

II.8.3 - IDENTIFICAÇÃO DOS EVENTOS PERIGOSOS

II.8.3.1 - Metodologia

A identificação dos eventos iniciadores de acidentes de forma organizada e sistemática foi efetuada através de planilhas usualmente empregadas na Análise de Perigos, conforme apresentadas no Anexo II.8-1 deste relatório.

A partir destas planilhas, foram identificadas, para cada subsistema, as Hipóteses Acidentais (HA), suas causas e efeitos. Neste trabalho, cada Hipótese Acidental (conforme numerado nas planilhas) é definida como um conjunto formado pelo perigo identificado, por suas causas, e todos os efeitos físicos possíveis respectivamente decorrentes. Os efeitos físicos foram listados de maneira aglutinada, sem atribuição de probabilidades específicas de ocorrência a cada um deles.

Nesta análise não foram consideradas, apenas, aquelas HA's que causassem uma emissão direta para o meio-ambiente, dado que a maioria dos acidentes resulta de uma seqüência de eventos, cuja causa inicial pode ser insignificante para o meio ambiente, mas que desdobrada pode levar a outros efeitos mais sérios.

Foram, então, considerados os pequenos e grandes vazamentos capazes de resultar em evolução do acidente, num escalonamento, cujos efeitos encontram-se resumidos no Quadro II.8.3-1. Os efeitos foram estimados em função das dimensões do acidente e do ambiente onde ocorrem, com base em análise de instalações similares e na experiência dos componentes do grupo de trabalho.

Quadro II.8.3-1 - Avaliação da possibilidade de evolução de acidentes.

INTENSIDADE DO VAZAMENTO	ÁREA	POSSÍVEIS EFEITOS
Pequeno	Aberta	Nenhum
Pequeno	Fechada	Efeitos físicos (ex. incêndios, explosões, etc.) com possibilidade de propagação.
Grande	Aberta ou fechada	Efeitos físicos com possibilidade de propagação.

Para a avaliação dos efeitos físicos foi considerada a existência de possíveis fontes de ignição e, para uma possível propagação dos efeitos para outros locais da unidade/embarcação, foi considerada a existência ou não de um inventário significativo de material inflamável nas proximidades dos pontos de vazamento.

Ou seja, existindo possíveis fontes de ignição, supõe-se que haverá ignição do material liberado que, dependendo do ambiente ser fechado ou não e de haver uma quantidade significativa de material inflamável ou não, implicará em determinada severidade de conseqüências.

Foi considerado, neste estudo, que todos os grandes vazamentos poderão sofrer ignição, dada a presença de diversas fontes de ignição em plataformas ou em FSO's deste tipo, podendo levar à máxima severidade de efeitos físicos. Porém, para os pequenos vazamentos, apenas aqueles que ocorram em áreas fechadas estarão sujeitos a propagarem-se para outros focos.

Para fins de avaliação das freqüências de ocorrência dos eventos iniciadores identificados, foram utilizadas diversas fontes de dados, como por exemplo: OREDA, AIChE, Technica, WOAD (Quadro II.8.3-2). Outras freqüências de ocorrência foram estimadas qualitativamente.

Quadro II.8.3-2 - Freqüências anuais de falhas.

COMPONENTE	PEQUENO VAZAMENTO	GRANDE VAZAMENTO
Estrutura / embarcação		3,2E-03 (ruptura devido à colisão)
Estrutura/tubulações/ equipamentos		5,0E-03 (ruptura devido à queda de carga)
Riser	9,0E-06/m	6,0E-07/m
Tubulação	2,8E-07 L/C	2,2E-08 L/C
Juntas de expansão	3,0E-02	5,0E-04
Filtro	1,0E-02	-
Flange / Conexões	8,80E-05	-
Válvula esfera	1,0E-02	3,0E-05
Válvula globo / agulha	3,0E-03	3,0E-05
Válvula de retenção	5,0E-04	2,0E-05
Válvula de alívio	3,0E-02	2,0E-04
Tomada de instrumento	5,0E-04	2,0E-05
Trocador de calor	3,0E-03	2,0E-05
Vasos	1,0E-04	1,0E-05
Bombas (selo)	5,0E-03	2,0E-05

Para fins de avaliação das freqüências de ocorrência de determinados cenários e de classificação e ordenação quanto à criticidade destes, onde foram considerados possíveis desdobramentos e propagação dos efeitos iniciais, adotou-se as probabilidades de ignição e desdobramentos relacionadas no Quadro II.8.3-3.

Quadro II.8.3-3 - Possibilidade de desdobramento de vazamentos.

VAZAMENTO	POSSIBILIDADE DE DESDOBRAMENTO
Pequeno	0,01
Grande	0,1

Ou seja, dada a ocorrência de pequenos (em áreas confinadas ou semi-confinadas) ou grandes vazamentos, na presença de fontes de ignição e de um inventário significativo de substância inflamável nas proximidades, considerou-se que, para os grandes vazamentos, a probabilidade de ignição e de escalonamento resultando em determinados efeitos físicos seria de 10%. Para pequenos vazamentos esta seria de 1%.

Tais fatores foram baseados em alguns valores retirados da literatura aplicada, tais como *HSE* e *E&P Forum*, e, embora imprecisos, visam a hierarquização, ao nível qualitativo, dos vários cenários identificados no estudo.

Categorias de Freqüência e de Severidade

A classificação de uma dada Hipótese Acidental é função de dois parâmetros básicos: *freqüência* e *severidade*. Estes dois parâmetros são combinados através da Matriz de Risco, seguindo os critérios apresentados a seguir.

a) Categorias de Freqüência

As Hipóteses Acidentais são classificadas em categorias de freqüência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da freqüência esperada de ocorrência, para cada uma das HA's identificadas, conforme mostrado no Quadro II.8.3-4 abaixo.

Quadro II.8.3-4 - Categorias de frequência.

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA (OC./ANO)	DESCRIÇÃO
A	Extremamente Remota	$F < 10^{-5}$	Não deverá ocorrer durante a vida útil da instalação. Não há registro anterior de ocorrência.
B	Remota	$10^{-5} \leq F < 10^{-3}$	Não esperado que ocorra durante a vida útil da instalação.
C	Improvável	$10^{-3} \leq F < 10^{-2}$	Improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
D	Provável	$10^{-2} \leq F \leq 10^{-1}$	Provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
E	Freqüente	$F > 10^{-1}$	Esperado que ocorra, pelo menos, uma vez durante a vida útil da instalação.

b) Categorias de Severidade

A *severidade* representa uma mensuração do impacto esperado associado a um determinado cenário. É o resultado da combinação de diversos elementos, tais como o produto envolvido, o inventário (ou capacidade da fonte) disponível para liberação, a possibilidade de propagação, confinamento, e outros. São consideradas 05 (cinco) categorias de severidade, conforme representadas no Quadro II.8.3-5.

Quadro II.8.3-5 - Categorias de severidade.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
1	Nenhum impacto à plataforma ou ao meio ambiente.
2	Impacto restrito à plataforma: eventos cujos impactos se restrinjam ao módulo/compartimento em que ocorrem, ou se restrinjam aos limites da plataforma após a ocorrência de escalonamento, devido à presença de pequeno inventário de substância inflamável em suas proximidades.
3	Impacto ao meio ambiente devido a liberações diretas até 8 m ³ de óleo ao mar.
4	Impacto ao meio ambiente devido a liberações diretas acima de 8 até 200 m ³ de óleo ao mar.
5	Impacto ao meio ambiente: aqueles eventos cujos impactos resultem em liberações diretas ao mar (maiores de que 200 m ³) ou decorram do escalonamento de eventos devido à presença de grandes inventários de substância inflamável em suas proximidades.

c) Categorias de Risco

Combinando-se as categorias de *freqüência* com as de *severidade*, obtém-se uma indicação qualitativa do nível de risco de cada um dos cenários identificados.

A matriz de risco (Quadro II.8.3-6) apresentada a seguir classifica os cenários de Risco Crítico (RC), Risco Moderado (RM) e Risco Não-crítico (RNC).

Após as planilhas listando os perigos identificados para cada um dos sistemas analisados, são apresentadas matrizes, onde os números dos cenários são classificados de acordo com as respectivas categorias de riscos.

Quadro II.8.3-6 - Categorias de risco.

		SEVERIDADE				
		1	2	3	4	5
FREQÜÊNCIA	E	RNC	RNC	RC	RC	RC
	D	RNC	RNC	RM	RC	RC
	C	RNC	RNC	RM	RM	RC
	B	RNC	RNC	RM	RM	RC
	A	RNC	RNC	RNC	RM	RM

LEGENDA:

<u>Freqüência:</u>	<u>Severidade:</u>	<u>Risco:</u>
A = Extremamente Remota	1 = Nenhum impacto ao meio ambiente	RC = Risco Crítico
B = Remota	2 = Impacto restrito à plataforma.	RM = Risco Moderado
C = Improvável	3 = Vazamento de óleo de até 8 m ³	RNC = Risco Não-Crítico
D = Provável	4 = Vazamento de óleo entre 8 m ³ e 200 m ³	
E = Freqüente	5 = Vazamento de óleo maior que 200 m ³	

II.8.3.2 - Resultados

Subsistemas Considerados

Com o objetivo de facilitar o estudo, o empreendimento foi dividido em subsistemas e esses divididos em trechos distintos, os quais foram estudados separadamente. A seguir, são indicados os sistemas e trechos citados nas Planilhas APR, apresentadas no Anexo II.8-1.

- PRA-1

Especificamente para as atividades previstas para a PRA-1, serão utilizados dez (10) subsistemas, cuja função básica encontra-se descrita ao lado:

- ★ **Subsistema 1 – Linhas Submarinas de Óleo:** compreende o trecho localizado entre a válvula submarina e a chegada na plataforma, de todas as linhas de escoamento de óleo relacionadas com o recebimento e transferência de óleo, incluindo os umbilicais.
- ★ **Subsistema 2 – Sistema de Óleo:** compreende o coletor de sucção de óleo, recebedores de *pig*, bombas de transferência de óleo.
- ★ **Subsistema 3 – Sistema de Recebimento / Transferência de Gás:** compreende desde a linha de recebimento de gás proveniente do PLAEM-1 de Roncador até a linha de transferência de gás para este mesmo PLAEM. É composto pela SDV submarina, linhas submarinas, pelo recebedor e lançador de *pig* e a linha até a SDV de entrada do sistema de gás combustível. Compreende também a linha de 4” que transferirá gás da PRA-1 para o FSO.
- ★ **Subsistema 4 – Sistema de Gás Combustível:** compreende todos os equipamentos associados ao tratamento de gás, até a chegada aos consumidores finais.
- ★ **Subsistema 5 – Utilidades:** compreende todos os equipamentos associados à geração de energia, estocagem de óleo diesel e de produtos químicos.
- ★ **Subsistema 6 – Drenagem Fechada:** compreende todos os equipamentos associados ao Sistema de Drenagem Fechada.
- ★ **Subsistema 7 – Tratamento de Água de Drenagem Aberta:** compreende todos os equipamentos associados ao recebimento e tratamento de produtos coletados no Sistema de Drenagem Aberta.
- ★ **Subsistema 8 – Sistema de Vent:** compreende todos os equipamentos associados ao envio de gás para o *Multi-vent* e *Vent Atmosférico*.
- ★ **Subsistema 9 – Recebimento de Diesel e Transferência de Óleo:** compreende todas as linhas associadas ao envio e recebimento de produtos na PRA-1, exceto as linhas de gás, incluindo as linhas de transferência de óleo para o FSO e as de recebimento de diesel.
- ★ **Subsistema 10 – Agentes Externos:** contempla outros tipos de acidentes que não estão diretamente relacionados ao processo em si, incluindo fatores climáticos, queda de aeronaves, colisões com

embarcações e vazamentos no Barco de Apoio durante transbordo para PRA-1.

a) *Subsistema 01 – Linhas Submarinas de Óleo*

- ★ **Trecho 1.1** – Linhas de Recebimento de óleo, desde o fundo do mar, na PRA-1, até o conector do *riser*, no *Cellar Deck*;
- ★ **Trecho 1.2** – Linhas Umbilicais.

b) *Subsistema 02 – Sistema de Óleo*

- ★ **Trecho 2.1** – Linha de óleo, do conector do *riser* até a entrada das bombas de transferência, incluindo os recebedores de *pig* e o coletor de sucção;
- ★ **Trecho 2.2** – Linha de óleo da descarga das bombas, incluindo a estação de medição e o lançador de *pig*.

c) *Subsistema 03 – Sistema de Recebimento / Transferência de Gás*

- ★ **Trecho 3.1** – Linha de gás, da SDV submarina junto à PRA-1 até o recebedor de *pig* na PRA-1, incluindo o conector do *riser* no *Cellar Deck*;
- ★ **Trecho 3.2** – Linha de gás, da saída do recebedor de *pig* até a SDV submarina na linha de transferência para o PLAEM-1 de Roncador, incluindo o lançador de *pig* e a saída para o Sistema de Gás Combustível;
- ★ **Trecho 3.3** – Linha de gás de 4", da saída de PRA-1 para o FSO, com bloqueios nos pontos de chegada e saída.

d) *Subsistema 04 – Sistema de Gás Combustível*

- ★ **Trecho 4.1** – Linha de gás, da SDV de gás combustível até a saída do aquecedor gás –gás (P-513501 A/B), passando pelo aquecedor elétrico de gás (P-513502 A/B) e a primeira válvula redutora de pressão;

- ★ **Trecho 4.2** – Linha de gás, da saída do aquecedor gás/gás (P-513501 A/B), até os consumidores finais, passando pela segunda válvula redutora de pressão e o vaso de gás combustível (V-513501 A/B);
- ★ **Trecho 4.3** – Linha de condensado, do vaso de gás combustível (V-513501 A/B) até a linha de transferência de óleo cru.

e) *Subsistema 05 – Utilidades (Geração de Energia, Diesel, Produtos Químicos)*

- ★ **Trecho 5.1** – Armazenamento e Injeção de Produtos Químicos;
- ★ **Trecho 5.2** – Armazenamento e Injeção de Óleo Diesel.

f) *Subsistema 06 – Drenagem Fechada*

- ★ **Trecho 6.1** – Linha de óleo, dos pontos de drenagem fechada e de saída do vaso de *Vent* (V-541501) até a sucção das bombas de transferência, passando pelos vasos de Slop (V-533601 A/B) e as bombas B-533601 A/B.

g) *Subsistema 07 – Tratamento de Água de Drenagem Aberta*

- ★ **Trecho 7.1** – Linha de água oleosa, dos drenos abertos ao Tanque de Drenagem de Hidrocarbonetos (TQ-533601);
- ★ **Trecho 7.2** – Linha de drenagem de diesel, dos tanques de diesel até o Tanque de Drenagem de Diesel (TQ-533602);
- ★ **Trecho 7.3** – Linha de água oleosa, dos pontos de Drenagem de áreas classificadas e não-classificadas até o caisson (TD-533601);
- ★ **Trecho 7.4** – Linha de água, do caisson para o mar, passando pelo analisador de óleo na água;
- ★ **Trecho 7.5** – Linhas de óleo / água oleosa, dos tanques de drenagem e do caisson para o vaso de slop, passando pelas bombas B-533602 A/B, B-533603 A/B e B-533604 A/B.

h) *Subsistema 08 – Sistema de Vent*

- ★ **Trecho 8.1** – Dos vasos de processo e lançadores / recebedores de pig ao *multi-vent*, passando pelo vaso de *vent* (V-541501);
- ★ **Trecho 8.2** – Dos vasos de slop até o *vent* atmosférico.

i) *Subsistema 09 – Recebimento de Diesel e Transferência de Óleo*

- ★ **Trecho 9.1** – Linha de transferência de óleo, da saída do lançador de pig até o FSO;
- ★ **Trecho 9.2** – Mangote flexível para carga de diesel.

j) *Subsistema 10 – Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio*

- ★ **10.1** – Colisão com Helicópteros;
- ★ **10.2** – Colisão com Barcos de Apoio;
- ★ **10.3** – Colisão com Navio Aliviador;
- ★ **10.4** – Vazamento no Barco de Apoio no transbordo para a PRA-1.

- *FSO e Monobóias*

Especificamente para as atividades previstas para o FSO e monobóias serão utilizados 7 (sete) subsistemas, cuja função básica encontra-se descrita abaixo:

- ★ **Subsistema 11 – Linhas Submarinas de Recebimento:** compreende todas as linhas de escoamento de óleo relacionadas com o recebimento de óleo e gás no FSO, incluindo os umbilicais e o *Turret*.
- ★ **Subsistema 12 – Tancagem:** compreende as linhas no convés e os tanques de carga do FSO.
- ★ **Subsistema 13 – Sistema de Transferência de Óleo e Recebimento de Diesel no FSO:** compreende as bombas de transferência, localizadas nos tanques de carga, as linhas de transferência até as monobóias e o

Sistema de *Offloading* do FSO para o Navio Aliviador. Compreende, ainda, os mangotes de recebimento de diesel.

- ★ **Subsistema 14 – Sistema de Transferência de Óleo através da Monobóia:** compreende o *swivel* e os mangotes de ligação da monobóia com o Navio Aliviador.
- ★ **Subsistema 15 – Sistema de Recebimento de Gás:** compreende desde o conector do *riser* de recebimento de gás da PRA-1 até os consumidores finais, incluindo o gerador de emergência e o gerador de gás inerte.
- ★ **Subsistema 16 – Drenagem:** compreende os equipamentos associados ao Sistema de Drenagem do FSO.
- ★ **Subsistema 17 – Agentes Externos:** contempla outros tipos de acidentes que não estão diretamente relacionados ao processo em si, incluindo fatores climáticos, afundamento do FSO e monobóias, queda de aeronaves, colisões com embarcações e vazamentos no Barco de Apoio durante transbordo para o FSO.

a) *Subsistema 11 – Linhas Submarinas – (Recebimento / Umbilicais)*

- ★ **Trecho 11.1 – Linhas de Recebimento de óleo,** desde o fundo do mar até o conector do *riser*, no *Turret* do FSO;
- ★ **Trecho 11.2 – Umbilicais;**
- ★ **Trecho 11.3 – Linha de Recebimento de gás,** desde o fundo do mar até o conector do *riser*, no *Turret* do FSO.

b) *Subsistema 12 – Tancagem*

- ★ **Trecho 12.1 – Linha de óleo,** do conector do *riser* até os Tanques de Carga;
- ★ **Trecho 12.2 – Tanques de Carga** do FSO;
- ★ **Trecho 12.3 – Linha de água de lastro** do FSO, dos Tanques de Lastro para o mar;
- ★ **Trecho 12.4 – Tanque de *Slop*** do FSO;
- ★ **Trecho 12.5 – Tanque de diesel** do FSO.

c) *Subsistema 13 – Transferência de Óleo e Recebimento de Diesel no FSO*

- ★ **Trecho 13.1** – Das bombas de carga até o conector do riser no Turret;
- ★ **Trecho 13.2** – Do conector do riser no Turret até as monobóias, passando pelo Manifold Submarino;
- ★ **Trecho 13.3** – Linha de óleo, do Tanque de Carga até o Carretel de *Offloading*;
- ★ **Trecho 13.4** – Linha de óleo, do Carretel de *Offloading* até o Navio Aliviador;
- ★ **Trecho 13.5** – Mangote flexível para carga de diesel.

d) *Subsistema 14 – Transferência de Óleo através da Monobóia*

- ★ **Trecho 14.1** – Mangote flexível, do *swivel* até o Navio Aliviador.

e) *Subsistema 15 – Sistema de Recebimento de Gás*

- ★ **Trecho 15.1** – Linha de gás, do *Turret* até os consumidores.

f) *Subsistema 16 – Drenagem*

- ★ **Trecho 16.1** – Linha de água oleosa, dos drenos abertos ao Tanque de Drenagem de Hidrocarbonetos;
- ★ **Trecho 16.2** – Linha de drenagem de diesel, dos tanques de diesel até o Tanque de Drenagem de Diesel;
- ★ **Trecho 16.3** – Linha de água oleosa, dos pontos de drenagem de áreas classificadas e não-classificadas até o *caisson*;
- ★ **Trecho 16.4** – Linha de água, do *caisson* para o mar, passando pelo analisador de óleo na água;
- ★ **Trecho 16.5** – Linhas de óleo/água oleosa, dos tanques de drenagem e do *caisson* para o tanque de *slop*.

g) Subsistema 17 – Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio

- ★ **17.1** – Adernamento excessivo do FSO;
- ★ **17.2** – Emborcamento do FSO;
- ★ **17.3** – Afundamento do FSO;
- ★ **17.4** – Perda de ancoragem do FSO;
- ★ **17.5** – Afundamento da Monobóia;
- ★ **17.6** – Perda de ancoragem da Monobóia;
- ★ **17.7** – Colisão de Helicópteros com o FSO;
- ★ **17.8** – Colisão do barco de apoio com o FSO;
- ★ **17.9** – Colisão com Navio Aliviador durante aproximação;
- ★ **17.10** – Colisão com Navio Aliviador durante transferência de óleo (*offloading*);
- ★ **17.11** – Pequena liberação de diesel no barco de apoio durante transbordo para o FSO;
- ★ **17.12** – Grande liberação de diesel no barco de apoio durante transbordo para o FSO.

Eventos Identificados

a) Atividades de Instalação

A aplicação da metodologia apresentada nos itens anteriores possibilitou a construção das planilhas de Análise Preliminar de Perigos, apresentadas no Anexo II.8-1. Especificamente em relação às atividades de instalação das linhas, monobóias, do FSO e da PRA-1, incluindo a jaqueta e os módulos, foram identificadas 10 Hipóteses Acidentais (HA), das quais todas foram classificadas como Risco Não-crítico (100%).

O Quadro II.8.3-7 apresenta a distribuição das HA's em função da combinação de frequência e severidade.

Quadro II.8.3-7 - Distribuição das Hipóteses Acidentais – Atividade de Instalação.

		SEVERIDADE					Total
		1	2	3	4	5	
FREQÜÊNCIA	E						0 (0,00%)
	D						0 (0,00%)
	C	4					4 (40,00%)
	B	2					2 (20,00%)
	A	4					4 (40,00%)
	Total	10 (100,0%)	0 (0,00%)	0(0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	10 (100%)
Freqüência:		Severidade:					Risco:
A = Extremamente Remota		1 = Nenhum impacto ao meio ambiente					RC=Risco Crítico
B = Remota		2 = Impacto restrito à plataforma.					RM=Risco Moderado
C = Improvável		3 = Vazamento de óleo de até 8 m ³					RNC= Risco Não-Crítico
D = Provável		4 = Vazamento de óleo entre 8 m ³ e 200 m ³					
E = Freqüente		5 = Vazamento de óleo maior que 200 m ³					

0

Os resultados apresentados indicam que, na fase de instalação, nenhuma HA necessitará de medidas mitigadoras adicionais, uma vez que esta fase não apresenta risco de impacto significativo ao ambiente ou às instalações.

b) Atividades de Operação

As planilhas de Análise Preliminar de Perigos, relativas a todos os componentes integrantes do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador (PRA-1, monobóias e FSO), para a fase de operação, também se encontram no Anexo II.8-1.

Através destas planilhas, foram identificadas 96 Hipóteses Acidentais (HA), das quais 21 foram caracterizadas como Risco Crítico (21,9%) e 51 como Risco Moderado (53,1%).

O Quadro II.8.3-8 apresenta a distribuição das HA's em função da combinação de *freqüência e severidade*.

Quadro II.8.3-8 - Distribuição das Hipóteses Acidentais – Atividade de Operação.

		SEVERIDADE					
		1	2	3	4	5	Total
FREQÜÊNCIA	E			2			2 (2,08%)
	D	3	5		2		10 (10,42%)
	C	6	7	21	2		36 (37,50%)
	B	1	2	16	8	17	44 (45,83%)
	A					4	4 (4,17%)
	Total	10 (10,41%)	14 (14,58%)	39 (40,63%)	12 (12,50%)	21 (21,88)	96 (100%)
Freqüência: A = Extremamente Remota B = Remota C = Improvável D = Provável E = Freqüente		Severidade: 1 = Nenhum impacto ao meio ambiente 2 = Impacto restrito à plataforma 3 = Vazamento de óleo de até 8 m ³ 4 = Vazamento de óleo entre 8 m ³ e 200 m ³ 5 = Vazamento de óleo maior que 200 m ³				Risco: RC=Risco Crítico RM=Risco Moderado RNC= Risco Não-Crítico	

Os resultados encontrados indicam que 25,0% das HA's, aquelas classificadas como Risco Não-crítico, não necessitam de medidas mitigadoras adicionais, uma vez que não apresentam risco de impacto significativo ao ambiente ou às instalações.

Análise e Avaliação dos Eventos Identificados

a) Atividade de Instalação

Analisando-se os resultados do Quadro II.8.3-7, relativo aos riscos presentes na atividade de instalação, observa-se que todos riscos identificados foram classificados como Não-crítico.

b) Atividade de Operação

Analisando-se os resultados do Quadro II.8.3-8, pode-se observar que, dentre os *Riscos* classificados como *Críticos*, há 17 (dezessete) ocorrências de **Severidade 5**, sendo todas associadas à **Freqüência B**. Há ainda 4 (quatro)

Hipóteses Acidentais associadas à **Severidade 5**, que foram classificadas como Riscos Moderados por estarem associadas à Freqüência A.

Avaliando-se estes resultados separadamente, para a PRA-1 e FSO/Monobóias, observa-se que:

PRA-1

- ★ A HA 1.2 foi classificada como Severidade 5 e Freqüência B, sendo relativa a um grande vazamento de óleo nas linhas de recebimento de óleo na PRA-1. Estas linhas serão rígidas, de aço, e estarão posicionadas no interior da jaqueta, o que torna relativamente remota a possibilidade de colisão com embarcações na região exposta dos *risers*. Entretanto, ainda há o risco associado a incêndios externos ou mesmo queda de objetos da plataforma no mar, que poderiam atingir as linhas e levar à ruptura de uma ou mais destas, com derrame de seu conteúdo no mar;
- ★ As outras 7 (sete) HA's associadas à Severidade 5 e Freqüência B, na Plataforma, são as de número 3.2, 3.4, 3.6, 9.2, 10.2, 10.3 e 10.5. Elas encontram-se distribuídas nos Subsistemas 3 (HA's 3.2, 3.4 e 3.6), 9 (HA 9.2) e 10 (HA's 10.2, 10.3 e 10.5). Esta distribuição indica que diferentes subsistemas podem resultar em liberações significativas de óleo, apesar de estarem associados a freqüências relativamente baixas;
- ★ Avaliando-se as HA's 3.2, 3.4 e 3.6, observa-se que, a exemplo da HA 1.2, estas também estão relacionadas a impactos nas linhas de recebimento/transferência. Porém, enquanto a HA 1.2 diz respeito às linhas de óleo, nas demais ocorreria a liberação de gás que, entrando em ignição, poderia afetar as linhas de óleo, provocando uma grande liberação deste último. O posicionamento das linhas de gás, também rígidas e confeccionadas com aço, na região central da plataforma, proporciona proteção contra colisão com embarcações, reduzindo significativamente a freqüência esperada de acidentes;
- ★ A HA 9.2 também diz respeito à grande liberação de óleo numa das linhas, porém refere-se às duas linhas rígidas de transferência de óleo para o FSO, de 20". Embora sua posição também seja no centro da

plataforma, reduzindo o risco de colisão com embarcações e a conseqüente freqüência de liberação, e seu comprimento seja relativamente curto, se comparado às linhas de recebimento de óleo provenientes das plataformas produtoras, a vazão de transferência de óleo é muito elevada, o que justifica a Severidade 5;

- ★ As HA's 10.2 e 10.3 abordam, explicitamente, as conseqüências e riscos associados às colisões com a plataforma dos Barcos de Apoio e Navio Aliviador, que trafegarão próximos à PRA-1. Embora haja a proteção dos elementos estruturais da jaqueta, uma embarcação de grande porte ou de médio porte e grande velocidade, poderia ter energia suficiente para romper os contraventamentos e atingir as linhas de óleo. Destaca-se que o afastamento entre as monobóias (onde irão atracar os aliviadores) e a PRA-1 é da ordem de 3 a 5 quilômetros, o que torna bastante remota a freqüência deste tipo de colisão. Adicionalmente, os Barcos de Apoio aproximam-se da unidade em velocidade reduzida, o que, mesmo em caso de perda de controle, limitaria a intensidade do choque;
- ★ As HA's 10.4 e 10.5 avaliam eventuais contaminações ambientais provenientes dos Barcos de Apoio próximos à PRA-1. Somente a HA 10.5 foi classificada como Risco Crítico; a 10.4 foi classificada como Risco Moderado. A causa possível de contaminação ambiental seria a liberação de óleo diesel, associada ou não à colisão entre Barco e a Jaqueta ou a falhas nos tanques. O uso predominante de barcos com posicionamento dinâmico (DP), associados à imobilidade da jaqueta, limitam a possibilidade de choques e impactos ao Barco de Apoio. Desta forma, a freqüência esperada deste tipo de grande liberação receberia a classificação B, uma vez que há precedentes no mundo, enquanto que a severidade estaria associada aos volumes disponíveis para liberação;
- ★ Com relação aos demais cenários classificados como *Risco Crítico* na PRA-1 (HA's 9.3 e 9.4), estes dizem respeito ao derrame de óleo diesel no mar, durante operação de recebimento do produto (principalmente óleo diesel), a partir do Barco de Apoio. Neste tipo de operação, a manutenção da qualidade operacional dos equipamentos envolvidos, além da

obediência aos procedimentos, permite reduzir a possibilidade de ocorrência.

FSO / Monobóias

- ★ As 9 HA's associadas à Severidade 5 e Frequência B para o FSO e as Monobóias, são as de número 12.4, 12.8, 13.4, 13.8, 14.2, 17.8, 17.9, 17.10 e 17.12. Elas encontram-se distribuídas nos Subsistemas 12 (HA's 12.4 e 12.8), 13 (HA's 13.4 e 13.8), 14 (HA 14.2) e 17 (HA's 17.8, 17.9, 17.10 e 17.12). Esta distribuição indica que diferentes subsistemas podem resultar em liberações significativas de óleo;
- ★ É sugestivo o fato de o Subsistema 11, relacionado às linhas de chegada no FSO, não resultar em HA's classificadas como Severidade 5. Isto se justifica pelo comprimento relativamente reduzido das linhas flexíveis, entre o manifold submarino (PLEM-1) e o FSO, da ordem de 600 m, associado ao diâmetro das linhas (12") e à possibilidade de fechamento rápido das válvulas submarinas. Os volumes passíveis de serem liberados são da ordem de 170 m³, o que indica a Severidade 4;
- ★ A HA 12.4 diz respeito a grande vazamento de óleo devido à ruptura de um dos Tanques de Carga do FSO. Este tipo de ocorrência seria possível em caso de colisão de grande energia, capaz de romper a parede de um dos tanques laterais ou estaria associado à uma explosão no próprio tanque. Entretanto, a restrição e cuidados impostos ao sistema de navegação das embarcações que se aproximam do FSO, fornecem proteção efetiva e significativa contra colisões. Adicionalmente, o uso de diversos dispositivos de segurança, como o de inertização dos tanques, que possui intertravamento com a operação da embarcação, e a inexistência de planta de processo no FSO tornam bastante improvável a ocorrência de explosões nos Tanques de Carga. A opção pelo intertravamento entre o Sistema de Inertização e o funcionamento do FSO significa que, em caso de falha deste sistema, o FSO interromperá suas atividades de recebimento e transferência de óleo.

Analisando-se os dados da Análise Histórica proveniente dos petroleiros da FRONAPE, tem-se que os acidentes associados a Tanques de Carga ocorrem devido a reparos, quando há presença de fontes quentes como soldas, maçaricos, arcos elétricos e fagulhas no interior dos tanques. No FSO em análise, este tipo de reparo será precedido de cuidados na limpeza e inspeção, além de procedimentos especiais de segurança para os tanques vizinhos. Desta forma, mesmo a ocorrência de explosão durante reparo não resultará em liberação para o mar.

- ★ A HA 12.8 é semelhante à HA 12.4, porém está associada a grandes liberações no Tanque de Diesel do FSO. Também estariam associadas à colisão ou explosão no interior do tanque, aplicando-se as mesmas considerações feitas para a HA 12.4. Ressalta-se, ainda, o uso obrigatório de Navio Aliviador com posicionamento dinâmico (DP), o que reduz o risco de colisão com estes tanques, localizados na região de ré da embarcação;
- ★ A HA 13.2 diz respeito a grande vazamento de óleo devido à ruptura da tubulação de transferência de óleo do FSO para as monobóias. Esta ruptura poderia estar associada a um choque com outra embarcação, a problemas na própria linha/flanges (como corrosão ou fadiga) ou a um movimento excessivo do FSO ou das próprias monobóias. Sua severidade é maior que nas linhas de chegada no FSO devido ao fato dos comprimentos dos trechos serem significativamente maiores. Os cuidados e testes usuais de inspeção e manutenção manteriam sob controle os problemas de corrosão, enquanto que incêndios ou colisão nas monobóias podem ser evitados agindo-se sobre os barcos de apoio e pesqueiros que, eventualmente, possam se aproximar do local, o que já faz parte das restrições impostas à navegação no local;
- ★ A HA 13.8 diz respeito a grande vazamento de óleo devido à ruptura da Linha de Transferência de Óleo (*offloading*). Esta ruptura poderia estar associada a um choque com outra embarcação, a problemas na própria linha/flanges (como corrosão ou fadiga) ou a um movimento excessivo entre o FSO e o Navio Aliviador, que poderia resultar em choque ou tensão excessiva no mangote de transferência. Serão utilizados Navios

Aliviadores com posicionamento dinâmico, mantendo-se o Aliviador na posição correta, a fim de minimizar o último tipo de ocorrência, enquanto que os cuidados e testes usuais de inspeção e manutenção das embarcações e das linhas/flanges manteriam sob controle a segunda causa. Resta, portanto, agir sobre os barcos de apoio e pesqueiros, que eventualmente possam se aproximar do local, o que já faz parte das restrições impostas à navegação no local.

- ★ Com relação aos demais cenários classificados como *Risco Crítico* no Sistema 13 (HA's 13.9 e 13.10), estes dizem respeito ao derrame de óleo diesel no mar, sendo similares às HA's 9.3 e 9.4, avaliadas para a PRA-1. Aplicam-se, portanto, as mesmas considerações lá apresentadas;
- ★ A HA 14.2 diz respeito a grande vazamento de óleo devido à ruptura do mangote que liga as monobóias ao Navio Aliviador, onde a vazão de óleo é maior que nas linhas de chegada no FSO. A exemplo do avaliado na HA 13.8, esta ruptura poderia estar associada a um choque com outra embarcação, a problemas na própria linha/flanges, como corrosão ou fadiga, ou a um movimento excessivo entre a monobóia e o Navio Aliviador. Neste caso não há garantia de que serão utilizados Navios Aliviadores com posicionamento dinâmico, porém a mobilidade da monobóia e o cabo de ligação entre esta e o Aliviador reduz a tensão atuante na linha. Mantém-se a recomendação a respeito dos cuidados e testes usuais de inspeção e manutenção além da necessidade de agir sobre os barcos de apoio e pesqueiros que, eventualmente, possam se aproximar do local, o que já faz parte das restrições impostas à navegação no local.
- ★ As HA's 17.8, 17.9 e 17.10 abordam, explicitamente, os riscos associados às colisões dos Barcos de Apoio e Navio Aliviadores com as unidades, que já foram abordados em muitas das hipóteses anteriores. Neste FSO, onde utiliza-se a ancoragem através de *Turret*, as linhas de importação e exportação são protegidas pelo costado contra este tipo de chegada. Porém ainda há o risco de impactos aos Tanques de Carga do FSO;
- ★ As HA's 17.11 e 17.12 avaliam eventuais contaminações ambientais provenientes dos Barcos de Apoio próximos ao FSO. A causa possível de

contaminação ambiental seria a liberação de óleo diesel, associada ou não à colisão entre Barco e FSO ou a falhas nos tanques dos Barcos de Apoio. O uso predominante de barcos com posicionamento dinâmico (DP), associados ao sistema de ancoragem do FSO, limitam a possibilidade de choques e, por conseqüência, impactos no Barco de Apoio. Desta forma, a frequência esperada deste tipo de grande liberação (HA 17.12) receberia a classificação *B*, uma vez que há precedentes no mundo, enquanto a severidade estaria associada aos volumes disponíveis para liberação.

Com relação aos *Riscos* classificados como *Moderados*, observa-se que as 51 HA's identificadas distribuem-se de forma proporcional entre a PRA-1 (22 HA's) e o conjunto FSO/Monobóias (29 HA). Ressalta-se que a grande quantidade de dispositivos e procedimentos de segurança tendem a restringir ambas as componentes do risco (severidade e frequência).

Concernente a estas 51 HA's, cabem as seguintes observações:

PRA-1

- ★ Com relação ao Subsistema 1, relativo às Instalações Submarinas, a HA 1.1 foi classificada como Risco Moderado. Neste caso, observa-se que é fundamental a manutenção da operação assistida e dos sensores de baixa pressão, de forma a minimizar o tempo necessário para detecção do vazamento. Uma vez mais ressalta-se a importância de comunicação entre a PRA-1 e a plataforma de origem do óleo de forma a proporcionar uma rápida interrupção no bombeio, a fim de que o vazamento possa ser eliminado;
- ★ No Subsistema 2, *Sistema de Óleo*, as HA's 2.2 e 2.4 foram classificadas como *Risco Moderado*. Entretanto, a presença do piso de chapa no convés, associado ao sistema de drenagem e às bacias de contenção, permite a drenagem do óleo derramado, para o sistema de drenagem aberta, impedindo que o mesmo venha a atingir o mar;

- ★ No Subsistema 3, *Recebimento/Transferência de Gás*, as HA's 3.1, 3.3 e 3.5 foram classificadas como *Risco Moderado*, sob a ótica ambiental. Embora manuseiem apenas gás, há o risco de um grande vazamento vir a resultar em grande liberação de óleo nas linhas de recebimento próximas. Todavia, cabe destacar que a ausência de fontes de ignição reduz a frequência associada a incêndios e a aplicação de dilúvio e proteção passiva nas linhas reduz a intensidade do aquecimento. Por se tratar de uma região aberta, bem ventilada, o risco de explosão é muito reduzido neste cenário;

Observa-se que este sistema concentra as maiores criticidades, com 3 (três) HA's sendo classificadas como *Risco Crítico* e 3 (três) como *Moderado*, exatamente pela possibilidade de impactos às linhas de recebimento / transferência de óleo. Desta forma, a instalação da SDV submarina junto à PRA-1 reduz o inventário disponível para queima e aumenta a segurança intrínseca da Unidade.

No Subsistema 4, *Gás Combustível*, apenas as HA's 4.2 e 4.4 foram classificadas como *Risco Moderado*, uma vez que as vazões serão reduzidas e os equipamentos estarão localizados em áreas abertas, bem ventiladas e afastados dos inventários de óleo (excetuando-se o tanque de óleo na coluna do guindaste da face Sul). Porém, conforme já avaliado, os sistemas de segurança e critérios de projeto adotados, no que diz respeito a incêndios, protegem adequadamente este e os demais equipamentos. Como a vazão de condensado prevista é muito reduzida, o risco de derrame deste, com queda de óleo no mar, não foi considerado como possível;

- ★ No Subsistema 5, *Utilidades*, as HA's 5.2 e 5.4 foram classificadas como *Risco Moderado*. Todas dizem respeito a grandes liberações de produto, que tendem a ser contidos pelo piso e pelo sistema de drenagem, de forma análoga ao observado no Subsistema 2.
- ★ O Subsistema 6, *Drenagem Fechada*, contém a HA 6.2, classificada como *Risco Moderado*, relativa ao vazamento de grandes quantidades de água oleosa capazes de atingir o mar. Observa-se que a descarga deste

sistema é diretamente para a sucção das bombas de transferência e não para o mar.

- ★ No Subsistema 7, *Tratamento de Água de Drenagem Aberta*, as HA's 7.2, 7.4, 7.6, 7.7 e 7.9 foram classificadas como *Risco Moderado*. As HA's 7.2 e 7.6 estão associadas ao risco de ruptura da tubulação de águas oleosas, com eventual derrame para o mar, mesmo considerando a contenção do piso de chapa dos conveses e o baixo teor de óleo na água. Portanto, seria necessário um grande derrame para que quantidade significativa de óleo fosse liberada. A HA 7.4 diz respeito à liberação de óleo diesel, durante a drenagem de um dos tanques de diesel da PRA-1. Na HA 7.7 há o risco de falha do Analisador de Água, que resultaria em descarte de água com teor de óleo acima de 20 ppm. Entretanto, a realização de amostragem freqüente para análise da qualidade da água, além dos sistemas de controle existentes, tende a limitar o volume a ser descartado, restringindo a severidade associada. Na HA 7.9 avalia-se a falha da linha de retorno do óleo do *Caisson* para o Vaso de *Slop*. Nesta linha o fluido tem concentração elevada de óleo, porém a vazão é reduzida e o bombeio não é freqüente, podendo ser interrompido em caso de qualquer anomalia;
- ★ No Subsistema 8, *Sistema do Vent*, as HAs 8.1, 8.4 e 8.5 foram classificadas como *Risco Moderado*, uma vez que a freqüência esperada de operação é reduzida. No caso das HA's 8.1 e 8.5 há o risco de descontrole operacional gerar arraste de condensado com queda de óleo no mar, fato este muito remoto face à elevação de ambos os *vents*. Na HA 8.4 uma grande liberação de gás na planta poderia resultar em incêndio ou explosão e afetar uma das bombas ou linhas que transportam óleo. Porém, os sistemas de segurança e critérios de projeto adotados, a baixa pressão da linha e a boa ventilação do ambiente reduzem o risco de explosão e a severidade de um eventual incêndio;
- ★ O Subsistema 9, *Recebimento de Diesel e Transferência de Óleo*, apresenta o segundo maior potencial de criticidade dentre os sistemas da PRA-1, especialmente associado às linhas de transferência e de recebimento de diesel. Merece especial destaque o fato da operação de

recebimento de diesel ser classificada como Risco Crítico, enquanto que o pequeno derrame associado à linha de transferência, na HA 9.1, receber a classificação de Risco Moderado, apesar da maior vazão da segunda. Este fato deve-se ao grau de proteção que esta última recebe, devido à presença de sensores de baixa pressão e acompanhamento freqüente e automático nas duas embarcações, o que não ocorre na linha de diesel. Adicionalmente, a linha de transferência, rígida, confeccionada de aço, possui maior resistência a impactos mecânicos, como choques de outras embarcações. Desta forma, considerou-se que a probabilidade de ocorrência e o tempo de detecção de um vazamento na linha de diesel tende a ser consideravelmente maior que na de transferência, razão pela qual a o fator de risco foi majorado no caso do diesel. Esta majoração indica a necessidade de acompanhamento criterioso da operação de recebimento de diesel;

- ★ No Subsistema 10, *Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio*, foram classificadas como *Risco Moderado* as HA's 10.1 e 10.4. A primeira diz respeito a quedas de helicópteros, e a segunda já foi avaliada na Seção dos Riscos Críticos, quando da análise dos Acidentes com Barcos de Apoio.

FSO / Monobóias

As HA's 17.2, 17.3, 17.4 e 17.6 estão associadas a acidentes de dimensões catastróficas, que poderiam levar à perda total do FSO ou das monobóias, por afundamento ou emborcamento, ou à ruptura de todas as linhas, devido à perda de ancoragem destes equipamentos. Estas Hipóteses Acidentais, apesar de associadas à Severidade 5, foram classificadas como *Risco Moderado*, pois estão associadas à Freqüência A. Portanto, considerou-se que estas HA's não deverão ocorrer durante a operação do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador..

Ressalta-se que a análise histórica apresenta registro de perdas de ancoragem de monobóias. Porém, no Sistema objeto deste EIA, estas estarão sob observação constante, quando em operação, o que limitaria o volume de óleo

passível de derramamento. Adicionalmente, em caso de condições de mar extremas, está prevista a interrupção da atividade de bombeio, o que também reduz o volume disponível em caso de eventuais acidentes.

Adicionalmente, ressalta-se que os critérios de projeto adotados, a redundância nos sistemas de ancoragem e de segurança, a inexistência de fatores climáticos extremos na Bacia de Campos, tais como maremotos e furacões, tornam extremamente amenas as condições operacionais neste local, o que torna praticamente impossível a ocorrência de qualquer uma destas hipóteses acidentais.

Observa-se que não há risco de *blowout* neste sistema, pois não há poço de produção associado.

- ★ Ainda com relação à HA 17.4, relativa à Perda de Ancoragem do FSO, observa-se que a análise histórica indica registro de rupturas de 1 (uma) ou 2 (duas) linhas de ancoragem deste tipo de embarcação ou similar, mas nunca de todas elas simultaneamente. Especificamente para este FSO haverá, ainda, o monitoramento do tensionamento das linhas de ancoragem, permitindo a antecipação e correção de eventuais problemas;
- ★ Com relação ao Subsistema 11, relativo às *Instalações Submarinas do FSO*, as HA's 11.1, 11.2, 11.4 e 11.5 foram classificadas como *Risco Moderado*. Neste caso, observa-se que é fundamental a manutenção da operação assistida e dos sensores de baixa pressão, de forma a minimizar o tempo necessário para detecção do vazamento. Uma vez mais ressalta-se que os comprimentos das linhas, relativamente curtos, associados à possibilidade de bloqueio imediato, reduzem o inventário disponível para vazamento;
- ★ O Subsistema 12, *Tancagem*, concentra os maiores volumes de óleo. Além das HA's 12.4 e 12.8, classificadas como *Risco Crítico*, tem-se as HA's 12.2, 12.3, 12.5, 12.6 e 12.7, classificadas como *Risco Moderado*. Portanto, este sistema demanda acompanhamento e cuidados especiais, ainda que os critérios de projeto privilegiem a segurança ambiental.

No caso do Tanque de Slop, (HA 12.6) há o revestimento interno contra corrosão e injeção de biocida, o que reduz a ação de bactérias reductoras de sulfato e presença de sulfeto de hidrogênio (H₂S) nos tanques.

Adicionalmente cita-se a amostragem da água dos Tanques de Lastro (HA 12.5), para detecção de eventual comunicação com os Tanques de Carga. Outro fator importante é a interrupção da operação em caso de falha no sistema de injeção de gás inerte nos Tanques de Carga.

- ★ O Subsistema 13, *Transferência de Óleo e Recebimento de Diesel*, apresenta o maior potencial de criticidade dentre os sistemas do FSO, especialmente associado às linhas de *offloading* e de recebimento de diesel. Merece especial destaque o fato do derrame na linha de recebimento de diesel ser classificada como Risco Crítico, enquanto que o pequeno derrame associado à linha de *offloading*, na HA 13.7, recebe a classificação de Risco Moderado, apesar da maior vazão da segunda. Este fato deve-se ao grau de proteção que a linha de *offloading* recebe, por conta da presença de sensores de baixa pressão e acompanhamento freqüente e automático nas duas embarcações, o que não ocorre na linha de diesel. Adicionalmente, a linha de *offloading* possui maior resistência a impactos mecânicos, como choques de outras embarcações. Desta forma, considerou-se que a probabilidade de ocorrência e o tempo de detecção de um vazamento na linha de diesel tende a ser consideravelmente maior que na de *offloading*, razão pela qual a o fator de risco foi majorado no caso do diesel. Esta majoração indica a necessidade de acompanhamento criterioso da operação de recebimento de diesel.
- ★ O Subsistema 14, *Transferência de Óleo através da Monobóia*, também apresenta potencial de criticidade significativo, especialmente pela possibilidade de impacto ao mangote, uma vez que este opera com vazão elevada, maior do que a utilizada no *offloading* do FSO. Entretanto, a existência de sistema de detecção de vazamento e a possibilidade de bloqueio imediato representam um ganho significativo em termos de segurança operacional;

- ★ O Subsistema 15, *Importação de Gás no FSO*, é potencialmente perigoso pelo risco de gerar um acidente nos tanques de carga, especialmente no caso de incêndio em jato. O fato da linha localizar-se em ambiente aberto, com grau de confinamento reduzido, limita o risco de explosão;
- ★ O Subsistema 16, *Drenagem no FSO*, contém as HA's 16.2, 16.4, 16.6, 16.7 e 16.9 classificadas como *Risco Moderado*. Na HA 16.7 há o risco de falha do Analisador de Água, o que poderia resultar em descarte de água com teor de óleo acima de 20 ppm, além do risco de vazamentos ou ruptura das linhas. Entretanto, a realização de amostragem freqüente para a análise da qualidade da água, além dos sistemas de controle existente, tende a limitar o volume a ser descartado, restringindo a severidade associada.

Observa-se que eventuais liberações associadas a vazamento seriam contidas pelo sistema de drenagem. No caso de impactos aos vasos do sistema de drenagem, estes tendem a ser mantidos apenas parcialmente cheios, na maior parte do tempo com água, apresentando teor reduzido de óleo. Portanto, seria necessário um grande derrame para que quantidade significativa de óleo fosse liberada e pudesse atingir o mar.

- ★ No Subsistema 17, *Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio*, foram classificadas como *Risco Moderado* as HA's 17.2, 17.3, 17.4, 17.5, 17.6 e 17.7, já analisadas no início da Análise dos Riscos Moderados, e a HA 17.11, avaliada na Seção dos Riscos Críticos, quando da análise dos Acidentes com Barcos de Apoio.

Portanto, a partir da análise destes resultados, observa-se que a freqüência esperada de acidentes tende a ser reduzida com a aplicação dos dispositivos e procedimentos normais de operação e segurança. A própria distribuição dos cenários de risco, com grande número de riscos classificados como Não-críticos, apresenta-se como reveladora do grau de segurança presente durante as atividades de instalação.

Finalmente, cabe destacar que experiência na concepção e execução do projeto de conversão do FSO tornou necessária a incorporação de dispositivos de segurança e controle próximos do estado da arte da engenharia atual, quer seja

pelo aprimoramento da legislação mundial, pela crescente importância atribuída aos impactos à imagem da companhia ou pela interferência pró-ativa dos órgãos ambientais e governamentais.

A exigência de estudos como as Análises de Incêndio e Explosão, de Colisão, de Quedas de Objeto, de Dispersão dos Gases no *Vent* e nos equipamentos que manuseiam gás, e da Análise Quantitativa de Riscos - incorporando critérios de risco baseados em metodologia ALARP (*As Low as Reasonably Practicable*) - a existência de Sistema de Gerenciamento de Riscos (SMS - *Safety Management System*) desde a fase de projeto, assim como a verificação dos sistemas chave através de estudos de HAZOP (*Hazard and Operability Study*) são resultados desta política.

Através destes estudos os principais riscos foram identificados e tratados na fase de projeto, facilitando sua incorporação à filosofia e redução de sua severidade e frequência residuais.

Riscos Originais e Riscos Residuais

a) Atividade de Instalação

Os *Riscos Originais* relativos à Atividade de Instalação, identificados e analisados, tendem a ser minorados pela adoção das medidas mitigadoras recomendadas, resultando em *Riscos Residuais* cuja severidade e frequência associadas resultam em novas classes de Risco. O Quadro II.8.3-9 apresenta a nova classificação destes riscos, para cada uma das Hipóteses Acidentais identificadas.

A adoção das medidas propostas não altera a classificação final dos riscos na atividade de instalação, uma vez que todas as HA's foram originariamente classificadas como Risco Não-crítico. O Quadro II.8.3-10 resume a classificação final dos riscos, relativos às atividades de instalação do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador.

Quadro II.8.3-9 - Classificação dos Riscos Residuais – Atividade de Instalação

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
1	Queda dos manifolds	RNC	A	1	RNC	Mantêm-se as classes de frequência e severidade.
2	Liberação de produto durante teste	RNC	B	1	RNC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada.
3	Impacto às linhas submarinas, durante período de espera da Jaqueta.	RNC	B	1	RNC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada.
4	Impacto às linhas na fase de instalação	RNC	B	1	RNC	Reduz-se o valor da Frequência, porém sem alteração de sua classe final, mantendo-se a classe do Risco.
5	Erro no posicionamento da Jaqueta ou dos módulos	RNC	A	1	RNC	Mantêm-se as classes de frequência e severidade.
6	Impacto às linhas submarinas, durante período de espera do FSO	RNC	B	1	RNC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada.
7	Impacto às linhas na fase de instalação	RNC	B	1	RNC	Reduz-se o valor da Frequência, porém sem alteração de sua classe final, mantendo-se a classe do Risco.
8	Desposicionamento do FSO na fase de instalação	RNC	A	1	RNC	Reduz-se o valor da Frequência, porém sem alteração de sua classe final, mantendo-se a classe do Risco.
9	Impacto às linhas submarinas, durante período de espera das monobóias	RNC	B	1	RNC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada.
10	Desposicionamento das monobóias na fase de instalação	RNC	A	1	RNC	Reduz-se o valor da Frequência, porém sem alteração de sua classe final, mantendo-se a classe do Risco.

Quadro II.8.3-10 - Distribuição dos Riscos Residuais– Atividade de Instalação.

		SEVERIDADE					Total
		1	2	3	4	5	
FREQÜÊNCIA	E						0 (0,00%)
	D						0 (0,00%)
	C						0 (0,00%)
	B	6					6 (60,00%)
	A	4					4 (40,00%)
Total		10 (100,0%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0(0,00%)	0 (0,00%)	10 (100%)
Freqüência:		Severidade:			Risco:		
A = Extremamente Remota B = Remota C = Improvável D = Provável E = Freqüente		1 = Nenhum impacto ao meio ambiente 2 = Impacto restrito à plataforma 3 = Vazamento de óleo de até 8 m ³ 4 = Vazamento de óleo entre 8 m ³ e 200 m ³ 5 = Vazamento de óleo maior que 200 m ³			RC=Risco Crítico RM=Risco Moderado RNC= Risco Não-Crítico		

b) Atividade de Operação

Os *Riscos Originais* identificados e analisados tendem a ser minorados pela adoção das medidas mitigadoras propostas, resultando em *Riscos Residuais* cuja severidade e freqüência associadas resultam em novas Classes de Risco. O Quadro II.8.3-11 apresenta a nova classificação destes riscos, para cada uma das Hipóteses Acidentais identificadas.

Quadro II.8.3-11 - Classificação dos Riscos Residuais – Atividade de Operação.

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
1.1	Pequena liberação de óleo recebido (Trecho 1.1)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Freqüência, porém mantém-se a classe do Risco.
1.2	Grande liberação de óleo recebido (Trecho 1.1)	RC	B	5	RC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a freqüência associada, porém sem mudar sua classe. O bloqueio imediato do bombeio pode reduzir o volume derramado. Contudo, no caso de ruptura de componentes, pode-se ter volume derramado acima de 200 m ³ , o que mantém a severidade e a classe do risco.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
1.3	Liberação de fluido de controle hidráulico (Trecho 1.3)	RNC	C	1	RNC	Reduz-se a classe de frequência, porém mantém-se a classe do Risco.
2.1	Pequena liberação de óleo recebido (Trecho 2.1)	RNC	C	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
2.2	Grande liberação de óleo recebido (Trecho 2.1)	RM	B	3	RM	O dimensionamento e manutenção adequada do sistema de drenagem reduzirão ou poderão, até mesmo, impedir o derrame de óleo no mar, reduzindo a Classe de severidade. Porém a classe de Risco se mantém.
2.3	Pequena liberação de óleo recebido (Trecho 2.2)	RNC	C	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
2.4	Grande liberação de óleo recebido (Trecho 2.2)	RM	B	3	RM	O dimensionamento e manutenção adequada do sistema de drenagem reduzirão ou poderão, até mesmo, impedir o derrame de óleo no mar, reduzindo a Classe de severidade. Porém a classe de Risco se mantém
3.1	Pequena liberação de gás recebido (Trecho 3.1)	RM	C	2	RNC	A manutenção e/ou intensificação dos procedimentos associados à detecção de pequenos vazamentos e a proteção passiva das linhas próximas reduzem a severidade, podendo impedir impactos às linhas de óleo e reduzindo a severidade e risco.
3.2	Grande liberação de gás recebido (Trecho 3.1)	RC	B	4	RM	A detecção precoce do vazamento associado à redução de fontes de ignição e ao bloqueio do vazamento pode minimizar as consequências do incêndio / explosão, limitando-se à linha mais próxima.
3.3	Pequena liberação de gás recebido (Trecho 3.2)	RM	C	2	RNC	A manutenção e/ou intensificação dos procedimentos associados à detecção de pequenos vazamentos e a proteção passiva das linhas próximas reduzem a severidade, podendo impedir impactos às linhas de óleo e reduzindo a severidade e risco.
3.4	Grande liberação de gás recebido (Trecho 3.2)	RC	B	4	RM	A detecção precoce do vazamento associado à redução de fontes de ignição e ao bloqueio do vazamento pode minimizar as consequências do incêndio / explosão, limitando-se à linha mais próxima.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
3.5	Pequena liberação de gás transferido (Trecho 3.3)	RM	C	2	RNC	A manutenção e/ou intensificação dos procedimentos associados à detecção de pequenos vazamentos e a proteção passiva das linhas próximas reduzem a severidade, podendo impedir impactos às linhas de óleo e reduzindo a severidade e risco.
3.6	Grande liberação de gás transferido (Trecho 3.3)	RC	B	4	RM	A detecção precoce do vazamento associado à redução de fontes de ignição e ao bloqueio do vazamento pode minimizar as consequências do incêndio / explosão, limitando-se à linha mais próxima.
4.1	Pequena liberação de gás (Trecho 4.1)	RNC	C	1	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
4.2	Grande liberação de gás (Trecho 4.1)	RM	B	2	RNC	A detecção precoce do vazamento, associada à eliminação das fontes de ignição, reduz a severidade associada ao vazamento.
4.3	Pequena liberação de gás (Trecho 4.2)	RNC	C	1	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
4.4	Grande liberação de gás (Trecho 4.2)	RM	B	2	RNC	A detecção precoce do vazamento, associada à redução das fontes de ignição, reduz a severidade associada ao vazamento.
4.5	Liberação de condensado (Trecho 4.3)	RNC	C	1	RNC	O condensado tende a vaporizar-se com facilidade e é mais leve que o ar. As medidas propostas reduzem a frequência, porém sem alterar a classificação do risco.
5.1	Pequena liberação de produtos químicos (Trecho 5.1)	RNC	C	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
5.2	Grande liberação de produtos químicos (Trecho 5.1)	RM	B	2	RNC	Atuação do Sistema de Drenagem tende a evitar derrame no mar. Medidas propostas reduzem a classe de frequência e severidade, alterando a classe do risco.
5.3	Pequena liberação de óleo diesel (Trecho 5.2)	RNC	C	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
5.4	Grande liberação de óleo diesel (Trecho 5.2)	RM	B	2	RNC	Atuação do Sistema de Drenagem tende a evitar derrame no mar. Medidas propostas reduzem a classe de Frequência, de Severidade e do Risco.
6.1	Pequena liberação de água oleosa (Trecho 6.1)	RNC	C	2	RNC	Atuação do Sistema de Drenagem evita derrame no mar. Medidas reduzem a frequência, sem alterar sua classificação.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
6.2	Grande liberação de água oleosa (Trecho 6.1)	RM	B	2	RNC	Atuação do Sistema de Drenagem tende a evitar derrame no mar, reduzindo a classe de Severidade e do Risco.
7.1	Pequena liberação de água oleosa (Trecho 7.1)	RNC	B	2	RNC	Reduz-se a classe de frequência.
7.2	Grande liberação de água oleosa (Trecho 7.1)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria para o convés, sendo contida pelos ralos do piso.
7.3	Pequena liberação de diesel (Trecho 7.2)	RNC	B	1	RNC	Vazamentos serão contidos no piso e nos drenos. Medidas reduzem a frequência.
7.4	Grande liberação de diesel (Trecho 7.2)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte do diesel vazaria para o convés, sendo contida pelos ralos do piso.
7.5	Pequena liberação de água oleosa (Trecho 7.3)	RNC	B	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
7.6	Grande liberação de água oleosa (Trecho 7.3)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria, sendo contida pelo piso e drenos, reduzindo a classe de Severidade e do Risco.
7.7	Descarte de água com teor de óleo acima do permitido (Trecho 7.4)	RM	B	3	RM	Amostragem frequente tende a reduzir o volume de óleo liberado, reduzindo a frequência, porém sem alterar a classe de risco.
7.8	Pequena liberação de óleo (Trecho 7.5)	RNC	B	1	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.
7.9	Grande liberação de óleo (Trecho 7.5)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria, sendo contida pelo piso e drenos, reduzindo a classe de Severidade e do Risco.
8.1	Presença de hidrocarbonetos líquidos no vent (Trecho 8.1)	RM	B	3	RM	Operação adequada do Vaso do Vent tende a evitar derrame no mar. Medidas propostas reduzem a classe de frequência, mas não alteram a classificação do risco.
8.2	Entrada de ar no sistema (Trecho 8.1)	RNC	B	1	RNC	Corta-chamas impedem a ignição da mistura. Medidas visam aumentar a confiabilidade do fornecimento de gás de purga, porém sem alterar a frequência.
8.3	Pequena liberação de gás (Trecho 8.1)	RNC	C	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
8.4	Grande liberação de gás (Trecho 8.1)	RM	B	2	RNC	A detecção precoce do vazamento, associada à redução das fontes de ignição, reduz a classe de Severidade.
8.5	Presença de hidrocarbonetos líquidos no vent atmosférico (Trecho 8.2)	RM	B	3	RM	Operação adequada do Vaso do Flare tende a evitar derrame no mar. Medidas propostas reduzem a classe de frequência, mas não se altera a classificação do risco.
8.6	Liberação de gás (Trecho 8.2)	RNC	B	2	RNC	Medidas reduzem a frequência, porém sem alterar sua classe.
9.1	Pequena liberação de óleo (Trecho 9.1)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência, porém mantém-se o risco de derrame no mar, face ao volume envolvido, mantendo-se a classe do risco.
9.2	Grande liberação de óleo (Trecho 9.1)	RC	B	4	RM	Possibilidade de bloqueio imediato limitará o volume a ser derramado no mar, reduzindo a classe de severidade e a de risco.
9.3	Pequena liberação de óleo diesel marítimo (Trecho 9.2)	RC	D	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência, alterando-se a classificação do Risco.
9.4	Grande liberação de óleo diesel marítimo (Trecho 9.2)	RC	C	3	RM	Reduzem-se as classes de Frequência e Severidade, alterando-se a classificação do Risco.
10.1	Colisão com helicópteros	RM	B	3	RM	As normas restritivas de vôo de helicópteros, especialmente na aproximação de plataformas, tornam esta hipótese remota.
10.2	Colisão com Barcos de Apoio	RC	B	5	RC	O principal risco deste tipo de colisão diz respeito às linhas de óleo, já analisadas nas HA's 1.1 e 1.2. Conforme já mencionado na análise destas HA's, não há como reduzir a severidade associada a grandes liberações, face ao grande volume envolvido. Contudo, o acompanhamento da aproximação da embarcação pode reduzir a energia de choque, impedindo o impacto às linhas. Considera-se que, nesta condição, não haverá energia suficiente para romper o contraventamento e atingir as linhas, o que reduz o volume a impactos no barco.
10.3	Colisão com Navio Aliviador durante aproximação / afastamento do FSO e monobóias	RC	A	5	RM	Considerando a grande massa associada ao Navio Aliviador, estima-se que haverá impacto aos tanques do FSO e às linhas da monobóia, em caso de colisão. Desta forma, mantém-se a classe de Severidade, porém reduz-se à frequência, face às restrições de navegação.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
10.4	Pequena liberação de diesel no Barco de Apoio, durante transferência para a PRA-1	RM	B	3	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada. Adicionalmente, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco.
10.5	Grande liberação de diesel no Barco de Apoio, durante transferência para PRA-1	RC	B	5	RC	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada, embora sem alterar sua categoria. Adicionalmente, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco.
11.1	Pequena liberação de óleo transferido (Trecho 11.1)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência, porém mantém-se a classe do risco.
11.2	Grande liberação de óleo transferido (Trecho 11.1)	RM	B	4	RM	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada, sem alterar sua classe. Porém, como não há como atuar sobre a severidade em caso de ruptura de componentes a classe do risco se mantém.
11.3	Liberação de fluido de controle hidráulico (Trecho 11.2)	RNC	B	1	RNC	Reduz-se a classe de frequência, porém mantém-se a classe do risco.
11.4	Pequena liberação de gás recebido (Trecho 11.3)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de frequência, porém mantém-se a classe do Risco.
11.5	Grande liberação de gás recebido (Trecho 11.3)	RM	B	4	RM	Mantém-se a classe de frequência e severidade, e a de risco.
12.1	Pequena liberação de óleo transferido (Trecho 12.1)	RNC	B	2	RNC	Reduz-se a classe de frequência, porém mantém-se a classe do risco.
12.2	Grande liberação de óleo transferido (Trecho 12.1)	RM	B	2	RNC	O dimensionamento adequado do sistema de drenagem e o bloqueio imediato do fluxo de transferência poderão impedir o derrame de óleo no mar ou limitá-lo a quantidades reduzidas. Portanto, reduz-se a classe de severidade e, conseqüentemente, a de risco.
12.3	Pequena liberação de óleo (Trecho 12.2)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
12.4	Grande liberação de óleo (Trecho 12.2)	RC	B	5	RC	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência, porém não alteram a classe original. Observa-se que não há como atuar sobre a severidade no caso de ruptura de um dos Tanques de Carga do FSO.
12.5	Contaminação da água dos Tanques de Lastro do FSO (Trecho 12.3)	RM	B	3	RM	A monitoração rotineira permitirá a detecção de trincas. Porém, mesmo assim, é possível que quantidade significativa de óleo seja liberada para o Tanque de Lastro.
12.6	Vazamento de Óleo no Tanque de <i>Stop</i> do FSO (Trecho 12.4)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência.
12.7	Pequena liberação de óleo diesel no Tanque de Diesel do FSO (Trecho 12.5)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência.
12.8	Grande liberação de óleo diesel no Tanque de Diesel do FSO (Trecho 12.5)	RC	B	5	RC	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência, porém não alteram a classe original. Observa-se que não há como atuar sobre a severidade no caso de ruptura de um dos Tanques de Diesel do FSO.
13.1	Pequena liberação de óleo (Trecho 13.1)	RM	B	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência. A manutenção das aberturas fechadas permitirá conter todo o óleo no convés, impedindo o derrame no mar e, conseqüentemente, reduzindo a severidade e a classe do risco.
13.2	Grande liberação de óleo (Trecho 13.1)	RM	B	3	RM	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência (porém sem alterar sua classificação) e a severidade. Porém, mesmo com a possibilidade de conter o óleo no convés, ainda poderá haver liberação para o mar.
13.3	Pequena liberação de óleo (Trecho 13.2)	RM	B	4	RM	Reduz-se a classe de Frequência. Porém, como este trecho encontra-se no mar, mesmo a interrupção imediata do bombeio não impediria o derrame de óleo.
13.4	Grande liberação de óleo (Trecho 13.2)	RC	B	5	RC	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência (porém sem alterar sua classificação) e severidade. Porém em caso de ruptura da linha, poderá haver grande derramamento de óleo no mar.
13.5	Pequena liberação de óleo (Trecho 13.3)	RM	B	2	RNC	Reduz-se a classe de Frequência. A manutenção das aberturas fechadas permitirá conter todo o óleo no convés, impedindo o seu derrame no mar, reduzindo a severidade e a classe do risco.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
13.6	Grande liberação de óleo (Trecho 13.3)	RM	B	3	RM	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência (porém sem alterar sua classificação) e a severidade. Porém, mesmo com a possibilidade de conter o óleo no convés, ainda poderá haver liberação de óleo no mar.
13.7	Pequena liberação de óleo (Trecho 13.4)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência. Porém, como este trecho encontra-se no mar, mesmo a interrupção imediata do bombeio não impediria o derrame de óleo.
13.8	Grande liberação de óleo (Trecho 13.4)	RC	B	5	RC	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência (porém sem alterar sua classificação) e severidade. Porém, em caso de ruptura da linha, poderá haver grande derramamento de óleo no mar.
13.9	Pequena liberação de óleo diesel marítimo (Trecho 13.5)	RC	D	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência, alterando-se a classificação do Risco.
13.10	Grande liberação de óleo diesel marítimo (Trecho 13.5)	RC	C	3	RM	Reduzem-se as classes de Frequência e Severidade, alterando-se a classificação do Risco.
14.1	Pequena liberação de óleo (Trecho 14.1)	RM	B	3	RM	Reduz-se a classe de Frequência. Porém, como este trecho encontra-se no mar, mesmo a interrupção imediata do bombeio não impediria o derrame de óleo.
14.2	Grande liberação de óleo (Trecho 14.1)	RC	B	4	RM	As medidas mitigadoras atuam sobre a frequência (porém sem alterar sua classificação) e severidade. Neste caso, é possível limitar o vazamento a valores inferiores a 200 m ³ , o que reduz a classe de risco.
15.1	Pequena liberação de gás recebido (Trecho 15.1)	RNC	B	2	RNC	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada.
15.2	Grande liberação de gás recebido (Trecho 15.3)	RM	B	4	RM	A adoção das medidas mitigadoras atua no sentido de reduzir a frequência associada. A ação sobre a componente severidade é efetuada pela restrição às fontes de ignição, pela proteção passiva e pela detecção precoce do vazamento. Porém, no caso de grandes vazamentos, ainda poderá haver risco de derrame de óleo no mar através dos risers vizinhos, mantendo-se inalteradas as classificações da Frequência e Severidade.
16.1	Pequena liberação de água oleosa (Trecho 16.1)	RNC	B	2	RNC	Reduz-se a classe de frequência.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
16.2	Grande liberação de água oleosa (Trecho 16.1)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria para o convés, sendo contida pelo tricaniz.
16.3	Pequena liberação de diesel (Trecho 16.2)	RNC	B	1	RNC	Vazamentos serão contidos no convés. Medidas reduzem a freqüência.
16.4	Grande liberação de diesel (Trecho 16.2)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte do diesel vazaria para o convés, sendo contida pelo tricaniz.
16.5	Pequena liberação de água oleosa (Trecho 16.3)	RNC	B	2	RNC	Reduz-se a classe de Freqüência.
16.6	Grande liberação de água oleosa (Trecho 16.3)	RM			RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria, sendo contida pelo piso e drenos, reduzindo a classe de Severidade e Risco.
16.7	Descarte de água com teor de óleo acima do permitido (Trecho 16.4)	RM	B	3	RM	Amostragem freqüente tende a reduzir o volume de óleo liberado, reduzindo a freqüência, porém sem alterar a classe de risco.
16.8	Pequena liberação de óleo (Trecho 16.5)	RNC	B	1	RNC	Reduz-se a classe de Freqüência.
16.9	Grande liberação de óleo (Trecho 16.5)	RM	B	2	RNC	Com possibilidade de bloqueio e interrupção do bombeio, mesmo no caso de ruptura das linhas, apenas parte da água vazaria, sendo contida pelo piso e drenos, reduzindo a classe de Severidade e do Risco.
17.1	Adernamento Excessivo do FSO	RNC	B	2	RNC	O Sistema de Controle de Lastro, aliado ao sistema de ancoragem e às condições climáticas da Bacia de Campos tornam esta hipótese remota.
17.2	Emborcamento do FSO	RM	A	5	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da freqüência associada, embora sem alterar sua categoria, que já havia recebido o menor valor dentre as classes adotadas (Categoria A). Entretanto, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco. Deve-se destacar que não há, na Análise Histórica realizada, registros anteriores de emborcamento de FSO's ou FPSO's.

continua

Quadro II.8.3-11 (continua)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
17.4	Perda de ancoragem do FSO	RM	A	5	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada, embora sem alterar sua categoria, que já havia recebido o menor valor dentre as classes adotadas (Categoria A). Entretanto, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco. Deve-se destacar que não há registros anteriores de PERDA TOTAL do Sistema de Ancoragem em FSO's ou FPSO's, embora haja relato de rompimento de alguma das amarras, em condições climáticas extremas, tais como furacões e tornados.
17.5	Afundamento da monobóia	RM	B	4	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada, embora sem alterar sua categoria. Há registro de afundamento de monobóia, porém não durante a atividade de transferência de óleo. Entretanto, considerando a possibilidade de impacto às linhas, mantém-se a severidade 4.
17.6	Perda de ancoragem da monobóia	RM	A	5	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada, embora sem alterar sua categoria, que já havia recebido o menor valor dentre as classes adotadas (Categoria A). Entretanto, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco. Não há registros anteriores de perda total da Ancoragem de monobóias durante a atividade de transferência de óleo, embora haja relato de rompimento de todas as amarras quando esta não estava operando.
17.7	Colisão de Helicópteros com o FSO	RM	B	3	RM	As normas restritivas de voo de helicópteros, especialmente na aproximação do FSO, tornam esta hipótese remota.
17.8	Colisão dos Barcos de Apoio com o FSO	RC	B	5	RC	O principal risco deste tipo de colisão diz respeito a impacto aos Tanques de Carga, Diesel e <i>Slop</i> do FSO, já avaliados. Conforme já mencionado na análise destas HA's, não há como reduzir a severidade associada a grandes liberações, o que mantém a classe do risco.
17.9	Colisão com Navio Aliviador durante aproximação	RC	B	5	RC	O uso de Aliviadores tipo DP reduz a frequência. Porém, poderá haver impacto aos Tanques de Carga do FSO, em caso de colisão. Desta forma, mantém-se as classes de Frequência e Severidade.

continua

Quadro II.8.3-11 (continuação)

HA	DESCRIÇÃO	RISCO	RISCO RESIDUAL			OBSERVAÇÕES
		ORIGINAL	F	S	R	
17.10	Colisão com Navio Aliviador durante transferência de óleo (<i>offloading</i>)	RC	B	5	RC	A utilização de Aliviador com Posicionamento Dinâmico reduz a frequência de colisão com o FSO, porém sem alterar sua classificação.
17.11	Pequena liberação de diesel no Barco de Apoio, durante transbordo para o FSO	RM	B	3	RM	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada. Adicionalmente, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco.
17.12	Grande liberação de diesel no Barco de Apoio, durante transbordo para o FSO	RC	B	5	RC	A adoção das medidas preventivas e mitigadoras reduz o valor da frequência associada, embora sem alterar sua categoria. Adicionalmente, não há como atuar sobre a severidade em caso de falha dos dispositivos de operação e controle, o que mantém a classe do risco.

A partir do apresentado no Quadro II.8.3-11, pode-se observar que a adoção das medidas mitigadoras propostas atua, principalmente, sobre a componente Frequência associada ao Risco.

Das 21 HA's originalmente classificadas como Risco Crítico, apenas 11 mantiveram a classificação original, sendo as 10 restantes reclassificadas como Risco Moderado, face às medidas mitigadoras previstas. Com relação aos riscos moderados, das 51 HA's inicialmente identificadas, apenas 30 mantiveram esta classificação, totalizando 39 ao serem acrescidas das 9 resultantes da reclassificação dos Riscos Críticos.

A seguir tem-se a análise por tipo de instalação

PRA-1

Das 9 HA's relativas à PRA-1 classificadas originalmente como *Risco Crítico (RC)*, observa-se que em sete delas (3.2, 3.4, 3.6, 9.2, 9.3, 9.4, e 10.3), houve modificação na classificação do risco, reduzido para *Risco Moderado (RM)*. Em quatro delas (3.2, 3.4, 3.6, 9.2) houve redução de severidade. Nas HA's 9.3 e 10.3 houve redução da frequência esperada de ocorrência do vazamento, e na HA 9.4

houve redução na frequência e severidade associada, uma vez que a percepção imediata da liberação de diesel resulta em interrupção na operação de bombeio e, por consequência, do volume derramado.

Com relação ao risco de maior criticidade, representado pela HA 1.2, observa-se que foram mantidas as categorias de frequência e severidade, assim como nas HA's 10.2 e 10.5. Isto se deve à impossibilidade de limitar o volume a ser liberado, face ao grande volume contido nas linhas. Observa-se que estas Hipóteses Acidentais estão associadas a uma classificação reduzida de frequência.

FSO / Monobóias

Das 11 HA's classificadas originalmente como *Risco Crítico (RC)*, observa-se que em três delas (13.9, 13.10 e 14.2) houve modificação na classificação do risco, reduzido para *Risco Moderado (RM)*. Em uma delas (14.2) houve redução de severidade. Na HA 13.9 houve redução da frequência esperada de ocorrência do vazamento e na HA 13.10 houve redução na frequência e severidade associada, uma vez que a percepção imediata da liberação de diesel resulta em interrupção na operação de bombeio e, por consequência, do volume derramado.

Nas demais HA's não houve redução nas classificações de frequência ou severidade. Isto se deve à impossibilidade de limitar o volume a ser liberado em caso de Ruptura do Tanque e pelo grande volume que pode ser liberado nas linhas de transferência de óleo, desde o início do vazamento até a sua detecção, aliado ao fato destas Hipóteses Acidentais estarem associadas a uma classificação reduzida de frequência.

Em todo o Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento, a adoção das medidas previstas tenderia a reduzir ainda mais a frequência esperada de cada tipo de acidente, aumentando simultaneamente a disponibilidade das ferramentas de controle.

O Quadro II.8.3-12 resume a distribuição das HA's para o *Risco Residual* para a Atividade de Operação, em função da nova combinação de *frequência e severidade*. Neste quadro observa-se que os Riscos Críticos estão representados

por 11 hipóteses acidentais (11,5%), 40 (41,7%) foram classificados como Risco Moderado e 45 (46,9%) receberam a classificação de Risco Não crítico.

Quadro II.8.3-12 - Distribuição dos Riscos Residuais – Atividade de Operação.

		SEVERIDADE					Total
		1	2	3	4	5	
FREQUÊNCIA	E						0 (0,00%)
	D			2			2 (2,08 %)
	C	4	9	2			15 (15,63%)
	B	6	26	22	9	11	74 (77,08%)
	A					5	5 (5,21%)
	Total	10 (10,4%)	35 (36,5%)	26 (27,1%)	9 (9,38%)	16 (16,7%)	96 (100%)
Frequência:		Severidade:					Risco:
A = Remota B = Improvável C = Provável D = Frequente		1 = Nenhum impacto ao meio ambiente 2 = Impacto restrito à plataforma 3 = Vazamento de óleo de até 8 m ³ 4 = Vazamento de óleo entre 8 m ³ e 200 m ³ 5 = Vazamento de óleo maior que 200 m ³					RC=Risco Crítico RM=Risco Moderado RNC= Risco Não-Crítico

II.8.3.3 – Conclusão

A partir dos procedimentos e resultados obtidos, pode-se concluir que:

- i. A aplicação das técnicas de avaliação de riscos permite identificar e caracterizar os riscos mais significativos, respeitando-se as características reais da instalação;
- ii. A obtenção destes resultados permite que sejam identificadas medidas para a redução da frequência de ocorrência de eventos iniciadores de acidentes, ou para a redução da magnitude das conseqüências destes;
- iii. Deve-se considerar que, como qualquer instalação industrial, este empreendimento, constituído por uma plataforma fixa, uma embarcação flutuante tipo FSO e duas monobóias, assim como de várias linhas submarinas, não apresenta risco zero. Porém, a experiência adquirida pela PETROBRAS na operação de plataformas *offshore* tem sido incorporada continuamente em suas unidades, assim como na filosofia de segurança

- que neles tem sido adotada, visando reduzir os riscos envolvidos na operação destas;
- iv. Adicionalmente, o projeto e a construção de todo o Complexo PDET será executado por empresa(s) cadastrada(s) pela PETROBRAS, onde são exigidas capacitação técnica e experiência dedicada neste tipo de instalação. As companhias que fazem parte deste cadastro têm necessidade intrínseca à sua reputação de manter um registro isento de acidentes;
 - v. No Projeto do Sistema de Rebombeio Autônomo e Escoamento dos Campos de Marlim Leste, Marlim Sul e Roncador estão ainda incorporadas exigências relativas a novas análises de segurança, já aplicadas nos projetos recentes da P-43, P-48 e P-50, como análise de queda de objetos, de incêndio e outras;
 - vi. A PRA-1 será o resultado de uma construção inteiramente nova, a ser concluída em 2006. Seu projeto incorpora uma série de medidas de proteção ativa e passiva, resultado da aplicação de filosofia de segurança prescritiva, comum às melhores práticas adotadas nas instalações do Mar do Norte. Os sistemas de segurança foram projetados para operar em condições de emergência de forma a permitir a mitigação de acidentes;
 - vii. O FSO será convertido a partir de um navio existente, seguindo as mesmas rígidas normas e critérios de outros FSO's e FPSO's recentemente incorporados ou em fase de incorporação à atividade de produção nacional. Valem, portanto, as mesmas observações aplicadas à PRA-1, no que diz respeito às práticas de segurança;
 - viii. Com relação às monobóias, o sistema de detecção de vazamento permitirá o bloqueio imediato caso ocorram alterações nas variáveis de processo que seriam afetadas em caso de liberações de óleo. Face às vazões elevadas de projeto, o fator tempo exerce papel essencial na limitação do volume a ser derramado;
 - ix. Além disto, as medidas de proteção ativa, tais como detectores de gás e incêndio, vinculadas à atuação de sistemas de combate a incêndio por dilúvio, sistemas de bloqueio, sistema de *shut-down* e sistemas de alívio vêm, em muito, contribuir para a redução do inventário vazado, bem como

minimizar a magnitude de conseqüências decorrentes de possíveis acidentes;

- x. Determinados procedimentos operacionais, tais como operação sem queima de gás, monitoração contínua da água descartada com amostragem periódica, utilização prioritária de gás natural em todos os processos de combustão de processo, incluindo a geração de energia com recuperação de calor, restrição e procedimentos específicos de navegação, aproximação e permanência de embarcações, refletem a preocupação e o cuidado com que as questões ambientais foram abordadas neste projeto;
- xi. Algumas destas medidas refletem-se, diretamente, nos riscos associados à operação das instalações que compõem o Sistema. No caso da PRA-1, a concepção do projeto adotado, onde as linhas de óleo são instaladas no interior da plataforma, ficando protegidas pela jaqueta contra colisões de embarcações, resultou na redução da freqüência esperada deste tipo de impacto mecânico. Desta forma, houve redução no número de hipóteses acidentais classificadas como *Risco Crítico*, do ponto de vista ambiental;
- xii. No FSO, optou-se pelo uso do *Turret*, que também fornece proteção contra colisão nas linhas, reduzindo a possibilidade de impacto a estas. A opção pela importação da energia elétrica da PRA-1 prioriza a eficiência na geração, reduzindo o nível total de emissões e o volume de gás importado, restrito ao consumo do gerador de gás inerte;
- xiii. Apesar destes critérios, estes riscos foram explicitamente abordados no projeto, recebendo medidas de segurança adicionais, tais como as restrições à navegação, aproximação e operação de Navios Aliviadores e Barcos de Apoio;
- xiv. Além destes dispositivos e procedimentos ativos, a utilização de proteção passiva contra fogo no revestimento de estruturas e de paredes corta-fogo, segregando áreas de processo e acomodações, minimizam os riscos de fatalidades. Tais medidas estão sendo implementadas tanto na PRA-1 quanto no FSO, seguindo as rígidas exigências de normas internacionais;
- xv. Os resultados obtidos na Análise Preliminar de Riscos indicam que, das 96 hipóteses acidentais (HA) originalmente identificadas, 21 foram

classificadas como *Riscos Originais* considerados *Críticos* e 51 como *Riscos Moderados*. A fim de reduzi-los, foram propostas diversas medidas mitigadoras, implementadas ao nível de projeto e/ ou ao nível de adequação de procedimentos;

- xvi. Estas HA's estão associadas a possíveis acidentes durante diferentes estágios da operação, tais como vazamentos e rupturas de linhas submarinas, incêndios, explosões e vazamentos nos equipamentos, nos tanques do FSO, nos mangotes das monobóias e colisões afetando os equipamentos e as linhas de recebimento e transferência de óleo e transferência de diesel para PRA-1 e para o FSO;
- xvii. Deve-se destacar a importância da aplicação e manutenção de programa de treinamento de pessoal, de forma a proporcionar a necessária reciclagem técnica, evitando a ocorrência de falhas humanas, e minimizando a probabilidade de erros em manobras ou o desrespeito às normas e procedimentos previamente determinados;
- xviii. Os Quadros II.8.3-7 e II.8.3-8 apresentam a distribuição dos cenários identificados por categorias de risco. Os valores obtidos estão comparativamente menores que os observados em outras unidades *offshore*, atualmente em operação nas bacias brasileiras. Esta redução deve-se à simplicidade operacional, tanto da PRA-1 como do FSO, onde apenas haverá operações de bombeio. No caso da PRA-1 estes riscos são minimizados pelo reduzido inventário de gás e pela inexistência de grandes inventários de óleo na Unidade, excetuando-se as linhas de recebimento / transferência de óleo;
- xix. Finalizando, a avaliação dos Riscos Residuais, resultante da consideração da adoção das medidas mitigadoras propostas, indicou redução significativa dos riscos envolvidos com a operação do Complexo PDET, na Bacia de Campos. Esta avaliação indicou a redução para 11 Hipóteses Acidentais classificadas como *Risco Crítico* e 40 como *Risco Moderado*.