

FELIPE ASSUMPÇÃO GIRO

**Estudo de bombas de combate a incêndio em uma distribuidora de
GLP no estado de São Paulo**

São Paulo

2019

FELIPE ASSUMPÇÃO GIRO

**Estudo de bombas de combate a incêndio em uma distribuidora de
GLP no estado de São Paulo**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2019

Dedico esse trabalho a minha esposa
Milena e meus pais Carlos e Vanessa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter saúde para realizar essa atividade e todas as outras que tenho desenvolvido na minha vida. Em segundo, gostaria de agradecer meus familiares e amigos. Por fim, gostaria de agradecer a área de Seguros de um grupo empresarial brasileiro, onde atualmente trabalho e aplico os conceitos envolvidos nesse trabalho.

RESUMO

Acidentes relacionados com fogo sempre fizeram parte do cotidiano da humanidade, mesmo com a atenção dada a essa ciência, ainda no século XXI, registros mostram que incêndios descontrolados ocorrem e acarretam danos irreparáveis para a população e as indústrias. Em 2019 foi publicada a ABNT NBR 16704 - Conjuntos de bombas estacionárias para sistemas automáticos de proteção contra incêndios – Requisitos, essa nova norma propôs critérios de instalação de instrumentos em casa de bombas de combate a incêndio, baseado no direcionamento normativo americano NFPA 20. O presente trabalho buscou realizar a interpretação dessa norma e comparar os itens citados com uma casa de bombas de combate a incêndio em uma distribuidora de GLP no estado de São Paulo. Foi realizado um estudo de caso no dia 19 de dezembro de 2018, através de uma visita técnica *in loco* acompanhada pelos responsáveis da empresa e, com as informações coletadas em campo, comparou-se e discutiu-se os itens com a nova norma. Ao término, foram feitas recomendações para a empresa do estudo de caso e também um direcionamento de adequações que serão necessárias para as demais empresas, visto que essa norma publicada passou a ser requisito para certificações, premissas do mercado segurador e licenças operacionais, além de trazer maior confiabilidade para os sistemas de combate a incêndio.

Palavras chaves: Sistemas de combate a incêndio. Bombas de combate a incêndio. Segurança das instalações.

ABSTRACT

Accidents related to fire have been becoming part of the human's everyday life. Even people giving the total attention for this science, in century XXI accidents happen often and they bring several consequences for the population and the facilities. In 2019, it was published the law ABNT NBR 16704 - Stationary fire pump in the automatic fire system – Requirements, whose details the fire pump's house equipment installation and it was based on NFPA 20. This thesis intended to promote the interpretation and comparison the main elements in a real facility in a LPG distribution company in the state of São Paulo. On December 19th, 2018 it was made a technical visit with the safety sponsor. With the main information that was taken during this visit, it was possible to compare and discuss the current equipment installation according to the new law recommendations. At last, some proposals were done for the existing facilities and the new target that other companies must follow in order to achieve the requirement for the certification, insurance premises and operating licenses, since this new law is mandatory for them. In addition, this new law could bring more reliability for the fire system.

Keywords: Fire system. Fire pumps. Security facilities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tetraedro do fogo	18
Figura 2 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação	20
Figura 3 - Bomba de deslocamento positivo	23
Figura 4 - Força centrífuga.....	24
Figura 5 - Tipos de rotores	24
Figura 6 - Bomba centrífuga horizontal, acoplada com motor elétrico e um único estágio de rotação (rotor simples).....	25
Figura 7 - Curva da bomba	27
Figura 8 - Curva do sistema.....	28
Figura 9 - Válvula Gaveta.....	31
Figura 10 - Bomba Jockey	40
Figura 11 - Bomba de motor a diesel com radiador	41
Figura 12 - Bomba de motor a diesel com trocador de calor	42
Figura 13 - Foto aérea da empresa distribuidora de GLP.....	44
Figura 14 - Placa de identificação da bomba	46
Figura 15 - Manômetro	47
Figura 16 - Válvula de alívio e válvula de retenção	48
Figura 17 - Válvula gaveta com haste ascendente	49
Figura 18 - Lacre e sinalização da válvula	50
Figura 19 - Propriedades construtivas e de ventilação	51
Figura 20 - Espaço livre ao redor da bomba	51
Figura 21 - Iluminação de emergência.....	52
Figura 22 - Conjunto de baterias.....	53
Figura 23 - Painel elétrico da bomba.....	54
Figura 24 - Gerador de energia	55
Figura 25 - Tanques de diesel	56
Figura 26 - Indicador de nível	56
Figura 27 - Respiro do tanque	57
Figura 28 - Ponto de aterramento	58
Figura 29 - Reserva técnica de incêndio	59

Figura 30 - Bomba Jockey	60
Figura 31 - Pressostato da bomba Jockey	61
Figura 32 - Bomba centrífuga	62
Figura 33 - Motor a diesel refrigerado por radiador	62
Figura 34 - Pressostato da bomba diesel	63
Figura 35 - Aterramento do mancal	64
Figura 36 - Sirene de emergência.....	65
Figura 37 - Sistema de exaustão	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CB -024	Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio
GLP	Gás liquefeito de petróleo
LGE	Líquido Gerador de Espuma
NBR	Norma Brasileira
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
TRRF	Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

LISTA DE SÍMBOLOS

bar	Unidade de pressão
ft	Pés - Unidade de comprimento
h	Horas - Unidade de tempo
L	Litros - Unidade de volume
m	Metros - Unidade de comprimento
m ²	Metro quadrados - Unidade de área
m ³	Metro cúbicos - Unidades de volume
min	Minutos - Unidade de tempo
mca	Metro de coluna de água - Unidade de pressão
MJ	Megajoule - Unidade de energia
Pa	Pascal - Unidade de pressão
psi	Libra força por polegada ao quadrado - Unidade de pressão
s	Segundos - Unidade de tempo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 FOGO	17
2.2 ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA O FOGO	17
2.3 CLASSE DE FOGO	19
2.4 CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO	20
2.5 TEORIA DA EXTINÇÃO DO FOGO	21
2.6 MEDIDAS DE PROTEÇÃO	21
2.6.1 Medidas de proteção passiva	22
2.6.2 Medidas de proteção ativa	22
2.7 TIPOS DE BOMBAS	22
2.7.1 Bombas de deslocamento positivo	23
2.7.2 Bombas centrífugas	23
2.8 CONCEITOS HIDRÁULICOS	25
2.8.1 Vazão	26
2.8.2 Pressão ou altura manométrica	26
2.8.3 Curva da bomba	26
2.8.4 Altura manométrica do sistema	27
2.8.5 Seleção da bomba	28
2.9 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA	28
2.10 MANÔMETROS	29
2.11 PRESSOSTATOS	30
2.12 VÁLVULAS	30
2.12.1 Válvula gaveta	31
2.12.2 Válvula de retenção	31
2.12.3 Válvula de alívio	32
2.12.4 Instalações das válvulas	32
2.13 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS DA CASA DE BOMBAS	33

2.14	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	34
2.15	CONJUNTO DE BATERIAS.....	35
2.16	PAINÉIS ELÉTRICOS.....	35
2.17	GERADORES.....	36
2.18	TANQUES DE DIESEL.....	37
2.19	RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO.....	37
2.20	ATERRAMENTO.....	38
2.21	SISTEMA DE SPRINKLERS OU CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	39
2.22	BOMBA JOCKEY OU BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO.....	39
2.23	BOMBA DE MOTOR A DIESEL.....	40
2.24	SIRENE DE EMERGÊNCIA.....	42
2.25	SISTEMA DE EXAUSTÃO.....	43
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	44
3.2	MATERIAIS.....	45
3.3	MÉTODOS.....	45
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1	REQUISITOS DE INSTALAÇÃO.....	46
4.1.1	Placa de identificação da bomba.....	46
4.1.2	Manômetros.....	47
4.1.3	Válvulas.....	48
4.1.4	Propriedades construtivas e distância do risco.....	50
4.1.5	Iluminação de emergência.....	52
4.1.6	Conjunto de baterias.....	53
4.1.7	Painéis elétricos.....	53
4.1.8	Geradores.....	54
4.1.9	Tanque de diesel.....	55
4.1.10	Reserva técnica de incêndio.....	58
4.1.11	Sprinklers ou Chuveiros automáticos.....	59
4.1.12	Bomba Jockey ou Bomba de pressurização.....	59
4.1.13	Bomba de motor a diesel.....	61
4.1.14	Sirene de emergência.....	64

4.1.15	Sistema de exaustão	65
4.1.16	Considerações finais do estudo de caso	66
5.	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68

1. INTRODUÇÃO

Existem relatos desde a pré-história que o homem tem preocupação referente a incêndios. O domínio sobre o fogo trouxe inúmeros benefícios para a evolução da humanidade, dentre elas pode-se citar o aquecimento, preparo de alimentos, confecção de ferramentas, geração de vapor, entre outras. No entanto, a força do fogo é tamanha que, quando permeia de maneira descontrolada, pode gerar danos e perdas irreparáveis para a saúde e o meio ambiente. Sendo assim, desde a antiguidade, busca-se esse equilíbrio entre os benefícios e as tragédias relacionadas ao fogo (PEREIRA, 2009).

Ao longo da história, diversos incêndios geraram marcos fundamentais para a evolução dessa ciência. Dentre eles podemos citar: o Teatro Iroquios em Chicago, em 1903, com 600 vítimas; a Casa de Opera Rhoads na Pensilvânia, em 1908, com 170 vítimas; e o Triangle Shirtwaist Factory em Nova York, em 1911, deixando 146 vítimas. Esses e outros acontecimentos impulsionaram os Estados Unidos a criar o Comitê de Segurança da Vida através da *National Fire Protection Association* (NFPA) e elaborar o texto “Sugestões para a organização e execução de exercícios de incêndio”, além de indicações para escadas, saídas de emergência e saídas de incêndio para abandono do ambiente (SEITO et al., 2008).

No Brasil, os principais acidentes para a evolução da segurança contra incêndios aconteceram na segunda metade do século XX, sendo um em Niterói, no estado do Rio de Janeiro (Gran Circo Norte-Americano, no ano de 1961, resultando em 250 mortos e 400 feridos) e outros três no Estado de São Paulo (Indústria Volkswagen, em 1970, com uma morte e perda total da edificação afetada; edifício Andraus, em 1972, com 16 mortos e 336 feridos; e edifício Joelma, em 1974, com aproximadamente 200 mortos e 300 feridos). O resultado imediato de tamanhos acidentes em um curto período de tempo foi a aprovação do Decreto Municipal nº 10.878 que “Institui normas especiais para a segurança dos edifícios a serem observadas na elaboração do projeto, na execução, bem como no equipamento e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário”. E como principal consequência, se estabeleceu o novo código de Edificações para o Município de São Paulo e demais ações no poder legislativo e executivo (SEITO et al., 2008).

Apesar de constantes evoluções desde as primeiras ações tomadas contra incêndios no Brasil, pode-se notar que acidentes vem acontecendo frequentemente nos primeiros anos do século XXI. Em 2015, na cidade de Santos, uma empresa de armazenagem de grãos líquidos no Porto da Alemoa teve o maior incêndio em duração registrado no Brasil (9 dias). Apesar de não haver óbitos, o incêndio de grandes proporções utilizou mais de 5 bilhões de litros de água do estuário e cerca de 400 mil litros de Líquido Gerador de Espuma (LGE) (FUNDACENTRO, 2015).

No início do segundo semestre de 2018, outro incêndio de grandes proporções atingiu o Museu Nacional no Rio de Janeiro, acarretando não somente em danos patrimoniais, mas também histórico/cultural. Fato registrado nesse incidente é que não havia carga na rede de hidrantes do museu, ocasionando dificuldade no princípio do combate e maior severidade na ocorrência (GLOBO, 2018).

Observa-se que acidentes continuam ocorrendo com frequência e é de suma importância que as instituições e empresas estejam preparadas para combater o incêndio ainda em seu princípio, para que não se repitam as situações ocorridas ao longo dos anos e que cause prejuízos irreparáveis para as instalações, pessoas e meio ambiente.

1.1 OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo verificar, analisar e discutir as instalações de bombas de combate a incêndio em uma empresa distribuidora de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e compara-las com o direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019.

1.2 JUSTIFICATIVA

A legislação brasileira ficou mais restrita no início de 2019, com a publicação da NBR (Norma Brasileira) 16704 - Conjuntos de bombas estacionárias para sistemas

automáticos de proteção contra incêndios – Requisitos, a casa de bombas de combate a incêndio se tornou um item relevante a ser avaliado nos programas de gestão de saúde e segurança, bem como requisito obrigatório para alvarás do corpo de bombeiros, certificações de instituições/clientes e premissas do mercado segurador. O autor desse trabalho realiza, em suas atividades como engenheiro, o acompanhamento do atendimento dos principais itens normativos, sendo um deles, as instalações dos equipamentos em casa de bombas de combate a incêndio. Desse modo, a execução desse trabalho proporcionou melhor compreensão da nova norma, bem como a discussão e comparação com as instalações já existentes do estudo de caso.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FOGO

No ano de 2019, mesmo com a evolução da tecnologia e dos conceitos, ainda há uma indefinição sobre o conceito do que é o fogo. Seito et al. (2008, p.35) citam que isso pode ser observado nas diferentes normas dos países:

- a) Brasil - NBR 13860: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz;
- b) Estados Unidos da América - NFPA: fogo é a oxidação rápida auto-sustentada acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz;
- c) Inglaterra - BS 4422 e Internacional - ISO 8421-1: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos;

2.2 ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA O FOGO

O fogo é uma reação de oxidação onde o elemento combustível queima na presença de calor e de um agente oxidante, geralmente o oxigênio. Essa reação, em determinadas situações se mantém até que um dos elementos anteriores seja extinto. Esse fenômeno é chamado de reação em cadeia (USP, 2018a).

Segundo o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2018a) na Instrução Técnica (IT) nº 02, a combinação de todos os elementos forma o tetraedro do fogo, ilustrado na figura 1.

Figura 1 - Tetraedro do fogo



Fonte: (SÃO PAULO (ESTADO), 2018)

O combustível é o agente redutor da reação, ele tem a capacidade de perder elétrons para o agente oxidante. A combustibilidade de um material depende da sua maior, ou menor, capacidade de agir com o oxigênio na presença de calor. Esse elemento é a peça chave para a propagação do fogo (USP, 2018a).

O combustível pode ser encontrado no estado sólido, como carvão, madeira e tecidos; no estado líquido, como a gasolina e o álcool; e no estado gasoso, como por exemplo, o GLP e o gás natural (USP, 2018a).

O comburente mais comum é o oxigênio, mas demais elementos, como o cloro e o flúor também podem proporcionar a queima do combustível. O agente oxidante é responsável pela manutenção e intensidade da combustão. Em ambientes ricos em oxigênio, as chamas são intensas, brilhantes e com elevadas temperaturas. Já em ambientes pobres desse elemento, o fogo não tem chamas (USP, 2018a).

O calor é o terceiro elemento para a formação do fogo, é o elemento que dá início a reação e que lhe incentiva a propagação. A origem do calor pode ser proveniente de

aquecimento solar, de processos químicos exotérmicos, de circuitos elétricos, descargas elétricas, reações biológicas ou de origem mecânica (USP, 2018a).

O quarto e último elemento, para a formação do tetraedro, é a reação em cadeia. Após a combustão ser iniciada, essa fornece energia suficiente para a combustão dos componentes ao redor. Em outras palavras, o calor gerado promove o desprendimento de mais gases combustíveis, que novamente, combinados com o oxigênio (agente oxidante), darão continuidade à reação de combustão (FERIGOLO, 1977).

2.3 CLASSE DE FOGO

A classe de fogo refere-se ao tipo de combustível que é queimado durante a combustão, bem como aos resíduos que esses podem gerar (USP, 2018b). As quatro classes de fogo são:

Classe A: Conforme Seito et al. (2008), essa classe envolve os combustíveis sólidos, tais como madeira, borrachas, plásticos, fibras orgânicas, entre outros. Esse tipo de reação queima em superfície e profundidade, gerando resíduos.

Classe B: Essa classe, segundo USP (2018b), envolve os materiais líquidos e/ou gases inflamáveis e combustíveis, por exemplo, gasolina, óleo diesel e óleos lubrificantes. Ainda nessa classe, Seito et al. (2008) complementam com plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente na superfície.

Classe C: De acordo com a ABNT (2017b), o fogo é proveniente de equipamentos e instalações energizadas.

Classe D: Seito et al. (2008) classificam essa classe proveniente de fogo em metais combustível, tais como magnésio, titânio, alumínio, sódio, potássio, entre outros.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

Segundo o Decreto Estadual de São Paulo (2018) nº 63.911, o incêndio/fogo pode ser classificado de acordo com a quantidade de energia liberada por área, ou seja, expressa em MJ/m².

De acordo com a Tabela 3 dos anexos desse Decreto, a classificação está dividida em faixas, de acordo com liberação de energia:

Risco baixo: Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. Locais onde a carga de incêndio não chega a 300 MJ/m².

Risco médio: Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. Locais com carga de incêndio entre 300 a 1.200 MJ/m².

Risco alto: Locais onde há alto risco de incêndio. Locais com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m².

A atividade de distribuição de GLP enquadra-se no Grupo I, Ocupação Industrial, Divisão I – 3: Locais onde há alto risco de incêndio, conforme figura 2.

Figura 2 - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
I	Indústria	I-1	Indústria com carga de incêndio até 300 MJ/m ²	Atividades industriais fabricantes de aço, artigos de metal, gesso, esculturas de pedra, ferramentas, joias, relógios, sabão, serralheria, suco de frutas, louças, vidro e assemelhados.
		I-2	Indústria com carga de incêndio acima de 300 MJ/m ² até 1.200 MJ/m ²	Atividades industriais fabricantes de bebidas destiladas, instrumentos musicais, móveis, alimentos, marcenarias, fábricas de caixas e assemelhados.
		I-3	Indústria com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m ²	Atividades industriais fabricantes de inflamáveis, materiais oxidantes, ceras, espuma sintética, grãos, tintas, borracha, processamento de lixo e assemelhados.

Fonte: (SÃO PAULO (ESTADO), 2018 (ADAPTADO))

2.5 TEORIA DA EXTINÇÃO DO FOGO

De acordo com Nolan (1996), para extinção do fogo, faz-se necessário agir sobre um dos componentes do tetraedro do fogo. As maneiras mais comuns, para esta extinção, são:

- a) Resfriamento (fluxo de água): esse tipo de procedimento visa a remoção ou resfriamento do calor através da absorção de energia, ou seja, quando o combustível está abaixo da sua temperatura de ignição, o fogo é extinto. Em líquidos, esse mecanismo também diminui a formação de vapores e gases. O resfriamento também age na diluição da concentração de oxigênio, presente na mistura, o que diminui a taxa de formação da reação de combustão (NOLAN, 1996).
- b) Redução do nível de oxigênio: Usando um fluido diluidor (água, por exemplo), pode-se reduzir a porcentagem de oxigênio no ambiente, o que cessaria a reação. Em condições normais de pressão e temperatura, a porcentagem de oxigênio dissolvido na atmosfera é de 21%. Quando esse nível diminui em menos de 15%, a combustão de gases e vapores diminuirá, resultando na extinção das chamas (NOLAN, 1996).
- c) Redução de combustível: Nesse método, remover o combustível que ainda não entrou em reação é um procedimento eficaz, pois sem combustível, o fogo cessará. Em incêndios na superfície de tanques, por exemplo, remover o combustível através de bombas de fundo, ou bloqueios na alimentação de combustível por válvulas, são as maneiras indicadas para esse tipo de extinção das chamas (NOLAN, 1996).

2.6 MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Seito et al. (2008) definem que existem dois tipos de proteção contra incêndios:

2.6.1 Medidas de proteção passiva

São as medidas incorporadas diretamente nos sistemas construtivos. Exemplos dessa proteção são as compartimentações horizontais e verticais, tipos de paredes e compartimentação favorável para evitar a propagação do incêndio (SEITO et al., 2008).

2.6.2 Medidas de proteção ativa

Esse tipo de proteção é complementar as medidas de proteção passiva. Ela é composta basicamente de equipamentos e instalações a serem acionadas, de forma manual ou automática em caso de incêndios. Dentre as principais, podem-se citar: Detecção e alarme, bombas de combate a incêndio e pressurização da rede de hidrantes e *sprinklers*, iluminação e saídas de emergências e controle de movimento de fumaça (SEITO et al., 2008).

A proposta desse trabalho visou detalhar uma forma de proteção ativa: as bombas de combate a incêndio e as instalações dos componentes. Sendo assim, a partir do próximo tópico, esse conceito de proteção ativa será apresentado de forma mais aprofundada, demonstrando suas definições e aplicabilidades.

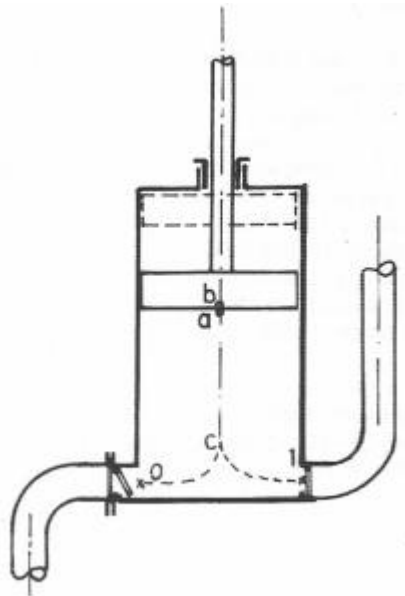
2.7 TIPOS DE BOMBAS

Bombas são equipamentos cujo objetivo é realizar o deslocamento de um fluido por escoamento. Essas máquinas são do tipo geratriz, ou seja, transforma o trabalho mecânico em energia. A energia é transferida ao fluido sob forma de pressão e cinética (BRASIL, 2010). Os principais tipos de bomba, segundo Puchovsky et al. (1998), são bombas de deslocamento positivo e centrífugas.

2.7.1 Bombas de deslocamento positivo

Esse tipo de bomba, ilustrada na figura 3, fornece energia ao fluido a cada rotação ou ciclo. Essa movimentação é gerada diretamente pela ação do órgão de impulsão da bomba, que obriga o fluido a executar o mesmo movimento feito pelo impulsor (êmbolo) (BRASIL, 2010).

Figura 3 - Bomba de deslocamento positivo

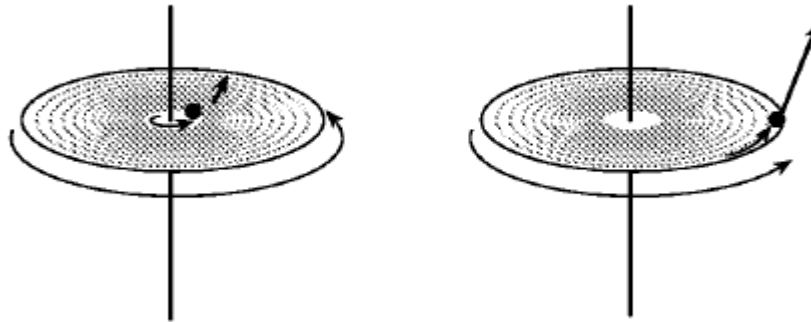


Fonte: (BRASIL, 2018)

2.7.2 Bombas centrífugas

Esse tipo de bomba, observado na figura 4, é o mais comum em instalações para combate a incêndio. O nome: centrífuga é devido à força aplicada sobre o fluido, pela rotação a partir do centro e expansão para as extremidades (PUCHOVSKY et al., 1998).

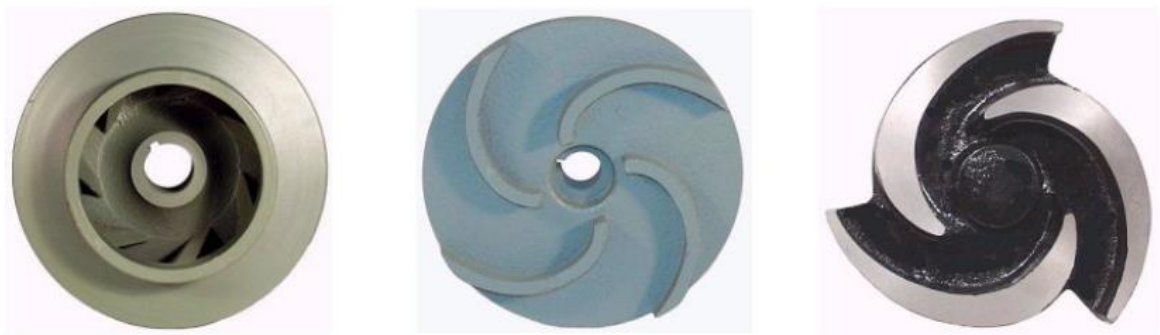
Figura 4 - Força centrífuga



Fonte: (PUCHOVSKY et al., 1998)

O conceito apresentado é possível devido ao componente rotor da bomba centrífuga. Para Brasil (2010), os principais tipos de rotores, presentes nesses equipamentos são: do tipo fechado, semi-aberto e aberto, conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Tipos de rotores



Fonte: (BRASIL, 2018)

Os rotores são revestidos pela carcaça da bomba, a qual é acoplada ao motor (elétrico ou a combustão) que irá proporcionar a rotação do equipamento e gerar a

energia mecânica necessária para ser transferida ao fluido (PUCHOVSKY et al., 1998).

Ainda em Puchovsky et al. (1998), esses equipamentos podem ser classificados como: do tipo horizontal ou vertical e conter múltiplo estágio (diversos rotores) ou apenas um estágio. A figura 6 ilustra uma bomba centrífuga horizontal, acoplada em um motor elétrico e de apenas um estágio de rotação.

Figura 6 - Bomba centrífuga horizontal, acoplada com motor elétrico e um único estágio de rotação (rotor simples)



Fonte: (BRASIL, 2018)

2.8 CONCEITOS HIDRÁULICOS

Os conceitos hidráulicos são fundamentais para o entendimento do desempenho das bombas de combate a incêndio. Os dois principais itens são: a quantidade de água necessária para o movimento do fluido, chamado vazão e a quantidade de energia disponível na movimentação, chamado pressão ou altura manométrica (PUCHOVSKY et al., 1998).

2.8.1 Vazão

A vazão é definida pela quantidade volumétrica de água por um período de tempo. As principais unidades de medidas de vazão são m^3/h , L/min , ou qualquer outra medida de volume por tempo (PUCHOVSKY et al., 1998).

2.8.2 Pressão ou altura manométrica

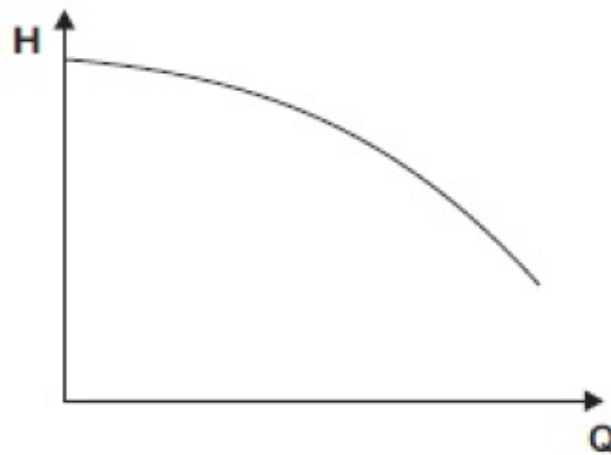
A pressão ou altura manométrica é definida pela energia fornecida à água pela rotação do motor da bomba. Suas principais unidades são bar ou psi (medidas de pressão) e metros (m) ou pés (ft) (medidas de altura) (PUCHOVSKY et al., 1998).

2.8.3 Curva da bomba

As bombas apresentam características de acordo com os materiais de concepção (diâmetro do rotor, capacidade do motor, eixos, entres outros). O resultado dessas especificações é definido como curva da bomba, ou seja, o comportamento da entrega da vazão *versus* a pressão ou altura manométrica que a bomba pode desempenhar (SOUZA, 2014).

O comportamento da bomba pode ser visualizado graficamente conforme ilustrado na figura 7 de vazão (Q) x altura (H) (SOUZA, 2014).

Figura 7 - Curva da bomba



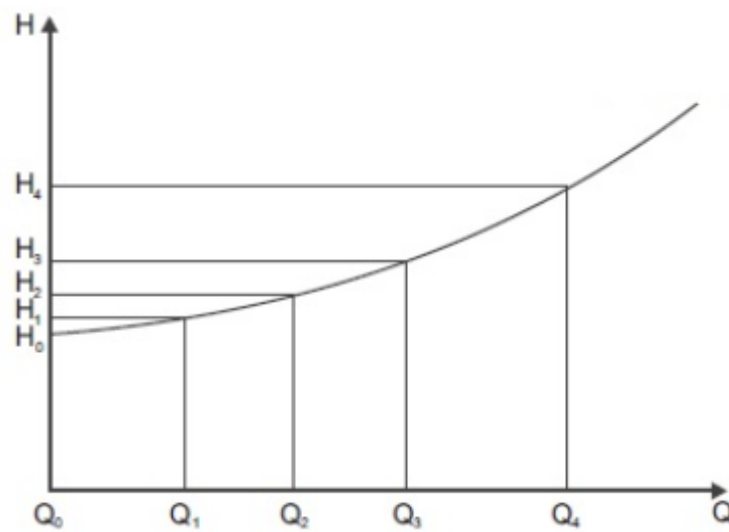
Fonte: (SOUZA, 2014)

2.8.4 Altura manométrica do sistema

A altura manométrica do sistema, ou curva do sistema, é definida como a energia que o sistema irá demandar da bomba, para que consiga transferir o fluido de um ponto até o outro. Essa energia irá considerar as resistências que o sistema fornece ao fluido. Exemplos dessas resistências são: perdas de cargas em acidentes da tubulação, diferença de pressão entre o reservatório de descarga e sucção, além das demais customizações de cada sistema (SOUZA, 2014).

Segundo Souza (2014), a curva do sistema pode ser representada também em um gráfico de vazão *versus* altura manométrica, visto na figura 8.

Figura 8 - Curva do sistema



Fonte: (SOUZA, 2014)

2.8.5 Seleção da bomba

A seleção da bomba, conforme Souza (2014), será a interseção baseada na curva apresentada pelo fabricante (curva da bomba) e a curva demandada pelo sistema (curva do sistema). Ou seja, de acordo com a pressão ou vazão definida em projeto, sobrepõem-se ambas as curvas, resultando no modelo ideal da bomba para o perfeito funcionamento do sistema.

2.9 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA

KSB (2013) define que a placa de identificação deve indicar as principais informações de operação da bomba. Segundo ABNT (2019), as placas de identificações devem ser fabricadas e fixadas com materiais resistentes a corrosão e conter, pelo menos, as seguintes informações:

- a) Fabricante;

- b) Modelo;
- c) Número de série;
- d) Vazão nominal;
- e) Pressão nominal;
- f) Rotações por minuto;
- g) Diâmetro do rotor.

2.10 MANÔMETROS

Manômetros são equipamentos utilizados em diversas aplicações, dentre elas podem ser citadas: a medição da pressão de gases e líquidos em máquinas industriais e pneumáticas, além da velocidade de um fluido (JUNIOR, 2019).

O manômetro mais comum é o de mercúrio, no qual, através de um tubo em “U”, afere-se a diferença de pressão do fluido em questão com a pressão atmosférica, ou seja, através da diferença de pressão nas extremidades do “U” (JUNIOR, 2019).

Segundo ABNT (2013b), o critério de seleção do manômetro deve levar em consideração as seguintes condições:

- a) Uso (pressão, temperatura e fluido de operação);
- b) Armazenamento;
- c) Instalação;
- d) Segurança;
- e) Manutenção.

Ainda em ABNT (2013b), os manômetros devem suportar pressões estáveis, sobrepressões e pressões pulsantes. Além desse requisito, o ponteiro não pode ter largura maior que a marca da menor espessura de escala e os ensaios de estanqueidade e calibração devem ser feitos com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.

Os manômetros devem ser instalados na tubulação de saída da bomba e o mostrador deve ter capacidade para indicar pressões, de até no mínimo, duas vezes

a pressão nominal de operação da bomba, mas não menos que 13,8 bar (ABNT, 2019).

2.11 PRESSOSTATOS

Pressostatos são instrumentos responsáveis por monitorar a pressão de determinados equipamentos ou linhas de transferências de fluidos, com o objetivo de protegê-los da sobrepressão, ou acionar sensores pré-programados a tomarem uma ação quando a pressão estabelecida nesse instrumento for atingida (ACEPIL, 2019a).

Segundo Acepil (2019a), as principais aplicações de pressostatos estão presentes na indústria química, petroquímica, de alimentos, siderúrgicas, além de outros seguimentos. Em complemento, esse instrumento é principalmente aplicado no controle de bombas de água, caldeiras industriais e compressores de ar ferroviário e marítimo.

A ABNT (2010) cita que devem ser realizadas a manutenção preventiva e a limpeza no equipamento com periodicidade e após os testes, formalizar as recomendações e corrigir as eventuais falhas.

2.12 VÁLVULAS

As válvulas são dispositivos importantes para as instalações, sejam elas residenciais, comerciais ou industriais. A partir de seu mecanismo de abre e fecha, esse instrumento pode controlar e monitorar a pressão e fluxo de um sistema, desde os mais simples até os a mais complexos (TIGRE, 2019).

Segundo Wan do Brasil (2019), os principais tipos de válvulas são: borboleta, gaveta, segmento esférico, de retenção, alívio, desvio e descarga dupla. As principais válvulas usadas em sistema de combate a incêndio são do tipo gaveta, de retenção e de alívio (ABNT, 2019).

2.12.1 Válvula gaveta

As válvulas gavetas são usualmente aplicadas em processos onde não se necessitam de operações frequentes de abertura e fechamento, pois o seu manuseio é lento quando comparado a outras válvulas. A principal característica dessa válvula é a baixa perda de carga quando na sua posição totalmente aberta, ou seja, esse instrumento proporciona uma baixa obstrução à passagem de fluxo. Isso ocorre porque o seu sistema de vedação atua perpendicularmente a linha de fluxo (UNIVAL, 2019).

Tauana (2019) em seu catálogo de produtos exemplifica o modelo desse tipo de válvula, ilustrado na figura 9.

Figura 9 - Válvula Gaveta



Fonte: (TAUANA, 2019)

2.12.2 Válvula de retenção

As válvulas de retenção são instrumentos que limitam o escoamento em um único sentido, ou seja, previnem a reversão do fluxo de forma rápida e automática. O seu uso permite bloquear e não controlar o fluxo. O acionamento é feito pela própria

energia do fluido, não necessitando de ação humana ou de instrumentos. As principais aplicações são para água, vapor, ar, gás de carvão e óleo, tanto em baixa, quanto em altas temperaturas (UNIVAL, 2019).

Segundo ABNT (2014c), para ideal funcionamento do equipamento, o mesmo deve ser estanque, de tal modo que mantenha a tubulação sempre cheia de fluido.

2.12.3 Válvula de alívio

Segundo Acepil (2019b), as válvulas de alívio são usadas para manter a pressão do fluido em tubulações e sistemas complexos. A principal aplicação é evitar a pressão excessiva nas instalações. Caso a pressão no meio exceda ao que foi calibrada na válvula, essa se abrirá e aliviará a pressão no sistema, evitando acidentes e transtornos ao processo.

Os sistemas de combate a incêndio utilizam essa válvula tanto para proteger as instalações, quanto a vida humana; principalmente os brigadistas manuseando as mangueiras de hidrantes para o combate.

2.12.4 Instalações das válvulas

O direcionamento de instalação para essas válvulas, segundo ABNT (2019), contextualiza não somente a maneira correta de instalação, mas também o objetivo e a forma adequada de manutenção ou inspeção.

Ainda em ABNT (2019), uma válvula de retenção deve ser instalada na tubulação de saída de cada bomba, pois a mesma evitará que a bomba gire no sentido inverso e/ou cause problemas em seus componentes.

Uma válvula de alívio deve ser instalada na tubulação de saída da bomba. Neste caso, o principal objetivo deste instrumento é evitar o aumento de pressão de água

na tubulação, bem como problemas de aquecimento do motor, em caso de um funcionamento com vazão nula (acúmulo de energia no ambiente) (ABNT, 2019).

Em resumo, a válvula de alívio deve ser instalada a jusante da bomba, antes da válvula de retenção.

Pela ABNT (2019), as válvulas do tipo gaveta devem ser de haste ascendente, pois a partir de uma breve inspeção visual, pode-se notar se a mesma encontra-se aberta ou fechada.

Por fim, as válvulas devem conter sinalização da posição normal de operação (aberta ou fechada). Essas devem ser bloqueadas com correntes ou lacres, e serem inspecionadas frequentemente pela equipe responsável, a fim de evitar problemas de fluxo durante a emergência (ANBT, 2019).

2.13 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS DA CASA DE BOMBAS

As propriedades construtivas são formas de proteção passivas ao patrimônio que se deseja proteger. Segundo o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2011), na Instrução Técnica (IT) nº 08, um parâmetro importante para quantificar essa medida é o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF).

A casa de bombas de combate a incêndio enquadra-se em elementos de compartimentação e paredes divisórias de unidades autônomas, que devem respeitar um TRRF de resistência superior a 120 minutos, de tal modo que seja evitado o colapso estrutural e danifique o funcionamento do sistema durante o combate a incêndio (SÃO PAULO (ESTADO), 2011).

A casa de bombas de combate a incêndio, segundo a ABNT (2019), deve estar localizada em uma área externa e a uma distância de 15 metros de qualquer outra edificação e de outras exposições ao incêndio.

As construções devem ser ventiladas e o motor da bomba deve estar em um abrigo seguro e coberto, protegido contra violações (ABNT, 2019). A ventilação deve ser dimensionada para as seguintes aplicações:

- a) Manter a temperatura interna abaixo dos 50°C;
- b) Suprir a entrada de ar na combustão do motor;
- c) Remover eventuais vapores nocivos;
- d) Suprir e remover ar para o radiador para refrigeração do motor da bomba.

Em complemento as propriedades construtivas, referenciando ABNT (2019), sempre que a bomba de incêndio entrar em operação, uma pessoa qualificada deve estar presente no ambiente para verificar se o equipamento está operando de modo satisfatório. Tendo em vista o atendimento de uma eventual manutenção durante o combate, a bomba deve ser dimensionada de tal modo que uma pessoa consiga circular ao seu entorno e conter espaços livres para uma eventual manutenção, operação e substituição de um dos componentes.

2.14 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A iluminação de emergência visa garantir as condições de iluminação necessárias para as áreas riscos (SÃO PAULO (ESTADO), 2018b). Esse item é um requisito obrigatório em casa de bomba de combate a incêndio, conforme a ABNT (2019) o local deve ser provido de iluminação artificial, a fim de fornecer luz tanto para o operador que está na casa de bombas, durante a emergência, quanto para promover a evacuação segura desse elemento. O conjunto de iluminação não deve estar ligado ao conjunto de baterias da bomba (ABNT, 2019).

Segundo a ABNT (2013a), a intensidade da iluminação deve respeitar as limitações da visão humana e ter uma autonomia não menor que 1 hora de funcionamento, incluindo uma perda não maior que 10% de sua luminosidade inicial.

A manutenção desses equipamentos deve ser feita por pessoas qualificadas e registradas em documentos de manutenção (ABNT, 2013a).

2.15 CONJUNTO DE BATERIAS

Conforme descrito pela Bosch (2007), o conjunto de baterias é um dispositivo eletroquímico que transforma a energia química em energia elétrica e vice versa, ou seja, uma bateria pode ser carregada e descarregada inúmeras vezes.

Nos motores de combustão a diesel, quando em funcionamento, utilizam as baterias para realizar o armazenamento químico da energia elétrica gerada pelo alternador. Essa energia é utilizada para dar partida ao motor quando ele estiver desligado. Por esse motivo, as baterias são chamadas de “bateria de partida”, especialmente quando em baixas temperaturas, essas devem fornecer uma quantidade alta de energia (BOSCH, 2007).

Os motores a combustão devem ser providos com um conjunto de dois bancos de bateria, a fim de fornecer energia suficiente para o arranque do motor e devem ser recarregados quando esses estiverem em funcionamento (ABNT, 2019).

A localização das baterias, ABNT (2019) diz que deve ser próxima ao motor e posicionadas acima do piso, de forma a protegê-la das vibrações do solo e inundações do ambiente, além de evitar as temperaturas elevadas do conjunto. Em complemento, devem manter a carga completa durante tempo integral, e mesmo sendo carregadas durante o funcionamento do motor, deve-se inspecionar com periodicidade a integridade do instrumento.

2.16 PAINÉIS ELÉTRICOS

Os painéis elétricos de acionamento de bombas de incêndio são instrumentos que possibilitam a operação da bomba através do modo manual ou automático. Além do acionamento, esses painéis visam fornecer sinalizadores sobre o funcionamento dos componentes (CONTRA INCENDIO, 2019).

Segundo Germek (2019a), os painéis de operação da bomba de combate a incêndio devem fornecer características construtivas tais como o grau de proteção;

características elétricas; sinalizações e funções; chave geral; parada de emergência e partida automática.

Segundo a ABNT (2019), os painéis devem ser posicionados o mais perto possível dos motores que controlam, e também devem sinalizar todos os elementos fundamentais para o funcionamento do motor, bem como acusar qualquer desvio no sistema, facilitando a identificação das falhas e agilidade no reparo do equipamento. Os indicadores fundamentais desses painéis devem ser:

- a) Pressão do óleo e sistema de lubrificação;
- b) Falha na partida automática;
- c) Sobre velocidade;
- d) Falha na bateria ou bateria ausente;
- e) Falha do carregador;
- f) Falha de funcionamento da injeção de combustível;
- g) Baixo nível de combustível;
- h) Temperatura da água de refrigeração;
- i) Motor em funcionamento automático;
- j) Indicação da bomba principal e reserva.

2.17 GERADORES

Em sistemas de combate a incêndio, os grupos geradores são de fundamental importância para manter a energia fornecida aos motores elétricos usados no combate a incêndio. De acordo com ABNT (2014a), um grupo gerador consiste em um ou mais motores internos a combustão que, ao funcionar, transforma a energia mecânica em energia elétrica. Os principais componentes dos grupos geradores são: motores, alternadores, sistemas de partida, ventilação, lubrificação e sistema combustível, além da usina geradora que realiza a transformação de energia (ABNT, 2014a).

Esses equipamentos devem ter combustível suficiente para abastecer o motor do gerador por um período de 8 horas de operação, com 100% de capacidade nominal da bomba elétrica (ABNT, 2019).

2.18 TANQUES DE DIESEL

Os tanques de diesel são componentes fundamentais para o sistema de combate a incêndio movido por motores a diesel. Segundo a ABNT (2007), a construção dos tanques deve ser feita de aço carbono, suportando pressões que variem de 3,4 kPa até 6,8 kPa.

Além das premissas construtivas, os tanques devem passar por processo de resistência hidrostática e conter dois tipos de respiros: um respiro normal e outro de emergência. Por fim, deve haver um medidor de nível e uma placa de identificação visível para consulta de informações (ABNT, 2007).

As bombas de combustão a diesel devem conter tanques exclusivos para operação dos motores, ou seja, um tanque para cada bomba. A localização dos tanques tem de ser tal que a saída do tanque esteja a uma altura superior à de alimentação do motor a diesel. As tubulações entre o tanque e o motor, devem ser de estrutura metálica, além de ter uma contenção equivalente a 1,5 vezes o volume do tanque (ABNT, 2019).

O volume do tanque deve ser no mínimo de 8 horas de consumo do motor em sua operação máxima, mais 5% do volume para expansão e mais 5% para deposição de impurezas. A indicação de nível deve ser feita através de tubos transparentes e o volume de combustível sempre deve permanecer acima dos 70%, para uso imediato do combustível no momento da emergência (ABNT, 2019).

Em complemento, segundo a ABNT (2019), os tubos de respiro do tanque devem medir, pelo menos, 1,5 metros de comprimento.

2.19 RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO

Em ABNT (2014b), encontra-se que a reserva técnica de incêndio é o abastecimento exclusivo para a operação do sistema de incêndio. As principais formas de reserva

são tanques elevados, reservatórios com fundo elevado ou com fundo ao nível do solo (rios, lagos), ou tanques de pressão.

O mais usual é o reservatório elevado. Esse tanque deve fornecer pressão mínima para acionamento do sistema, conter válvulas na entrada e na saída e dispor de indicação de nível. (ABNT, 2014b).

A manutenção de esvaziamento e limpeza deve ser realizada com no máximo a cada 15 anos, o tanque deve ser totalmente fechado de modo a não permitir a entrada de luz solar e/ou materiais que possam contaminar a água. Caso o sistema não seja exclusivo para incêndio, as laterais devem ser pintadas indicando o nível de exclusividade da reserva técnica de incêndio e a reposição da capacidade efetiva não deve durar mais que 8 horas (ABNT, 2014b).

Segundo ABNT (2019), o volume deve respeitar a demanda projetada, de acordo com o grau de risco da instalação, além de conter um método confiável de enchimento/reabastecimento automático.

2.20 ATERRAMENTO

Segundo Capelli (2000), o aterramento tem três funções principais:

- a) Proteger o usuário de descargas elétricas, ou seja, viabilizando o caminho mais fácil para a descarga descer para a terra;
- b) Eliminar as cargas estáticas acumuladas nas carcaças de máquinas e equipamentos;
- c) Facilitar o funcionamento de dispositivos de segurança, tais como fusíveis e disjuntores.

Os materiais de construção do cabo terra devem ser constituídos de ligas resistentes à corrosão, além de ter condições elétricas e mecânicas para o bom funcionamento do sistema. As ligas mais usadas no cotidiano são as de aço-cobre (ABNT, 1996).

2.21 SISTEMA DE SPRINKLERS OU CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Os sistemas de chuveiros automáticos ou *sprinklers* são dispositivos para a extinção do fogo que funcionam de forma automática. Os bicos são vedados por um bulbo termossensível, que ao atingir a temperatura de operação, o mesmo se rompe, liberando o fluxo de água que se encontra pressurizada dentro da tubulação (ABNT, 2014b).

Os bicos são dimensionados de acordo com a densidade de ataque da água (fator K) discriminada em projeto para extinção do grau de risco exposto no ambiente. Esses equipamentos devem ser fabricados com materiais resistentes à corrosão ou com revestimentos especiais para ser utilizado em atmosferas agressivas (ABNT, 2014b).

Segundo o Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2018c) na Instrução Técnica (IT) nº 23, o dimensionamento do sistema de sprinklers deve seguir os padrões técnicos nacionais, e caso os mesmos não possuam os riscos contemplados, deve seguir as tabelas e parâmetros discriminados na norma americana NFPA.

Conforme ABNT (2019), as bombas com motores a diesel e tanques intermediários devem ser protegidas por sistemas de *sprinklers* ou chuveiros automáticos.

2.22 BOMBA JOCKEY OU BOMBA DE PRESSURIZAÇÃO

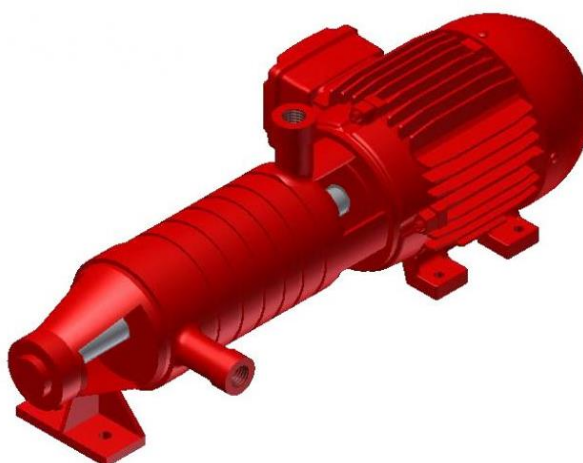
A bomba Jockey ou bomba de pressurização é o equipamento indispensável para o sistema de combate a incêndio e sua principal função é a manutenção da pressão do sistema (GERMEK, 2019b). De acordo com ABNT (2019), a bomba Jockey deve ser instalada e projetada para manter a pressão do sistema contra incêndio entre os limites preestabelecidos.

Essa bomba opera automaticamente a linha do sistema (liga e desliga), a fim de suprir as perdas de cargas causadas por vazamentos ou dilatações, evitando

também que as bombas principais entrem em funcionamento desnecessariamente (GERMEK, 2019b).

Segundo ABNT (2014b), o acionamento dessas bombas deve ser feito por meio de sensores de pressão instalados no sistema, de tal modo que os comandos de partidas da bomba recebam o sinal e pressurizem o sistema até a pressão projetada e estabelecida pelos pressostatos. A figura 10 ilustra uma bomba Jockey.

Figura 10 - Bomba Jockey



Fonte: (GERMEK, 2019)

2.23 BOMBA DE MOTOR A DIESEL

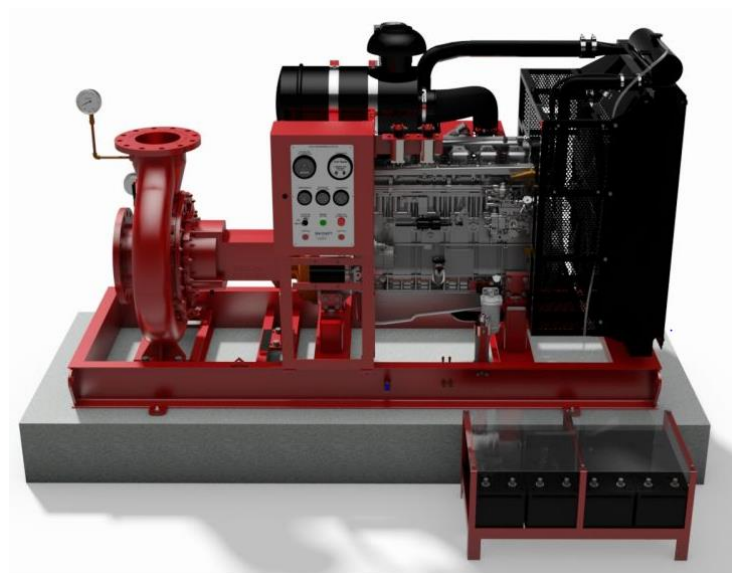
As bombas de motor a diesel são as responsáveis por fornecer pressão e vazão suficientes ao combate durante uma emergência. Segundo ABNT (2019), a vazão da bomba deve ser menor ou igual a 150% da capacidade nominal do projeto. O desempenho da bomba deve fornecer a vazão nula, o limite de até 140% da pressão nominal. Quando submetida a uma vazão de 150% da vazão nominal do projeto, a bomba deve manter pelo menos 65% da pressão nominal de operação.

Os motores de combustão interna devem ser movidos obrigatoriamente pelo combustível diesel. O motor deve ser construído de maneira que o empuxo total da

bomba, que inclui o peso do eixo, rotores e empuxo hidráulico, possa ser sustendo em um mancal para manter a estabilidade da bomba (ABNT, 2019).

Segundo Germek (2019c), os motores a diesel contêm um sistema de arrefecimento, a fim de manter a temperatura do motor ideal para seu correto funcionamento, os dois principais tipos são sistemas de radiadores convencionais ou trocadores de calor. Esse quesito depende do arranjo físico previsto no projeto para alocação dos motores. A figura 11 ilustra o conjunto do motor estacionário com sistema de resfriamento por radiador acoplado a uma bomba centrífuga.

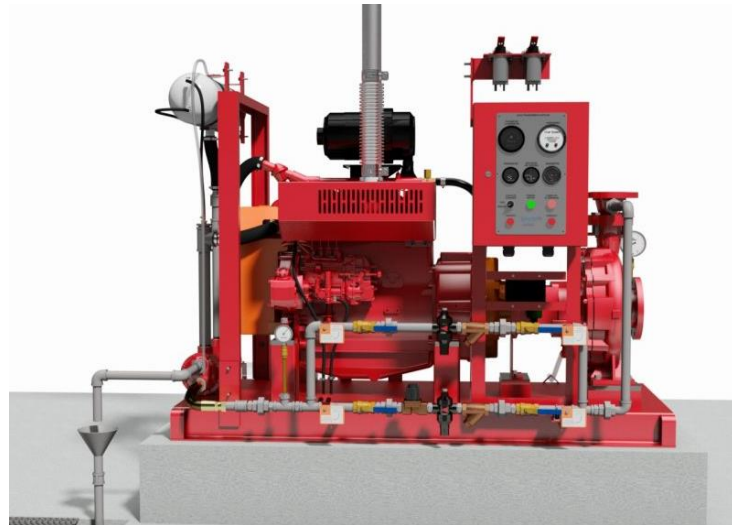
Figura 11 - Bomba de motor a diesel com radiador



Fonte: (GERMEK, 2019)

A figura 12 ilustra o conjunto de uma bomba centrífuga acoplada ao motor a diesel com sistema de refrigeração por trocador de calor.

Figura 12 - Bomba de motor a diesel com trocador de calor



Fonte: (GERMEK, 2019)

A manutenção do motor deve assegurar que os mesmos sejam mantidos limpos, secos e lubrificados para assegurar um bom desempenho (ABNT, 2019).

Por fim, o sistema de acionamento e testes dos motores a diesel, deve ser realizado uma vez por semana com duração de 30 min para atingir a temperatura normal de funcionamento (ABNT, 2019).

2.24 SIRENE DE EMERGÊNCIA

Nas casas de bombas de combate a incêndio, uma sirene tem por objetivo sinalizar que o sistema está operando, visando alarmar os profissionais envolvidos uma possível emergência ou um acionamento incorreto das bombas de combate. Segundo EATON (2009), a sirene deve ser dimensionada de acordo com o ambiente de trabalho, ou seja, em locais fechados, as sirenes devem produzir menores pressões sonoras que em ambientes abertos. No caso das sirenes de emergência da casa de bombas de combate a incêndio, essa deve produzir uma pressão superior ao gerado pelos motores de combustão a diesel.

Segundo a ABNT (2019), o alarme sonoro deve ser instalado junto ao painel elétrico para sinalizar, sempre que a bomba entrar em operação ou acusar alguma falha no painel, os colaboradores sobre o ocorrido.

A manutenção desses equipamentos deve ser realizada de maneira preventiva (garantindo o pleno funcionamento) ou corretiva (ação imediata de reparo). Além de ser realizada por profissionais capacitados e gerar um relatório de execução com as condições do equipamento (ABNT, 2010).

2.25 SISTEMA DE EXAUSTÃO

O sistema de exaustão tem a finalidade de capturar os gases gerados no ambiente. Esse tipo de exaustão pode ser natural ou forçado. O sistema natural é aquele que utiliza o próprio peso específico das moléculas geradas para a exaustão, já o modelo forçado, é aquele que captura as partículas na corrente de gases gerado pelo sistema, sendo acoplados a uma fonte (USP, 2018c).

Referenciando ABNT (2019), o sistema deve conter dutos para canalizar os gases para fora do ambiente. As tubulações visam proteger não somente as condições de temperatura no interior do recinto, como também o operador. Cada motor deve conter um sistema de exaustão independente. Esses sistemas devem ser projetados para não permitir a entrada de água no sentido inverso e caso tenham dispositivos de tratamento dos gases, não devem afetar o desempenho do motor.

De acordo com ABNT (2017a), os motores de combustão a diesel utilizam o sistema de captura forçado e devem conter o seguinte conjunto de componentes: coletor de exaustão, conversor catalítico primário, tubo de motor (primário), conversor catalítico secundário, silencioso intermediário, tubo (intermediário), silencioso traseiro e suporte. E mais, a inspeção desse sistema de exaustão deve ser feita visualmente, verificando toda a integridade do sistema, buscando alterações tais como: deterioração (oxidação), furos, componentes soltos e ressecamentos dos componentes flexíveis, como coxins e borrachas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

A unidade está localizada em um polo industrial no estado de São Paulo. A figura 13 ilustra a imagem aérea da empresa.

Figura 13 - Foto aérea da empresa distribuidora de GLP



Fonte: (Google Maps, 2019)

A empresa iniciou as operações em 1976, sendo responsável pelo recebimento, armazenamento e distribuição de GLP, Butano e Propano para comercialização industrial, comercial e em condomínios ao longo da região onde está instalada.

O Decreto Estadual de São Paulo (2018) nº 63.911 classifica a empresa no Grupo I, Ocupação Industrial, Divisão I – 3: Locais onde há alto risco de incêndio.

3.2 MATERIAIS

Os materiais usados para o estudo de caso foram: uma câmera fotográfica, para registrar as instalações existentes; o direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019 para verificação e comparação da instalação dos equipamentos; e os documentos relacionados a casa de bombas de combate a incêndio para verificação dos planos de testes e manutenção.

3.3 MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado através de uma visita técnica *in loco* na empresa no dia 19/12/2018, e a inspeção foi acompanhada pelos responsáveis dos departamentos de segurança e de manutenção. Além de registros de imagens, realizou-se um teste de funcionamento do sistema, no qual os motores foram acionados tanto de forma automática, quanto de modo manual. Também foram verificados os documentos fornecidos pela empresa, tais como o projeto hidráulico, o plano de manutenção e testes do sistema, teste de performance das bombas, laudo de aterramento, testes de comissionamento e simulados de emergência feitos durante o ano de 2018.

A partir dessas informações, buscou-se, juntamente aos responsáveis da empresa, discutir, analisar e comparar os critérios de instalação dos instrumentos existentes na empresa, em relação à norma ABNT NBR 16704 - Conjuntos de bombas estacionárias para sistemas automáticos de proteção contra incêndios – Requisitos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 REQUISITOS DE INSTALAÇÃO

Os registros fotográficos, de cada um dos itens, foram comparados e analisados, levando em consideração a norma ABNT NBR 16704:2019.

4.1.1 Placa de identificação da bomba

Na figura 14, registrou-se a placa de identificação da bomba. A fim de não compartilhar os dados da empresa fabricante, editaram-se alguns enquadramentos na imagem, mas sem que prejudicasse a análise.

Figura 14 - Placa de identificação da bomba



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Conforme observado na imagem, esse modelo de placa atendeu quase a totalidade dos requisitos da norma ABNT NBR 16704:2019. O instrumento apresentou as seguintes informações: dados do fabricante, número de série, vazão e pressão nominal do equipamento, bem como a rotação por minuto. Como complemento, poderia ter sido adicionado o diâmetro do rotor da bomba. Por outro lado, a placa trouxe a informação adicional do peso do equipamento, um dado extra que pode ser utilizado para outro fim, como por exemplo, no transporte do equipamento.

4.1.2 Manômetros

Durante o estudo de caso, observou-se o manômetro na saída de uma das bombas de combate a incêndio (figura 15). Visando não compartilhar os dados da empresa fabricante, a imagem foi parcialmente editada, mas sem que houvesse alterações dos dados.

Figura 15 - Manômetro



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Através da verificação entre a norma ABNT NBR 16704:2019 e o manômetro presente, o estudo garantiu que o instrumento está correto. Conforme visto na placa de identificação, a pressão da bomba corresponde a 120 metros de coluna de água (mca), equivalentes a 11,75 bar, ou seja, multiplicado por dois, têm-se um valor de 23,5 bar, menor que os 25 bar apresentado no manômetro. Outro ponto importante é que o ponteiro é mais estreito que a menor escala. Por fim, o teste em campo comprovou o funcionamento deste equipamento.

4.1.3 Válvulas

De acordo com a figura 16, notou-se que as válvulas estão instaladas corretamente seguindo o direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019, pois existe na tubulação de saída de cada bomba, uma válvula de alívio devidamente sinalizada a jusante da bomba e antes da válvula de retenção.

Figura 16 - Válvula de alívio e válvula de retenção



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

As figuras 17 e 18 registraram as válvulas do tipo gaveta com haste ascendente, modelo recomendado para uso em tubulações de água de combate a incêndio.

Figura 17 - Válvula gaveta com haste ascendente



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Em complemento, na figura 18 verificou-se o lacre das válvulas, que conforme requisito, estavam devidamente lacradas e sinalizadas na posição normal de funcionamento (aberta ou fechada), bem como os dados preenchidos pela equipe de manutenção responsável pelo instrumento.

Figura 18 - Lacre e sinalização da válvula



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.4 Propriedades construtivas e distância do risco

Durante o estudo de caso, analisaram-se os requisitos do direcionamento ABNT NBR 16704:2019 e comprovou-se que a casa de bombas, conforme visto na figura 19, enquadra-se nas premissas de proteção, pois essa apresentava parede de alvenaria (TRRF maior que 120 min), distância do risco acima de 15 metros e ventilação adequada.

Figura 19 - Propriedades construtivas e de ventilação



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

A figura 20 ilustra o espaço livre ao redor da bomba de combate a incêndio, a fim de atender ao requisito de espaço hábil para manutenção do equipamento, principalmente para circulação no equipamento durante a emergência.

Figura 20 - Espaço livre ao redor da bomba



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.5 Iluminação de emergência

Durante a inspeção, foram analisadas as questões de instalação e manutenção visual do conjunto de iluminação de emergência. Nesses requisitos, o equipamento estava de acordo com o proposto pelas normas ABNT NBR 16704:2019 e ABNT NBR 10898:2013, pois não estava ligado às baterias do motor da bomba e não apresentava qualquer tipo de corrosão ou não conformidades. A figura 21 mostra a iluminação de emergência no local do estudo de caso.

Figura 21 - Iluminação de emergência



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Por outro lado, não foi possível analisar o nível de iluminação fornecido ao local e nem autonomia do sistema, pois naquele momento a iluminação ambiente supria a demanda da visão humana. No entanto, verificaram-se os registros de manutenção do equipamento e comprovou-se que o mesmo foi submetido e aprovado a testes tanto pelo fabricante, quanto pela equipe responsável do local.

4.1.6 Conjunto de baterias

As baterias do estudo de caso (figura 22) atenderam aos requisitos do direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019, pois estavam posicionadas próximas a bomba, acima do solo e eram redundantes. As medições de nível de carregamento foram verificadas no painel elétrico da bomba, onde apresentavam níveis suficientes para fornecer energia para o arranque do motor no momento da emergência. Visando não compartilhar os dados da empresa fabricante, alguns enquadramentos na figura 22 foram editados.

Figura 22 - Conjunto de baterias



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.7 Painéis elétricos

O registro fotográfico ilustrou a indicação de todos os itens requeridos no direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019, como exemplo: pressão do óleo, bateria, nível de combustível, entre outros e complementava com alguns mais, por exemplo: falta de tensão e o alarme. Desse modo, pode-se citar que o painel

atendeu a exigência. Visando não compartilhar os dados da empresa fabricante, alguns dados na figura 23 foram editados.

Figura 23 - Painel elétrico da bomba



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Em complemento, em caso de não funcionamento do painel, o motor fornecia um acionamento manual, o que foi comprovado pela partida manual, acoplada ao motor da bomba de combate a incêndio.

4.1.8 Geradores

No estudo de caso em questão, a única bomba elétrica do sistema era a de pressurização (Jockey), portanto, a unidade deveria dispor de um gerador com capacidade para alimentar essa bomba em caso de falta de energia elétrica, fato que foi comprovado pelos dados do equipamento. O gerador inspecionado tinha

capacidade também para manter a produção da empresa por algumas horas, bem como proporcionar um desligamento de todos os equipamentos da empresa de maneira segura. A figura 24 ilustra localização e instalação do gerador.

Figura 24 - Gerador de energia



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.9 Tanque de diesel

Durante o estudo de caso, os tanques atenderam os requisitos mínimos de instalação segundo o direcionamento normativo ANBT NBR 16704:2019. Esses estavam segregados do risco por uma parede de alvenaria, localizados acima da alimentação do combustível do motor, continham um dique de contenção com volume acima de 150% dos tanques e apresentavam respiro de segurança, conforme figura 25.

Figura 25 - Tanques de diesel



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

O indicador de nível, visto na figura 26, atendia ao requisito normativo, pois acusava um volume de fluido maior que 70%.

Figura 26 - Indicador de nível



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Durante a auditoria, os volumes dos tanques atenderam aos requisitos mínimos, exigidos pela norma ABNT NBR 16704 (8 horas). No entanto, o volume estava muito acima do suficiente para o consumo. Nesse ponto, manter os tanques, com o diesel, parados por muito tempo, devido ao excesso de volume, pode acumular impurezas e também acarretar mau rendimento na queima do combustível no motor. Esse item foi discutido durante o estudo e posteriormente seria analisado pelos gestores do local.

O respiro do tanque estava correto, pois, conforme o direcionamento normativo, apresentava comprimento maior que 1,5 metros, ilustrado pela figura 27.

Figura 27 - Respiro do tanque



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Por fim, o tanque estava devidamente aterrado e sinalizado o ponto de aterramento, conforme visto na figura 28.

Figura 28 - Ponto de aterramento



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.10 Reserva técnica de incêndio

A empresa em estudo continha uma reserva de 1000 m³ de água destinada ao combate a incêndio. Nesse caso, para a demanda projetada, na total vazão da bomba (698 m³/h) teria um tempo de 85 min para usar todo o reservatório. Por outro lado, devido ao método confiável de reabastecimento vindo da concessionária de água e esgoto do município, o mesmo atendeu aos requisitos mínimos exigidos pelo direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019, a figura 29 ilustra o reservatório.

Figura 29 - Reserva técnica de incêndio



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.11 Sprinklers ou Chuveiros automáticos

Durante o estudo de caso, não foi observado esse tipo de instalação, ou seja, as bombas não eram protegidas por esse tipo de sistema de proteção ativa. Nesse caso, devido ao fato da norma ABNT NBR 16704:2019 ter sido publicado em 2019, fez-se necessária a recomendação da instalação.

4.1.12 Bomba Jockey ou Bomba de pressurização

Neste presente estudo, a bomba Jockey era responsável por manter a pressão do sistema acima de 8 bar. Ou seja, quando a pressão da água na tubulação ficava abaixo de 8 bar, a bomba Jockey era ligada automaticamente e desligada quando atingia 10 bar automaticamente. Isso através dos ajustes comandados pelo pressostato de acionamento do motor.

A figura 30 mostra a bomba Jockey com o motor elétrico, instalada de acordo com o arranjo físico do projeto.

Figura 30 - Bomba Jockey



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Em complemento, fez-se o registro fotográfico do pressostato de acionamento da bomba Jockey devidamente sinalizado. Visando não compartilhar os dados da empresa fabricante, editaram-se alguns enquadramentos da figura 31.

Figura 31 - Pressostato da bomba Jockey



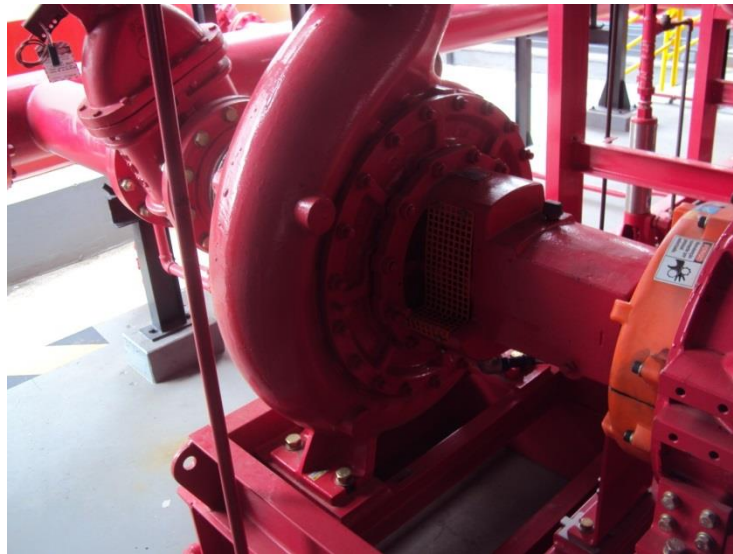
Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.13 Bomba de motor a diesel

A partir dos documentos verificados durante o estudo de caso, comprovou-se no teste de comissionamento da empresa fabricante da bomba que, a vazão instalada atende aos requisitos propostos pela norma ABNT NBR 16704:2019, ou seja, a vazão da bomba era menor que 150% da capacidade nominal do projeto.

Em complemento, pela análise do teste de desempenho do equipamento, o mesmo apresentou um limite inferior de 140% da pressão nominal a uma vazão nula e, com uma vazão de 150%, uma pressão nominal acima de 65% da pressão estabelecido no sistema, atendendo o direcionamento normativo usado nesse trabalho. A figura 32 ilustra o equipamento analisado no estudo.

Figura 32 - Bomba centrífuga



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Durante a visita técnica, o radiador mostrou-se responsável pelo resfriamento do motor através da água refrigerante e um ventilador que proporcionava o movimento de ar através do radiador, conforme visto na figura 33, atendendo a norma ABT NBR 16704:2019.

Figura 33 - Motor a diesel refrigerado por radiador



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

A sequência de acionamento dos motores foi definida pela regulação dos pressostatos de acionamento. Neste estudo, a bomba principal era configurada para acionar a uma pressão abaixo de 5 bar, ou seja, caso a bomba Jockey não fosse capaz de manter a pressão do sistema, o pressostato mandava um sinal para que a bomba ligasse quando a pressão do sistema caísse abaixo de 5 bar. Além disso, a bomba reserva era acionada através de um temporizador instalado no painel elétrico que mandava um sinal para a bomba reserva, caso a principal não entrasse durante 10 segundos, com a pressão abaixo de 5 bar. Em ambas as bombas, o desligamento era feito de forma manual.

Através da inspeção visual do conjunto, verificou-se que os componentes eram mantidos limpos, secos e lubrificados para assegurar um bom desempenho. E mais, através da análise documental dos testes, comprovou-se que o sistema era testado semanalmente por 30 minutos, conforme direcionamento normativo.

O registro fotográfico do pressostato da bomba a diesel pode ser visto na figura 34, comprovou-se sua calibração e inspeção, conforme proposto. Visando não compartilhar os dados da empresa fabricante, editaram-se alguns enquadramentos na imagem.

Figura 34 - Pressostato da bomba diesel



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

Por fim, o mancal com o conjunto de bomba e motor estava devidamente aterrado e este ponto sinalizado, demarcando o ponto de aterramento, conforme visto na figura 35.

Figura 35 - Aterramento do mancal



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.14 Sirene de emergência

Durante o estudo de caso, testou-se o sistema de sirene de emergência. Conforme esperado, a sirene foi acionada ao mesmo tempo em que o motor a combustão entrou em operação e manteve uma pressão sonora constante e superior ao gerado pelo motor de combustão a diesel ao longo dos testes. A figura 36 ilustra a sirene de emergência instalada junto ao painel elétrico.

Figura 36 - Sirene de emergência



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.15 Sistema de exaustão

A casa de bombas de combate a incêndio estudada nesse trabalho continha um sistema de exaustão individual por bomba. As instalações estavam adequadas com a norma ABNT NBR 16704:2019. Pode-se comprovar que o sistema apresentava integridade física, além de bom desempenho de captação durante o teste realizado, pois a temperatura no interior da casa de bombas permaneceu constante, e não se notou odores de gases da combustão, além da inspeção visual da saída de gases na extremidade do sistema, situada externamente as paredes de alvenaria. A figura 37 mostra o sistema de exaustão do motor.

Figura 37 - Sistema de exaustão



Fonte: (Arquivo pessoal, 2018)

4.1.16 Considerações finais do estudo de caso

O presente trabalho visou realizar a comparação entre as instalações existentes na empresa distribuidora de GLP com o direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019. Os principais elementos citados na nova norma foram baseados nos requisitos exigidos pela NFPA 20, que com a sua publicação oficial em fevereiro de 2019, subsidiou as empresas brasileiras a terem maior confiabilidade no sistema de combate a incêndio e maior direcionamento sobre as corretas instalações dos equipamentos.

5. CONCLUSÕES

No início de 2019, a publicação do direcionamento normativo ABNT NBR 16704:2019 tornou a legislação brasileira voltada para casa de bombas de combate a incêndio mais completa, detalhada e rigorosa. Os itens descritos nessa norma passaram a ser exigidos para certificações, premissas do mercado segurador e órgãos responsáveis por conceder licenças, como por exemplo, o corpo de bombeiros.

Nesse trabalho, foi realizado um estudo de caso na casa de bombas de combate a incêndio em uma empresa distribuidora de GLP no estado de São Paulo, a partir dos testes de funcionamento, análise de documentos e registro fotográficos, foi possível realizar a comparação da maioria os itens existentes, com o que o direcionamento normativo solicita.

Discutiu-se com os responsáveis do local e buscou-se a compreensão dos principais elementos exigidos na nova norma. Como resultado, a empresa terá que se adaptar em apenas um ponto, o qual será a instalação de chuveiros automáticos sobre as bombas de motor a diesel. Também será feita uma análise sobre o volume dos tanques a diesel, pois mesmo atendendo aos requisitos, esses apresentaram um volume muito acima do necessário, o que pode ocasionar prejuízos futuros.

Desta maneira, para todos os demais itens que foram discutidos nesse trabalho, a casa de bombas de combate a incêndio da empresa atendeu os principais requisitos exigidos pela ANBT NBR 16704:2019.

Por fim, visto que, ainda no início do século XXI, muitos incêndios descontrolados e catastróficos acontecem, é de suma importância que empresas, comissões de especialistas, órgãos regulatórios e pesquisadores continuem desenvolvendo direcionamentos normativos para extinção do fogo, pois como consequência, esses trazem ganhos na gestão de segurança e maior confiabilidade nos sistemas protecionais de combate a incêndios.

REFERÊNCIAS

ACEPIL. **Pressostatos danfosso**. São Paulo, 2019. Disponível em:
< <http://www.acepil.com.br/artigos/pressostatos-danfoss>>. Acesso em 29 jan. 2019a

ACEPIL. **Válvulas de alívio**. São Paulo, 2019. Disponível em:
< <http://www.acepil.com.br/artigos/valvulas-alivio>>. Acesso em 29 jan. 2019b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8528-1**: Grupos geradores de corrente alternada, acionados por motores alternativos de combustão interna Parte 1: Aplicação, características e desempenho. Rio de Janeiro, 2014a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Rio de Janeiro, 2014b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: Sistema de iluminação de emergência — Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13571**: Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14105-1**: Medidores de pressão Parte 1: Medidores analógicos de pressão com sensor de elemento elástico — Requisitos de fabricação, classificação, ensaios e utilização. Rio de Janeiro, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14781**: Veículos rodoviários automotores — Sistema de exaustão — Manutenção, inspeção, reparação e/ou substituição. Rio de Janeiro, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15139**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Válvula de retenção instalada em linhas de sucção. Rio de Janeiro, 2014c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15461**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Construção e instalação de tanque aéreo de aço. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15808**: Extintores de Incêndio Portáteis. Rio de Janeiro, 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16704**: Conjuntos de bombas estacionárias para sistemas automáticos de proteção contra incêndios — Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17240**: Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

BOSCH. **Manual de baterias Bosch**. Bosch Tecnologia para a vida. São Paulo, 2007.

BRASIL, A. N. **Máquinas Termohidráulicas de Fluxo**. Escola de Engenharia de Lorena – EEL. Lorena, 2010.

CAPELLI, A. **Aterramento elétrico**. Saber eletrônica, São Paulo, 2000.

CONTRA INCENDIO. **Bomba de incêndio**. Sorocaba, 2019. Disponível em: <<https://www.contraincendio.com.br/produto/bomba-de-incendio/painel-eletrico-para-acionamento-de-bomba-de-incendio/>>. Acesso em 30 jan. 2019.

EATON. **Sirenes e Alarmes**. EATON Powering Business Worldwide. Rio de Janeiro, 2009.

FERIGOLO, F. C. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre: Sulina, 1977.

FUNDACENTRO. **Apresentação Incêndio Ultracargo**. São Paulo, 2015. Disponível em:

<<http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoPalestraEvento/Apresent%C3%A7ao%20incendio%20da%20Ultracargo.pdf>>. Acesso em 24 nov. 2018

GERMEK. **Painel de comando para bomba de pressurização**. Germek Equipamentos, São José do Rio Pardo, 2019. Disponível em: <<http://www.germek.ind.br/produto/painel-bomba-jockey>>. Acesso em 30 jan. 2019a

GERMEK. **Bombas Jockey**. Germek Equipamentos, São José do Rio Pardo, 2019. Disponível em: <<http://www.germek.com.br/combate-a-incendio/bombas-jockey>>. Acesso em 04 fev. 2019b

GERMEK. **Motobombas a Diesel de Combate a Incêndio**. Germek Equipamentos, São José do Rio Pardo, 2019. Disponível em: <<http://www.germek.com.br/combate-a-incendio/motobombas-a-diesel-de-combate-a-incendio>>. Acesso em 04 fev. 2019c

GLOBO. **Incêndio atinge a quinta da boa vista RJ**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/02/incendio-atinge-a-quinta-da-boa-vista-rio.ghtml>>. Acesso em 24 nov. 2018

JUNIOR, J. S. **Para que serve um manômetro?**. Brasil Escola.

Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/para-que-serve-um-manometro.htm>>. Acesso em 28 de jan de 2019.

KSB. **Manual de operação e montagem - Meganorm**. Frankenthal, Alemanha, 2013.

KSB. **Válvula Gaveta – Modelo Cunha Sólida**. Brasil. Disponível em: < <https://www.ksb.com/ksb-br-pt/produtos-e-servicos/valvulas/valvula-gaveta/cunha-solida/cunha-solida/21608/>>. Acesso em 29 de jan de 2019.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 20** - Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. Massachusetts, EUA, 2013.

NOLAN, DENNIS P. **Handbook of fire and explosion protection engineering principles for oil, gas, chemical, and related facilities**. Noyes Publications. New Jersey – USA, 1996.

PEREIRA, A.G. **Segurança contra incêndio**. Brasil Engenharia. São Paulo – SP, 2009.

PUCHOVSKY, M.T; et al. **Fire pump handbook**. Library of Congress Card. Massachusetts – USA, 1998.

SÃO PAULO (ESTADO). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 02/2018**: Conceitos básicos de segurança contra incêndio. São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios de Segurança Pública. 2018a.

SÃO PAULO (ESTADO). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 08/2011**: Resistência ao fogo dos elementos de construção. São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios de Segurança Pública. 2011.

SÃO PAULO (ESTADO). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 18/2018**: Iluminação de emergência. São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios de Segurança Pública. 2018b.

SÃO PAULO (ESTADO). Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 23/2018**: Sistemas de chuveiros automáticos. São Paulo: Secretaria de Estado dos Negócios de Segurança Pública. 2018c.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto Estadual nº 63.911, de 10 de dezembro de 2018. **Institui o regulamento de segurança contra incêndios das edificações e áreas de risco no estado de São Paulo e dá providências correlatas**. São Paulo, 2018d.

SÃO PAULO (MUNICIPAL). Decreto Municipal nº 10.878, de 07 de fevereiro de 1974. **Institui normas especiais para a segurança dos edifícios, a serem observadas na elaboração dos projetos e na execução, bem como no equipamento e no funcionamento, e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário**. São Paulo, 1974.

SEITO, A.I.; et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. Projeto Editora. São Paulo - SP, 2008.

SOUZA, P.H. **Apresentação dos cálculos para seleção de bomba para sistema de reaproveitamento de água de poços artesianos.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

TAUANA. **VGA-Válvula Gaveta DN 4" WCB Flangeada classe 150 LBS.** Brasil. Disponível em: < <https://www.tauana.com.br/produto/vga-valvula-gaveta-dn4-wcb-flangeada-classe150-lbs.html>>. Acesso em 29 de jan de 2019.

TIGRE. **Obras e Reformas.** Brasil. Disponível em: < <https://www.tigre.com.br/obras-e-reformas/agua/valvulas>>. Acesso em 29 de jan de 2019.

UNIVAL. **Válvula Retenção.** Brasil. Disponível em: < <https://www.unival.com.br/produto/valvulas-industriais/valvula-retencao/>>. Acesso em 29 de jan de 2019.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina Proteção contra incêndios e explosões – Parte A – eST-201 – Capítulo 6 – Elementos Constituintes do Fogo e Eventos Reais.** Página 115. Ano 2018a.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina Proteção contra incêndios e explosões – Parte A – eST-201 – Capítulo 7 – Transmissão de Calor e as Técnicas de Combate a Incêndio.** Página 124. Ano 2018b.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina Proteção contra incêndios e explosões – Parte B – eST-301 – Capítulo 7 – Sistemas Fixos de Inundação Total com Agentes Limpos.** Página 69. Ano 2018c.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Curso de Especialização de Segurança do Trabalho. **Disciplina Higiene Ocupacional – Parte C – eST-302 – Capítulo 12 – Classificação de sistemas de ventilação e conceitos básicos..** Página 128. Ano 2018d.

WAM do Brasil. **Válvulas.** Brasil. Disponível em: < <http://wamgroup.com.br/pt-BR/WAMBR/MFamily/350/Valvulas>>. Acesso em 29 de jan de 2019.