



AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Sabrina Antunes Braga, (sabinabraga@oi.com.br)

Projeto de Final de Curso

Orientadores:

Prof. Márcio Nele de Souza, D. Sc.

Audrey Vaz de Souza, M. Sc.

Fevereiro de 2006

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Sabrina Antunes Braga

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Nicola Visconte Luciano, Eng.

Elizabeth Ferreira da Fonseca, D.Sc.

Juliana Lopes Chagas , Eng^a.

Orientado por:

Márcio Nele de Souza, D. Sc.

Audrey Vaz de Souza , M. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Fevereiro de 2006

Braga, Sabrina Antunes

Avaliação da rede de incêndio de uma transportadora de petróleo / Sabrina Antunes
Braga , Rio de Janeiro : UFRJ/EQ, 2006.

iv, 85 p.:il.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amigos pela atenção e colaboração, principalmente a Engenheira Audrey Vaz .

Agradeço a todos os professores do Curso de Graduação, por terem me ensinado e orientado nesses meus anos de Curso.

Agradeço também a minha família, pela paciência e incentivo.

Resumo do Projeto de Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Engenheiro Químico.

AValiação DO SISTEMA DE COMBATE A INCêNDIO DE UMA ESTaÇÃO TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO

Sabrina Antunes Braga,
Fevereiro, 2006

Orientadores: Prof. Márcio Nele de Souza,
Eng. Audrey Vaz de Souza,

Este trabalho consiste em avaliar o Sistema de Proteção Contra Incêndio de uma Estação de armazenamento e transporte de derivados de petróleo, com a identificação das conformidades e não conformidades, visando adequar às normas vigentes e apresentando como resultado, a descrição das modificações necessárias.

A metodologia utilizada para desenvolver este projeto foi baseada principalmente nas normas ABNT NBR 7505 (2000) e PETROBRAS N-1203 d e alguns itens foram citados conforme a necessidade, no decorrer do trabalho para que houvesse uma melhor compreensão e coligação dos fatos.

A partir de visitas a campo e levantamento da documentação referente ao Sistema de Proteção Contra Incêndio da Estação foi possível fazer uma avaliação com base nas normas ABNT NBR 7505 (2000) e PETROBRAS N-1203 d, identificando e sugerindo modificações de modo a adequar o projeto às normas vigentes visando uma maior proteção não só a propriedade em si como também ao meio ambiente e as vidas envolvidas.

Foi levado em consideração não só o resfriamento do tanque em chamas como também dos tanques vizinhos . O sistema de resfriamento foi calculado para o caso de proteção por resfriamento , incluindo cálculo de resfriamento por lançadores manuais, aspersores, sprinklers, entre outros. Foi analisado também, o sistema de proteção por espuma e assim determinado a vazão de projeto de água de combate a incêndio.

Foram levantadas as não-conformidades com base nas normas citadas e nos cálculos demonstrados. Modificações no sistema de combate a incêndio da Estação foram sugeridas levando em conta itens como segurança industrial e meio ambiente.



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. METODOLOGIA UTILIZADA.....	5
3. APRESENTAÇÃO DA ESTAÇÃO	8
4. DESCRIÇÃO DO ESTABELECIMENTO.	8
5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO.....	9
6. OBJETIVO	15
7. BASES E PREMISSAS.....	15
8. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR RESFRIAMENTO	16
8.1 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR LANÇADORES MANUAIS	17
8.1.1 <i>Vazão de Água para Resfriamento de Unidades de Processo</i>	17
8.1.2 <i>Determinação das Áreas Superficiais Externas dos Tanques</i>	18
8.1.3 <i>Vazão de Água para Resfriamento do Parque de Tanques</i>	18
8.1.4 <i>Suprimento de Água</i>	23
8.2 REDE DE HIDRANTES E CANHÕES – MONITORES	24
8.3 SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES	25
8.4 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS	33
9. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA	36
10. VAZÃO DE PROJETO DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO	43
11. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES.....	45
12. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES	49
12.1 SISTEMAS FIXOS DE DETECÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL.....	49
12.2 SISTEMA FIXO DE DETECÇÃO DE CHAMAS	52
12.3 SISTEMAS FIXOS DE DETECÇÃO DE FUMAÇA POR ASPIRAÇÃO	53
12.3.1 <i>Locais para Instalação</i>	55
12.3.2 <i>Sistemas de Extinção</i>	55
13. CONFORMIDADES E NÃO CONFORMIDADES	58
13.1 TIPO E QUALIDADE DA ÁGUA	58
13.2 SUPRIMENTO DE ÁGUA.....	58
13.3 VAZÃO DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO	59
13.4 MATERIAL DE TUBULAÇÃO E BLOQUEIO.....	60
13.5 PRESSÃO DA REDE DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO	60
13.6 PROTEÇÃO CATÓDICA	60
13.7 REDE DE HIDRANTES E CANHÕES - MONITORES	61
13.8 SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES	64
13.9 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS	64

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

13.10	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA.....	65
13.11	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES	67
13.12	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES.....	67
13.13	SEGURANÇA INDUSTRIAL	68
14.	DESCRIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES.....	74
14.1	REDE DE HIDRANTES E CANHÕES MONITORES.....	74
14.2	SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES	76
14.3	SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS	77
14.4	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA.....	77
14.5	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES	80
14.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES.....	81
14.7	SEGURANÇA INDUSTRIAL E MEIO AMBIENTE.....	82
14.8	AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO	82



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DISCIPLINA:

PROJETO DE FINAL DE CURSO

FOLHA:

3 de 85

TÍTULO:

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO E METODOLOGIA



1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a segurança da propriedade , do meio ambiente e principalmente de vidas, tem sido tratada com grande relevância não só pelos donos das empresas como também pelo governo.

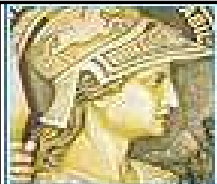
Conforme a Norma Regulamentadora NR 23, todas as empresas deverão possuir proteção contra incêndio, saídas suficientes para a rápida retirada do pessoal em serviço, em caso de incêndio, equipamento suficiente para combater o fogo em seu início e pessoas adestradas no uso correto desses equipamentos.

Foi pensando no atendimento as Leis vigentes que esse trabalho foi elaborado e embasado, e traz como objetivo avaliar um sistema de combate a incêndio existente em uma Estação Transportadora de Derivados de Petróleo, identificando não conformidades de acordo com as normas ABNT NBR 7505-4 (2000) e PETROBRAS N-1203 d e sugerindo modificações para a adequação as mesmas.

As Normas ABNT NBR 7505-4 (2000) e PETROBRAS N-1203 d fixam exigências mínimas e fazem recomendações, baseadas em experiências práticas e em normas internacionais, para os projetos de sistemas fixos de combate a incêndio com água e com espuma, destinados a instalações de armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis.

O sistema de resfriamento será calculado para o caso de proteção por resfriamento, incluindo cálculo de resfriamento por lançadores manuais, aspersores, sprinklers, entre outros. Será analisado também, o sistema de proteção por espuma, a vazão de projeto de água de combate a incêndio, sistema de proteção por extintores e por detectores.

Serão levantadas as não-conformidades com base nas normas citadas e nos cálculos que serão demonstrados. Modificações no sistema de combate a incêndio da Estação serão sugeridas levando em conta itens como segurança industrial , meio ambiente e a automação do sistema de Combate a Incêndio.



2. METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada para desenvolver este projeto foi baseada principalmente nas normas ABNT NBR 7505 (2000) e PETROBRAS N-1203 d e alguns itens serão citados conforme a necessidade, no decorrer do trabalho para que haja uma melhor compreensão e coligação dos fatos.

O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho foi um levantamento de campo e um levantamento de toda a documentação necessária. Foi realizada uma visita a Estação onde foram levantadas várias informações importantes para o desenvolvimento do trabalho. Foram consultados, além das normas que serviram de suporte para todos os cálculos e comparações, documentos de engenharia da própria indústria como fluxograma de processo e de engenharia, memorial descritivo do processo, entre outros.

O segundo passo foi a avaliação do sistema de combate a incêndio existente, baseada nas normas existentes, elaborando todos os cálculos necessários para a avaliação conforme as normas sugeridas. Nessa etapa a vazão de água de projeto de combate a incêndio foi calculada no caso de proteção por resfriamento e no caso de proteção por espuma. No caso de proteção por resfriamento o cálculo foi feito para a utilização de lançadores manuais, canhões monitores, aspersores e sprinklers. O cálculo da vazão de água e de líquido gerador de espuma foram feitos no caso de utilização de lançadores manuais e também no caso da utilização de câmara de espuma.

Para determinar a vazão de água do sistema de combate a incêndio, será escolhida a maior vazão entre (item 5 da NBR 7505-4)

- a situação mais desfavorável para a aplicação de espuma em um tanque considerado em chamas e na bacia e o resfriamento dos tanques vizinhos;
- a situação mais desfavorável para o resfriamento de um tanque considerado em chamas e para o resfriamento dos tanques vizinhos.

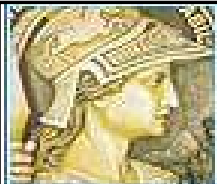
O terceiro e último passo foi a identificação dos itens conformes e não-conformes com base na avaliação do sistema de combate a incêndio realizada e sugestão de melhorias baseada nessas identificações.

Tomando esses passos como referência, o trabalho foi dividido da seguinte forma: Introdução ao trabalho que será apresentado, metodologia para o desenvolvimento do projeto, apresentação das condições a serem avaliadas, cálculos e premissas para a



**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

avaliação conforme as normas supra citadas, apresentação das conformidades e não-conformidades de acordo com os cálculos apresentados e por fim, a descrição das sugestões de modificações como conclusão do trabalho.



CAPÍTULO II

APRESENTAÇÃO DA CONDIÇÃO A SER AVALIADA



3. APRESENTAÇÃO DA ESTAÇÃO

Este capítulo, informa as condições e os recursos do Sistema de Combate a Incêndio e Pânico existentes na Estação de Horizonte Belo, que está localizada no bairro de Aventureiros, Município Horizonte Belo – RJ. (FICTÍCIA)

Empresa: TRANSPORTAR S/A.

Logradouro: Rua do Vento nº 01

Bairro: Aventureiros.

Município: Horizonte Belo – RJ.

CEP.: 20000-000

Tel.: (021) 2222-2222

Atividades: Estação de Bombeamento e Transferência de Derivados de Petróleo.

4. DESCRIÇÃO DO ESTABELECIMENTO.

Possui 7 (sete) tanques verticais, construídos conforme norma API 650, que armazenam derivados de Petróleo, cuja capacidade total de tancagem de inflamáveis do estabelecimento é de 37.298 m³.

A reserva de água de incêndio é de 1.300 m³, sendo a fonte de re-suprimento, um poço de captação existente no próprio terreno do estabelecimento.

TABELA 1: INFORMAÇÕES SOBRE OS TANQUES DA ESTAÇÃO

Nº TANQUE	PRODUTO	CAPACIDADE (m³)	DIÂMETRO (m)	ALTURA (m)
001	GASOLINA	6115	21,35	17,08
002	DIESEL	6115	21,35	17,08
003	GASOLINA	6115	21,35	17,08
004	DIESEL	4492	18,30	17,08
005	DIESEL	6727	22,00	17,08
006	DIESEL	6846	24,00	14,64
007	LASTRO	888	9,63	12,19

**TABELA 2: INFORMAÇÕES SOBRE A CAPACIDADE DA ESTAÇÃO**

TANCAGEM DISPONÍVEL / PRODUTO	CAPACIDADE / m³
GASOLINA	12.230
DIESEL	24.180
LASTRO	888

5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO.

O Sistema de Combate a Incêndio da Estação é composto por Instalações Fixas de lançamento de Espuma Química, Redes de Resfriamento cobrindo as próprias áreas atingidas pelo fogo, assim como das demais áreas vizinhas. O sistema móvel é composto por extintores e canhões portáteis.

Bases de Construção do Sistema de Combate a Incêndio.

Norma da Petrobrás: N - 1203

Resolução CNP: 8/71 do Conselho Nacional de Petróleo.

Norma Técnica da ABNT: NBR 216.

Sistema Fixo: Água de Resfriamento;

LGE - Espuma Química

Câmaras de Espuma nos Tanques.

Canhões Monitores para Lançamento de Água

19 Hidrantes e 5 Abrigos de Mangueiras com demais Acessórios.

Toda a área operacional do estabelecimento é integralmente coberta por recursos de resfriamento, assim como lançamento de espuma (LGE – Total: 10.500 litros).

A dosagem do LGE em água deve ser na concentração de 3% (três por cento), salvo em outra orientação específica.

Os tanques 001 e 003 não são dotados de câmaras de espuma por estarem equipados com tetos do tipo PW. São protegidos por aplicadores manuais.

Os demais tanques são dotados de Câmaras de Espuma. O lançamento da espuma poderá também, ser efetuado através de canhões portáteis. O conjunto de



equipamentos do sistema de abafamento por lançamento de espuma, funciona associado ao sistema de água de incêndio e são capazes de produzir e aplicar espuma.

Sistema Móvel: Espuma, recebe do sistema fixo de água, através dos hidrantes e mangueiras, lançando o extrato de LGE através de canhões portáteis.

Extintores: Portáteis

BOMBAS DE INCÊNDIO

TABELA 3: INFORMAÇÕES SOBRE AS BOMBAS DA ESTAÇÃO

ACIONAMENTO	VAZÃO (m ³ /h)	POTÊNCIA
ELÉTRICO	360	350 CV
DÍESEL	360	02 HP

Reserva de Água de Incêndio: 1.300 m³, disponível no tanque 019, e suprida através de um poço de captação existente no próprio terreno.

Redes de Lançamento de Espuma: Tempo mínimo de operação = 55 minutos.

Taxas de Aplicação: Manual 6,5 L/min por m², Câmaras de Espuma 4,1L/min/m².

Redes de Resfriamento: Lançamento nos tanques em chamas, tanques vizinhos e demais utilidades situadas nas áreas de risco. Formada por Hidrantes e canhões fixos e móveis

Vazões estimadas: Hidrante 1000 L/min por saída > Canhões Monitores 2000 L/min.

Quando fora de uso, a rede de hidrantes deve ser mantida permanentemente cheia e pressurizada com mínimo de 99 kPa. (1,0 kgf/cm²).

Nas condições do projeto, inclusive no mais desfavorável, a pressão mínima deve estar entre 520 kPa e 940 kPa (5,3 e 9,6 kgf/cm²).

Em condições de vazão nominal, a pressão mínima de trabalho é de 690 kPa. A pressão máxima de projeto da rede estará limitada até 1.370 kPa (14 kgf/cm²).

A bomba elétrica tem alimentação de energia, independente da rede elétrica geral.

As bombas têm partida automática e dotadas de dispositivo de alarme que denuncie o seu funcionamento.



O diâmetro interno mínimo das redes preventivas é de 100 mm (4") em tubos de ferro fundido ou de aço galvanizado, ou que satisfaçam às especificações da ABNT.

Os Hidrantes têm suas saídas com adaptação para junta STORZ de 63 mm (2 ½") ou de 38 mm (1 ½").

As áreas limítrofes da Estação são delimitadas por cercas contínuas, possuindo no mínimo 2 (dois) portões de acesso, situados em pontos opostos.

Sistema de Contenção: As bacias dos tanques são circundadas por diques de contenção e outros meios de contenção para evitar que na eventualidade de vazamento de líquido, que este venha a alcançar outros tanques, instalações adjacentes e/ou cursos d'água.

A área interna dos diques permanecerá livre e desimpedida, não sendo admitida a existência de qualquer material estranho à mesma.

O sistema de drenagem oleosa foi construído de forma a permitir o rápido escoamento dos resíduos para o Sistema Separador de Água e Óleo (SAO) existente no local.

Os tanques foram construídos obedecendo às normas técnicas específicas, comunicam-se por meio de tubulações com válvulas de bloqueio convenientemente situadas, possibilitando a transferência do conteúdo de um para outro recipiente, nos casos em que se fizer necessária tal operação.

Existem válvulas de bloqueio instaladas em diversos pontos da tubulação com a finalidade de facilitar manobras operacionais e a extinção do fogo.

Existem instaladas válvulas de segurança a fim de que a pressão interna dos tanques não ultrapasse o limite de segurança.

Todos os tanques são identificados em seu costado, com a palavra "Inflamável". Os dutos de transferência são identificados em locais visíveis, indicando a natureza do produto contido.

Nas áreas de periculosidade (armazenamento e transferência) não são permitidas fontes de calor e/ou ignição ou outra de qualquer natureza que constitua risco de incêndio.

Nessas áreas são colocadas, em locais bem visíveis, cartazes alusivos a essa proibição – (Placas Anunciadoras) . Cores conforme padrões definidos pela NR – 26. As instalações e equipamentos elétricos, nas áreas de movimentação e armazenamento, são blindados e à prova de explosão, de modo a evitar risco de ignição.



Os equipamentos são inerentemente ligados a terra, de modo a se evitar os riscos da eletricidade estática e esvair as cargas elétricas. Os veículos que transportam inflamáveis conectam seu Cabo Terra (Veículo x Instalação) anteriormente aos procedimentos que correspondem ao início da transferência do produto.

O estabelecimento é dotado de anunciador de alarme sonoro, com sinal do tipo contato e alarme visual e audiovisual, objetivando chamar a atenção dos operadores e/ou da vigilância, em situações caracterizadas como Emergência Operacional.

Objetivando simplificar o processamento formal do Aviso de Incêndio, poderá existir um sistema de comunicação direta com o Quartel de Bombeiro Militar mais próximo. Poderá também, na seqüência, ser conectado ao Órgão da Defesa Civil Regional.

O Estabelecimento possui de Plano de Controle de Emergências e Plano de Escape. É mantido um exemplar completo junto a Portaria Principal de entrada do Estabelecimento.

O Estabelecimento é dotado também de outros recursos institucionais próprios, como: Equipamentos de Combate a Poluição, incêndio e Socorro Médico.

➤ Áreas:

Parque de Tanques = 8545 m²

Bacia contendo o TQ-007 = 466 m²

Casa de Bombas = 125 m²

Scraper 1= 172 m²

Scraper 2 e 3 = 288 m²

Separador de Gás = 6 m²

Manifold = 250 m²

Caixa de Óleo = 6 m²

SAO = 9 m²

Com base nos levantamentos efetuados na Estação , os extintores existentes estão distribuídos da seguinte forma:

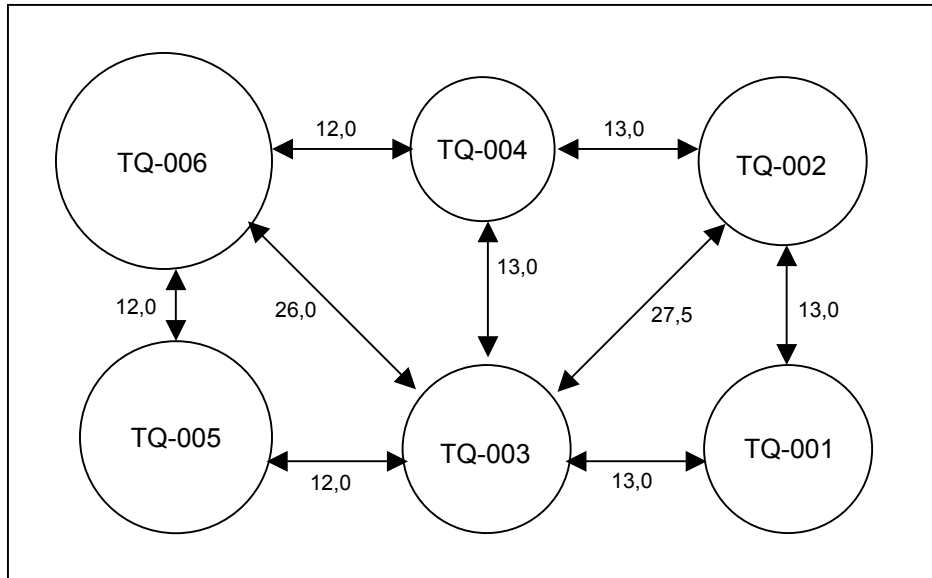
- Gerador e Sala de Painéis: 02 (dois) extintores de pó químico seco com 12 kg de capacidade;
- Casa de Controle: 01 (um) extintor de CO₂ com 6 kg de capacidade;



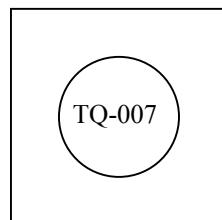
- Scrapper 2 e 3: 01 (um) extintor de pó químico seco com 12 kg de capacidade e 01 (uma) carreta de pó químico seco de 50 kg de capacidade;

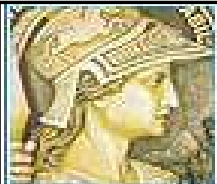
Caixa de Óleo: 01 (um) extintor de pó químico seco com 12 kg de capacidade.

LAYOUT DOS TANQUES

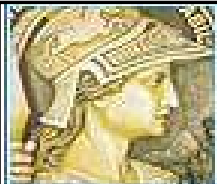


Distância em metros.





CAPÍTULO III CÁLCULOS E PREMISSAS PARA AVALIAÇÃO



6. OBJETIVO

Avaliação e dimensionamento do Sistema de Proteção Contra Incêndio de uma Estação de armazenamento e transporte de derivados de petróleo, com a identificação das conformidades e não conformidades, visando adequar às normas vigentes, e apresentando como resultado, a descrição das modificações necessárias.

7. BASES E PREMISSAS

Para o projeto dos sistemas de proteção consideram-se dois conceitos fundamentais:

- a. dimensionamento pelo maior risco isolado;
- b. não-simultaneidade de eventos, isto é, o dimensionamento deve ser feito baseando-se na ocorrência de apenas um incêndio (item 4.1.1 da N-1203).

Risco isolado é aquele determinado por um conjunto de equipamentos quando há possibilidade de ser isolado por todos os lados por equipamento e pessoal de combate a incêndio ou por meios que impeçam o extravasamento de produto para áreas externas ao risco (item 3.1 da N-1203).

Maior risco é aquele que possa existir oriundo de instalações projetadas ou existentes que requer a maior demanda de água para o combate ao incêndio (item 3.2 da N-1203).

Para Estação de Horizonte Belo, o maior risco a ser isolado é o parque de tanques, constituído de tanques atmosféricos de teto fixo (conforme API 650), sendo alguns dotados de selo flutuante, não refrigerados.

Face à indisponibilidade de carros ou sistemas móveis de combate a incêndio, em condições de vazão nominal, a pressão mínima de trabalho na rede de hidrantes deve ser de 7 kgf/cm² man, medida no esguicho e, nos sistemas fixos de proteção de espuma.

A pressão de projeto da rede deve ser limitada a 14 kgf/cm² man (item 6.4 da N-1203).

**8. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR RESFRIAMENTO**

O cálculo da vazão de água deve ser feito para cada situação abaixo, devendo ser adotado o maior valor de vazão que corresponde ao maior risco (item 5.1 da N-1203 e item 5 da NBR 7505):

a) resfriamento de unidades de processo:

A vazão do sistema deve ser determinada em função da área definida pelo Limite de Bateria da Unidade de Processo, multiplicada pela taxa de 3 L/min.m², devendo-se adotar como vazão mínima 4000 L/min e como vazão máxima 20000 L/min (item 5.2.1 da N-1203).

b) resfriamento de um tanque atmosférico em chamas e dos tanques vizinhos:

Nos tanques para armazenamento não-refrigerados, deve ser prevista a aplicação de água para resfriamento do tanque atmosférico vertical em chamas e dos tanques vizinhos, de acordo com o especificado na norma ABNT NBR 7505 e, calculado no item 8.1.3 (item 5.3.1 da N-1203).

c) aplicação de espuma a um tanque e resfriamento dos tanques vizinhos:

Deve ser prevista água para a produção de espuma mecânica de acordo com os critérios estabelecidos no item 8.5 da N-1203 e na norma ABNT NBR 7505 (calculado no item 9). Além dessa vazão, deve ser prevista água para o resfriamento dos tanques vizinhos, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 7505 (calculado posteriormente) (item 5.4 da N-1203).

d) resfriamento de vasos de pressão para o armazenamento de gases liquefeitos:

Não se aplica a Estação de Horizonte Belo.

e) resfriamento das estações de compressão:

Não se aplica a Estação de Horizonte Belo.



8.1 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR LANÇADORES MANUAIS

8.1.1 Vazão de Água para Resfriamento de Unidades de Processo

a) Parque de Tanques

A área correspondente ao parque de tanques é a unidade de processo de maior risco da Estação de Horizonte Belo e, tendo dimensões de cerca de 8545 m² a bacia contendo os tanques TQ-001/02/03/04/05/06, a vazão de água estabelecida para o resfriamento e combate a incêndio deverá ser de no mínimo 25635 L/min (1538,1 m³/h).

$$\text{Cálculo} = 8545 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 25635 \text{ L/min}$$

A bacia contendo o tanque TQ-007 tem dimensões de cerca de 466 m², sendo necessária uma vazão mínima de água para o resfriamento e combate a incêndio de 1398 L/min (83,9 m³/h).

$$\text{Cálculo} = 466 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 1398 \text{ L/min}$$

Uma vez que as normas ABNT NBR 7505 e N-1203 possuem item específico para aplicação de água ou espuma no tanque atmosférico em chamas e bacia de contenção, além da água para resfriamento dos tanques vizinhos, considera-se que as vazões por estes itens calculadas sejam as mínimas necessárias para o combate a incêndio no parque de tanques.

b) Proteção de Outras Áreas

$$\text{Casa de Bombas} = 125 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 375 \text{ L/min ou } 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Scraper 1} = 172 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 516 \text{ L/min ou } 31,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Scraper 2 e 3} = 288 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 864 \text{ L/min ou } 51,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Separador de Gás} = 6 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 18 \text{ L/min ou } 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Manifold} = 250 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 750 \text{ L/min ou } 45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Caixa de Óleo} = 6 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 18 \text{ L/min ou } 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{SAO} = 9 \text{ m}^2 \times 3 \text{ L/min.m}^2 = 27 \text{ L/min ou } 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

**8.1.2 Determinação das Áreas Superficiais Externas dos Tanques****TABELA 4: INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE OS TANQUES DA ESTAÇÃO**

Tanque	Produto	Tipo de Teto	Capacidade (m ³)	Diâmetro (m)	Altura (m)	Área da Base (m ²)	Área Lateral (m ²)	Área Total (m ²)
TQ-001	Gasolina	Fixo com selo flutuante	6115	21,35	17,08	358,0	1145,6	1503,6
TQ-002	Gasolina	Fixo	6115	21,35	17,08	358,0	1145,6	1503,6
TQ-003	Diesel	Fixo com selo flutuante	6115	21,35	17,08	358,0	1145,6	1503,6
TQ-004	Diesel	Fixo	4492	18,30	17,08	263,0	981,9	1244,9
TQ-005	Diesel	Fixo	6727	22,0	17,07	394,1	1201,2	1595,3
TQ-006	Diesel	Fixo	6846	24,0	14,64	467,6	1122,2	1589,8
TQ-007 (SLOP)	Lastro	Fixo	888	9,63	12,19	72,8	368,8	441,6

8.1.3 Vazão de Água para Resfriamento do Parque de Tanques

Entende-se por “sistema de proteção por resfriamento” os dispositivos lançadores de água (fixos ou móveis) dimensionados para o resfriamento das superfícies expostas ao calor proveniente de um incêndio.

O sistema de resfriamento é exigido quando o tanque considerado em chamas for vertical e a distância entre seu costado e o costado (ou parede externa) do tanque vizinho



for menor que 1,5 vezes o diâmetro do tanque em chamas ou 15 m, o que for menor (item 6 a) da NBR 7505-4).

Para o cálculo da vazão mínima necessária ao resfriamento da superfície externa dos tanques verticais atmosféricos devem ser adotados os seguintes critérios (item 6.1 da NBR 7505-4):

Caso I: Tanque em Chamas: TQ-003 (6115 m³)

a) Tanque em chamas: 4 L/min.m² da área do costado.

Área Lateral: 1145,6 m²

Vazão de água necessária: 4582,4 L/min

b) Tanques vizinhos utilizando canhões monitores e lançadores manuais:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a área sobre a qual incidirá a maior parte do calor irradiado, ou seja, a metade ou um terço do somatório das áreas do teto e do costado do tanque vizinho, considerando a utilização de canhões e outros lançadores manuais (conforme Tabela 3 da NBR 7505-4).

TABELA 5: RESUMO DOS RESULTADOS PARA VIZINHOS DO TQ-003

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	1/3 da Área Total (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-001	6115	13,0	3	501,2	1503,6
TQ-004	4492	13,0	3	415,0	1245,0
TQ-005	6727	12,0	5	531,8	2659,0
Total					5407,6

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-003.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 4582,4 + 5407,6 = 9990,0 L/min = 599,4 m³/h.

⏟
(próprio tanque + vizinhos)

c) Tanques vizinhos utilizando aspersores:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a taxa de 2 L/min.m² da área do costado ou o somatório das áreas dos costados, levando em conta o número de tanques verticais vizinhos, considerando a utilização de aspersores (conforme Tabela 2 da NBR 7505-4).

TABELA 6: RESULTADO DO RESFRIAMENTO DOS VIZINHOS DO TQ-003 POR ASPERSORES

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	Área Lateral (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-001	6115	13,0	2	1145,6	2291,2
TQ-004	4492	13,0	2	981,9	1963,8
TQ-005	6727	12,0	2	1201,2	2402,4
Total					6657,4

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-003.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 4582,4 + 6657,4 = 11239,8 L/min = 674,4 m³/h.

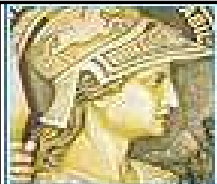
Caso II: Tanque em Chamas: TQ-004 (4492 m³)a) Tanque em chamas: 4 L/min.m² da área do costado.

Área Lateral: 981,9 m²

Vazão de água necessária: 3927,6 L/min

b) Tanques vizinhos utilizando canhões monitores e lançadores manuais:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a área sobre a qual incidirá a maior parte do calor irradiado, ou seja, a metade ou um terço do somatório das áreas do teto e do costado do tanque vizinho, considerando a utilização de canhões e outros lançadores manuais (conforme Tabela 3 da NBR 7505-4).

**TABELA 7: RESUMO DOS RESULTADOS PARA VIZINHOS DO TQ-004**

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	1/3 da Área Total (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-002	6115	13,0	3	501,2	1503,6
TQ-003	6115	13,0	3	501,2	1503,6
TQ-006	6846	12,0	5	529,9	2649,5
Total					5656,7

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-004.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 3927,6 + 5656,7 = 9584,3 L/min = 575,0 m³/h.

c) Tanques vizinhos utilizando aspersores:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a taxa de 2 L/min.m² da área do costado ou o somatório das áreas dos costados, levando em conta o número de tanques verticais vizinhos, considerando a utilização de aspersores (conforme Tabela 2 da NBR 7505-4).

TABELA 8: RESULTADO DO RESFRIAMENTO DOS VIZINHOS DO TQ-004 POR ASPERSORES

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	Área Lateral (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-002	6115	13,0	2	1145,6	2291,2
TQ-003	6115	13,0	2	1145,6	2291,2
TQ-006	6846	12,0	2	1122,2	2244,4
Total					6826,8

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-004.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 3927,6 + 6826,8 = 10754,4 L/min = 645,3 m³/h.

**Caso III: Tanque em Chamas: TQ-006 (6846 m³)**

a) Tanque em chamas: 4 L/min.m² da área do costado.

Área Lateral: 1122,4 m²

Vazão de água necessária: 4488,8 L/min

b) Tanques vizinhos utilizando canhões monitores e lançadores manuais:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a área sobre a qual incidirá a maior parte do calor irradiado, ou seja, a metade ou um terço do somatório das áreas do teto e do costado do tanque vizinho, considerando a utilização de canhões e outros lançadores manuais (conforme Tabela 3 da NBR 7505-4).

TABELA 9: RESUMO DOS RESULTADOS PARA VIZINHOS DO TQ-006

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	1/3 da Área Total (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-004	4492	12,0	5	415,0	2075,0
TQ-005	6727	10,0	5	531,8	2659,0
Total					4734,0

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-006.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 4488,8 + 4734,0 = 9222,8 L/min = 553,7 m³/h.

c) Tanques vizinhos utilizando aspersores:

Para o cálculo da vazão de água deve ser considerada a taxa de 2 L/min.m² da área do costado ou o somatório das áreas dos costados, levando em conta o número de tanques verticais vizinhos, considerando a utilização de aspersores (conforme Tabela 2 da NBR 7505-4)

**TABELA 10: RESULTADO DO RESFRIAMENTO DOS VIZINHOS DO TQ-006 POR ASPERSORES**

Tanques	Capacidade (m ³)	Separação entre Costados (m)	Taxa de Aplicação (L/min.m ²)	Área Lateral (m ²)	Vazão (L/min)
TQ-004	4492	12,0	2	981,6	1963,8
TQ-005	6727	10,0	2	1201,2	2402,4
Total					4366,2

Considerado como pior cenário o combate ao fogo no TQ-006.

Vazão mínima necessária na Estação de Horizonte Belo

Vazão total de água = 4488,8 + 4366,2 = 8855,0 L/min = 531,3 m³/h.

8.1.4 Suprimento de Água

O sistema de geração de água de combate a incêndio, para atender a Estação de Horizonte Belo deve compreender o reservatório de água, bombas e acionadores e linhas de distribuição adequadas para suprimento de água de combate a incêndio para a rede de hidrantes do local.

O suprimento de água de combate a incêndio deve atender a 2 horas de combate para instalações com capacidade de armazenamento igual ou menor que 10000 m³ e a 4 horas de combate para instalações com capacidade de armazenagem maior que 10000 m³ e menor que 40000 m³ (Tabela 1 da NBR 7505-4).

Deve ser previsto um reservatório com capacidade para atender à demanda de 100% da vazão de projeto, durante o período de tempo requerido para o combate a incêndio (item 4.2 da NBR 7505-4).

Considerando o tanque TQ-003 em chamas como o maior risco isolado (Caso I):

Capacidade do Reservatório = $674,4 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h} = 2697,6 \text{ m}^3$

(Vazão no caso mais crítico x horas)



Portanto, para Estação de Horizonte Belo, por norma, é exigido um reservatório com capacidade de no mínimo 3786 m³, equivalente a cerca de 23811 bl.

Caso o abastecimento do reservatório seja simultâneo ao incêndio, o seu volume poderá ser reduzido proporcionalmente às condições deste abastecimento, desde que o volume mínimo do reservatório atenda a demanda para 2 horas. No caso de reabastecimento por bombeamento, as bombas e respectivos acionadores devem atender aos mesmos requisitos das bombas principais de combate a incêndio (item 4.2 da NBR 7505-4).

8.2 REDE DE HIDRANTES E CANHÕES – MONITORES

Devem ser adotados hidrantes padronizados, estimando-se uma vazão de 1000 L/min por saída.

Os canhões-monitores devem ser especificados para permitir uma vazão mínima de 2000 L/min na pressão de 7 kgf/cm² man, um giro horizontal de 360° e um curso vertical de 80° para cima e de 15° para baixo da horizontal. Para efeito de projeto, deve ser considerado o alcance máximo, na horizontal, de 45 metros quando em jato (item 7.3 da N-1203).

A quantidade mínima de hidrantes deve ser calculada em função da demanda de água de combate a incêndio. No caso de utilização de anéis de resfriamento nos tanques, esta demanda pode ser abatida da vazão total para o dimensionamento da quantidade de hidrantes. Cada tanque deve ser protegido por no mínimo dois hidrantes (item 7.4 da NBR 7505-4).

Em bacias com capacidade de armazenamento não superior a 35.000 m³, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 60 m e devem ser localizados de tal forma que o comprimento de mangueira seja no máximo 60 m. Para as bacias com capacidade de armazenamento superior a 35.000 m³, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 100 m e devem ser localizados de tal forma que o comprimento de mangueira seja no máximo 90 m (item 7.4 da NBR 7505-4).

Nas demais áreas operacionais o espaçamento entre hidrantes deve obedecer a um máximo de 70 m (Item 7.4 da N-1203).



Os hidrantes devem ser locados de tal modo que os comprimentos máximos de mangueira para se atingir qualquer ponto a se proteger nessas áreas sejam de 90 m. Considera-se, para efeito de projeto, que um esguicho regulável de jato a neblina de 90o e diâmetro de 38 mm permita a vazão de 350 L/min à pressão de 7,0 kgf/cm² man. O esguicho regulável de 65 mm de diâmetro, para mangueira, deve permitir a vazão de 650 L/min a 7,0 kgf/cm² man e esguicho regulável de 65 mm de diâmetro, para canhão, 2000 L/min à pressão de 7,0 kgf/cm² man (item 7.5 da N-1203).

A perda de carga em mangueiras de incêndio com revestimento interno de borracha para a vazão de 650 L/min é de 0,26 kgf/cm² por 15 m de mangueira (TABELA 1 da N-1203), tomando como base as saídas de 65 mm de diâmetro dos hidrantes existentes na Estação de Horizonte Belo e mangueiras de 63,5 mm (2 1/2") de diâmetro.

Tendo em vista a possível distribuição dos hidrantes na Estação de Horizonte Belo, para garantir cobertura total de todas as áreas, seriam necessárias mangueiras de no mínimo 30 m de comprimento, sendo então exigida uma pressão mínima de 7,5 kgf/cm² man, disponível no hidrante, para que se atinja 7,0 kgf/cm² man no esguicho.

8.3 SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES

Para tanques verticais, quando forem utilizados aspersores, estes devem ser distribuídos de forma a possibilitar uma lâmina de água contínua sobre a superfície a ser resfriada, sendo permitida apenas sua instalação no costado, nos casos de tanques com solda de baixa resistência entre o costado e o teto (conforme API 650) (item 6.1 NBR 7505-4), ou nos casos de tanques de teto flutuante.

a) Utilização

O Sistema de Resfriamento dos Tanques por Aspersores consiste da utilização de anéis de resfriamento para o costado e teto (quando for o caso) do tanque, ao qual ao ser acionado forma uma película de água para resfriamento do tanque em caso do fogo.

O sistema prevê a proteção complementar através de sistemas fixos com hidrantes e canhões-monitores ou outros lançadores manuais, na possibilidade de falha de funcionamento dos aspersores.



O sistema deve ser constituído de tubulações fixas conectadas diretamente à rede de água de combate a incêndio, equipadas com bicos nebulizadores (bicos sprays), os quais distribuem uma vazão uniforme de água sobre o equipamento a ser protegido.

b) Suprimento de Água

O suprimento de água para os sistemas de aspersores deve ser efetuado a partir da rede de água de combate a incêndio, através de simples derivações da própria rede de hidrantes, no caso em que são requeridas pequenas vazões, ou através de linhas independentes nos casos de sistemas que requeiram grandes vazões.

c) Vazões

Para o cálculo da vazão mínima necessária ao resfriamento da superfície externa dos tanques verticais atmosféricos utilizando aspersores é requerida uma taxa de aplicação equivalente à do tanque em chamas de 4 L/min.m² da área do costado do tanque (item 6.1 da NBR-7505-4).

d) Pressão

Deve-se dispor de pressão de água de no mínimo 7,0 kgf/cm² man no ponto de consumo para os sistemas de aspersores.

e) Instalação

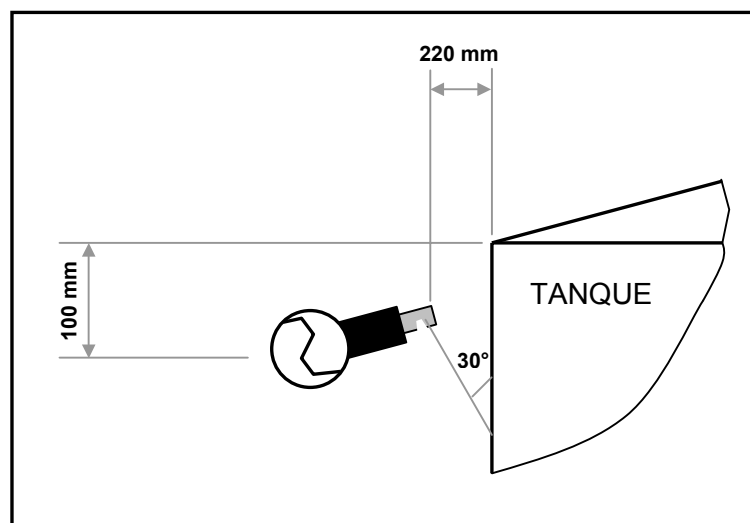
- Os sistemas de aspersores devem ser projetados em malhas fechadas, obtendo-se taxas de aplicação de água uniformes, evitando-se problemas de acúmulo de sólidos no interior das tubulações.
- Quando a vazão total requerida for superior a 300 m³/h, devem ser utilizadas duas ou mais alimentações em pontos opostos ao sistema.
- O bico dos aspersores deve ser do tipo jato leque de média velocidade.
- O projeto deve prever uma zona de interseção entre as aspersões de bicos vizinhos visando a formação de uma cortina d'água.
- A atuação do sistema deve ser através de válvula de abertura rápida/reutora de pressão situada fora do dique, com acionamento manual local (através de alavanca na própria válvula) e manual remoto (através de solenóide da Sala de Controle ou através de *tubing* hidráulico).



- Imediatamente após às referidas válvulas devem ser instalados filtros tipo “Y” visando impedir a obstrução dos bicos aspersores.
- As tubulações do sistema de aspersores devem ter caimento de 3% a 5% do anel em direção às referidas válvulas, e estarem dotadas de drenos, de modo a permitir o completo esvaziamento das tubulações, quando cessada a operação do sistema, evitando assim a obstrução dos bicos.
- A montagem dos bicos aspersores deve ser executada de modo que os mesmos se situem na parte superior da tubulação, para dificultar a obstrução dos mesmos.
- Deve haver uma sobreposição dos jatos de bicos vizinhos de cerca de 10%.
- A extremidade do *header* situada em posição mais desfavorável com relação à movimentação do fluxo deve ser dotada de flange terminal, para permitir eventuais lavagens.
- Todos os tubos e conexões instalados antes da válvula de abertura rápida/redutora de pressão deverão ser em aço carbono conforme especificação de tubulação da rede de combate a incêndio. Após a válvula de abertura rápida/redutora de pressão a tubulação e todos os componentes deverão ser galvanizados.

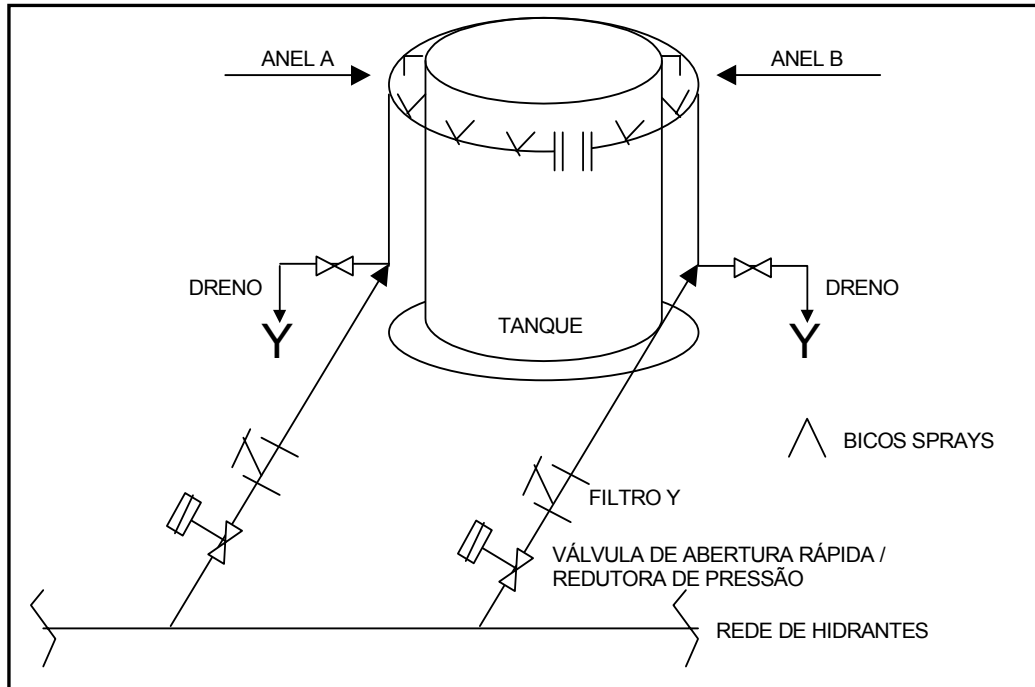
f) Dimensionamento

O dimensionamento da quantidade de bicos necessária para que toda a superfície a ser protegida seja adequadamente resfriada se baseia na seguinte configuração de montagem:



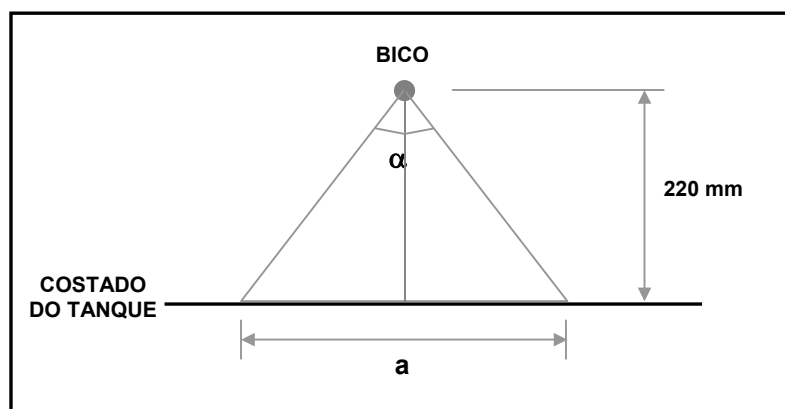


g) Croqui de Instalação



h) Procedimento de Cálculo para Dimensionamento

Considerando a utilização de bicos sprays de média velocidade, operando no mínimo a $4,0 \text{ kgf/cm}^2 \text{ man}$, formando um jato com ângulo de aspersão de 150° , vazão de cerca de 100 L/min , e a existência de dois (ou três) semi-anéis com base na configuração abaixo apresentada, chega-se ao seguinte procedimento de cálculo:



Sendo:

a = comprimento coberto pelo jato do bico;

α = ângulo de abertura (150°)

**I – Para os tanques TQ-001, TQ-002 e TQ-003:**

- Diâmetro: 21,35 m
- Altura: 17,08 m
- Área Lateral: 1145,6 m²

Para uma taxa de aplicação de 4 L/min.m² determina-se a vazão mínima necessária para resfriamento do tanque:

$$Q = 4 \times 1145,6 = 4582,4 \text{ L/min (274,9 m}^3\text{/h)}$$

Será necessário então um único anel de sprays com vazão inferior a 300 m³/h.

$$Q = 4582,4 \text{ L/min (274,9 m}^3\text{/h)}$$

Considerando que será utilizado um anel com uma vazão de 4582,4 L/min, serão necessários no mínimo 47 bicos sprays de 100 L/min cada no anel. Nesse caso:

Comprimento equivalente do tanque $C = \pi \times (D + 0,44) = \pi \times (\text{Diâmetro do tanque} + 2 \times \text{distância do aspersor})$
 $\pi \times (21,35 + 0,44) = 68,45 \text{ m}$

- Comprimento a ser coberto pelo anel = 68,45 m
- Comprimento coberto por cada bico “a” = $2 \times 0,22 \times \text{tg}(150^\circ/2) = 1,64 \text{ m}$
- Comprimento coberto pelos 47 bicos = $47 \times 1,64 = 77,08 \text{ m (atende)}$
- Sobreposição dos jatos de bicos vizinhos = $[1 - (68,45 / 77,08)] \times 100 = 11,20\%$

II – Para o tanque TQ-004:

- Diâmetro: 18,30 m
- Altura: 17,08 m
- Área Lateral: 981,9 m²



Para uma taxa de aplicação de 4 L/min.m² determina-se a vazão mínima necessária para resfriamento do tanque:

$$Q = 4 \times 981,9 = 3927,6 \text{ L/min (235,6 m}^3\text{/h)}$$

Será necessário então um único anel de sprays com vazão inferior a 300 m³/h.

$$Q = 3927,6 \text{ L/min (235,6 m}^3\text{/h)}$$

Considerando que será utilizado um anel com uma vazão de 3927,6 L/min, serão necessários no mínimo 40 bicos sprays de 100 L/min cada no anel. Nesse caso:

- Comprimento equivalente do tanque $C = \pi \times (D + 0,44) = \pi \times (18,30 + 0,44) = 58,87 \text{ m}$
- Comprimento a ser coberto pelo anel = 58,87 m
- Comprimento coberto por cada bico "a" = $2 \times 0,22 \times \text{tg}(150^\circ/2) = 1,64 \text{ m}$
- Comprimento coberto pelos 40 bicos = $40 \times 1,64 = 65,60 \text{ m (atende)}$
- Sobreposição dos jatos de bicos vizinhos = $[1 - (58,87 / 65,60)] \times 100 = 10,26\%$

III – Para os tanques TQ-005:

- Diâmetro: 22,0 m
- Altura: 17,07 m
- Área Lateral: 1201,2 m²

Para uma taxa de aplicação de 4 L/min.m² determina-se a vazão mínima necessária para resfriamento do tanque:

$$Q = 4 \times 1201,2 = 4804,8 \text{ L/min (288,3 m}^3\text{/h)}$$

Será necessário então um único anel de sprays com vazão inferior a 300 m³/h.

$$Q = 4804,8 \text{ L/min (288,3 m}^3\text{/h)}$$

Considerando que será utilizado uma anel com uma vazão de 4804,8 L/min, serão necessários no mínimo 36 bicos sprays de 100 L/min cada no anel. Nesse caso:

- Comprimento equivalente do tanque $C = \pi \times (D + 0,44) = \pi \times (22,0 + 0,44) = 71,75 \text{ m}$



- Comprimento a ser coberto pelo anel = 71,75 m
- Comprimento coberto por cada bico "a" = $2 \times 0,22 \times \text{tg} (150^\circ/2) = 1,64$ m
- Comprimento coberto pelos 49 bicos = $49 \times 2,24 = 80,36$ m (atende)
- Sobreposição dos jatos de bicos vizinhos = $[1 - (71,75 / 80,36)] \times 100 = 10,71\%$

IV – Para os tanques TQ-006:

- Diâmetro: 24,0 m
- Altura: 14,64 m
- Área Lateral: 1122,2 m²

Para uma taxa de aplicação de 4 L/min.m² determina-se a vazão mínima necessária para resfriamento do tanque:

$$Q = 4 \times 1122,2 = 4488,8 \text{ L/min (269,3 m}^3\text{/h)}$$

Será necessário então um único anel de sprays com vazão inferior a 300 m³/h.

$$Q = 4488,8 \text{ L/min (269,3 m}^3\text{/h)}$$

Considerando que será utilizado um anel com uma vazão de 4488,8 L/min, serão necessários no mínimo 45 bicos sprays de 100 L/min cada no anel. Nesse caso:

- Comprimento equivalente do tanque $C = \pi \times (D + 0,44) = \pi \times (24,0 + 0,44) = 78,04$ m
- Comprimento a ser coberto pelo anel = 78,04 m
- Comprimento coberto por cada bico "a" = $2 \times 0,22 \times \text{tg} (150^\circ/2) = 1,64$ m
- Comprimento coberto pelos 45 bicos = $45 \times 1,64 = 73,80$ m (não atende)

Considerando o uso de 53 bicos, tem-se:

- Comprimento coberto pelos 53 bicos = $53 \times 1,64 = 86,92$ m
- Sobreposição dos jatos de bicos vizinhos = $[1 - (78,04 / 86,92)] \times 100 = 10,22\%$

**V – Para o tanque TQ-007:**

- Diâmetro: 9,63 m
- Altura: 12,19 m
- Área Lateral: 368,8 m²

Para uma taxa de aplicação de 4 L/min.m² determina-se a vazão mínima necessária para resfriamento do tanque:

$$Q = 4 \times 368,8 = 1475,2 \text{ L/min (88,5 m}^3\text{/h)}$$

Será necessário então um único anel de sprays com vazão inferior a 300 m³/h.

$$Q = 1475,2 \text{ L/min (88,5 m}^3\text{/h)}$$

Considerando que será utilizado um anel com uma vazão de 1475,2 L/min, serão necessários no mínimo 15 bicos sprays de 100 L/min cada no anel. Nesse caso:

- Comprimento equivalente do tanque $C = \pi \times (D + 0,44) = \pi \times (9,63 + 0,44) = 31,64 \text{ m}$
- Comprimento a ser coberto pelo anel = 31,64 m
- Comprimento coberto por cada bico “a” = $2 \times 0,22 \times \text{tg} (150^\circ/2) = 1,64 \text{ m}$
- Comprimento coberto pelos 15 bicos = $15 \times 1,64 = 24,60 \text{ m (não atende)}$

Considerando o uso de 22 bicos, tem-se:

- Comprimento coberto pelos 22 bicos = $22 \times 1,64 = 36,08 \text{ m}$
- Sobreposição dos jatos de bicos vizinhos = $[1 - (31,64 / 36,08)] \times 100 = 12,31\%$

A tabela abaixo apresenta o resultado dos cálculos da quantidade de bicos sprays necessária por tanque instalado na Estação de Horizonte Belo:



TABELA 11: RESUMO DOS RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE ASPERSORES

Tanque	Vazão Total (L/min)	Nº de Anéis	Vazão por Anel (L/min)	Nº de Bicos por Anel	Folga (%)	Nº Total de Bicos	Distância entre os Bicos (m)	Diâmetro do Anel (in)	Diâmetro Header do Anel (in)
TQ-001	4582,4	1	4582,4	47	11,20	47	1,46	4	6
TQ-002	4582,4	1	4582,4	47	11,20	47	1,46	4	6
TQ-003	4582,4	1	4582,4	47	11,20	47	1,46	4	6
TQ-004	3927,6	1	3927,6	40	10,26	40	1,47	4	6
TQ-005	4804,8	1	4804,8	49	10,71	49	1,46	4	6
TQ-006	4488,8	1	4488,8	53	10,22	53	1,47	4	6
TQ-007	1475,2	1	1475,2	22	12,31	22	1,44	3	4

Os Diâmetros do anel e Header forma calculados para atender o critério de velocidade máxima de 4 m/s:

$$v = Q/A \quad 4582,4/2 \text{ L/min} = 0,0381 \text{ m}^3/\text{s} = 3,14 \times D^2 \quad D \simeq 4 \text{ in}$$

Calculamos para os demais da mesma forma.

8.4 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS

Sistemas de sprinklers do tipo tubo cheio são constituídos por tubulações fixas conectadas diretamente à rede de água para combate a incêndio, equipadas com bicos fechados (bicos sprinklers do tipo quartzóide), os quais funcionam com sensores de temperatura. Como as tubulações são permanentemente mantidas pressurizadas com água, ao ser atingido o limite de temperatura para o qual o bico foi projetado, a ampola quartzóide se rompe, permitindo a descarga do fluxo de água sobre o local ou equipamento.

O sistema de sprinklers prevê a proteção complementar através de canhão monitor portátil e hidrantes industriais.

a) Utilização

Sistemas de sprinklers do tipo tubo cheio são utilizados para proteção de bombas que estejam submetidas a pelo menos uma das condições abaixo:



- Bombeamento de líquidos inflamáveis Classe I (ponto de fulgor $< 37,8^{\circ}\text{C}$);
- Bombeamento de combustível em temperatura superior ao seu ponto inicial de ebulição (atmosférico);
- Bombeamento de combustíveis das Classes I e II em vazões superiores a $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

b) Suprimento de Água

O suprimento de água para os sistemas de sprinklers deve ser efetuado a partir de uma derivação específica da rede de hidrantes dotada obrigatoriamente de filtro.

c) Vazão

A vazão total requerida para um sistema de sprinklers será aquela necessária para cobertura do maior risco envolvido. Partindo-se do princípio de que apenas três ou quatro sprinklers são ativados de cada vez, são previstos baixos consumos de água por tais sistemas.

d) Pressão

Os sistemas de sprinklers devem permanecer continuamente pressurizados na pressão de operação da rede de hidrantes.

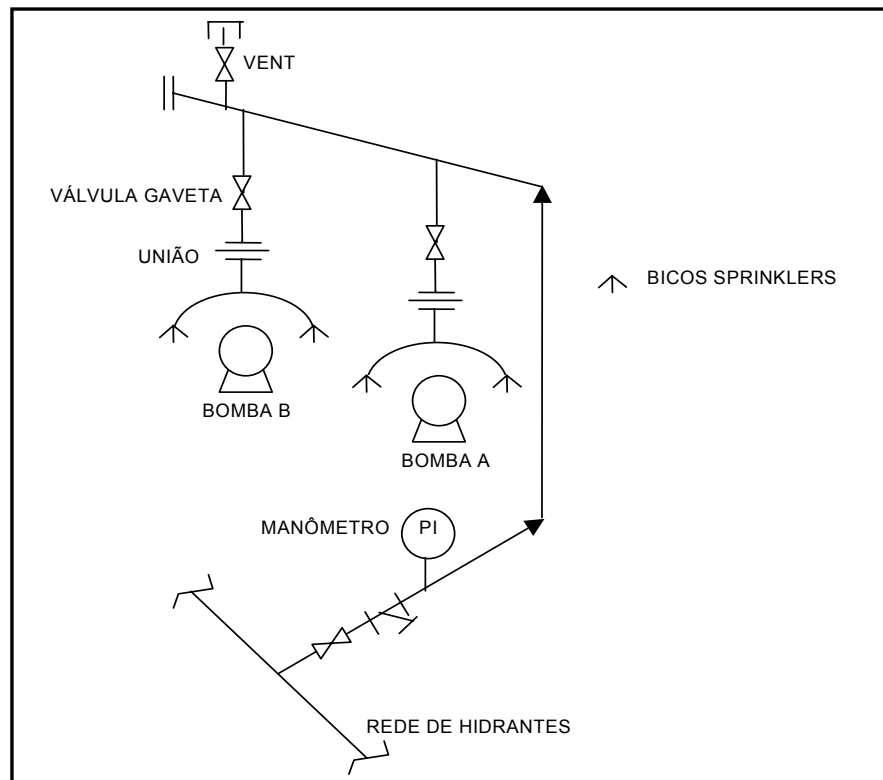
e) Instalação

- Cada unidade deve possuir um *header* específico, dotado de filtro, oriundo da própria rede de hidrantes, para alimentação dos sistemas de *sprinklers*.
- Cada sistema deve ser alimentado por um *sub-header* o qual deverá possuir bloqueio e união de modo a permitir sua remoção parcial quando necessário.
- Deve ser prevista a instalação de vent no header principal.
- Os bicos deverão ser posicionados entre 0,20 e 0,30 metros do selo da bomba. Deve ser prevista a facilidade de remoção dos sub-headers (união roscada).
- Deverá ser instalado a partir da derivação da rede de hidrantes um bloqueio (tipo válvula gaveta) permanentemente aberto, seguido de um filtro tipo "Y", visando impedir a obstrução dos bicos *sprinklers*.



- Poderá ser instalado manômetro no header para certificar a permanência do sistema pressurizado.
- Todos os tubos e conexões instalados antes da válvula gaveta deverão ser em aço carbono, conforme especificação de tubulação da rede de combate a incêndio. Após a válvula gaveta, a tubulação e todos os componentes deverão ser galvanizados.

c) Croqui da Instalação



8.4.1 Área das Bombas

a) Deverão ser utilizados bicos *sprinklers* do tipo tubo cheio, pendente, rosca 20 mm (3/4" NPT), orifício 16 mm, fator K166, cor de líquido da ampola amarelo (79 °C), alinhados para a região do selo da bomba e posicionador (dois para cada bomba) em ângulo de 45°.

b) O número de bicos *sprinklers*, bem como o dimensionamento das tubulações (diâmetro e comprimento), o arranjo e a disposição do sistema no local a proteger, para cada área relacionada acima, não serão determinados nesse trabalho por entendermos ser um projeto de Detalhamento do Sistema .



9. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA

a) Obrigatoriedade

São obrigatórios sistemas de espuma para proteção de todas as áreas onde seja possível o derrame ou vazamento de líquidos combustíveis ou inflamáveis ou onde esses líquidos já estejam normalmente expostos à atmosfera (item 8.1.1 da N-1203).

Entende-se por “sistema de proteção de espuma” os dispositivos capazes de gerar espuma e lançá-la sobre a superfície de um combustível em chamas. Este sistema pode ser dividido em:

(I) Sistema fixo: é uma instalação contínua, que inclui os reservatórios de água e de líquido gerador de espuma (LGE), as bombas, as tubulações, os proporcionadores e os geradores de espuma;

(II) Sistema semi-fixo: o tanque de armazenagem de produto possui tubulação fixa para o lançamento da espuma, que se prolonga até um local posicionado fora da bacia de contenção, onde estão localizadas as conexões para os equipamentos móveis; o suprimento da solução (água e LGE) ou da espuma é feito através de equipamentos móveis;

(III) Sistema móvel: a formação de espuma é obtida através de equipamentos móveis (mangueiras, proporcionadores e geradores).

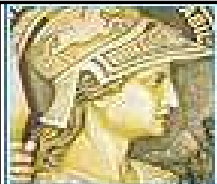
b) Proteção de Tanque

São obrigatórios sistemas de aplicação dotados de câmara de espuma, nos casos previstos na norma ABNT NBR 7505 (item 8.3.1 da N-1203).

O item 8.2 da NBR 7505-4 estabelece que todos os tanques atmosféricos de teto fixo que contenham produtos das classes I e II e que possuam diâmetro superior a 9 m ou altura superior a 6 m devem possuir sistema fixo de aplicação de espuma para proteção e combate a incêndio.

Em contrapartida, o item 8.3.2 da N-1203 estabelece que para os tanques com diâmetro inferior a 9,00 m e altura inferior a 6,00 m, pode ser efetuado o combate a incêndio por meio de esguichos ou canhões de espuma.

É recomendado que os tanques de teto fixo com selo flutuante PW da Estação de Horizonte Belo tenham sistemas fixos com câmaras de espuma, dimensionados para a área total do teto, em face da possibilidade de transbordamento do produto para a superfície desses tanques.



Para fins da ABNT NBR 7505, a Gasolina está classificado como Classe IB, correspondendo a líquidos com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição a partir de 37,8°C.

O Óleo Diesel está classificado como Classe II, correspondendo a líquidos combustíveis com ponto de fulgor igual ou superior a 37,8 °C e ponto de ebulição a partir de 60 °C.

c) Proteção de Outras Áreas

É obrigatório o emprego de sistema de lançamento de espuma em áreas sujeitas a derramamento de hidrocarbonetos com possibilidade de incêndio, tais como unidades de processamento, parque de bombas e braços de carregamento ou em áreas com superfície livre exposta, tais como: separadores de água e óleo e caixas coletoras (item 8.4 da N-1203).

d) Dimensionamento para Tanques

Em tanques de teto fixo devem ser observados os critérios abaixo:

(I) A vazão de solução de espuma para sistemas fixos e semi-fixos de espuma deve ser calculada para se aplicarem, no mínimo, 4,1 L/min.m² de superfície livre de líquido no tanque, em caso de tanques contendo hidrocarbonetos (item 8.5.1 (a) da N-1203 e item 8.2.2 da NBR 7505-4);

Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-001/02/03 = 358,0 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 1467,8 L/min ou 88,1 m³/h.

Área de superfície livre de líquido no tanque TQ-004 = 263,0 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 1078,3 L/min ou 64,7 m³/h.

Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-005 = 394,1 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 1615,8 L/min ou 96,9 m³/h.

Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-006 = 467,6 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 1917,2 L/min ou 115,0 m³/h.



Área de superfície livre de líquido no tanque TQ-007 = 72,8 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 298,5 L/min ou 17,9 m³/h.

(II) A vazão mínima de água e LGE deve ser calculada considerando a vazão de proteção do tanque de maior diâmetro, acrescida da vazão necessária para a proteção suplementar da bacia de contenção.

Vazão total de solução de espuma = $1917,2 + 400,0 = 2317,2$ L/min ou 139,0 m³/h.
2 x 200 L/min (conforme item 9 e)

(III) A dosagem do líquido gerador de espuma em água deve ser feita na concentração de 3% (item 8.2.2 da N-1203), no caso de hidrocarbonetos.

Vazão mínima necessária de água = 2247,7 L/min ou 134,8 m³/h.

Vazão mínima necessária de extrato = 69,5 L/min ou 4,2 m³/h.

e) Dimensionamento para Bacias de Tanques

Deve ser previsto o uso de espuma através de aplicadores manuais (esguichos) para extinção de focos de incêndio no interior da bacia, sendo necessário 01 (um) esguicho como o número mínimo de esguichos de espuma exigido, considerando o diâmetro do maior tanque igual ou inferior a 20,00 m, 02 (dois) esguichos como o número mínimo de esguichos de espuma exigido, considerando o diâmetro do maior tanque superior a 20,00 m e igual ou inferior a 36,00 m e 03 (três) esguichos como o número mínimo de esguichos de espuma exigido, considerando o diâmetro do maior tanque superior a 36,00 m, sendo a vazão mínima a ser considerada de 200 L/min por esguicho (item 8.6 e TABELA 4 da N-1203 e item 8.7 e TABELAS 8 e 9 da NBR 7505-4)

De qualquer forma, deve haver pelo menos dois aplicadores manuais para cada bacia a ser protegida, posicionados de tal forma que a espuma seja lançada de duas direções distintas; a alimentação de LGE independente, sem simultaneidade de aplicação. Os canhões monitores, quando utilizados para proteção da bacia de contenção, devem ser instalados externamente ao dique (item 8.5.2 da NBR 7505-4).

**f) Dimensionamento para Outras Áreas**

A vazão de projeto de solução de espuma deve ser calculada para no mínimo 6,5 L/min.m² de superfície atingida pelo combustível, não podendo ser inferior a 200 L/min e deve ser lançada de duas direções distintas e alimentação independentemente, cada uma com esta vazão, sem simultaneidade de aplicação (item 8.7 da N-1203 e item 8.8 da NBR 7505-4).

Casa de Bombas (125 m²) = 812,5 L/min ou 48,8 m³/h, mínimo

Scraper 1(172 m²) = 1118,0 L/min ou 67,1 m³/h, mínimo

Scraper 2 e 3 (288 m²) = 1872,0 L/min ou 112,3 m³/h, mínimo

Separador de Gás (6 m²) = 200,0 L/min ou 12,0 m³/h, mínimo

Manifold (250 m²) = 1625,0 L/min ou 97,5 m³/h, mínimo

Caixa de Óleo (6 m²) = 200,0 L/min ou 12,0 m³/h, mínimo

SAO (9 m²) = 200,0 L/min ou 12,0 m³/h, mínimo

g) Estoque de Líquido Gerador de Espuma

O estoque mínimo de líquido gerador de espuma deve ser fixado de modo a permitir a operação contínua do sistema de combate a incêndio com espuma para o maior risco a cobrir (item 8.9.1 da N-1203), o parque de tanques.

Para tanques de teto fixo, o estoque deve permitir a operação contínua do sistema de combate ao fogo no tanque com petróleo ou nafta pelo tempo mínimo de 55 min para sistema fixo com câmara de espuma ou 65 min para esguichos e canhões lançadores de espuma e, a operação dos esguichos para extinção do fogo na bacia pelo tempo mínimo de 10 min para tanques com diâmetro menor ou igual a 10,00 m, 20 min para tanques com diâmetro entre 10,00 e 29,00 m e 30 min para tanques com diâmetro maior que 29,00 m (item 8.9.2, TABELA 5 e TABELA 6 da N-1203). O mesmo tempo mínimo deve ser considerado no caso de combate ao fogo em tanques de álcool (item 3.3 da N-1886).

Considerando o tanque TQ-006: $(1917,2 \times 55 + 400 \times 20) / 1000 = 113,4 \text{ m}^3$

Para outras áreas, a operação contínua do sistema de espuma deve ser de 30 minutos, no mínimo (item 8.9.3 da N-1203).



$$\text{Casa de Bombas} = (812,5 \times 30) / 1000 = 24,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Scraper 1} = (1118,0 \times 30) / 1000 = 33,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Scraper 2 e 3} = (1872,0 \times 30) / 1000 = 56,2 \text{ m}^3$$

$$\text{Separador de Gás} = (200,0 \times 30) / 1000 = 6,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Manifold} = (1625,0 \times 30) / 1000 = 48,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Caixa de Óleo} = (200 \times 30) / 1000 = 6,0 \text{ m}^3$$

$$\text{SAO} = (200 \times 30) / 1000 = 6,0 \text{ m}^3$$

h) Dimensões do Vaso Atmosférico para LGE

A dosagem do líquido gerador de espuma em água deve ser feita na concentração de 3%, para hidrocarbonetos (item 8.2.2 da N-1203).

$$V = 113.400 \text{ L} \times 0,03 = 3396 \text{ L}$$

O volume mínimo de solução de espuma necessário na Estação de Horizonte Belo, considerando o combate ao fogo através de câmaras de espuma, corresponde ao volume de 3396 L (897 galões) de extrato.

Para o tanque TQ-007, a capacidade mínima de extrato necessária corresponde ao seguinte volume:

$$V = (298,5 \times 55 + 200 \times 10) \times 0,03 = 553 \text{ L} (146 \text{ gal})$$

i) Sistemas por Lançadores Manuais

Considerando a possibilidade de ocorrer problemas com as câmaras de espuma, determina-se também o volume mínimo de solução de espuma necessário para a taxa de aplicação de espuma de 6,5 L/min.m², através de lançadores manuais como esguichos ou canhões-monitores, levando em conta também que nem toda a espuma possa atingir a superfície do incêndio, devido ao vento, alcance, falha do esguicho, falha dos operadores e outros.



(I) Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-001/02/03 = 358,0 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 2327,0 L/min ou 139,6 m³/h.

Área de superfície livre de líquido no tanque TQ-004 = 263,0 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 1709,5 L/min ou 102,6 m³/h.

Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-005 = 394,1 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 2561,6 L/min ou 153,7 m³/h.

Área de superfície livre de líquido nos tanques TQ-006 = 467,6 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 3039,4 L/min ou 182,4 m³/h.

Área de superfície livre de líquido no tanque TQ-007 = 72,8 m²;

Vazão mínima necessária de solução de espuma = 473,2 L/min ou 28,4 m³/h.

(II) Vazão total de solução de espuma = 3039,4 + 400,0 = 3439,4 L/min ou 206,4 m³/h.

(III) Para a dosagem de 3% de líquido gerador de espuma:

Vazão mínima necessária de água = 3336,2 L/min ou 200,2 m³/h.

Vazão mínima necessária de extrato = 103,2 L/min ou 6,2 m³/h.

(IV) Estoque de Espuma (tempo mínimo de 65 minutos):

Tanque TQ-006: $(3039,4 \times 65 + 400 \times 20) / 1000 = 205,6 \text{ m}^3$

(V) Volume Mínimo de Líquido Gerador de Espuma:

$V = 205.600 \text{ L} \times 0,03 = 6168 \text{ L}$

O volume mínimo de solução de espuma necessário na Estação de Horizonte Belo, considerando o combate ao fogo através de lançadores manuais, corresponde ao volume de 6168 L (1629 galões) de extrato.



Para o tanque TQ-007, o volume mínimo de extrato necessário corresponde ao seguinte:

$$V = (473,2 \times 65 + 200 \times 10) \times 0,03 = 983 \text{ L (260 gal)}$$

j) Sistemas para Tanques de Teto Fixo

O sistema para proteção por espuma dos tanques de teto fixo por câmara de espuma deve prever as seguintes partes (item 8.10.1 da N-1203):

- ponto de alimentação;
- tubulação de alimentação;
- aerador;
- câmara de espuma;
- defletor de espuma;
- hidrante de solução, no caso de sistemas fixos de proporcionamento.

O número de câmaras de espuma varia em função do diâmetro do tanque (TABELA 3 da N-1203):

TABELA 12: NÚMERO DE CÂMARAS

Diâmetro do Tanque em m	Número de Câmaras
$D \leq 24,4$	1
$24,4 < D \leq 36,6$	2
$36,6 < D \leq 42,7$	3
$42,7 < D \leq 48,8$	4
$48,8 < D \leq 54,9$	5
$54,9 < D < 60,0$	6

Em tanques de armazenagem de líquidos e inflamáveis de teto fixo é recomendada a instalação de câmaras de espuma tipo MCS.

Portanto, considerando os tanques da Estação de Horizonte Belo:

**TABELA 13: MODELO DE CÂMARAS PARA OS TANQUES DA ESTAÇÃO**

Tanques	Modelo da Câmara	Limite	Diâmetro do Orifício	Pressão no Aerador		Vazão de Solução
			mm	kPa	Kgf/cm ²	L/min
TQ-001/02/03/04/05/06	MCS-33	Mínimo	31,04	207	2,1	583
		Máximo	46,36	690	7,0	2373
TQ-007	MCS-9	Mínimo	15,76	207	2,1	143
		Máximo	23,01	690	7,0	560

Os tanques TQ-001/02/03/04/05/06 devem ser dotados de 01 (uma) câmara de espuma tipo MCS-33, cada um e o TQ-007 deve ser dotado de 01 (uma) câmara de espuma tipo MCS-9, pois a vazão necessária para cada tanque, calculado no item 9 d) se encaixa na faixa de vazão de acordo

k) Sistemas para Outras Áreas

Quando o sistema de geração de espuma for fixo, devem ser previstos para as áreas citadas no item 9c), pelo menos, 02 (dois) hidrantes de solução de 02 (duas) saídas para aplicação de espuma por meio de esguicho (item 8.11 da N-1203).

10. VAZÃO DE PROJETO DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO

Para determinar a vazão de água do sistema de combate a incêndio, considerando como pior cenário o combate ao fogo no TQ-003, deve ser escolhida a maior vazão entre (item 5 da NBR 7505-4):

a) a situação mais desfavorável para a aplicação de espuma em um tanque considerado em chamas e na bacia e o resfriamento dos tanques vizinhos:

Vazão mínima necessária: $1867,8 + 11193,0 = 13060,8 \text{ L/min} = 783,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (considerando o combate ao fogo no tanque e na bacia através de câmaras de espuma e a utilização de aspersores para resfriamento dos tanques vizinhos).



Vazão mínima necessária: $2727,0 + 11193,0 = 13920,0$ L/min = $835,2$ m³/h
(considerando o combate ao fogo no tanque e na bacia através de lançadores manuais de espuma e a utilização de aspersores para resfriamento dos tanques vizinhos).

b) a situação mais desfavorável para o resfriamento de um tanque considerado em chamas e para o resfriamento dos tanques vizinhos:

Vazão mínima necessária: $4582,4 + 5407,6 = 9990,0$ L/min = $599,4$ m³/h
(considerando a utilização de canhões monitores e outros lançadores manuais).

Vazão mínima necessária: $4582,4 + 6657,4 = 11239,8$ L/min = $674,4$ m³/h
(considerando a utilização de aspersores).

Entende-se por situação mais desfavorável aquela que exige a maior vazão de água. Não deve-se levar em conta a vazão necessária para o resfriamento de todo o parque de tanques por entendermos ser uma posição muito conservadora, visto que este cálculo leva em consideração a vazão necessária para o caso de todo o parque estar pegando fogo ao mesmo tempo.

c) As tubulações da rede de hidrantes e canhões-monitores devem ser calculadas considerando a velocidade máxima de 4 m/s.

TABELA 14: RESULTADOS DA VAZÃO DE PROJETO

Condição*	Vazão Projeto (m³/h)	Ø Linha (in)	Velocidade (m/s)
Resfriamento do TQ-003 em chamas através de aspersores	674,4	10	3,7
Combate ao Fogo no TQ-003 através de lançadores manuais	835,2**	12	3,1
Combate ao Fogo no TQ-003 através de câmaras de espuma	783,6	12	2,8

* Considera também o resfriamento dos tanques vizinhos com água por aspersores.

** Considera o combate ao fogo no tanque com lançadores manuais no caso mais crítico



11. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

O sistema de proteção por extintores é constituído por dispositivos capazes de extinguir focos de incêndio. O número mínimo de extintores necessários para proteger um estabelecimento depende:

- da natureza do fogo a extinguir;
- da substância utilizada para a extinção do fogo;
- da quantidade dessa substância.

A natureza do fogo está classificada da seguinte forma (item 23.9.1 da NR-23):

- Classe A: materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem em sua superfície e profundidade, e que deixam resíduos como tecidos, madeira, papel, fibra etc.
- Classe B: inflamáveis ou produtos que queimem somente em sua superfície, não deixando resíduos, como óleos, graxas, vernizes, tintas, gasolina, etc. cvnm
- Classe C: equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios, etc

Os tipos de extintores a serem utilizados dependem da natureza do fogo a extinguir:

TABELA 15: EXTINTORES

Substâncias	Classes	Capacidade do extintores	Número de extintores que constituem unidade extintora
Água Pressurizada	A	10 litros	1
Espuma	A e B	10 litros	1
		5 litros	2
Gás Carbônico	B e C	6 kg	1
		4 kg	2
		2 kg	3
		1 kg	4
Pó Químico Seco	B e C	4 kg	1
		2 kg	2
		1 kg	3



- Casas de Bombas (125 m²):

Natureza do Fogo: Classe B

Risco de fogo: médio.

Área coberta por unidade de extintores: 250 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A Área da Casa de Bombas deve possuir no mínimo 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Almoxarifado e Oficina (10 m²):

Natureza do Fogo: Classe A

Risco de fogo: pequeno.

Área coberta por unidade de extintores: 500 m².

Distância máxima a ser percorrida: 20 metros.

Natureza do Fogo: Classe B

Risco de fogo: médio.

Área coberta por unidade de extintores: 250 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.



A área do Almojarifado e da Oficina deve possuir no mínimo 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Espuma de 10 litros de capacidade ou carga de Água Pressurizada de 10 litros de capacidade e 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Gerador e Sala de Painéis (390 m²):

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A área do Gerador e da Sala de Painéis deve possuir no mínimo 03 (três) unidades extintoras de incêndio portáteis, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Casa de Controle (300 m²):

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

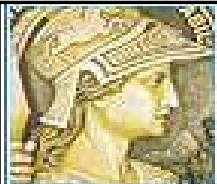
A Área da Casa de Controle deve possuir no mínimo 02 (duas) unidades extintoras de incêndio portáteis, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Subestação (420 m²):

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².



Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A área da Subestação deve possuir no mínimo 03 (três) unidades extintoras de incêndio portáteis, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Depósito (108 m²):

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A área do Depósito deve possuir no mínimo 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Sala de Comunicação (33 m²):

Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A área da Sala de Comunicação deve possuir no mínimo 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

- Guarita (25 m²):

Natureza do Fogo: Classe A

Risco de fogo: pequeno.

Área coberta por unidade de extintores: 500 m².

Distância máxima a ser percorrida: 20 metros.



Natureza do Fogo: Classe C

Risco de fogo: grande.

Área coberta por unidade de extintores: 150 m².

Distância máxima a ser percorrida: 10 metros.

A área da Guarita deve possuir no mínimo 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Espuma de 10 litros de capacidade ou carga de Água Pressurizada de 10 litros de capacidade e 01 (uma) unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou de Gás Carbônico de 6 kg de capacidade.

12. SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES

São sistemas automáticos destinados à detecção, alarme e combate a incêndio em locais principalmente fechados tais como: subestações elétricas, salas de controle, galerias de cabos elétricos ou de instrumentação, casas de analisadores de campo, etc.

O sistema automático de detecção sinaliza o princípio de um incêndio pelo seus sintomas iniciais: fumaça, chamas, gases e calor. O sistema aciona alarmes e ativa os comandos pré-programados.

12.1 SISTEMAS FIXOS DE DETECÇÃO DE GÁS COMBUSTÍVEL

Um sistema fixo de detecção de gases combustíveis é constituído basicamente de elementos sensores (localizados próximos aos locais a serem protegidos) e por controladores situados nas salas de controle, os quais processam e emitem os sinais percebidos pelos sensores.

Tais sistemas permitem identificar e quantificar imediatamente vazamentos de gases combustíveis, permitindo a adoção de medidas corretivas que impeçam a ocorrência de acidentes de grandes dimensões.

**a) Utilização**

Sistemas de detecção de gás combustível são utilizados basicamente para monitoração de:

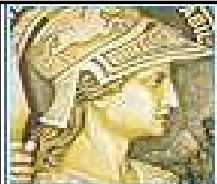
- Tomadas de ar para salas de controle;
- Tomadas de ar para subestações elétricas;
- Casas de analisadores e grandes painéis de campo;
- Salas de baterias;
- Áreas de processo.

b) Localização

A locação dos sensores para proteção de áreas de processo deve obedecer alguns critérios básicos, tais como:

- Instalação de sensores no interior de casas de compressores;
- Instalação de sensores nas proximidades dos selos das bombas e compressores locados em pontos críticos no que se refere a segurança da Unidade;
- Instalação de sensores próximos às válvulas cujas atuações sejam consideradas críticas para bloqueio de fluxo de inflamáveis;
- Instalação de sensores próximos a flanges cuja localização (e/ou bloqueios do sistema) seja tal que, caso ocorra vazamento pelo mesmo, haja a possibilidade de formação de nuvens de vapores inflamáveis dentro da Unidade;
- Instalação de sensores próximos a dispositivos de alívio cuja localização possa gerar risco de formação de nuvens de vapores inflamáveis dentro da Unidade quando da sua atuação;
- Instalação de sensores em locais onde a proximidade entre equipamentos dificulte a dispersão de possíveis vazamentos gasosos.

Ao locar os sensores, os critérios referentes à posição relativa entre os mesmos e o risco a proteger devem basear-se na premissa de que a “detecção só ocorrerá se o gás atingir o sensor”. Deste modo, dados como “densidade do gás a ser detectado” e “direção e sentido dos ventos predominantes” são relevantes.

**c) Instalação**

- Os sensores devem ser instalados nas proximidades do risco a proteger, conforme orientações acima.
- Os controladores devem ser instalados na sala de controle, como parte de um “painel central de alarmes de emergências”, o qual deve conter ainda os seguintes elementos:
 - quadro ilustrativo do lay-out da unidade indicando através de *leds* a localização dos sensores no campo;
 - indicador e registrador de sentido e velocidade dos ventos predominantes.
- Deve ser instalado um quadro sinóptico na Sala de Comunicações de Emergência, capaz de indicar sonora e luminosamente o acionamento do sistema de detecção (um *led* para cada área de processo).
- Na instalação dos controladores devem ser previstas facilidades de desligamento que permitam a remoção de alguns sensores no campo sem interferir na operacionalidade dos demais.
- Deve ser prevista a emissão de dois níveis de alarmes distintos na sala de controle, correspondentes aos “sets” de detecção, referentes aos níveis baixo e alto da % do limite inferior de explosividade.

O “painel central de alarmes de emergências” poderá ser substituído por um “gerenciador e anunciador gráfico de eventos em tempo real” (software aplicativo que permite a utilização de microcomputadores convencionais), que apresenta as seguintes vantagens:

- ocupa pouco espaço na sala de controle;
- permite concentrar todas as demais informações referentes aos sistemas de segurança, tais como: sistema de alarme de incêndio, sistemas de *sprays*, *sprinklers*, etc.

d) Locais para Instalação

Deverão ser instalados detectores de gás combustível nas seguintes áreas da Estação de Horizonte Belo:

- Scrapers de Gás;
- Manifolds e Tubovias;
- Área das Bombas;



- Scraper de Líquido Combustível;
- Bacias dos Tanques;
- Separador de Gás.

O número e localização de detectores de gás combustível, para cada área relacionada acima deverão ser determinados durante o Projeto Básico e Detalhamento do Sistema, após definição das especificações, alcance, tempo de resposta, devido às particularidades inerentes a cada risco a proteger.

12.2 SISTEMA FIXO DE DETECÇÃO DE CHAMAS

Um sistema fixo de detecção de chamas é constituído basicamente de elementos sensores, localizados próximos aos locais a serem protegidos, e por controladores situados nas salas de controle, os quais processam e emitem os sinais percebidos pelos sensores.

Tais sistemas são atuados por energia radiante visível ao olho humano ou mesmo fora desta faixa, focalizando a área protegida por meios óticos. São sensíveis a brasas, carvões e chamas que irradiem energia em quantidade suficiente dentro das faixas de ondas previstas. Principais tipos:

- Ultra-violeta

É indicado principalmente para aplicações externas, não é afetado por condições climáticas (vento, chuva, etc.) e é insensível à radiação solar. Não reage a luz artificial normal.

- Infra-vermelho

Captando a irradiação eletromagnética liberada pelas chamas nas faixas de frequência do infra-vermelho, estes detectores são capazes de detectar um incêndio na sua fase bem inicial. Assim, são recomendados particularmente para proteção de recintos fechados com tetos (pé-direito) elevados.

**d) Locais para Instalação**

Deverão ser instalados detectores de chamas de largo espectro de detecção (Triplo IR), onde a distância de detecção é 2 a 3 vezes maior que os demais detectores convencionais IR ou UV/IR, nas seguintes áreas da Estação de Horizonte Belo:

- Scrapers de Gás;
- Separador de Água e Óleo (SAO);
- Caixa de Óleo;
- Manifolds e Tubovias;
- Área das Bombas;
- Separador de Gás;
- Scrapers de Líquidos Combustíveis.

O número e a locação de detectores de chamas para cada área relacionada acima deverão ser determinados durante o Projeto Básico e Detalhamento do Sistema, após definição das especificações, alcance, tempo de resposta, devido às particularidades inerentes a cada risco a proteger.

12.3 SISTEMAS FIXOS DE DETECÇÃO DE FUMAÇA POR ASPIRAÇÃO**a) Descrição**

O sistema de detecção de fumaça por aspiração é um sistema completo de detecção de incêndio que oferece o alerta mais antecipado possível de um foco de incêndio potencial. Seu alto desempenho se baseia na detecção de fumaça desde seus estágios mais iniciais (fumaça invisível), devido ao seu sistema de filtragem de partícula e leitura a laser, permitindo a atuação a tempo de minimizar os danos.

Este conjunto também permite que o sistema funcione em ambientes com pouco fluxo de ar, com ar condicionado ou ventilação forçada.

b) Operação

O sistema opera continuamente extraindo o ar através de uma rede de tubos empregando um aspirador de alta eficiência, que aspira e coleta o ar das áreas de risco, a fim de detectar a presença de fumaça. Uma amostra deste ar passa por um filtro de dois estágios. No primeiro estágio, partículas de poeira e sujeira são removidas da

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

amostra de ar antes que ela entre na câmara de detecção a laser para a análise de fumaça. O segundo estágio (filtragem ultrafina), tem a função exclusiva de fornecer ar limpo para proteger as superfícies óticas no interior do detector contra contaminação e para garantir a calibragem estável e a longa vida do detector.

Após o filtro, a amostra de ar passa para a câmara calibrada de detecção, onde é exposto a uma fonte estável e controlada de luz laser. Se a fumaça estiver presente, a luz se dispersará no interior da câmara de detecção e será instantaneamente identificada pelos sensores óticos de alta sensibilidade.

O sinal será então processado e representado por meio de um Gráfico de Barras Verticais, de indicadores de nível de alarme e/ou display gráfico. Os detectores são capazes de comunicar esta informação para o painel de controle e alarme de incêndio ou para o sistema de gerenciamento por meio de relés ou de uma interface de alto nível.

Um dos elementos principais para o desempenho do Sistema de Detecção por Aspiração é a rede de dutos (PVC) de amostragem, os quais transportam o ar presente em uma área protegida até o detector.

c) Módulo Detector

O sistema de detecção apresenta 04 (quatro) entradas para os tubos de PVC denominados setores e conta internamente com os seguintes componentes:

- Aspirador
- Filtro de ar de duplo estágio
- Câmara de leitura a laser
- Cartão terminal
- Cartão processador

Cada entrada possui um sensor de fluxo de ar (*scanner*) que supervisiona as alterações no nível de fluxo pré-ajustado. Dentro do detector, uma amostra é enviada à câmara de leitura após passar pelo filtro de duplo estágio. A câmara de detecção utiliza uma fonte de luz laser estável onde a fumaça refletida é captada por dois foto-sensores ultra sensíveis adequadamente posicionados.

O resultado da análise é enviado ao cartão processador como um código processado em sinal eletrônico e transmitido ao cartão terminal, que transforma este sinal e transmite esta leitura ao *display*.



d) *Módulo Display*

O módulo display indica em tempo real a operacionalidade do sistema, monitorando e informando o estado do detector, oferecendo uma representação visual dos níveis de fumaça juntamente com as condições de alarme e falhas, indicando, por exemplo, qual tubo está sendo analisado no momento e o nível de fumaça da área correspondente.

e) *Módulo Programador*

O módulo programador permite que o usuário configure, prepare para funcionamento e faça a manutenção de seu sistema de maneira conveniente. Permite também a modificação dos ajustes efetuados e a programação individual de cada detector. Somente um programador é necessário para atender a toda a rede.

12.3.1 Locais para Instalação

Deverão ser instalados detectores de fumaça por aspiração nas seguintes áreas da Estação de Horizonte Belo:

- Subestações;
- Salas de Controle (Painéis Elétricos);
- Depósito de Resíduos.

Nota: O sistema automático de detecção, alarme e combate a incêndio em galerias de cabos elétricos ou de instrumentação, deve ser feito apenas em porão de cabos da Subestação. Não se protege todo o cabeamento (em Tubovias, etc.)

12.3.2 Sistemas de Extinção

Deve ser considerada a utilização de CO₂ como agente extintor de combate a incêndio.

a) *Descrição*

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás inodoro, incolor, anticorrosivo e não-condutor de eletricidade.

**b) Operação**

O CO₂ extingue o fogo pela redução do oxigênio existente no ambiente e por resfriamento, proveniente do contato do agente à baixa temperatura com a superfície em combustão.

Os sistemas de CO₂ suprimem o fogo por inundação total ou aplicações locais. No caso de inundação total, o agente extintor é descarregado em todo o ambiente a ser protegido. Nas aplicações locais, muito usuais em plantas industriais, o risco específico é focado dentro de um volume imaginário.

Os sistemas de CO₂ são recomendados para a proteção de áreas não ocupadas, em função do risco potencial de asfixia.

O dilúvio deve ser nos gabinetes dos equipamentos (painéis elétricos) e CMM. Deve haver retardamento do dilúvio e sinalização sonora do mesmo, informando que haverá abandono do recinto. Se o dilúvio for em toda a sala, deve haver equipamento portátil de respiração autônoma para o número de pessoas que estiver no local e deve ser determinado pela operação.

c) Sistema Extintor

Deve ser utilizado preferencialmente o CO₂, uma vez que são aplicáveis apenas para ambientes confinados, devendo ser projetado de acordo com a NBR-12232 e NFPA12.



CAPÍTULO IV ANÁLISE DAS CONFORMIDADES E NÃO-CONFORMIDADES



13. CONFORMIDADES E NÃO CONFORMIDADES

13.1 TIPO E QUALIDADE DA ÁGUA

A água usada no sistema em operação pode ser doce ou salgada, sem tratamento, desde que isenta de óleo ou outras substâncias incompatíveis com a produção de espuma (item 4.3.1 da N-1203).

A água de incêndio utilizada na rede de hidrantes existente na Estação é doce, proveniente de poço de captação existente no próprio terreno.

13.2 SUPRIMENTO DE ÁGUA

A rede de incêndio deve ser independente de outras redes de água, e abranger toda a área industrial, com ramais que atinjam pontos convenientes das áreas administrativas. Uma vez que as quadras das unidades de processo devem ser totalmente contornadas pela rede de incêndio, o sistema nestas quadras deve se constituir de malhas completas (item 6.1.1 da N-1203).

É premissa básica deste projeto que todo o sistema de combate a incêndio deva ser independente de outros sistemas operacionais, em conformidade com as exigências das normas vigentes.

Caso o abastecimento do reservatório seja simultâneo ao incêndio, o seu volume poderá ser reduzido proporcionalmente às condições deste abastecimento, desde que o volume mínimo do reservatório atenda a demanda para 2 horas. No caso de reabastecimento por bombeamento, as bombas e respectivos acionadores devem atender aos mesmos requisitos das bombas principais de combate a incêndio (item 4.2 da NBR 7505).

A Estação é dotada de um reservatório de água de combate a incêndio (TQ-019) de 1300 m³ de capacidade, sendo suprida diretamente pelo poço de captação. Uma cisterna (TQ-012), de capacidade não informada, fornece também água diretamente para a sucção das bombas de incêndio. Atualmente, essa ligação com as bombas encontra-se bloqueada por flanges cegos.

Para essa Estação, por norma, é exigido um reservatório com capacidade de no mínimo 3341 m³ (Vazão de projeto = 835,2 m³/h x 4 h). Considerando apenas o volume do reservatório de água de combate a incêndio existente, este não atende ao mínimo requerido em Norma.

Existe na Estação um sistema de bombeamento de água de combate a incêndio, composta de uma bomba elétrica e uma bomba a diesel, cada uma com as seguintes características:



- Bomba Elétrica (B-017A)

Worthington, Capacidade 360 m³/h, AMT – 120 mca

Motor WEG, 350 cv, 60 Hz, 1781 rpm, 260 kW

- Bomba a Diesel (B-017B)

Worthington, Capacidade 377 m³/h, AMT – 120 mca

Motor SAAB Scania do Brasil, 402 HP, 1800 rpm

Considerando os critérios atuais das Normas vigentes, a capacidade deste sistema de bombeamento é insuficiente para atender às necessidades de água de combate a incêndio para o maior risco isolado da Estação, que é o Parque de Tanques, para o qual é exigida uma vazão mínima de 835,2 m³/h, considerando a proteção por resfriamento de um tanque considerado em chamas e o resfriamento dos tanques vizinhos.

O sistema de pressurização da rede era formado por um vaso de pressurização (V-001), com uma pressão de projeto de 10 kgf/cm² man, que atualmente encontra-se desativado.

13.3 VAZÃO DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO

A rede de hidrantes é alimentada pelo sistema de bombeamento, através de uma linha de 8" de diâmetro, que depois se divide em linhas de 6" e 8" de diâmetro, com alguns trechos enterrados. De acordo com os cálculos efetuados para o dimensionamento do sistema de combate a incêndio do local, esta linha é insuficiente para as necessidades efetivas de água de incêndio no combate ao maior risco.

Considerando os critérios atuais das Normas vigentes, para atender às necessidades de água de combate a incêndio para o maior risco a ser isolado na Estação, que é o Parque de Tanques, é requerida uma vazão mínima de projeto de aproximadamente 835,2 m³/h, considerando o combate ao fogo no tanque TQ-003 (6115 m³) e na bacia através de lançadores manuais de espuma e a utilização de aspersores para resfriamento dos tanques vizinhos.

As tubulações da rede de incêndio da Estação devem ser substituídas por tubulações de diâmetros de 12", para atender a uma velocidade máxima de 4 m/s.



13.4 MATERIAL DE TUBULAÇÃO E BLOQUEIO

As tubulações devem estar de acordo com a especificação Bh (150[#]), conforme Materiais de Tubulação N-76, para fluidos “Água de Incêndio e Concentrado de Espuma” (AF), cujo material possui pressão máxima admissível de 20 kgf/cm² man (286 psig) à temperatura ambiente.

Devem existir válvulas de bloqueio localizadas de tal maneira que pelo menos dois lados de uma malha que envolva quadras de processamento ou armazenamento possam ficar em operação, no caso de rompimento ou bloqueio de um dos outros dois. As válvulas de bloqueio devem ficar em condições de rápido e fácil acesso para sua operação, inspeção e manutenção (item 6.3 da N-1203 e item 7.1 da NBR 7505).

13.5 PRESSÃO DA REDE DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIO

Face à indisponibilidade de carros ou sistemas móveis de combate a incêndio, em condições de vazão nominal, a pressão mínima de trabalho na rede de hidrantes deve ser de 7 kgf/cm² man, medida no esguicho da mangueira de incêndio. A pressão de projeto da rede deve ser limitada a 20 kgf/cm² man. Quando fora de uso a rede deve ficar permanentemente cheia e pressurizada com o mínimo de 1,0 kgf/cm² man no ponto mais desfavorável da linha (item 6.4 da N-1203 e item 7.2 da NBR 7505).

13.6 PROTEÇÃO CATÓDICA

No caso de ser prevista a proteção contra corrosão interna por ânodos de sacrifício, estes devem ser instalados de modo a não comprometer o fluxo de água nem serem arrastados em caso de desprendimento (item 6.7 da N-1203).

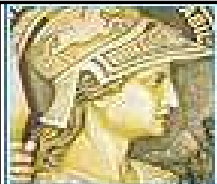
A resistência elétrica do tanque a terra deve ser inferior a 10 ohms, mesmo com todas as tubulações desconectadas. Todas as instalações e equipamentos elétricos nos parques de tanques devem ser adequados à classificação elétrica da área, obedecendo à NBR 5418 ou outra internacionalmente aceita, desde que atenda, no mínimo, aos requisitos da Norma Brasileira (itens 4.2 e 4.3 da NBR 7505).

Para fins de classificação de área para instalações elétricas, devem ser adotados os seguintes critérios:

- API / NEC: Classe I, Grupo D (grupo do propano)
- ABNT / IEC: Grupo IIA (grupo do propano)

De acordo com a NBR 5419 em seu subitem A-2.4.1, o tanque é considerado aterrado se qualquer uma das condições abaixo for satisfeita:

- (I) O tanque está conectado a um sistema de aterramento;



(II) O tanque está acoplado metalicamente a uma rede de tubulações aterradas;

(III) O tanque está apoiado no solo ou em base de concreto e tem no mínimo 6 m de diâmetro, ou sobre revestimento betuminoso e tem no mínimo 15 m de diâmetro.

Não se pode garantir que os tanques existentes na Estação possuam qualquer tipo de proteção elétrica ou sistema de aterramento. Assim a condição do item (I) acima não está atendida. Sem entrar no mérito se uma tubulação enterrada pode ser considerada aterrada, mesmo porque é desconhecida a natureza do revestimento da mesma, ou quando conhecida a natureza, é desconhecida a sua eficiência como condutora, pode-se admitir que a condição do item (II) acima também não está atendida. Quanto à condição do item (III), esta é atendida, pois todos os tanques estão apoiados no solo e possuem diâmetros superiores a 6 m.

Em se tratando de proteção contra descargas atmosféricas, somente o aterramento dos tanques que contém produtos inflamáveis não é suficiente para garantir a eficácia do sistema. Para serem considerados autoprottegidos, as estruturas em chapa de aço utilizadas, incluindo o teto, devem ter espessura de no mínimo 4 mm. E mais, respiros, válvulas e demais aberturas que possam desprender vapores inflamáveis, devem ser providos de dispositivos de proteção corta-chama, para atender a Norma (item A-2.3.1 da NBR 5419). A falta deste último dispositivo é o que pode causar maior risco para as instalações. Para os tanques com selo flutuante da Estação também é necessário o uso de corta-chamas, uma vez que o gás combustível pode vazar pelo selo, formando atmosfera explosiva entre o selo e o teto do tanque.

Os postes posicionados nas vizinhanças da bacia de contenção devem ficar localizados de modo a não atingirem os tanques ou as tubulações, em caso de queda ou ruptura dos cabos elétricos.

Os postes posicionados em torno da bacia de contenção da Estação são apenas de iluminação, não havendo cabos aparentes para serem rompidos. Quanto a possibilidade de queda, esta praticamente não existe, considerando que os postes estão implantados com fundação apropriada aos seus comprimentos e ao tipo e condições do terreno. Dessa forma, os riscos previstos em Norma estariam cobertos, dispensando-se a relocação dos postes.

13.7 REDE DE HIDRANTES E CANHÕES - MONITORES

A atual rede de combate a incêndio da Estação é composta de hidrantes de duas e quatro saídas e de tubulações de aço carbono de 6" e 8" de diâmetro, que atendem o



local, formando um anel de 8" em torno do Parque de Tanques, sendo as tubulações aéreas. A bacia de contenção contendo o tanque SLOP não possui anel de hidrantes ao seu redor. A rede de hidrantes para a cobertura de outras áreas da Estação tem dimensões de 6" de diâmetro, porém é composto de trechos enterrados, dificultando a identificação de possíveis vazamentos, rupturas e o levantamento de campo para manutenção preventiva.

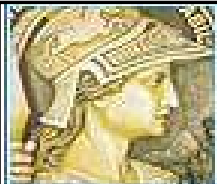
Para facilitar a inspeção e manutenção, recomenda-se que as linhas do sistema de tubulação, sempre que possível, sejam aéreas, seguindo, de preferência, o traçado das ruas. Nas áreas críticas, dentro de unidades de processo, por exemplo, recomenda-se que as linhas sejam subterrâneas (item 6.1.2 da N-1203).

Devem ser previstos hidrantes em todos os locais onde haja risco de vazamento ou derrame de produto. Os hidrantes devem possuir no mínimo duas saídas com diâmetro nominal de 65 mm, dotadas de válvulas e de conexões de engate rápido tipo "Storz". Os canhões monitores podem ser fixos ou portáteis para água ou espuma, ou ainda para ambos (item 7.4 da NBR 7505).

Nas áreas de processamento, armazenamento, transferência e outras áreas de Unidades Industriais, devem ser adotados hidrantes com quatro saídas, exceto nos seguintes casos (item 7.1 da N-1203):

- a) quando a demanda prevista por hidrante for superior a 4000 L/min, caso em que devem ser adotados hidrantes com seis saídas;
- b) quando a demanda prevista por hidrante for superior a 6000 L/min, caso em que deve ser prevista a instalação de mais um hidrante, no local, de maneira a complementar a vazão necessária à operação;
- c) quando a vazão total da instalação for igual a 2000 L/min, caso em que devem ser adotados hidrantes com duas saídas;
- d) quando o hidrante se destinar a proteção de áreas administrativas, caso em que devem ser adotados hidrantes com duas saídas.

Em bacias com capacidade de armazenamento não superior a 35000 m³, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 60 m e devem ser locados de tal forma que o comprimento de mangueira seja de no máximo 60 m. Já em bacias com capacidade de armazenamento superior a 35000 m³, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 100 m e devem ser locados de tal forma que o comprimento de mangueira seja de no máximo 90 m (item 7.4 da NBR 7505).

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

Nas demais áreas operacionais o espaçamento entre hidrantes deve obedecer a um máximo de 70 m nas demais áreas operacionais (Item 7.4 da N-1203).

Os hidrantes e os canhões fixos, quando manualmente operados, devem ficar afastados no mínimo 15 m do local a ser protegido (item 7.4 da NBR 7505).

Os hidrantes devem ser colocados em pontos de livre acesso, de preferência próximos às ruas. Sendo necessário, devem ser estendidas derivações para hidrantes, a partir da rede de incêndio, até pontos de fácil acesso (item 7.6 da N-1203).

Com base no arranjo existente de distribuição dos hidrantes na Estação , verifica-se que as atuais locações garantem cobertura total de todas as áreas e que estão com seus espaçamentos entre hidrantes de acordo com as Normas. Verifica-se uma insuficiência na quantidade de hidrantes e canhões monitores instalados na bacia de contenção do tanque SLOP.

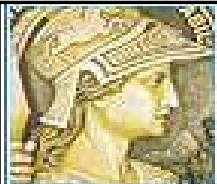
Os canhões monitores usados para resfriamento ou extinção de incêndio em tanques verticais ou horizontais devem ser capazes de resfriar teto e costado ou, no caso de aplicação de espuma, atingir a superfície do líquido quando em chamas (item 7.4 da NBR-7505).

Nas áreas da Estação não existem canhões monitores fixos em quantidade suficiente para o combate e resfriamento dos tanques. Os canhões monitores portáteis existentes nas áreas dos Parques de Tanques são de baixa vazão, ou seja, insuficientes para o combate.

Tendo em vista a distribuição prevista para hidrantes na Estação , para garantir cobertura total de todas as áreas, seriam necessárias mangueiras de no mínimo 30 m de comprimento, sendo então exigida uma pressão mínima de 7,5 kgf/cm² man, disponível no hidrante, para que se atinja 7,0 kgf/cm² man no esguicho.

Estação atualmente está dotada de 09 (nove) hidrantes de 02 (duas) saídas, 08 (oito) hidrantes de 04 (quatro) saídas, 03 (três) canhões monitores fixos, 01 (um) canhão monitor portátil de 02 (duas) entradas, 03 (três) hidrantes de espuma de 02 (duas) saídas.

A quantidade mínima de hidrantes deve ser calculada em função da demanda de água de combate a incêndio. No caso de utilização de anéis de resfriamento nos tanques, esta demanda pode ser abatida da vazão total para o dimensionamento da quantidade de hidrantes. Cada tanque deve ser protegido por no mínimo dois hidrantes (item 7.4 da NBR 7505).



Considerando este aspecto, o Parque de Tanques está totalmente coberto por pelo menos dois hidrantes para cada tanque. O mesmo não ocorre para o tanque TQ-007, onde a proteção é feita apenas por um hidrante de 2 saídas.

É recomendável o uso de abrigos de mangueiras conforme Anexos da N-1203 ou outro tipo adequado ao uso. A definição da localização dos abrigos deve ficar a cargo do projeto, sujeito à aprovação do Órgão local de Segurança Industrial (item 7.7 da N-1203).

Na Estação existem 04 (quatro) abrigos de mangueiras TIPO II, os quais não puderam ser analisados quanto aos equipamentos, materiais e dispositivos mínimos necessários que devem conter para o combate a incêndio, pois encontravam-se trancados. Existe na Estação um abrigo de mangueira fora do padrão exigido em Norma, cuja informação da lista de equipamentos descrita no local correspondia aos tipos e às quantidades de equipamentos referentes a abrigos TIPO II.

13.8 SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES

Atualmente, o combate às chamas e o resfriamento dos tanques na Estação estão baseados na utilização de câmaras de espuma e na utilização de hidrantes e canhões monitores.

É recomendada então a utilização de aspersores como sistema fixo para resfriamento dos tanques da Estação, não só para melhorar a eficiência de troca térmica no resfriamento, diminuir perdas de água de combate devido a fatores ambientais e operacionais e, garantir o combate às chamas à distância e de forma segura.

Nesse caso, deverão ser instalados em todos os tanques de armazenagem de líquidos combustíveis e inflamáveis da Estação anéis de resfriamento para o costado de cada tanque, constituídos de tubulações fixas conectadas diretamente à rede de água de combate a incêndio, os quais devem distribuir uma vazão uniforme de água sobre o equipamento a ser protegido.

O sistema prevê, no entanto, a proteção complementar através de sistemas fixos com hidrantes e canhões monitores ou outros lançadores manuais, na possibilidade de falha de funcionamento dos aspersores.

13.9 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS

Para proteção das bombas (área próxima ao selo) de líquidos combustíveis é recomendada a utilização de sistema de resfriamento por *sprinklers* do tipo tubo cheio, o



qual, por ser mantido permanentemente pressurizado com água, garante o combate automático e específico do equipamento a ser protegido.

São constituídos por tubulações fixas conectadas diretamente à rede de água para combate a incêndio, equipadas com bicos fechados (bicos *sprinklers* do tipo quartzóide), que se rompem, em caso de fogo, ao ser atingido o limite de temperatura para o qual o bico foi projetado, permitindo a descarga do fluxo de água sobre a região exposta.

O sistema de *sprinklers* também prevê a proteção complementar através de canhão monitor portátil e de hidrantes industriais.

13.10 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA

São obrigatórios sistemas de espuma para proteção de todas as áreas onde seja possível o derrame ou vazamento de líquidos combustíveis ou inflamáveis ou onde esses líquidos já estejam normalmente expostos à atmosfera (item 8.1 da N-1203).

São obrigatórios sistemas de aplicação dotados de câmara de espuma, nos casos previstos na norma ABNT NBR 7505 (item 8.3.1 da N-1203).

Para fins da ABNT NBR 7505, a Gasolina está classificado como Classe IB, correspondendo a líquidos inflamáveis com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição a partir de 37,8°C. O Óleo Diesel está classificado como Classe II, correspondendo a líquidos combustíveis com ponto de fulgor igual ou superior a 37,8 °C e ponto de ebulição a partir de 60 °C.

O sistema fixo ou semi-fixo é exigido para os tanques verticais atmosféricos de teto fixo que contenham produtos das classes I e II e que possuam diâmetro e altura superiores, respectivamente, a 9 m e a 6 m.

Para os tanques com diâmetro inferior a 9,00 m e altura inferior a 6,00 m, pode ser efetuado o combate a incêndio por meio de esguichos ou canhões de espuma (item 8.3.2 da N-1203).

Nos tanques de teto fixo com selo flutuante PW da Estação é obrigatório a utilização de sistemas fixos com câmaras de espuma, dimensionados para a área total do teto, em face da possibilidade de transbordamento do produto para a superfície do tanque.

A Estação é dotada de sistemas fixos de proteção por espuma através de câmaras de espuma nos tanques, vasos de LGE e tubulações de espuma que se prolongam para alguns hidrantes. No entanto, não existem sistemas móveis de espuma para o combate em outras áreas.



Sistema fixo de proteção de espuma é uma instalação contínua, que inclui os reservatórios de água e de líquido gerador de espuma (LGE), as bombas, as tubulações, os proporcionadores e os geradores de espuma.

É obrigatório o emprego de sistema de lançamento de espuma em áreas sujeitas a derramamento de hidrocarbonetos com possibilidade de incêndio, tais como unidades de processamento, parque de bombas e braços de carregamento ou em áreas com superfície livre exposta, tais como: separadores de água e óleo e caixas coletoras (item 8.4 da N-1203).

Existem na Estação dois tanques atmosféricos de LGE Sintex AFF 3% a 6% (TQ-013/14), de 1800 L de capacidade, cada um, com proporcionadores de linha para a formação de solução de espuma, instalados em cada linha de espuma para as câmaras dos tanques.

A capacidade total dos tanques de LGE existentes atende ao volume mínimo requerido, considerando o combate ao fogo através de câmaras de espuma no Parque de Tanques.

Para o suprimento da câmara de espuma do tanque SLOP, encontra-se instalado um vaso de LGE de 1000 L de capacidade (TQ-020), localizado próximo a esse tanque, o qual atende a capacidade requerida por Norma para o combate ao fogo através de câmaras de espuma.

Existe também um vaso atmosférico de LGE Sintex AFF 3% a 6%, de 580 L de capacidade, com proporcionador de linha instalado. Esse vaso está atualmente fora da rede de espuma do local.

Com base nos diâmetros das linhas de espuma e com informações obtidas em documentos da Estação, as câmaras de espuma existentes nos tanques, conforme levantamentos de campo, estão classificadas da seguinte forma:

TABELA 16: CÂMARAS DE ESPUMA

Tanque	φ Linha de Espuma (in)	Tipo de Câmara	Número de Câmaras
TQ-002	6	MCS-55	01
TQ-004	6	MCS-55	01
TQ-005	6	MCS-55	01
TQ-006	6	MCS-55	01



TQ-007

3

MCS-9

01

Os tanques TQ-001 e TQ-003 não possuem câmaras de espuma instaladas.

O Parque de Tanque da Estação possui dois hidrantes de espuma de duas saídas.

A bacia de contenção do tanque SLOP possui um hidrante de espuma de duas saídas.

13.11 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Com base nos levantamentos efetuados na Estação, os extintores existentes estão distribuídos da seguinte forma:

- Gerador e Sala de Painéis: 02 (dois) extintores de pó químico seco com 12 kg de capacidade;
- Casa de Controle: 01 (um) extintor de CO₂ com 6 kg de capacidade;
- Scraper 2 e 3: 01 (um) extintor de pó químico seco com 12 kg de capacidade e 01 (uma) carreta de pó químico seco de 50 kg de capacidade;
- Caixa de Óleo: 01 (um) extintor de pó químico seco com 12 kg de capacidade.

13.12 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES

Deverão ser instalados sistemas automáticos de detecção em locais fechados ou em áreas onde o combate ao fogo em determinadas superfícies seja dificultado devido à sua localização.

O uso destes dispositivos sinaliza o princípio de um incêndio através da detecção de fumaça, chamas, gases e calor, aciona alarmes e ativa os comandos pré-programados do sistema de combate a incêndio.

O sistema fixos de detecção a serem instalados serão do tipo:

a) Detectores de Gás Combustível

Constituídos de elementos sensores próximos aos locais a serem protegidos e que enviam sinais para controladores nas Salas de Controle. Esses sistemas são atuados quando ocorrem vazamentos de gases combustíveis, permitindo a adoção de medidas corretivas que impeçam a ocorrência de risco iminente de incêndio.

b) Detectores de Chamas



Possuem o mesmo princípio de funcionamento dos detectores de gás combustível, porém é atuado por energia radiante visível ao olho humano ou mesmo fora desta faixa. Os principais tipos são Ultra-violeta, Infra-vermelho e Triplo IR, cuja distância de detecção deste último é 2 a 3 vezes maior que os dois primeiros. Neste caso, sua atuação desencadeia automaticamente, através de controles e dos intertravamentos, os sistemas de extinção do fogo.

c) Detectores de Fumaça por Aspiração

São baseados na detecção de fumaça desde seus estágios mais iniciais através de um sistema de filtragem e leitura a laser de amostras do ar. Nesse tipo de detector existe também a comunicação com a Sala de Controle. Sua atuação faz disparar automaticamente o sistema de extinção do local a ser protegido.

13.13 SEGURANÇA INDUSTRIAL

a) Classificação do Parque de Tanques

O Parque de Tanques da Estação é constituído de tanques de superfície, atmosféricos, verticais, de teto fixo, sendo alguns dotados de selo flutuante, os quais armazenam gasolina e Óleo Diesel.

b) Construção de Parque de Tanques

A bacia de contenção deve ser adjacente no mínimo a duas vias diferentes. Estas vias devem ser pavimentadas e ter largura compatível para a passagem simultânea de dois veículos de combate a incêndio, ou 5 m, devendo ser adotado o maior destes valores (item 4.3.1.1 da NBR 7505).

Os tanques que contenham produtos das Classes I, II e IIIA devem ser posicionados de modo a permitir o acesso a cada um deles por pelo menos uma via.

O Parque de Tanques da Estação é totalmente circundado por vias de acesso, atendendo ao estabelecido em Norma.

Não é permitido qualquer construção diferente de tanque e suas tubulações no interior da bacia de contenção.

As tubulações, válvulas e conexões posicionadas no interior da bacia de contenção são rígidas e construídas em aço e, as bombas de transferência de produtos estão posicionadas fora da bacia de contenção, conforme estabelecido em Norma.



Os dispositivos para alívio de pressão nos tanques atmosféricos de teto fixo devem atender ao seguinte (item 6 da NBR 7505):

- os tanques devem possuir detalhe construtivo e dispositivos de alívio de pressão e vácuo, de modo a manter em seu interior os níveis e condições adequados às situações de operação normal ou ainda aquelas que resultem de calor gerado por incêndio próximo;
- o detalhe construtivo, bem como os dispositivos de alívio para a pressão e vácuo, deve obedecer à API 2000 ou outra internacionalmente aceita, desde que atenda, no mínimo, aos requisitos da Norma API;
- os tanques que contenham produtos da classe I e II devem ser equipados com dispositivos que os mantenham fechados. As aberturas só devem ocorrer para alívio da pressão ou do vácuo;
- os tanques que contenham produtos das classes I e II e que disponham de teto flutuante interno, devem ser equipados com respiros abertos;
- Os tanques que contenham produtos da Classe III devem ser equipados com respiros abertos.

Todos os tanques de teto fixo ao nível do solo ou sobre estruturas elevadas que armazenem líquidos inflamáveis deverão ser dotados de dispositivos de alívio de emergência para exposição a incêndio, quando requerido pela API 2000.

Nenhum tanque da Estação possui válvula de alívio de pressão e vácuo ou cortachamas. Todos os tanques com selo flutuante interno possuem respiros abertos (bocal extravasor).

Todos os tanques da Estação devem ter a sua própria escada de acesso, com corrimão que deve terminar em uma plataforma sobre o costado. Cada lance de escada deve ter no máximo 8000 mm de altura, com patamar intermediário de 1000 mm de comprimento mínimo. A escada e o patamar devem ter, no mínimo, 800 mm de largura útil, e deve ser confeccionada com piso antiderrapante. O corrimão deve ter 1100 mm de altura e os degraus devem ter as bordas viradas para baixo, conforme item 11.8 da N-270.

c) Controle de Vazamento

A área ocupada pelos tanques deve dispor de recursos de controle de vazamento de produto. Tais recursos devem ser constituídos por diques que formem uma bacia de contenção ou por canais de fuga que conduzam o produto vazado para uma bacia de contenção posicionada à distância.



Caso o solo da bacia de contenção seja permeável, deve receber tratamento apropriado para minimizar a infiltração de produto, de modo que o coeficiente de permeabilidade máximo seja de 10^{-6} cm/s, referenciado à água a 20 °C e a uma coluna de água igual à altura do dique.

A capacidade volumétrica da bacia de contenção deve ser no mínimo igual ao volume do maior tanque, mais o volume de deslocamento da base deste tanque, mais os volumes equivalentes aos deslocamentos dos demais tanques, suas bases e dos diques intermediários (item 4.3.1.1a) da NBR 7505). No caso da bacia de contenção que possua um único tanque, sua capacidade volumétrica deve ser no mínimo igual ao volume deste tanque mais o volume correspondente à bacia deste tanque.

A altura mínima requerida de cada dique para conter o volume de líquido dos tanques nas suas respectivas bacias de contenção deve ser, aproximadamente:

Tanques TQ-001/02/03/04/05/06

$$V = (A_{\text{BACIA}} - A_{\text{TANQUE}}) \times H$$

$$6846 \text{ m}^3 = (8545 - 3 \times 358,0 - 263,0 - 394,1 - 467,6) \times H$$

$$H = 1,1 \text{ m}$$

Tanques TQ-007

$$V = (A_{\text{BACIA}} - A_{\text{TANQUE}}) \times H$$

$$888 \text{ m}^3 = (466 - 72,8) \times H$$

$$H = 2,26 \text{ m}$$

A bacia de contenção deve atender às seguintes condições:

- declive do piso de no mínimo 1% na direção do ponto de coleta nos primeiros 15 m a partir do tanque ou até o dique, o que for maior;
- ser provida de meios que facilitem o acesso de pessoas e equipamentos no interior da bacia de contenção, em situação normal e em casos de emergência;
- ser estanque, sendo feita a drenagem através de válvulas posicionadas no lado externo e mantidas fechadas;
- a altura máxima do dique, medida pela parte interna, deve ser de 3 m. A altura do dique deve ser o somatório da altura que atenda à capacidade volumétrica da bacia de



contenção, como estabelecido acima, mais 0,2 m para conter as movimentações do líquido e, no caso de dique de terra, mais 0,2 m para compensar a redução originada pela acomodação do terreno;

- um ou mais lados externos do dique pode ter altura superior a 3 m, desde que todos os tanques sejam adjacentes, no mínimo, a uma via na qual esta altura nos trechos frontais aos tanques não ultrapasse 3 m;
- o dique de terra deve ser construído com camadas sucessivas de espessura não superior a 0,3 m, devendo cada camada ser compactada antes da deposição da camada seguinte;
- a superfície superior do dique de terra deve ser plana, horizontal e ter uma largura mínima de 0,6 m. O dique deve ser protegido da erosão, não devendo ser utilizado para este fim material de fácil combustão.

Com base nas alturas calculadas acima, conclui-se que a área da bacia contendo os tanques do Terminal está adequada, uma vez que os diques que a circundam possuem alturas maiores que a requerida.

A altura do dique da bacia contendo o tanque TQ-007 não atende à requerida.

As bacias de contenção existentes na Estação são circundadas por diques de terra com cerca de 1,5 m, com superfície superior plana e horizontal, porém não há escadas e rampas de acesso ao interior das mesmas suficientes em torno de toda a sua área. As bacias de contenção não são pavimentadas e possuem canais de fuga.

d) Distâncias de Segurança

A distância mínima do costado de um Tanque e a base interna do dique é de 1,5 m (item 8 da NBR 7505).

Todos os tanques existentes na bacia de contenção estão posicionados a mais de 1,5 m entre o seu costado e a base do dique.

A distância mínima entre costados de tanques verticais de teto fixo na mesma bacia de contenção deve ser 1/6 da soma dos diâmetros dos dois tanques adjacentes, ou o mínimo de 1 m (tabela 5 da NBR 7505).

As distâncias existentes entre os tanques da Estação atendem ao estabelecido em Norma.



e) Distâncias de Segurança entre Tanques e Outros Locais/ Instalações

As distâncias de segurança mínimas entre os tanques verticais de teto fixo e outros locais/instalações da Estação estão todas atendidas (tabela 6 da NBR 7505).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DISCIPLINA:

PROJETO DE FINAL DE CURSO

FOLHA:

73 de 85

TÍTULO:

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

CAPÍTULO V SUGESTÕES DE MODIFICAÇÕES



14. DESCRIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES

14.1 REDE DE HIDRANTES E CANHÕES MONITORES

As atuais linhas de 8" de diâmetro que formam o anel de incêndio em torno do Parque de Tanques são insuficientes para atender a demanda requerida de água, não atendendo à velocidade máxima de 4 m/s, conforme estabelecido em Norma. Portanto, estas linhas deverão ser substituídas por outras de 12" de diâmetro de forma a atender a vazão mínima de 835,2 m³/h.

Nas demais áreas a tubulação mínima exigida é de 6" de diâmetro.

A rede de hidrantes deve continuar formando um anel em torno das bacias de contenção com os bloqueios dispostos de tal maneira que pelo menos dois lados de uma malha possam ficar em operação, no caso de rompimento ou bloqueio de um dos outros dois. O mesmo critério se aplica às demais áreas a serem protegidas.

Com exceção da área do tanque SLOP, o número e a locação dos hidrantes, atualmente existentes na Estação, atendem às necessidades de cobertura de água para o combate a incêndio da Estação, conforme sua distribuição na área, utilizando-se mangueiras de 30 m de comprimento.

O projeto para adequação do sistema de combate a incêndio deve priorizar o combate a incêndio com uso de canhões e de sistemas por aspersores, já que o número de pessoas que ficam na Estação não é suficiente para o combate com mangueiras.

Portanto, as áreas em torno dos Parques de Tanques devem ser reforçadas com a instalação de canhões monitores fixos e portáteis de grande vazão para maior proteção do Parque.

Nas demais áreas poderão ser utilizados os hidrantes de 02 saídas existentes.

Não existem abrigos de mangueira na região próxima ao Parque de Tanques, dificultando o combate ao fogo através de hidrantes.

Os abrigos de mangueiras existentes devem ser verificados quanto aos equipamentos, materiais e dispositivos mínimos, para atender ao sistema de proteção contra incêndio e aos requisitos das Normas.

Cada abrigo de mangueiras TIPO II deve conter, no mínimo:

- 4 lances de mangueira de incêndio de 2½", especiais, com conexões de alumínio;
- 4 lances de mangueira de incêndio de 1½", especiais, com conexões de alumínio;
- 1 derivante (divisor "Y") de 2½" x 1½";

**AValiação DO SISTEMA DE COMBATE A INCêNDIO DE UMA ESTaÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

- 4 chaves para conexões Storz (2½" x 1½") especiais, em alumínio;
- 2 esguichos especiais de água, automáticos, de 1½" com conexões Storz de 1½";
- 1 esguicho especial de água, automático, de 2½" com conexões Storz de 2½";
- 1 redução de 2½" x 1½".

As mangueiras de incêndio, em lances de 15 metros, deverão ser do tipo fabricadas por processo de extrusão contínua, interna e externamente, de modo que forme uma única manta, possuindo como características:

- baixo peso por metro linear;
- não necessitar de cuidados especiais para secagem após o uso, podendo ser imediatamente guardada;
- dotada de conexões Storz, em alumínio fundido ou forjado;
- elevada resistência a agentes químicos, principalmente hidrocarbonetos;
- resistência ao envelhecimento.

O derivante em forma de "Y", com corpo fundido, deverá ter uma entrada Storz de 2½" e duas saídas Storz de 1½" com válvulas de fecho rápido.

Os esguichos para água devem ser automáticos, tipo vazão regulável, dotados de empunhadura tipo pistola, com controle do tipo de jato de água (sólido ou neblina), em liga de alumínio.

Deverá ser instalado um reservatório de água de combate a incêndio complementar ao tanque existente TQ-019, com capacidade total que atenda à mínima requerida de 3341 m³.

O sistema de bombeamento de água de combate a incêndio a ser instalado deve ser composto no mínimo por uma bomba a diesel, com uma bomba reserva similar a esta, por bombas jockey para a pressurização da rede de hidrantes na pressão mínima de operação, em locação abrigada (casa de bombas), e por reservatórios de água de combate a incêndio com a capacidade mínima requerida. O sistema também deve ser automatizado para partida automática das bombas na abertura de hidrantes.

A vazão das bombas jockey deve estar limitada a 20% da vazão de apenas uma das bombas de incêndio sem que seja necessário operá-las, e a pressão deve ser de 7 kgf/cm² man no ponto mais desfavorável.

**14.2 SISTEMA DE RESFRIAMENTO DOS TANQUES POR ASPERSORES**

Devem ser instalados bicos *sprays* tipo jato leque de média velocidade no costado de cada tanque, posicionados de tal forma para que haja a sobreposição dos jatos de bicos vizinhos de cerca de 10%, formando então uma lâmina de água sobre todo o comprimento do costado.

A pressão de água deve ser de no mínimo 7,0 kgf/cm² man no ponto de consumo para os sistemas de *sprays* e de no mínimo 4,0 kgf/cm² man na formação do jato, sendo a vazão de cada bico em média de 100 L/min e o ângulo de aspersão de 150°.

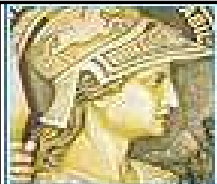
Considerando 200 mm como a distância entre os bicos *sprays* e o costado do tanque, cada sistema deverá ter as seguintes características:

TABELA 11: RESUMO DOS RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE ASPERSORES

Tanque	Vazão Total (L/min)	N° de Anéis	Vazão por Anel (L/min)	N° de Bicos por Anel	Folga (%)	N° Total de Bicos	Distância entre os Bicos (m)	Diâmetro do Anel (in)	Diâmetro Header do Anel (in)
TQ-001	3436,8	1	3436,8	35	12,04	35	1,97	4	6
TQ-002	3436,8	1	3436,8	35	12,04	35	1,97	4	6
TQ-003	3436,8	1	3436,8	35	12,04	35	1,97	4	6
TQ-004	2945,7	1	2945,7	30	11,64	30	1,98	4	6
TQ-005	3603,6	1	3603,6	36	10,39	36	2,01	4	6
TQ-006	3366,6	1	3366,6	39	10,10	39	2,01	4	6
TQ-007	1106,4	1	1106,4	16	10,32	16	2,01	2½	3

O suprimento de água deverá ser feito através de derivações da própria rede de hidrantes, uma vez que a vazão de água requerida é menor que a vazão requerida nesta rede.

O sistema deverá ter acionamento manual local (através de alavanca na própria válvula) e manual remoto (através de solenóide na Sala de Controle).



O sistema deve continuar prevendo a proteção complementar através de sistemas fixos com hidrantes e canhões monitores ou outros lançadores manuais.

14.3 SISTEMA DE RESFRIAMENTO POR SPRINKLERS

As áreas das bombas da Estação deverão possuir sistemas de resfriamento por *sprinklers* de forma a proteger a sua selagem. Para isso, deverão ser utilizados bicos *sprinklers* do tipo tubo cheio, pendente, rosca 20 mm (3/4" NPT), orifício 16 mm, fator K166, cor de líquido da ampola amarelo (79 °C), alinhados para a região do selo da bomba e posicionador (dois para cada bomba) em ângulo de 45°. Os bicos deverão ser posicionados entre 0,20 e 0,30 m do selo da bomba.

O suprimento de água deverá ser feito através de derivações da própria rede de hidrantes, uma vez que apenas poucos *sprinklers* são ativados de cada vez e, conseqüentemente, tendo um baixo consumo de água.

Esse sistema deve permanecer continuamente pressurizado na pressão de operação da rede de hidrantes.

O número de bicos *sprinklers*, bem como o dimensionamento das tubulações (diâmetro e comprimento), o arranjo e a disposição do sistema no local a proteger, para cada área relacionada acima, não serão determinados nesse trabalho por entendermos ser um projeto de Detalhamento do Sistema.

Deverá também ser prevista a proteção complementar através de canhão monitor portátil e hidrantes industriais.

14.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR ESPUMA

Considerando a necessidade de proteger adequadamente o local e levando em consideração a disponibilidade de recursos humanos existentes, devem ser instalados na Estação sistemas fixos completos de aplicação de espuma, adequados à Norma vigente, para proteção do Parque de Tanques, a fim de que seja efetuado o combate a incêndio por meio de câmaras de espuma e por meio de esguichos ou canhões de espuma.

O volume mínimo requerido de extrato de LGE deve ser avaliado seguindo dois critérios:

- Combate ao fogo nos tanques através de câmaras de espuma: $V = 3396 \text{ L (897 gal)}$
- Combate ao fogo nos tanques através de lançadores manuais (em caso de falha de todas as câmaras de espuma): $V = 6168 \text{ L (1629 gal)}$

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA ESTAÇÃO
TRANSPORTADORA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO**

Recomenda-se que os tanques de LGE sejam do tipo diafragma devido à sua operacionalidade e à sua manutenção serem menos complexas que as dos tanques atmosféricos. Uma dessas vantagens é o fato da tubulação de alimentação de concentrado encontrar-se sempre cheia, eliminando bolsões de ar e prevenindo contra corrosão. Esses tanques devem possuir os seus respectivos proporcionadores, tubulações e geradores de espuma. Outras vantagens são a baixa perda de carga e independência de suprimento elétrico e/ou a diesel e de sistemas móveis.

As Unidades para líquido gerador de espuma deverão ser abrigadas, podendo ser incorporadas a casa (área) de Bombas de Combate a Incêndio, caso isso não implique uma perda de carga muito significativa no percurso da espuma até o tanque em chamas.

O sistema deverá ser composto de tanques diafragma horizontais, contendo LGE, alimentando câmaras de espuma e hidrantes de espuma.

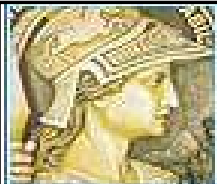
O vaso de LGE do Parque de Tanques não atende em capacidade a quantidade mínima de espuma requerida, considerando o combate nos tanques através de lançadores manuais. O vaso de LGE referente ao tanque SLOP também não atende ao requerido, baseando-se nas mesmas condições.

Os anéis de hidrantes existentes no Parque de Tanques da Estação poderão ser aproveitados como rede de solução de espuma para combate por lançadores manuais e sistemas móveis, após a substituição da rede de hidrantes de água para adequação às Normas.

O sistema para proteção por espuma dos tanques de teto fixo por câmara de espuma deve prever as seguintes partes (item 8.10.1 da N-1203), as quais dada às características de instalação e montagem não puderam ser avaliados:

- ponto de alimentação;
- tubulação de alimentação;
- aerador;
- câmara de espuma;
- defletor de espuma;
- hidrante de solução, no caso de sistemas fixos de proporcionamento.

Existe uma linha individual para cada câmara de espuma do Parque de Tanques, sendo que em cada barrilete de distribuição das linhas das duas Unidades de espuma devem ser locado um hidrante para teste de qualidade e lançamento de espuma.



As linhas de alimentação das câmaras de espuma devem ser dotadas de válvula de abertura rápida/redutora de pressão, com acionamento:

- manual local, através de alavanca na própria válvula;
- manual remoto, através de solenóide na Sala de Controle.

O ponto de alimentação deve ficar fora da bacia de contenção e a uma distância superior a um diâmetro do tanque ou 15 m, o que for maior, do costado do tanque respectivo. Na localização do ponto de alimentação deve-se levar em conta a direção predominante dos ventos, de modo a protegê-lo da radiação das chamas (item 8.10.2 da N-1203).

O traçado dessas linhas desde o tanque até a conexão de rua deve seguir o menor trajeto, não havendo necessidade de traçados paralelos aos diques ou às tubulações de transferência (item 8.10.3 da N-1203). Para o dimensionamento de linhas de transferência de líquido gerador de espuma fluorproteínica deve ser adotado, no mínimo, o diâmetro de 50,8 mm (2") (item 6.5.2 da N-1203).

Conforme dimensionado, os tanques TQ-001/02/03/04/05/06 devem ser dotados de 01 (uma) câmara de espuma tipo MCS-33, cada um, e o TQ-007 deve ser dotado de 01 (uma) câmara de espuma tipo MCS-9.

Segundos documentos da Estação, as câmaras de espuma existentes nos tanques TQ-002/04/05/06 e TQ-007 são do tipo MCS-55 e MCS-9, respectivamente. As câmaras MCS-55 estão superdimensionadas para estes tanques. A câmara MCS-9 está adequada aos requisitos do tanque.

No tanque TQ-007 deve ser instalada uma plataforma no topo do tanque para que seja feita a manutenção periódica da câmara.

Para a possibilidade de falha de todas as câmaras de um tanque, deverá ser efetuado o combate a incêndio através de lançadores manuais como hidrantes, canhões monitores portáteis e esguichos lançadores de espuma, a partir da rede de solução de espuma de combate a incêndio da Estação .

Imediatamente após o tanque diafragma devem ser instaladas duas conexões Storz de 2½", para permitir a conexão de proporcionadores de linha, um atuando como reserva.

Deve haver uma válvula de bloqueio entre tais conexões e o tanque diafragma.

As tubulações de suprimento de solução às câmaras de espuma dos tanques devem possuir caimento de 3% e estarem dotadas de drenos, de modo a garantir que as



mesmas sejam mantidas secas, após seu uso em função da elevada corrosividade do LGE.

Para as demais áreas sujeitas a derrame ou vazamento de óleo e onde esses líquidos estejam normalmente expostos à atmosfera, ou seja manifolds, casas de bombas, scrapers, separador de gás, SAO e caixa de óleo, o sistema de proteção de espuma poderá também ser móvel ou semi-fixo. Serão cobertas por extintores ou carretas de espuma. Havendo hidrantes da rede de água nas proximidades (distância menor que 60 m), as áreas serão cobertas por sistema semi-fixo. Neste caso deve ser previsto nos abrigos de mangueiras da Estação, proporcionadores de linha e esguichos lançadores de espuma, para aplicação de espuma a partir da rede de água existente e bombonas de LGE.

Não deve haver armazenamento de bombonas de líquido gerador de espuma no abrigo das Unidades de espuma. Deve ser colocada, entretanto, uma bombona em cada abrigo de mangueiras e acessórios, próximos a cada área: Manifolds, Casas de Bombas, Scrapers, Separador de Gás, SAO e Caixa de Óleo.

14.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR EXTINTORES

Deve ser instalada necessariamente a seguinte quantidade mínima de unidade extintora de incêndio portátil, com carga de Pó Químico Seco de 4 kg de capacidade ou Água Pressurizada de 10 litros de capacidade ou Gás Carbônico de 6 kg de capacidade ou Espuma de 10 litros de capacidade na Estação, conforme abaixo:

- Casas de Bombas: 01
- Almojarifado e Oficina: 01
- Gerador e Sala de Painéis: 03
- Casa de Controle: 02
- Subestação: 03
- Depósito: 01
- Sala de Comunicação: 01
- Guarita: 02

O combate a incêndio através de extintores pode também ser feito por extintores a base de Gás Halotron I. Esse gás substitui o Gás Halon 1211 no combate ao fogo e atende às três classes de fogo.

**14.6 SISTEMA DE PROTEÇÃO POR DETECTORES**

Deverão ser instalados detectores nos seguintes locais:

- a) Detectores de Gás Combustível:
 - Scrapers de Gás;
 - Manifolds e Tubovias;
 - Área das Bombas;
 - Scraper de Líquido Combustível;
 - Bacias dos Tanques;
 - Separador de Gás.

- b) Detectores de Chamas tipo Triplo IR, cuja:
 - Scrapers de Gás;
 - Separador de Água e Óleo (SAO);
 - Caixa de Óleo;
 - Manifolds e Tubovias;
 - Área das Bombas;
 - Separador de Gás;
 - Scrapers de Líquidos Combustíveis.

- c) Detectores de Fumaça por Aspiração:
 - Subestações;
 - Salas de Controle (Painéis Elétricos);
 - Depósito de Resíduos.

As áreas de atuação dos detectores de Fumaça por Aspiração poderão ter como agente extintor de incêndio o sistema de extinção por AERO-K, ou por outro agente como FM-200 ou Inergen.

O número e a locação dos detectores, para cada área relacionada acima não será determinada durante esse trabalho por se entender ser um Projeto Básico e Detalhamento do Sistema.

**14.7 SEGURANÇA INDUSTRIAL E MEIO AMBIENTE**

Deve-se ter especial cuidado com a especificação dos materiais a serem utilizados no sistema de aterramento, com o fim de evitar a corrosão galvânica dos tanques. Para as cordoalhas e hastes de aterramento deverá se dar preferência a materiais a base de aço galvanizado ou similar.

Devem ser instaladas válvulas de alívio de pressão e vácuo combinadas com dispositivo corta-chamas e dispositivos de alívio de emergência para exposição ao incêndio nos tanques da Estação que armazenam produtos da Classe IB. Nos tanques com selo flutuante interno, os dispositivos de alívio não são necessários, uma vez que estes possuem bocais extravasores para a liberação do gás. Porém é necessária a utilização de dispositivos corta-chamas, pelo fato de existir a possibilidade de vazamento de gás combustível através do selo PW, formando atmosfera explosiva entre o selo flutuante e o teto fixo.

Nos tanques que armazenam produtos da Classe IIIA é necessária apenas a instalação de dispositivos de alívio para a pressão e vácuo e de respiros abertos.

Os sistemas de drenagem atuais das bacias de contenção também deverão ser avaliados quanto ao aumento de vazão de água de incêndio na adequação da Estação às Normas vigentes.

14.8 AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO

Para proteção e combate a incêndio da Estação, os sistemas apresentados deverão ser dotados de automação a partir de detectores, chaves e transmissores instalados por toda a área industrial, determinando os seguintes principais efeitos causados pelas suas respectivas atuações:

a) Detectores de Gás Combustível

- Alarme de nível baixo da % do Limite Inferior de Explosividade (LIE);
- Alarme de nível alto da % do Limite Inferior de Explosividade (LIE).

b) Detectores de Chamas

- Alarme de presença de chama e atuação do sistema de extinção do local a ser protegido.



c) Detector de Fumaça por Aspiração

- Alarme de presença de fumaça e atuação do sistema de extinção do local a ser protegido.

d) Sistema de Bombeamento e Reservatório de Água de Combate a Incêndio

- Alarme de nível mínimo no reservatório de água de combate a incêndio e atuação na parada das bombas de combate a incêndio;
- Alarme de pressão baixa na descarga das bombas de combate a incêndio e atuação na partida das bombas de combate a incêndio;
- Alarme de pressão baixa na sucção das bombas de combate a incêndio e atuação na parada das bombas de combate a incêndio.

e) Sistema Fixo de Espuma

- Alarme de nível mínimo nos reservatórios de LGE;
- Alarme de pressão baixa na saída do barrilete central do sistema de espuma.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Normas:

PETROBRAS N-111 f	Hidrantes Industriais
PETROBRAS N-1203 d	Projeto de Sistemas de Proteção Contra Incêndio em Instalações com Hidrocarbonetos;
PETROBRAS N-1645 d	Critérios de Segurança para Projetos de Instalações Fixas de Armazenamento de Gás Liquefeito de Petróleo
ABNT NBR 10897	Proteção Contra Incêndio por Chuveiro Automático
ABNT NBR 7505 (2000)	Armazenagem de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis Parte 1: Armazenagem em Tanques Estacionários Parte 4: Proteção Contra Incêndio;
ABNT NBR 9441	Execução de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio
ABNT NBR 12693	Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio
NFPA 11	Low Expansion Foam and Combined Agent Systems
NFPA 13	Sprinkler Systems Installation
NFPA 15	Water Spray Fixed Systems
NFPA 20	Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps
NR-23	Proteção Contra Incêndio
PN 68-51 Rev. 03	Premissas Básicas para o Projeto de Sistemas de Proteção Contra Incêndio para Unidades Industriais



Fluxograma de Engenharia – Sistema de Combate a Incêndio. (ESTAÇÃO)

Instruções de Trabalho da Estação.

Apostila do Curso de pós graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho da Escola
Politécnica da UFRJ:

ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO – ANO 2005

PROF.: MARCELO FIGUEIREDO

Páginas da internet:

<http://www.defesacivil.rj.gov.br/index.html>

<http://www.bombeiroemergencia.com.br/>

<http://www.brigadaeprevencao.com.br/>