Mataraca	2,0	1,0	15,7	0,0	0,0	0,0	3,7	3,7	58,2	13,2	10,7	94,3
	Baía da Traição	2,0	1,8	51,5	0,2	0,2	29,8	10,8	7,2	85,2	22,2	18,3	96,3
	Marcação	2,3	2,2	67,2	1,3	1,0	54,0	12,5	9,3	85,3	19,8	18,7	96,3
	Rio Tinto	2,7	2,2	62,8	3,3	2,2	54,0	17,0	12,8	85,3	25,7	24,7	97,0
	Lucena	0,0	0,3	2,0	0,0	0,0	1,0	0,3	1,5	9,8	3,7	2,3	8,5
	João Pessoa	7,5	6,3	93,3	10,0	7,5	84,2	12,5	10,8	98,7	13,3	12,0	100,0
	Conde	11,3	10,0	94,0	13,7	11,3	93,8	22,5	15,8	100,0	22,2	20,3	100,0
PE	Goianá	13,5	12,3	92,2	19,5	15,3	99,7	26,2	18,0	100,0	22,3	20,0	98,3
	Recife	19,8	17,2	100,0	19,0	17,2	100,0	12,5	8,3	94,3	5,0	4,0	67,0
	Jaboatão dos Guararapes	27,3	26,3	100,0	22,0	19,5	100,0	14,3	10,5	81,2	5,2	3,7	68,8
	Cabo	30,0	25,0	100,0	13,0	10,2	92,0	9,7	7,5	66,0	6,5	6,8	69,0
	Ipojuca	14,3	15,0	100,0	7,0	5,3	75,2	3,5	2,3	60,7	5,8	4,5	65,0
	Sirinhaém	13,0	14,0	93,0	2,2	2,2	62,3	1,8	1,5	35,8	1,7	1,0	7,0
	Tamandaré	14,7	13,0	85,2	2,5	2,0	58,8	1,8	1,5	33,2	0,0	0,0	0,0
Probabilidades máximas		30,0	26,3	100,0	22,0	19,5	100,0	26,2	18,0	100,0	25,7	24,7	100,0

II.13.4.2.11 CVA Recifes de corais

Conforme descrito no item de diagnóstico do **Meio Biótico (II.6.2)**, o recife de coral é um dos ecossistemas marinhos mais ricos e diversos, servindo de suporte a uma variada associação de organismos marinhos.

Apesar de os recifes de corais estarem entre os ecossistemas mais produtivos do planeta, possuem exigências ambientais que restringem sua distribuição aos mares intertropicais, principalmente Caribe, Oceano Índico e Pacífico Tropical, onde se localizam as maiores diversidades (API, 1985, NOAA, 2010b, SPALDING, 2001). Os recifes de corais 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 corais 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 corais, 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 se considera 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; FERREIRA & MAIDA, 2006; HOURIGAN et al., 2015; MMA, 2006).

Além de abrigar uma alta diversidade de espécies envolvidas na formação e manutenção de suas estruturas, os recifes de corais concentram ainda uma enorme variedade de plantas (algas) e animais como anêmonas, zoantídeos, esponjas, foramníferos, vermes poliquetas, equinodermas, crustáceos, moluscos, peixes, assim como as tartarugas, as baleias 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. Isto torna os recifes de corais ecossistemas 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 coralinos, muitas delas de interesse econômico (NUNAN, 1979).

Os recifes de corais também são particularmente importantes por proporcionarem 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). Esses ecossistemas funcionam como verdadeiros criadouros 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. 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, 2006).

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 corais como um CVA na presente análise de risco.

Os recifes de corais presentes no litoral brasileiro podem ser classificados em três grandes grupos, sendo 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. 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 corais 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 corais brasileiros tenham seu topo aplainado e exposto na maré baixa (MMA 2012).

Apesar do Brasil não estar entre os países mais ricos em recifes de corais, sua biodiversidade associada a formações coralíneas é relevante, especialmente em se tratando do Atlântico Sul, pois apresenta os únicos recifes de corais dessa região (CASTRO, 1999, PRATES, 2003, MMA, 2006, 2012). Dentre as espécies de corais e hidrocorais que ocorrem no território brasileiro, nove são consideradas endêmicas, com destaque para as três espécies congêneres *Mussismilia hispida*, *Mussismilia harttii* e *Mussismilia braziliensis*, sendo as duas últimas consideradas ameaçadas de extinção pela lista oficial de ameaças 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, 2017). Destaca-se, entretanto, a escassez de conhecimentos

científicos para embasar a classificação do status de conservação das espécies componentes dos recifes de corais, o que fica evidenciado pelo fato de que a maior parte das espécies que ocorrem no litoral brasileiro não foi avaliada pela IUCN ou é classificada na categoria “deficiente em dados” por essa entidade. Grande atenção deve ser dada às espécies invasoras *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea 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 duas das quatro formações definidas por Leão et al. (2003), sendo elas:

- 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. A maior formação recifal dessa região é a do Parcel Manoel Luís, no Maranhão.

Nota-se que os autores consideram como limite dessa região a área sob influência das descargas fluviais do Rio Amazonas. Entretanto, mais recentemente foram descobertas formações recifais mesofóticas nessa área (CORDEIRO et al., 2015; MOURA et al., 2016), de forma que se pode considerar como limite norte da região Norte a divisa entre Brasil e Guiana Francesa.

- Região Nordeste - do Cabo de São Roque/RN à desembocadura do Rio São Francisco, na divisa entre Alagoas e Sergipe: 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 encontra a área recifal oceânica do Atol das Rocas.

Mesmo considerando essas subdivisões do litoral brasileiro quanto à presença de recifes de corais, 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 por Leão et al. (2003), a principal região de concentração de recifes de corais no litoral brasileiro está na Região Leste, 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.

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Recifes de corais

Conforme citado acima, os recifes de corais 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 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, 2010). Neste sentido, conforme Lopes et al. (2006), Michel e Hayes (1992) estabelecem as seguintes classes de risco relacionadas às diferentes suscetibilidades dos recifes de corais: 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 baixa, média e alta suscetibilidade acima apontados constituem os ambientes recifais identificados na área suscetível a um derramamento de óleo, com a presença tanto de corais profundos, como os da Foz do Rio Amazonas (profundidades de 30 a 120 m), quanto 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 lâmina d'água, pode afetar quimicamente os recifes próximos à superfície, pelo contato com frações de aromáticos e outros componentes tóxicos presentes. Dentro desse contexto, cabe destacar que grande parte dos recifes de corais presentes na área suscetível ao toque de óleo situa-se na superfície. Recifes de corais 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 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, 2010b, 2014).

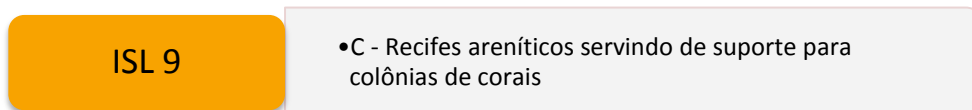
De forma geral, o esqueleto calcário dos corais tem grande afinidade ao óleo, mantendo-o aderido às estruturas por um longo período. Por outro lado, uma vez atingidos por óleo, os pólipos de corais possuem capacidade de auto-limpeza, podendo expulsar o óleo através da produção de muco e movimento ciliar (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 físicos e químicos do óleo sobre a biota. Assim, recifes de corais em regiões de elevado hidrodinamismo tendem a ser menos afetados pelo óleo do que os corais em locais abrigados. Cabe destacar que os recifes de corais apresentam restrições aos procedimentos convencionais de limpeza, já que os impactos mecânicos das técnicas podem resultar em danos adicionais severos.

Outro fator que pode determinar o grau de impacto do óleo sobre os recifes de corais é o período sazonal de eventuais acidentes, 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 sobre a fauna associada.

Diversos estudos realizaram compilações e revisões dos principais impactos do óleo identificados sobre os recifes de corais (LOYA, 1980; LOPES et al., 2006; NOAA, 2010b; NOAA, 2014; MICHEL & HAYES, 1992; IPIECA 1992; EVANS & RICE, 1974; LOPES et al., 2006, RAAJMAKERS, 1994; GOODBODY-GRINGLEY et al., 2013). Dentre as perturbações elencadas para os recifes de corais atingidos por óleo 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 corais, 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 corais 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.13.4.2.11-1**). Os recifes de corais estão, portanto, entre os ambientes de maior sensibilidade ao óleo, juntamente com manguezais, planícies de maré e terraços de baixa-mar abrigados (MMA, 2004).



Fonte: Modificado de MMA (2004)

Figura II.13.4.2.11-1 - Categoria de ISL na qual está classificado o ambiente do CVA Recifes de corais.

Estudos realizados com o objetivo de verificar o tempo de recuperação de recifes de corais a 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, 2010b).

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 corais foram concentrados nos primeiros meses ou anos após os vazamentos, sem acompanhar de fato o processo de recuperação no longo prazo. Mesmo assim, os estudos realizados convergem para a situação 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 corais do que eventos agudos isolados de curta duração (VAN-DAM et al., 2011).

Estudos conduzidos no Panamá (Projeto TROPICS), observaram a recuperação efetiva dos corais atingidos 10 anos após o impacto (NOAA, 2010b; 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 corais 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 corais 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 recifes de corais hermatípicos ao óleo, concluindo que, após um ano de observação, não foram registrados efeitos visíveis associados. Os autores sugerem que recifes de corais 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., 2006), estabelece-se, de forma conservadora, um tempo de **20 anos** para a recuperação do CVA Recifes de corais.

Resumo do CVA Recifes de corais e cálculos de probabilidade de toque

Para se determinar a probabilidade de toque no CVA Recifes de corais, 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 faixa de volume e período do ano (inverno e verão), sem nenhum tipo de ponderação.

Complementarmente, para os recifes não situados na linha de costa, considerou-se que os recifes mais rasos são mais suscetíveis ao contato com o óleo (IPIECA, 1992; MMA, 2012; NOAA, 2010), adotando-se, de forma conservadora, a profundidade de 20 m para o mapeamento na área suscetível ao toque de óleo. Essa linha de corte adota o princípio da precaução e engloba as áreas rasas que seriam mais críticas com relação a uma possível diluição na coluna d'água de parte do óleo presente na superfície. Ademais, a porção mais rasa da Plataforma Interna (Face da Costa Superior), que se estende até uma profundidade aproximada de 15 a 20 m, 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 sujeitas a um constante revolvimento e movimentação dos sedimentos. Dadas essas características, os recifes de coral incluídos nos cálculos de risco são aqueles localizados em batimetrias de até 20 m.

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

CVA	Distribuição	Tempo de Recuperação
Recifes de corais	ISL 9C e áreas marinhas costeiras e oceânicas	20 anos

O **Quadro II.13.4.2.11-1** e o **Quadro II.13.4.2.11-2** apresentam as probabilidades de toque por município nas áreas de ocorrência do CVA Recifes de corais a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que no inverno as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de 90,5% (P4) para vazamentos de 8 m³, 84,3% (P4) para vazamentos de 200 m³ e de 100% (P1, P2, P3 e P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Parnamirim (RN) e Paulista (PE). Já no verão, as probabilidades máximas de toque foram de 30,2% (P1) para vazamentos de 8 m³, 28,5% (P1) para vazamentos de 200 m³ e 100% (P1, P2, P3, P4) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque ocorrem entre os municípios de Cabedelo (PB) e Ipojuca (PE).

A presença do CVA Recifes de corais dentro da área suscetível ao toque de óleo está representada nos mapas do **Anexo II.13.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.11-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Recifes de corais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA / MA	Foz do Amazonas	2,5	4,7	23,5	3,8	7,7	29,5	6,0	12,0	36,7	7,5	13,8	36,3
MA	Parque Estadual Marinho Banco do Álvaro	1,7	3,5	16,3	1,3	6,0	29,5	1,7	9,7	41,5	2,5	10,2	40,3
	Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís	1,2	3,3	8,5	1,2	5,7	31,0	1,5	8,8	33,2	2,3	9,5	30,0
CE	Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio	0,5	1,8	4,5	0,5	2,2	5,5	0,8	3,3	32,3	1,0	4,8	22,7
RN	Bacia Ceará-Potiguar (Maxaranguape a Touros)	8,2	9,7	61,8	14,2	16,5	63,2	23,3	25,5	79,7	28,8	31,5	94,5
	Maxaranguape	17,2	13,2	68,8	27,0	23,0	65,8	36,2	31,8	85,5	41,8	40,7	99,5
	Ceará-Mirim	16,7	12,5	70,7	24,3	21,0	65,8	35,2	31,7	85,2	40,8	40,7	99,2
	Parnamirim	28,2	23,7	81,0	48,7	40,8	98,5	68,7	62,0	100,0	85,7	78,5	100,0
	Nísia Floresta	32,3	27,5	84,0	56,8	47,3	98,5	78,2	69,7	100,0	90,5	84,3	100,0
PB	Cabedelo	53,5	46,7	100,0	67,7	61,3	100,0	49,8	45,0	100,0	28,2	26,3	85,8
	João Pessoa	55,5	49,5	100,0	62,2	55,8	100,0	39,7	35,7	98,0	21,7	20,2	77,5
	Conde	47,8	44,8	100,0	51,3	45,5	100,0	24,8	22,3	87,2	10,2	8,5	57,0
	Pitimbu	40,5	39,8	100,0	20,7	17,7	92,8	9,2	8,8	78,7	2,7	2,7	45,2
PE	Goianá	50,7	53,5	100,0	17,5	15,8	83,5	5,5	5,3	52,8	1,7	1,5	44,0
	Itambaracá	34,7	35,5	100,0	8,7	8,3	73,5	2,7	2,5	44,5	0,8	0,7	13,8
	Igaracu	31,7	32,0	100,0	6,0	5,8	51,5	0,3	0,3	13,3	0,0	0,0	0,2
	Paulista	28,7	28,8	100,0	4,0	3,2	44,8	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0
	Olinda	17,3	12,2	99,2	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
	Jaboatão dos Guararapes	2,5	1,3	24,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PE	Cabo	0,2	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ipojuca	0,0	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sirinhaém	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tamandaré	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	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	0,0	0,0	0,0	0,0
	São José da Coroa Grande	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	Maragogi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	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
	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
	Passo de Camaragibe	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 Santo Antônio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	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	0,0	
Probabilidades máximas		55,5	53,5	100,0	67,7	61,3	100,0	78,2	69,7	100,0	90,5	84,3	100,0

Quadro II.13.4.2.11-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Recifes de corais, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA / MA	Foz do Amazonas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	Parque Estadual Marinho Banco do Álvaro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CE	Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RN	Bacia Ceará-Potiguar (Maxaranguape a Touros)	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	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ceará-Mirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Parnamirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,2	70,0
	Nísia Floresta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	70,0
PB	Cabedelo	3,2	2,5	63,2	7,7	4,7	61,8	15,7	10,7	93,7	19,7	18,5	100,0
	João Pessoa	9,0	6,3	94,0	12,3	10,2	85,5	21,7	15,3	98,5	22,8	21,0	100,0
	Conde	9,7	8,2	94,2	12,2	11,2	93,7	16,0	11,8	99,0	14,7	13,3	100,0
	Pitimbu	12,3	12,2	94,3	12,7	11,7	99,0	17,2	15,2	100,0	19,5	19,0	100,0
PE	Goianá	13,7	12,8	96,0	16,3	14,0	100,0	20,3	14,5	100,0	19,0	16,5	100,0
	Itambaracá	11,2	11,3	96,5	14,5	13,8	100,0	16,5	14,2	100,0	11,8	12,3	100,0
	Igaracu	11,5	11,0	98,2	13,8	12,5	100,0	20,5	13,8	100,0	12,3	11,3	98,0
	Paulista	12,2	11,5	100,0	23,5	20,7	100,0	24,2	19,3	100,0	16,0	15,0	100,0
	Olinda	12,7	11,8	100,0	28,2	26,0	100,0	21,3	18,5	100,0	13,8	11,8	81,8
	Jaboatão dos Guararapes	30,2	28,5	100,0	22,3	20,5	100,0	14,3	10,8	79,3	5,8	5,0	69,5

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PE	Cabo	29,7	25,8	100,0	13,2	9,2	97,0	9,7	7,0	70,5	6,3	6,7	69,3
	Ipojuca	13,0	12,7	100,0	5,2	5,0	68,5	4,5	2,8	62,2	6,2	5,2	62,5
	Sirinhaém	17,3	17,5	88,7	2,5	2,3	62,7	3,0	1,7	34,7	1,5	0,8	3,0
	Tamandaré	13,3	12,7	85,0	2,5	2,3	61,5	1,8	1,7	33,3	0,0	0,2	0,3
	Barreiros	13,7	12,0	77,8	3,0	1,8	61,5	1,5	1,3	14,7	0,0	0,2	0,0
	São José da Coroa Grande	11,2	11,3	76,2	2,7	2,3	35,5	1,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0
AL	Maragogi	12,8	11,8	74,8	2,8	2,3	34,8	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	Japaratinga	12,7	10,2	65,8	2,0	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Porto de Pedras	7,5	6,2	44,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	São Miguel dos Milagres	7,3	6,2	38,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Passo de Camaragibe	6,8	5,7	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Barra de Santo Antônio	1,2	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Paripueira	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maceió	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Probabilidades máximas		30,2	28,5	100,0	28,2	26,0	100,0	24,2	19,3	100,0	22,8	21,0	100,0

II.13.4.2.12 CVA Bancos de rodolitos

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; FIGUEIREDO et al., 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.

Os bancos de rodolitos brasileiros 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 (BAHIA, 2014; FIGUEIREDO et al., 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 (FIGUEIREDO et al., 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.

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 e pelo interesse nacional como fonte de produtos minerais.

Dentro da área com probabilidade de presença de óleo de acordo com as modelagens realizadas, que se estende desde a Bacia da Foz do Rio Amazonas até a Bacia de Sergipe-Alagoas (compreendendo dez estados, do Amapá a Sergipe), conforme descrito no **Meio Biótico (item II.6.2)**, há grandes lacunas de conhecimento sobre bancos de rodolitos em águas rasas, com poucos ou nenhum estudo realizado para algumas bacias.

O estudo de Kempf (1970), sobre a ocorrência de extensas áreas compostas por algas calcárias desde o limite norte do Brasil, no Oiapoque (AM) até Recife (PE), mostrou que, na área da Foz do Amazonas, estas algas diminuem de importância na formação dos fundos e têm uma capacidade de concreção reduzida. Entretanto, tanto o trabalho de Kempf (1970) quanto o de Cavalcanti (2011), que detectou a presença de granulados bioclásticos ou carbonáticos marinhos na plataforma continental do Maranhão, são de caráter geológico e carecem de toda a análise biológica associada a estes bancos.

Já o trabalho de Moura et al. (2016), realizado ao longo das Bacias da Foz do Rio Amazonas, de Pará-Maranhão e porção oeste da Bacia de Barreirinhas, mostrou que neste local encontra-se um extenso mosaico composto por três tipos de recifes: estruturas carbonáticas, fundos dominados por esponjas e rodolitos. O setor norte da área deste estudo contém rodolitos com baixa vitalidade, compostos por menos de 5% de algas calcárias vivas. Por outro lado, o setor central é dominado por rodolitos com alta vitalidade, com mais que 50% de cobertura por algas calcárias vivas e também por blocos de carbonato compostos por algas calcárias e briozoários coletados entre 20 e 100 m de profundidade. Já o setor sul apresenta rodolitos com alta vitalidade, as estruturas recifais são dispersas, contêm cristas maiores que 5 m de altura, fragmentos de baixo relevo e areia carbonática, sendo que este mosaico de estruturas ocorre entre 30 e 90 m de profundidade.

Na área correspondente às Bacias do Ceará e Potiguar, apenas o Atol das Rocas foi devidamente descrito com relação à existência de bancos de rodolitos (BAHIA, 2014; AMADO-FILHO et al., 2016), fato que demonstra uma ausência do real conhecimento sobre esse ecossistema em uma extensa área da plataforma continental brasileira. Nessa área costeira, apenas trabalhos de caráter geológico

foram realizados, indicando a possível ocorrência de rodolitos (TESTA; BOSENCE, 1999; CAVALCANTI, 2011).

O estudo mais recente realizado no Atol das Rocas revelou que bancos de rodolitos são os principais habitats da zona mesofótica e apresentam diferentes padrões de estruturas, e que as zonas transicionais entre os bancos de rodolitos cobrem pequenas áreas do Atol, porém, esses recifes constituem importantes refúgios para invertebrados e peixes.

Em toda a extensão da Bacia de Pernambuco-Paraíba, dois locais que apresentam bancos de rodolitos foram estudados: o Arquipélago de Fernando de Noronha (PE) e uma área costeira que abrange os municípios de João Pessoa e Cabedelo, na Paraíba. Em Noronha, os bancos apresentam abundância de rodolitos e observações de montes de rodolitos construídos em fundo arenoso pelo peixe *Malacanthus plumieri* sugerem que as populações desta espécie desempenham um papel importante na dispersão de rodolitos no arquipélago. Os estudos realizados na área de João Pessoa e Cabedelo mostraram que os bancos de rodolitos da região sustentam diversidade da macrofauna comparável à dos 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.

Os resultados de outros estudos conduzidos na Região Nordeste indicaram uma redução da dimensão e vitalidade dos rodolitos e um aumento da densidade com o aumento da profundidade (BAHIA et al., 2010). Segundo os autores, a estrutura do banco de rodolitos é claramente afetada pela profundidade, pois a flora de macroalgas associada aos rodolitos é mais abundante na porção mais rasa do banco (5 m de profundidade). Esses resultados, associados com outros trabalhos descritivos de bancos de rodolitos no Brasil (como o de 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 et al., 2010).

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 os poliquetas são usualmente o táxon 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 anfípodes foram dominantes apenas no outono. Ofiuroides e moluscos foram os taxa menos abundantes. A variação na abundância da infauna foi relacionada à heterogeneidade de habitats, 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).

Sensibilidade ao óleo e tempo de recuperação do CVA Bancos de rodolitos

Considera-se como um dos potenciais impactos da exploração de óleo e gás 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 (FIGUEIREDO et al., 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 torna 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 (FIGUEIREDO et al., 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 sujeitas a um constante revolvimento e movimentação dos sedimentos. Dadas essas características, os bancos de rodolitos incluídos nos cálculos 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 (FIGUEIREDO et al., 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 (FIGUEIREDO et al., 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*). 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 inverno e verão, 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 AP e AL	20 anos

O **Quadro II.13.4.2.12-1** e o **Quadro II.13.4.2.12-2** 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 no inverno e verão, respectivamente. Estes quadros mostram que no inverno as probabilidades máximas de toque nas áreas de ocorrência deste CVA foram de até 43,2% (P2) para vazamentos de 8 m³, até 41,8% (P2) para vazamentos de 200 m³ e de até

100% (P1, P2, P3) para vazamentos de VPC. Nesta época do ano, as maiores probabilidades de toque foram obtidas na área entre Cabedelo e João Pessoa (PB). Já no verão, as probabilidades máximas de toque foram de até 16,7% (P4) para vazamentos de 8 m³, 16,7% (P4) para vazamentos de 200 m³ e 100% (P4) para vazamentos de VPC. Como no inverno, nesta época do ano as maiores probabilidades de toque ocorrem na área entre Cabedelo e João Pessoa (PB).

A presença do CVA Bancos de rodolitos dentro da área suscetível ao óleo está representada nos mapas do **Anexo II.8.4.2-1**.

Quadro II.13.4.2.12-1 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Bancos de rodolitos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o inverno. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA	São João de Pirabas	0,0	0,2	4,2	0,0	0,5	2,8	0,0	0,8	3,2	0,0	2,2	11,2
PB	Entre Cabedelo e João Pessoa	23,2	24,2	100,0	43,2	41,8	100,0	38,2	38,0	100,0	27,7	25,8	94,0
Probabilidades máximas		23,2	24,2	100,0	43,2	41,8	100,0	38,2	38,0	100,0	27,7	25,8	94,0

Quadro II.13.4.2.12-2 - Probabilidades de toque de óleo no CVA Bancos de rodolitos, a partir de vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC para o verão. Em negrito – probabilidades máximas para cada ponto/volume.

Estado	Localidade	Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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
PA	São João de Pirabas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PB	Entre Cabedelo e João Pessoa	2,3	2,2	58,2	2,2	1,8	57,8	10,2	8,8	86,0	16,7	16,7	100,0
Probabilidades máximas		2,3	2,2	58,2	2,2	1,8	57,8	10,2	8,8	86,0	16,7	16,7	100,0

II.13.5 Cálculo dos riscos ambientais

II.13.5.1 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) das Unidades de Perfuração Marítima NS-41 e NS-42, conforme apresentado no **item II.13.3 - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo;
- 16 Componentes de Valor Ambiental (CVAs), conforme apresentado no **item II.13.4 – 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 de inverno e verão.

O risco ambiental foi calculado para cada CVA, por faixa de volume e sazonalidade. Portanto, o risco ambiental foi calculado para cada um dos 16 CVAs selecionados, considerando vazamentos de 8 m³, 200 m³ e VPC, para os períodos de inverno e verão.

Desta maneira, de acordo com o apresentado no **item II.13.3 - Identificação dos Cenários Acidentais**, foram somadas as frequências das HAs que possuem vazamentos de hidrocarbonetos para o mar 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.13.5.1-1** a seguir.

Quadro II.13.5.1-1 - 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, para cada uma das sondas (NS-41 e NS-42).

Embarcação	Faixa de Volume	Hipóteses Acidentais	Frequência (oc/ano)	∑ frequências (oc/ano)
NS-41	Até 8 m ³	7	9,02E-04	3,07E-03
		10	6,71E-04	
		14	2,31E-04	
		16	1,89E-04	
		18	3,83E-04	
		26	6,98E-04	
	De 8 m ³ a 200 m ³	8	2,68E-04	8,13E-04
		11	2,00E-04	
		15	5,87E-05	
		25	1,06E-04	
		27	1,80E-04	
	Acima de 200 m ³	9	2,07E-05	4,87E-03
		20	4,50E-03	
		23	3,10E-04	
		28	4,00E-05	
NS-42	Até 8 m ³	7	9,04E-04	3,08E-03
		10	1,12E-04	
		11	5,59E-04	
		15	2,31E-04	
		17	1,89E-04	
		19	3,83E-04	
		27	6,98E-04	
	De 8 m ³ a 200 m ³	8	2,68E-04	7,84E-04
		12	1,71E-04	
		16	5,87E-05	
		26	1,06E-04	
		28	1,80E-04	
	Acima de 200 m ³	9	2,09E-05	4,87E-03
		21	4,50E-03	
		24	3,10E-04	
29		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 II.13.3 - 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.13.5.1-1**, 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 CVA e por faixa de volume (8m³, 200 m³ e VPC), de acordo com as equações abaixo (inverno e verão, respectivamente):

$$RA_{RAcomp(x)-inverno} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{fi}{2} \right) \times p_{inverno}(x)$$

$$RA_{RAcomp(x)-verão} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{fi}{2} \right) \times p_{verão}(x)$$

Onde:

$RA_{comp(x)-inverno}$ = Risco ambiental de um CVA (x) para a fase de operação no inverno;

$RA_{comp(x)-verão}$ = Risco ambiental de um CVA (x) para a fase de operação no verão;

n = número de hipóteses acidentais por faixa de volume;

fi = frequência estimada da hipótese acidental;

$p_{inverno}(x)$ = probabilidade do CVA (x) ser atingido por óleo no inverno; e

$p_{verão}(x)$ = probabilidade do CVA (x) ser atingido por óleo no verão.

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.13.3 - Identificação dos Cenários Acidentais** deste estudo.

II.13.5.2 Riscos Ambientais

O **Quadro II.13.5.2-1** e o **Quadro II.13.5.2-2** apresentam as probabilidades de toque de óleo nos CVAs, para o inverno e verão, respectivamente. Estes valores foram apresentados de forma individual, para cada CVA, ao longo do **item IV - 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.

Quadro II.13.5.2-1 - Probabilidade de toque de óleo nos Componentes de Valor Ambiental, no inverno, consideradas nos cálculos do Risco Ambiental.

CVA	Distribuição	Inverno												
		P1			P2			P3			P4			
		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	6,5	6,0	36,7	7,9	7,4	35,0	8,8	8,7	38,8	8,6	9,6	42,8
2	Peixes	difuso	6,5	6,0	36,7	7,9	7,4	35,0	8,8	8,7	38,8	8,6	9,6	42,8
3	Quelônios marinhos	fixo	61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	difuso	6,5	6,0	36,7	7,9	7,4	35,0	8,8	8,7	38,8	8,6	9,6	42,8
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	difuso	6,5	6,0	36,7	7,9	7,4	35,0	8,8	8,7	38,8	8,6	9,6	42,8
6	Baleia-jubarte	fixo	6,5	8,8	53,2	10,8	14,5	57,8	18,3	22,7	76,3	22,2	25,3	86,5
7	Boto-cinza	fixo	47,0	33,7	97,2	65,2	58,0	100,0	81,7	73,3	100,0	91,7	87,5	100,0
8	Peixe-boi-marinho	fixo	61,2	59,5	100,0	78,5	72,0	100,0	87,5	81,7	100,0	93,3	90,2	100,0
9	Aves marinhas costeiras	fixo	59,0	56,7	100,0	77,0	72,0	100,0	82,3	76,8	100,0	84,8	81,5	100,0
10	Aves marinhas oceânicas	difuso	6,5	6,0	36,7	7,9	7,4	35,0	8,8	8,7	38,8	8,6	9,6	42,8
11	Praias arenosas	fixo	61,0	59,5	100,0	77,5	70,7	100,0	83,8	79,3	100,0	87,7	85,5	100,0
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	fixo	57,0	56,7	100,0	58,3	53,2	100,0	73,7	64,2	100,0	82,3	77,2	100,0
13	Manguezais	fixo	58,8	55,0	100,0	75,2	66,2	100,0	73,2	68,3	100,0	76,8	68,8	100,0
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	fixo	61,0	49,3	100,0	76,5	71,0	100,0	85,5	79,7	100,0	92,8	89,3	100,0
15	Recifes de Coral	fixo	55,5	53,5	100,0	67,7	61,3	100,0	78,2	69,7	100,0	90,5	84,3	100,0
16	Bancos de rodolitos	fixo	23,2	24,2	100,0	43,2	41,8	100,0	38,2	38,0	100,0	27,7	25,8	94,0

Quadro II.13.5.2-2 – Probabilidade de toque de óleo nos Componentes de Valor Ambiental, no verão, consideradas nos cálculos do Risco Ambiental.

CVA	Distribuição	Verão												
		P1			P2			P3			P4			
		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	4,2	4,3	67,6	4,8	4,7	67,7	5,0	4,6	68,3	6,3	6,2	75,9
2	Peixes	difuso	4,2	4,3	67,6	4,8	4,7	67,7	5,0	4,6	68,3	6,3	6,2	75,9
3	Quelônios marinhos	fixo	14,3	13,5	100,0	15,2	14,2	99,0	25,5	21,0	100,0	28,0	25,5	100,0
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	difuso	4,2	4,3	67,6	4,8	4,7	67,7	5,0	4,6	68,3	6,3	6,2	75,9
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	difuso	4,2	4,3	67,6	4,8	4,7	67,7	5,0	4,6	68,3	6,3	6,2	75,9
6	Baleia-jubarte	fixo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Boto-cinza	fixo	17,2	14,8	100,0	31,2	27,7	100,0	22,3	18,5	100,0	14,0	13,2	76,3
8	Peixe-boi-marinho	fixo	17,3	16,3	100,0	31,2	27,3	100,0	36,0	29,5	100,0	29,7	27,3	100,0
9	Aves marinhas costeiras	fixo	18,2	16,7	97,7	31,3	24,3	100,0	36,3	29,3	100,0	29,8	27,8	100,0
10	Aves marinhas oceânicas	difuso	4,2	4,3	67,6	4,8	4,7	67,7	5,0	4,6	68,3	6,3	6,2	75,9
11	Praias arenosas	fixo	30,2	28,5	100,0	30,0	25,7	100,0	34,5	27,2	100,0	28,0	25,5	100,0
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	fixo	30,2	27,8	100,0	31,3	27,3	100,0	35,3	27,2	100,0	29,0	26,3	100,0
13	Manguezais	fixo	30,2	28,5	99,7	31,3	27,0	100,0	35,8	28,5	100,0	29,8	27,7	100,0
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	fixo	30,0	26,3	100,0	22,0	19,5	100,0	26,2	18,0	100,0	25,7	24,7	100,0
15	Recifes de Coral	fixo	30,2	28,5	100,0	28,2	26,0	100,0	24,2	19,3	100,0	22,8	21,0	100,0
16	Bancos de rodolitos	fixo	2,3	2,2	58,2	2,2	1,8	57,8	10,2	8,8	86,0	16,7	16,7	100,0

- NS-41

Assim, de acordo com a metodologia apresentada, o **Quadro II.13.5.2-3** e o **Quadro II.13.5.2-4** mostram os riscos ambientais para os CVAs, para o inverno e verão para acidentes provenientes da embarcação NS-41. Os tempos de recorrência destes riscos ambientais (período em anos – 1/risco ambiental) estão dispostos na **Quadro II.13.5.2-5** e no **Quadro II.13.5.2-6**.

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:

- Inverno e verão: Quelônios marinhos; Boto-cinza; Peixe-boi-marinho; Aves marinhas costeiras; Aves marinhas oceânicas; Praias arenosas; Planícies de maré e terraços de baixa-mar; Manguezais; Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos; Recifes de Coral; Bancos de rodolitos – 411 anos para vazamentos de VPC.

Quadro II.13.5.2-3 - Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental, para o inverno – NS-41.

CVA		Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	9,92E-05	2,44E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,99E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,54E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,89E-05	1,04E-03
2	Peixes	9,92E-05	2,44E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,99E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,54E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,89E-05	1,04E-03
3	Quelônios marinhos	9,40E-04	2,42E-04	2,44E-03	1,21E-03	2,93E-04	2,44E-03	1,34E-03	3,32E-04	2,44E-03	1,43E-03	3,66E-04	2,44E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	9,92E-05	2,44E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,99E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,54E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,89E-05	1,04E-03
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	9,92E-05	2,44E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,99E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,54E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,89E-05	1,04E-03
6	Baleia-jubarte	9,99E-05	3,59E-05	1,29E-03	1,66E-04	5,89E-05	1,41E-03	2,82E-04	9,21E-05	1,86E-03	3,41E-04	1,03E-04	2,11E-03
7	Boto-cinza	7,22E-04	1,37E-04	2,37E-03	1,00E-03	2,36E-04	2,44E-03	1,26E-03	2,98E-04	2,44E-03	1,41E-03	3,56E-04	2,44E-03
8	Peixe-boi-marinho	9,40E-04	2,42E-04	2,44E-03	1,21E-03	2,93E-04	2,44E-03	1,34E-03	3,32E-04	2,44E-03	1,43E-03	3,66E-04	2,44E-03
9	Aves marinhas costeiras	9,07E-04	2,30E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,93E-04	2,44E-03	1,27E-03	3,12E-04	2,44E-03	1,30E-03	3,31E-04	2,44E-03
10	Aves marinhas oceânicas	9,92E-05	2,44E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,99E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,54E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,89E-05	1,04E-03
11	Praias arenosas	9,38E-04	2,42E-04	2,44E-03	1,19E-03	2,87E-04	2,44E-03	1,29E-03	3,22E-04	2,44E-03	1,35E-03	3,47E-04	2,44E-03
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	8,76E-04	2,30E-04	2,44E-03	8,97E-04	2,16E-04	2,44E-03	1,13E-03	2,61E-04	2,44E-03	1,27E-03	3,14E-04	2,44E-03
13	Manguezais	9,04E-04	2,23E-04	2,44E-03	1,16E-03	2,69E-04	2,44E-03	1,12E-03	2,78E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,80E-04	2,44E-03
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	9,38E-04	2,00E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,89E-04	2,44E-03	1,31E-03	3,24E-04	2,44E-03	1,43E-03	3,63E-04	2,44E-03
15	Recifes de Coral	8,53E-04	2,17E-04	2,44E-03	1,04E-03	2,49E-04	2,44E-03	1,20E-03	2,83E-04	2,44E-03	1,39E-03	3,43E-04	2,44E-03
16	Bancos de rodolitos	3,56E-04	9,82E-05	2,44E-03	6,64E-04	1,70E-04	2,44E-03	5,87E-04	1,54E-04	2,44E-03	4,25E-04	1,05E-04	2,29E-03

Quadro II.13.5.2-4 - Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental, para o verão – NS-41.

CVA		Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	6,45E-05	1,74E-05	1,65E-03	7,34E-05	1,91E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,87E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,51E-05	1,85E-03
2	Peixes	6,45E-05	1,74E-05	1,65E-03	7,34E-05	1,91E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,87E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,51E-05	1,85E-03
3	Quelônios marinhos	2,20E-04	5,49E-05	2,44E-03	2,33E-04	5,76E-05	2,41E-03	3,92E-04	8,53E-05	2,44E-03	4,30E-04	1,04E-04	2,44E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	6,45E-05	1,74E-05	1,65E-03	7,34E-05	1,91E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,87E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,51E-05	1,85E-03
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	6,45E-05	1,74E-05	1,65E-03	7,34E-05	1,91E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,87E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,51E-05	1,85E-03
6	Baleia-jubarte	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
7	Boto-cinza	2,64E-04	6,03E-05	2,44E-03	4,79E-04	1,12E-04	2,44E-03	3,43E-04	7,52E-05	2,44E-03	2,15E-04	5,35E-05	1,86E-03
8	Peixe-boi-marinho	2,66E-04	6,64E-05	2,44E-03	4,79E-04	1,11E-04	2,44E-03	5,53E-04	1,20E-04	2,44E-03	4,56E-04	1,11E-04	2,44E-03
9	Aves marinhas costeiras	2,79E-04	6,77E-05	2,38E-03	4,82E-04	9,89E-05	2,44E-03	5,58E-04	1,19E-04	2,44E-03	4,58E-04	1,13E-04	2,44E-03
10	Aves marinhas oceânicas	6,45E-05	1,74E-05	1,65E-03	7,34E-05	1,91E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,87E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,51E-05	1,85E-03
11	Praias arenosas	4,64E-04	1,16E-04	2,44E-03	4,61E-04	1,04E-04	2,44E-03	5,30E-04	1,10E-04	2,44E-03	4,30E-04	1,04E-04	2,44E-03
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	4,64E-04	1,13E-04	2,44E-03	4,82E-04	1,11E-04	2,44E-03	5,43E-04	1,10E-04	2,44E-03	4,46E-04	1,07E-04	2,44E-03
13	Manguezais	4,64E-04	1,16E-04	2,43E-03	4,82E-04	1,10E-04	2,44E-03	5,51E-04	1,16E-04	2,44E-03	4,58E-04	1,12E-04	2,44E-03
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	4,61E-04	1,07E-04	2,44E-03	3,38E-04	7,92E-05	2,44E-03	4,02E-04	7,31E-05	2,44E-03	3,95E-04	1,00E-04	2,44E-03
15	Recifes de Coral	4,64E-04	1,16E-04	2,44E-03	4,33E-04	1,06E-04	2,44E-03	3,71E-04	7,85E-05	2,44E-03	3,51E-04	8,53E-05	2,44E-03
16	Bancos de rodolitos	3,58E-05	8,82E-06	1,42E-03	3,34E-05	7,44E-06	1,41E-03	1,56E-04	3,59E-05	2,09E-03	2,56E-04	6,77E-05	2,44E-03

Quadro II.13.5.2-5 - Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental, no inverno – NS-41.

CVA		Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	10085	40908	1119	8192	33391	1173	7393	28243	1059	7561	25679	960
2	Peixes	10085	40908	1119	8192	33391	1173	7393	28243	1059	7561	25679	960
3	Quelônios marinhos	1064	4136	411	829	3418	411	744	3013	411	697	2729	411
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	10085	40908	1119	8192	33391	1173	7393	28243	1059	7561	25679	960
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10085	40908	1119	8192	33391	1173	7393	28243	1059	7561	25679	960
6	Baleia-jubarte	10010	27870	772	6008	16972	710	3549	10855	538	2935	9715	475
7	Boto-cinza	1384	7309	423	998	4243	411	797	3356	411	710	2812	411
8	Peixe-boi-marinho	1064	4136	411	829	3418	411	744	3013	411	697	2729	411
9	Aves marinhas costeiras	1103	4343	411	845	3418	411	790	3203	411	767	3020	411
10	Aves marinhas oceânicas	10085	40908	1119	8192	33391	1173	7393	28243	1059	7561	25679	960
11	Praias arenosas	1067	4136	411	840	3482	411	776	3102	411	742	2878	411
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	1141	4343	411	1115	4628	411	883	3835	411	790	3189	411
13	Manguezais	1106	4474	411	866	3719	411	889	3602	411	847	3575	411
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	1067	4989	411	850	3466	411	761	3089	411	701	2755	411
15	Recifes de Coral	1172	4600	411	961	4013	411	832	3532	411	719	2918	411
16	Bancos de rodólitos	2808	10182	411	1507	5883	411	1705	6476	411	2351	9527	437

Quadro II.13.5.2-6 - Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental, no verão. n/a – não aplicável. – NS-41.

CVA		Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	15508	57556	608	13617	52331	606	12937	53462	602	10410	39843	541
2	Peixes	15508	57556	608	13617	52331	606	12937	53462	602	10410	39843	541
3	Quelônios marinhos	4540	18229	411	4289	17367	415	2551	11719	411	2324	9651	411
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	15508	57556	608	13617	52331	606	12937	53462	602	10410	39843	541
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	15508	57556	608	13617	52331	606	12937	53462	602	10410	39843	541
6	Baleia-jubarte	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	3789	16594	411	2087	8894	411	2914	13302	411	4647	18686	539
8	Peixe-boi-marinho	3754	15070	411	2087	9005	411	1807	8342	411	2193	9005	411
9	Aves marinhas costeiras	3581	14763	420	2077	10115	411	1791	8390	411	2181	8843	411
10	Aves marinhas oceânicas	15508	57556	608	13617	52331	606	12937	53462	602	10410	39843	541
11	Praias arenosas	2157	8635	411	2169	9587	411	1886	9058	411	2324	9651	411
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	2157	8843	411	2077	9005	411	1842	9058	411	2244	9346	411
13	Manguezais	2157	8635	412	2077	9115	411	1816	8635	411	2181	8894	411
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	2169	9346	411	2957	12620	411	2486	13672	411	2535	9975	411
15	Recifes de Coral	2157	8635	411	2310	9465	411	2692	12731	411	2850	11719	411
16	Bancos de rodolitos	27924	113407	706	29982	134477	710	6397	27870	477	3903	14763	411

- NS-42

Como o apresentado para a embarcação NS-41, o **Quadro II.13.5.2-7** e o **Quadro II.13.5.2-8** mostram os riscos ambientais para os CVAs, para o inverno e verão para acidentes provenientes da embarcação NS-42. Os tempos de recorrência destes riscos ambientais (período em anos – 1/risco ambiental) estão dispostos na **Quadro II.13.5.2-9** e no **Quadro II.13.5.2-10**.

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:

- Inverno e verão: Quelônios marinhos; Boto-cinza; Peixe-boi-marinho; Aves marinhas costeiras; Aves marinhas oceânicas; Praias arenosas; Planícies de maré e terraços de baixa-mar; Manguezais; Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos; Recifes de Coral; Bancos de rodolitos – 411 anos para vazamentos de VPC.

Quadro II.13.5.2-7 – Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental, para o inverno – NS-42.

CVA		Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	9,92E-05	2,36E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,89E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,41E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,76E-05	1,04E-03
2	Peixes	9,92E-05	2,36E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,89E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,41E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,76E-05	1,04E-03
3	Quelônios marinhos	9,41E-04	2,33E-04	2,44E-03	1,21E-03	2,82E-04	2,44E-03	1,35E-03	3,20E-04	2,44E-03	1,44E-03	3,53E-04	2,44E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	9,92E-05	2,36E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,89E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,41E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,76E-05	1,04E-03
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	9,92E-05	2,36E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,89E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,41E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,76E-05	1,04E-03
6	Baleia-jubarte	1,00E-04	3,46E-05	1,29E-03	1,67E-04	5,68E-05	1,41E-03	2,82E-04	8,88E-05	1,86E-03	3,41E-04	9,93E-05	2,11E-03
7	Boto-cinza	7,23E-04	1,32E-04	2,37E-03	1,00E-03	2,27E-04	2,44E-03	1,26E-03	2,87E-04	2,44E-03	1,41E-03	3,43E-04	2,44E-03
8	Peixe-boi-marinho	9,41E-04	2,33E-04	2,44E-03	1,21E-03	2,82E-04	2,44E-03	1,35E-03	3,20E-04	2,44E-03	1,44E-03	3,53E-04	2,44E-03
9	Aves marinhas costeiras	9,07E-04	2,22E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,82E-04	2,44E-03	1,27E-03	3,01E-04	2,44E-03	1,30E-03	3,19E-04	2,44E-03
10	Aves marinhas oceânicas	9,92E-05	2,36E-05	8,94E-04	1,22E-04	2,89E-05	8,52E-04	1,35E-04	3,41E-05	9,45E-04	1,32E-04	3,76E-05	1,04E-03
11	Praias arenosas	9,38E-04	2,33E-04	2,44E-03	1,19E-03	2,77E-04	2,44E-03	1,29E-03	3,11E-04	2,44E-03	1,35E-03	3,35E-04	2,44E-03
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	8,77E-04	2,22E-04	2,44E-03	8,97E-04	2,08E-04	2,44E-03	1,13E-03	2,51E-04	2,44E-03	1,27E-03	3,02E-04	2,44E-03
13	Manguezais	9,05E-04	2,16E-04	2,44E-03	1,16E-03	2,59E-04	2,44E-03	1,13E-03	2,68E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,70E-04	2,44E-03
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	9,38E-04	1,93E-04	2,44E-03	1,18E-03	2,78E-04	2,44E-03	1,31E-03	3,12E-04	2,44E-03	1,43E-03	3,50E-04	2,44E-03
15	Recifes de Coral	8,54E-04	2,10E-04	2,44E-03	1,04E-03	2,40E-04	2,44E-03	1,20E-03	2,73E-04	2,44E-03	1,39E-03	3,30E-04	2,44E-03
16	Bancos de rodólitos	3,56E-04	9,47E-05	2,44E-03	6,64E-04	1,64E-04	2,44E-03	5,87E-04	1,49E-04	2,44E-03	4,26E-04	1,01E-04	2,29E-03

Quadro II.13.5.2-8 – Risco Ambiental (oc/ano) dos Componentes de Valor Ambiental, para o verão – NS-42.

CVA		Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	6,45E-05	1,68E-05	1,65E-03	7,35E-05	1,84E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,80E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,42E-05	1,85E-03
2	Peixes	6,45E-05	1,68E-05	1,65E-03	7,35E-05	1,84E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,80E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,42E-05	1,85E-03
3	Quelônios marinhos	2,20E-04	5,29E-05	2,44E-03	2,33E-04	5,55E-05	2,41E-03	3,92E-04	8,23E-05	2,44E-03	4,31E-04	9,99E-05	2,44E-03
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	6,45E-05	1,68E-05	1,65E-03	7,35E-05	1,84E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,80E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,42E-05	1,85E-03
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	6,45E-05	1,68E-05	1,65E-03	7,35E-05	1,84E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,80E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,42E-05	1,85E-03
6	Baleia-jubarte	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
7	Boto-cinza	2,64E-04	5,81E-05	2,44E-03	4,79E-04	1,08E-04	2,44E-03	3,43E-04	7,25E-05	2,44E-03	2,15E-04	5,16E-05	1,86E-03
8	Peixe-boi-marinho	2,67E-04	6,40E-05	2,44E-03	4,79E-04	1,07E-04	2,44E-03	5,54E-04	1,16E-04	2,44E-03	4,56E-04	1,07E-04	2,44E-03
9	Aves marinhas costeiras	2,79E-04	6,53E-05	2,38E-03	4,82E-04	9,53E-05	2,44E-03	5,59E-04	1,15E-04	2,44E-03	4,59E-04	1,09E-04	2,44E-03
10	Aves marinhas oceânicas	6,45E-05	1,68E-05	1,65E-03	7,35E-05	1,84E-05	1,65E-03	7,73E-05	1,80E-05	1,66E-03	9,61E-05	2,42E-05	1,85E-03
11	Praias arenosas	4,64E-04	1,12E-04	2,44E-03	4,61E-04	1,01E-04	2,44E-03	5,31E-04	1,06E-04	2,44E-03	4,31E-04	9,99E-05	2,44E-03
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	4,64E-04	1,09E-04	2,44E-03	4,82E-04	1,07E-04	2,44E-03	5,43E-04	1,06E-04	2,44E-03	4,46E-04	1,03E-04	2,44E-03
13	Manguezais	4,64E-04	1,12E-04	2,43E-03	4,82E-04	1,06E-04	2,44E-03	5,51E-04	1,12E-04	2,44E-03	4,59E-04	1,08E-04	2,44E-03
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	4,61E-04	1,03E-04	2,44E-03	3,38E-04	7,64E-05	2,44E-03	4,02E-04	7,05E-05	2,44E-03	3,95E-04	9,67E-05	2,44E-03
15	Recifes de Coral	4,64E-04	1,12E-04	2,44E-03	4,33E-04	1,02E-04	2,44E-03	3,72E-04	7,57E-05	2,44E-03	3,51E-04	8,23E-05	2,44E-03
16	Bancos de rodólitos	3,58E-05	8,50E-06	1,42E-03	3,34E-05	7,17E-06	1,41E-03	1,56E-04	3,46E-05	2,09E-03	2,56E-04	6,53E-05	2,44E-03

Quadro II.13.5.2-9 – Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental, no inverno – NS-42.

CVA		Inverno											
		P1			P2			P3			P4		
		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	10078	42422	1119	8186	34627	1173	7388	29288	1059	7556	26629	960
2	Peixes	10078	42422	1119	8186	34627	1173	7388	29288	1059	7556	26629	960
3	Quelônios marinhos	1063	4289	411	828	3544	411	743	3125	411	697	2830	411
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	10078	42422	1119	8186	34627	1173	7388	29288	1059	7556	26629	960
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10078	42422	1119	8186	34627	1173	7388	29288	1059	7556	26629	960
6	Baleia-jubarte	10003	28901	772	6004	17600	710	3547	11257	538	2933	10075	475
7	Boto-cinza	1383	7579	423	998	4400	411	796	3480	411	709	2917	411
8	Peixe-boi-marinho	1063	4289	411	828	3544	411	743	3125	411	697	2830	411
9	Aves marinhas costeiras	1102	4503	411	844	3544	411	790	3322	411	766	3131	411
10	Aves marinhas oceânicas	10078	42422	1119	8186	34627	1173	7388	29288	1059	7556	26629	960
11	Praias arenosas	1066	4289	411	839	3611	411	776	3217	411	742	2985	411
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	1141	4503	411	1115	4800	411	883	3977	411	790	3307	411
13	Manguezais	1105	4640	411	865	3857	411	889	3735	411	846	3708	411
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	1066	5173	411	850	3594	411	760	3203	411	700	2857	411
15	Recifes de Coral	1172	4770	411	961	4161	411	832	3663	411	718	3026	411
16	Bancos de rodólitos	2806	10559	411	1506	6101	411	1703	6716	411	2350	9880	437

Quadro II.13.5.2-10 – Tempo de recorrência do dano (período em anos) para os Componentes de Valor Ambiental, no verão. n/a – não aplicável. – NS-42.

CVA		Verão											
		P1			P2			P3			P4		
		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	15498	59686	608	13608	54268	606	12929	55440	601	10403	41318	541
2	Peixes	15498	59686	608	13608	54268	606	12929	55440	601	10403	41318	541
3	Quelônios marinhos	4537	18904	411	4286	18010	415	2550	12152	411	2322	10008	411
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	15498	59686	608	13608	54268	606	12929	55440	601	10403	41318	541
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	15498	59686	608	13608	54268	606	12929	55440	601	10403	41318	541
6	Baleia-jubarte	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	3787	17208	411	2086	9223	411	2912	13795	411	4644	19377	538
8	Peixe-boi-marinho	3752	15628	411	2086	9338	411	1806	8651	411	2191	9338	411
9	Aves marinhas costeiras	3578	15309	420	2075	10489	411	1790	8701	411	2180	9170	411
10	Aves marinhas oceânicas	15498	59686	608	13608	54268	606	12929	55440	601	10403	41318	541
11	Praias arenosas	2155	8954	411	2167	9942	411	1885	9393	411	2322	10008	411
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	2155	9170	411	2075	9338	411	1840	9393	411	2242	9692	411
13	Manguezais	2155	8954	412	2075	9452	411	1815	8954	411	2180	9223	411
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	2167	9692	411	2955	13087	411	2485	14178	411	2533	10345	411
15	Recifes de Coral	2155	8954	411	2308	9815	411	2690	13202	411	2848	12152	411
16	Bancos de rodolitos	27905	117604	706	29963	139453	710	6393	28901	477	3900	15309	411

II.13.6 Relação tempo de recuperação / tempo de recorrência

II.13.6.1 Metodologia

Para avaliar se um risco ambiental é tolerável ou não, leva-se em consideração o tempo de recorrência do dano em cada CVA e o tempo de recuperação do componente ambiental ameaçado.

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).

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, 1998). 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.13.6.1-1**).

Quadro II.13.6.1-1 - 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.13.6.1-2**.

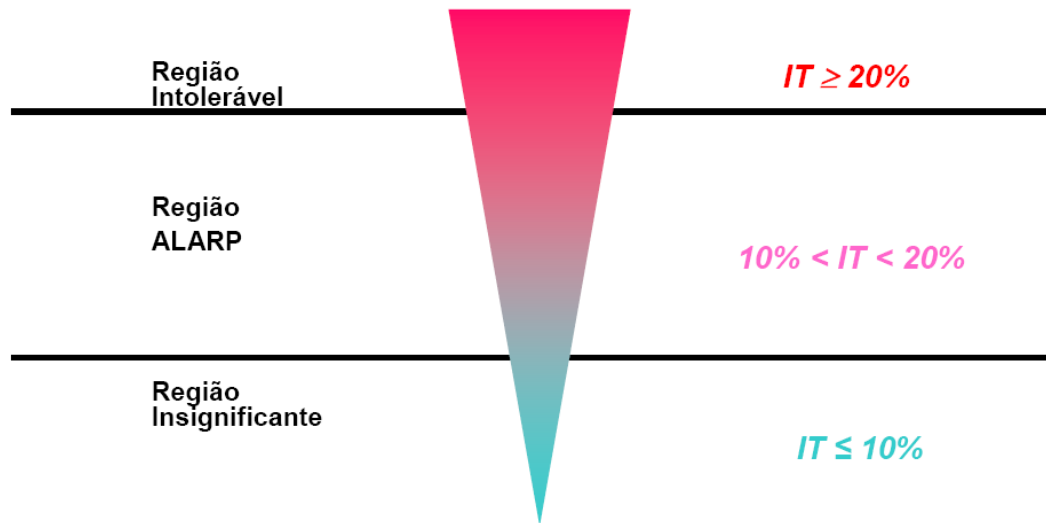
Quadro II.13.6.1-2 - Classificação de Tolerabilidade dos Riscos Ambientais em função do IT.

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 a Norsok (1998). Assim, formam-se três regiões distintas, apresentadas na **Figura II.13.6.1-1** e descritas a seguir:

- **Região Insignificante ($IT \leq 10\%$):** onde 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 ($IT > 20\%$):** onde 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;
- **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.13.6.1-1 - Exemplo ilustrativo do Critério de Tolerabilidade.

II.13.6.2 Aplicação do Método e Resultados Obtidos

- NS-41

O IT de cada CVA, para os períodos de inverno e verão, foi calculado conforme metodologia descrita no item anterior. Assim, o **Quadro II.13.6.2-1** e o **Quadro II.13.6.2-2** apresentam os ITs por CVA, por faixa de volume, ponto e para o inverno e verão, respectivamente para a embarcação NS-41.

- NS-42

Assim como apresentados para a embarcação NS-41, o IT de cada CVA, para os períodos de inverno e verão, foi calculado conforme metodologia descrita no item anterior e o **Quadro II.13.6.2-3** e o **Quadro II.13.6.2-4** apresentam os ITs por CVA, por faixa de volume, ponto e para o inverno e verão, respectivamente para a embarcação NS-42.

Quadro II.13.6.2-1 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no inverno – NS-41.

CVA	Tempo de recuperação	Inverno												
		P1			P2			P3			P4			
		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	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,10
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,10
3	Quelônios marinhos	20	1,88	0,48	4,87	2,41	0,59	4,87	2,69	0,66	4,87	2,87	0,73	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,20	0,05	1,79	0,24	0,06	1,70	0,27	0,07	1,89	0,26	0,08	2,08
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10	0,10	0,02	0,89	0,12	0,03	0,85	0,14	0,04	0,94	0,13	0,04	1,04
6	Baleia-jubarte	20	0,20	0,07	2,59	0,33	0,12	2,82	0,56	0,18	3,72	0,68	0,21	4,21
7	Boto-cinza	10	0,72	0,14	2,37	1,00	0,24	2,44	1,26	0,30	2,44	1,41	0,36	2,44
8	Peixe-boi-marinho	15	1,41	0,36	3,65	1,81	0,44	3,65	2,02	0,50	3,65	2,15	0,55	3,65
9	Aves marinhas costeiras	10	0,91	0,23	2,44	1,18	0,29	2,44	1,27	0,31	2,44	1,30	0,33	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	12	0,12	0,03	1,07	0,15	0,04	1,02	0,16	0,04	1,13	0,16	0,05	1,25
11	Praias arenosas	3	0,28	0,07	0,73	0,36	0,09	0,73	0,39	0,10	0,73	0,40	0,10	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,44	0,12	1,22	0,45	0,11	1,22	0,57	0,13	1,22	0,63	0,16	1,22
13	Manguezais	25	2,26	0,56	6,09	2,89	0,67	6,09	2,81	0,69	6,09	2,95	0,70	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,47	0,10	1,22	0,59	0,14	1,22	0,66	0,16	1,22	0,71	0,18	1,22
15	Recifes de Coral	20	1,71	0,43	4,87	2,08	0,50	4,87	2,40	0,57	4,87	2,78	0,69	4,87
16	Bancos de rodolitos	20	0,71	0,20	4,87	1,33	0,34	4,87	1,17	0,31	4,87	0,85	0,21	4,58

Quadro II.13.6.2-2 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no verão – NS-41. n/a – não aplicável.

CVA	Tempo de recuperação	Verão												
		P1			P2			P3			P4			
		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	0,16	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,17	0,01	0,00	0,18
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,17	0,01	0,00	0,18
3	Quelônios marinhos	20	0,44	0,11	4,87	0,47	0,12	4,82	0,78	0,17	4,87	0,86	0,21	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,13	0,03	3,29	0,15	0,04	3,30	0,15	0,04	3,32	0,19	0,05	3,69
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10	0,06	0,02	1,65	0,07	0,02	1,65	0,08	0,02	1,66	0,10	0,03	1,85
6	Baleia-jubarte	20	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	10	0,26	0,06	2,44	0,48	0,11	2,44	0,34	0,08	2,44	0,22	0,05	1,86
8	Peixe-boi-marinho	15	0,40	0,10	3,65	0,72	0,17	3,65	0,83	0,18	3,65	0,68	0,17	3,65
9	Aves marinhas costeiras	10	0,28	0,07	2,38	0,48	0,10	2,44	0,56	0,12	2,44	0,46	0,11	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	12	0,08	0,02	1,98	0,09	0,02	1,98	0,09	0,02	1,99	0,12	0,03	2,22
11	Praias arenosas	3	0,14	0,03	0,73	0,14	0,03	0,73	0,16	0,03	0,73	0,13	0,03	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,23	0,06	1,22	0,24	0,06	1,22	0,27	0,06	1,22	0,22	0,05	1,22
13	Manguezais	25	1,16	0,29	6,07	1,20	0,27	6,09	1,38	0,29	6,09	1,15	0,28	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,23	0,05	1,22	0,17	0,04	1,22	0,20	0,04	1,22	0,20	0,05	1,22
15	Recifes de Coral	20	0,93	0,23	4,87	0,87	0,21	4,87	0,74	0,16	4,87	0,70	0,17	4,87
16	Bancos de rodolitos	20	0,07	0,02	2,83	0,07	0,01	2,82	0,31	0,07	4,19	0,51	0,14	4,87

Quadro II.13.6.2-3 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no inverno – NS-42.

CVA	Tempo de recuperação	Inverno												
		P1			P2			P3			P4			
		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	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,10
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,09	0,01	0,00	0,10
3	Quelônios marinhos	20	1,87	0,47	4,87	2,40	0,56	4,87	2,67	0,64	4,87	2,85	0,71	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,20	0,05	1,79	0,24	0,06	1,70	0,27	0,07	1,89	0,26	0,08	2,08
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10	0,10	0,02	0,89	0,12	0,03	0,85	0,13	0,03	0,94	0,13	0,04	1,04
6	Baleia-jubarte	20	0,20	0,07	2,59	0,33	0,11	2,82	0,56	0,18	3,72	0,68	0,20	4,21
7	Boto-cinza	10	0,72	0,13	2,37	1,00	0,23	2,44	1,25	0,29	2,44	1,40	0,34	2,44
8	Peixe-boi-marinho	15	1,40	0,35	3,65	1,80	0,42	3,65	2,01	0,48	3,65	2,14	0,53	3,65
9	Aves marinhas costeiras	10	0,90	0,22	2,44	1,18	0,28	2,44	1,26	0,30	2,44	1,30	0,32	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	12	0,12	0,03	1,07	0,15	0,03	1,02	0,16	0,04	1,13	0,16	0,05	1,25
11	Praias arenosas	3	0,28	0,07	0,73	0,36	0,08	0,73	0,38	0,09	0,73	0,40	0,10	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,44	0,11	1,22	0,45	0,10	1,22	0,56	0,13	1,22	0,63	0,15	1,22
13	Manguezais	25	2,25	0,54	6,09	2,87	0,65	6,09	2,80	0,67	6,09	2,93	0,67	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,47	0,10	1,22	0,58	0,14	1,22	0,65	0,16	1,22	0,71	0,18	1,22
15	Recifes de Coral	20	1,70	0,42	4,87	2,07	0,48	4,87	2,39	0,55	4,87	2,77	0,66	4,87
16	Bancos de rodólitos	20	0,71	0,19	4,87	1,32	0,33	4,87	1,17	0,30	4,87	0,85	0,20	4,58

Quadro II.13.6.2-4 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no verão – NS-42. n/a – não aplicável.

CVA	Tempo de recuperação	Verão												
		P1			P2			P3			P4			
		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	0,16	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,17	0,01	0,00	0,18
2	Peixes	1	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,16	0,01	0,00	0,17	0,01	0,00	0,18
3	Quelônios marinhos	20	0,44	0,11	4,87	0,46	0,11	4,82	0,78	0,16	4,87	0,86	0,20	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	20	0,13	0,03	3,29	0,15	0,04	3,30	0,15	0,04	3,33	0,19	0,05	3,70
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	10	0,06	0,02	1,65	0,07	0,02	1,65	0,08	0,02	1,66	0,10	0,02	1,85
6	Baleia-jubarte	20	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	10	0,26	0,06	2,44	0,48	0,11	2,44	0,34	0,07	2,44	0,21	0,05	1,86
8	Peixe-boi-marinho	15	0,40	0,10	3,65	0,71	0,16	3,65	0,83	0,17	3,65	0,68	0,16	3,65
9	Aves marinhas costeiras	10	0,28	0,07	2,38	0,48	0,10	2,44	0,56	0,11	2,44	0,46	0,11	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	12	0,08	0,02	1,98	0,09	0,02	1,98	0,09	0,02	2,00	0,11	0,03	2,22
11	Praias arenosas	3	0,14	0,03	0,73	0,14	0,03	0,73	0,16	0,03	0,73	0,13	0,03	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	5	0,23	0,05	1,22	0,24	0,05	1,22	0,27	0,05	1,22	0,22	0,05	1,22
13	Manguezais	25	1,15	0,28	6,07	1,20	0,26	6,09	1,37	0,28	6,09	1,14	0,27	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	5	0,23	0,05	1,22	0,17	0,04	1,22	0,20	0,04	1,22	0,20	0,05	1,22
15	Recifes de Coral	20	0,92	0,22	4,87	0,86	0,20	4,87	0,74	0,15	4,87	0,70	0,16	4,87
16	Bancos de rodolitos	20	0,07	0,02	2,83	0,07	0,01	2,82	0,31	0,07	4,19	0,51	0,13	4,87

II.13.6.3 Análise dos Resultados e Conclusões

Analisando-se os ITs para todos os CVAs, épocas do ano, volumes e pontos modelados, o **Quadro II.13.6.3-1** mostra os resultados mais conservativos (maiores valores) para cada volume e época do ano, entre os 4 pontos modelados para a embarcação NS-41. Já o **Quadro II.13.6.3-2** mostra os mesmos resultados para a embarcação NS-42.

Quadro II.13.6.3-1 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no verão e inverno, considerando o resultado mais conservativo entre os pontos de modelagem – NS-41. n/a – não aplicável

CVA		Inverno			Verão		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1	Plâncton	0,01	0,00	0,10	0,01	0,00	0,18
2	Peixes	0,01	0,00	0,10	0,01	0,00	0,18
3	Quelônios marinhos	2,87	0,73	4,87	0,86	0,21	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	0,27	0,08	2,08	0,19	0,05	3,69
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	0,14	0,04	1,04	0,10	0,03	1,85
6	Baleia-jubarte	0,68	0,21	4,21	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	1,41	0,36	2,44	0,48	0,11	2,44
8	Peixe-boi-marinho	2,15	0,55	3,65	0,83	0,18	3,65
9	Aves marinhas costeiras	1,30	0,33	2,44	0,56	0,12	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	0,16	0,05	1,25	0,12	0,03	2,22
11	Praias arenosas	0,40	0,10	0,73	0,16	0,03	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	0,63	0,16	1,22	0,27	0,06	1,22
13	Manguezais	2,95	0,70	6,09	1,38	0,29	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	0,71	0,18	1,22	0,23	0,05	1,22
15	Recifes de Coral	2,78	0,69	4,87	0,93	0,23	4,87
16	Bancos de rodolitos	1,33	0,34	4,87	0,51	0,14	4,87

Quadro II.13.6.3-2 – Índice de tolerabilidade (%) para os CVAs no verão e inverno, considerando o resultado mais conservativo entre os pontos de modelagem – NS-42. n/a – não aplicável

CVA		Inverno			Verão		
		8 m ²	200 m ³	VPC	8 m ²	200 m ³	VPC
1	Plâncton	0,01	0,00	0,10	0,01	0,00	0,18
2	Peixes	0,01	0,00	0,10	0,01	0,00	0,18
3	Quelônios marinhos	2,85	0,71	4,87	0,86	0,20	4,87
4	Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica	0,27	0,08	2,08	0,19	0,05	3,70
5	Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene	0,13	0,04	1,04	0,10	0,02	1,85
6	Baleia-jubarte	0,68	0,20	4,21	n/a	n/a	n/a
7	Boto-cinza	1,40	0,34	2,44	0,48	0,11	2,44
8	Peixe-boi-marinho	2,14	0,53	3,65	0,83	0,17	3,65
9	Aves marinhas costeiras	1,30	0,32	2,44	0,56	0,11	2,44
10	Aves marinhas oceânicas	0,16	0,05	1,25	0,11	0,03	2,22
11	Praias arenosas	0,40	0,10	0,73	0,16	0,03	0,73
12	Planícies de maré e terraços de baixa-mar	0,63	0,15	1,22	0,27	0,05	1,22
13	Manguezais	2,93	0,67	6,09	1,37	0,28	6,09
14	Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos	0,71	0,18	1,22	0,23	0,05	1,22
15	Recifes de Coral	2,77	0,66	4,87	0,92	0,22	4,87
16	Bancos de rodolitos	1,32	0,33	4,87	0,51	0,13	4,87

Ao se analisar estes ITs, observa-se que:

- Para os CVAs Plâncton e Peixes, **Figura II.13.6.3-1** e **Figura II.13.6.3-2**, os maiores valores de IT (0,18 – VPC verão NS-41 e NS-42) são relativamente baixos, correspondendo no máximo a 1,8% do limite de significância;
- Para os CVAs Quelônios, Aves Marinhas e Aves Costeiras, **Figura II.13.6.3-3** e **Figura II.13.6.3-4**, os maiores valores de IT foram obtidos para os quelônios, tanto no inverno quanto no verão, em vazamentos de VPC. Para ambas as embarcações, este valor máximo (4,87) representa aproximadamente 49% do índice de significância, que é de 10. Estes valores, embora relativamente altos, estão abaixo do limite de significância estabelecido pela metodologia proposta. Para as aves marinhas, os maiores valores foram obtidos para as aves costeiras

(2,44 – VPC verão/inverno NS-41 e NS-42) que representam cerca de 24% do valor de insignificância. Para as aves marinhas oceânicas, os valores máximos são ligeiramente inferiores aos observados para as aves costeiras – 2,22 VPC verão NS-41 e NS-42;

- Para os CVAs de Cetáceos e Sirênios - **Figura II.13.6.3-5** e **Figura II.13.6.3-6**, todos os valores de IT estiveram abaixo do índice de significância. Os maiores valores foram obtidos para o CVA Baleia Jubarte, no inverno em VPC – 4,21 NS-41 e NS-2. Estes valores representam aproximadamente 42% do valor do índice de significância. Para os demais CVAs, os maiores valores ficaram, em sequência para: Peixe-Boi; Boto-Ciza; Cachalote, Baleia-de-Bryde, Baleia-minke-anã e Baleia-minke-antártica e, por fim Golfinho-de-dentes-rugosos, Golfinho-nariz-de-garrafa, Golfinho-pintado-pantropical, Golfinho-rotador e Golfinho-de-Clymene, todos com valores de IT abaixo do valor de significância;
- Para os CVAs de Ecossistemas Costeiros, **Figura II.13.6.3-7** e **Figura II.13.6.3-8**, todos os valores de IT estiveram abaixo do índice de significância, sendo que os CVAs Praias arenosas, Planícies de maré e terraços de baixa-mar e Terraços de abrasão, recifes areníticos e outros substratos naturais consolidados não-biogênicos foram os que tiveram menores valores, correspondendo no máximo a aproximadamente 12% do índice de significância, no verão e no inverno, para vazamentos de VPC, para as embarcações NS-41 e NS-42. Para os CVAs Recifes de Coral e Bancos de rodolitos, os valores foram relativamente maiores, contudo ainda abaixo do índice de significância - para ambas as embarcações este valor máximo (4,87) representa aproximadamente 49% do índice de significância. Para o CVA Manguezais, que é o CVA com maior tempo de recuperação (25 anos) os valores máximos de IT foram de 6,09 para VPC, verão e inverno, NS-41 e NS-42. Este valor representa cerca de 61% do índice de significância.

CVAs Plâncton e Peixes - NS-41

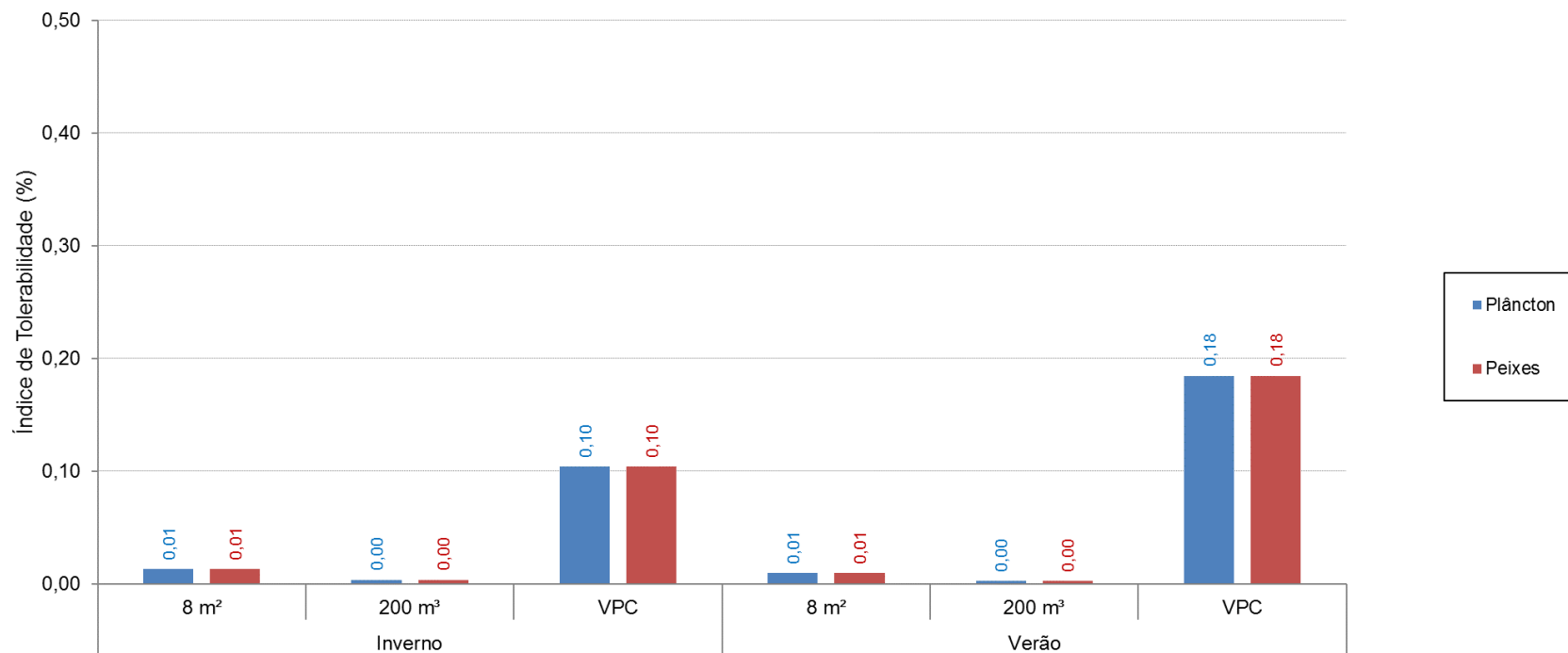


Figura II.13.6.3-1 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Plâncton e Peixes – NS-41.

CVAs Plâncton e Peixes - NS-42

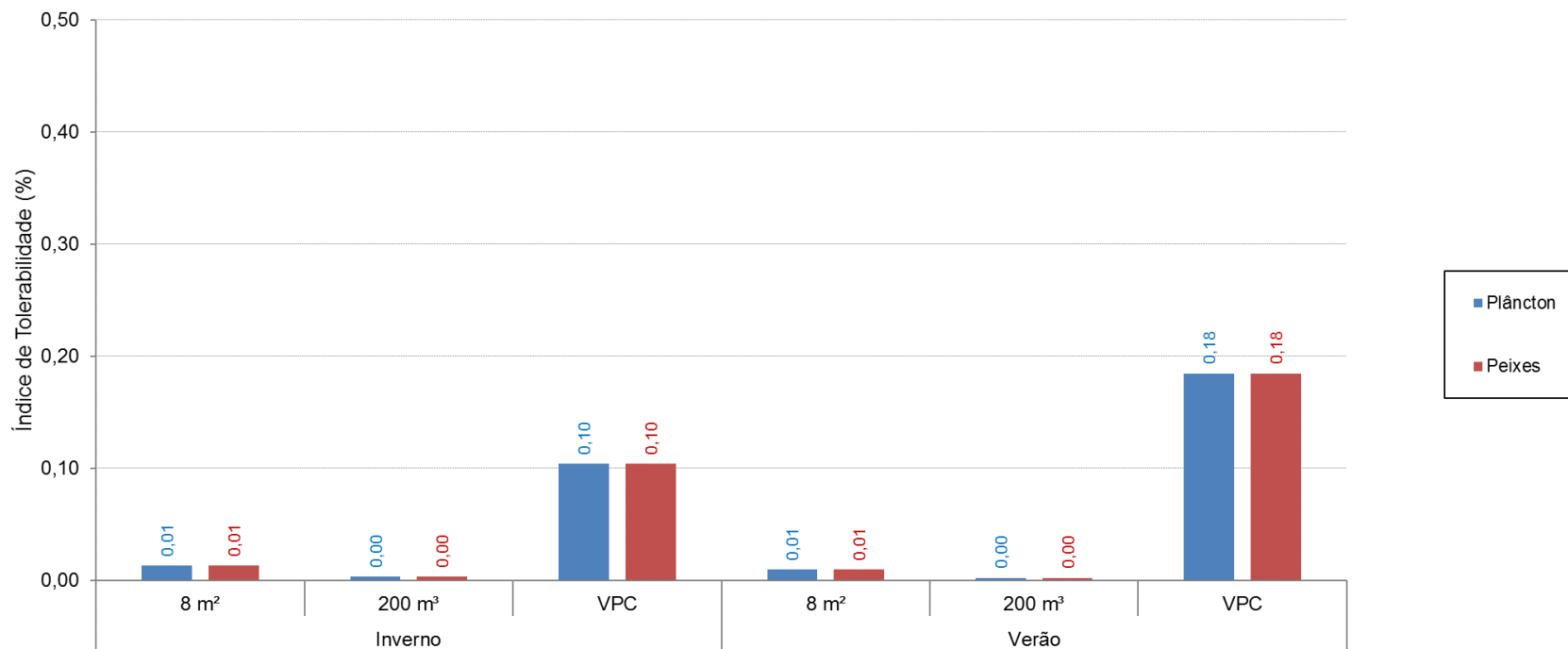


Figura II.13.6.3-2 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Plâncton e Peixes – NS-42.

CVAs Quelônios e Aves marinhas - NS-41

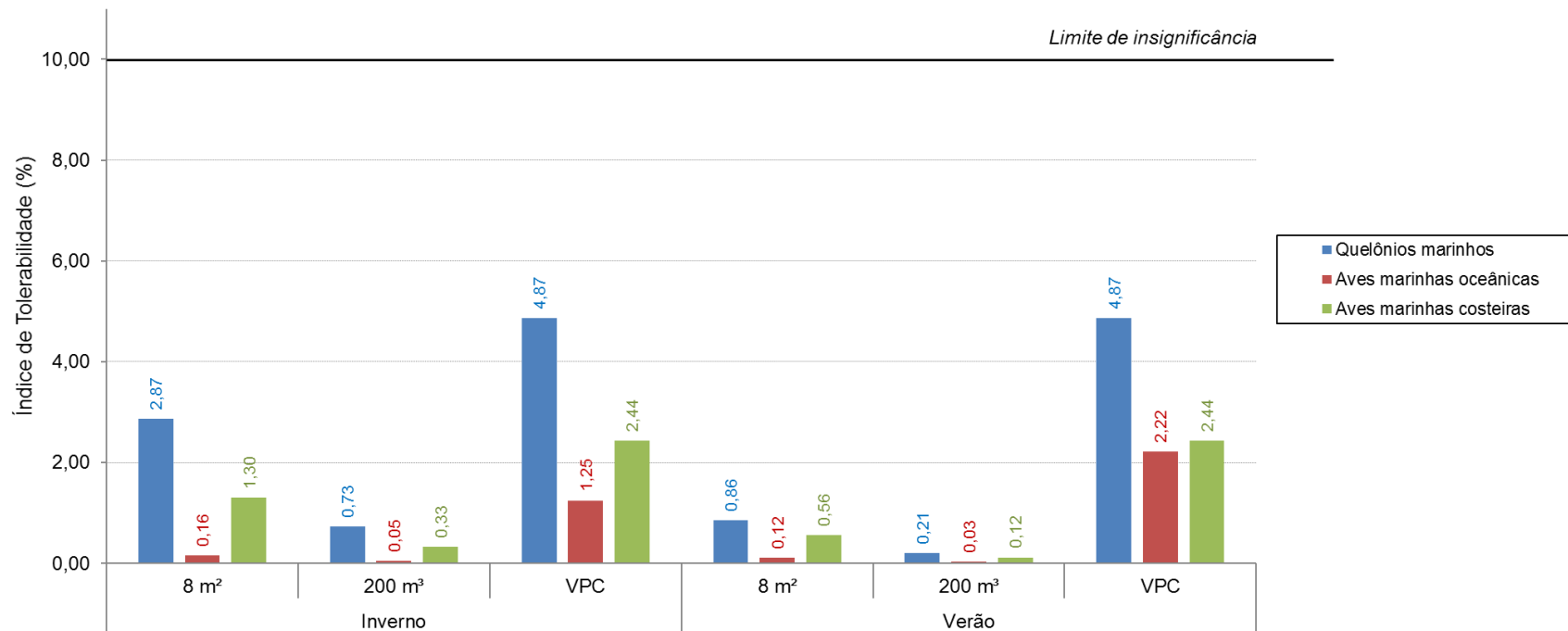


Figura II.13.6.3-3 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Quelônios, Aves marinhas costeiras e Aves marinhas pelágicas – NS-41.

CVAs Quelônios e Aves marinhas - NS-42

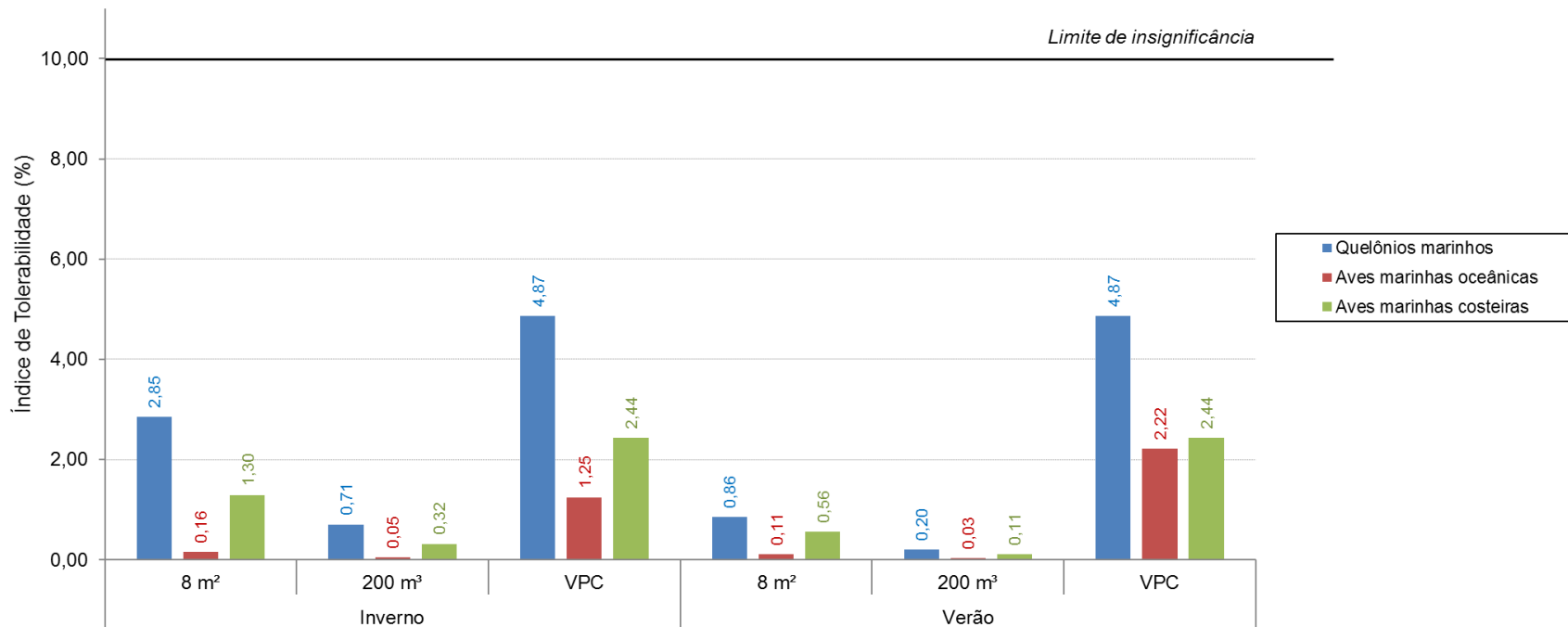


Figura II.13.6.3-4 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs Quelônios, Aves marinhas costeiras e Aves marinhas pelágicas – NS-42.

CVAs de Cetáceos e Sirênios - NS-41

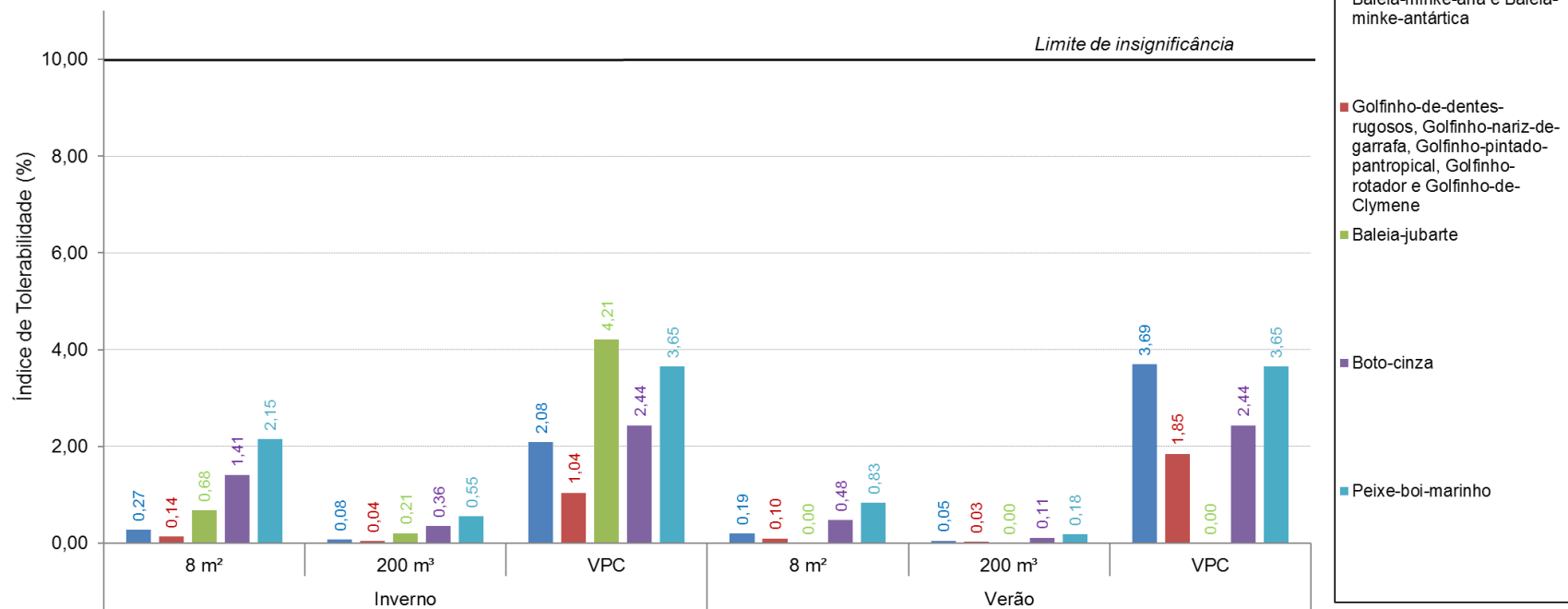


Figura II.13.6.3-5 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Cetáceos e Peixe-boi – NS-41.

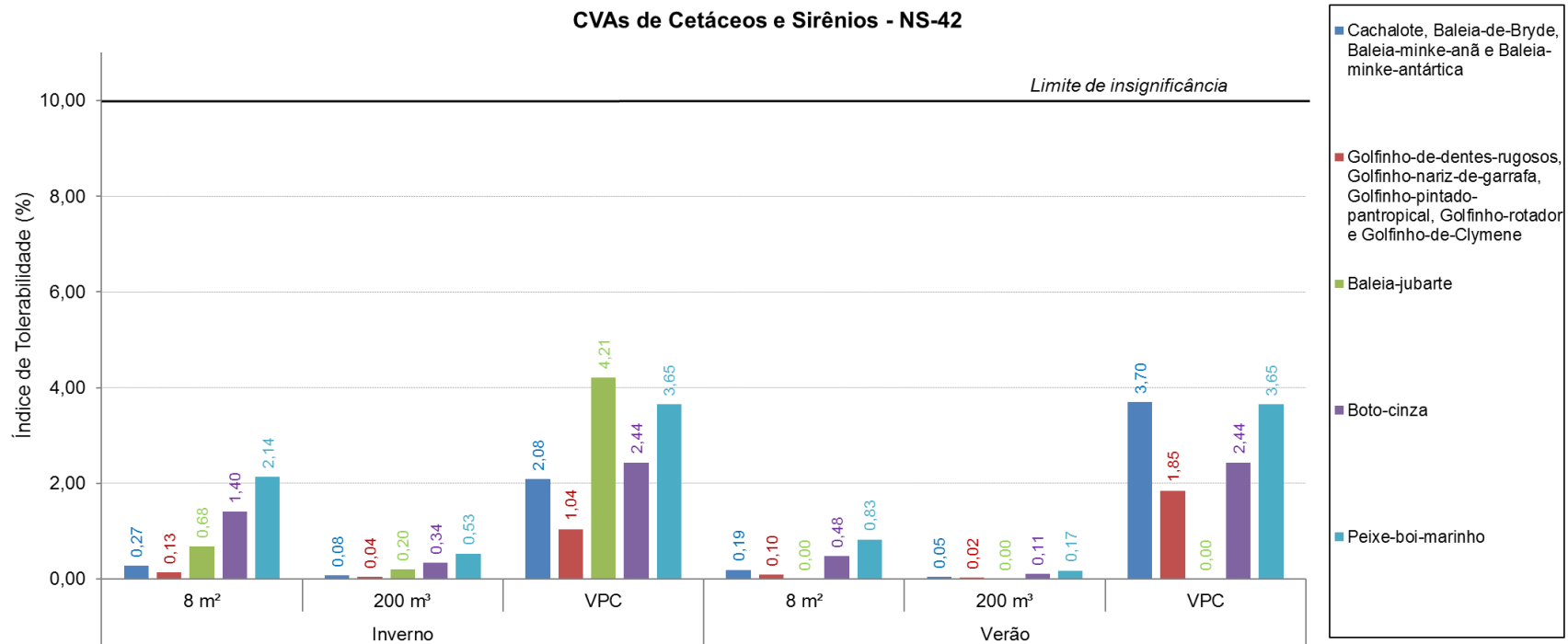


Figura II.13.6.3-6 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Cetáceos e Peixe-boi – NS-42.

Ecosistemas - NS-41

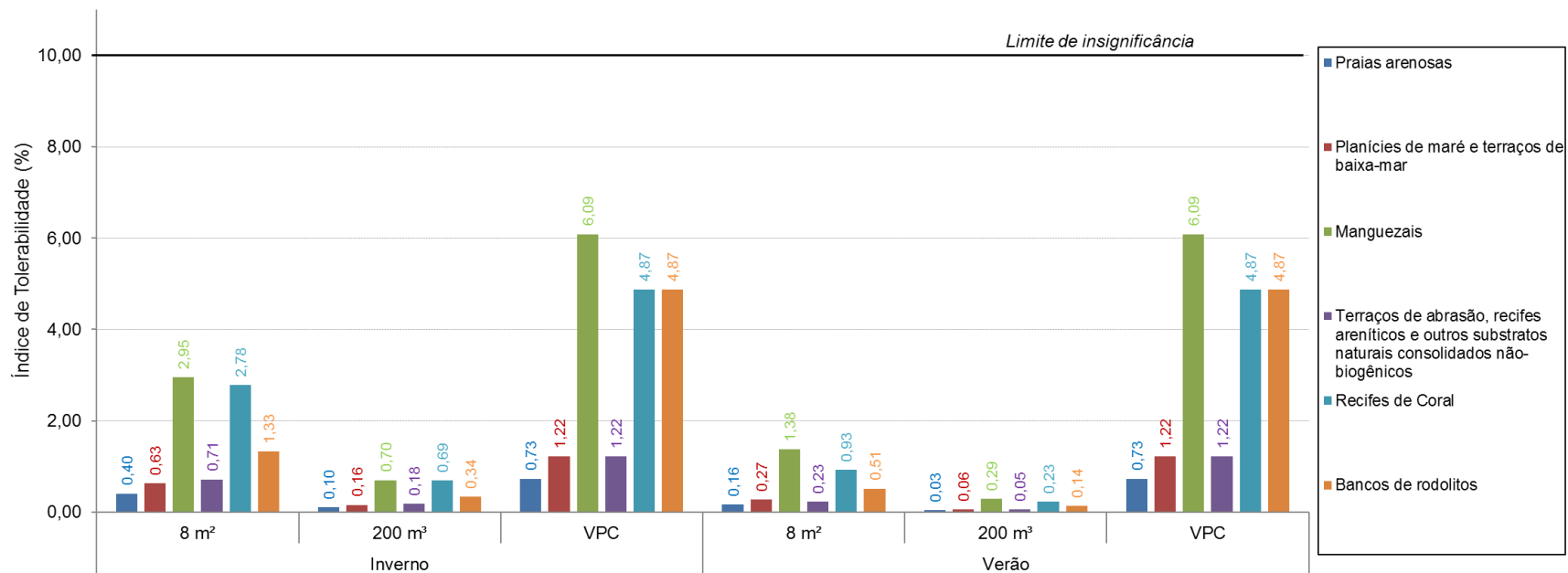


Figura II.13.6.3-7 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Ecosistemas – NS-41.

Ecosistemas - NS-42

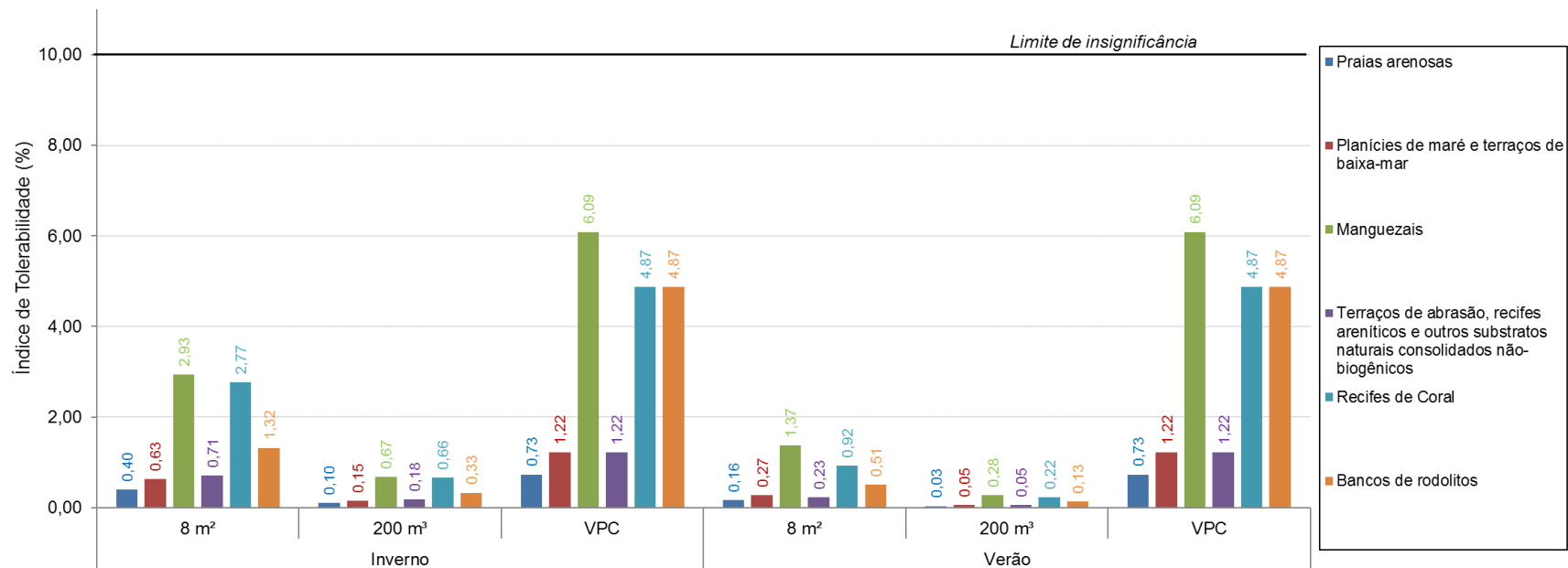


Figura II.13.6.3-8 - Índices de tolerabilidade (%) para os CVAs de Ecosistemas – NS-42.

II.13.7 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 nas Unidades de Perfuração Marítima. É sabido através de bases estatísticas que existe a probabilidade de 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 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 61% do valor de limite de insignificância. Estes valores sugerem uma atenção especial às áreas com maiores probabilidades de toque neste CVA. Conforme apresentado na Análise de

Vulnerabilidade e no item II.13.4, no período de inverno os manguezais entre os municípios de Maxaranguape – RN e Recife – PE apresentam alta vulnerabilidade e devem ser consideradas áreas prioritárias em caso de emergência. O mesmo se aplica para os manguezais entre os municípios de Senador Georgino Avelino – RN e Porto das Pedras – AL, em período de verão.

II.13.8 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.13.8.1 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.13.8.1-1** a seguir sintetiza as medidas preventivas e mitigadoras previstas para os cenários definidos anteriormente.

Quadro II.13.8.1-1 - Medidas do Plano de Gerenciamento de Riscos para as hipóteses acidentais da sonda NS-41.

Número	Hipóteses Acidentais	Descrição
M1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26	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, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	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, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	Seguir procedimento de contratação de mão de obra qualificada
M4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28	Seguir os Procedimentos Operacionais estabelecidos para cada atividade, tais como: <ul style="list-style-type: none"> - Observação contínua de radar - Seguir os procedimentos operacionais <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - Programa do teste do poço
M5	5, 6, 23, 24	Seguir programa de treinamento e atualização dos operadores
M6	7, 8, 9, 10, 11, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28	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	Seguir procedimento de registro e investigação das causas do acidente
M8	7, 8, 9, 10, 11, 18, 23	Acionar o <i>Ship Oil Pollution Emergency Plan</i> – SOPEP
M9	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28	Acionar o Plano de Emergência Individual – PEI e/ou Plano de Emergência para Vazamento de Óleo na Área Geográfica correspondente, caso óleo atinja o mar
M10	27	Seguir o procedimento para desativação temporária dos poços conforme a portaria da ANP N° 25/2002
M11	20, 21, 23, 24, 25, 26, 28	Acionar o Plano de Emergência da Unidade Marítima de Perfuração / Embarcação

Quadro II.13.8.1-2 - Medidas do Plano de Gerenciamento de Riscos para as hipóteses acidentais da sonda NS-42.

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, 23, 24, 25, 26, 27	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, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	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, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	Seguir procedimento de contratação de mão de obra qualificada
M4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29	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, 24, 25	Seguir programa de treinamento e atualização dos operadores
M6	7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29	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	Seguir procedimento de registro e investigação das causas do acidente
M8	7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 24	Acionar o <i>Ship Oil Pollution Emergency Plan</i> – SOPEP
M9	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29	Acionar o Plano de Emergência Individual – PEI e/ou Plano de Emergência para Vazamento de Óleo na Área Geográfica correspondente, caso óleo atinja o mar
M10	28	Seguir o procedimento para desativação temporária dos poços conforme a portaria da ANP N° 25/2002
M11	21, 22, 24, 25, 26, 27, 29	Acionar o Plano de Emergência da Unidade Marítima de Perfuração / Embarcação

II.13.8.2 Riscos Residuais

Como nestas Unidades de Perfuração todas as medidas/recomendações sugeridas já são normalmente adotadas pela PETROBRAS e OOG UNP (ODEBRECHT ÓLEO E GÁS – UNIDADE DE NEGÓCIOS PERFURAÇÃO), 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.13.8.3 Programa de Gerenciamento de Riscos

No **Anexo II.13.8.3-1**, estão apresentados os Planos de Gerenciamento de Riscos - PGR da OOG UNP para as Unidades Marítimas de Perfuração NS-41 (ODN I) e NS-42 (ODN II) aprovados pela PETROBRAS.

No **Anexo II.13.8.3-2** são apresentadas as planilhas das Matrizes de Gerenciamento de Riscos associando as Medidas de Gerenciamento de Riscos identificadas nas APPs, os equipamentos pertinentes, os Procedimentos e as Normas verificadas nas Unidades Marítimas de Perfuração NS-41 (ODN I) e NS-42 (ODN II).