

DIRETRIZES DE ENGENHARIA

Titular: Desenvolvimento da Produção e Tecnologia

Área: Instalações de Produção Marítimas

Disciplina: Segurança

**Diretriz de Engenharia de
Segurança**

Aprovação:	SUP/ESUP
Verificação:	SUP/ESUP/EPS
Execução:	SUP/ESUP/EPS/EBP

Aprovado em 27/02/2018

SUMÁRIO

1	APLICABILIDADE	4
2	DISCIPLINAS ENVOLVIDAS	4
3	ABREVIACIONES	4
4	DEFINICIONES	6
5	NORMAS ESTATUTARIAS, REGULAMENTACIONES MARITIMAS, LEGISLACION E NORMAS TECNICAS APLICABLES	8
5.1	NORMAS ESTATUTARIAS	9
5.2	REGULAMENTACIONES MARITIMAS	9
5.3	LEGISLACION BRASILEIRA	9
5.4	NORMAS TECNICAS	9
5.5	OUTRAS NORMAS APLICABLES	11
6	UNIDADES DE MEDIDA UTILIZADAS	11
7	DIRETRIZES DE PROJETOS – REQUISITOS PARA SISTEMAS DE SEGURANCA E SALVATAGEM	11
7.1	SISTEMAS DE PROTECCION E COMBATE A INCENDIO	11
7.1.1	SISTEMA DE SUPRIMENTO DE AGUA PARA COMBATE A INCENDIO	13
7.1.2	SISTEMA DE SUPRIMENTO DE LGE PARA COMBATE A INCENDIO COM ESPUMA	18
7.1.3	CANHONES MONITORES FIXOS	19
7.1.4	SISTEMA DE DILUVIO DE AGUA	19
7.1.5	SISTEMA DE COMBATE COM ESPUMA	22
7.1.6	SISTEMA FIXO DE PROTECCION POR GAS CARBONICO (CO ₂)	24
7.1.7	SISTEMA DE PROTECCION POR AGUA NEBULIZADA (WATER MIST)	27
7.1.8	SISTEMAS MANUAIS DE PROTECCION	28
7.1.9	PROTECCION PASSIVA CONTRA INCENDIO - PPCI	30
7.2	SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO E GAS	38
7.2.1	SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO	38
7.2.2	SISTEMA DE DETECCION DE GAS	42
7.3	REQUISITOS DE SEGURANCA PARA SISTEMAS DE ALIVIO DE PRESSAO E DESPRESSURIZACION	49
7.4	SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA (SHUTDOWN)	50
7.4.1	CONFIGURACION DOS NIVEIS DE PARADA DE EMERGENCIA	50
7.4.2	BOTOEIRAS FISICAS	52
7.4.3	SISTEMA DE ANUNCIO E ALARME GERAL	53
7.4.4	SISTEMA DE INTERTRAVAMENTO DE SEGURANCA	53
7.5	REQUISITOS DE SEGURANCA PARA SISTEMA DE INERTIZACION DOS TANQUES DE CARGA DE FPSO E FSO	55
7.6	REQUISITOS PARA BLOQUEIO NAS INTERFACES COM O SISTEMA SUBMARINO	55
7.7	SALVATAGEM	56
7.7.1	EMBARCAÇÕES SALVA-VIDAS RIGIDAS E A PROVA DE FOGO	57
7.7.2	BALSAS INFLÁVEIS E TURCOS	57
7.7.3	EMBARCAÇÃO DE SALVAMENTO	58

7.7.4	COLETE SALVA-VIDAS	58
7.8	REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA SISTEMAS ELÉTRICOS	60
7.8.1	CONSUMIDORES ESSENCIAIS PARA SEGURANÇA	60
7.8.2	CONSUMIDORES DE EMERGÊNCIA	62
7.8.3	PROTEÇÃO PARA CABOS ELÉTRICOS E DE SINAIS DOS SERVIÇOS ESSENCIAIS E DE EMERGÊNCIA	63
7.8.4	CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS	63
7.9	REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA ARRANJO	63
7.10	REQUISITOS PARA ROTAS DE FUGA	64
7.11	REQUISITOS PARA SISTEMA DE VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (HVAC)	65
7.12	REQUISITOS PARA SEGURANÇA PESSOAL	65
7.13	REQUISITOS PARA SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	66
8	DIRETRIZES DE PROJETOS - REQUISITOS PARA ESTUDOS DE SEGURANÇA	67
8.1	CRITÉRIOS DE TOLERABILIDADE DE RISCOS	68
8.2	TÉCNICAS APLICADAS AOS ESTUDOS DE SEGURANÇA	69
8.3	REQUISITOS GERAIS PARA ELABORAÇÃO DE APR E HAZOP	71
8.3.1	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)	72
8.3.2	ESTUDO DE PERIGOS E OPERABILIDADE (HAZOP)	73
8.4	ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS	74
8.4.1	REQUISITOS PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS	75
8.4.2	DADOS METEOCEANOGRÁFICOS	77
8.4.3	TAXAS DE VAZAMENTO	78
8.4.4	FREQUÊNCIA DE VAZAMENTO	78
8.4.5	SELEÇÃO DE PONTOS DE VAZAMENTO	78
8.4.6	DIREÇÃO DE VAZAMENTO	79
8.4.7	MODELAGEM DA GEOMETRIA	79
8.4.8	ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO	79
8.4.9	ESTUDO DE DISPERSÃO DE FUMAÇA	83
8.4.10	ESTUDO DE DISPERSÃO DE GASES	83
8.4.11	ESTUDO DE EXPLOSÃO	86
8.4.12	ESTUDO DE QUEDA DE OBJETOS	88
8.4.13	ESTUDO DE COLISÃO DE NAVIOS	88
8.4.14	ESTUDO DE FUGA, EVACUAÇÃO E RESGATE	88
8.5	REQUISITOS PARA CFD	88
8.6	RELATÓRIOS DOS ESTUDOS	89
8.6.1	RELATÓRIOS DE APR E HAZOP	89
8.6.2	RELATÓRIOS DOS ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS	89
9	REFERÊNCIAS	93
10	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	94
11	ANEXOS	96

1 APLICABILIDADE

Esta diretriz se destina aos projetos de Unidades Marítimas de Produção de Petróleo e Gás da PETROBRAS. Aplica-se às instalações de superfície, casco e *topside*, e às suas interfaces com os sistemas submarinos.

O objetivo da Diretriz de Engenharia de Segurança é estabelecer requisitos técnicos de segurança e princípios de gerenciamento de riscos a serem seguidos por todas as disciplinas de Projeto de Engenharia envolvidas nos projetos de Unidades Marítimas de Produção de Petróleo e Gás, doravante chamadas de Unidades. Estes princípios e requisitos técnicos visam à proteção da Vida, do Meio-ambiente, do Patrimônio e da Imagem da Companhia.

O princípio de “projeto inerentemente mais seguro” deve ser conduzido com base nas boas práticas de engenharia e no gerenciamento de riscos em todo o ciclo de vida da Unidade. Para tal, normas e padrões da indústria devem ser atendidas de modo a definir, juntamente com os requisitos desta Diretriz, as práticas requeridas para implementar no projeto tanto soluções de engenharia e tecnologias que reduzam os riscos, quanto os meios necessários ao plano de resposta a emergências, de modo que sejam conferidos e mantidos os níveis de segurança em conformidade com os critérios de tolerabilidade a riscos da Petrobras.

2 DISCIPLINAS ENVOLVIDAS

Arquitetura, Arranjo, Automação de Projeto, Elétrica, Estrutura, HVAC, Instrumentação e Automação, Mecânica, Naval, Processo, Segurança, Telecomunicações, Tubulação e outras em conformidade com a estrutura de projeto.

3 ABREVIações

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADV – *Automatic Deluge Valve* - Válvula Automática de Dilúvio

AFFF – *Aqueous Film-Forming Foam* - Concentrado de Espuma Formadora de Filme Aquoso

ALARP – *As Low As Reasonably Practicable* - Tão baixo quanto razoavelmente possível

AMI – Alarme Manual de Incêndio

ANM - Árvore de Natal Molhada

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ANS - Árvore de Natal Seca

APR- Análise Preliminar de Risco

BCI - Bomba de Combate a Incêndio

BDV – *Blowdown Valve* - Válvula de Despressurização

BOP- *Blowout Preventer*

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CCR – *Central Control Room* - Sala de Controle Central

CFD - *Computational Fluid Dynamics* – Fluidodinâmica Computacional

CSS – *Control and Safety System* - Sistema Integrado de Segurança e Controle

DAL – *Dimensioning Accidental Load* - Carga Acidental Dimensionante

DHSV – *Downhole Safety Valve*

DPC - Diretoria de Portos e Costas

EEBD – *Escape Emergency Breathing Device* – Equipamento de Respiração para Fuga em Emergência

EERA - Estratégia de Evacuação, Resgate e Abandono

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ESD – *Emergency Shutdown* - Parada de Emergência

FD – Folha de dados

FGS – *Fire and Gas System*- Sistema de Fogo e Gás

FPS – Funções Principais de Segurança

FPSO – *Floating Production Storage and Offloading* - Unidade Flutuante de Produção e Armazenamento e Transferência de Petróleo

FPU - *Floating Production Unit* - Unidade Flutuante de Produção de Petróleo

FSO - *Floating Storage and Offloading* - Unidade Flutuante de Armazenamento e Transferência de Petróleo

HAZOP – *Hazard and Operability Study*- Estudo de Perigos e Operabilidade

HPU – *Hydraulic Power Unit* - Unidade de Potência Hidráulica

HVAC - *Heating, Ventilation and Air Conditioning* - Sistema de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IHM – Interface Humano Máquina

LGE – Líquido Gerador de Espuma

LII – Limite Inferior de Inflamabilidade

NORMAM - Normas da Autoridade Marítima

NR - Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho

- P&ID – *Piping and Instrumentation Diagram* - Fluxograma de Engenharia
- PFD – *Process Flow Diagram* - Fluxograma de Processo
- PA/GA – *Public Address / General Alarm* - Sistema de Anúncio e Alarme Geral
- PLC – *Programmable Logic Controller* - Controlador Lógico Programável
- POB – *Personnel on Board* - Pessoas a Bordo
- PPCI – Proteção Passiva Contra Incêndio
- PSV – *Pressure Safety Valve* - Válvula de Segurança e Alívio de Pressão
- SDV – *Shutdown Valve* - Válvula de Segurança de Fechamento Automático
- SPM - Sonda de Produção Modulada
- SS – Unidade Flutuante de Produção Semi-Submersível
- SSSV – *Sub-surface Safety Valve* – Válvula de Segurança de Subsuperfície
- TLP – *Tension-leg Platform* - Plataforma Flutuante Ancorada por Tendões Tencionados
- UAM – *Unit Alarm Malfunction* - Alarme de Mau Funcionamento da Unidade/Equipamento
- UAS – *Unit Alarm Shutdown* - Alarme de Desligamento da Unidade/Equipamento
- UEP – Unidade Estacionária de Produção
- UO – Unidade Operacional da Petrobras
- UPS - *Uninterrupted Power Supply* – Fonte de Alimentação Elétrica Ininterrupta

4 DEFINIÇÕES

Abandono – Ato de saída da Unidade em caso de emergência, de forma ordenada, de todo o pessoal a bordo, incluindo aqueles envolvidos no controle da emergência.

ALARP - *As Low as Reasonably Practicable* – conceito empregado na avaliação de tolerabilidade de riscos, segundo o qual, os riscos que se situem na região delimitada por um valor de risco considerado não tolerável (limite superior) e um valor de risco considerado como tolerável (limite inferior) devem ser reduzidos de forma a atingir um valor tão baixo quanto razoavelmente praticável.

Área Classificada - Área na qual uma atmosfera explosiva está presente, ou pode estar presente em quantidades tais que necessitem de precauções especiais para o projeto, fabricação, instalação, utilização, inspeção e manutenção de equipamentos a serem instalados nessa área.

Cenário de Vazamento - Resultado de um vazamento considerando a direção e taxa do vazamento, direção e velocidade do vento e o tamanho da pluma considerando o valor do limite inferior de inflamabilidade do gás ou de concentração do gás.

CFD - O termo *Computational Fluid Dynamics*, geralmente abreviado para CFD, descreve métodos numéricos baseados em computação, os quais envolvem a solução das equações diferenciais fundamentais que regem a conservação da energia, de momento e de massa para um fluido em escoamento.

Coaming - Barreira para contenção de derramamento de líquidos no convés principal de FPSO.

Colapso Estrutural - 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.

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.

EERA – Estratégia de Evacuação, Resgate e Abandono – Estratégia que resulta de uma avaliação dos eventos acidentais que possam requerer as seguintes ações de resposta: Fuga, Reunião, Refúgio, Evacuação, Abandono e Resgate, conforme as normas ISO 15544 e ISO 13702.

Evacuação – Método planejado de saída da instalação em uma Emergência.

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 desta Diretriz de Segurança e devem permanecer disponíveis durante o período de 1 (uma) hora após o início do incidente.

Fuga – Deslocamento das pessoas para longe de um evento acidental em direção a um local onde os efeitos deste evento estejam reduzidos ou sejam inexistentes.

Iluminação de Emergência - Iluminação mínima necessária para garantir a segurança durante a fuga e abandono da Unidade e/ou executar os trabalhos necessários, durante a transição entre o shutdown do gerador principal e a partida do gerador de emergência.

Iluminação Essencial - Iluminação mínima necessária para garantir a segurança durante a execução dos trabalhos necessários na Unidade em caso de perda da geração principal (ESD-3T).

Incêndio em jato (*Jet Fire*) – Incêndio gerado quando há ignição de um vazamento de fluido inflamável em forma de jato proveniente de um sistema pressurizado.

Incêndio em Nuvem (*Flash Fire*) – Incêndio no qual a chama se propaga em uma nuvem de gás inflamável sem causar sobrepressões que ocasionem danos severos às instalações.

Incêndio em poça (*Pool Fire*) – Incêndio gerado quando há ignição de uma poça de líquido inflamável ou combustível.

Painel de monitoramento de sobrepressão: Refere-se aos planos de monitoramento criados no software de CFD, onde a carga total deve ser calculada no Estudo de Explosão.

Posto de Abandono ou Embarque - Área livre próxima às embarcações salva-vidas, com capacidade para acomodar toda a lotação da mesma.

Pontos de Monitoração de sobrepressão - Locais de registro de variação de pressão de um cenário de explosão ao longo do tempo, definidos no Estudo de Explosão.

Ponto de Reunião - Ambiente fechado, em local seguro, fora da área de processo, para ser usado em situações de emergência, permitindo a reunião de pessoas não envolvidas no controle da emergência e transmissão das instruções específicas de evacuação ou abandono.

Propagação de incêndio – é a evolução de uma cadeia de eventos que resultará em um cenário acidental de incêndio, caracterizando a extensão do mesmo.

Proteção Passiva Contra Incêndio - Revestimento resistente a fogo ou outro tipo de barreira física que confere, por um determinado período de tempo, isolamento térmico, vedação à passagem de fogo e fumaça, sem depender da ação humana e de qualquer outro sistema para conferir a proteção.

Refúgio Temporário de Vante – Local protegido contra cenários acidentais de incêndio e explosão, próximo da balsa inflável de vante, com o objetivo de garantir proteção para as pessoas que não conseguirem, em uma situação de emergência, chegar ao ponto de reunião da Unidade.

Resgate – Processo pelo qual as pessoas que estejam no mar ou em baleeiras / balsas infláveis sejam recolhidas para um local seguro.

Sistema de Fogo e Gás (FGS) - É o sistema constituído por detectores de incêndio (calor, radiação e fumaça) e gás, atuação de BDVs, processamento de sinais, monitoramento, alarme e votação. A função do Sistema de Fogo e Gás é gerar as ações de emergência, tais como alarmes de detecção e confirmação de incêndio e vazamentos de gás; despressurização de inventário; acionamento sistemas de combate a incêndio; geração de ESD-3; além de receber a demanda do acionamento de ESD-4 e iniciar as ações decorrentes deste.

SSSV – Dispositivo de segurança de subsuperfície instalado no poço, abaixo da cabeça deste, com a função de isolar o poço em um cenário de descontrole de vazão.

Nota: A DHSV é uma SSSV.

Steam Explosion (explosão por vaporização súbita da água) - Fenômeno que ocorre quando a água, inicialmente na fase líquida, é submetida repentinamente a condições de pressão e temperatura que levam a sua evaporação súbita.

Zona de Incêndio - Área da Unidade contendo perigos semelhantes, delimitada por meio de distância, módulos ou barreiras físicas (divisórias, pisos ou tetos). A aplicação deste conceito visa a “mapear” a Unidade em áreas afins, para o dimensionamento dos sistemas de detecção de FGS e combate a incêndio.

5 NORMAS ESTATUTÁRIAS, REGULAMENTAÇÕES MARÍTIMAS, LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

Além do atendimento aos requisitos constantes dessa Diretriz, o projeto da Unidade deve estar de acordo com as Normas Estatutárias, Regulamentações Marítimas, Legislação

Brasileira e com as Normas Técnicas Brasileiras, Estrangeiras e Internacionais, indicadas nesta Diretriz ou em documento contratual do Projeto.

Em caso de divergência entre requisitos constantes na Diretriz de Segurança e requisitos constantes em outros documentos nela mencionados, deve prevalecer o requisito que for mais restritivo.

5.1 NORMAS ESTATUTÁRIAS

IMO – *International Maritime Organization* (Organização Marítima Internacional)

- SOLAS: *Convention for the Safety of Life at Sea -1974 and amendments in Force*
- MODU CODE: *Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units*
- MARPOL: *International Convention for the Prevention of Maritime Oil Pollution from Ships*
- COLREG: *International Conference on Revision of the International Regulation for Preventing Collisions at Sea*
- LSA Code: *Life-Saving Appliances*
- FSS Code: *International Code for Fire Safety Systems*

5.2 REGULAMENTAÇÕES MARÍTIMAS

- Normas da Autoridade Marítima da Bandeira da Unidade
- Regras da Sociedade Classificadora da Unidade

5.3 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

- NORMAM - Regulamentos da Autoridade Marítima Brasileira (DPC)
- NRs - Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (MT)
- CONAMA - Resoluções do Ministério do Meio Ambiente
- SGSO - Resolução da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP Nº 43/2007- Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional
- SGSS - Resolução da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP Nº 41/2015 - Gerenciamento de Segurança Operacional de Sistemas Submarinos

5.4 NORMAS TÉCNICAS

Normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, quando referidas na legislação ou regulamentação brasileira ou requeridas em contrato.

Normas API – American Petroleum Institute

- API RP 14C: *Recommended Practice for Analysis, Design, Installation and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms*
- API RP 14G: *Recommended Practice for Fire Prevention and Control on Open Type Offshore Production Platforms*
- API RP 505: *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2*
- API-STD-521: *Pressure-Relieving and Depressuring Systems*

Normas IEC - International Electrical Commission

- IEC-60092-502: *Electrical Installations in Ships*
- IEC-61892-7: *Mobile and Fixed Offshore Units – Electrical Installations*
- IEC 61511: *Functional safety – Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector*
- IEC-60079-10-1: *Classification of Areas – Explosive Gas Atmospheres*

Normas NFPA – National Fire Protection Association

- NFPA-11: *Standard for Low, Medium and High-Expansion Foam*
- NFPA-12: *Standard for Carbon Dioxide Extinguishing Systems*
- NFPA 14: *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*
- NFPA-15: *Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*
- NFPA-16: *Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems*
- NFPA-20: *Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*
- NFPA-25: *Standard for the Inspection, Testing and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems*
- NFPA 30: *Flammable Liquids Code*
- NFPA-72: *National Fire Alarm Code*
- NFPA-750: *Standard for Water Mist Fire Protection Systems*
- NFPA 780: *Standard for the Installation of Lightning Protection Systems*

Normas ISO - International Organization for Standardization

- ISO 10418: *Petroleum and Natural Gas Industries Offshore Production Installations Basic Surface Process Safety*
- ISO 13702: *Petroleum and Natural Gas Industries - Control and Mitigation of Fires and Explosions on Offshore Production Installations*
- ISO 15138: *Offshore production installations – Heating, ventilation and air-conditioning*

- ISO 15544: *Offshore production installations – Requirements and guidelines for emergency response*
- ISO 17349: *Offshore platforms handling streams with high content of CO2 at high pressures*
- ISO 17776: *Petroleum and natural gas industries – Offshore production installations – Major accident hazard management during the design of new installations*
- ISO 22899-1: *Determination of the resistance to jet fires of passive fire protection materials – Part 1: General requirements*

5.5 OUTRAS NORMAS APLICÁVEIS

- UK Civil Aviation Authority - CAP-437: *Standards for Offshore Helicopter Landing Areas*
- UK Civil Aviation Authority - CAP-748: *Aircraft Fueling and Fuel Installation Management*
- ASTM E 119: *Standard Test Methods for Fire Test of Building Construction and Materials*
- UL 1709: *Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel*
- ANSI Z 358.1: *Emergency Eyewash and Shower Equipment – Selection, Installation and Use Guide.*

6 UNIDADES DE MEDIDA UTILIZADAS

As unidades de medidas devem ser utilizadas conforme o Sistema Internacional de Unidades – SI ou nas unidades explicitadas ao longo desta Diretriz.

7 DIRETRIZES DE PROJETOS – REQUISITOS PARA SISTEMAS DE SEGURANÇA E SALVATAGEM

7.1 SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

O objetivo dos sistemas de proteção e combate a incêndio é prover a Unidade com recursos para proteção, controle e extinção de incêndios, de forma a evitar a sua propagação e o seu escalonamento.

Os sistemas de proteção e combate são classificados como fixos ou manuais. Os sistemas fixos podem ser classificados como ativos ou passivos, sendo que os ativos dependem de um sistema de detecção e intertravamento para atuarem no combate, ou da ação humana, enquanto que os passivos não dependem de tais ações para prover a proteção.

De forma a contemplar uma Estratégia de Prevenção, Controle e Mitigação de Incêndio e Explosão nas Unidades, conforme requerido pela norma ISO 13702, os recursos ativos e

passivos devem atender aos requisitos desta Diretriz e considerar os resultados e recomendações dos Estudos de Segurança.

ZONAS DE INCÊNDIO

Com o objetivo de otimizar os recursos para atender a Estratégia de Prevenção, Controle e Mitigação de Incêndio e Explosão a Unidade deve ser dividida e segregada em zonas de incêndio, todas devidamente numeradas de forma a permitir a sua identificação e localização física. Os sistemas fixos e manuais de cada zona deverão ser especificados e dimensionados de acordo com os riscos presentes na zona e a estratégia definida para controle e/ou extinção do incêndio na mesma. Os sistemas fixos e manuais de cada zona deverão ser indicados na Folha de Dados de Segurança (FD), cujo modelo consta no Anexo III desta especificação.

Os sistemas fixos de combate a incêndio especificados nessa Diretriz a serem utilizados nas Unidades são compostos dos seguintes sistemas e componentes:

- Sistema de suprimento de água para combate a incêndio;
- Sistema de suprimento de LGE para combate a incêndio com espuma;
- Canhões monitores fixos (aplicação de água ou espuma em jato);
- Sistema de dilúvio de água (aspersão de água);
- Sistema de combate com espuma;
- Sistema de CO₂ (Inundação total ou aplicação local);
- Sistema de Aspersão de água nebulizada (*Water Mist*).

Todos os sistemas ativos fixos devem ter facilidades de testes instaladas na Unidade para realização dos testes periódicos e de performance dos mesmos.

Os sistemas manuais de combate a serem considerados nos projetos são:

- Hidrantes com mangueiras e esguichos;
- Canhões monitores portáteis e aplicadores manuais;
- Extintores portáteis e extintores sobre rodas;
- Armários de apoio à brigada de combate a incêndio.

Os sistemas passivos de proteção a serem considerados são:

- Anteparas resistentes ao fogo/explosão;
- Revestimentos resistentes ao fogo e isolantes térmicos aplicados às superfícies de anteparas, estruturas, equipamentos ou tubulação e acessórios.

Todos os sistemas passivos devem ter certificação e homologação pelas Sociedades Classificadoras.

7.1.1 SISTEMA DE SUPRIMENTO DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO

O sistema de suprimento de água para combate a incêndio deve fornecer água tanto para os sistemas fixos quanto para os manuais de combate que utilizam água e/ou espuma. O projeto do sistema deve atender as especificações a seguir.

7.1.1.1 BOMBAS DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO - BCI

As BCI devem atender aos sistemas fixos e manuais de combate a incêndio que utilizam água e espuma.

A Unidade deve ser provida com BCI autônomas, com capacidade total para atender 100% da demanda máxima projetada. As BCI devem ser específicas e exclusivas para combate a incêndio.

O cálculo da capacidade da BCI deve considerar a máxima demanda de água do sistema de combate a incêndio, que deve ser aquela requerida pelo maior sistema consumidor com base no Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, somada à demanda de água para duas linhas de mangueira de 1 ½" para combate a incêndio. Na determinação desta demanda pode ser avaliada a utilização de divisórias corta-fogo e a despressurização de equipamentos.

Cada BCI deve ter autonomia mínima de 18 horas e atender aos requisitos da NFPA-20 e NFPA-25, além de ter facilidades para testes conforme previstos na norma NFPA-25.

Independentemente do tipo de acionador das BCI, devem ser previstas no mínimo duas BCI principais e mais uma BCI reserva, capaz de substituir qualquer uma das BCI principais.

As BCI devem estar protegidas das intempéries e fora das áreas de risco, tais como área da planta de processo e sobre o topo dos tanques de carga. Nas Unidades FPSO e FSO, as BCI não devem ser instaladas na proa da Unidade. Adicionalmente, devem ser afastadas entre si, instaladas, preferencialmente, em bordos opostos do convés ou em conveses diferentes.

Caso estas BCI sejam instaladas em locais adjacentes às áreas de risco, as mesmas devem ser segregadas por divisórias corta-fogo. As divisórias da área de instalação das BCI devem ser classificadas, no mínimo, como Classe A0, devendo passar para categorias de maior classe de resistência ao fogo, se acima, abaixo ou em área adjacente, houver equipamentos que manuseiam fluidos inflamáveis e/ou combustíveis. Neste caso o estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça deverá subsidiar a definição da proteção.

As BCI devem ser instaladas de forma que, em qualquer cenário de acidente previsto, seja preservado o suprimento de 100% da demanda máxima de projeto.

Sempre que o Sistema de BCI for concebido utilizando bombas *lift* dentro de *caissons*, a bomba *lift* deve ficar permanentemente submersa. Caso o sistema seja concebido utilizando bombas centrífugas sem essas bombas *lift*, as bombas centrífugas devem estar instaladas tão baixo no casco, de forma que a sucção das bombas esteja sempre abaixo do nível da linha d'água, considerando *minimum draft* e os movimentos do FPSO (*roll, pitch e heave*).

A pressão de descarga das BCI deve ser suficiente para atender as necessidades de todos consumidores da Unidade, conforme Tabela 1.

TABELA 1: Pressões mínimas e máximas do sistema de combate a incêndio

VALOR	ONDE	PRESSÃO (Kgf/cm ²)
Máxima	Hidrantes	14,0
Mínima	Esguichos de mangueira	5,0
Mínima	A montante dos proporcionadores do helideque	7,0
Mínima	Aspersores do sistema de dilúvio	1,4

Atenção deve ser dada ao projeto do suprimento de consumidores em ambientes que ficam abaixo do nível das bombas de água para combate a incêndio, como praça de máquinas, casa de bombas e *pontoons* de SS, com o controle de pressão, de forma que a rede de água de combate a incêndio e seus componentes suportem as pressões em função da coluna de líquido e também para que o sistema possa ser operado com segurança, com o uso de hidrantes, mangueiras e esguichos.

Nas Unidades, onde 100% da demanda de projeto de água para combate a incêndio seja fornecida por bombas acionadas por motores elétricos, os mesmos devem ser alimentados, via geração principal e via geração de emergência, exceto nas bombas diesel-elétricas, e deverá também atender ao disposto no item 7.8.

As BCI, inclusive as de acionamento a diesel, devem partir no tempo máximo de 45 segundos após o recebimento do comando de partida. O sistema de partida deve ter acionamento automático, manual local e manual remoto. Os sistemas de partida dos acionadores diesel das BCI devem possuir redundância.

As BCIs devem ter os seguintes modos de acionamento:

- Por queda de pressão na rede de combate a incêndio por acionamento ou abertura de qualquer consumidor da rede;
- Acionamento manual remoto na CCR;
- Acionamento manual local no painel da BCI;
- Elétrico automático através do CSS por incêndio confirmado na Zona / área afetada.

O desligamento de qualquer BCI deve ser feito somente por sobre velocidade, curto-circuito ou acionamento manual local, no painel da BCI.

A sinalização de estado da BCI apresentada na IHM do CSS deve incluir a indicação de “BCI operando/parada”, “BCI selecionada para local/remoto”, sinal resumo de mau funcionamento e parada (UAM e UAS).

A configuração das BCI acionadas por motor elétrico deve estar de acordo com a Tabela 2.

Para entendimento da Tabela 2, a fonte de alimentação elétrica, para fins de acionamento das BCI, é considerada como o conjunto formado por acionador, gerador, painel de distribuição, sistemas de controle e cabos encaminhados até o painel de cargas essenciais, de forma que qualquer sinistro que ocorra num dos sistemas não afete a operação dos outros.

TABELA 2 - Configuração de Bombas de Combate a Incêndio

CONFIGURAÇÃO	TIPO	REQUISITOS PARA O ACIONAMENTO ELÉTRICO
3 X 50 %	3E	Duplamente alimentadas (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionadores no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para dois (02) acionadores elétricos das BCI.
	2D + 1E	Duplamente alimentada (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionador no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para um (01) acionador elétrico da BCI.
	2E + 1D	Duplamente alimentadas (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionadores no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para dois (02) acionadores elétricos das BCI.
4 X 33 %	4E	Duplamente alimentadas (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionadores no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para três (03) acionadores elétricos das BCI.
	2D + 2E	Duplamente alimentadas (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionadores no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para dois (02) acionadores elétricos das BCI.
	3D + 1E	Duplamente alimentada (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionador no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para um (01) acionador elétrico da BCI.
	3E + 1D	Duplamente alimentadas (a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores): - Acionadores no barramento essencial; - Gerador de emergência dimensionado para três (03) acionadores elétricos das BCI.

Onde:

D = Motor Diesel (acoplado via sistema mecânico, via sistema hidráulico ou via sistema elétrico);

E = Motor Elétrico.

7.1.1.2 REDE DE SUPRIMENTO DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO

A rede de suprimento de água para combate a incêndio deve abranger toda a Unidade, devendo ser constituída por linhas de suprimento de água oriundas das bombas de água para combate a incêndio, que devem ser conectadas diretamente a um anel principal, ramais para alimentação das diversas áreas da instalação, válvulas de bloqueio e de controle de pressão e dos equipamentos consumidores (sistemas de aspersão de água ou espuma, canhões monitores, hidrantes, etc). A rede deve possuir um sistema de controle de vazão/pressão para garantir o fluxo mínimo de operação das bombas de combate a incêndio, conforme definido pelo fabricante da bomba e para proteção contra sobrepressão da rede.

O anel principal da rede deve ter seu encaminhamento fora de áreas sujeitas a danos mecânicos. Deve também estar instalado em áreas em que não seja esperada a ocorrência de acúmulo de material combustível e ser disposto de maneira tal que a própria estrutura da Unidade possa protegê-lo destes danos. A rede não deve alimentar outros consumidores que não sejam para fins de combate a incêndio.

A rede, incluindo o anel principal, os ramais, válvulas, hidrantes e demais componentes deve ser construída com materiais metálicos resistentes à água salgada e devem resistir durante todo o período do ciclo de vida operacional da Unidade, sem necessidade de troca.

O anel principal de água deve alimentar os diversos sistemas consumidores de água e espuma, sendo que cada sistema deve ser alimentado por um ramal independente.

O anel principal, suas ramificações e derivações devem ser providos de válvulas de bloqueio para isolamento de seções dos mesmos, em caso de manutenção ou dano. Deve ser garantido que nenhuma área da Unidade fique totalmente privada do fornecimento de água, no caso de manutenção ou dano em uma parte do referido anel e/ou ramificações. No caso do suprimento dos hidrantes, deve ser garantido que 50 % dos hidrantes que atendem a uma mesma zona de incêndio sejam alimentados por uma seção do anel, distinta e isolável da seção que alimenta os outros 50% dos hidrantes. Adicionalmente, os ramais dos hidrantes devem ser distintos dos ramais do sistema de dilúvio da mesma zona de incêndio protegida.

As válvulas de bloqueio do anel principal de incêndio devem ser motorizadas, com acionamento também manual. As demais válvulas de bloqueio de derivações do anel devem ser manuais, de fácil acesso e operáveis de um mesmo nível da Unidade. Aquelas que não puderem ser operadas manualmente, devido à dificuldade de acesso, devem ser igualmente motorizadas.

Todas as válvulas de bloqueio do anel de incêndio devem ser devidamente identificadas com TAG, de forma que sejam facilmente visualizadas.

Os ramais de alimentação de consumidores localizados em pontos altos devem ser providos de dispositivos de modo a evitar golpe de aríete, na partida das BCI.

Anel de água de incêndio em Plástico Reforçado com Fibra de Vidro

Anel de água de incêndio em plástico reforçado com fibra de vidro pode ser utilizado somente em Unidades Fixas, desde que o mesmo seja mantido permanentemente cheio e que, adicionalmente, sejam atendidas as seguintes condições:

- Os requisitos da Resolução A753 (18) da IMO (tubulações devem atender aos requisitos definidos para o nível de resistência ao fogo L3).
- O anel de incêndio deve estar instalado em áreas sob os quais não haja possibilidade de acúmulo de material combustível e/ou inflamável.
- Devem ser definidos, no Projeto Básico, com a aprovação da Petrobras quando aplicável, os seguintes itens:
 - a) Critérios para penetração de tubulação de plástico reforçado com fibra de vidro em anteparas classificadas;
 - b) Critérios e padrões para compra, aceitação, montagem, inspeção e manutenção, tanto preventiva quanto corretiva.
- Atender às exigências para tubulações não-metálicas conforme Especificação Técnica da Petrobras.

A resistência ao fogo da tubulação cheia de água, quando submetida a fogo proveniente de hidrocarbonetos, deve ser compatível com o tempo de duração do incêndio relativo ao inventário do maior equipamento da planta do processo. Um estudo para determinação deste tempo deve ser realizado, considerando, entre outras coisas, as análises de risco realizadas no projeto, bem como atendimento a outras exigências aplicáveis.

7.1.1.3 SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO DA REDE DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO

A rede de água para combate a incêndio deve ser mantida cheia e pressurizada a uma pressão mínima de 1 kgf/cm² no ponto mais desfavorável da rede, ou seja, o de menor pressão.

O sistema deve ser pressurizado por bombas jôquei conectadas diretamente ao anel principal da rede. Não serão aceitos sistemas de pressurização do anel de incêndio com uso de vaso hidropneumático (vaso hidrofórico).

O nível da pressão da rede de água para combate a incêndio deve ser tal, que a abertura de qualquer consumidor leve a uma queda de pressão, acionando automaticamente a partida das BCI.

Em Unidades Fixas, é aceita a pressurização do anel de água para combate a incêndio considerando a interligação com outros sistemas de água da Unidade, desde que seja garantido o suprimento contínuo de água para repor as perdas por vazamento.

Em Unidades Flutuantes, a pressurização do anel de incêndio somente poderá ser feita utilizando um ramal oriundo do sistema de captação de água do mar, desde que as seguintes condições sejam atendidas:

- A interligação seja feita fora de ambientes confinados;
- Uma válvula de retenção e uma válvula de bloqueio com fechamento automático e simultâneo com a partida da BCI devem ser instaladas no ramal correspondente.

7.1.2 SISTEMA DE SUPRIMENTO DE LGE PARA COMBATE A INCÊNDIO COM ESPUMA

O sistema de suprimento de LGE para combate a incêndio deve fornecer LGE para todos os sistemas e consumidores fixos de combate a incêndio com espuma da Unidade, sendo composto por bombas de suprimento, rede de suprimento e reservatório de LGE. O projeto do sistema deve atender as especificações a seguir.

7.1.2.1 BOMBAS DE LGE E REDE DE SUPRIMENTO

O sistema deve ser provido de duas bombas de LGE (2 x 100%), uma principal e outra reserva, reservatório de LGE e de uma rede de suprimento de LGE em forma de anel, abrangendo toda a Unidade. A capacidade do sistema deve ser dimensionada considerando o cenário de incêndio que demande a maior vazão de LGE, considerando os requisitos dessa Diretriz e das Normas Estatutárias.

As bombas de LGE devem ser acionadas por motores elétricos, sendo que os mesmos devem ser duplamente alimentados, a partir de dois barramentos essenciais distintos com painel de comutação automática entre os alimentadores. As bombas devem estar localizadas em local seguro, abrigado de intempéries e fora das áreas perigosas. No caso de falha na partida da bomba principal, a bomba reserva deve ser acionada automaticamente. O sistema de bombeio deve ter proteção contra sobrepressão na descarga e ajuste de pressão com válvulas de controle e linha de retorno para o tanque de LGE.

O anel, suas ramificações e derivações devem ser providos de válvulas de bloqueio para isolamento de seções dos mesmos. Deve ser garantido que nenhuma área protegida pelo sistema de espuma fique totalmente desprovida do fornecimento de LGE no caso de manutenção ou dano de uma parte do referido anel e/ou ramificações.

A rede de suprimento de LGE, incluindo o anel principal, os ramais, válvulas, proporcionadores e demais componentes do sistema devem ser construídos com materiais metálicos resistentes ao LGE e a água salgada e devem resistir durante todo o período do ciclo de vida operacional da Unidade, sem necessidade de troca.

O anel principal da rede de LGE deve ter seu encaminhamento fora de áreas sujeitas a danos mecânicos. Deve também estar instalado em áreas em que não seja esperada a ocorrência de acúmulo de material combustível e ser disposta de maneira tal que a própria estrutura da Unidade possa protegê-lo destes danos. O anel da rede de LGE deve ser mantido cheio de LGE.

7.1.2.2 RESERVATÓRIO DE LGE

A capacidade do reservatório deve ser dimensionada para garantir o atendimento do cenário de incêndio de maior consumo de LGE na Unidade e deve ter um acréscimo de capacidade de 20% para testes funcionais.

Os reservatórios de LGE quando instalados em ambientes fechados só podem ser construídos em materiais metálicos, porém, quando forem instalados em áreas abertas

podem ser construídos opcionalmente em FRP. O material do reservatório deve ser resistente à corrosividade do LGE. Reservatórios tipo tanques diafragma (*bladder*) não devem ser utilizados.

O reservatório deve possuir visor de nível e transmissor de nível, transbordo, meios de enchimento de fácil acesso, sistema de *vent*, meios de drenagem e bacia de contenção com drenagem.

7.1.3 CANHÕES MONITORES FIXOS

Os canhões monitores fixos para o combate a incêndios devem ser dimensionados e especificados para atender à aplicação de espuma nas áreas sobre os tanques de carga, estações de *offloading*, helideque e outras áreas com possibilidade de formação de incêndio em poça no convés principal.

Os canhões monitores devem ser dispostos de acordo com a Análise de Sombra (conforme item 7.1.5.2) a ser desenvolvido nas fases de projeto básico e executivo e devem ser dimensionados com a capacidade e alcance suficiente para cobertura com espuma de toda a área protegida.

Os canhões monitores devem possuir capacidade de giro horizontal de 360° e movimento vertical de 70° para cima e 60° para baixo em relação ao plano horizontal, podendo parar em qualquer posição mediante travamento mecânico. O acionamento pode ser realizado por volantes ou alavancas. Os canhões monitores devem ser fornecidos em conformidade com as Especificações Técnicas da Petrobras.

Adicionalmente, em Unidades que possuem sondas de produção, devem ser instalados canhões fixos de água, com uma vazão estimada de 2000 L/min por canhão, de forma que qualquer ponto da área de sonda possa ser atingido simultaneamente por dois jatos de água, provenientes de dois canhões distintos.

7.1.4 SISTEMA DE DILÚVIO DE ÁGUA

O sistema de dilúvio de água deve ser dimensionado e especificado de forma que seja capaz de aplicar água por aspersão de maneira uniforme sobre a superfície dos equipamentos ou áreas protegidas, com o objetivo de resfriamento, evitando assim que sejam aquecidas até o ponto de perda de integridade estrutural.

O projeto do sistema de dilúvio deve atender ao disposto na norma NFPA-15, exceto onde indicado o contrário nesta Diretriz.

Equipamentos que contenham fluidos inflamáveis e/ou combustíveis devem ser protegidos com aspersores de água, exceto:

- Aqueles instalados em *pontoons* de SS;
- Unidades flotasoras de gás, hidrociclones e desaeradoras (com *stripping* a gás);
- Cabos elétricos que alimentam as BCI, serviços essenciais e/ou de emergência que estão instalados em “Áreas Perigosas” e são resistentes a fogo ou, alternativamente, possuem encaminhamento por duas rotas distintas (a definição do encaminhamento

deve considerar que um cenário de risco de incêndio não atinja simultaneamente as duas rotas);

- Aqueles justificados pelo Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, de forma a garantir a integridade mecânica do equipamento durante a maior duração do incêndio, ou 60 minutos, o que for menor. Este Estudo deve conter uma análise de integridade mecânica para equipamentos e tubulações, conforme descrito no item 8.4.8.2.

A necessidade da aplicação de aspersão de água em tubulação que contenha fluidos inflamáveis e/ou combustíveis deve ser determinada a partir dos resultados do Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, de forma a verificar e garantir a integridade mecânica do trecho de tubulação isolado, considerando a maior duração do incêndio, ou 60 minutos, o que for menor. Esta análise deve ser aprovada pela Sociedade Classificadora.

Deve ser prevista proteção por água de combate a incêndio para equipamentos que contenham fluidos inflamáveis e/ou combustíveis localizados no interior de *turret* de FPU e FPSO. Para tanto, deve ser prevista a instalação de um *swivel* específico para permitir a passagem das tubulações principais para alimentação do sistema de aspersão de água e hidrantes.

As taxas de aplicação de água de resfriamento devem ser aquelas indicadas na Tabela 3.

ÁREA	TAXA MÍNIMA DE APLICAÇÃO DE ÁGUA (L/min · m ²)	OBSERVAÇÕES
Chegada de Poços	20 (ou 400 l/min/poço)	ANS
<i>Manifold</i>	20	
Chegada dos <i>risers</i>	10	As áreas a serem protegidas são aquelas sobre flanges, válvulas e outras conexões.
<i>Piperack</i>	10	
Equipamentos da Planta de Processo	10	
Bombas Compressores	20	
Equipamentos do Sistema de Tratamento de Gás	10	
Tanques de Etanol	10	
<i>Turret</i>	10	
Estruturas Verticais de Módulos e Equipamentos	10	

Estruturas Horizontais de Módulos e Equipamentos	4	
--	---	--

Tabela 3: Taxas de Aplicação de Aspersão de Água

O sistema deve ser projetado de modo a permitir que os aspersores localizados nos pontos mais desfavoráveis operem adequadamente, atendendo aos requisitos das normas aplicáveis e também às especificações do fabricante. Deve ser realizado o balanceamento hidráulico do sistema de água de combate a incêndio. Para o referido balanceamento não é permitido o uso de placas de orifício, atendendo ao disposto na NFPA-15.

O sistema fixo de aspersão de água deve atender as pressões (mínimas e máximas) conforme Tabela 1 dessa Diretriz e especificações do fabricante de bicos aspersores.

As ADVs devem ser fornecidas em *skids* individuais, incluindo as válvulas de *by-pass*. Os *skids* devem ser convenientemente identificados e instalados em áreas seguras e de fácil acesso, de modo que em caso de incêndio nas áreas por eles atendidas, a sua operação (manual ou automática) não seja comprometida. A instrumentação e a válvula de acionamento manual do sistema devem ser acondicionadas em armários que garantem a sua proteção contra intempéries. Estes devem ser pintados de vermelho e devem possuir o TAG das ADVs pintados em branco.

Nas Unidades do tipo FPSO/FSO, as ADVs devem ser instaladas a ré da área por ela protegida e afastadas pelo menos 15 m da mesma, de modo a facilitar o acesso da brigada de incêndio, sem a necessidade de passar ou se aproximar da área sob incêndio.

A necessidade de adoção de requisitos que confirmam às válvulas de dilúvio e a seus acessórios características *fire tested* deve ser avaliada durante o Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, considerando, inclusive, os requisitos da Sociedade Classificadora.

A abertura de ADV deve ter os seguintes modos de acionamento:

- e) Pneumático: Abertura automática através da despressurização da rede de plugues fusíveis.
- f) Manual mecânica: Abertura manual das ADVs ou de suas válvulas de *by-pass*.
- g) Manual pneumática: Abertura da válvula manual da linha de suprimento de ar de instrumentos da referida ADV.
- h) Elétrico manual remoto: Abertura da válvula de dilúvio através da IHM do CSS. O comando de abertura deve ser do tipo “energizar para abrir” de forma que a perda do comando não ocasione a abertura indevida da ADV. O comando de abertura da ADV deve ser precedido por um aviso em tela tipo “*pop up*” no CSS alertando para a possibilidade deste comando ocasionar demanda acima da projetada para as BCI. As ADV devem estar identificadas na IHM do CSS, não só pelo seu número de identificação, mas também pela Zona de Incêndio por elas atendidas.
- i) Elétrico automático: ativação de dois (02) detectores de chama (IR3). Ver nota 6 da Tabela 6.

A operação automática ou manual local dos sistemas de aspersão de água deve, entre outras ações, iniciar a sequência de partida das bombas de água de combate a incêndio (BCI).

Para equipamentos instalados na área dos *coamings* no convés principal que operem com fluidos combustíveis e/ou inflamáveis, deve ser previsto sistema de aspersão de água com acionamento somente por rede de plugue fusível.

7.1.5 SISTEMA DE COMBATE COM ESPUMA

O sistema de combate a incêndio com espuma tem como objetivo principal a extinção de incêndio em poça por efeito de abafamento.

Para que os incêndios em diferentes substâncias inflamáveis ou combustíveis sejam extintos por espuma, o LGE a ser utilizado na formação da espuma deve ser do tipo para solventes polares e hidrocarbonetos, simultaneamente, (*Alcohol Resistant Aqueous Film-Forming Foam 3% - AR-AFFF 3%*) próprio para combate a incêndio em fluidos voláteis com ponto de fulgor abaixo de 60°C.

O sistema de combate a incêndio com espuma deve atender aos requisitos definidos para o sistema de suprimento de água e de espuma, conforme definidos nos itens 7.1.1 e 7.1.2 dessa Diretriz, e atender aos requisitos para os demais componentes do sistema, conforme especificados a seguir.

7.1.5.1 PROPORCIONADORES DE ESPUMA

Os proporcionadores a serem utilizados podem ser do tipo em linha, ou balanceados.

Quando forem usados proporcionadores em linha conectados diretamente a um reservatório atmosférico, o proporcionador não poderá ser instalado em cota superior a 1,80 m acima do nível mais baixo do reservatório de LGE.

Quando forem usados proporcionadores do tipo balanceado, a pressão de LGE a montante do proporcionador deve ser superior a 1 bar em relação à pressão a montante da entrada de água no proporcionador.

7.1.5.2 PROTEÇÃO DOS TANQUES DE CARGA COM ESPUMA

As Unidades do tipo FSO e FPSO devem ser providas de sistema de espuma para proteção da área sobre os tanques de carga no convés principal e proteção dos tanques de carga que armazenam óleo, em caso de ruptura, a fim de extinguir o fogo dentro do tanque, conforme os requisitos do SOLAS Capítulo II-2, *FSS Code* e pela Sociedade Classificadora. A aplicação de espuma deve ser por meios de sistema fixo de aspersão de espuma e canhões monitores.

Para garantir a eficácia do sistema, o Projeto deverá ser elaborado, considerando, entre outros, os seguintes itens:

- Área de cobertura dos canhões (Análise de Sombra, incluindo fornecimento dos mapas da análise);

- Os canhões devem ser instalados preferencialmente fora da linha de projeção do convés da planta de processo e a ré da área por eles protegida, de modo a facilitar o acesso da brigada de incêndio, sem a necessidade de passar pela área sob incêndio, respeitando o alcance dos canhões.

O arranjo e a quantidade de canhões de espuma, para atendimento aos requisitos acima, devem ser submetidos à aprovação da Petrobras.

A Análise de Sombra deve verificar obstruções no convés principal, na área sobre os tanques de carga, causadas por elementos de suportação do convés da planta de processo ou quaisquer outros equipamentos instalados nele. Este estudo deverá ser realizado para o dimensionamento do sistema de espuma do convés principal.

O sistema fixo de aspersão de espuma, adicionalmente aos canhões monitores, deve ser projetado conforme NFPA-16, para aplicação sobre o convés principal (topo dos tanques de carga), visando à extinção de incêndio em poças fixas ou em movimento.

A operação do sistema de dilúvio deve ter os seguintes modos de acionamento:

- Remoto, através da CCR;
- Manual local;
- Automático, através da confirmação da detecção de incêndio pelos detectores apenas da área afetada (bacia de contenção / *coaming*).

Cada  rea protegida deve ter ADVs de água / espuma dedicadas.

7.1.5.3 BARREIRAS FIXAS DE CONTENÇÃO (COAMINGS)

De forma a otimizar a aplicação de espuma na área do topo dos tanques de carga no convés principal, no caso de vazamento de líquido inflamável e/ou combustível, barreiras fixas de contenção, transversais e longitudinais (*coaming*), devem ser instaladas para limitar a área a ser protegida. Tais barreiras também são usadas para conter o movimento do líquido no convés principal, evitando o espalhamento para outras áreas, principalmente em caso de incêndio. A altura das contenções deve ser de no mínimo 150 mm. Para atender a estratégia de controle do cenário de incêndio, drenagem para estas áreas deve ser prevista.

A contenção também deve ser prevista nas estações de carregamento e/ou *offloading*, área de bombas, e locais de linhas de *vent* e *overflow*, e arrançadas de forma a direcionar um possível vazamento para o sistema de drenagem de áreas classificadas. Aplicação de espuma deve ser prevista através de canhões monitores instalados em lados opostos da bacia de contenção (*coaming*).

7.1.5.4 PROTEÇÃO DO HELIDEQUE

Além dos requisitos definidos neste item, a proteção do helideque deverá estar de acordo com as regras da NORMAM 27 e CAP 437.

A estação de reabastecimento de combustível para o helideque, quando prevista, deve ser protegida por sistema de combate a incêndio por espuma. A estação deverá ter contenção e drenagem.

As pressões do sistema devem atender o disposto na Tabela 1.

Devem ser previstas facilidades para que o sistema de espuma possa ser acionado diretamente de qualquer uma das estações de combate do helideque.

O projeto do sistema deve garantir que o combate possa ser efetuado considerando o uso simultâneo de todos os canhões previstos, conforme requisito CAP 437.

Além do sistema de combate a incêndio com espuma devem ser previstos extintores de incêndio e hidrantes em conformidade com a NORMAM 27.

7.1.6 SISTEMA FIXO DE PROTEÇÃO POR GÁS CARBÔNICO (CO₂)

O sistema fixo de combate a incêndio por CO₂ é aplicável em ambientes fechados ou compartimentos com o objetivo de extinção de incêndio.

O sistema fixo de proteção por CO₂ deve ser especificado conforme a NFPA-12. Adicionalmente, para Unidades flutuantes deve ser atendido o disposto no SOLAS, Capítulo II-2 e *FSS Code*.

7.1.6.1 APLICAÇÃO

Ambientes com equipamentos elétricos com capacidade instalada igual ou superior a 1000 kVA, ambientes que abriguem máquinas de combustão interna com potência instaladas superiores a 375 kW devem ser protegidas por sistema fixo de inundação por CO₂.

A Unidade deve ter bateria central de cilindros de alta pressão de CO₂ pronta para uso nestes ambientes. Ela deve ser dimensionada para atender ao maior ambiente a ser protegido. Uma rede de distribuição provida de válvulas direcionais deve permitir a descarga do gás somente no ambiente a ser protegido.

Nota: A adoção de bateria reserva deve ser definida nas Bases de Projeto.

Ambientes como as salas de baterias de CO₂ e as salas de transformadores do tipo seco, independente da potência instalada, não necessitam de proteção por inundação com CO₂. Nestes casos, o combate a incêndio deve ser realizado por meio de extintores de incêndio portáteis ou sobre rodas, de acordo com o item 7.1.8.4.

Os locais abaixo descritos deverão ser protegidos por sistema fixo composto por baterias locais e exclusivas de cilindros de CO₂. Deverão ser consideradas baterias reservas de cilindros de CO₂ para cada local.

- Piso e/ou forro falso de sala de controle que abrigue cabos elétricos de alta tensão (conforme definições IEC). O acionamento do sistema deve ser manual local próximo aos acessos da CCR (com botoeiras específicas para o piso e para o forro). Devem ser previstas válvulas direcionais específicas para cada compartimento (piso

e forro). O dimensionamento da bateria local deve atender ao maior compartimento entre piso e forro;

- *Vents* atmosféricos do sistema de despressurização da Unidade, com acionamento automático por detectores de temperatura;
- *Vent post* dos tanques de carga, com acionamento automático por detectores de temperatura;
- Dutos de exaustão da coifa da cozinha, com acionamento manual local por botoeira localizada próxima a saída da cozinha.

Não será aceita a instalação de sistema de inundação por CO₂ em ambientes situados em colunas e *pontoons* de Unidade do tipo SS, em áreas de difícil acesso em FSO, FPSO, FPU e nem em ambientes com presença permanente de pessoas.

7.1.6.2 ACIONAMENTO DO SISTEMA DE CO₂

A ativação do sistema de CO₂ deve ser feita, exclusivamente, por:

- **ACIONAMENTO MANUAL LOCAL:**

A abertura da válvula direcional da sala a ser protegida e da válvula do cilindro piloto deverá ser feita através dos acionadores elétricos manuais instalados externamente a todos os acessos da sala a ser protegida, e também a partir de botoeiras instaladas no interior da sala de bateria de cilindros de CO₂.

Os acionadores elétricos manuais devem ser do tipo “levante a tampa e aperte o botão” e pintados na cor amarelo-segurança, com uma lista diagonal na cor vermelho-segurança. Os contatos devem ser do tipo normalmente aberto (NA) e devem ser fechados para indicar necessidade de disparo. Os acionadores devem permitir monitoração de linha pela saída discreta do PLC de FGS. A configuração do sistema automático deve ser feita de forma que a válvula direcional seja sempre aberta antes das válvulas piloto.

- **ACIONAMENTO MANUAL MECÂNICO:**

A abertura da válvula direcional e da(s) válvula(s) do(s) cilindro(s) piloto(s) deverá ser por acionamento manual na bateria de cilindros de CO₂ da sala a ser protegida.

As válvulas solenoides das válvulas piloto e das válvulas direcionais devem ser normalmente desenergizadas e energizadas para atuar o disparo. O circuito das mesmas deve ser monitorado para verificação de integridade, em conformidade com a NFPA-12.

O reset das válvulas piloto e direcionais deve ser feito exclusivamente de forma manual, no local junto à bateria central de cilindros de CO₂.

7.1.6.3 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ACIDENTAIS

O Projeto deverá prever válvulas manuais de bloqueio (*lockout valve*) instaladas a montante de cada uma das válvulas direcionais que devem ser fechadas de forma a evitar

descarga inadvertida de CO₂ na área a ser protegida. Estas válvulas devem ter chave de posição que sinalize na IHM no CSS.

7.1.6.4 SINALIZAÇÃO E ALARME

A descarga de CO₂ deve ser precedida por um sinal de alarme sonoro e visual no interior da sala e visual externo junto aos acessos, por lâmpadas de cor vermelha e de acendimento intermitente, acionadas imediatamente a ativação do sistema.

Para ambientes que contenham equipamentos geradores de nível de pressão sonora acima de 90 dBA, devem ser previstas lâmpadas rotativas ou estroboscópicas na cor vermelha para alertar a iminência da descarga do gás. Deve ser dada especial atenção na localização das lâmpadas para assegurar total visualização de qualquer ponto do ambiente.

O alarme sonoro deve ser pneumático, com acionamento pelo próprio CO₂ proveniente do sistema, conforme disposto no NFPA-12. Devem ser consideradas ainda, além do nível global de 90 dBA, as faixas de frequência do ruído de fundo do ambiente, de forma que seja perfeitamente audível pelo ouvido humano nas condições de ruído no ambiente.

Em salas protegidas por CO₂ o alarme local visual externo (lâmpada vermelha) deve ser instalado junto aos acessos, posicionado imediatamente acima da porta. Placas de sinalização devem ser instaladas no lado externo das portas de acesso, com a seguinte legenda: "GÁS CARBÔNICO (CO₂) PODE CAUSAR DANOS OU MORTE. QUANDO ACIONADO O ALARME NÃO ENTRE ATÉ QUE O AMBIENTE ESTEJA VENTILADO".

7.1.6.5 TEMPO DE RETARDO

O tempo de retardo para descarga do gás no interior do ambiente protegido deve ser, no mínimo, de 30 segundos. O tempo de retardo de descarga para ambientes de difícil acesso, como praça de máquinas, deve ser avaliado considerando a pior condição de evacuação do pessoal e o disposto na NFPA-12. A temporização deve ser viabilizada através de dispositivo pneumático acionado pelo próprio CO₂. Este dispositivo deve possuir também meio de acionamento manual local. Adicionalmente à temporização pneumática, também deve ser prevista sinalização na sala de controle, confirmando a efetiva descarga do gás. Esta sinalização na sala de controle deve ser originada a partir do pressostato a jusante da válvula direcional.

7.1.6.6 ESPECIFICAÇÕES ADICIONAIS

Deve ser instalado Equipamento Autônomo de Respiração, devidamente condicionado, em cada um dos acessos, na parte externa de todas as salas protegidas por CO₂.

O sistema de descarga de CO₂ somente deve ser acionado quando da existência do incêndio. O mesmo não deve ser acionado com a intenção de inertizar a atmosfera do ambiente, pois há risco de descarga eletrostática, fonte de ignição para um incêndio ou explosão.

7.1.7 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ÁGUA NEBULIZADA (WATER MIST)

O sistema de combate a incêndio água nebulizada é aplicável em ambientes fechados com o objetivo de extinção. Este sistema é uma alternativa ao uso do sistema de inundação por CO₂. Quando utilizado, só poderá ser considerado como alternativa o sistema de alta pressão. Não são admitidos em nenhuma hipótese os sistemas de média e baixa pressão.

A definição pelo uso e tipo de aplicação (local ou inundação total) deve ser estabelecida nas Bases de Projeto. O tipo de aplicação deve também considerar o grau IP dos invólucros dos equipamentos elétricos instalados no ambiente protegido.

O sistema de água nebulizada de alta pressão deve ser projetado conforme NFPA-750 e atender aos requisitos das normas estatutárias aplicáveis.

7.1.7.1 APLICAÇÃO

O sistema de água nebulizada poderá ser aplicável aos seguintes ambientes:

- Invólucros de turbomáquinas;
- Sala de bomba de combate a incêndio;
- Sala de gerador auxiliar;
- Ambientes de difícil acesso onde estejam instalados equipamentos que necessitem de proteção contra incêndio, conforme definido nas normas estatutárias aplicáveis;
- Sala de gerador de emergência. O sistema de água nebulizada de alta pressão, para proteção contra incêndio na sala de gerador de emergência, não poderá ser do tipo pressurizado por bomba elétrica.

7.1.7.2 ACIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUA NEBULIZADA

A atuação do sistema deve ser automática, a partir da confirmação da detecção de incêndio. Adicionalmente, o sistema deve possuir acionamento manual remoto (a partir da CCR) e manual local.

7.1.7.3 SINALIZAÇÃO E ALARME

Cada sala/compartimento protegido pelo sistema de água nebulizada deve possuir uma placa nos acessos externos. As placas devem ter o seguinte texto: "Sistema de água nebulizada acionado".

A descarga de água nebulizada deve ser precedida por um sinal de alarme sonoro e visual no interior da sala, e visual externo junto aos acessos, imediatamente acima da porta, por lâmpada de cor vermelha com acendimento intermitente, acionado 15 segundos antes da liberação da água nebulizada. A temporização deve ser feita a partir da detecção de incêndio no interior do ambiente protegido ou pelo acionamento manual do sistema.

7.1.8 SISTEMAS MANUAIS DE PROTEÇÃO

7.1.8.1 HIDRANTES

ÁREA EXTERNA

Devem ser instalados hidrantes, providos de duas saídas de 2½" de diâmetro, ao longo da periferia de todos dos conveses. A locação dos mesmos deve ser tal que um incêndio na área protegida por ele não impeça a sua operação, a menos que existam outros hidrantes acessíveis cobrindo esta mesma área.

O posicionamento dos hidrantes deve ser realizado de forma que qualquer ponto da Unidade possa ser alcançado por, no mínimo, dois jatos de água provenientes de hidrantes distintos. Um dos jatos deve derivar de uma mangueira de 15 m e o outro de dois lances de mangueira de 15 m.

Os armários do equipamento de combate a incêndio devem ser instalados junto a cada hidrante externo, mas de forma a não interferir na operação do hidrante. O conteúdo desses armários deve ser de acordo com Especificação Técnica da Petrobras.

ÁREAS INTERNAS

A área interna do módulo da acomodação deve ser protegida basicamente por hidrantes providos com uma saída de esguicho de 1½" de diâmetro e mangueiras com 15 m de comprimento, instalados ao longo dos corredores, de forma que não interfiram ou reduzam a largura da rota de fuga. A área externa do módulo de acomodações deve ser protegida por hidrantes providos com duas saídas de 1½", instalados próximo aos acessos de cada pavimento, sem que interfiram na rota fuga ou na abertura das portas.

As salas localizadas nos *pontoons* de Unidade SS, bem como as praças de máquinas dos FPSO e FSO, devem ser protegidas por hidrantes com duas saídas de 1½".

Os hidrantes (para área externa e interna) devem ser providos de válvula de bloqueio para manutenção dos mesmos.

7.1.8.2 ESPECIFICAÇÕES ADICIONAIS

Todos os hidrantes devem ser equipados com conexões "STORZ".

7.1.8.3 PROTEÇÃO POR ESPUMA PARA ÁREAS DE PROCESSO

Nas áreas de processo e nas áreas onde existirem equipamentos operando com líquidos inflamáveis e/ou combustíveis, devem ser instalados sistemas manuais portáteis de espuma compostos por canhões monitores e aplicadores manuais, para combate a incêndio, conforme especificado na NFPA-11, com autonomia mínima de 30 minutos.

O LGE a ser utilizado para proteção com espuma deve ser capaz de combater incêndio em fluidos polares e apolares.

Deve ser instalado sistema de proteção por espuma para os tanques de álcool, fixos e móveis. Para tanto, deve ser prevista a instalação de bombonas de LGE, bem como equipamentos de aplicação e combate, específicos para esta finalidade.

7.1.8.4 EXTINTORES DE INCÊNDIO

Devem ser distribuídos extintores de incêndio por toda a Unidade, para combate manual a princípios de incêndios, segundo o risco de incêndio de cada área, conforme definido no *FSS Code*, na NORMAM 01 e regras da Sociedade Classificadora.

Adicionalmente, nas áreas de processo e nas áreas de armazenamento de fluidos inflamáveis / combustíveis, devem ser instalados extintores de classe de incêndio B, do tipo pó químico seco ou espuma mecânica com capacidade extintora de acordo com o risco existente.

A distância máxima a ser percorrida para acesso a um extintor deve ser de 10 m, exceto nas áreas internas de acomodação, que deve ser de 15 m.

Os extintores localizados em áreas abertas devem ser equipados com protetores contra intempéries.

7.1.8.5 ARMÁRIOS

As Unidades devem ser providas de armários para combate a incêndio e para apoio à brigada, atendendo ao disposto neste capítulo, contendo equipamentos em conformidade com as Especificações Técnicas da Petrobras.

Armários de fibra de vidro não devem ser instalados em ambientes fechados.

ARMÁRIO DE EQUIPAMENTOS PARA COMBATE A INCÊNDIO

Os armários para equipamentos de combate a incêndio devem ser instalados próximos aos hidrantes, e de tal forma que não impeçam a conexão das mangueiras no hidrante.

Do total de armários de combate a incêndio instalados na área de processo, 10% devem possuir canhões portáteis. Os armários com canhões portáteis devem ser instalados próximos dos acessos às áreas de processo com possibilidade de incêndio em poça, de forma a facilitar a ação da brigada de incêndio.

O conteúdo básico de equipamentos e acessórios dos armários deverá estar de acordo com as Especificações Técnicas da Petrobras.

ARMÁRIO DE EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO POR ESPUMA

Nos armários de equipamentos de combate a incêndio por espuma, no mínimo, os seguintes equipamentos e acessórios devem ser adicionados ao conteúdo básico dos armários de equipamentos de combate a incêndio:

- Lances de mangueira de 2 ½", de diâmetro com 3 (três) metros de comprimento;
- Proporcionadores de espuma adequados para fornecer uma vazão de 200 L/min e 343,21 kPa (3,5 kgf/cm²) na ponta do esguicho, utilizando-se 30 m de mangueira de 1 ½", uma solução de espuma formada por 97% de água e 3% do líquido gerador de

espuma do tipo AFFF. Os proporcionadores deverão ser fornecidos em bronze ASTM B-62, conexão do tipo STORZ, bem como já deverão vir acoplados aos mesmos os respectivos tubos *pick-up*. Para as áreas de tanques de carga de FSO/FPSO, a vazão deverá ser 400 L/min, em atendimento ao SOLAS;

- Esguicho formador de espuma adequado para vazão de 200 L/min. No caso de FSO/FPSO a vazão deverá ser 400 L/min, e os equipamentos acrescidos deverão ser em 2 ½", em atendimento ao SOLAS;
- Bombonas de LGE, com 50 L cada, acondicionadas em baixo dos armários de combate a incêndio, evitando a exposição à radiação solar.

ARMÁRIO PARA APOIO À BRIGADA DE COMBATE A INCÊNDIO

Os armários das áreas de processo devem ser equipados com roupas de combate a incêndio, instalados nos acessos às áreas de processo com possibilidade de incêndio em poça e distribuídos de forma que a distância máxima a ser percorrida para acesso a um desses armários não seja superior a 50 m, de forma a facilitar a ação da brigada de incêndio.

ARMÁRIO DOS EQUIPAMENTOS DO HELIDEQUE

Os armários para equipamentos do helideque devem ser instalados próximo aos patamares de acesso e devem ser equipados de forma a atender o conteúdo disposto na NORMAM 27.

7.1.9 PROTEÇÃO PASSIVA CONTRA INCÊNDIO - PPCI

O Projeto deve aplicar PPCI em dois casos:

- Nos ambientes para segregação de áreas com diferentes riscos para evitar a propagação do incêndio das áreas de maior risco para as de menor risco.
- Proteção das estruturas, equipamentos e outras funções principais de segurança.

7.1.9.1 DIVISÓRIAS CORTA-FOGO

Divisórias corta-fogo devem envolver as áreas de alto risco, isolando-as das áreas de baixo risco, bem como as áreas normalmente habitadas (atendidas) e áreas que abriguem Funções Principais de Segurança, conforme definido pelas Tabelas 4 e 5 apresentadas neste item e as recomendações do Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça e Estudo de Explosão. As proteções das Tabelas 4 e 5 podem ser aumentadas em função do referido estudo, porém não podem ser diminuídas, exceto no caso das anteparas J60, que, em alguns casos, poderá ser H60, conforme a nota 6 das Tabelas 4 e 5.

Para o propósito de aplicação deste capítulo, os espaços na Unidade são agrupados e classificados por semelhança em termos de similaridade de riscos presentes nos ambientes e estabelecidos a seguir. Serão consideradas áreas adjacentes aquelas que estiverem afastadas entre si com distâncias menores que 15 m.

I - ESTAÇÕES DE CONTROLE

- a) Sala de Rádio;
- b) Sala de Controle de Utilidades de Processos;
- c) Sala onde estão instalados os painéis essenciais para a Segurança, tais como os Controladores Lógicos Programáveis (PLCs), Sala de Painéis de Energia Elétrica Essencial e os Painéis de Detecção de FGS;
- d) Sala de baterias do Sistema de Emergência;
- e) Sala dos carregadores de baterias do painel e dos transformadores do Sistema de Emergência;
- f) Sala de controle do sistema de lastro e carga;
- g) Sala dos equipamentos dos Sistemas de Navegação e Posicionamento Dinâmico;
- h) Sala dos equipamentos de Telecomunicação.

II - ACESSOS VERTICAIS

Escadas internas, exceto para aqueles completamente contidos em espaços onde máquinas ou equipamentos são instalados.

Considerando tal definição, as escadas interligando dois espaços fechados em que apenas um lado possua porta corta-fogo, deverão ser consideradas como parte do espaço que não é separado pela porta corta fogo.

III – CORREDORES

São os espaços internos de circulação de pessoas.

IV - ACOMODAÇÕES

- a) Cabines;
- b) Escritórios;
- c) Sala da enfermaria;
- d) Banheiros
- e) Lavatórios;
- f) Sala de recreação
- g) Auditórios;
- h) Salas de reunião;
- i) Cinemas;
- j) Bibliotecas.

V - ÁREAS DE SERVIÇOS (ALTO RISCO)

- a) Cozinhas
- b) Refeitórios contendo equipamento para aquecer refeições;
- c) Almoxxarifados contendo material inflamável;
- d) Almoxxarifados com espaços maiores ou iguais a 4 m²;
- e) Laboratórios

VI - ÁREAS DE SERVIÇOS (BAIXO RISCO)

- a) Almoxxarifados menores do que 4 m²;
- b) Lavanderias e salas de secagem de roupas;
- c) Frigoríficos.

VII - ESPAÇOS ABERTOS

Espaços em conveses abertos, excluindo as “Áreas Perigosas” conforme definido no item IX abaixo.

VIII - ÁREAS DE POÇO

Espaços em convés onde são localizados cabeças dos poços e árvores de natal secas.

IX - ÁREA DE PROCESSOS, ÁREAS PERIGOSAS E CASA DE BOMBAS DE CARGA

Áreas de Processo

Áreas de convés onde equipamentos de processo, tais como os indicados abaixo, são localizados:

- a) Manifolds e linhas de produção;
- b) Separadores de produção;
- c) Separadores de testes;
- d) Lançadores e recebedores;
- e) Estação de medição de óleo e gás;
- f) Trocadores de calor e vasos com aquecimento indireto;
- g) Tratadores eletrostáticos;
- h) Equipamento de tratamento de óleo e gás;
- i) Tratadores de gás;
- j) Bombas de transferência de óleo;
- k) Compressores de gás.

Áreas Perigosas

Todas as demais áreas da Unidade, distintas das Áreas de Processo, nas quais uma atmosfera inflamável pode estar presente, tais como:

- a) Área do convés de FPSOs e FSOs sobre os tanques de carga;
- b) Área de estocagem do querosene de aviação e outros combustíveis líquidos que tenham ponto de fulgor abaixo de 60°C;
- c) Área de chegada de *risers*, como, por exemplo, em FPSOs *spread mooring*, área do balcão superior de *riser*;
- d) Áreas delimitadas pelas bacias de contenção do *offloading*.

Casa de Bombas de Carga

Espaços onde estão instaladas as bombas de carga (válido somente para FPSO, FSO e unidades similares).

X - ESPAÇOS DE MÁQUINAS CATEGORIA “A”

Todos os espaços contendo caldeiras a óleo ou gás ou motores de combustão interna usados para:

- a) acionar motores principais;
- b) outros propósitos além do acionamento de motores, se a potência total agregada dos mesmos for maior do que 375 kW.

XI - OUTROS ESPAÇOS DE MÁQUINAS

Todos os espaços contendo motores de combustão interna, acionadores, caldeiras, equipamento de ventilação ou ar condicionado, geradores de energia, painéis elétricos principais e espaços similares.

TABELA 4: Classe de Resistência ao Fogo dos Conveses (Piso ou Teto) que Separam Áreas Adjacentes

GRUPO	ÁREA SUPERIOR / ÁREA INFERIOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1	Estações de controle	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)
2	Acessos verticais	A-0	(1)	A-0	A-0	A-0	A-0	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	A-60	A-0
3	Corredores	A-0	A-0	(1)	(1)	A-0	(1)	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	A-60	A-0
4	Acomodações	A-60	A-0	A-0	(1)	A-0	(1)	(1)	X	X	A-60	A-0
5	Áreas de serviço (alto	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	(1)	J-60	J-60	A-0	A-0

	risco)					(4)			(6)	(6)		
6	Áreas de serviço (baixo risco)	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	(1)	(1)	X	X	A-60	A-0
7	Áreas de convés aberto	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
8	Áreas dos poços	J-60 (6)	J-60 (6)	J-60 (6)	X	J-60 (6)	X	(1)	(*)	J-60 (6)	J-60 (6)	J-60 (6)
9	Áreas de processo, áreas perigosas, casas de bombas de carga	J-60 (6)	J-60 (6)	J-60 (6)	X	J-60 (6)	X	(1)	(*)	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)
10	Espaço de máquinas categoria "A"	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	(1/2)	A-60
11	Outros espaços de máquinas	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	(1)	J-0 (6)	J-0 (6)	A-0	(1/2/4)

Onde:

X = Configuração não-permitida

(*) = A ser definido no Projeto, de acordo com o Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça.

TABELA 5: Classe De Resistência ao Fogo de Anteparas que Separam Áreas Adjacentes

GRUPO	ÁREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Estações de controle	A-0 (2)	A-0	A-0	A-60	A-60	A-15	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	A-60	A-15
2	Acessos verticais		A-0 (3)	A-0 (3)	A-0 (3)	A-0	A-0 (3)	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	A-60	A-0
3	Corredores			C	B-15	A-0	B-15	(1)	J-60 (6)	J-60 (6)	A-60	A-0
4	Acomodações				C	A-0	B-15	(1)	X	X	A-60	A-0

5	Áreas de serviço (alto risco)					A-0 (5)	A-0	(1)	X	J-60 (6)	A-60	A-0
6	Áreas de serviço (baixo risco)						C	(1)	X	X	A-60	A-0
7	Áreas de convés aberto							(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
8	Áreas dos poços								-	J-60 (6)	J-60 (6)	J-0 (6)
9	Áreas de processo, áreas perigosas, casa de bombas de carga									(*)	J-60 (6)	J-0 (6)
10	Espaço de máquinas categoria "A"										(1/2)	A-0 (2)
11	Outros espaços de máquinas											A-0 (2)

Onde:

X = Configuração não-permitida

(*) = A ser definido no Projeto, de acordo com o Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça.

Notas das Tabelas 4 e 5:

- (1) A antepara deve ser em aço e caso haja aberturas estas devem ser vedadas, sem, entretanto, haver necessidade de que seja classificada como "A".

Havendo fechamento de aberturas com tampas, os aspectos relativos à classificação de área, explosão e incêndio devem ser considerados no projeto. Quando consideradas duas áreas de processo, devem ser avaliadas todas as implicações da junção destas áreas, tais como: classificação de áreas, demanda de água de combate a incêndio etc.

- (2) Quando uma área contiver uma fonte de energia elétrica de emergência ou um componente do sistema de energia elétrica de emergência e a área adjacente contiver o gerador principal de energia ou um componente do sistema principal de energia, a antepara separando essas áreas deve ser Classe A60.
- (3) As anteparas dos corredores do alojamento, incluindo as portas, Classe A ou Classe B devem estender-se do piso ao teto. Nos locais onde o forro for Classe B e contínuo, em ambos os lados da antepara é permitido que esta termine no forro. É permitido que as portas de acesso do corredor para os dormitórios ou áreas públicas tenham abertura para retorno de ventilação na metade inferior da porta.

Acessos verticais que interligam apenas dois pavimentos devem ser protegidos, pelo menos, em um dos pavimentos, por portas da Classe A com fechamento automático, de forma a evitar a rápida propagação do fogo de um pavimento para outro. Quando interligando mais de dois pavimentos, os acessos verticais devem ser enclausurados por paredes Classe A e protegidos por portas Classe A com

fechamento automático, em todos os pavimentos. Essas portas não devem possuir dispositivos que permitam travar a porta na posição aberta.

- (4) As anteparas entre casas de bombas de carga e compartimento de máquinas de categoria A podem ser penetradas pelo eixo da bomba de carga. A penetração deve ter uma vedação suficientemente estanque de forma a manter a atmosfera gasosa contida na casa de bombas.
- (5) A classificação das divisórias, apresentadas nas Tabelas 4 e 5, apenas é necessária para áreas com finalidades diferentes. Por exemplo, uma cozinha adjacente a um depósito de tintas requer que a antepara seja A0, mas não é necessária no caso de um depósito de tintas adjacente a outro depósito de tintas.
- (6) A proteção J-60 pode ser substituída pela H-60 caso o Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça demonstre que a única tipologia de incêndio presente na área adjacente ao ambiente protegido é incêndio em poça.
- (7) Quando os resultados do Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça indicarem necessidade de proteção superior aos indicados nas Tabelas 4 e 5, a indicação do estudo deve prevalecer.

7.1.9.2 PENETRAÇÕES

Sempre que uma divisória corta-fogo for transpassada por tubulação, dutos, bandejas ou cabos a integridade quanto à classificação desta divisória no ponto de penetração deve ser mantida. Para tanto, devem ser usados materiais selantes a prova de fogo devidamente homologados e certificados com a mesma classificação da divisória.

7.1.9.3 PORTAS E JANELAS

As portas e janelas devem atender a classificação das anteparas em que estejam localizadas.

As portas corta-fogo devem ser providas de dispositivo de fechamento automático.

7.1.9.4 PROTEÇÃO ESTRUTURAL

Todos os elementos estruturais, inclusive a estrutura do *turret* de FPU e FPSO, que possam ser expostos à ação do fogo e cuja falha possa comprometer total ou parcialmente a integridade da Unidade devem ter PPCI para resistir às condições de fogo, atendendo normas e padrões de teste aplicáveis.

A aplicação da PPCI nos referidos membros estruturais deve ser definida com base no Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, conforme solicitado no item 8.4.8 desta Diretriz e de acordo com Especificação Técnica da Petrobras.

7.1.9.5 PROTEÇÃO DE VÁLVULAS DE BLOWDOWN (BDV) E SHUTDOWN (SDV)

As BDVs com temporização (conforme requisitos do item 7.3) devem ser obrigatoriamente protegidas por proteção passiva para a válvula e o atuador.

A proteção das BDVs deve ser certificada para garantir que a temperatura da superfície da BDV não atinja 200°C em 15 minutos (J15).

As SDVs de chegada dos poços de produção, de injeção de gás, de *risers* de serviço (*gas lift* e injeção de diesel) e de exportação, bem como seus atuadores, devem ser protegidas com proteção passiva Classe J60, independente da frequência de impedimento, ou seja, a aplicação é determinística e compulsória.

As SDVs da planta de processo não necessitam de proteção passiva, considerando que irão para a posição segura quando da confirmação da detecção de incêndio.

7.1.9.6 PROTEÇÃO DE ELEMENTOS CRÍTICOS DE TUBULAÇÃO NA ÁREA DE CHEGADA DE RISER

Deve ser especificada no Projeto PPCI Classe J60 para os itens de tubulação tais como válvulas, cabos elétricos, cabos de instrumentação, instrumentos, linhas e conectores de *risers* e outros itens que compõem a área de chegada de *risers*, como, por exemplo, o balcão superior de *risers* em FPSOs, independente da frequência de impedimento, ou seja, a aplicação é determinística e compulsória.

7.1.9.7 MATERIAIS

Os materiais para PPCI a serem empregados no projeto deverão seguir as Especificações Técnicas da Petrobras e deverão ser homologados e certificados pelas Sociedades Classificadoras.

A aplicação de materiais à base de epóxi usado para PPCI só será permitida em locais abertos e normalmente não habitados e estará condicionado à aprovação da Sociedade Classificadora da Unidade.

Para os casos onde a aplicação da PPCI em acessórios de tubulação e válvulas se fizer necessária, o material utilizado deve ser facilmente removível para permitir a inspeção e manutenção. Os materiais empregados na fixação dessas proteções devem possuir a mesma resistência ao fogo da proteção.

Os novos materiais, que ainda não sejam de uso comercial da indústria *offshore* e que tenham recebido a homologação e certificação pela sociedade classificadora, somente poderão ser aplicados após aprovação da Petrobras.

7.1.9.8 PROTEÇÃO PARA EQUIPAMENTOS ENCLAUSURADOS

A PPCI para equipamentos enclausurados tais como bombas e turbomáquinas, deve obedecer às Especificações Técnicas da Petrobras.

7.2 SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO E GÁS

O sistema de detecção de incêndio e gases tóxicos e/ou inflamáveis deverá monitorar continuamente a presença de incêndio ou gases originados de cenários acidentais, a fim de alertar as pessoas e permitir ações de controle a serem iniciadas manualmente ou automaticamente, para minimizar a possibilidade de propagação do incêndio, explosão e a probabilidade de exposição das pessoas.

Os detectores de incêndio e gás, instalados em áreas abertas da Unidade ou em áreas fechadas contendo fluidos inflamáveis e/ou combustíveis, devem ser adequados para operar em áreas classificadas como, no mínimo, “Grupo IIA, T3”, exceto para os detectores de H₂S e H₂, que devem ser adequados para operar em áreas classificadas como, no mínimo, “Grupo IIB+ H₂, T1”.

Os detectores de incêndio e gás que estiverem em falha devem ser considerados atuados, gerando alarme na CCR, e em caso de atuação de outro detector na mesma zona devem ser iniciadas as ações de proteção previstas.

Os detectores que estiverem fora de operação (*override*) devem ser considerados atuados (apenas um voto na lógica de votação, independentemente do número de detectores em *override*), levando à degradação da lógica de votação para 1oo(N-M), sendo N o número de detectores do grupo de votação e M número de detectores em *override*.

Se a zona apresentar um ou mais detectores em *override*, a falha de um outro detector desta mesma zona não deverá iniciar ações de ESD-3. Caso o detector em falha não seja colocado em *override*, a falha segue a lógica de votação de 2 de (N-M), onde a ocorrência de uma segunda falha resultaria no ESD-3.

Para a realização destes *overrides* contingenciais de detectores, todas as recomendações dos padrões corporativos deverão ser seguidas.

A falha de qualquer instrumento do sistema de detecção de incêndio (inclusive PIT da rede de plugue fusível) não deve levar à abertura de ADV e partida de bomba de água de combate a incêndio.

7.2.1 SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO

7.2.1.1 SELEÇÃO DOS DETECTORES DE INCÊNDIO

As Unidades deverão estar equipadas com detectores de incêndio para o monitoramento das diversas áreas e de forma a cumprir com a lógica de votação para *shutdown* (ESD) e as demais ações de segurança especificadas na Tabela 6.

TABELA 6: Seleção dos Tipos de Detectores de Incêndio

ÁREA DE INSTALAÇÃO	TIPO DE DETECTOR (Nota 1)	LÓGICA DE VOTAÇÃO PARA ESD (Nota 2)	LÓGICA DE VOTAÇÃO PARA OUTRAS AÇÕES (Nota 3)
1 - Áreas de conexões de <i>risers</i> (balcão superior de <i>risers</i> ou áreas internas ao <i>turret</i>) - Áreas de estocagem de produtos inflamáveis e/ou combustíveis, incluindo o álcool. - Áreas de <i>offloading</i>	Chama (Nota 4)	2ooN (N ≥ 3)	1ooN (N ≥ 3)
2 - Áreas de cabeça de poços - Áreas de processo - Convés Principal de FPSO e FSO, sobre os tanques de carga (Nota 5) - Casa de bombas de carga	Plugue Fusível e Chama (Nota 4)	2ooN (N ≥ 3) (Nota 6)	1ooN (N ≥ 3)
	Chama (Nota 4)		
3 - Área sob influência do <i>Flare</i>	Plugue Fusível	(Nota 7)	(Nota 7)
4 - Salas de Painéis Elétricos Essenciais - Salas de Painel Principal e de Transformadores		2ooN (N ≥ 3)	1ooN (N ≥ 3)
5 - Salas de Controle e Equipamentos Elétricos (painéis, bateria, carregador de bateria, praça de máquinas) - Salas de Telecomunicação e de Rádio - Espaços confinados por pisos e/ou forros falsos de salas de controle		2ooN (N ≥ 2)	
6 - Camarotes - Rouparia - Escadas - Refeitório - Sala de Ginástica - Acessos aos compartimentos de máquinas, área de passagens de cabos e tubulação (<i>trunk</i>) e flutuadores (<i>pontoons</i>) de SS - Escritórios - Salas de Estar e Jogos - Auditórios - Cabine de Operação de Guindastes		Fumaça	ESD 3 Não requerido
	7 - Tomadas de ar de ventilação das salas de controle (CCR e sala de rádio) e dos pontos de reunião	ESD 3 Não requerido	(Nota 8)
8 - Almoxxarifados - Despensas - Oficinas - Lavanderia	Termovelocimétrico	ESD 3 Não requerido	1ooN (N ≥ 1)
9 - Laboratórios - Enfermaria - Paióis de Tintas - Cozinha - Sala de Equipamentos dos Guindastes			2ooN (N ≥ 2) (Nota 3)
10 - Invólucros de Acionadores de Geração Elétrica e/ou de Compressão de Gás - Ambientes fechados que contenham motores de combustão interna ou tanques diários de diesel	Chama (Nota 9) e Temperatura Fixa	2ooN (N ≥ 2)	1ooN (N ≥ 2)

11	- Sauna	Temperatura Fixa	ESD 3 Não requerido	100N (N ≥ 1)
----	---------	------------------	------------------------	-----------------

Notas:

- (1) Os detectores de incêndio especificados:
 - Chama para áreas abertas: devem ser do tipo multiespectro **IR3**;
 - Fumaça para ambientes fechados e tomadas de ar: devem ser do tipo **Ótico**;
 - Temperatura Fixa para ambientes fechados: devem ser do tipo **Eletroeletrônico**;
 - Temperatura Fixa para áreas abertas: devem ser do tipo **Plugue Fusível**, com ponto fusão igual a 70°C;
 - Termovelocimétrico para ambientes fechados: devem ser do tipo **Eletroeletrônico**.
- (2) Para um nível adequado de parada de emergência ver item 7.4.
- (3) Além das ações definidas na Tabela 6, outras ações, tais como, alarme, fechamento de *dampers* ou parada de equipamento/painel, devem ser consideradas conforme o disposto nos itens 7.3 e 7.4.
- (4) Detector de chama não deve ser usado em áreas onde possa ser impactado pela radiação ou chama do *flare*.
- (5) A detecção de incêndio na área no convés principal deve ser dedicada em cada *coaming* e não deve detectar o incêndio das regiões dos demais *coamings*.
- (6) Em áreas protegidas simultaneamente por plugue fusível e detector de chama, as ações devem atender o disposto a seguir:
 - a) Detecção por plugue fusível: Alarme geral na Unidade e abertura da ADV correspondente.
 - b) Detecção por somente um (01) detector de chama: Alarme geral na Unidade.
 - c) Detecção por plugue fusível e um (01) detector de chama OU por dois (02) detectores de chama: Acionamento do nível de parada de emergência ESD-3P ou T; abertura da ADV da área correspondente, através do CSS e partida da BCI.
- (7) Na área sob influência do *flare*, onde somente haja o detector do tipo plugue fusível, o acionamento do sistema de plugue fusível caracteriza incêndio confirmado e deve levar à abertura da ADV correspondente e acionamento do nível de parada de emergência ESD-3P.
- (8) É necessário fechamento de *dampers* e alarmar na sala de controle.
- (9) Neste caso será aceito detector de chama do tipo UV+IR.
- (10) Sanitários não necessitam de detecção.

7.2.1.2 QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS DETECTORES

A posição e a quantidade de detectores de chama necessária para proteção de uma determinada zona deve seguir o estudo de locação de detectores de chama, a ser apresentado no Projeto Básico e no Projeto Executivo, atendendo as especificações técnicas dos fabricantes e a lógica de votação. No Projeto Executivo, a localização final de cada detector deve ser revisada após a definição dos equipamentos, tubulações, dutos de ventilação, de modo a evitar obstruções e limitação de performance dos detectores.

A locação dos detectores de chama para as áreas onde a detecção for mista (detecção por plugue fusível e detectores de chama) deve considerar que todos os equipamentos e áreas protegidas sejam monitorados por, pelo menos, 2 detectores de chama.

Para as áreas de influência do *flare*, conforme Tabela 6, deve ser realizada uma avaliação das áreas sujeitas à radiação luminosa (IR) proveniente das chamas do *flare* com o objetivo de excluir a aplicação de detectores de chama (IR3) dessas áreas. Nesses casos apenas serão utilizados detectores tipo plugue fusível, conforme indicado na Nota 7 da Tabela 6.

Em áreas congestionadas, bem como em áreas com elevado nível de vibração, o alcance e sensibilidade de cobertura dos detectores de chama (IR3) deve ser avaliado de modo a evitar sinal espúrio por possíveis interferências.

Os detectores do tipo plugue fusível devem ser instalados no máximo à 1 m e no mínimo a 50 cm do equipamento protegido, e o encaminhamento dos *tubings* deve ser tal que minimize danos por impactos.

O Projeto da rede de plugue fusível deve ser executado de forma que seja garantida a abertura total da ADV no tempo máximo de 45 segundos após o rompimento do plugue, de acordo com o API 14C.

As redes de plugues fusíveis devem ser providas com transmissores de pressão.

7.2.1.3 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO

Para efeitos da configuração do sistema de detecção de incêndio, devem ser considerados alarme e confirmação de incêndio conforme definido abaixo:

- a) Alarme: qualquer atuação de detector de incêndio em uma zona de incêndio deve gerar alarme na CCR.
- b) De uma forma geral, nas áreas onde é requerido o ESD (áreas 1, 2, 4 e 10 da Tabela 6), será considerado incêndio confirmado quando há a atuação de dois ou mais detectores de incêndio. As ações decorrentes da confirmação de incêndio devem ser de acordo com as características de cada área, conforme definido na Tabela 6. Exceção deve ser feita para as áreas sob influência do *flare* (área 3 da Tabela 6), que são monitoradas apenas por plugues fusíveis, quando a confirmação de incêndio é feita pelo acionamento do sistema de plugue fusível.

7.2.2 SISTEMA DE DETECÇÃO DE GÁS

7.2.2.1 SELEÇÃO DOS DETECTORES DE GÁS

As Unidades deverão estar equipadas com detectores de gás para o monitoramento das diversas áreas e de forma a cumprir com a lógica de votação para *shutdown* (ESD) e as demais ações de segurança especificadas de na Tabela 7.

7.2.2.2 QUANTIDADE E LOCALIZAÇÃO DOS DETECTORES

A quantidade e a localização final de cada detector de gás inflamável, asfixiante e/ou tóxico, além de atender às recomendações do Estudo de Dispersão de Gases conforme disposto no item 8.4.10, deve considerar as especificações do fabricante.

Todas as tomadas de ar da Unidade devem ser monitoradas por detectores de gás CH₄, independentemente dos resultados do Estudo de Dispersão de Gases. Este requisito é determinístico. A necessidade de instalação de detectores para CO₂ e H₂S para as referidas tomadas deve ser ratificada considerando os resultados do Estudo de Dispersão de Gases para taxas de médios e grandes vazamentos.

Não será necessária a monitoração de CO₂ nas tomadas de ar dos invólucros das turbinas.

Em locais abertos onde as simulações de dispersão de gases para taxas de pequenos vazamentos demonstrem que a concentração de H₂S na nuvem seja maior que 8 ppm no contorno de 20% do LIL de CH₄, considerando os diversos modos de operação da planta e a condição de vento em calmaria, devem ser instalados detectores de H₂S com a função de detecção e intertravamento. Locais com baixa ventilação onde possa haver acúmulo de H₂S devem necessariamente ser monitorados por detectores de H₂S, mesmo que a concentração seja baixa.

Deverá ser prevista pelo Projeto a detecção de gás CH₄ dedicada para as áreas de instalação dos equipamentos de telecomunicações não adequados para operação em Zona-1, no topo do casario e na região das antenas de radio-enlace. Os detectores devem, além de iniciar as ações de ESD-3, desenergizar estes equipamentos, conforme especificado no item 7.4.1.

A seleção dos tipos de detectores de gás para a proteção das diversas áreas da Unidade e a lógica de votação para alarme, shutdown (ESD) e demais ações devem ser de acordo com a Tabela 7.

TABELA 7: Seleção dos Tipos de Detectores de Gás

TIPO DE DETECTOR (Nota 1)	ÁREA DE INSTALAÇÃO	LÓGICA DE VOTAÇÃO PARA ESD	LÓGICA DE VOTAÇÃO PARA ALARME
CH ₄ Pontual OU CH ₄ Pontual e/ou Visada	- Áreas de Processo e Áreas Perigosas (Nota 2); - Áreas de Cabeça dos Poços; - Área do <i>turret</i> ; - Convés Principal, área sobre os tanques de carga; - Áreas de conexões de <i>risers</i> .	2ooN (n ≥ 3)	1ooN
	Área de Equipamentos de Telecomunicação (Nota 8)		
	Salas contendo equipamentos que manuseiem hidrocarbonetos, tais como: Casa de Bombas de Carga. (Nota 3)		
	- Tomadas de ar de ambientes (Nota 4); - Tomadas de ar de equipamentos (Nota 4).		
CH ₄ Pontual	- Tanques de Expansão do Sistema de Água de Resfriamento; - Tanques de reposição de água do sistema de água de aquecimento.	ESD Não requerido	1ooN (N ≥ 2)
	Tomadas de ar em cabine de operação de guindastes (Nota 5).		
H ₂ S	- Áreas de Processo e Áreas Perigosas (Nota 2); - Áreas de Cabeça dos Poços; - Áreas de conexões de <i>risers</i> ; - Área do <i>turret</i> .	2ooN (n ≥ 3)	1ooN (N ≥ 2)
	- Tomadas de ar de ambientes (Nota 6); - Tomadas de ar de equipamentos (Nota 6).		
	Áreas que contenham equipamentos ou tubulação com estagnação prolongada de água produzida	ESD Não requerido	1ooN (N ≥ 2)
	Tomadas de ar em cabine de operação de guindastes (Nota 6)		
H ₂	Sala de Bateria	ESD Não requerido	1ooN (n ≥ 2)
CO ₂	- Tomadas de ar de ambientes (Nota 6); - Tomadas de ar de equipamentos (Nota 6, 7).	2ooN (n ≥ 3)	1ooN (n ≥ 2)
	- Áreas de Processo e Áreas Perigosas (Nota 2); - Áreas de Cabeça dos Poços; - Áreas de conexões de <i>risers</i> ; - Área do <i>turret</i> .		
	Área de Processo contendo equipamentos ou tubulação com elevada concentração de CO ₂		
	Tomadas de ar em cabine de operação de guindastes (Nota 6)	ESD Não requerido	1ooN (N ≥ 2)

Notas:

- (1) Os detectores de gás especificados:
 - H₂S deve ser do tipo **Eletroquímico**.
 - CO₂ e de CH₄ Pontuais e o detector de CH₄ Visada devem ser do tipo **IR**.
 - H₂ deve ser do tipo **Catalítico**.
- (2) Conforme definido no item 7.1.9.1 (IX).
- (3) As ações para detectores na casa de bombas estão especificadas no item 7.2.2.8.
- (4) Sempre que houver agrupamento de tomadas de ar, um mínimo de três detectores deve ser usado ($n \geq 3$). Detectores de visada devem ser priorizados. Para tomadas de ar na área de processo somente será aceito agrupamento de tomadas de ar que sejam adjacentes.
- (5) As tomadas de ar em cabine de guindastes devem possuir 2 detectores, e as ações em caso de gás confirmado são: fechar *dampers*, desligar os ventiladores Zoon ($n \geq 2$) e alarmar na cabine do guindaste.
- (6) A necessidade de detecção de H₂S e CO₂ nas tomadas de ar deve ser ratificada pelo Estudo de Dispersão de Gases.
- (7) Não será necessária a monitoração de CO₂ nas tomadas de ar dos invólucros das turbinas.
- (8) Detectores de visada devem ser priorizados.

7.2.2.3 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL

GÁS METANO (CH₄)

Detectores de gás, pontuais ou de visada, do tipo Infravermelho (IR), devem ser utilizados para monitoração de vazamentos de gás metano (CH₄).

Não será permitido o uso de detectores de visada no convés principal, em áreas congestionadas, em áreas com elevado nível de vibração (ex: módulo de compressores) e nem em áreas com grande movimentação de pessoal e de cargas. Os detectores de visadas devem ser instalados em suportes rígidos que não sofram influência da ação de vento e/ou vibração.

As concentrações a serem consideradas para detecção e confirmação de gás CH₄ são as seguintes:

- 20% do LII para detectores pontuais ou 1 LII metro linear para detectores de visada: concentração baixa;
- 60% do LII para detectores pontuais ou 2 LII metro linear para detectores de visada: concentração alta.

Os detectores em uma zona de incêndio ou em áreas de tomadas de ar que atingirem concentração baixa nas seguintes condições devem gerar alarme na CCR:

- Um ou mais detectores pontuais com concentrações maiores ou iguais a 20% do LII e menores que 60% do LII;
- Um ou mais detectores de visada a 1 LII metro linear e menores que 2 LII metro linear.

Será considerado gás confirmado em uma zona de incêndio ou em áreas de tomadas de ar, nas seguintes condições:

- Dois detectores pontuais, com concentrações maiores ou iguais a 60% do LII;
- Dois detectores de visada, com concentrações maiores ou iguais a 2 LII metro linear;

Em áreas onde o grupo de votação é formado por detectores pontuais e de visada, a confirmação poderá se dar considerando um ou outro, ou os dois tipos, levando em conta os níveis de concentração para detecção citados acima.

Sistema de Detecção de Gás Metano (CH₄) na Casa de Bombas

Um sistema de detecção de gases deve ser previsto para a Casa de Bombas. Em caso de projetos de conversão de FPSO, não serão aceitos os detectores pré-existentes no navio, os quais deverão ser substituídos por modelos da mesma tecnologia das áreas abertas, conforme previsto nesta Diretriz, e adequados para operar em Zona 1.

Caso existam, nos demais pisos da Casa de Bombas, equipamentos que manuseiem hidrocarbonetos inflamáveis oriundos dos tanques de carga, tanques de *slop* ou *settling tank* (quando aplicável), e estes se encontrem em regiões com zonas de estagnação da ventilação, devem ser instalados detectores de gás dedicados para tais equipamentos. Neste caso, o projeto deve avaliar a distância entre estes equipamentos e as bombas de carga para definir a estratégia de detecção, considerando o tempo de detecção, tipo de piso (grade ou chapa) e o grupo de detectores que votam entre si em uma lógica de votação (2ooN, com N≥3).

As concentrações a serem consideradas para detecção e confirmação de gás CH₄ são as seguintes:

- 10% do LII para detectores pontuais: concentração baixa;
- 50% do LII para detectores pontuais: concentração alta.

Um ou mais detectores pontuais na casa de bombas com concentrações maiores ou iguais a 10% do LII e menores que 50% do LII devem gerar alarme na CCR.

Será considerado gás confirmado na casa de bombas quando dois ou mais detectores pontuais com concentrações maiores ou iguais a 50% do LII forem atuados.

GÁS HIDROGÊNIO (H₂)

Para detecção do gás H₂ nas salas de baterias são considerados detectores pontuais do tipo catalítico.

As concentrações a serem consideradas para detecção e confirmação de gás H₂ são as seguintes:

- 10% do LII: concentração baixa;
- 15% do LII: concentração alta.

Os detectores que atingirem concentração baixa nas seguintes condições devem gerar alarme na CCR:

- Apenas um detector pontual a 10% do LII ou acima;
- Dois detectores com concentrações maiores ou iguais a 10% do LII e menores que 15% do LII;

Será considerado gás confirmado quando dois ou mais detectores com concentrações maiores ou iguais a 15% do LII forem atuados.

Os detectores de H₂ devem ser instalados próximo aos dutos de exaustão das salas de baterias. A exaustão deve estar no ponto mais alto da sala.

O arranjo da sala de baterias deve ser tal que evite a formação de acúmulo de gás (bolsões).

7.2.2.4 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE GÁS TÓXICO (H₂S) PARA ÁREAS ABERTAS

Para detecção do gás H₂S são considerados detectores pontuais do tipo eletroquímico.

As concentrações a serem consideradas para detecção e confirmação de gás H₂S são as seguintes:

- 8 ppm v/v: concentração baixa;
- 20 ppm v/v: concentração alta.

Os detectores que atingirem concentração baixa em uma zona de incêndio devem gerar alarme na CCR na seguinte condição:

- Apenas um detector a 8 ppm v/v ou acima;
- Dois detectores com concentrações maiores ou iguais a 8 ppm v/v e menores que 20 ppm v/v.

Será considerado gás confirmado em uma zona de incêndio quando dois ou mais detectores com concentrações maiores ou iguais a 20 ppm v/v forem atuados.

7.2.2.5 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE DETECÇÃO DE GÁS ASFIXIANTE (CO₂)

Para detecção do gás CO₂ são considerados apenas detectores pontuais do tipo IR.

Dependendo das condições do processo, vazamentos de correntes com elevado teor de CO₂ poderão produzir sólidos. Na quantificação e locação dos detectores deve ser

considerado que toda a massa vazada permanecerá em fase gasosa. Entretanto, para definição da EERA deve ser considerada a formação de sólido e a sublimação da massa sólida formada.

As concentrações a serem consideradas para detecção e confirmação de gás CO₂ são as seguintes:

- 3900 ppm v/v: concentração baixa;
- 30000 ppm v/v: concentração alta.

Os detectores que atingirem concentração baixa em uma zona de incêndio devem gerar alarme na CCR na seguinte condição:

- Apenas um detector com concentração a 3900 ppm v/v ou acima;
- Dois detectores com concentrações maiores ou iguais a 3900 ppm v/v e menores que 30000 ppm v/v.

Será considerado gás confirmado em uma zona de incêndio ou em áreas de tomadas de ar quando dois ou mais detectores com concentrações maiores ou iguais a 30000 ppm v/v forem atuados.

7.2.2.6 MONITORAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE SISTEMAS DE ÁGUA POR GÁS (H₂S / CH₄)

Os tanques de expansão do sistema de água de resfriamento e os tanques de reposição de água do sistema de água de aquecimento devem ser monitorados por detectores de gás CH₄, na descarga de seus *vents*. Qualquer atuação desses detectores será considerada como gás detectado e deverá acionar apenas alarme na sala de controle, indicando contaminação no circuito de água.

Pisos, tanques, equipamentos ou tubulações onde possa ocorrer a estagnação prolongada de água produzida devem ser monitorados por detectores de H₂S. Gás detectado deve alarmar na CCR.

7.2.2.7 MONITORAMENTO DE ATMOSFERA RESPIRÁVEL EM AMBIENTES COM ARMAZENAGEM OU GERAÇÃO DE GÁS INERTE (O₂)

Devem ser instalados detectores de O₂ para o monitoramento contínuo de atmosfera respirável em ambientes fechados contendo baterias centrais de cilindros de CO₂ e em ambientes com geradores de gás inerte (CO₂ e N₂). O monitoramento deve ser efetuado por pelo menos 3 detectores de O₂ instalados em altura não superior a 2 m e não inferior a 1,5 m, sendo ao menos um próximo a cada uma das portas de acesso no interior do ambiente.

7.2.2.8 AÇÕES E INTERTRAVAMENTOS DE SEGURANÇA

Detecção de gás (CH₄, H₂S, CO₂, H₂) por qualquer detector em concentração baixa em qualquer zona deve gerar alarme na CCR, incluindo os de tomadas de ar.

Adicionalmente devem ocorrer as seguintes ações:

- Para o gás H₂S, dois detectores a 8 ppm v/v nas tomadas de ar deve fechar automaticamente *dampers* da área afetada;
- Para o gás H₂, dois detectores a 10% do LII, deve partir o exaustor reserva da sala.
- Detecção de gás CH₄ em concentração baixa na Casa de Bombas deverá desencadear as seguintes ações:
 - Manter a exaustão operando;
 - Gerar alarme visual e sonoro contínuo nos seguintes locais/pontos:
 - Casa de Bombas;
 - Praça de Máquinas;
 - IHM da Sala de Controle Central e da Embarcação;
 - IHM da Sala de Controle da Praça de Máquinas.

Gás CH₄ confirmado na mesma zona deve iniciar as ações de segurança, tais como:

- Alarme na CCR;
- Alarme geral na Unidade;
- Desligamento de equipamentos elétricos, instalados em áreas abertas e não adequados para funcionamento na presença de gás;
- Atuação do sistema de parada de emergência do nível 3 (ESD-3).

Gás CH₄ confirmado na Casa de Bombas deve iniciar as ações de segurança abaixo:

- Atuação do sistema de parada de emergência do nível 3 (ESD-3).
- Manter operando a exaustão da Casa de Bombas, com os respectivos *dampers* abertos;
- Manter operando a iluminação de emergência interna a Casa de Bombas;
- Isolar o inventário pelo fechamento remoto (pela sala de controle) de válvulas da Casa de Bombas (cabendo à cada Unidade a elaboração de procedimento para fechamento remoto de válvulas nessa situação);
- Parada das bombas de carga para interrupção da operação de *offloading*, a ser contemplada em procedimento crítico;
- Fechamento das válvulas de alimentação do sistema a vapor para as bombas da Casa de Bombas e posterior escape da Praça de Máquinas;
- Parada da bomba de *stripping* (em caso de acionamento por vapor, por interrupção do fornecimento desta utilidade).

Gás CO₂ ou H₂S confirmado na mesma zona deve iniciar as ações de segurança, tais como:

- Alarme na CCR;
- Alarme geral na Unidade e alarme visual no interior e nos acessos da zona afetada;
- Atuação do sistema de parada de emergência do nível 3 (ESD-3).

Gás H₂ confirmado na mesma zona deve inibir a carga profunda das baterias.

Gás (CH₄, CO₂, H₂S) confirmado nas tomadas de ar deve iniciar as seguintes ações:

- Alarme na CCR;
- Fechamento de *dampers*;
- Parada do sistema de ventilação das zonas servidas pela tomada de ar;
- Atuação do sistema de parada de emergência do nível 3 (ESD-3).

Gás CH₄ confirmado na captação de ar dos compressores de ar de instrumentos, quando estes estiverem instalados em área aberta ou semiaberta, deve desligar a máquina e/ou inibir sua partida.

Gás (O₂) monitorado por qualquer detector instalado em ambiente com armazenagem ou geração de gás inerte, cujo valor de leitura de concentração seja igual ou menor que 19,5% v/v, deve gerar o alarme sonoro local no interior do ambiente e na IHM da CCR.

7.3 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA SISTEMAS DE ALÍVIO DE PRESSÃO E DESPRESSURIZAÇÃO

O sistema de despressurização da Unidade deve atender aos requisitos da norma API STD 521 para equipamentos que contenham fluidos inflamáveis e/ou combustíveis.

Todos os trechos contendo fluidos gasosos inflamáveis, isoláveis entre SDVs, devem ser despressurizáveis através de BDVs. Para trecho contendo fluido inflamável bifásico ou líquido inflamável, estes podem ser aliviados por PSVs. Análises devem ser realizadas em função do inventário na linha para avaliação de instalação das PSVs.

Em ESD-2, deve ser habilitada a permissão, na lógica do sistema de instrumentação, para despressurização individual de equipamentos pela sala de controle ou localmente no campo. A abertura simultânea de múltiplas BDVs deve estar limitada à capacidade do sistema de despressurização.

Em cenários de incêndio confirmado em uma zona de incêndio, a despressurização automática e simultânea deve ocorrer nesta zona e nas áreas vizinhas (zonas / módulos adjacentes), atendendo ao critério do API-STD-521 de redução da pressão até o valor de 690 kPag, em até 15 minutos. Caso não seja possível a despressurização simultânea das áreas vizinhas, devem ser previstas medidas adicionais de segurança, tais como, redução

de inventário, antepara corta-fogo ou segregação por distância de forma a evitar o escalonamento do incêndio.

Se as medidas acima descritas não forem viáveis ou suficientes, deve ser realizada uma avaliação dos efeitos do incêndio nos equipamentos e tubulação presentes nas áreas adjacentes, conforme item 8.4.8.2 alínea f), para despressurização temporizada dos módulos vizinhos, atendendo ao critério de despressurização do API-STD-521, levando em conta os materiais e espessura dos equipamentos e tubulação analisados.

Deve ser possível atuar o sistema de despressurização automática total dos equipamentos de processo da sala de controle através da botoeira de parada de emergência de nível 4 (ESD-4).

O projeto do sistema de despressurização das Unidades que operem com óleo em temperatura superior a 100°C deve levar em consideração o fenômeno de *steam explosion* para a definição da falha segura das válvulas de alívio de pressão e despressurização (PV, PCV, BDV, etc), prevenindo a despressurização súbita do sistema.

7.4 SISTEMA DE PARADA DE EMERGÊNCIA (SHUTDOWN)

O Sistema de Parada de Emergência deve possibilitar uma parada segura e efetiva do processo e demais equipamentos da Unidade, de forma a limitar os riscos causados por efeitos indesejados.

A hierarquia do sistema de parada de emergência deve ser constituída de 4 níveis, representando uma resposta em escala para níveis de risco, sendo o Nível 1 mais baixo, e o Nível 4 o mais alto e grave. Os 4 níveis são sumarizados abaixo:

Nível 4 – Preparação para Abandono;

Nível 3 – Parada de Emergência;

Nível 2 – Parada do Processo;

Nível 1 – Parada do Equipamento.

7.4.1 CONFIGURAÇÃO DOS NÍVEIS DE PARADA DE EMERGÊNCIA

NÍVEL 4 (ESD-4)

É acionado após a tomada de decisão do abandono conforme a hierarquia da estrutura organizacional de resposta à emergência da Unidade.

Consiste nas seguintes ações:

- Fechamento das DHSVs dos poços;
- Início da despressurização automática total da planta de processo.

A atuação do ESD-4 deverá ocorrer sem ativação do alarme sonoro de “preparação para abandono”. O alarme sonoro deve ser acionado via CCR, por uma botoeira específica localizada junto à botoeira de ESD-4.

NÍVEL 3 (ESD-3)

Ocorre a partir da confirmação de detecção de Fogo & Gás. Pode ser dividido em Total (ESD-3T) e Parcial (ESD-3P), onde:

- ESD-3T – É desligado todo o fornecimento ou distribuição de energia elétrica principal e ligado o gerador de emergência;
- ESD-3P – É mantido o fornecimento de energia elétrica principal.

A adoção da divisão em Total (ESD-3T) e ESD-3 Parcial (ESD-3P) facilita a recondução da Unidade à operação normal e deve ser definida durante o Projeto Conceitual.

Os dois níveis de ESD-3 (T e P) somente devem ser aplicados nas Unidades com as seguintes condições:

- Que operem com energia elétrica principal fornecida por outra Unidade ou;
- Que gerem energia elétrica principal por meio de geradores a diesel ou, bicomcombustível (gás combustível e diesel) e, nesse último caso, a geração de energia elétrica principal deve ser comutada para diesel mediante o acionamento de ESD-3P.

Em Unidades providas de geração de energia principal bicomcombustível (óleo diesel ou gás), o inventário do gás residual do sistema de gás combustível deve ser o mínimo necessário para permitir a comutação das turbinas em operação normal de gás para diesel, quando acionado o ESD-3P. No sistema de diesel, o fornecimento do combustível deve ser dimensionado no Projeto Básico, a fim de manter pelo menos um turbogerador em operação.

O cenário de comutação de combustível deve ser incorporado nos Estudos de Consequências (Estudo de Dispersão de Gás e Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça), para avaliar os possíveis cenários de escalonamento devido ao inventário de gás que alimenta a geração principal durante o ESD-3P.

Geração auxiliar, quando existente, deve ser considerada como parte da geração principal, para todos os efeitos de intertravamento com o Sistema de Parada de Emergência. Sua partida somente deve ser automaticamente inibida em casos de incêndio ou gás confirmado na área correspondente.

Em Unidades onde a energia elétrica principal seja proveniente de outra Unidade, a desenergização deve ser feita por meio do corte do fornecimento de energia a partir da Unidade de origem, e também na Unidade de destino, em caso de incêndio que possa comprometer a sala de chegada dos cabos de energia elétrica da Unidade de destino.

A atuação do sistema de combate a incêndio prevista em shutdown nível 3P deverá apenas ser iniciada em caso de confirmação de incêndio.

Em caso de confirmação de incêndio nos invólucros do Gerador de Emergência ou da BCI, ou de confirmação de detecção de gás nas tomadas de ar, a partida destes equipamentos

deve ser inibida. Caso estes equipamentos já estejam em operação e haja a confirmação de incêndio ou gás, eles não podem ser desligados.

Todos os equipamentos elétricos, instrumentos e equipamentos de telecomunicações localizados em áreas abertas que permaneçam em operação durante ESD-3 na Unidade devem ser especificados no mínimo para “Grupo IIA - Zona 1, T3”, mesmo se localizados em áreas não classificadas, exceto se desenergizados automaticamente em caso de confirmação de gás na área dos mesmos.

Os equipamentos de telecomunicações que não são adequados para operar em Zona-1 e devem ser desenergizados em caso de confirmação de gás na área dos mesmos são: Rádio Fixo VHF/AM-SMA (EPTA-M), Rádio Fixo VHF/FM-GMDSS (GMDSS), Rádio Fixo VHF/FM-SMM (Rádio Operacional), Rádio Fixo UHF (Rádio Operacional), Antena e equipamentos de transmissão (Rádio-enlace) e Antena parabólica e equipamentos de transmissão (Satélite para comunicação de dados, voz e imagem). A elaboração do Plano de Resposta a Emergência da Unidade deverá considerar os impactos do desligamento dos equipamentos acima listados. De forma a garantir comunicação com as embarcações de apoio durante este tipo de emergência, devem ser mantidos, no mínimo, um rádio Rádio Fixo VHF/FM-SMM com potência máxima de 6 Watt na CCR, e um outro rádio igualmente especificado na sala de rádio, que permanecerão energizados.

O documento Folha de Dados de Segurança (Anexo III), emitido nos Projetos Básico e Executivo, deve explicitar detalhadamente os equipamentos que irão atuar (abertura/fechamento dos dispositivos como BDVs, ADVs, *dampers* etc.) quando houver acionamento do nível de parada de emergência ESD-3P ou T.

NÍVEL 2 (ESD-2)

Consiste na parada total do processo sem afetar as áreas de utilidades da Unidade. Ocorre quando uma variável do processo, tal como pressão, temperatura, nível, exceder os limites do projeto.

Valores limites de nível de emergência, conforme definido na Diretriz de Engenharia de Naval, em tanques de carga e *slop* de FPSO e FSO devem fechar automaticamente a válvula da linha de alimentação do *header* da planta de processo, que alimenta os tanques. No caso de qualquer tanque de carga atingir nível muito alto, o ESD-2 deve ser acionado automaticamente.

NÍVEL 1 (ESD-1)

Consiste na parada de um equipamento ou parcial de um sistema devido a algum desvio na operação normal do equipamento ou sistema.

7.4.2 BOTOEIRAS FÍSICAS

O acionamento manual do ESD 2, 3 ou 4 deve ocorrer apenas através de botoeira física.

As botoeiras de ativação do Sistema de Parada de Emergência (ESD-2, ESD-3 e ESD-4) devem ser instaladas em apenas dois pontos da Unidade: CCR e Sala de Rádio. Essas botoeiras devem estar protegidas contra acionamento involuntário.

Caso haja exigência por parte da Sociedade Classificadora para instalação de botoeiras de ESD-2 em áreas abertas de Unidades Flutuantes, estas botoeiras devem iniciar o ESD-2 somente após dois (02) minutos do seu acionamento, caso não seja feito seu reconhecimento na CCR antes de decorrido este intervalo de tempo.

No caso em que a Sociedade Classificadora exigir a instalação de outros tipos de botoeiras de ESD em áreas abertas, as ações deverão ser discutidas com a Petrobras.

As botoeiras AMI não devem gerar ESD, devendo gerar apenas alarme na CCR e alarme geral na Unidade.

As botoeiras AMI devem ser instaladas em todas as áreas da Unidade, em pontos estratégicos, tais como: acessos das salas / áreas de processo; ao longo das rotas de fuga; nos diversos níveis dos módulos; acomodações e ambientes de máquinas. A distância máxima a ser percorrida para alcançar uma botoeira AMI não deve ser superior a 30 m e estas devem estar sinalizadas e ser instaladas em local de fácil acesso e visibilidade.

A botoeira de AMI nas áreas de recreação, escritórios e alojamentos do módulo de acomodações deve iniciar um alarme geral na Unidade somente se, após dois minutos, não houver sido feito seu reconhecimento na CCR.

7.4.3 SISTEMA DE ANÚNCIO E ALARME GERAL

Deve ser instalado na Unidade um sistema de anúncios e alarmes que abranja toda a Unidade (PA/GA) para alertar imediatamente as situações de emergência da Unidade.

Os seguintes alarmes devem soar por toda a Unidade conforme definido abaixo:

- Situação de emergência: sinal sonoro intermitente;
- Preparar para abandono: sinal sonoro contínuo sem modulação.

Em áreas abertas e ruidosas acima de 95 dBA, adicionalmente ao sinal sonoro, um sinalizador visual amarelo deve ser instalado.

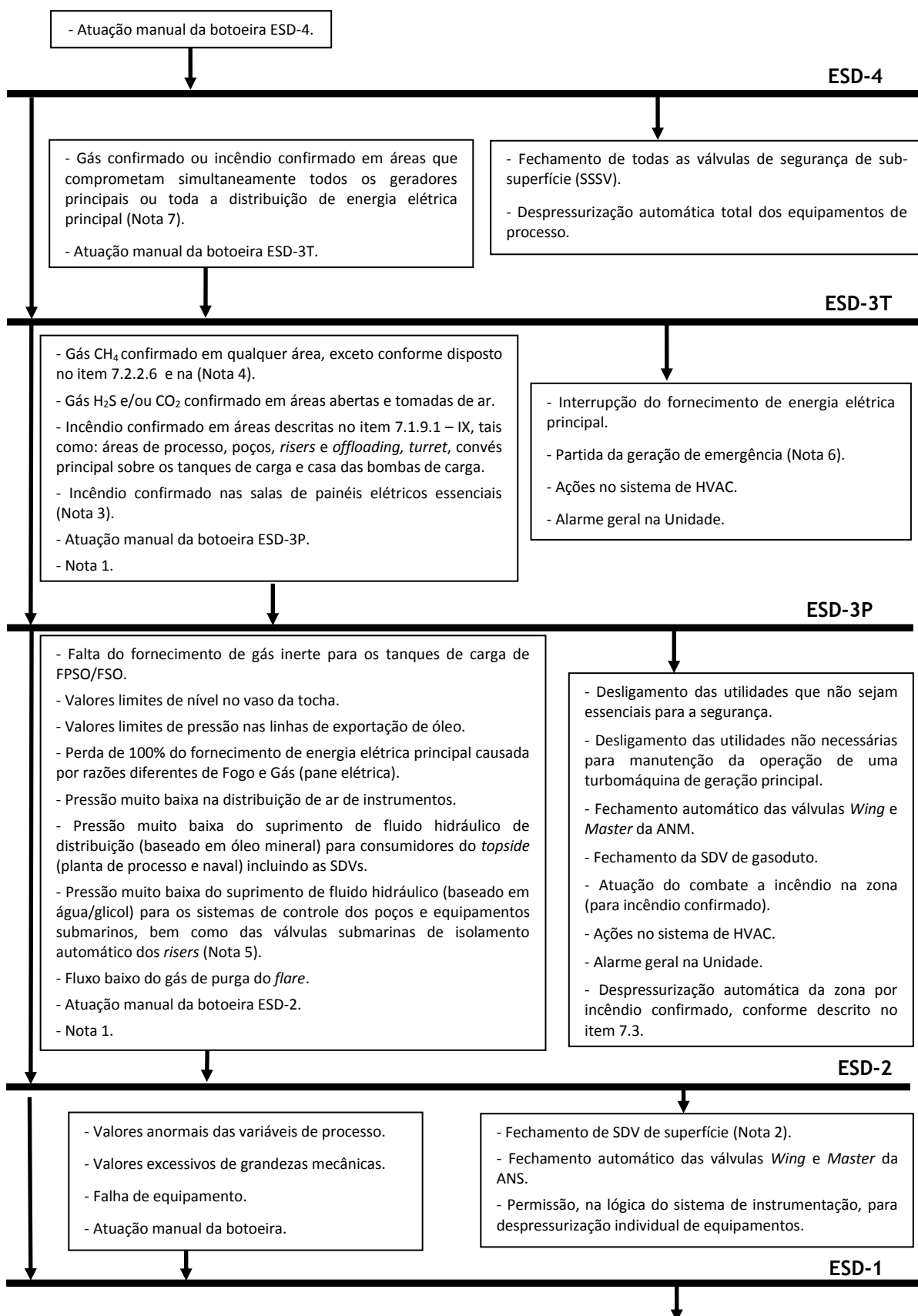
7.4.4 SISTEMA DE INTERTRAVAMENTO DE SEGURANÇA

Os alarmes e as sinalizações de estado referentes ao sistema de detecção e combate a incêndio e de indicação do status das BCI, devem ser indicados na IHM do CSS.

Os circuitos elétricos a seguir devem possuir monitoração para abertura do circuito:

- Solenóides das válvulas dos cilindros mestres e das válvulas direcionais do sistema de combate a incêndio por CO₂;
- Solenóides das válvulas de dilúvio;
- Sistema de Palrada de Emergência (ESD).

Figura 1: Diagrama de Parada de Emergência



Notas:

- (1) Outras variáveis que levem à parada de emergência, além daquelas apresentadas no Diagrama de Parada de Emergência, devem ser definidas durante o Projeto e aprovadas pela Petrobras.
- (2) Fechamento automático e imediato de todas as válvulas SDV de superfície, exceto da SDV de alimentação dos turbogeradores de gás combustível. Outras exceções devem ser avaliadas durante o Projeto e podem ser aceitas mediante a avaliação e caracterização como toleráveis os riscos da continuidade operacional destes sistemas.
- (3) O acionamento de um único detector de fumaça em salas que contenham equipamentos elétricos essenciais deve iniciar um alarme apenas na CCR. A necessidade de ações de parada de emergência devido à confirmação de fumaça por dois (02) detectores de fumaça deve ser avaliada durante o Projeto Básico. Exceção é feita para as salas de painel essencial onde um incêndio confirmado por dois (02) detectores de fumaça deve acionar o ESD-3P.
- (4) Gás confirmado na saída do ar de ventilação ou dentro do invólucro da turbina deve alarmar na CCR e iniciar o *shutdown* da mesma (ESD-1).
- (5) Além do ESD-2, deverão ser fechadas as válvulas *wing* de produção e gás *lift* das ANMs.
- (6) A partida do gerador de emergência deve ser acionada somente a partir da perda de energia no barramento principal.
- (7) Para o iniciador de ESD-3T devem ser considerados apenas os cenários de incêndio ou gás que afetam simultaneamente todos os geradores principais, desconsiderando o gerador auxiliar.

7.5 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA SISTEMA DE INERTIZAÇÃO DOS TANQUES DE CARGA DE FPSO E FSO

A inertização dos tanques de carga deve ser realizada com a utilização de gás inerte. Não é permitida a inertização dos tanques de carga com gás combustível.

De modo a evitar interferência com sistema de detecção de gás, a localização dos *Vent Posts* dos tanques de carga deve ser definida após o Estudo de Dispersão de Gases (combustível e/ou tóxico), conforme solicitado no item 8.4.10.

7.6 REQUISITOS PARA BLOQUEIO NAS INTERFACES COM O SISTEMA SUBMARINO

Deve ser previsto nas fases de Projeto Conceitual e Básico a instalação de válvulas submarinas de isolamento automático com o objetivo de redução do inventário de hidrocarbonetos em cenários acidentais de perda de contenção ou incêndio, nos gasodutos de exportação e de importação e nas linhas de produção de poços satélites produtores de gás. De forma similar, válvulas submarinas de isolamento automático devem ser previstas nos gasodutos de interligação da Unidade com *manifolds* submarinos.

Nos casos onde o tempo de duração do incêndio for abaixo de 120 minutos, a válvula submarina de isolamento automático dos gasodutos de exportação e de importação deverá ser mantida e deverá ser prevista proteção passiva para membros estruturais e para as FPS, considerando a duração do incêndio. Nos casos onde a duração de incêndio for acima de 120 minutos, a utilização da válvula submarina de isolamento automático poderá ser avaliada, buscando realocá-la para mais próximo da unidade de forma a reduzir o inventário. Na impossibilidade de redução de inventário, a mesma poderá ser desconsiderada no Projeto, mediante aprovação da Petrobras.

A hipótese de não instalação de válvula submarina de isolamento automático de linhas de produção de poços satélites produtores de gás pode ser adotada quando a eficácia da mesma entre o poço e a UEP for insignificante em termos de redução do inventário de gás e da consequente redução da severidade do cenário acidental. Para esta análise, na fase de Projeto Executivo, o tempo real necessário para o fechamento da válvula deve ser considerado.

O projeto deverá prever o controle das válvulas submarinas de isolamento instalado na própria Unidade de Produção, independente de acionamentos de estações remotas externas à Unidade.

Não devem ser instalados quaisquer dispositivos (válvulas de bloqueio, instrumentação, flanges, etc.) entre a conexão do *riser* de gasodutos e a SDV de superfície da Unidade. Caso seja necessária a instalação de outra válvula ou dispositivo nestas posições, estes devem oferecer o mesmo nível de estanqueidade, externa e interna, conferido pela SDV. Para as linhas de produção de óleo e gás, quando do uso de transmissores de pressão ou outros dispositivos à montante da SDV, estes também devem possuir o mesmo nível de integridade da SDV.

Para gasodutos que interliguem Unidades, devem ser instalados pressostatos de alta redundantes nas Unidades de origem e de chegada. Desta forma será possível bloquear o envio de gás de uma Unidade para outra, quando a SDV da Unidade recebedora estiver fechada.

7.7 SALVATAGEM

Pontos de Reunião devem ser previstos de forma a atender todo o POB da Unidade. Os mesmos devem ser instalados em locais seguros, geralmente no interior do módulo de acomodações. Esses Pontos de Reunião devem ser providos de telefone / intercom e dispositivo para fechamento manual de *dampers* do sistema de ventilação.

Refúgio temporário de vante deve ser instalado em Unidades do tipo FPSO, FSO, FPU, conforme definido no Projeto Conceitual / Básico. O mesmo deve possuir meios de comunicação de rádio e telefone com o Ponto de Reunião. Devem ser previstos recursos de abandono em número equivalente para a lotação da balsa inflável de vante tais como:

- Coletes salva-vidas;
- EEBD;
- Maca;
- Iluminação de emergência;

- Boias salva-vidas;
- Kits de primeiros socorros.

O ambiente deve ser fechado e pressurizado positivamente, com previsão de ventilação e *dampers*. As tomadas de ar devem ser monitoradas por detectores de gases e de incêndio (fumaça), conforme Tabelas 6 e 7. Esses *dampers* devem ter fechamento automático no caso de gás ou incêndio confirmado. As anteparas de proteção devem ser do tipo J-60 e devem resistir a sobrepressão prevista no Estudo de Explosão.

Adicionalmente, o Projeto deve incluir a EERA, conforme requerido pela ISO 15544. A EERA deve considerar os riscos de incêndio e explosão, indicados nos Estudos de Consequências. Dispersão de gases e de fumaça deve ser considerada nos cenários de resposta a emergência e ser abordada na EERA.

O dimensionamento dos recursos de salvatagem está disposto na Tabela 8.

Adicionalmente, os itens deste capítulo devem ser considerados conforme seguem.

7.7.1 EMBARCAÇÕES SALVA-VIDAS RÍGIDAS E A PROVA DE FOGO

As embarcações salva-vidas e seu sistema de lançamento (conjunto turco / guincho) devem estar de acordo com Especificação Técnica da Petrobras.

Postos de Abandono e o acesso às embarcações salva-vidas devem ser livres de obstáculos e de tubulação contendo hidrocarbonetos. As áreas devem ter espaço suficiente para mobilização de pessoas vestidas de coletes salva-vidas. Os acessos às embarcações que forem localizados em áreas que podem ser expostas à radiação ou cargas de explosão devem ter proteção contra incêndio e explosão adequadas.

As embarcações salva-vidas devem ser instaladas mais próximas possíveis do nível do mar e num mesmo nível, de modo a minimizar o fluxo em sentido contrário nas escadas durante os preparativos para abandono.

Não será admitida a instalação de embarcações do tipo queda-livre.

7.7.2 BALSAS INFLÁVEIS E TURCOS

As Unidades devem ser providas de balsas infláveis, localizadas próximas ao nível do mar e em locais seguros e de fácil acesso.

Caso não seja possível instalar as balsas próximas ao nível do mar, devem ser instalados turcos para lançamento das mesmas.

As Unidades do tipo TLP devem ser equipadas com balsas infláveis em número suficiente para atender a 100% do POB, e devem ser instaladas, proporcionalmente, próximo às embarcações salva-vidas.

Quando as embarcações salva-vidas estiverem a mais de 100 metros da popa ou da proa da Unidade, deve ser incluída uma balsa adicional por bordo, com capacidade mínima para 06 (seis) pessoas localizadas na extremidade oposta da Unidade, em relação às embarcações salva-vidas.

7.7.3 EMBARCAÇÃO DE SALVAMENTO

O içamento da embarcação de salvamento deve ser feito por um único ponto de sustentação do tipo rígido.

7.7.4 COLETE SALVA-VIDAS

Os coletes localizados nos postos de abandono e próximos às embarcações de salvamento (áreas externas) devem ser acondicionados em caixas confeccionadas em fibra de vidro, providas de tampas para proteção contra intempéries. Adicionalmente, os coletes salva-vidas localizados nos pontos de encontro devem ser acondicionados em armários com identificação. Os armários de coletes localizados em ambiente fechados não devem ser de fibra de vidro.

TABELA 8: Dimensionamento dos Recursos de Salvatagem

EQUIPAMENTO	TIPO DE UNIDADE		
	UNIDADES FIXAS	UNIDADES SS	FPU, FSO, FPSO
Embarcações salva-vidas rígidas e a prova de fogo	Equipadas com número suficiente de embarcações para atender o POB mais uma embarcação reserva. Devem ser distribuídas em Postos de Abandono de forma que um mesmo cenário de incêndio não atinja um número de Postos de Abandono necessário para atender a 100% do POB.	Distribuídas em Postos de Abandono tais que, no caso de perda de qualquer um destes, os restantes garantam o abandono de 100% do POB.	Devem ser instaladas em cada bordo da Unidade, em quantidade suficiente para abandono de 100% do POB.
Balsas Infláveis	Equipadas com quantidade suficiente para atender a 50% do POB.	Equipadas em número suficiente para atender a 100% do POB e instaladas, proporcionalmente, próximas às embarcações salva-vidas.	Equipados, em cada bordo da Unidade, com balsas suficientes para o abandono de 100% do POB.
Embarcação de Salvamento	Localizada próximo ao nível do mar, com capacidade para acomodar pelo menos 5 (cinco) pessoas sentadas e 1 (uma) deitada em uma maca.	Localizada próximo ao nível do mar, com capacidade para acomodar pelo menos 5 (cinco) pessoas sentadas e 1 (uma) deitada em uma maca.	Localizada próximo ao nível do mar, com capacidade para acomodar pelo menos 5 (cinco) pessoas sentadas e 1 (uma) deitada em uma maca.
Coletes Salva-vidas	Além do disposto na NORMAM 01 devem ser considerados: <ul style="list-style-type: none"> - Distribuídos proporcionalmente nos Pontos de Reunião, em quantidade igual a 10% do POB; - Próximos à embarcação de salvamento em quantidade igual a 100% do POB; - No almoxarifado, coletes salva-vidas de serviço (conforme especificação da Petrobras), em quantidade igual a 15% do POB. 	Além do disposto na NORMAM 01 devem ser considerados: <ul style="list-style-type: none"> - Distribuídos proporcionalmente nos Pontos de Reunião, em quantidade igual a 10% do POB; - Próximos à embarcação de salvamento em quantidade igual a 100% do POB; - No almoxarifado, coletes salva-vidas de serviço (conforme especificação da Petrobras), em quantidade igual a 15% do POB. 	Além do disposto na NORMAM 01 devem ser considerados: <ul style="list-style-type: none"> - Distribuídos proporcionalmente nos Pontos de Reunião, em quantidade igual a 10% do POB; - Próximos à embarcação de salvamento em quantidade igual a 100% do POB; - No almoxarifado, coletes salva-vidas de serviço (conforme especificação da Petrobras), em quantidade igual a 15% do POB.



7.8 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA SISTEMAS ELÉTRICOS

7.8.1 CONSUMIDORES ESSENCIAIS PARA SEGURANÇA

São consumidores de energia elétrica associados diretamente à segurança do pessoal e do patrimônio da Unidade, e que devem ser mantidos energizados durante uma parada de emergência ESD-3T. A partida do gerador de emergência deve ocorrer, no máximo, em 45 segundos após a queda da geração principal.

7.8.1.1 CONSUMIDORES ESSENCIAIS PARA SEGURANÇA EM UNIDADES FIXAS OU FLUTUANTES

São os consumidores de energia elétrica que podem sofrer interrupção em sua alimentação no período entre a queda da geração principal e posterior entrada da geração de emergência. Estes consumidores devem permanecer energizados enquanto funcionar o gerador de emergência, e estão listados abaixo:

- Cargas de força essenciais para SPM / Sonda de Completação, caso aplicáveis;
- Guincho para embarcação salva-vidas e embarcação de salvamento;
- Iluminação essencial;
- Iluminação de helideque, incluindo a luz de condição do helideque status light;
- Iluminação de obstáculo aéreo;
- Insuflamento / exaustão das salas que abriguem consumidores essenciais (CA e CC);
- Painel de ignição do flare (somente para flare com piloto aceso);
- Carregadores de baterias;
- Sistemas de controle e auxiliares dos consumidores essenciais, tais como, controles de poços, bombas de combate a incêndio (água e espuma), geradores de emergência, compressores de ar e outros. Nesse caso, devem ser definidos na fase de Projeto Básico quais equipamentos que deverão ser alimentados;
- Bomba de combate a incêndio: água e espuma (quando aplicável);
- Bomba do sistema de *water mist* (quando aplicável);
- Projetor para iluminação da área de descida da embarcação salva-vidas;
- Serviços para o sistema de mergulho (quando aplicável). Nesse caso, devem ser definidos na fase de Projeto Básico, quais equipamentos deverão ser alimentados;
- Holofote de busca;
- Sistema de Energia Ininterrupta (UPS);



- Sistema reserva de ar condicionado das salas de controle, rádio e telecomunicações.
- Nitrogênio para purga do *flare* fechado;
- Ventiladores de exaustão dos invólucros das turbinas a gás;
- Exaustores da casa de bombas;
- Sistema de comando remoto das válvulas do sistema de carregamento dos tanques de cargas;
- Sistema de monitoramento do nível de *bilge* da casa de bombas;
- Sistema de drenagem de emergência da casa de bombas.

7.8.1.2 CONSUMIDORES ESSENCIAIS PARA SEGURANÇA EM UNIDADES FLUTUANTES

Adicionalmente aos serviços descritos acima, devem ser consideradas as seguintes cargas elétricas para as Unidades Flutuantes:

a) UNIDADES SEMI-SUBMERSÍVEIS:

- Bombas de lastro e esgotamento. O projeto do gerador de emergência deve considerar a operação simultânea do número de bombas de lastro correspondente a 50% da capacidade requerida do sistema de lastro;
- Unidade Hidráulica de comando de válvulas, portas e escotilhas estanques a água, e *dampers* (HPU);
- Sistema de monitoração de alagamentos (*colunas*, *bracings*, *voids*, salas de bombas, poço de elevador, etc);
- Elevadores das colunas;
- Sistema de ajuste do anel de lastro;
- Demais serviços essenciais navais definidos pela Sociedade Classificadora.

b) UNIDADES FPSO e FSO:

- Unidade Hidráulica de comando de válvulas (HPU);
- No mínimo uma (01) bomba de lastro, uma (01) de esgotamento e uma (01) de serviços gerais da praça de máquinas. No mínimo uma (01) bomba de selo de água do mar no convés (para sistema de gás inerte). A quantidade de bombas necessárias deverá ser ratificada durante o Projeto Básico;
- Demais serviços essenciais navais e outros, quando aplicáveis, definidos pela Sociedade Classificadora.



Para as Unidades equipadas com compressores de ar de instrumentos acionados apenas por motor elétrico, os acionadores devem ser também alimentados pelo barramento de energia essencial e pela geração auxiliar (quando existente). Apenas um compressor deve ser considerado para o dimensionamento dos geradores de emergência / auxiliar.

7.8.2 CONSUMIDORES DE EMERGÊNCIA

São os consumidores de energia elétrica diretamente associados à segurança do pessoal e do patrimônio da Unidade e que não podem sofrer interrupção em sua alimentação no período entre a queda da geração principal e posterior entrada da geração de emergência. Estes consumidores devem permanecer energizados mesmo após perda da geração de emergência, sendo alimentadas pela fonte transitória da energia elétrica e estão listados na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Autonomia para os Consumidores de Emergência

CONSUMIDORES DE EMERGÊNCIA	AUTONOMIA (Nota 1)
FGS (Sistema de Fogo e Gás)	30 minutos
Sistema de combate a incêndio	30 minutos
Circuito interno de TV (quando aplicável)	30 minutos
Sistema de parada de Emergência	30 minutos
Iluminação de Emergência	30 minutos (Nota 2)
Luzes de auxílio à navegação	96 horas
Buzinas de nevoeiro	96 horas
Telecomunicações e intercomunicadores (Nota 3)	30 minutos
PA/GA	30 minutos
Painel de controle do gerador de emergência	30 minutos
Painel de controle da bomba de incêndio	30 minutos
Painel de ignição do <i>flare</i> (somente para unidades que operem com <i>flare</i> fechado e piloto apagado)	30 minutos
Todos os equipamentos que compõem o CSS	30 minutos
Sistema de controle da embarcação	30 minutos
“Inclinômetro” elétrico para o trim e banda	30 minutos

Notas:

- (1) Autonomia da fonte transitória de energia elétrica de emergência.
- (2) O Projeto Básico deve considerar autonomia de 12h somente para a iluminação de emergência dos ambientes que sejam considerados essenciais para a manutenção do POB



durante este período, tais como: painéis dos geradores de emergência e auxiliares, pontos de reunião, postos de abandono, CCR.

(3) As cargas de telecomunicação devem ser definidas durante a elaboração do projeto.

7.8.3 PROTEÇÃO PARA CABOS ELÉTRICOS E DE SINAIS DOS SERVIÇOS ESSENCIAIS E DE EMERGÊNCIA

Os cabos elétricos, os cabos de dados, cabos do sistema de comunicação, cabos de sinais (rede, fibra ótica, etc), que alimentem serviços essenciais e de emergência que estejam instalados em Áreas Perigosas devem ser especificados como resistentes a fogo. Como alternativa ao requisito de serem resistentes a fogo, estes cabos poderão possuir encaminhamento por duas rotas distintas, quando possível. A definição do encaminhamento deve considerar que um cenário de risco de incêndio não atinja simultaneamente as duas rotas.

7.8.4 CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS

A classificação de áreas deve atender aos requisitos das normas IEC-61892-7 e API RP-505. A norma ABNT NBR IEC 60079-10 também deve ser considerada.

Adicionalmente, a norma IEC 60092-502 deverá ser utilizada para as Unidades tipo FPSO, FSO e FPU. Nos itens onde as normas apresentarem soluções diferentes, a solução mais restritiva deve ser adotada, ou seja, aquela solução que resultar em maior área classificada com o maior grau de risco (zona). Para Unidades Flutuantes as exigências das normas estatutárias também devem ser consideradas. Estes itens devem ser claramente identificados na Lista de Classificação da Área (Anexo II).

Para casos onde uma área seja constituída de vários recortes de áreas classificadas, a mesma deve ser considerada como uma única área classificada, ou seja, não devem ser consideradas ilhas.

Área fechada com fontes de risco oriundo de hidrocarbonetos deve ser considerada como área classificada, mesmo quando possuir um sistema de ventilação dimensionado para impedir que a concentração de gases alcance os níveis de inflamabilidade.

7.9 REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA ARRANJO

O princípio geral a ser adotado no arranjo é o de segregação de áreas perigosas em relação às áreas seguras da instalação, seguido do princípio de distancias seguras (*safety gaps*) e por fim de separação e proteção por barreiras físicas.

O projeto de arranjo deve buscar as melhores condições que favoreçam a ventilação natural, com o objetivo de evitar acúmulo de gases inflamáveis, tóxicos ou asfixiantes nas áreas da planta de processo e nas suas adjacências. As condições de aproamento da Unidade devem garantir que sentido do vento predominante tenha sempre a montante as áreas seguras em relação às áreas perigosas.



Atenção especial deve ser dada ao posicionamento de motogeradores, turbogeradores, turbocompressores e outros equipamentos que possuem descargas de gases para a atmosfera, de forma a evitar a contaminação de tomadas de ar dos ambientes e as interferências com o sistema de detecção de gases da Unidade.

Os decks de processo que contenham equipamentos e linhas operando com líquidos inflamáveis / combustíveis devem ser contínuos (chapeamento contínuo) com braçolas / soleiras / contenções ao redor de aberturas, tais como escadas e penetrações, e no perímetro do deck para evitar o escalonamento de incêndio em decorrência do escoamento de líquido para decks inferiores. Os decks de processo devem ter drenagem para vazamentos de óleo, prevenindo o escalonamento do incêndio para o convés principal (topo dos tanques de carga).

Todos os equipamentos e seus componentes sujeitos a vazamentos ou transbordamento de líquido combustível e/ou inflamável devem possuir contenção e drenagem individuais, incluindo a região de chegada de *riser* (ex: *riser balcony* superior nos FPSOs). A contenção deve ser constituída por braçolas ou lombadas (*coamings or curbs*), calhas ou bandejas coletoras que possibilitem a drenagem para um reservatório (tanque ou vaso de drenagem).

Estruturas que não possuem vasos de processo ou outro equipamento sujeito a vazamento ou derramamento de líquidos inflamáveis/combustíveis (por exemplo, estruturas com equipamentos que contêm apenas gás, guindastes e sistemas de captação de água) podem ter pisos gradeados, favorecendo a ventilação e a dispersão de gases.

Em projetos onde haja a locação dos painéis de campo para entrada e saída de sinais de automação de elementos finais e instrumentos de controle e segurança (remotas) em "áreas de processo ou em áreas perigosas" (conforme definição no item 7.1.9.1 – IX), deve ser garantida a integridade das funções de FGS durante eventos acidentais (incêndio, explosão etc.). Nestes casos, as remotas devem ser protegidas por anteparas corta-fogo e à prova de explosão ou em salas fechadas, igualmente protegidas.

Os painéis de energia essencial não podem ser instalados no mesmo ambiente do gerador de emergência.

7.10 REQUISITOS PARA ROTAS DE FUGA

Todas as áreas da Unidade devem ser providas de rotas de fuga sinalizadas e com iluminação de emergência.

As rotas de fuga devem ser projetadas de forma que sempre haja a possibilidade de fuga de todos os locais da Unidade, considerando os possíveis cenários acidentais que possam impedir as rotas, garantindo que sempre haja uma rota alternativa desimpedida.

As áreas de processo, utilidades, praças de máquinas, salas de bombas e espaços similares devem possuir, no mínimo, duas rotas de fuga em posições opostas e em todas as elevações. Nas praças de máquinas e casa de bombas, uma das rotas deve ser protegida contra fogo e fumaça (*escape trunk*).



As rotas de fuga principais da Unidade devem ser projetadas em vias distintas das vias de movimentação de cargas, sendo vedada a sua utilização para outros fins, mesmo que temporariamente, de forma que fiquem sempre desobstruídas e disponíveis.

Os ambientes com baterias centrais de cilindros de CO₂, os ambientes protegidos por CO₂ e ambientes com geradores de gás inerte devem possuir, no mínimo, duas portas de acesso, sendo ao menos uma para o ambiente externo e as outras para ambiente não protegido por CO₂. Quando uma das portas não puder ter acesso ao ambiente externo, as duas portas devem obrigatoriamente dar acesso para ambientes não protegidos por CO₂.

As rotas de fuga devem ser projetadas atendendo aos requisitos da Especificação Técnica da Petrobras.

7.11 REQUISITOS PARA SISTEMA DE VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (HVAC)

O Sistema de Ventilação e Ar Condicionado deve garantir a segurança dos ambientes fechados com relação a possíveis contaminações devido à presença de gases e vapores inflamáveis, tóxicos e/ou asfixiantes. O sistema deve ser projetado de forma a evitar a contaminação de ambientes vizinhos ou contaminação proveniente de áreas externas.

As tomadas de ar para os ambientes da Unidade devem ser posicionadas em local seguro, devendo atender a uma distância mínima de 3,0 m em relação aos limites de áreas classificadas e 4,5 m em relação aos gases exaustos de equipamentos e *vents*. Adicionalmente a este critério, deve ser evitada a contaminação cruzada entre tomadas de ar e descargas de equipamentos e *vents*.

Áreas fechadas que tenham acessos a menos de 3,0 m do limite de áreas classificadas devem ser providas de pressurização positiva monitorada.

O número de trocas de ar deve atender os requisitos das Normas Estatutárias e Regulamentações Marítimas.

Compartimentos que abriguem gases ou vapores inflamáveis devem possuir taxa mínima de 12 renovações de ar por hora ou uma vazão suficiente para manter uma concentração de gases e vapores inferior a 20% do LII, o que for maior entre esses dois valores.

Casas de bombas em FPSOs devem possuir taxa mínima de 20 renovações de ar por hora.

O sistema de ventilação para casas de bombas deve prover redundância de ventiladores do sistema de exaustão do ambiente e deve ser garantida a pressurização negativa em relação a áreas adjacentes classificadas com menor grau de risco.

7.12 REQUISITOS PARA SEGURANÇA PESSOAL

A Unidade deve ser provida de chuveiro e lava-olhos de emergência conforme disposto na ABNT NBR 16291. A quantidade e localização dos mesmos devem ser definidas durante o Projeto Básico. Como uma primeira abordagem, as seguintes áreas devem ser protegidas: área de injeção de produtos químicos, laboratórios, áreas de armazenamento de LGE, áreas



de processo e depósito de tintas. A água fornecida para os chuveiros lava-olhos deverá ser potável, de forma a atender requisitos da ANSI Z 358.1.

A aplicação de isolamento, visando à proteção pessoal, em tubulações ou equipamentos que operem com fluido aquecido deve ser tal que assegure uma temperatura na superfície externa dos mesmos abaixo de 60°C. Esta proteção deve ser instalada em equipamentos ou em tubulações localizados a menos de 2 m do piso ou em uma distância lateral de 1 m de escadas ou plataformas destinadas ao trânsito de pessoas.

Em locais da Unidade com elevação acima do piso, as rotas de fuga, áreas de serviço e áreas de circulação devem possuir corrimão e guarda-corpo com altura de 1,20 m, incluindo as escadas, rampas e acessos verticais com gaiolas de proteção. Todos os pisos das áreas de serviço e circulação devem possuir rodapé com no mínimo 20 cm de altura.

As cabines dos guindastes devem ser equipadas com EEED.

7.13 REQUISITOS PARA SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Todas as áreas da instalação devem ser sinalizadas de acordo com requisitos estatutários / normativos e atendendo à Especificação Técnica Petrobras.

Nas vias de acesso do casario para a planta de processo devem ser instaladas sinalizações de orientação geral quanto ao uso de EPIs. Em acessos aos locais com riscos específicos, como por exemplo, com presença de gases tóxicos / asfixiantes ou de armazenamento de produtos químicos, as placas dos acessos devem possuir orientações adicionais de acordo com os riscos presentes.

Todos os acessos às áreas classificadas, espaços confinados e ambientes perigosos da instalação devem possuir sinalização de Perigo e de Advertência em relação aos riscos presentes.

Todos os equipamentos de segurança e salvatagem devem ser sinalizados e identificados, como por exemplo, extintores portáteis e sobre rodas, armários de apoio a brigada, caixas ou armários de coletes salva-vidas, equipamentos de respiração autônoma, macas, chuveiros de emergência e lava-olhos, embarcações salva-vidas, botes de resgate.

A fixação de placas ou adesivos de sinalização de segurança deve ser feita em local visível. A sinalização deve ser refletiva/foto luminescente ou com iluminação própria, nesse último caso deve ter autonomia de energia de, no mínimo, 30 minutos e ser empregada apenas em ambientes fechados. Os materiais empregados na sinalização devem ser resistentes às intempéries.

O projeto de sinalização deve ser realizado na fase de Projeto Executivo com participação do pessoal de operação da Unidade. A escolha da sinalização deve ser feita de forma a se priorizar as informações relevantes para cada área/zona e a evitar a poluição visual por excesso de informação.

O projeto de sinalização deve ser apresentado em desenhos e no modelo 3D, com a indicação da posição de cada placa/adesivo e o tipo de sinalização conforme Especificação Técnica. Deve ser fornecida uma lista com a relação de placas/adesivos por tipo, descrição do texto em



cada uma e os quantitativos empregados em cada área/zona e também uma lista geral dos quantitativos por tipo, empregados em toda a Unidade.

8 DIRETRIZES DE PROJETOS - REQUISITOS PARA ESTUDOS DE SEGURANÇA

Os Estudos de Segurança envolvem a Identificação de Perigos, as Análises de Riscos e os Estudos de Consequências.

A Identificação de Perigos, as Análises de Riscos e os Estudos de Consequências devem possuir enfoque na segurança das pessoas, patrimônio, meio ambiente e imagem da Companhia, indicando recomendações para a prevenção e redução da frequência de ocorrência dos cenários acidentais e/ou para redução dos danos associados.

Durante a fase de identificação de perigos e avaliação dos riscos de processo deve ser mantida a concepção de um projeto inerentemente mais seguro.

As recomendações dos Estudos de Segurança devem ser focadas na eliminação das causas e não na mitigação das consequências do cenário. Adicionalmente, tais recomendações devem ser claras, breves, bem definidas e precedidas por um verbo de ação.

A Identificação de Perigos, as Análises de Riscos, os Estudos de Consequências e as medidas de redução de riscos propostas devem ser aprovados pela Petrobras, em todas as fases do Projeto, devendo ser a revisão final aprovada pela Sociedade Classificadora da Unidade, onde aplicável.

A Identificação de Perigos, as Análises de Riscos e os Estudos de Consequências devem ser executados, considerando-se os Estudos das fases anteriores (quando aplicável) e os requisitos indicados nos itens 8.3 e 8.4.

Os Estudos de Segurança devem ser realizados utilizando a documentação do Projeto, conforme orientações constantes das Especificações Técnicas da Petrobras.

Na elaboração dos Estudos deve ser utilizada sempre a revisão mais atualizada dos documentos de referência da Unidade.

Os Dados Meteoceanográficos, fornecidos pela Petrobras, devem ser considerados na elaboração dos Estudos de Segurança.

As Análises Preliminares de Risco, efetuadas nas fases de projeto, nas quais sejam identificados cenários acidentais de processo relevantes, devem obrigatoriamente ser complementados com Estudos de Consequências (Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, Explosão, Dispersão de Gases, Colisão de Navios, Queda de Objetos, etc.), para subsidiar decisões relativas a esses projetos e aos Procedimentos Operacionais de Resposta às Emergências. Os Estudos de Consequências devem determinar a magnitude das cargas acidentais atuantes nas Funções Principais de Segurança, de acordo com esta Diretriz de Segurança.



Cenários que não tenham sido previamente avaliados na APR, mas que sejam considerados indispensáveis pela equipe de Projeto, também devem ser analisados nos Estudos de Consequências.

Adicionalmente, todos os cenários que por ventura não necessitem ser simulados devem ser justificados e incluídos nos relatórios dos Estudos de Consequências, desde que aprovados previamente pela Petrobras.

Os cenários acidentais de processo relevantes a serem considerados são aqueles que envolvam efeitos físicos de sobrepressão, radiação térmica, liberações tóxicas ou inflamáveis, cujas categorizações de riscos para as dimensões "Pessoas" ou "Patrimônio" sejam classificadas como Moderado nas categorias de severidade IV ou V, ou Não Tolerável, conforme a Matriz de Tolerabilidade de Riscos (Anexo I).

Para Unidades que operem correntes de gás com elevados teores de CO₂ ou H₂S (teores estes a serem discutidos no Projeto Básico, dadas as condições das correntes), se faz necessário determinar o potencial de danos que tais teores possam causar às pessoas expostas e aos equipamentos. Neste caso, deve ser elaborado Estudo de Dispersão de Gases, considerando a acurada caracterização de cada corrente, onde devem ser analisadas as concentrações máximas e mínimas de CO₂ e H₂S previstas para os diversos modos de operação, durante o ciclo de vida da Unidade.

Para o desenvolvimento dos Estudos de Segurança (Identificação de Perigos, Análises de Riscos, Estudos de Consequências e Estudos de Segurança complementares), a aplicação das Especificações Técnicas do Capítulo 10 é determinística e compulsória.

8.1 CRITÉRIOS DE TOLERABILIDADE DE RISCOS

Os critérios de tolerabilidade de riscos podem ser de natureza quantitativa ou qualitativa de acordo com o tipo de Estudo aplicável, e o princípio ALARP pode ser aplicado em ambas as abordagens. Os requisitos a seguir devem ser adotados:

Critério Qualitativo – Deve ser utilizada a Matriz de Tolerabilidade de Riscos apresentada no Anexo I;

Critério Quantitativo – Deve ser avaliada a perda ou impedimento das FPS listadas no item 8.4, conforme abaixo:

- a) As cargas acidentais mínimas que devem ser consideradas são: Incêndio, Explosão, Colisão de Navios e Queda de Objeto;
- b) O critério a ser adotado para o impedimento das FPS é por carga individual. A frequência de impedimento por cada carga acidental individualmente considerada não deve ter valores superiores a $2,5 \times 10^{-4}$ ocorrências por ano. Caso outras cargas acidentais sejam identificadas no projeto, além das descritas no item (a), a frequência de impedimento para cada carga acidental considerada deverá ser 1×10^{-3} dividida igualmente pelo número de cargas acidentais identificadas.
- c) Cada Função Principal de Segurança deve ser mantida íntegra e desimpedida, atendendo ao critério de tolerabilidade de riscos por, no mínimo, 60 minutos.



O projeto de detalhamento deve apresentar relatórios finais, um contendo todas as conclusões e recomendações e outro que prove a integração dos Estudos de Consequência. Estes relatórios devem ser aprovados pela Petrobras.

8.2 TÉCNICAS APLICADAS AOS ESTUDOS DE SEGURANÇA

Devem ser aplicadas técnicas Identificação de Perigos, as Análises de Riscos e os Estudos de Consequências nas diversas fases de projeto da Unidade, conforme definidas na Tabela 10.

TABELA 10: Técnicas aplicadas aos Estudos de Segurança

FASES DO EMPREENDIMENTO	Identificação de Perigos e Análises de Riscos		Estudos de Consequências
	APR	HAZOP	
Fase de Avaliação de Oportunidade (caso necessário)	X		
Projeto Conceitual	X		
Projeto Básico	X	X	X
Projeto Executivo	X	X	X

Os Estudos de Consequências a serem realizados são:

- Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça;
- Dispersão de Gases;
- Explosão;
- Queda de Objetos;
- Análise de Colisão de Navios: de responsabilidade da Disciplina de Naval.

Outros Estudos de Segurança complementares a serem realizados durante as fases do Projeto:

- Estudo de Uso Seguro de Helideques: de responsabilidade da Disciplina de Arranjo;
- Estudo de Ruído e Vibração: de responsabilidade da Disciplina de Mecânica;
- Estudo de Radiação e Dispersão de Gases do Flare: de responsabilidade da Disciplina de Processo;
- Estudo de Fuga, Evacuação e Resgate: de responsabilidade da Disciplina de Segurança.



Todos os estudos referenciados nesse item devem seguir as Especificações Técnicas da Petrobras.

PROJETO BÁSICO

Devem ser realizados APR, HAZOP e os Estudos de Consequências pertinentes a esta fase, considerando todos os sistemas e interfaces da Unidade de forma integrada (casco, topside, submarina).

PROJETO EXECUTIVO

Os Estudos de Segurança devem ser executados de forma a considerar todas as mudanças realizadas no projeto em relação à fase anterior, bem como, a disponibilização de informações e definições que ocorrem somente com a evolução do projeto. A execução dos Estudos deve considerar no mínimo, os aspectos listados a seguir:

- Realização de análise integrada dos sistemas de *topside*, submarino e casco;
- Reanálise do impacto de eventuais mudanças na composição da carga ou de correntes ou ainda, nos modos de operação da Unidade;
- Alterações no arranjo da Unidade;
- Inclusão de informações complementares dos “pacotes” (compressão, remoção de H₂S, entre outros) e equipamentos, não disponíveis na fase anterior;
- Consideração, na análise dos cenários, das informações acerca do sistema de despressurização, *setpoints* dos dispositivos de alívio e de intertravamento, especificações de tubulações e acessórios e, ainda, inclusão/remoção de instrumentos;
- Mudanças que interferiram nas premissas originalmente adotadas no Estudo;
- Outros casos conforme particularidades do Projeto e avaliação de técnicos da Petrobras.

Os Estudos de Segurança devem ser completos e englobar os sistemas desde o poço até as facilidades de *topside*/exportação, seguindo o sentido do fluxo a fim de serem corretamente identificadas as interfaces existentes.

A gestão de mudança dos Estudos de Segurança deve ser realizada durante a evolução do Projeto, conforme previsto em Especificação Técnica da Petrobras.

Reunião prévia à execução da identificação de perigos e das análises de riscos deve ser realizada para definições e/ou esclarecimentos da técnica e das premissas a serem adotadas, de acordo com especificações técnicas da Petrobras.

A identificação de perigos e as análises de riscos devem ser específicas para cada Unidade, não devendo ser utilizadas a mesma análise para duas Unidades, mesmo que similares.



8.3 REQUISITOS GERAIS PARA ELABORAÇÃO DE APR E HAZOP

A avaliação qualitativa dos riscos e a identificação de desvios das variáveis de processo e eventos perigosos devem ser realizadas usando as técnicas de APR e HAZOP. Tais técnicas também devem ser utilizadas para verificação das possíveis interfaces entre os sistemas analisados, incluindo a interface entre o *topside* (módulos e pacotes) e os sistemas navais, sistemas submarinos e *risers*.

Caso não seja possível realizar verificação das interfaces no Projeto Básico, a mesma deve ser obrigatoriamente realizada na fase de Projeto Executivo.

A APR e o HAZOP devem ser realizados com a participação de técnicos da Petrobras em todas as fases, considerando atuação multidisciplinar com especialistas de cada sistema analisado ou disciplinas envolvidas.

Para as reuniões, uma equipe mínima deve ser considerada, com representantes das seguintes disciplinas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval, Operação e Manutenção. A depender do sistema analisado, representante das áreas de poços e submarina devem ser convocados, além de outras disciplinas de projeto.

Erros de projeto ou inconsistências identificadas durante os Estudos devem ser registradas em um item separado do relatório, chamado “CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS”, não devendo ser caracterizadas como Recomendações da Análise.

Recomendações e Observações geradas na APR e no HAZOP devem ser identificadas respectivamente como Rxxx e Oxxx, onde xxx é um número sequencial.

CONSIDERAÇÕES PARA SALVAGUARDAS

Lógicas de Controle e EPI não devem ser considerados como salvaguardas.

Procedimento operacional não deve ser a única salvaguarda de um cenário acidental.

O procedimento operacional contemplando a resposta do operador associada a um alarme de variáveis de processo poderá ser considerado como uma salvaguarda em um cenário acidental, desde que atenda a todos os requisitos:

- O alarme deve ser gerado em um local onde o operador esteja presente de forma contínua (posto de controle permanentemente assistido) e possa reconhecê-lo;
- Os dispositivos de alarme e de resposta do campo devem possuir iniciadores independentes da malha de intertravamento;
- O tempo de resposta ao alarme deve ser suficiente para que o operador efetue as ações previstas para interromper o cenário;
- A ação tomada é efetiva para minimizar o risco sem expor o operador que efetua a resposta.

Desta maneira, o alarme, o elemento a ser atuado e o procedimento operacional, são partes integrantes da salvaguarda “resposta do operador ao alarme”. Procedimentos operacionais e



alarme, sem levar em consideração o exposto acima, não podem ser considerados como salvaguardas.

REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA LÍDERES E PARTICIPANTES DE APR E HAZOP

O líder deve atender aos requisitos conforme Especificação Técnica da Petrobras.

REQUISITOS PARA AS REUNIÕES DE APR E HAZOP

As reuniões devem atender aos requisitos conforme Especificação Técnica da Petrobras.

8.3.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

Esse item apresenta orientações básicas para realização de uma Análise Preliminar de Riscos (APR).

A APR é uma técnica que visa a identificar os principais perigos e eventos acidentais, suas possíveis causas e consequências, avaliando qualitativamente seus riscos, considerando as salvaguardas existentes, e, quando necessário, propor medidas adicionais, que mantenham os riscos em níveis considerados aceitáveis pela Companhia, conforme ANEXO I.

Na avaliação dos cenários acidentais devem ser considerados acidentes e/ou incidentes ocorridos em sistemas similares em instalações na Empresa e/ou na Indústria. Tais considerações devem ser registradas no relatório, caracterizando uma Análise Histórica.

Para cada cenário acidental identificado na APR que envolvam efeitos físicos de sobrepressão, radiação térmica, liberações tóxicas ou inflamáveis, cujas categorizações de riscos para as dimensões "Pessoas" ou "Patrimônio" sejam classificadas como Moderado nas categorias de severidade IV ou V, ou como Não Tolerável, conforme a Matriz de Tolerabilidade de Riscos, pelo menos uma recomendação deve ser fornecida com o objetivo de reduzir a probabilidade de ocorrência ou mitigar suas consequências.

A Unidade deve ser dividida em sistemas, considerando sempre a integração dos sistemas de processo e de naval, incluindo a movimentação de óleo entre os tanques de carga de FPSOs. Cada sistema deve ser preferencialmente uma seção isolável entre SDVs.

Exemplos de Perigos a Serem Considerados:

- Pequenas e grandes liberações de líquido inflamável;
- Pequenas e grandes liberações de gás;
- Liberação de produtos tóxicos e químicos;
- Liberação de substância em alta temperatura;
- Exposição de substâncias sujeitas à combustão espontânea;
- Liberação de gases e vapores aquecidos em áreas inadequadas;
- Liberação de fluidos pressurizados;



Deve se verificar a efetividade dos sistemas de combate a incêndio por inundação de CO₂, aplicação de espuma e aspersão água (dilúvio), que são salvaguardas de cenários acidentais, aplicando-se as Listas de Verificação de atendimento às Normas de projeto, conforme Anexo VI. A lista deve ser anexada à APR de projeto e caso algum item não seja atendido, recomendações devem ser dadas para o correto atendimento e as mesmas devem ser gerenciadas, da mesma forma que as demais recomendações da APR.

A APR também deve considerar cenários de vazamento no *riser* que possam impactar a Unidade, como por exemplo, cenário entre a SDV de superfície e o *riser balcony* inferior (junto ao enrijecedor do *riser* flexível), em um FPSO *spread mooring*. Adicionalmente devem ser considerados também cenários de perda de contenção em salas fechadas que eventualmente possuam equipamentos e/ou linhas que manuseiem hidrocarbonetos ou produtos tóxicos como, por exemplo, Casa de Bombas em FPSOs.

A planilha a ser utilizada na APR deve ser de acordo com Especificação Técnica Petrobras.

Os danos ambientais devem ser classificados segundo os limites de liberações de petróleo ou de outro líquido qualquer, conforme definido pela autoridade ambiental oficial e indicado na Especificação Técnica da Petrobras.

Um relatório técnico deve ser emitido conforme item 8.6.

8.3.2 ESTUDO DE PERIGOS E OPERABILIDADE (HAZOP)

Esse item apresenta orientações básicas para realização de um Estudo de HAZOP.

O HAZOP é uma técnica para identificar perigos de processo e potenciais problemas de operação, avaliando todos os possíveis desvios das variáveis de processo. Para cada desvio identificado são relacionadas suas causas, consequências, modos de detecção e salvaguardas existentes, recomendando, quando necessário, medidas adicionais para garantir a segurança operacional alinhada aos requisitos das normas API RP 14C, API STD 521, ISO 10418, dentre outras.

Todas as recomendações oriundas desta análise devem ser implementadas e/ou tratadas nas fases de projeto.

Todos os desvios, incluindo os não relevantes e não aplicáveis, devem ser registrados na planilha com as respectivas justificativas.

As seguintes falhas não devem ser consideradas como causas de desvio:

- i. Falhas na demanda e/ou espúria de dispositivos de segurança (ex: SDV, PSV, BDV, Intertravamento de segurança);
- ii. Falhas simultâneas (exceto quando as consequências forem críticas e existam registros prévios de ocorrência daquele cenário).

Análises complementares ao HAZOP (FMECA, LOPA etc.) podem ser executadas nos casos onde seja identificado que a falha espúria de um dispositivo de segurança tem como



consequência um cenário acidental por ausência de outra barreira que interrompa a cadeia de eventos. Desta forma, avalia-se se o risco está dentro de um critério de tolerabilidade aceitável.

Atuações espúrias de sistemas de alívio podendo levar um fluido de processo à expansão brusca, do estado líquido ao estado vapor, podem ser consideradas como causas de desvio.

Na fase de pré-operação os riscos do HAZOP devem ser classificados de acordo com a matriz de tolerabilidade a riscos da Petrobras.

Um relatório técnico deve ser emitido conforme item 8.6.

8.4 ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS

Os Estudos de Consequência têm o objetivo de avaliar, segundo o critério de tolerabilidade estabelecido no item 8.1, os efeitos físicos de sobrepressão, radiação térmica, liberações de substâncias tóxicas, asfixiantes ou inflamáveis/combustíveis, cujas categorizações de riscos para as dimensões "Pessoas" ou "Patrimônio" tenham sido classificadas na APR como Moderado nas categorias de severidade IV ou V, ou Não Tolerável em todas as categorias de severidade, de modo a garantir a segurança da Unidade, considerando, entre outras medidas, a disponibilidade das Funções Principais de Segurança. Para o Estudo de Dispersão de Gases, todos os cenários de vazamento de gás identificados na APR devem ser incluídos na análise, independente da categoria de severidade do cenário.

Para cada Estudo de Consequência, devem ser realizadas reuniões com participação da Petrobras, conforme Especificação Técnica da Petrobras.

Para avaliação da dispersão de gases, caso a quantidade de componentes mais densos e menos densos que o ar na composição do gás não seja desprezível, dois gases devem ser considerados. Um com propriedades calculadas, considerando todos os componentes menos densos que o ar e outro considerando todos os componentes mais densos que o ar.

Na fase de Projeto Básico, deve-se adotar a premissa de que as válvulas submarinas de isolamento automático, incluindo as válvulas em si e o sistema de controle, sejam capazes de realizar o fechamento completo das válvulas dentro de 120 segundos. Caso tal valor não seja viável, deve ser considerado o valor real do tempo necessário para fechamento das válvulas. Este tempo deve ser definido junto ao projeto dos sistemas submarinos.

FUNÇÕES PRINCIPAIS DE SEGURANÇA (FPS)

Os objetivos das Funções Principais de Segurança são:

- a) Evitar o escalonamento do acidente, de modo a preservar as pessoas que não estejam nas imediações do mesmo;
- b) Manter a integridade de estruturas principais para garantir que as pessoas possam abandonar a Unidade em segurança no tempo previsto;
- c) Manter a integridade de ambientes e sistemas que sejam relevantes na resposta à emergência, garantindo a integridade das funções exercidas pelas mesmas;



DIRETRIZES DE PROJETOS PARA INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO MARÍTIMAS
 DISCIPLINA: SEGURANÇA
 Diretriz de Engenharia de Segurança

- d) Garantir a manutenção de pelo menos uma rota de fuga de cada área para os Pontos de Reunião, Postos de Abandono e Acomodação.

Os seguintes itens devem ser considerados como Funções Principais de Segurança:

- Acomodações, Postos de Abandono, Pontos de Reunião, salas de controle e/ou salas que contenham equipamentos essenciais;
- Rotas de Fuga;
- Funções de FGS (componentes do sistema como, por exemplo, as remotas);
- Estruturas primárias;
- Anteparas corta-fogo adjacentes às áreas de processo;
- *Pipe racks* e estruturas de suporte de equipamentos que manuseiam hidrocarbonetos;
- Equipamentos de segurança, tais como, BCI, gerador de emergência, anel de água e/ou espuma de combate a incêndio, ADV, BDV, dentre outros;
- Estrutura e tubulação do *flare*;
- Para a embarcação: área do topo dos tanques de carga; costado do FPSO e FSO; colunas e *pontoons* de SS;
- Outros itens, a serem definidos a depender das características de cada Projeto.

FREQUÊNCIA DE VAZAMENTO

A frequência de vazamento para cada componente (equipamento, flange, tubulação, válvula ou instrumento) deve ser obtida através do Banco de Dados *Hydrocarbon Release Data Base* (HCRD – HSE). A utilização de qualquer outro Banco de Dados deve ser previamente aprovada pela Petrobras.

Os Bancos de Dados utilizados devem ser capazes de relacionar dimensões do vazamento e frequência de ocorrência de acordo com o componente onde ocorre o vazamento.

PROBABILIDADE DE IGNIÇÃO

Na definição da Probabilidade de Ignição (imediate e/ou tardia) devem ser consideradas as correlações dispostas na publicação do *ENERGY INSTITUTE, Ignition Probability Review, Model Development and Look-Up Correlations – UK, Section 2 (Look-up Correlations)* para as Unidades *Offshore*, devendo ser feita a análise de cada cenário para determinação da correlação mais adequada. A decisão das correlações a serem utilizadas deve ter aprovação prévia da Petrobras.

8.4.1 REQUISITOS PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS

Neste item estão definidos os requisitos mínimos para os Estudos de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça; Dispersão de Gases; Explosão; Queda de Objetos e Análise de



Colisão de Navios que devem atender ao disposto abaixo. Todos os Estudos de Segurança devem seguir as Especificações Técnicas Petrobras para cada estudo.

- I. Seleção, simulação e avaliação de todos os cenários acidentais indicados na APR conforme critérios definidos no item 8.3.1;
- II. Durante a execução de cada Estudo, uma avaliação deve ser efetuada no sentido de indicar os cenários que devem ser simulados individualmente, agrupados ou até descartados. Em todos os casos os mesmos devem ser documentados, justificados e aprovados pela Petrobras. Durante o desenvolvimento do projeto deve ser avaliada a necessidade de inclusão de outros cenários a serem simulados, de maneira a representar as condições atualizadas de processo e arranjo da Unidade;
- III. Para o cálculo do inventário de fluidos combustíveis e/ou inflamáveis de um cenário de incêndio ou explosão deve ser considerado aquele contido entre válvulas SDV, e adicionalmente, atender aos seguintes requisitos:
 - i. Para efeitos de cálculo de inventário, não serão considerados trechos isolados aqueles entre válvulas de controle tais como: PV, XV, TV, LV, válvulas de retenção, válvulas de bloqueio manual;
 - ii. Utilizar a acurada caracterização de cada corrente analisada com as concentrações previstas para os diversos modos de operação, durante o ciclo de vida da Unidade, considerando as mais severas;
 - iii. Considerar o tempo efetivo de fechamento para as válvulas. Para as válvulas SDV de superfície, o tempo de fechamento não pode ultrapassar 45 segundos. Para as válvulas submarinas de isolamento de gasodutos e de dutos de poços satélites de produção de gás podem ser considerados 120 segundos, como uma primeira abordagem, que deve ser ratificada durante o projeto de detalhamento;
 - iv. Aos tempos de fechamento das válvulas deve ser adicionado o tempo estimado de detecção, conforme Diretriz de Engenharia da Instrumentação, em função do tipo de detector adotado para o cenário em análise e também os tempos de retardo aplicáveis para as ações de intertravamento de segurança.
- IV. Conter o cálculo dos danos às FPS;
- V. Considerar as proteções passivas contra incêndio já previstas no projeto;
- VI. Apresentar proposta de medidas para reduzir os riscos calculados. A eficácia dos resultados decorrentes dessas medidas deve ser demonstrada através de simulações. Tais medidas e a comprovação da eficácia na redução do risco devem ser submetidas à aprovação da Petrobras;
- VII. Utilizar modelos que permitam a estimativa da magnitude dos incêndios, explosões e liberações de substâncias tóxicas, asfixiantes, inflamáveis e/ou combustíveis, os quais devem ser aprovados pela Petrobras e considerar as condições específicas da Unidade analisada, tais como: geometria, condições operacionais e meteoceanográficas.



Nos Estudos de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça, Dispersão de Gases e Explosão devem ser analisados possíveis efeitos de escalonamento, conforme definições do Capítulo 4.

O software para simulação de vazamentos a ser utilizado deve ser capaz de simular o decaimento da taxa de vazamento devido à atuação dos sistemas de Parada de Emergência e a influência da despressurização automática. Este decaimento deve ser considerado nas simulações de incêndio e, onde aplicável, nas de explosão. No caso de Estudo de Dispersão de Gases, pode ser utilizada uma vazão constante de vazamento.

Os Estudos de Consequências devem ser integrados entre si, para garantir que as premissas e recomendações sejam coerentes e consistentes entre os mesmos, considerando as características e objetivos de cada estudo. Da mesma forma, deve haver uma integração entre os estudos realizados pelos diversos tipos de contratos que um empreendimento pode ter (casco, *topside*, integradora, pacotes, dentre outros). O Projeto deve apresentar um relatório final contendo todas as conclusões e recomendações que provem tal integração. O objetivo final da integração é a avaliação da Unidade como um todo, e não como partes isoladas.

8.4.2 DADOS METEOCEANOGRÁFICOS

Os Estudos de Consequência devem utilizar os Dados Meteoceanográficos específicos para a Região na qual está prevista a instalação da Unidade.

Dados tais como, frequência relativa de ocorrência de velocidades, direção de vento, temperatura e umidade do ar devem ser utilizados como dados de entrada para as simulações dos estudos de consequências.

Oito direções de vento devem ser consideradas. Para cada uma delas, pelo menos as três velocidades de vento devem ser analisadas e simuladas através de modelo numérico do tipo CFD para todos os estudos:

- A velocidade de vento mais frequente, determinada conforme Especificação Técnica da Petrobras;
- A velocidade de vento correspondente à condição de calmaria (0,5 m/s);
- Outra velocidade entre a velocidade de calmaria e a velocidade mais frequente deve ser simulada com objetivo de caracterizar as consequências em função dos tamanhos de nuvens.

Nos Estudos de Dispersão de Gases, para cada direção e velocidade de vento, as dispersões em módulos distintos podem ser incluídas na mesma simulação numérica, desde que as nuvens observadas nos módulos não interfiram umas nas outras.

Qualquer redução de simulação, que exclua cenários de vazamento, deve ser justificada e aprovada pela Petrobras.



8.4.3 TAXAS DE VAZAMENTO

As taxas de vazamento são divididas em três categorias (pequeno, médio e grande) com o objetivo de assegurar que as taxas a serem simuladas nas diversas faixas de frequência e consequência não sejam escolhidas de forma estatisticamente tendenciosa.

Com base na pressão, temperatura e composição do fluido, para cada cenário, devem ser calculadas as taxas iniciais de vazamento e classificadas em três categorias, como definido abaixo. Para cada faixa devem ser utilizadas, no mínimo, duas taxas de vazamento, a serem definidas através de análise de sensibilidade que correlacione a taxa de vazamento com o tamanho da nuvem gerada:

- Pequenos vazamentos: de 0,1 a 4 kg/s;
- Médios vazamentos: de 4 a 32 kg/s e;
- Grandes vazamentos: de 32 kg/s até a taxa máxima de escoamento.

Adicionalmente, quando a vazão máxima for inferior ou igual a 32 kg/s, esta vazão deve ser a vazão máxima analisada, realizando os cálculos com taxas que cubram as faixas de vazamento observadas no equipamento em questão.

Outras taxas são desejáveis a fim de caracterizar toda a faixa de consequências. Para isso, modelos de Superfície de Resposta devem ser utilizados.

8.4.4 FREQUÊNCIA DE VAZAMENTO

Cada item/equipamento possui uma relação “Frequência de Vazamento x Taxa de Vazamento”, a ser determinada com base em informações de Bancos de Dados. Para cada segmento a ser analisado, a frequência associada a uma dada taxa de vazamento será a soma das frequências para essa mesma taxa de vazamento considerando todos os componentes existentes (flanges, válvulas e itens especiais, tais como, filtros de linha, juntas *dresser* etc.), bem como os equipamentos que compõem aquele segmento, que possam originar vazamentos com a taxa especificada.

8.4.5 SELEÇÃO DE PONTOS DE VAZAMENTO

Os pontos de vazamento representativos devem ser definidos considerando o arranjo atualizado da Unidade. Devem ser analisados pontos de vazamento para cada item /equipamento do cenário identificado. A escolha dos itens/equipamentos, por sua vez, deverá ser realizada de forma a garantir a cobertura das possíveis áreas do módulo que podem ser afetadas pelos vazamentos, evitando análise e locação tendenciosas, ou seja, em apenas uma região do módulo e deixando, por sua vez, áreas sem análise e sem cobertura de detecção.



8.4.6 DIREÇÃO DE VAZAMENTO

Para cada ponto de vazamento devem ser consideradas quatro direções para o mesmo.

Deve haver pelo menos um cenário com o sentido do vazamento orientado contra a direção predominante do vento.

Cenários onde o vazamento e o vento forem alinhados e direcionados para o exterior da Unidade não necessitam ser modelados, desde que não cruzem áreas da Unidade.

8.4.7 MODELAGEM DA GEOMETRIA

Uma geometria detalhada deve ser usada na confecção dos modelos de análise. Devem ser consideradas anteparas (paredes, pisos e tetos), tubulações com diâmetros iguais ou superiores a 6" e equipamentos cuja a maior dimensão, em qualquer um dos eixos, seja igual ou superior a 1,0 metro.

Conjuntos de tubulações ou de pequenas peças que possam levar à obstrução localizada devem ser obrigatoriamente incluídos no modelo computacional considerando a sua localização real, ao menos como meio poroso.

Peças menores devem ser consideradas, utilizando meios porosos através de correlações de queda de pressão/velocidade apropriadas. Outros métodos adicionais para consideração de peças menores devem ser previamente aprovados pela Petrobras.

O modelo geométrico deve ser apresentado para aprovação da Petrobras antes da análise de CFD.

8.4.8 ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO

O objetivo do Estudo de Propagação de Incêndio é avaliar as consequências de incêndio na Unidade em análise, considerando os cenários definidos na Análise Preliminar de Riscos (APR). Esta avaliação consiste na obtenção dos efeitos térmicos e da dispersão de fumaça.

Neste Estudo devem ser verificados, no mínimo, os seguintes itens:

- Impedimento das Funções Principais de Segurança;
- Possibilidade de propagação e o escalonamento do incêndio;
- Avaliar a simultaneidade de áreas impactadas por incêndio para determinar o cenário dimensionante para a determinação da vazão de água de combate a incêndio, considerando os resultados da análise de propagação e escalonamento do incêndio e a tecnologia de detecção adotada no projeto;
- Consequências para a integridade da estrutura, equipamentos e suportação das tubulações e equipamentos com inventários de fluidos inflamáveis e do *flare*;



- Impedimento simultâneo das rotas de fuga principais (acesso às acomodações, aos Pontos de Reunião e aos Postos de Abandono) causados por fumaça e vapores tóxicos gerados nos cenários de incêndio, determinando a frequência associada a este impacto;
- Contaminação das tomadas de ar dos pontos de reunião e do casario causados por fumaça e vapores tóxicos gerados nos cenários de incêndio. Para este item, a verificação deve ser determinística, considerando os piores cenários.

O Estudo deve propor soluções alternativas, que devem ser implementadas na fase respectiva do projeto, para garantir o escape, abrigo e a evacuação das pessoas.

Para a análise de escalonamento do cenário deve-se fazer a identificação dos mecanismos pelos quais o evento iniciador poderá desencadear novos cenários de incêndio, escalonando o cenário inicial.

A Análise da Propagação de Incêndio deve ser realizada de forma integrada, considerando em um mesmo estudo os cenários de incêndio originados no casco e no *topside*. Desta forma, as cargas de incêndio originadas em uma área devem ter seu impacto avaliado em todas as áreas adjacentes atingidas de forma direta ou por escalonamento.

Na avaliação do Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça devem ser considerados em adição aos cenários indicados na APR, aqueles relevantes definidos pela equipe do projeto analisado, como por exemplo, cenários acidentais de ambientes fechados que contenham fontes potenciais de vazamento de produtos inflamáveis.

8.4.8.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS DE INCÊNDIO

Os cenários de incêndio podem ser caracterizados como incêndios em jato e incêndios em poça para efeitos de análise de consequências. Os cenários de incêndio em nuvem não serão considerados nas simulações.

a) Incêndio em Jato

As dimensões e geometria das chamas devem ser calculadas através de modelo CFD. As taxas iniciais de vazamento para cada faixa determinada no item 8.4.3 devem ser simuladas. Ignição imediata deve ser considerada e a variação das propriedades da chama ao longo do tempo deve ser incluída nos cálculos.

A variação das dimensões da chama em função da redução da pressão interna / inventário deve ser considerada. Sendo assim, o inventário disponível para queima é função do volume inicial contido no sistema; do tempo de fechamento das SDVs; da pressão e da temperatura em cada instante de tempo; e da eventual ação do sistema de despressurização (via BDVs), onde aplicável.

b) Incêndio em Poça

As taxas de vazamento do líquido a serem analisadas devem ser tais que produzam taxas de evaporação iguais às definidas no item 8.4.3. No caso de incêndios em poças, as dimensões



das chamas podem ser determinadas através de modelo CFD ou modelos semi-empíricos, desde que previamente aprovados pela Petrobras. A área da poça deve ser igual à área das bacias de contenção.

8.4.8.2 ETAPAS DO ESTUDO

a) Determinação da Carga Térmica Incidente

Para cada cenário de incêndio selecionado, deve-se calcular o fluxo de calor incidente nos elementos da estrutura, *pipe racks*, equipamentos vizinhos e Funções Principais de Segurança em função do tempo, limitado a 60 minutos.

b) Cálculo da Distribuição da Temperatura

Para cada cenário de incêndio selecionado, devem ser calculadas as temperaturas resultantes e apresentada a distribuição de temperatura na Unidade e a variação de temperatura ao longo do tempo. Esta análise deve considerar a variação transiente do fluxo de calor incidente, assim como das propriedades do material e de trocas de calor em função da variação de temperatura.

O Estudo deve calcular o fluxo total de calor nos seguintes pontos:

- Funções Principais de Segurança;
- Elementos estruturais (incluindo *pipe racks* e outros elementos estruturais principais de suporte);
- Anteparas de ambientes afetados pelo cenário em análise;
- Trechos de tubulação com hidrocarbonetos não protegidos por sistema de dilúvio;
- Equipamentos com fluidos tóxicos.

c) Análise da Propagação e Escalonamento de Incêndio

Deve-se verificar a possibilidade de ocorrência de escalonamento de incêndio para outros equipamentos ou tubulações com inventário significativo (por exemplo, vasos da planta de processos e tubulações com diâmetro igual ou superior a 6"), que possa resultar em uma maior severidade do cenário de incêndio envolvendo outras áreas/equipamentos da Unidade. As análises de escalonamento devem considerar as proteções existentes previstas em projeto para os sistemas impactados pelo cenário original.

d) Análise Estrutural Elastoplástica

O objetivo desta análise é avaliar o comportamento da estrutura considerando o carregamento mecânico da estrutura mais as cargas térmicas de incêndio incidentes e definir quais elementos estruturais devem ser protegidos, o tipo e a extensão de PPCI necessária e suficiente para garantir a integridade dos elementos, em função do critério colapso estabelecido. O tipo de proteção deverá estar de acordo com o cenário que leva ao colapso



estrutural: poça ou jato. O tempo de especificação da proteção deverá atender minimamente a duração do cenário que leva ao colapso.

A estrutura da Unidade deve ser analisada utilizando-se modelo de elementos finitos, baseado em análise tridimensional, não-linear, integrando cargas térmicas e mecânicas. As cargas mecânicas devem ser aplicadas antes do início do incêndio, a fim de representar a condição normal de operação da Unidade. As cargas térmicas devem ser aplicadas de forma transiente, para representar a evolução do incêndio ao longo do tempo, durante 60 minutos.

As análises elasto-plásticas devem contemplar os cenários cuja temperatura nas estruturas primárias alcance valores maiores que 450°C.

Nos casos dos elementos estruturais principais que possam receber impacto direto de chamas em jato, com duração e intensidade suficiente para promover o seu colapso, a PPCI deve ser obrigatoriamente aplicada em toda a extensão do elemento colapsado, sem desconsiderar o impacto nas outras estruturas.

Além das estruturas primárias, as estruturas de suporte de módulos e *pipe racks*, responsáveis pela sustentação de equipamentos e linhas que contenham inventários de hidrocarbonetos, também devem ser submetidas a análises elasto-plásticas, caso a temperatura nos elementos estruturais primários, incluindo colunas e vigas, exceda os 450°C.

e) Análise de Colapso

A análise de colapso deve ser avaliada de acordo com o aumento da temperatura, de maneira global, para contemplar a redistribuição de tensão, e de maneira local, de forma a permitir a preservação dos itens estruturais listados abaixo:

- Elementos estruturais principais não devem ser submetidos a deformações estruturais permanentes (escoamento);
- As vigas e colunas secundárias (que não fazem parte dos elementos estruturais principais), somente podem ser submetidas à condição de escoamento se a falha não causar o colapso de outros elementos estruturais principais, baseado no efeito da redistribuição de tensão;
- Elementos estruturais que suportam tubulações ligadas a sistemas de segurança (despressurização, combate a incêndio, geração de emergência etc.) e equipamentos e/ou tubulações que contenham elevado inventário de hidrocarbonetos (separadores de produção, tratadores eletrostáticos etc.), devem ser preservados, para evitar a falha e garantir a integridade da suportação dos sistemas de segurança e das tubulações e equipamentos. A análise de colapso deve considerar tensão, deformação, flambagem e deslocamentos excessivos.

f) Análise de Integridade Mecânica para Vasos e Tubulação sob Incêndio

A taxa de calor originada pelo incêndio incidente sobre vasos e tubulação, resultante da simulação em CFD deve ser alimentada em software adequado para a simulação dinâmica da planta de forma a avaliar se as tensões alcançadas pelos itens ultrapassam as condições



limite de resistência do vaso ou trecho de tubulação, conforme dados do fabricante do vaso e as especificações das linhas.

Para vasos e tubulação, a tensão total é a soma da contribuição das solicitações mecânicas abaixo:

- Pressão interna;
- Peso do fluido interno ao vaso/tubulação;
- Peso do vaso / tubulação vazio;
- Peso de flanges e válvulas (para tubulação);
- Tensão resultante da expansão térmica devido às restrições de contorno, etc.

Caso a parcela de pressão interna seja muito elevada em relação às demais, a tensão total pode ser considerada como resultante da pressão interna apenas.

Em seguida a análise deverá utilizar as equações de A.3 a A.5 do API-STD-521 para calcular a tensão total. Um gráfico contendo a tensão resultante calculada ao longo do tempo deve ser apresentado e conter adicionalmente o valor limite de cada vaso/tubulação analisado.

Nos casos em que os incêndios causem ruptura de vasos e/ou tubulação, deverá ser avaliada a redução do tempo de despressurização do vaso/tubulação e, por fim, a proteção passiva.

8.4.9 ESTUDO DE DISPERSÃO DE FUMAÇA

Para cada cenário de incêndio considerado deve ser realizada uma análise da dispersão de fumaça, informando a concentração da nuvem em função do tempo, verificando o raio de visibilidade e a atmosfera respirável.

Deve ser analisado o impedimento de todas as rotas de fuga principais e conseqüentemente do acesso às acomodações, aos Pontos de Reunião e aos Postos de Abandono. Nos casos onde seja verificada a possibilidade de impedimento das rotas de fuga às áreas citadas, deve ser gerada uma recomendação para viabilizar a manutenção de pelo menos uma rota de fuga, considerando todos os cenários avaliados.

O critério de impedimento a ser aplicado para rotas de fuga deve prever uma visibilidade mínima de 3,0 m para rotas bem definidas, providas de sinalização com boa visibilidade ou iluminação e garantia de atmosfera respirável, considerando as concentrações de CO e CO₂ e o tempo de exposição durante a fuga.

8.4.10 ESTUDO DE DISPERSÃO DE GASES

O estudo deve avaliar a dispersão de gases inflamáveis, tóxicos e asfixiantes decorrentes dos cenários de vazamento de gás e de descargas operacionais de gases para fornecer informações consistentes para:

- O projeto dos sistemas de detecção de gases;



- O posicionamento adequado de *vents* de equipamentos, *Vent Post* e de chaminés de descargas de máquinas, de forma a evitar a contaminação de ambientes (tomadas de ar), áreas operacionais e outros locais de passagem ou permanência de pessoas na Unidade, bem como, evitar interferências indesejadas no sistema de detecção de gás, no caso de descargas operacionais de gases.
- Avaliação da frequência de impedimento das funções principais de segurança em decorrência dos cenários de vazamentos de gás.

As concentrações para impedimento de rota de fuga por H₂S e por CO₂ devem ser as seguintes:

- H₂S: 50ppmv;
- CO₂: 30000 ppmv.

Na realização do Estudo devem ser considerados os cenários de vazamento indicados na APR, bem como a lógica de votação e o tipo de detector a ser utilizado.

O Estudo deve considerar, entre outros, os seguintes aspectos:

- Determinação dos pontos de vazamento de gás;
- Inventários e condições do gás liberado, tais como composição, temperatura, pressão;
- Direções de vazamento e direções de vento;
- A dispersão de gases por meio de simulação computadorizada, utilizando modelo de CFD.

A definição final da locação dos detectores deve considerar informações oriundas de documentação atualizada, bem como, as características e limitações dos detectores a serem adotados.

Adicionalmente, a posição final dos detectores deve considerar o acesso frequente para teste e manutenção destes, bem como as interferências com as estruturas e equipamentos.

8.4.10.1 ETAPAS DO ESTUDO PARA LOCAÇÃO DE DETECTORES

O Estudo deve considerar, no mínimo, as etapas descritas abaixo:

a) Determinação dos pontos de Vazamentos:

Os pontos de vazamentos devem ser selecionados considerando o inventário e as variáveis de processo do gás liberado, de forma a garantir que não haja nenhuma área das Zonas de Incêndio cujos vazamentos não sejam detectáveis. Para tal seleção, devem ser utilizados os fluxogramas de engenharia, arranjo, maquete 3D etc. Para determinação de pontos de vazamento em trechos ou equipamentos, deve-se considerar o local mais provável de vazamento.



Os cenários acidentais a serem considerados na análise devem ser aqueles oriundos de pequenos vazamentos, porém capazes de gerar nuvens em concentrações relevantes de gases tóxicos e/ou inflamáveis. Todos os cenários de vazamento de gás identificados na APR devem ser incluídos na análise, independente da categoria de severidade do cenário.

Para eliminação de nuvens que foram simuladas deve ser considerada que a contribuição das mesmas será desprezível para a estratégia de detecção. Todas as justificativas para eliminação de algum cenário de vazamento de gás devem ser registradas e aprovadas pela Petrobras.

b) Quantidades e Propriedades dos Gases

O estudo deve conter o levantamento do inventário e das características termodinâmicas e físico-químicas dos gases perigosos presentes na Unidade.

Caso a composição do gás apresente quantidade significativa de componentes mais densos do que o ar, dois gases devem ser considerados para simulação, conforme a seguir: uma simulação considerando todos os componentes menos densos que o ar, e o outro, considerando todos os componentes mais densos que o ar.

c) Modelo de Dispersão de Gases

As análises de dispersão devem ser realizadas através de ferramenta CFD adequada, conforme definido no item 8.5.

d) Critérios do Projeto

A locação e quantificação dos detectores de gás devem ser embasadas na utilização de modelagem tridimensional para concentrações dos gases. Os detectores devem ser posicionados de forma a permitir a detecção de todos os casos selecionados e simulados como representativos do cenário.

8.4.10.2 CONSIDERAÇÕES PARA LOCAÇÃO DE VENTS E CHAMINÉS DE DESCARGAS DE MÁQUINAS

Deve ser realizado um Estudo de Dispersão de Gases para localização do *Vent Post* de FPSO/FSO/FPU, avaliando a dispersão de gases inflamáveis no local através do mesmo modelo CFD utilizado no projeto do sistema de detecção, de forma a garantir que os gases exaustos não interfiram com o Sistema de Detecção de Gases da Unidade e nem tragam risco para as pessoas.

A composição a ser usada para simulação do *Vent Post* deve considerar a real condição do óleo nos tanques de carga durante o período de estocagem, inclusive considerando as temperaturas envolvidas e a condição de estabilidade do óleo.

Adicionalmente, deve ser garantido que os gases exaustos oriundos dos *vents* da planta de processo (ex.: TEG, Amina) e chaminés de descargas de máquinas não interfiram com o



sistema de detecção de gás da planta e nem gerem impactos nas tomadas de ar e funções de segurança.

As descargas de máquinas devem ser posicionadas de forma tal que os gases exaustos destas descargas não atinjam as tomadas de ar com concentração de CO₂ superior a 1000 ppm.

8.4.11 ESTUDO DE EXPLOSÃO

O objetivo do Estudo de Explosão é calcular os níveis de sobrepressão e impulsos resultantes de cenários de explosão que impactem as FPS.

Devem ser fornecidas as pressões sobre superfícies, pressões dinâmicas e a duração do impulso triangular equivalente. Com base nesses resultados, deve ser verificado o impacto dessas cargas sobre a estrutura dos referidos itens, fornecendo, quando necessário, medidas para manter a integridade dos mesmos.

O Estudo de explosão deve ser desenvolvido através de modelo numérico, utilizando software de CFD, conforme definido na Especificação Técnica da Petrobras. A utilização de qualquer outro software deve ser previamente aprovada pela Petrobras.

Na avaliação do Estudo de Explosão devem ser considerados em adição aos cenários indicados na APR, aqueles relevantes definidos pela equipe do projeto analisado, como por exemplo, cenários acidentais de ambientes fechados que contenham fontes potenciais de vazamento de produtos inflamáveis.

8.4.11.1 METODOLOGIA

As principais etapas do Estudo são descritas como segue:

a) Modelagem da Geometria:

A geometria deve atender aos requisitos do item 8.4.7. Adicionalmente, as tubulações com diâmetros inferiores a 6" e pequenos equipamentos (inferior a 1 m) devem ser incluídos de acordo com a experiência do grupo técnico envolvido na simulação.

b) Vazamento:

As taxas de vazamento e as frequências a serem consideradas devem ser compatíveis com o definido no item 8.4.3 e 8.4.4. No caso de grandes vazões de vazamentos que resultem em grandes nuvens de mistura muito rica, acima do Limite Superior de Inflamabilidade (LSI) devem ser utilizados vazamentos com taxas menores e/ou maiores velocidades de vento que possam produzir uma condição de ignição.

As contribuições do sistema de detecção de gás, ESD e despressurização devem ser consideradas no Estudo de Explosão.



c) Avaliação da Ignição:

Devem ser considerados diferentes pontos de ignição no mesmo módulo ou área, gerando diferentes cenários acidentais.

As probabilidades de ignição devem ser calculadas para cada categoria de vazamento, considerando as correlações dispostas na publicação do ENERGY INSTITUTE, conforme item 9 e aprovadas pela Petrobras.

d) Modelagem da Explosão:

Os cenários devem ser selecionados considerando a variação dos tamanhos e da localização das nuvens, bem como da localização da fonte ignição em relação à nuvem gerada. Os resultados em termos de pressão, arraste em painéis e pontos de monitoração de sobrepressão na área devem ser obtidos para cada cenário sendo posteriormente combinados para definir curvas de pressão versus frequência associada, para cada ponto de interesse.

As cargas incidentes nas FPS devem ser obtidas a partir das curvas de pressão excedente (*exceedance curves*), de acordo com o critério de tolerabilidade de risco.

Figuras mostrando a distribuição dos contornos de sobrepressão decorrentes da explosão em diferentes intervalos de tempo devem ser apresentadas para alguns cenários previamente selecionados. É importante identificar o painel e as posições dos pontos de monitoramento nos quais ocorrem as maiores sobre pressões, explicando os motivos para o aumento da pressão. A DAL a ser considerada para o módulo ou área deve ser aquela em que o ponto de monitoramento obteve a maior sobrepressão.

e) Avaliação da Explosão:

Deve ser aplicada uma abordagem que resulte em curvas mostrando a frequência anual como função da sobrepressão decorrente da explosão (curvas de pressão excedente). Os dados de entrada devem consistir dos resultados da análise CFD obtidos das simulações de ventilação, dispersão e explosão, em termos de taxas de ventilação, tamanho da nuvem no transiente e sobre pressões, respectivamente.

As distribuições de probabilidades das variáveis dependentes devem ser aplicadas como dados de entrada para a avaliação probabilística. A probabilidade de vento deve ser obtida a partir da rosa dos ventos, e a frequência de vazamento deve ser calculada considerando a contribuição de todos os componentes que possam contribuir para o vazamento analisado.

A DAL considerando explosões afetando cada uma das FPS deve ser apresentada como curvas de pressão (sobre pressões e pressão dinâmica) versus a duração correspondente do impulso triangular. Se necessário, deve-se buscar a redução das frequências acumuladas dos cenários ou dos níveis de sobrepressão, através de modificações no projeto, ao invés de manter-se a integridade através do uso de reforço estrutural. Por esta razão, é recomendada a identificação dos fatores que mais interferem nos resultados.



8.4.12 ESTUDO DE QUEDA DE OBJETOS

Este Estudo visa à avaliação do impedimento das funções de segurança, como as áreas da planta de processo com hidrocarbonetos, linhas de despressurização, áreas de armazenagem de produtos químicos e outras, devido à queda ou impacto decorrente da movimentação de cargas pelos guindastes da instalação. O estudo deve ser realizado segundo Especificação Técnica da Petrobras.

8.4.13 ESTUDO DE COLISÃO DE NAVIOS

Este Estudo visa à avaliação da perda de integridade das funções de segurança, como as amarras da embarcação, linhas de *risers*, embarcações de salva-vidas, o costado e outras funções que possam ser impactadas devido à colisão de embarcações de serviços, navios aliviadores e embarcações passantes. O estudo deve ser realizado segundo Especificação Técnica da Petrobras.

8.4.14 ESTUDO DE FUGA, EVACUAÇÃO E RESGATE

O Estudo de Fuga, Evacuação, Resgate tem como objetivo analisar, criticamente, todos os recursos que permitam a evacuação e o abandono da Unidade de forma segura, bem como o resgate adequado de homem ao mar ou em locais de difícil acesso na Unidade.

O escopo desta Avaliação limita-se ao Projeto da Unidade e, portanto, não deve abordar a Operação da Unidade nem os Planos de Emergência aos quais está sujeita. O estudo deve ser realizado segundo Especificação Técnica da Petrobras.

8.5 REQUISITOS PARA CFD

Os softwares CFD aceitos para áreas completamente abertas e fluxos externos são os seguintes: FLUENT, CFX, Star-CCM, PHOENICS, KFX e FLACS.

Os únicos softwares de CFD aceitáveis para áreas congestionadas e análises de decks ou no interior dos módulos são aqueles com abordagem de meios porosos e com geração automática de porosidade por arquivos CAD em 3D. Os softwares aceitos previamente são FLACS, KFX, AutoReaGas e EXSIM. Qualquer outro programa de CFD deve ser previamente aprovado pela Petrobras durante a fase de proposta.

Para o caso de incêndio em jato todos os softwares mencionados são aceitos, tanto para área aberta quanto interior dos módulos, uma vez que nestes casos há pouca interferência dos detalhes geométricos e do vento.

Para salas isoladas, espaços ou áreas confinadas, ou semi confinadas de baixa complexidade, qualquer um dos softwares CFD de áreas abertas pode ser usado, desde que aprovado previamente pela Petrobras.



8.6 RELATÓRIOS DOS ESTUDOS

O conteúdo dos relatórios deve atender ao disposto neste item.

Todos os relatórios finais devem ser emitidos em português, independente da necessidade de emissão dos relatórios na língua inglesa.

8.6.1 RELATÓRIOS DE APR E HAZOP

Os seguintes itens devem ser apresentados nos relatórios de APR e HAZOP:

- Objetivo e escopo da Análise;
- Justificativa e descrição da metodologia utilizada;
- Lista diária dos participantes contendo a identificação dos componentes da equipe (nome, Companhia, gerência, cargo, tempo de experiência, e-mail de contato e disciplina que representa) e listagem diária de presença (com as assinaturas originais);
- Lista dos documentos analisados com as respectivas revisões;
- Introdução contendo a descrição da Unidade e um sumário dos respectivos sistemas analisados;
- Premissas utilizadas;
- Recomendações, observações e conclusões;
- Planilhas preenchidas. Os relatórios devem ser apresentados na forma de planilhas para cada sistema, para facilitar futuras revisões/ atualizações de cada sistema;
- Considerações e conclusões adicionais (se aplicável);
- Anexo com segmentos ou nós definidos, realçados nos P&IDs.

O relatório da APR, adicionalmente, deve conter:

- Informações sobre as substâncias perigosas envolvidas;
- Evidências que para a classificação do risco dos cenários acidentais tenham sido consideradas abrangência de ocorrências em Unidades similares, caracterizando uma Análise Histórica.

8.6.2 RELATÓRIOS DOS ESTUDOS DE CONSEQUÊNCIAS

Os relatórios devem incluir um índice que liste todas as etapas envolvidas no Estudo, bem como todos os softwares utilizados.



RELATÓRIOS PARCIAIS

Previamente à emissão de cada revisão, pelo menos um relatório parcial deve ser apresentado pela CONTRATADA à Petrobras para aprovação do mesmo.

RELATÓRIOS FINAIS

No mínimo, os seguintes tópicos devem ser apresentados no corpo dos relatórios dos estudos de segurança:

- Índice;
- Sumário executivo;
- Objetivos do Estudo;
- Descrição Geral da UEP;
- Dados meteorológicos da região na qual está instalada a Unidade em questão;
- Todas as premissas, critérios e limites adotados nos Estudos devem ser claramente descritos. Caso tenha sido identificada alguma limitação, essa também deverá ser descrita;
- Tabela com frequência de impedimento das Funções Principais de Segurança com a contribuição de cada cenário de fogo e/ou explosão;
- Organização do Estudo e metodologia;
- Uma descrição completa do *software* (nome, proprietário do software, versão e validação) a ser usado no trabalho;
- Resultados das principais simulações realizadas para os cenários selecionados;
- Medidas propostas de redução das consequências;
- Recomendações e comparação com Estudos anteriores para o mesmo projeto (caso aplicável);
- Plotagem de todos os casos que suportem recomendações e conclusões;
- Documentos de referência (todos os documentos utilizados com a indicação das respectivas revisões);
- Referências bibliográficas.
- Devem ser inseridos em forma de Anexos, os seguintes itens:
- Cálculo das frequências;
- Cálculo das consequências.



DIRETRIZES DE PROJETOS PARA INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO MARÍTIMAS
DISCIPLINA: SEGURANÇA
Diretriz de Engenharia de Segurança

Um relatório final, para cada fase do Projeto, deve ser elaborado demonstrando a integração de todos os Estudos de Segurança que tenham sido realizados.

Os Resultados dos Estudos devem ser consistentes, considerando todas as recomendações realizadas (ex: no caso de uma análise de propagação de incêndio recomendar a instalação de uma parede corta-fogo, as análises de dispersão de gás e explosão devem levar em conta a existência dessa parede corta-fogo). Devem conter informações de todos os cenários analisados, tais como: incêndio e radiação, para auxiliar na elaboração da Estratégia de Evacuação, Resgate e Abandono e Estratégias de Incêndio e Explosão, como requerido na ISO 15544.

Devem ainda, apontar os principais contribuintes para os danos causados às Funções Principais de Segurança da Unidade e conter os seguintes tópicos principais:

- Uma lista de todos os trechos analisados, os P&IDs associados e sua respectiva revisão, inventários de hidrocarbonetos, pressão e temperatura de operação e pontos de vazamento escolhidos;
- Anexo com todos os trechos definidos e realçados nos P&IDs;
- Composição dos pseudo-gases usados nas simulações e suas propriedades físico-químicas;
- Probabilidades de ignição imediata e/ou retardada aplicadas para cada categoria de vazamento com a referência correspondente;
- Fontes de ignição consideradas e a quantidade total destas fontes por convés;
- Intensidade considerada para cada fonte de ignição;
- Número total considerado de horas de trabalho a quente por ano;
- Tabela, para cada segmento, discriminando todos os componentes (equipamentos, acessórios de linha etc.) que tenham o potencial de causar um vazamento, a quantidade de cada um, a frequência correspondente de vazamento para cada componente e para cada categoria de vazamento;
- Gráficos mostrando a frequência de vazamento por segmento analisado, para cada categoria de vazamento;
- Gráficos mostrando a frequência de vazamento em função da massa de gás no segmento, identificando os segmentos mais críticos segundo suas frequências de vazamento de gás e/ou durações de vazamentos;
- Listagem dos modelos de consequência;
- Atas das reuniões;
- Outras informações relevantes quaisquer.

Todos os arquivos de entrada e de saída devem estar no formato dos arquivos dos softwares correspondentes. Arquivos no formato ASCII devem conter, para cada nó, as coordenadas



especiais dos nós e os valores de pressão, velocidades (três componentes), concentração e temperatura (quando aplicável).

O relatório deve incluir os valores de densidade, viscosidade e temperatura (se constante), e de outras variáveis utilizadas nas simulações.

8.6.2.1 RELATÓRIO DO ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO E DISPERSÃO DA FUMAÇA

Os seguintes itens adicionais devem ser apresentados nos relatórios:

- Gráficos de temperatura (contornos ou isosuperfícies) para as áreas afetadas;
- Gráficos contendo curvas de radiação (contornos ou isosuperfícies) para 1,58 kW/m² e 4,73 kW/m². Esses gráficos devem ser representados nos tempos de 1 min, 15 min e em 1 (uma) hora, após o incêndio ter iniciado;
- Documento mostrando a proteção passiva contra incêndio, com as partes a serem protegidas nos desenhos estruturais;
- Gráficos mostrando as temperaturas máximas no piso;
- Listagem dos cenários da APR cujas categorizações de riscos para as dimensões "Pessoas" ou "Patrimônio" sejam classificadas como Moderado nas categorias de severidade IV ou V, ou Não Tolerável;
- Fluxo de calor transiente incidente em forma de gráfico, tabela e arquivo de dados salvo eletronicamente;
- Gráficos (contornos ou isosuperfícies) indicando a dispersão da fumaça dos cenários analisados;
- Planilha com cálculo da frequência de impedimento de cada Função Principal de Segurança, e a respectiva contribuição de cada cenário da Análise de Risco analisada.

8.6.2.2 RELATÓRIO DO ESTUDO DE DISPERSÃO DE GÁS

Os seguintes itens adicionais devem ser apresentados nos relatórios:

- Arranjo da Unidade, indicando os locais dos detectores de gás. A localização de cada detector deve ser mostrada através de suas coordenadas (x, y, z) incluindo uma possível variação para cada uma, a fim de facilitar a montagem dos detectores em seus respectivos locais. Esta variação deve ser claramente informada e adicionalmente considerar facilidades necessárias para reparo e manutenção;
- Identificação clara dos detectores que impactem a área dos equipamentos que compõem a geração principal;
- Tabela correlacionando os detectores e os casos simulados que os mesmos detectam;



- Relevantes contornos ou isosuperfícies das concentrações do gás. No caso de uso de detectores de visada deve ser informado o alcance considerado para o mesmo, ou quando disponível, conforme as especificações do fabricante;
- Registro das considerações assumidas para adoção de detectores de visada em conjunto com detectores pontuais.

8.6.2.3 RELATÓRIO DO ESTUDO DE EXPLOSÃO

Os seguintes itens adicionais devem ser apresentados nos relatórios

- Tabela contendo correlação entre os cenários da APR e as simulações de vento, dispersão e explosão;
- Tabela contendo resumo dos resultados considerando as principais cargas acidentais dimensionantes (DALs), para cada FPS analisada. O valor da pressão dinâmica a ser aplicado na estimativa da força de arraste para tubulações e objetos menores que estejam dentro de uma pluma de gás que possa explodir também deve ser apresentado. Adicionalmente, pelo menos os seguintes dados devem ser apresentados: Descrição das FPS e valor da sobrepressão e pressão dinâmica na frequência tolerável e duração do impulso triangular equivalente (ms);
- Equipamentos críticos e tubulação contendo hidrocarboneto, que podem resultar no incremento de uma situação de explosão, devem também ser considerados para o Estudo de Explosão e ser apresentados na tabela mencionada.
- Curvas de frequência acumulada conforme nível de sobrepressão (curvas de pressão excedente) para cada Função Principal de Segurança com e sem a atuação das válvulas SDV;
- Um anexo com os desenhos de arranjo do convés, mostrando a delimitação da área, valores de sobrepressão e duração do impulso;
- Resultados das simulações de ventilação, considerando a análise dos objetos que causam considerável impacto sobre a ventilação das áreas;
- Resultados das simulações de dispersão, mostrando a direção do vazamento, a taxa de vazamento, a direção do vento, a velocidade do vento, o tamanho da pluma considerando o limite inferior de inflamabilidade do gás e gráficos em 3D com contornos da concentração do gás;
- Análise das nuvens inflamáveis indicando o comportamento do gás.

9 REFERÊNCIAS

- OGP - International Association of Oil & Gas Producers - Report 454 - Human factors engineering in projects



- ENERGY INSTITUTE, Ignition Probability Review, Model Development and Look-Up Correlations – UK, Section 2 (Look-up Correlations)

10 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As Especificações Técnicas abaixo são prescritivas e devem ser consideradas para os Estudos de Segurança citados no Capítulo 8:

- ET-3000.00-1300-98A-P4X-002 - Análise de Colisão de Navios
- ET-3000.00-1300-98A-P4X-003 - Estudo de Queda de Objetos
- ET-3000.00-5400-98G-P4X-001 - Estudo de Explosão
- ET-3000.00-5400-98G-P4X-002 - Estudo de Dispersão de Gases
- ET-3000.00-5400-98G-P4X-003 - Estudo de Propagação de Incêndio e Dispersão de Fumaça
- ET-3000.00-5400-98V-P4X-001 - Análise Preliminar de Riscos – APR
- ET-3000.00-5400-98X-P4X-001 - Estudo de Perigos e Operabilidade – HAZOP
- ET-3000.00-5430-947-P4X-001 - Estudo de Fuga, Evacuação e Resgate
- ET-3000.00-1200-98A-P4X-001 - Análise de Ruído e Vibração
- ET-3000.00-5400-98G-P4X-004 - Estudo de Radiação e Dispersão de Gases do Flare
- ET-3000.00-1300-98A-P4X-001 - Estudo para Uso Seguro de Helideques
- ET-3000.00-5400-947-P4X-001 - Gestão de Mudança dos Estudos de Segurança
- ET-3000.00-5400-947-P4X-002 - Gestão de Recomendações dos Estudos de Segurança

As Especificações Técnicas abaixo são prescritivas para os itens que elas definem e devem ser consideradas durante as fases do Projeto:

- I-ET-3010.00-5400-947-P4X-011 - Rescue Boat and Davit
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X-015 - Escape Route
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X -016 - Inflatable Liferaft
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X -019 - Totally Enclosed Lifeboat and Davit
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X-021 - Safety Signalling
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X-023 - Fire Fighting Equipment
- I-ET-3010.00-5400-947-P4X-024 - Life Saving Equipment
- I-ET-3010.00-5420-300-P4X-003 - Fire Protection for Machinery Hoods



DIRETRIZES DE PROJETOS PARA INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO MARÍTIMAS
DISCIPLINA: SEGURANÇA
Diretriz de Engenharia de Segurança

11 ANEXOS

Anexo I – Critérios de Tolerabilidade a Riscos

Tabela 11 - Matriz de Tolerabilidade de Riscos e Categorias de Risco

			Descrição / características				A	B	C	D	E
			Extremament e remota	B Remota	C Pouco provável	D Possível	E Frequente				
			Pessoas	Patrimônio / continuidade operacional	Meio ambiente (Nota 1)	Imagem	Possível, mas sem referências na indústria	Não esperado ocorrer, apesar de haver referências em instalações similares na indústria	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil de um conjunto de unidades similares	Possível de ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação	Possível de ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação
Categorias de Severidade das Consequências	V	Catastrófica	Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros	Danos catastróficos podendo levar à perda da instalação industrial	Danos catastróficos	Repercussão internacional	M	M	NT	NT	NT
	IV	Crítica	Fatalidades intramuros ou lesões graves extramuros (Ver Nota 3)	Danos severos a sistemas / equipamentos (reparação lenta)	Danos severos	Repercussão nacional	T	M	M	NT	NT
	III	Média	Lesões graves intramuros ou lesões leves extramuros	Danos moderados a sistemas / equipamentos	Danos moderados	Repercussão regional	T	T	M	M	NT
	II	Marginal	Lesões leves	Danos leves a sistemas / equipamentos	Danos leves	Repercussão local	T	T	T	M	M
	I	Desprezível	Sem lesões ou, no máximo, casos de primeiros socorros	Danos leves a equipamentos sem comprometimento da continuidade operacional	Danos insignificantes	Repercussão insignificante	T	T	T	T	M
<p>NOTA 1 A análise dos Riscos Ambientais deve atender aos requisitos dos órgãos ambientais competentes.</p> <p>NOTA 2 As categorias de frequência visam permitir uma avaliação da frequência do cenário accidental, a qual deve ser estimada considerando a atuação das salvaguardas preventivas existentes ou previstas em projeto.</p> <p>NOTA 3 O cenário crítico para pessoas compreende acidentes com abrangência localizada numa unidade ou planta de processo, com potencial de atingir até 3 pessoas, normalmente ligadas a uma tarefa específica e relacionadas ao cenário de acidente.</p> <p>NOTA 4 As categorias de severidade visam permitir uma avaliação da magnitude das consequências dos efeitos físicos de interesse (sobrepessão, concentração tóxica, radiação térmica etc.), a qual deve ser estimada considerando que a presença de salvaguardas mitigadoras, existentes ou previstas na revisão atual do projeto, reduzirá tal severidade.</p>											

Tabela 12 – Categorias de Risco

Categorias de Risco	Descrição do Nível de Controle Necessário
Tolerável (T)	Não há necessidade de medidas adicionais. A monitoração é necessária para assegurar que os controles sejam mantidos.
Moderado (M)	Controles adicionais devem ser avaliados com o objetivo de obter-se uma redução dos riscos e realizar aqueles considerados praticáveis (conceito “ALARP”)
Não Tolerável (NT)	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência e, adicionalmente, as consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos (níveis “ALARP” ou toleráveis).

Tabela B.1 - Categorias de Severidade para Meio Ambiente - Água (Vazamentos de Petróleo e Derivados)

Tipo de ambiente (água)	Categoria de severidade	Volume vazado (V) em m ³ , conforme grau API			
		API ≥ 45	35 ≤ API < 45	17,5 ≤ API < 35	API < 17,5
1 Regiões oceânicas	V Catastrófica	≥ 1 000	≥ 700	≥ 400	≥ 200
	IV Crítica	100 ≤ V < 1 000	80 ≤ V < 700	40 ≤ V < 400	20 ≤ V < 200
	III Média	5 ≤ V < 100	4 ≤ V < 80	2 ≤ V < 40	1 ≤ V < 20
	II Marginal	0,5 ≤ V < 5	0,4 ≤ V < 4	0,2 ≤ V < 2	0,1 ≤ V < 1
	I Desprezível	V < 0,5	V < 0,4	V < 0,2	V < 0,1
2 Regiões costeiras	V Catastrófica	≥ 500	≥ 350	≥ 200	≥ 100
	IV Crítica	50 ≤ V < 500	35 ≤ V < 350	20 ≤ V < 200	10 ≤ V < 100
	III Média	4 ≤ V < 50	2 ≤ V < 35	1 ≤ V < 20	0,5 ≤ V < 10
	II Marginal	0,4 ≤ V < 4	0,2 ≤ V < 2	0,1 ≤ V < 1	0,05 ≤ V < 0,5
	I Desprezível	V < 0,4	V < 0,2	V < 0,1	V < 0,05
3 Rios caudalosos (águas lóaticas)	V Catastrófica	≥ 250	≥ 175	≥ 100	≥ 50
	IV Crítica	25 ≤ V < 250	17,5 ≤ V < 175	10 ≤ V < 100	5 ≤ V < 50
	III Média	2,5 ≤ V < 25	1,75 ≤ V < 17,5	1 ≤ V < 10	0,5 ≤ V < 5
	II Marginal	0,25 ≤ V < 2,5	0,175 ≤ V < 1,75	0,1 ≤ V < 1	0,05 ≤ V < 0,5
	I Desprezível	V < 0,25	V < 0,175	V < 0,1	V < 0,05
4 Águas interiores (águas lânticas tais como lagoas, baías, rios não caudalosos etc.)	V Catastrófica	≥ 50	≥ 35	≥ 20	≥ 10
	IV Crítica	5 ≤ V < 50	3,5 ≤ V < 35	2 ≤ V < 20	1 ≤ V < 10
	III Média	0,5 ≤ V < 5	0,35 ≤ V < 3,5	0,2 ≤ V < 2	0,1 ≤ V < 1
	II Marginal	0,05 ≤ V < 0,5	0,035 ≤ V < 0,35	0,02 ≤ V < 0,2	0,01 ≤ V < 0,1
	I Desprezível	V < 0,05	V < 0,035	V < 0,02	V < 0,01

NOTA 1 A Tabela B.1 tem como fonte o padrão do SMES Corporativo do SISTEMA PETROBRAS de classificação, investigação, análise, documentação e divulgação de anomalias.

NOTA 2 Em se tratando de regiões notadamente sensíveis (a critério da equipe de avaliação), a categorização deve ser feita na faixa imediatamente superior.



DIRETRIZES DE PROJETOS PARA INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO MARÍTIMAS
 DISCIPLINA: SEGURANÇA
 Diretriz de Engenharia de Segurança

Anexo III: Folha de Dados de Segurança

BR PETROBRAS		FOLHA DE DADOS		REV.																																																																							
ÁREA OU LINHA		Folha		de																																																																							
FOLHAS DE DADOS DE SEGURANÇA																																																																											
1. ÁREA:		PERMANENTEMENTE ASSISTIDA		ZONA No.:																																																																							
LOCALIZAÇÃO:		<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO																																																																									
2. CATEGORIA DA ÁREA PELO MODU CODE		6. COMBATE A INCÊNDIO																																																																									
<input type="checkbox"/> ESTAÇÃO DE CONTROLE <input type="checkbox"/> ÁREA DE POÇO <input type="checkbox"/> ESCADAS <input type="checkbox"/> ÁREA DE PROCESSO <input type="checkbox"/> CORREDOR <input type="checkbox"/> ÁREAS PERIGOSAS <input type="checkbox"/> ESPAÇO DAS ACOMODAÇÕES <input type="checkbox"/> SALA DE BOMBAS DE CARGA <input type="checkbox"/> ÁREA DE SERVIÇO (ALTO RISCO) <input type="checkbox"/> ESPAÇO DE MÁQUINAS CATEGORIA A <input type="checkbox"/> ÁREA DE SERVIÇO (BAIXO RISCO) <input type="checkbox"/> OUTROS ESPAÇOS DE MÁQUINAS <input type="checkbox"/> ESPAÇOS ABERTOS <input type="checkbox"/> ESPAÇOS SANITÁRIOS E SIMILARES		SISTEMA FIXO CONTRA INCÊNDIO <input type="checkbox"/> ASPERSÃO D'ÁGUA <input type="checkbox"/> ÁGUA NEBULIZADA HIDRANTE DE ÁGUA <input type="checkbox"/> 1 1/2" <input type="checkbox"/> 2 1/2" CANHÃO MONITOR <input type="checkbox"/> FIXO <input type="checkbox"/> PORTÁTIL APLICAÇÃO DE ESPUMA <input type="checkbox"/> MANGUEIRA <input type="checkbox"/> CANHÃO <input type="checkbox"/> DILÚVIO ARMAZENAMENTO DE LGE <input type="checkbox"/> TANQUE <input type="checkbox"/> BOMBONA / CONTAINERS SISTEMA FIXO DE CO ₂ <input type="checkbox"/> BATERIA LOCAL <input type="checkbox"/> BATERIA CENTRAL EXTINTOR PORTÁTIL <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> PÓ QUÍMICO <input type="checkbox"/> ÁGUA EXTINTOR SOBRE RODAS <input type="checkbox"/> PÓ QUÍMICO ARMÁRIO <input type="checkbox"/> EQUIPAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO <input type="checkbox"/> EQUIPAMENTO DE APOIO <input type="checkbox"/> EQUIPAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO COM ESPUMA <input type="checkbox"/> HELIQUÍPICO																																																																									
3. COMBUSTÍVEL E FONTES DE IGNIÇÃO		7. EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA PESSOAL																																																																									
CLASSE DE INCÊNDIO NFPA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C PRINCIPAL CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA <input type="checkbox"/> PERIGOSA <input type="checkbox"/> NÃO PERIGOSA FONTES DE IGNIÇÃO <input type="checkbox"/> CENTELHA, ARCO <input type="checkbox"/> CHAMA <input type="checkbox"/> CALOR		<input type="checkbox"/> APARELHO AUTÔNOMO DE RESPIRAÇÃO <input type="checkbox"/> EEBD <input type="checkbox"/> CHUVEIRO E LAVA-OLHOS																																																																									
4. DETECÇÃO DE GÁS		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">EFETOS</th> <th colspan="3">ALARME</th> <th colspan="4">COMBATE A INCÊNDIO</th> <th colspan="2">VENTILAÇÃO</th> <th colspan="2">OUTRAS AÇÕES</th> </tr> <tr> <th>ALARME LOCAL DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO</th> <th>ALARME NA SALA DE CONTROLE CENTRAL</th> <th>ALARME GERAL DE EMERGÊNCIA</th> <th>PARTIR BOMBA DE COMBATE A INCÊNDIO</th> <th>ATIVAR SISTEMA DE DILÚVIO -ADY/ 5420XXX</th> <th>ACTIVAR O SISTEMA DE CO₂</th> <th>PARAR VENTILAÇÃO</th> <th>PARTIR VENTILADOR RESERVA</th> <th>ATIVAR PARADA DE EMERGÊNCIA-ESD NÍVEL XX</th> <th>PARAR EQUIPAMENTO</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ATIVAÇÃO DE ALARME MANUAL DE INCÊNDIO</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ATIVAÇÃO DE SISTEMA MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIO</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FALHA TOTAL DA VENTILAÇÃO</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FALHA TOTAL DA PRESSURIZAÇÃO</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			EFETOS	ALARME			COMBATE A INCÊNDIO				VENTILAÇÃO		OUTRAS AÇÕES		ALARME LOCAL DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO	ALARME NA SALA DE CONTROLE CENTRAL	ALARME GERAL DE EMERGÊNCIA	PARTIR BOMBA DE COMBATE A INCÊNDIO	ATIVAR SISTEMA DE DILÚVIO -ADY/ 5420XXX	ACTIVAR O SISTEMA DE CO ₂	PARAR VENTILAÇÃO	PARTIR VENTILADOR RESERVA	ATIVAR PARADA DE EMERGÊNCIA-ESD NÍVEL XX	PARAR EQUIPAMENTO		ATIVAÇÃO DE ALARME MANUAL DE INCÊNDIO												ATIVAÇÃO DE SISTEMA MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIO												FALHA TOTAL DA VENTILAÇÃO												FALHA TOTAL DA PRESSURIZAÇÃO											
EFETOS	ALARME			COMBATE A INCÊNDIO				VENTILAÇÃO		OUTRAS AÇÕES																																																																	
	ALARME LOCAL DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO	ALARME NA SALA DE CONTROLE CENTRAL	ALARME GERAL DE EMERGÊNCIA	PARTIR BOMBA DE COMBATE A INCÊNDIO	ATIVAR SISTEMA DE DILÚVIO -ADY/ 5420XXX	ACTIVAR O SISTEMA DE CO ₂	PARAR VENTILAÇÃO	PARTIR VENTILADOR RESERVA	ATIVAR PARADA DE EMERGÊNCIA-ESD NÍVEL XX	PARAR EQUIPAMENTO																																																																	
ATIVAÇÃO DE ALARME MANUAL DE INCÊNDIO																																																																											
ATIVAÇÃO DE SISTEMA MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIO																																																																											
FALHA TOTAL DA VENTILAÇÃO																																																																											
FALHA TOTAL DA PRESSURIZAÇÃO																																																																											
5. DETECÇÃO DE INCÊNDIO																																																																											
CALOR: <input type="checkbox"/> PLUGE FUSÍVEL <input type="checkbox"/> TEMPERATURA FIXA <input type="checkbox"/> TERMOVELOCIMÉTRICO OUTROS: <input type="checkbox"/> CHAMA <input type="checkbox"/> FUMAÇA <input type="checkbox"/> ALARME MANUAL DE INCÊNDIO																																																																											
8. MATRIZ SIMPLIFICADA																																																																											
CAUSAS:																																																																											
ATIVAÇÃO DOS DETECTORES DE: <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">INCÊNDIO</th> <th colspan="2">GÁS</th> </tr> <tr> <th>CHAMA</th> <th>CALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FUMAÇA</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CHAMA</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>CALOR</td> <td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		INCÊNDIO	GÁS		CHAMA	CALOR	FUMAÇA			CHAMA			CALOR																																																														
INCÊNDIO	GÁS																																																																										
	CHAMA	CALOR																																																																									
FUMAÇA																																																																											
CHAMA																																																																											
CALOR																																																																											
9. NOTAS:																																																																											



Anexo IV: Efeitos da Exposição do Dióxido de Carbono na Saúde Humana

Efeitos da Exposição do CO₂ na Saúde Humana

Concentração CO ₂ no ar (% v/v)	Tempo Exposição	Efeitos
17 - 30	Até 1 min	Perda de controle, inconsciência, convulsão, coma e morte
>10 – 15	Mais de 1 min	Vertigem, sonolência, tremedeira, inconsciência
7 – 10	Poucos minutos	Inconsciência
	1,5 minuto a 1 hora	Dor de cabeça, aumento dos batimentos cardíacos, deficiência de respiração, vertigem, suor, respiração acelerada
6	1 – 2 minutos	Distúrbio visual e auditivo
	<16 minutos	Dor de cabeça e dificuldade de respiração
	Várias horas	Tremores
4 – 5	Poucos minutos	Dor de cabeça, vertigem aumento da pressão sanguínea, respiração ofegante
3	1 hora	Leve dor de cabeça, suores, dificuldade respiratória
2	Várias horas	Dor de cabeça, Dispneia

Referências:

- (1) “Carbon Dioxide Capture and Storage”, prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2005;
- (2) Interim guidance on conveying CO₂ in pipelines in connection with carbon capture, storage and sequestration projects, UK Health and Safety Executive, Hazardous Installations Directorate, 12 Aug.2008, UK HSE Interim Guidance;
- (3) EPA.

Anexo V: Efeitos da Exposição do Gás Sulfídrico na Saúde Humana

		TEMPO DE EXPOSIÇÃO X EFEITOS FÍSICOS						
		0 A 2 MIN	2 a 15 MIN	15 a 30 MIN	30 MIN a 1 HORA	1 a 4 HORAS	4 a 8 HORAS	8 a 48 HORAS
CONCENTRAÇÃO NO AR EM P.P.M (PARTES POR MILHÃO)	0 a 8	ODOR CARACTERÍSTICO E DESAGRADÁVEL; CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PARA SE CONTINUAR EXPOSTO AO GÁS SEM PROBLEMAS.						
	8 a 50	PERDA DO SENTIDO DO OLFATO			PEQUENA IRRITAÇÃO NOS OLHOS E NA GARGANTA			
	50 a 100	PERDA DO SENTIDO DO OLFATO		PEQUENA CONJUNTIVITE E IRRITAÇÃO DAS VIAS RESPIRATÓRIAS				
	100 a 150	IRRITAÇÃO NOS OLHOS E NAS VIAS RESPIRATÓRIAS, TOSSE, PERDA DO SENTIDO DO OLFATO		DIFICULDADE DE RESPIRAÇÃO, DOR NOS OLHOS, TONTURA	IRRITAÇÃO NA GARGANTA	SALIVAÇÃO E CORIZA, DOR FORTE NOS OLHOS E TOSSE		HEMORRAGIA E MORTE
	150 a 200	PERDA DO SENTIDO DO OLFATO		IRRITAÇÃO NOS OLHOS E GARGANTA.		GRANDE DIFICULDADE DE RESPIRAÇÃO, VISTA EMBAAÇADA, FOTOFOBIA.		HEMORRAGIA E MORTE.
	200 a 350	IRRITAÇÃO NOS OLHOS, PERDA DO SENTIDO DO OLFATO		IRRITAÇÃO NOS OLHOS	LACRIMEJAMENTO DOLOROSO E LETARGIA	FOTOFOBIA, CATARRO, DOR NOS OLHOS, CONJUNTIVITE, DIFICULDADE DE RESPIRAÇÃO		HEMORRAGIA E MORTE
	350 a 450	IRRITAÇÃO NOS OLHOS E PERDA DO SENTIDO DO OLFATO		DIFICULDADE DE RESPIRAÇÃO, TOSSE E IRRITAÇÃO NOS OLHOS	AUMENTO DE IRRITAÇÃO NOS OLHOS E NARIZ, DOR DE CABEÇA, LETARGIA E FOTOFOBIA	TONTURA, FRAQUEZA E MORTE		
	450 A 600	TOSSE, PERDA DE CONSCIÊNCIA	DISTÚRBO RESPIRATÓRIO, IRRITAÇÃO NOS OLHOS	PALPITAÇÃO DO CORAÇÃO	DOR FORTE, TONTURA, TREMOR E MORTE			
	A PARTIR DE 600	PERDA DE CONSCIÊNCIA E MORTE.						

Referência: Norma Petrobras N-2351



DIRETRIZES DE PROJETOS PARA INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO MARÍTIMAS
DISCIPLINA: SEGURANÇA
Diretriz de Engenharia de Segurança

Anexo VI: Listas de Verificação dos Sistemas de Combate a Incêndio



Anexo VI - Lista de
Verificação dos Sisten