


 <b>PETROBRAS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>		Nº		<b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>						
	CLIENTE:							FOLHA			<b>1 de 21</b>
	PROGRAMA:										
	ÁREA:										
<b>DP&amp;T-SUP</b>	<b>TÍTULO: ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>							<b>NP-1</b>			
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>											
<b>REV</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>										
0	ORIGINAL										
A	ET REVISADA PARA ATENDER À REVISÃO DA DIRETRIZ DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DR-ENGP-M-I-1.3.										
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H		
DATA	21/10/2016	01/11/2017									
PROJETO	ESUP	ESUP									
EXECUÇÃO	IGOR	ORNELAS									
VERIFICAÇÃO	MAJEROWICZ	MAJEROWICZ									
APROVAÇÃO	PAOLO	IGORG									
AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.											
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.L.											

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV. A
	PROGRAMA	FOLHA: 2 de 21	
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO	NP-1
<b>Sumário</b>			
1. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES..... 4			
2. INTRODUÇÃO ..... 5			
3. OBJETIVOS ..... 6			
4. ESCOPO DO ESTUDO ..... 6			
5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA..... 6			
6. ASPECTOS RELEVANTES DO ESTUDO ..... 7			
8. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS..... 8			
9. METODOLOGIA DO ESTUDO ..... 8			
9.1. Seleção de Cenários ..... 8			
9.2. Árvore de Eventos ..... 9			
9.3. Dados de Processo ..... 9			
9.4. Premissas de Despressurização ..... 10			
9.5. Definição dos Segmentos e Cálculo de Inventário ..... 10			
9.6. Contagem de Contribuintes..... 10			
9.7. Cálculo da Frequência de Vazamento ..... 11			
9.8. Cálculo da Probabilidade de Ignição ..... 11			
9.9. Cálculo da Frequência de Explosão ..... 12			
9.10. Taxas de Vazamento ..... 12			
9.11. Direções de Vazamento ..... 12			
9.12. Requisitos para Geometria ..... 12			
9.13. Seleção dos Pontos de Vazamento a serem simulados..... 13			
9.14. Seleção dos pontos de ignição ..... 13			
9.15. Análise de Explosão..... 13			
9.16. Cálculo da Frequência de Impedimento / DAL ..... 14			
10. ANÁLISE ESTRUTURAL ..... 15			
11. REQUISITOS PARA AS REUNIÕES DE ACOMPANHAMENTO ..... 16			
11.1. Considerações Gerais ..... 16			
11.2. Reunião de Planejamento ..... 16			
11.3. Reunião de Análise da Documentação..... 16			
11.4. Reunião de Premissas e de Metodologia..... 17			
11.5. Reuniões de acompanhamento e validação ..... 17			
11.6. Reunião de apresentação do relatório do estudo – versão preliminar ..... 18			
12. RELATÓRIOS DO ESTUDO ..... 19			
12.1. Relatórios Parciais..... 19			
12.2. Relatório Final ..... 19			
13. PRAZOS..... 19			
14. CAPACITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO..... 19			

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>3 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	<b>NP-1</b>
			<b>ESUP</b>

<b>15. APLICAÇÃO DE LISTA DE VERIFICAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>16. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>17. ANEXO - CORREÇÃO DA CONTAGEM DE ELEMENTOS .....</b>	<b>21</b>

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV.	A	
	PROGRAMA				FOLHA:	4 de 21
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO				NP-1
						ESUP

## 1. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

Para efeitos desta especificação devem ser consideradas a seguintes abreviaturas e definições:

### Abreviaturas

APR - Análise Preliminar de Risco

CFD – *Computational Fluid Dynamics* – Fluido Dinâmica Computacional

DAL – *Dimensioning Accidental Load* – Carga Acidental Dimensionante

ET – Especificação Técnica

FPS - Funções Principais de Segurança

HCRD – *HSE Hydrocarbon Release Database*

HSE – *Health and Safety Executive - Great Britain's independent regulator for work-related health, safety and illness*

PFID - *Process Flow Diagram* - Fluxograma de Processo

P&ID - *Piping and Instrumentation Diagram* - Fluxograma de Engenharia

SDV – *Shut Down Valve* – Válvula de bloqueio de segurança

SIGEM -Sistema Integrado de Gerenciamento de Empreendimentos

UEP – Unidade Estacionária de Produção

### Definições

Cenário – É um evento considerado no ponto de interesse tendo a combinação de: perigo, causas, efeitos e a classificação de risco associada, considerando Frequência e Severidade;

Colapso – Qualquer tipo de deformação ou falha em elementos estruturais que possa levar a um escalonamento ou propagação de incêndio, contribuindo para a ocorrência ou agravamento de um cenário acidental;


Confinamento – Condição de um ambiente ou área onde existe barreira sólida que impede a aceleração das chamas em uma determinada direção. Ex.: pisos e anteparas em chapa;

Congestionamento – Condição de um ambiente ou área onde existe barreira porosa, ou conjunto de obstruções, que geram turbulência quando da passagem de um fluido, modificando a aceleração das chamas em uma determinada direção. Ex.: Feixe de tubulações, agrupamentos de pequenos objetos;

Curva de Excedência de Sobrepressão (Exceedance Curve) – curva que representa a frequência acumulada na qual um valor de sobrepressão é igualado ou excedido para um determinado ponto de monitoramento. Os pontos de monitoramento devem ser escolhidos de acordo com os locais de interesse da análise, próximo aos FPS. Os diversos cenários de explosão de uma Unidade são simulados com CFD e os efeitos registrados nos diversos pontos de monitoramento. A curva de Excedência é obtida associando-se a cada valor de sobrepressão a soma de todas as frequências de todos os cenários que igualam ou excedem tal sobrepressão para cada ponto de monitoramento;

Escalonamento – Cenários acidentais de incêndio, explosão e liberação de gases tóxicos e/ou inflamáveis gerados por outro cenário acidental iniciado e não controlado, resultando em incremento das consequências em relação ao evento acidental inicial;

Estrutura de Suporte de Equipamento – Estrutura mecânica dimensionada para suportar as cargas do equipamento nas condições de operação e as cargas acidentais;

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA		FOLHA: <b>5 de 21</b>
	TÍTULO: <b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>		<b>NP-1</b>
			<b>ESUP</b>

Executante do estudo – É a responsável pela execução do estudo de explosão, podendo ser uma empresa contratada, seja pela Projetista ou pela Petrobras, a própria Projetista ou ainda um órgão interno da Petrobras;

Explosão de Nuvem de Gás – Ignição retardada de um volume de hidrocarboneto disperso, com alta velocidade de combustão;

Função Principal de Segurança (FPS) – Função que um item de segurança deve cumprir para possibilitar e/ou garantir a eficácia da estratégia de resposta à emergência, escape e abandono da Unidade durante um evento acidental. Estão incluídos nessa definição outros elementos que devem ser mantidos íntegros e funcionais em uma condição acidental. Estas funções principais estão definidas no item 8.4 da Diretriz de Engenharia de Segurança e devem permanecer disponíveis durante o período de 1 (uma) hora após o início do incidente;

Impulso Triangular – representação típica de uma carga de explosão para projeto, onde a variação da sobrepressão no tempo é demonstrado por gráfico com perfil triangular;

Painel de Monitoramento – Planos de monitoramento criado no software de CFD, onde a carga total é calculada;

Partes Envolvidas – São a Projetista, a Executante do estudo e a Petrobras envolvidas na elaboração ou acompanhamento do estudo de explosão;

Ponto de Monitoramento – Local de interesse, onde se registra a variação de pressão ao longo do tempo;

Projetista - empresa responsável pela elaboração do projeto de engenharia seja este: projeto básico ou projeto executivo, podendo ser a própria Petrobras ou empresa contratada para realização do projeto;

Segmento – Partes de um sistema composto por tubulação e equipamentos entre válvulas de bloqueio de segurança (SDV's) ou de outros bloqueios considerados na análise;

Sistema de Despressurização – Sistema de proteção através de válvulas, tubulação e vasos, com atuação manual ou automática, destinado a fornecer uma rápida redução da pressão nos equipamentos, por liberação do inventário da planta de processo para atmosfera em local seguro;


Sobrepressão – Onda de pressão resultante da energia liberada pelo fenômeno da explosão, significativamente relacionada aos aspectos de composição do fluido, condição de ignição, massa de fluido ignitada, confinamento e congestionamento das áreas impactadas;

Trecho – Partes de um mesmo segmento que passam por regiões de interesse da análise.

## 2. INTRODUÇÃO

O Estudo de Explosão é um Estudo de Consequências empregada para avaliar os efeitos dos cenários de explosão identificados na Análise Preliminar de Riscos - APR, classificados como não toleráveis em qualquer uma das dimensões (pessoas, meio ambiente, patrimônio e imagem da Companhia) ou moderados com categoria de severidade IV ou V nas dimensões pessoas e patrimônio, sobre as Funções Principais de Segurança (FPS) de uma Unidade Estacionária de Produção Marítima – UEP.

A partir desse estudo são estimadas as **Cargas Acidentais Dimensionantes (Dimensioning Accidental Load - DAL)**, em termos de níveis de sobrepressão (overpressure loads) e das forças de arraste (dynamic pressure loads) para avaliação quanto ao dimensionamento e/ou proteção das FPS, bem como para avaliação da frequência anual de impedimento destes. Em alguns casos, onde as estruturas existentes no projeto não puderem ser dimensionadas para resistir às cargas estimadas, outras medidas preventivas ou de proteção (barreiras) devem ser propostas e dimensionadas para garantir a integridade estrutural e para evitar o impedimento das FPS.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV. A
	PROGRAMA	FOLHA: 6 de 21	
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO	
		NP-1	ESUP

As FPS estão definidas na Diretriz de Engenharia de Segurança DR-ENGP-M-I-1.3 da Petrobras.

Na execução do estudo devem ser atendidos os requisitos para análise e gestão de riscos operacionais da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, Ministério do Trabalho (MT), norma Petrobras N-2782 - Técnicas Aplicáveis à Análise de Riscos Industriais e Diretriz de Engenharia de Segurança.

Esta Especificação Técnica (ET) se destina a complementar os requisitos do Estudo de Explosão constantes da Diretriz de Engenharia de Segurança, vigentes na data da assinatura do contrato. Visa também orientar o desenvolvimento da execução do estudo e a elaboração do seu respectivo relatório.

### 3. OBJETIVOS

Esta especificação técnica tem os seguintes objetivos:

- Definir escopo e critérios de realização do Estudo de Explosão para as fases de projeto básico, projeto de detalhamento e operação assistida da Unidade Estacionária de Produção Marítima, doravante designada como Instalação. Esta ET poderá ser utilizada opcionalmente como guia na fase operação da Unidade por ocasião da revisão do estudo.
- Orientar a dinâmica para o planejamento, desenvolvimento e acompanhamento do estudo pelas partes envolvidas e a sua aprovação final.
- Definir a padronização, o conteúdo e os requisitos mínimos para apresentação do relatório do estudo.

### 4. ESCOPO DO ESTUDO


O estudo deve avaliar os cenários de explosão, suas frequências de ocorrência e as possíveis consequências para a Unidade e pessoas a partir do uso de bancos de dados e de ferramentas de fluidodinâmica computacional (Computational Fluid Dynamics - CFD) para simular os seus efeitos em cada região da Instalação. A partir das simulações e das análises técnicas realizadas devem ser apresentados os seguintes resultados:


- As curvas de excedência (*exceedance curves*) - calcular as curvas de excedência (sobrepresão x frequência acumulada de ocorrência por ano) para todas as áreas de interesse da Unidade com o foco na identificação dos impactos nos FPS existentes em cada área (uso de painéis e pontos de monitoramento);
- O impulso triangular - calcular a duração do impulso triangular associado a cada carga para todas os FPS;
- As cargas acidentais de projeto (Dimensioning Accidental Loads – DAL) para os FPS, considerando o valor de sobrepresão correspondente a frequência de ocorrência acumulada de 2,5E-4/ano. Especificar as cargas acidentais dimensionantes (DAL) para o projeto estrutural de cada um dos FPS;
- A frequência de impedimento das FPS;
- As recomendações do estudo e as evidências de sua implementação no projeto. No caso do dimensionamento estrutural são necessários a apresentação dos critérios de dimensionamento e os cálculos estruturais que evidenciam o atendimento aos requisitos funcionais (*performance standards*) contidos nessa especificação técnica.

### 5. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Como insumos para a elaboração do estudo, devem ser considerados os seguintes documentos, em sua versão mais atualizada e com status de “LIBERADO ou APROVADO” pela Petrobras no SIGEM ou outro sistema eletrônico de gerenciamento de documentos definido em contrato. A revisão de cada documento a ser utilizado deve estar claramente indicada no relatório da análise.

- a) Fluxogramas de Processo (PFDs);
- b) Fluxogramas de Engenharia (P&IDs);

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>7 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
c) Modelo 3D da <b>Unidade</b> atualizado;			
d) Folhas de dados de equipamentos que contenham hidrocarbonetos ou outros produtos inflamáveis (FDs);			
e) Folha de Dados de Segurança ( <i>Safety Data Sheet</i> );			
f) Dados Meteoceanográficos;			
g) Plano de Segurança que indique as FPS (sistema de combate a incêndio, rotas de fuga, equipamentos de salvatagem, pontos de encontro, proteção passiva, etc);			
h) Relatórios das Análises de Riscos já realizados para a Instalação, principalmente APR;			
i) Memória de cálculo do sistema de depressurização;			
j) Planta de classificação de áreas;			
k) Lista de equipamentos;			
l) Lista de equipamentos elétricos em áreas classificadas;			
m) Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).			
<p>Documentos adicionais devem ser fornecidos para a identificação de outros aspectos relevantes, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Indicação do tipo de piso que separa os decks (chapa ou piso gradeado);</li> <li>– Memorial descritivo dos modos de operação da Instalação;</li> <li>– Informações dos locais de trabalhos a quente na Instalação.</li> </ul>			
<b>6. ASPECTOS RELEVANTES DO ESTUDO</b>			
<p>O estudo de explosão deve levar em conta, no mínimo, os seguintes aspectos que influenciam na magnitude dos níveis de sobrepressão:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A composição e condições de vazamentos dos fluidos (inflamáveis ou combustíveis) para o ambiente;</li> <li>– O confinamento das áreas por anteparas, pisos e/ou equipamentos de grande porte;</li> <li>– O congestionamento das áreas por equipamentos, estruturas e/ou tubulação entre outros itens;</li> <li>– A quantidade de equipamentos, componentes (flanges, válvulas, instrumentos...) e de trechos de linhas que podem se constituir como fontes de vazamentos;</li> <li>– As condições ambientais a serem utilizadas nas simulações;</li> <li>– O tamanho das nuvens inflamáveis decorrentes dos vazamentos de hidrocarbonetos ou de outros fluidos inflamáveis para o ambiente;</li> <li>– Os locais de ignição das nuvens, considerando o tipo, a quantidade e a distribuição das possíveis fontes de ignição.</li> </ul>			
<b>7. REQUISITOS DE SOFTWARE</b>			
<p>A análise de explosão deve obrigatoriamente ser desenvolvida com o uso de ferramentas de CFD para condução das simulações e deve obedecer aos requisitos da <b>Diretriz de Engenharia de Segurança</b>.</p>			
<p>A análise deve ser desenvolvida utilizando-se softwares de CFD que utilizam malhas de volumes finitos e de porosidade.</p>			
<p>Os softwares aprovados são: KFX (Kameleon) e FLACS. Outros softwares devem ser previamente autorizados pela Petrobras antes de serem utilizados nas simulações.</p>			

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>8 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
			<b>NP-1</b>
			<b>ESUP</b>

## 8. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

As condições meteorológicas a serem utilizadas no estudo devem ser as da locação final da Instalação. A utilização dos dados meteorológicos no estudo deve atender ao disposto na Diretriz de Engenharia de Segurança. No relatório do estudo deve ser apresentada uma tabela com as direções do vento, velocidades de cada direção de vento, bem como a condição de calmaria e todas as considerações adotadas em relação aos dados ambientais utilizados no estudo.

A velocidade de vento mais frequente deve ser obtida da média ponderada dos valores de velocidades mais frequentes em cada uma das oito direções. A ponderação é realizada pelo número de ocorrências de cada velocidade mais frequente considerada no cálculo. Quando os valores de frequência ou número de ocorrências forem fornecidos por faixas de velocidades, utilizar o valor médio da faixa de velocidades.

## 9. METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia a ser adotada no estudo de explosão deverá atender aos requisitos da Diretriz de Engenharia de Segurança, complementados pelos requisitos contidos nesta ET.

A metodologia para a elaboração do estudo deve seguir as etapas descritas nessa especificação técnica. Qualquer desvio em relação à metodologia deverá ser apresentado para análise e validação prévia por parte da Petrobras.

Na metodologia de desenvolvimento do estudo as modelagens por Curvas de Resposta podem ser utilizadas, com a finalidade de obter modelos algébricos com parâmetros estimados a partir de resultados de CFD. Estas curvas, permitem a obtenção dos resultados de explosão para milhares de casos, o que seria inviável com CFD, permitindo uma extensa varredura estatística de cenários. (Exemplo: modelagem molecular, Monte Carlo, etc.). Caso adotadas estas modelagens, estas devem ser detalhadamente descritas e apresentadas no relatório do estudo.

As seguintes etapas devem ser realizadas no desenvolvimento do estudo:

### 9.1. Seleção de Cenários

A seleção dos cenários a serem avaliados no estudo deve ser realizada com base em risco, desta forma, os cenários devem ter como origem as seguintes fontes de informação:

#### 9.1.1. Originados de APR

O Estudo de Explosão deve considerar os cenários acidentais identificados na Análise Preliminar de Riscos (APR) que envolvam efeitos de sobrepressão, cujas categorizações de riscos para as dimensões "Pessoas" ou "Patrimônio" sejam classificadas como Moderadas nas categorias de severidade IV ou V, e os Não Toleráveis (todas categorias de severidade e todas as dimensões), de acordo com a Matriz de Tolerabilidade de Riscos apresentada na Diretriz de Engenharia de Segurança.

O estudo deve indicar todos os cenários que devem ser simulados, representativos dos cenários selecionados da APR. De acordo com a experiência e análise da Executante do estudo alguns cenários podem ser agrupados ou até excluídos da análise, porém, estes devem ser tecnicamente justificados e incluídos no relatório com as respectivas justificativas. Esses casos devem ser apresentados para análise e validação prévia por parte da Petrobras.

A Executante do estudo deverá incluir no relatório uma tabela com as correlações entre os cenários da APR selecionados e os diversos segmentos e trechos dos sistemas analisados.

#### 9.1.2. Cenários Adicionais

Cenários acidentais que não tenham sido previamente avaliados na APR, ou mesmo que tenham sido e possam ter sido classificados como moderados com categoria inferior a IV, mas que durante o estudo sejam considerados relevantes pelas partes envolvidas, também devem ser considerados na análise de explosão. Por exemplo, em regiões muito confinadas ou



congestionadas da **Unidade** onde mesmo pequenos vazamentos possam formar nuvens explosivas significativas, com efeitos graves para a instalação. Estes cenários devem ser claramente registrados e justificados no relatório do estudo.

## 9.2. Árvore de Eventos

Os cenários de explosão devem ser representados em uma árvore de eventos, onde devem ser indicados os valores de cada evento, em termos de frequência ou probabilidade de ocorrência e valor final de frequência de ocorrência de cada hipótese acidental (incêndio em jato, incêndio em poça, explosão, *flash fire* ...).

Na Figura 1 é apresentado como ilustração uma árvore de eventos simplificada, que deve ser complementada com os eventos de direção de vazamento, direção e velocidade de vento e outros considerados relevantes para a análise.

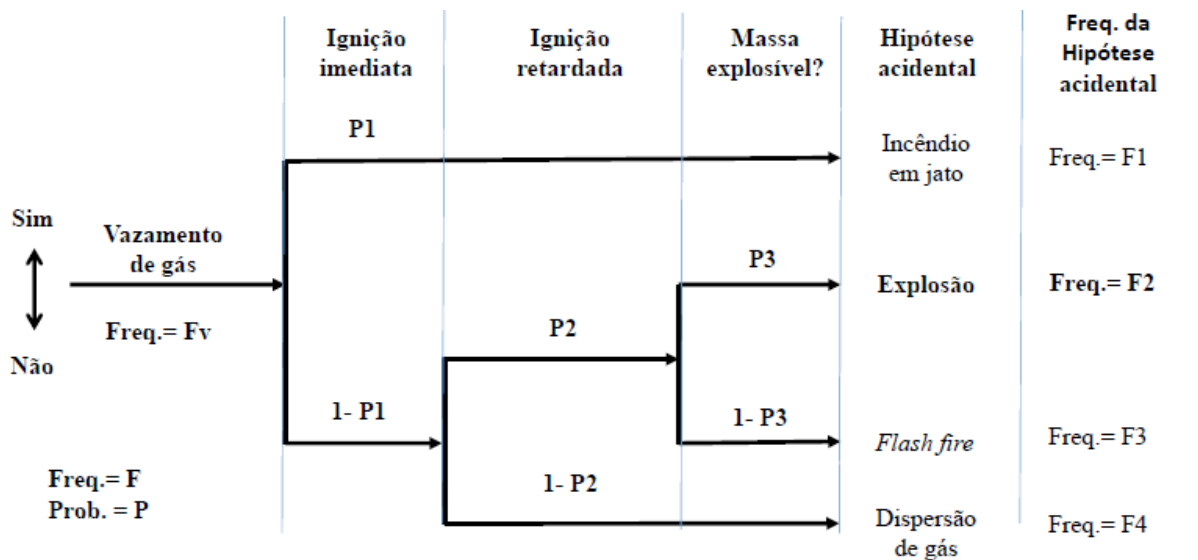


Figura 1: Árvore de Eventos para Vazamentos de Gás Inflamável


A Executante do estudo deverá elaborar as árvores de eventos para todos os cenários definidos no item 9.1 desta ET. As árvores de eventos deverão constar no relatório do estudo com os resultados de frequência de todas as hipóteses acidentais, destacando os valores correspondentes às hipóteses de explosão, objeto do estudo. Os resultados devem constar de um anexo do relatório preferencialmente em formato de tabela.


A árvore de eventos a ser utilizada nos cálculos de frequência das hipóteses acidentais deve ser apresentada em reunião para validação por parte da Projetista e da Petrobras antes de se iniciarem os cálculos.


## 9.3. Dados de Processo

Para a determinação das propriedades dos gases ou vapores inflamáveis e de outros dados relativos às variáveis de processo a serem utilizados no estudo, somente devem ser empregados dados de projeto atualizados. Todos os documentos usados como referência para obtenção dos dados devem ser indicados no item de documentos de referência do relatório com as respectivas revisões.

Todos os casos simulados deverão ter as respectivas informações das propriedades físico-químicas dos fluidos (gases/vapores inflamáveis) apresentadas no relatório, devendo, no mínimo, ser indicadas: composição da corrente, pressão, temperatura, densidade, código da corrente, código do documento de referência (por exemplo: PFDs, PI&Ds, folhas de dados, balanço de massa e energia, isométricos de linhas), modo de operação e demais propriedades que permitam rastrear a origem e pertinência das

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	<small>Nº</small> <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	<small>REV.</small> <b>A</b>
	<small>PROGRAMA</small>	<small>FOLHA:</small> <b>10 de 21</b>	
	<small>TÍTULO:</small>	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
<b>ESUP</b>			
<p>informações utilizadas. Esses dados deverão ser fornecidos pela Projetista e apresentados para análise e validação por parte da Petrobras antes de serem utilizados nas simulações. A validação dos dados de processo deve ser realizada por profissionais experientes envolvidos no projeto.</p> <p>É responsabilidade da Projetista o fornecimento dos dados de entrada confiáveis a serem utilizados nas simulações, portanto qualquer incorreção detectada que impacte os resultados e que requeiram novas simulações serão de responsabilidade da mesma. Em caso de mudanças no projeto solicitadas formalmente pela Petrobras, como alteração em composição dos fluidos produzidos ou aumento/redução de capacidade da planta que impactem o estudo, será responsabilidade da Petrobras.</p> <p><b>9.4. Premissas de Despressurização</b></p> <p>O estudo deverá levar em consideração o critério de despressurização adotado no projeto. As premissas e o cálculo de despressurização devem ser fornecidos pela Projetista e apresentados em item específico do relatório. A Executante do estudo deverá utilizar os cálculos de despressurização no cálculo de inventários, na estimativa do tempo de duração dos vazamentos, análise da sua influência na probabilidade de ignição e na análise e seleção dos cenários que serão simulados.</p> <p><b>9.5. Definição dos Segmentos e Cálculo de Inventário</b></p> <p>Devem ser considerados no estudo os segmentos representativos dos cenários de APR e dos cenários adicionais referidos no item 9.1 desta ET, devendo a Executante do estudo incluir como anexo do relatório todos esses segmentos realçados nos respectivos documentos de processo (PI&amp;Ds, PFDs, isométricos, etc), de forma que possam ser claramente identificados.</p> <p>Esses segmentos deverão ser considerados para a contagem de elementos fontes de vazamentos, no cálculo das frequências de vazamento e no cálculo de inventários de hidrocarbonetos, conforme critérios estabelecidos nessa ET. Estes segmentos deverão constar no relatório em forma de tabelas em um item específico que deve conter, no mínimo, o seguinte para cada segmento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descrição e identificação do segmento;</li> <li>2. Quantitativo e descrição dos componentes (equipamentos, flanges, instrumentos, acessórios, etc) a eles associados por categoria de vazamento;</li> <li>3. Frequência de vazamento por categoria (pequeno, médio e grande) para cada componente;</li> <li>4. Resultado do cálculo do inventário do segmento em unidade de massa (kg). O cálculo deverá considerar o sistema de despressurização e o tempo de fechamento das respectivas SDVs. Para o cálculo deve ser usado o modelo 3D atualizado para as linhas com diâmetro igual ou superior a 6". Para as linhas inferiores a 6" que não tiverem sido modeladas deverão ser realizadas estimativas de percurso das mesmas com auxílio dos profissionais de tubulação da Projetista. Essa estimativa deve ser informada no relatório como um anexo;</li> <li>5. Gráficos apresentando a frequências versus taxas de vazamento em função da massa de gás por segmento, identificando os segmentos mais críticos conforme suas frequências de vazamento e durações de vazamento.</li> </ol> <p>Esses resultados devem ser apresentados em reunião específica para validação por parte da Projetista e da Petrobras antes de serem usados nas simulações.</p> <p><b>9.6. Contagem de Contribuintes</b></p> <p>É fundamental que a contagem de elementos (<i>counting parts</i>) considerados como fontes de vazamentos (contribuintes) seja a mais próxima da realidade da <b>Unidade</b> na condição operacional (<i>as-built</i>), de forma a se evitar imprecisão no cálculo da frequência de vazamentos.</p>			

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>11 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
<p>Para a determinação dos contribuintes no cálculo da frequência de vazamento, a parcela relativa aos trechos retos de tubulação (furos na tubulação) que contém hidrocarbonetos, deverá ser utilizado o modelo 3D atualizado para a mensuração dos comprimentos de linha.</p> <p>Para os demais elementos contribuintes como flanges, válvulas e outros componentes, deve-se realizar a contagem com a seguinte ordem de prioridade:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dados da própria Instalação, se existente (contagem de campo);</li> <li>2. Dados de outras Instalações existentes do mesmo tipo (FPSO/Semi-submersíveis, etc.) e capacidade de produção, quando disponível. Nesse caso, deve ser utilizada a experiência de profissionais de processo, arranjo e tubulação da Projetista e da Petrobras para validar a adequação do critério de similaridade e uso dos dados;</li> <li>3. Dados retirados da documentação de projeto atualizada (P&amp;IDs), com a participação de profissionais de processo, arranjo e tubulação da Projetista. Nesse caso, deve-se aplicar os fatores de correção constantes na tabela do ANEXO I.</li> </ol> <p>A definição quanto a forma de contagem dos elementos deverá ser realizada em reunião com a participação das partes envolvidas. A realização da contagem é de responsabilidade da Projetista e deverá ocorrer com participação da Executante do estudo. O resultado da contagem deve ser apresentado em uma tabela que deverá constar em um anexo do relatório. O resultado da contagem deverá ser enviado para análise e validação prévia por parte da Petrobras.</p> <p>A definição quanto à forma de contagem e quanto ao uso de elementos contribuintes que porventura não estejam descritos neste item deve ser discutida e acordada em reunião com as partes envolvidas.</p> <p><b>9.7. Cálculo da Frequência de Vazamento</b></p> <p>A frequência de vazamento para cada componente (equipamento, flange, tubulação, válvula, instrumento ...) deve ser obtida por meio de bancos de dados indicados na <u>Diretriz de Engenharia de Segurança</u>. A utilização de qualquer outro banco de dados deve ser previamente acordada com a Petrobras.</p> <p>Os bancos de dados utilizados devem possuir informações que possibilitem relacionar taxas de vazamento e a correspondente frequência de ocorrência de acordo com o elemento onde ocorre o vazamento (flanges, válvulas, trechos de linha, etc.) e de suas características (diâmetro, tipo, etc.), como por exemplo o banco de dados do HSE <i>Hydrocarbon Release Database</i> (HCRD).</p> <p>A frequência de vazamento do segmento deve ser obtida pelo produto entre a quantidade de elementos contabilizados na etapa de contagem e a frequência de vazamento individual de cada tipo de componente obtida em banco de dados. Adiciona-se ainda o produto da frequência de vazamento linear em trechos retos de tubulação, conforme banco de dados, pelo comprimento dos respectivos trechos.</p> <p>Deve-se observar que trechos isoláveis podem conter elementos contribuintes em diferentes áreas físicas e módulos da <u>unidade</u>. A parcela de frequência desses elementos deve ser utilizada onde estes se encontram fisicamente (área onde ocorre o vazamento ou área próxima).</p> <p>Os resultados desses cálculos devem ser apresentados no relatório a ser desenvolvido pela Executante do estudo, devendo ser validados com a participação da Projetista e da Petrobras antes de se iniciarem as simulações.</p> <p><b>9.8. Cálculo da Probabilidade de Ignição</b></p> <p>Os cálculos de probabilidade de ignição devem ser feitos consoante o disposto na publicação do ENERGY INSTITUTE, Ignition Probability Review, Model Development and Look-Up Correlations – UK, Section 2 (Look-up Correlations), devendo ser aplicados em todos os trechos de todos os sistemas analisados, considerando as correlações para instalações offshore, as propriedades de fluidos vazados em cada região e suas características. No caso da análise de explosão deve ser considerada a ignição retardada.</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV.	A	
	PROGRAMA				FOLHA:	12 de 21
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO				NP-1
						ESUP

Os cálculos devem ser realizados pela Executante do estudo e apresentados no relatório, devendo ser validados com a participação da Projetista e da Petrobras antes de iniciarem as simulações.

**9.9. Cálculo da Frequência de Explosão**

O cálculo da frequência de explosão deverá considerar o produto da frequência de vazamento pela probabilidade de ignição. As frequências calculadas deverão ser apresentadas em um item específico do relatório e em forma de tabelas para as três faixas de vazamento (pequena, médio e grande), permitindo que sejam visualizadas todas as frequências de vazamento e probabilidades de ignição consideradas nos cálculos. Os cenários de explosão com frequência de ocorrência inferior a 1E-6 por ano não devem ser simulados.

Os resultados dos cálculos das frequências de explosão deverão ser validados com a participação da Projetista e da Petrobras antes de se iniciarem as simulações.

**9.10. Taxas de Vazamento**

A Executante do estudo deverá considerar as três faixas de taxa de vazamento (pequeno, médio e grande) dispostas na **Diretriz de Engenharia de Segurança**. Em cada uma das faixas deverão ser adotados diferentes valores de taxa de vazamento de forma a representar o espectro de consequências dos cenários.

As taxas determinadas devem ser validadas com a participação da Projetista e da Petrobras antes de se iniciarem as simulações.

**9.11. Direções de Vazamento**

As direções de vazamento devem atender ao constante na **Diretriz de Engenharia de Segurança**, sendo possível a realização de simplificações desde que acordadas previamente com a Petrobras. Deverão ser apresentadas no relatório todas as direções consideradas por cenário, bem como, as justificativas para eventuais simplificações.

A validação das simplificações deve ter como base um estudo prévio de ventilação, considerando o uso do mesmo modelo geométrico a ser utilizado na análise de explosão.

**9.12. Requisitos para Geometria**

O modelo geométrico de CFD utilizado no estudo deverá atender aos requisitos dispostos na **Diretriz de Engenharia de Segurança**.


O modelo geométrico de CFD deve se basear no modelo 3D mais atualizado disponível para a **Unidade** ou deve ser construído com base na geometria real da **unidade** em análise, quando existente.

É fundamental que o grau de confinamento e congestionamento do modelo de CFD seja próximo à realidade da **unidade** na condição operacional (*as-built*). Para isso, deve-se completar o modelo de CFD com base nos itens abaixo, em ordem de prioridade:

1. Dados da própria **Unidade**, se existente;
2. Dados de outras unidades existentes do mesmo tipo (FPSO/Semi-submersíveis, etc.);
3. Consulta a profissionais de processo, arranjo e tubulação da Projetista;
4. Dados de outros projetos de detalhamento similares com modelos mais completos.

Com relação ao grau de congestionamento, recomenda-se como boa prática observar os modelos de CFD de diversos pontos de vista avaliando o grau de congestionamento a ser usado nas simulações e comparando-o com aqueles observados em fotos da unidade (quando existente) ou fotos do modelo 3D, ajustando o modelo de CFD quando necessário.

As simplificações e uso de fatores de congestionamento devem ser validadas com a participação da Projetista e da Petrobras.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV. A
	PROGRAMA	FOLHA: 13 de 21	
	TÍTULO: ESTUDO DE EXPLOSÃO	NP-1	ESUP

A validação do modelo geométrico de CFD deve ocorrer em reunião com as partes envolvidas, antes de se iniciarem as simulações.

### 9.13. Seleção dos Pontos de Vazamento a serem simulados

Para seleção dos pontos de vazamento deverá ser realizada uma reunião com a participação da Projetista onde deverão participar as disciplinas de processo, segurança, estrutura e tubulação e profissionais da Petrobras, sendo recomendável a participação de um profissional de operação experiente da Petrobras.

O objetivo dessa reunião é definir para os segmentos representativos dos cenários selecionados para simulação, os pontos de vazamento a serem utilizados nas simulações de CFD. Para isso, deve-se levar em consideração no mínimo características como: composição dos fluídos, taxas de vazamento (considerando a despressurização e tempo de fechamento das SDVs), inventário, frequências de vazamento, direções de vazamento, as possíveis fontes de ignição, direções e velocidade de vento, o arranjo da área (considerando o confinamento e o congestionamento por equipamentos / tubulações e outros obstáculos).

Nessa reunião a Projetista deverá conduzir uma sessão de *design review* utilizando o modelo 3D atualizado da **Unidade** para facilitar a escolha e identificação dos pontos de vazamento.

A seleção dos pontos de vazamento deve ocorrer de forma a identificar para cada cenário/segmento, em cada módulo ou área avaliada, os pontos que apresentam historicamente maior chance de ocorrência de vazamento, não necessariamente somente as entradas e saídas dos equipamentos de grande inventário, mas também outros pontos suscetíveis, como, por exemplo, conexões em linhas com elevado nível de vibração.

Outros pontos de vazamento fora do próprio módulo/área objeto da análise, que por sua proximidade, condições de direção de vazamento e de vento possam conduzir nuvens de gás significativas para este módulo/área deverão ser identificados e considerados na seleção. A mesma consideração se aplica aos módulos/áreas onde não existem pontos de vazamento de hidrocarbonetos, como por exemplo os módulos de utilidades e serviços.

Devem ser considerados também pontos de vazamento que tenham origem no *riser balcony*, *riser pipe rack*, *pipe rack* central e no *main deck* (caso existam equipamentos com hidrocarbonetos).

As simulações realizadas para um módulo/área não podem ser utilizadas em outros módulos independentemente das similaridades das condições de processo e arranjo. Isto significa que cada módulo deve possuir suas próprias simulações.

Eventuais simplificações adotadas devem ser discutidas com a Projetista e validadas com a participação da Petrobras. Estas deverão constar no relatório com as suas respectivas justificativas.

### 9.14. Seleção dos pontos de ignição

Para seleção dos pontos de ignição deverá ser realizada uma reunião com a participação da Projetista onde deverão participar as disciplinas de processo, segurança, mecânica/equipamentos, elétrica e instrumentação e profissionais da Petrobras, sendo recomendável a participação de um profissional de operação experiente.

O objetivo dessa reunião é definir os possíveis pontos de ignição para as áreas onde se encontram os segmentos representativos dos cenários selecionados para simulação, ou seja, os pontos de ignição a serem utilizados nas simulações de CFD. Devem ser considerados como possíveis fontes de ignição os equipamentos elétricos/eletrônicos, mecânicos que possuam partes quentes ou que possam gerar eletricidade estática e operações com trabalho a quente entre outros.

### 9.15. Análise de Explosão

A análise de explosão deve considerar os requisitos constantes na **Diretriz de Engenharia de Segurança**. A partir dos resultados das simulações deve ser realizado um tratamento estatístico e probabilístico dos dados de saída para todos os cenários simulados. Os painéis e pontos de

monitoramento posicionados em cada FPS devem acumular os efeitos de sobrepressão dos diversos cenários simulados nas diversas áreas da instalação, que em conjunto, devem compor os dados para construção das curvas de Excedência de cada FPS. É importante destacar que os efeitos de explosão provenientes das regiões de *riser balcony*, *riser pipe rack*, *pipe rack* central e *main deck* também devem ser considerados na composição das curvas de excedência.

Além das curvas de excedência, devem ser fornecidas figuras com os níveis de sobrepressão para os cenários que possam impedir ou impactar as FPS. Essas figuras devem permitir a identificação do local de ignição e dos níveis de sobrepressão gerados a partir deste. Os níveis de sobrepressão devem ser indicados em uma escala de cores.

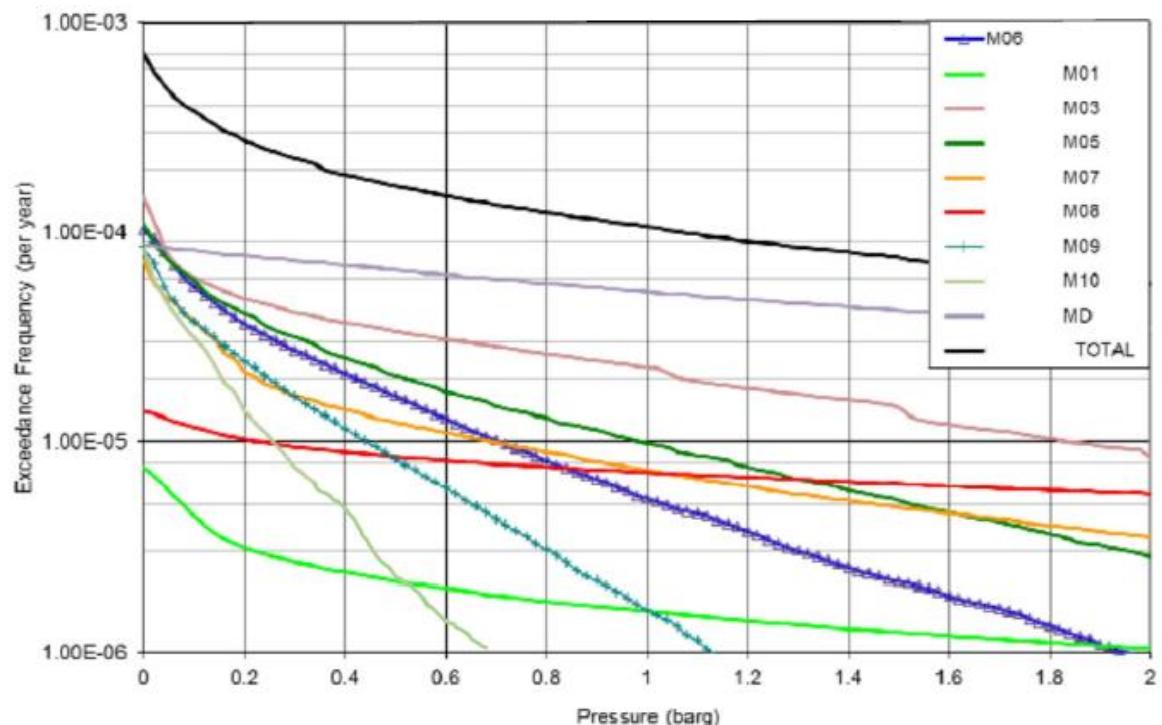
### 9.16. Cálculo da Frequência de Impedimento / DAL

Os FPS da Unidade devem ter as suas respectivas cargas dimensionantes (DALs) determinadas a partir das curvas de excedência.


No caso de Instalações que possuam diversos modos de operação, esses devem ser avaliados de forma a identificar a condição mais crítica e dimensionante (DAL) para cada Módulo/área ou FPS.

As curvas de excedência devem ser apresentadas em um item específico do relatório, identificando o Módulo/área e FPS a que se referem e o modo de operação considerado dimensionante. Para cada FPS só deve haver uma curva de excedência correspondente.

Cada curva deve ser apresentada com todas as demais curvas contribuintes que a compõem, conforme o exemplo abaixo:



Adicionalmente, para cada FPS, deve ser apresentada uma tabela contendo a DAL lida na curva de Excedência correspondente ao critério de tolerabilidade estabelecido na Diretriz de Engenharia de Segurança (2,5E-4 ocorrências por ano) e o correspondente impulso triangular (tempo de duração do impulso). A tabela deve indicar os níveis de sobrepressão (*overpressure loads*) e das forças de arraste (*dynamic pressure loads*). Os resultados apresentados nessa etapa devem ser validados pela Projetista e pela Petrobras.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV.	A	
	PROGRAMA				FOLHA:	15 de 21
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO				NP-1
						ESUP

## 10. ANÁLISE ESTRUTURAL

A análise estrutural deve ser realizada pela Projetista considerando os valores de cargas de explosão (DAL) obtidos nesse estudo. A análise estrutural deve demonstrar e evidenciar que para cada FPS foram consideradas, além das cargas normalmente consideradas no dimensionamento das estruturas, as cargas acidentais de explosão (DALs).


Os critérios de performance funcional (*performance standards*) a serem considerados na análise estrutural em decorrência das cargas de explosão (DAL) devem estar de acordo com a norma ISO 13702 - Petroleum and natural gas industries - Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations - Requirements and guidelines, complementados pelos seguintes critérios funcionais:

- Estruturas das acomodações, dos módulos, dos pipe racks e dos ambientes/áreas que abriguem FPS não devem sofrer deformação permanente;
- Painéis de fechamento, pisos, tetos e *decks* dos ambientes/locais que abriguem FPS podem sofrer deformação permanente, mas não podem falhar/romper ou perder a função.
- Suportes de equipamentos e de linhas que contenham hidrocarbonetos não devem sofrer deformação permanente e nem deformação em regime elástico que possa levar a falha dessas linhas e equipamentos, de forma a se evitar o escalonamento.
- Estações de embarque, embarcações salva-vidas (baleeiras) e demais embarcações de salvatagem devem permanecer íntegras e funcionais após os efeitos de explosão. Essas áreas devem ser protegidas por anteparas para evitar danos às embarcações e às pessoas.
- As linhas e equipamentos dos sistemas de combate a incêndio (água e espuma) e os painéis das válvulas de dilúvio devem permanecer íntegros e funcionais.
- A função fuga de todas as áreas deve ser garantida. Desta forma, os cenários dimensionantes de explosão não poderão causar impedimento simultâneo das rotas existentes.
- O piso sobre os tanques de carga no main deck e suportes de risers devem permanecer íntegros.
- O sistema de bloqueio (SDVs) e o de depressurização (BDVs) da Unidade devem permanecer íntegros (tubulação, seus suportes, válvulas, vaso e torre do flare).

Quando utilizadas no projeto anteparas a prova de explosão (*blast walls*), estas devem ser devidamente calculadas e certificadas para este fim, para que possam ser consideradas como barreiras de proteção, devendo ter as suas características devidamente descritas no relatório, bem como, ter as suas localizações indicadas na Planta de Segurança (*Safety Plan*) da Instalação.

A análise estrutural deve considerar a metodologia e os critérios de dimensionamento da norma API RP 2FB (*Screening Check, Strength Level Analysis and Ductility Level Analysis*) e os requisitos de projeto para as condições acidentais (*Accidental Limit States – ALS*) tendo como referência as normas ISO 19900, Petroleum and natural gas industries — General requirements for offshore structures e ISO 19904 - Petroleum and natural gas industries Floating offshore structures.

A análise estrutural e a implementação de outras salvaguardas no projeto devem ser validadas pela Petrobras.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº	ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV.	A	
	PROGRAMA				FOLHA:	16 de 21
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO				NP-1
						ESUP

## 11. REQUISITOS PARA AS REUNIÕES DE ACOMPANHAMENTO

As reuniões de acompanhamento do estudo deverão seguir as orientações abaixo:

### 11.1. Considerações Gerais

O acompanhamento do desenvolvimento do estudo deverá ser realizado pela equipe da Projetista com participação da Petrobras nos casos mencionados nessa especificação.

As reuniões de acompanhamento deverão ser realizadas nas dependências da Executante do estudo, com exceção da reunião de planejamento e de análise da documentação de projeto, as quais deverão ser realizadas nas dependências da Projetista. O local das reuniões poderá ser alterado em comum acordo entre as partes envolvidas. A Petrobras, a seu critério, poderá participar das reuniões por videoconferência.

As atas de reunião devem ser disponibilizadas como documento de projeto ou incluídas como anexo junto ao relatório na sua revisão final.

Todas as decisões de validação (de premissas, de dados, da geometria entre outras) deverão constar do relatório final do estudo em forma de anexo. As validações deverão ter assinatura dos responsáveis de cada parte envolvida.

### 11.2. Reunião de Planejamento

Reunião destinada à apresentação sumária do projeto, ao esclarecimento de aspectos relativos aos objetivos e escopo do estudo, entrega da documentação de projeto, avaliação e ajustes necessários no cronograma de trabalho e dos recursos necessários à realização do estudo, onde a pauta mínima deve ser:

- *Briefing* de segurança – (Projetista);
- Apresentação do Projeto para a Executante do estudo - (Projetista);
- Esclarecimentos sobre objetivos, escopo da análise e requisitos do estudo (Projetista e Petrobras);
- Entrega da documentação de projeto conforme previsto no item 5 desta ET (Projetista), incluindo o modelo 3D da Instalação;
- Dimensionamento das equipes da Projetista e Executante do estudo que participarão da elaboração e o acompanhamento do estudo, com a definição da matriz de responsabilidades;
- Apresentação dos pontos focais de cada parte envolvida e identificação dos responsáveis de cada disciplina de cada parte envolvida que participarão das reuniões de acompanhamento e das validações requeridas nesta ET;
- Apresentação do cronograma previsto para execução do estudo em conformidade com o cronograma de projeto (Executante do estudo e Projetista);
- Definição dos locais, recursos necessários e duração das reuniões de acompanhamento (Projetista e Executante do Estudo).


Participantes da reunião de planejamento: Devem participar os pontos focais das partes envolvidas, os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplinas da Projetista responsáveis pelo acompanhamento do estudo.

Nota: O cronograma deve contemplar o prazo de vinte dias úteis para comentários dos relatórios (parcial e final) pela Petrobras.

### 11.3. Reunião de Análise da Documentação

Reunião destinada à análise e validação da documentação de projeto necessária ao desenvolvimento do Estudo e elaboração de lista de pendências, se houver. O objetivo é evitar erros e retrabalhos nos estudos em função de possíveis falhas ou omissões de informações na documentação, que servirá como base de dados de entrada para a realização do estudo.



	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>17 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
<b>ESUP</b>			
<p>A reunião deve abranger também a avaliação e validação do modelo 3D da <b>Unidade</b> quanto à sua adequação, para fins de exportação ou elaboração do modelo de CFD.</p> <p>A partir da análise da lista de documentos do projeto e dos documentos fornecidos, a Executante do estudo poderá solicitar esclarecimentos e tirar as dúvidas quanto às informações contidas nos documentos. No caso de identificação de pendências na documentação ou de necessidade de fornecimento de outros documentos, a Projetista deverá informar o prazo necessário para sanar as pendências e/ou para envio dos documentos, de forma que não impacte no cronograma previsto para o estudo.</p> <p>Ao final da reunião a Executante do estudo deve assinar um termo de aceite da documentação onde deve constar a lista de pendências, se existentes.</p> <p>Nota: A Projetista, como responsável pela gestão de mudanças do projeto, deve informar às demais partes envolvidas qualquer alteração no projeto que impacte o estudo. Os documentos alterados em decorrência das mudanças, que afetem o estudo, devem ser enviados à Executante do estudo.</p> <p>A Executante do estudo deverá avaliar as mudanças e informar os impactos das mesmas no desenvolvimento da análise e no cronograma previsto. Essa informação deve ser enviada formalmente à Projetista e comunicada à Petrobras.</p> <p>Participantes da análise de documentação: Devem participar os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista responsáveis pelo acompanhamento do estudo. Essa reunião é opcional para a Petrobras.</p> <p><b>11.4. Reunião de Premissas e de Metodologia</b></p> <p>Reunião destinada à apresentação e definição de premissas a serem empregadas no estudo, esclarecimento da metodologia e confirmação de dados básicos da Instalação.</p> <p>A Executante do estudo deverá apresentar as premissas propostas para o desenvolvimento do estudo e as suas dúvidas quanto à metodologia proposta nessa ET. As dúvidas devem ser esclarecidas pela Projetista com a participação da Petrobras.</p> <p>As premissas devem ser definidas em comum acordo entre as partes envolvidas e devem ser incluídas no relatório do estudo.</p> <p>Além das premissas e metodologia, a Projetista deverá confirmar as informações básicas para início do estudo como condições meteorológicas, confirmação do aproamento e das coordenadas de posicionamento da instalação, arranjo de <i>risers</i> (submarino e superfície – arranjo no balcão de <i>risers</i>) e os <b>FPS</b> que devem ser avaliadas no estudo. As informações devem ser ratificadas ou retificadas pela Petrobras.</p> <p>Participantes da reunião de premissas e metodologia: Devem participar os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo.</p> <p><b>11.5. Reuniões de acompanhamento e validação</b></p> <p>Reuniões destinadas ao acompanhamento do estudo por parte da Projetista com participação da Petrobras onde devem ser abordados os itens previstos na metodologia.</p> <p>A Projetista em comum acordo com a Executante do estudo, e considerando o cronograma previsto para realização do estudo, deve apresentar a agenda de reuniões para acompanhamento do desenvolvimento do estudo. As reuniões devem contemplar as etapas de estudo previstas no item 7 (Metodologia) desta ET. Devem ser previstas reuniões de acompanhamento e validação indicadas na Tabela 1 a seguir:</p>			

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-5400-98G-P4X-001	REV. A
	PROGRAMA	FOLHA: 18 de 21	
	TÍTULO:	ESTUDO DE EXPLOSÃO	
			NP-1
			ESUP

Tabela 1: Reuniões de Acompanhamento e validação.

Item	Pauta das reuniões - Assuntos	Ref.
R1	<b>Validação dos cenários acidentais e da árvore de eventos:</b> Confirmação dos cenários selecionados a serem analisados (APR e Adicionais) e proposição da configuração da árvore de eventos.	9.1 9.2
R2	<b>Validação dos dados de processo e de despressurização:</b> Confirmação dos dados de processo, dos modos de operação e das condições de despressurização.	9.3 9.4
R3	<b>Validação dos Segmentos e Cálculo de Inventário.</b>	9.5
R4	<b>Validação da contagem, frequência de vazamento, probabilidade de ignição e frequência de explosão:</b> Apresentação da contagem de contribuintes, das frequências de vazamento, probabilidades de ignição, frequências de explosão, validação dos cálculos da árvore de eventos e exclusão dos cenários abaixo da frequência de corte.	9.6 9.7 9.8 9.9
R5	<b>Validação da Geometria:</b> Apresentação do modelo de CFD – avaliação da geometria, confinamento, congestionamento e obstruções a serem acrescentadas no modelo.	9.10
R6	<b>Validação das condições de vazamento e dos pontos de ignição:</b> Definição das condições de vazamentos, seleção dos pontos de vazamento e dos pontos de ignição a serem simulados.	9.11 9.12 9.13 9.14
R7	<b>Validação de resultados e do atendimento às recomendações:</b> Apresentação, discussão e aprovação dos resultados das simulações de explosão, curvas de excedência, impulso triangular, recomendações e tratamento das recomendações (apresentação do resultado da análise estrutural).	9.15 9.16 10
R8	<b>Reunião de apresentação do relatório do estudo (versão preliminar)</b>	11.6

A Tabela 1 tem como base a experiência da Petrobras, podendo o número de reuniões ser alterado, de comum acordo entre as partes envolvidas, desde que todos os itens que compõe a metodologia e que requirem validação sejam abordados, bem como a análise dos resultados e das recomendações sejam discutidos e avaliados quanto a sua aplicabilidade ao projeto.

Participantes das reuniões de acompanhamento e validação: Devem participar os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo.


#### 11.6. Reunião de apresentação do relatório do estudo – versão preliminar

Reunião destinada à apresentação do relatório final antes da sua emissão para a Petrobras. O relatório final é de responsabilidade da Projetista e deve ser emitido pela mesma. O relatório final deve contemplar o relatório da Executante do estudo mais o tratamento das recomendações do estudo a serem implementados no projeto pela Projetista. A codificação do relatório e o respectivo carimbo devem identificar a Projetista como originária do documento. A codificação deverá estar de acordo com a norma Petrobras N-1710 e o formato de acordo com a N-381.

A apresentação deve ter como foco a os principais eventos acidentais, os principais resultados as conclusões e recomendações do estudo. Deve ser abordado o tratamento dado a cada uma das recomendações do estudo.

Participantes da reunião de apresentação do relatório do estudo:

Devem participar os pontos focais das partes envolvidas, os profissionais da Executante do estudo envolvidos e os líderes de disciplina da Projetista e da Petrobras responsáveis pelo acompanhamento do estudo. Nessa reunião é recomendável a participação de profissionais de operação e manutenção da Instalação.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>19 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	
		<b>NP-1</b>	<b>ESUP</b>

## 12. RELATÓRIOS DO ESTUDO

O relatório final deverá ser emitido em português e inglês. O relatório deve atender o conteúdo requerido no item 8.6 da **Diretriz de Engenharia de Segurança** e o especificado neste documento.

Todas as hipóteses de simplificação e premissas adotadas devem ser apresentadas e explicitadas na parte correspondente do relatório. Adicionalmente, as atas das reuniões devem ser apresentadas em anexo, especialmente as que possuem validação de etapas da metodologia. Os gráficos e figuras dos relatórios devem ser apresentados com as respectivas escalas, legendas e com a rosa dos ventos e direção predominante do vento. Para elaboração das tabelas, gráficos e figuras devem ser aplicadas as unidades do Sistema Internacional - SI.

Todos os gráficos e figuras que suportem as conclusões e recomendações do estudo devem ser apresentados no relatório final.

### 12.1. Relatórios Parciais

Pelo menos dois relatórios parciais devem ser apresentados pela Executante do estudo à Petrobras.

O primeiro, informativo, deve conter, no mínimo: as premissas, modelo 3D, geometria, malha e domínio de simulação, resultados do estudo de ventilação, cenários a serem analisados, cenários descartados, definição dos segmentos e cálculo do inventário, cálculo da frequência de vazamento, as probabilidades de ignição retardada consideradas e o cálculo da frequência de explosão.

O segundo, para comentários, deve apresentar os resultados das simulações computacionais, todas as análises previstas no escopo do estudo, conclusões, recomendações e as ações para atendimento das recomendações, além dos demais itens constantes no primeiro relatório parcial.

### 12.2. Relatório Final

O Relatório Final corresponde à emissão do relatório em revisão 0, emissão original. Para esta emissão, os comentários realizados ao segundo relatório parcial deverão estar atendidos e implementados. Devem ser previstas revisões adicionais para os casos em que haja mudanças no projeto que impactem o estudo, conforme previsto nos itens 9.3 e 11.3 dessa ET, ou no caso de serem identificadas falhas na emissão final.

## 13. PRAZOS

De acordo com a complexidade do projeto, o escopo do estudo e os prazos estabelecidos no contrato, deverão ser definidos pela Projetista em comum acordo com a Executante do estudo os prazos requeridos para a realização do estudo e emissão dos relatórios parciais e final. Esses prazos deverão constar no cronograma citado no item 11.2 desta ET.


## 14. CAPACITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Devido à complexidade envolvida na metodologia e no uso dos softwares de CFD aplicáveis ao estudo de explosão, e também devido importância desse estudo para a segurança da Instalação, a elaboração do mesmo deve ser efetuada por empresa capacitada, pertencente à lista contratual de fornecedores da Petrobras (LCF).

## 15. APLICAÇÃO DE LISTA DE VERIFICAÇÃO

A Projetista deverá apresentar como evidência de acompanhamento das atividades da Executante do estudo uma lista de verificação (LV), que deverá constar como anexo do relatório. A LV deve conter os requisitos constantes da **Diretriz de Engenharia de Segurança** e os constantes desta ET. A verificação de cada requisito deverá ter a identificação e assinatura do responsável pela verificação.

A verificação da parte relativa à análise estrutural deverá constar na documentação de projeto. No entanto, essa documentação deverá ser referida no relatório do estudo, com a indicação clara de como e onde foram atendidas as recomendações do estudo.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>	Nº <b>ET-3000.00-5400-98G-P4X-001</b>	REV. <b>A</b>
	PROGRAMA	FOLHA: <b>20 de 21</b>	
	TÍTULO:	<b>ESTUDO DE EXPLOSÃO</b>	<b>NP-1</b>

## 16. SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO

Adicionalmente ao disposto na **Diretriz de Engenharia de Segurança** a Projetista e a Executante do estudo devem dispor de sistema de segurança de dados que garanta a integridade, confiabilidade, rastreabilidade, confidencialidade e inviolabilidade dos dados constantes no estudo e dos dados fornecidos pela Petrobras. Todas as informações deverão ser preservadas contra eventos acidentais ou de segurança da informação por pelo menos cinco anos.

**17. ANEXO - CORREÇÃO DA CONTAGEM DE ELEMENTOS**

Tabela - FATORES DE CORREÇÃO PARA A CONTAGEM DE ELEMENTOS

TIPO DE ELEMENTO	DIÂMETRO	GÁS			ÓLEO			POÇOS		
FLANGES	Contabilizar flanges pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) – considerando também FE, figura 8, FO e spool – e multiplicar o total de cada sistema pelos fatores abaixo:									
	D≤3"	Qt <sub>c</sub> GÁS	x 2,00	x 0,45	Qt <sub>c</sub> ÓLEO	x 4,00	x 0,35	Qt <sub>c</sub> POÇOS	x 3,00	x 0,45
	3"<D<12"			x 0,35			x 0,45			x 0,50
	D≥12"			x 0,20			x 0,20			x 0,05
<b>Legenda:</b> Qt <sub>c</sub> GÁS = quantidade total contabilizada nos P&IDs do sistema GÁS (para todas as faixas de diâmetro) Qt <sub>c</sub> ÓLEO = quantidade total contabilizada nos P&IDs do sistema ÓLEO (para todas as faixas de diâmetro) Qt <sub>c</sub> POÇOS = quantidade total contabilizada nos P&IDs do sistema POÇOS (para todas as faixas de diâmetro)										
VÁLVULA DE BLOQUEIO	Contabilizar as válvulas de bloqueio pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e multiplicar os quantitativos pelos fatores de ajuste abaixo:									
	D≤3"	x 1,50								
	3"<D<12"	x 1,20								
	D≥12"	Utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
VÁLVULA DE BLOWDOWN (BDV)	D≤3"	Contabilizar as válvulas de blowdown pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									
VÁLVULA DE CONTROLE	D≤3"	Contabilizar as válvulas de controle pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									
VÁLVULA DE RETENÇÃO	D≤3"	Contabilizar as válvulas de retenção pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									
VÁLVULA DE SHUTDOWN (SDV)	D≤3"	Contabilizar as válvulas de shutdown pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									
INSTRUMENTOS	D≤3"	Contabilizar os instrumentos pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									
VÁLVULA DE ALÍVIO (PSV)	D≤3"	Contabilizar as válvulas de alívio pelos fluxogramas de engenharia (P&ID) e utilizar diretamente os quantitativos encontrados.								
	3"<D<12"									
	D≥12"									