



PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS E EXPLOSÕES

Autora: Marilice Nascimento

UNIASSELVI-PÓS
Programa de Pós-Graduação EAD



CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI
Rodovia BR 470, Km 71, nº 1.040, Bairro Benedito
Cx. P. 191 - 89.130-000 – INDAIAL/SC
Fone Fax: (47) 3281-9000/3281-9090

Reitor: Prof. Ozinil Martins de Souza

Diretor UNIASSELVI-PÓS: Prof. Carlos Fabiano Fistarol

Coordenador da Pós-Graduação EAD: Prof. Norberto Siegel

Equipe Multidisciplinar da

Pós-Graduação EAD: Prof^ª. Erika de Paula Alves

Prof^ª. Izilene Conceição Amaro Ewald

Prof. Márcio Moisés Selhorst

Revisão de Conteúdo: Prof. Lírio Ribeiro

Revisão Gramatical: Prof^ª. Sandra Pottmeier

Diagramação e Capa:

Centro Universitário Leonardo da Vinci

Copyright © Editora UNIASSELVI 2013

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri
UNIASSELVI – Indaial. UNIASSELVI – Indaial.

363.11

N244p

Nascimento, Marilice

Proteção contra incêndios e explosões /

Marilice Nascimento. Indaial : Uniasselvi, 2013.

152 p. : il

ISBN 978-85-7830-707-3

1. Segurança no trabalho.

I. Centro Universitário Leonardo da Vinci.



Marilice Nascimento

Consultora Empresarial na área de Saúde e Segurança do Trabalho, desenvolvendo documentos obrigatórios segundo a legislação e palestras voltadas ao desenvolvimento organizacional. Graduada em arquitetura e urbanismo, especializada em Engenharia de Segurança do Trabalho, especializada em Engenharia de Produção, sendo docente dos cursos de Engenharia de Produção nas disciplinas de Gestão da Higiene e Segurança do Trabalho e em Projeto e Desenvolvimento de Fábrica e Layout na Uniasselvi. Também é professora da Graduação Tecnológica em Segurança no Trabalho e professora autora de Caderno de Estudo de Programas de Prevenção. Durante o período profissional aproveitou, junto ao Corpo de Bombeiros, projetos de prevenção contra incêndio acompanhando o trâmite e a liberação de alvarás.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
CAPÍTULO 1	
CONCEITOS INICIAIS RELACIONADOS AO FOGO	9
CAPÍTULO 2	
MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO	29
CAPÍTULO 3	
SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS	49
CAPÍTULO 4	
RESERVATÓRIOS	69
CAPÍTULO 5	
PROJETO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO	83
CAPÍTULO 6	
SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	101
CAPÍTULO 7	
INFLAMÁVEIS E EXPLOSIVOS	121
CAPÍTULO 8	
PLANO DE EMERGÊNCIA E ROTAS DE FUGA.....	137

APRESENTAÇÃO

Caro(a) pós-graduando(a):

Iniciamos agora nosso estudo sobre a disciplina de Proteção Contra Incêndios e Explosões.

Incêndios ocorrem não somente no ambiente industrial como também na área comercial e é risco constante em residências. Sem falar do prejuízo decorrente de incêndios florestais. Com que frequência você ouviu falar de incêndios em que há vítimas devido à falta de prevenção ou proteção contra incêndio? Ou mesmo da necessidade de existirem pessoas treinadas para enfrentar situações de sinistros?

O comportamento do ser humano mediante ao fogo é imprevisível, contexto este que muda se as pessoas forem organizadas e souberem como reconhecer e proceder ao utilizar os equipamentos disponíveis de combate ao incêndio. E mais ainda, se souberem como escapar através de rotas de fuga pré-determinadas.

Ao iniciarmos o estudo sobre o fogo verificamos que é preciso que estejam presentes no ambiente, elementos que o compõem e que a retirada de um desses componentes tornam o fogo inexistente. Outra observação que conceituamos é de que o incêndio é o fogo em total descontrole. O fogo controlado promove a industrialização fazendo com que a química dos elementos seja transformada e se criem novos produtos.

E quanto à atuação do Engenheiro de Segurança do Trabalho no que diz respeito aos incêndios e às explosões? Ele atua analisando possíveis riscos do ambiente físico que possam causar danos ao ser humano e danos patrimoniais. Para tanto, desenvolve planos de emergência, planos de contingência, projetos de prevenção contra incêndio, envolvendo proteção ativa e passiva, e treinando equipes de brigadas de incêndios para o combate inicial.

Assim, no segundo capítulo a abordagem é referente aos métodos de extinção, quando o incêndio já está instalado, e elementos auxiliares para a prevenção que fazem com que haja avisos, detecção e, conseqüentemente, a redução dos danos já na fase inicial.

No terceiro capítulo, aprenderemos a projetar um sistema de combate ao incêndio sob comando, quais seus componentes e dimensionamento de Redes de Tubulações de Incêndios.

Em complementação, no quarto capítulo, entenderemos a necessidade de Reserva Técnica de incêndio garantida em reservatórios específicos para esse fim em separado da água para consumo. Já no quinto capítulo, a ênfase de nosso estudo está na manutenção de sistemas de prevenção contra incêndios, pois de nada adianta ter os melhores equipamentos instalados nas áreas de risco se não houver inspeções e manutenções periódicas no sistema.

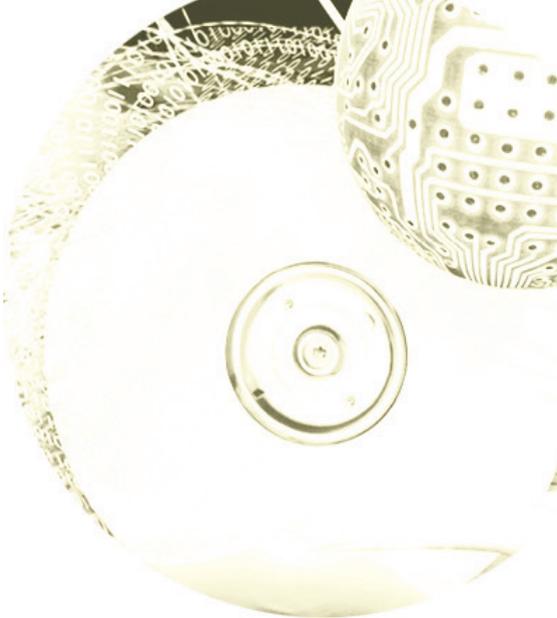
Em outras áreas, conforme o risco, a solução é que se tenha equipamentos automáticos que liberem água, como chuveiros automáticos ou os chamados *sprinklers*. No sexto capítulo aprenderemos a projetar uma rede de chuveiros automáticos e as suas diferenças em relação a uma tubulação de Rede de Incêndio com uso de hidrantes ou mangotinhos.

Complementando nosso estudo exploraremos, no capítulo 7, o risco de inflamáveis e explosivos. A partir disso refletiremos sobre a necessidade de identificar a inflamabilidade e o ponto de fulgor. Discutiremos, ainda, sobre a importância de, ao depositar elementos inflamáveis ou explosivos, tomar providências preventivas com relação à operacionalidade e aos distanciamentos de riscos.

Finalmente, encerramos o caderno no capítulo oito, no qual trataremos da elaboração de Planos de Emergência e Rotas de Fuga. E, por fim, abordaremos a legislação de formação de brigadas de incêndio e os treinamentos que tornam eficaz a atuação de uma equipe preparada a conduzir as pessoas e a combater o incêndio na sua fase inicial.

Esperamos que o conteúdo que segue o prepare para a prática profissional e seja o estímulo para ir além do material exposto. Tenha um bom aproveitamento e bom estudo!

A autora.



CAPÍTULO 1

CONCEITOS INICIAIS RELACIONADOS AO FOGO

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Compreender a prevenção contra incêndio como parte integrante da Engenharia de Segurança do Trabalho.
- ✓ Conhecer os elementos que formam o fogo, as classes de incêndio, suas causas e como ocorre a propagação do fogo e da fumaça.
- ✓ Identificar o comportamento dos materiais frente ao fogo quanto à reação e à resistência.
- ✓ Conhecer técnicas de inspeção para a prevenção de incêndios em edifícios comerciais e industriais e métodos para analisar as possíveis causas de incêndio e explosão.
- ✓ Identificar a dinâmica dos incêndios e o risco para o ambiente de trabalho.
- ✓ Identificar o risco de descargas atmosféricas.
- ✓ Analisar possíveis causas de sinistros utilizando-se de métodos em que se realize a prevenção através de técnicas de inspeção.



CONTEXTUALIZAÇÃO

O homem ao descobrir o fogo passou a utilizá-lo em suas atividades diárias e em processos produtivos. O domínio do fogo propiciou a evolução e a continuidade da espécie humana e é usado em vários processos industriais, transformando matéria-prima em produto. Quando o fogo sai do controle é chamado incêndio e este é o causador de inúmeros prejuízos materiais e humanos.

O domínio do fogo permitiu um grande avanço no conhecimento: cocção dos alimentos, fabricação de vasos e potes de cerâmica ou objetos de vidro, forja do aço, fogos de artifício, etc.. Por outro lado, sempre houve perdas de vidas e de propriedades devido a incêndios. Após a Segunda Guerra Mundial o fogo começou a ser encarado como ciência; complexa, pois envolvia conhecimentos de física, química, comportamento humano, toxicologia, engenharia, etc. (SEITO et al, 2008, p. 9).

Para a Engenharia de Segurança do Trabalho é objeto de estudo a prevenção de sinistros em ambientes de trabalho e os procedimentos de Combate ao Incêndio, devendo o engenheiro realizar estudos sobre o comportamento do fogo de forma preventiva para evitar que o incêndio ocorra.

É essencial que haja o estudo do comportamento do incêndio dentro da edificação e do estudo do comportamento humano perante o sinistro. A elaboração de projetos e de programas de prevenção de incêndios deve considerar a proteção e a segregação de elementos que possam potencializar um incêndio. Outra atividade é a formação de equipes de combate em ambientes industriais através de Planos de Emergência e Contingência.

É essencial que haja o estudo do comportamento do incêndio dentro da edificação e do estudo do comportamento humano perante o sinistro.

A partir do estudo prévio dos elementos que ocasionam o incêndio ou explosões dentro de um contexto específico é possível determinar métodos de inspeção com uma proposta de ações corretivas quanto aos possíveis agentes causadores.

ATUAÇÃO DA ENGENHARIA DE SEGURANÇA NA PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

O engenheiro de segurança do trabalho tem como meta a mudança da cultura da segurança. Isso pode ser um processo lento e que é feito através da reeducação dos trabalhadores e gestores. É nisso que consiste a Prevenção de Incêndios. Além da proteção do ambiente é preciso contar com uma equipe

preparada para a extinção do fogo. E o engenheiro deve ser capaz de emitir laudos em casos de sinistros, considerando a resistência dos materiais ao fogo e as propostas de ações corretivas e preventivas.

A atuação do engenheiro de segurança do trabalho em relação ao incêndio deve abranger:

- Modelagem física do desenvolvimento do fogo e da fumaça.
- Comportamento das estruturas e elementos de construção em caso de incêndio.
- Estudos específicos e especializados/relatórios de campo.
- Análises avançadas de SCI (SEITO et al, 2008, p. 3).

Um incêndio em grandes proporções faz com que os processos de fabricação parem e gera perda de tempo, o que reduz a produtividade.

Todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis.

A Norma Regulamentadora NR 23 (2011, p.1), do Ministério do Trabalho e Emprego, trata da proteção contra incêndio e estabelece que: “Todos os empregadores devem adotar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis.” Assim, o engenheiro de segurança do trabalho deve garantir a aplicação das diretrizes da NR 23 (2011) dentro do ambiente industrial.

Há organizações internacionais voltadas ao estudo do comportamento do fogo e à criação de normas de Sistemas de Combate de Incêndios (SCI), dentre elas podemos destacar: *The International Association for Fire Safety Science (IAFSS)*, *National Fire Protection Association (NFPA)*, *Society of Fire Protection Engineers (SFPE)*, *Fire Protection Association (FPA)*.



Atividade de Estudos:

- 1) Você já havia pensado o quão é abrangente o estudo e a aplicação da engenharia de segurança do trabalho na área de incêndio? E quanto às normas envolvidas na elaboração de projetos, programas e laudos de incêndio e explosões? Diante desses questionamentos, como você pode interferir na redução de probabilidade de ocorrência desses sinistros no local de trabalho?

CASOS DE INCÊNDIO

Um dos primeiros incêndios que se tem notícia, bem como seus efeitos, foi o de Roma no ano 64 D.C., provocado pelo Imperador Romano Lucius Domitius Ahenobarbus (Nero). Mas nem sempre essa é a causa dos incêndios, a maioria acontece de forma imprevisível quando não são feitos programas de prevenção para combatê-los já no seu início.

Após grandes tragédias e incêndios que despontaram nas notícias do Brasil, principalmente nas décadas de 1970 e 1980, e a partir da percepção da necessidade de medidas para evitar novos acontecimentos, foram elaboradas normas para direcionar a elaboração de projetos e programas de prevenção de incêndios.

No edifício Andraus (1972) a maioria dos ocupantes resolveu utilizar a escada circular enclausurada e ficaram feridos, pois a fumaça passou a ocupar o ambiente. O início do incêndio foi no 5º andar, no depósito de itens descartáveis. Outro incêndio famoso e de impacto nacional, foi o incêndio do Edifício Joelma (1974) em São Paulo que teve grande repercussão. Foram 179 mortos, dos quais 139 morreram decorrente da fumaça e da ação do fogo e 40 saltaram do edifício devido ao pânico. O fogo teve como causa um curto circuito na instalação elétrica. Outro incêndio muito conhecido foi o do Teatro Iroquois, em Chicago:

A partir da percepção da necessidade de medidas para evitar novos acontecimentos, foram elaboradas normas para direcionar a elaboração de projetos e programas de prevenção de incêndios.

Ocorrido em 30 de dezembro de 1903, aproximadamente um mês após a abertura do Teatro, e 32 anos após o incêndio que devastou a cidade. O Teatro Iroquois era tido como supostamente seguro contra incêndios. Com aproximadamente 1600 pessoas na plateia, o fogo vitimou 600 delas [...]. Como diversos incêndios já haviam ocorrido em teatros, tanto na Europa quanto nos EUA, sem a mesma magnitude, as precauções necessárias contra esse acidente eram conhecidas, mas não foram tomadas pelos proprietários do Teatro. Constavam de tais precauções a presença de bombeiros com equipamentos (extintores, esguichos e

mangueiras, etc.), a participação de pessoas aptas a orientar ações de abandono, a existência de cortina de asbestos que isolasse o palco da plateia, a implantação de adequadas saídas devidamente desobstruídas (destrancadas), entre outras. (GILL; OLIVEIRA; NEGRISOLO, 2004, p.20)

Esses são incêndios históricos, mas os incêndios continuam causando danos. Confira a notícia de 16 de outubro de 2012 sobre o incêndio em fábrica do setor de repintura automotiva.



Como sugestão veja a notícia de um recente acontecido numa fábrica de tintas em Indaiatuba, SP:

Bombeiros combatem fogo desde às 18h30 desta terça-feira. Empresa é do segmento industrial de repintura automotiva.

[...] Segundo a Defesa Civil, funcionários relataram que um equipamento utilizado para a mistura de resina teve uma pane e iniciou o incêndio. Os trabalhadores precisam sair às pressas do local. Os bombeiros trabalharam para evitar que o fogo atingisse dez tanques usados para armazenamento solventes [...].

Fonte: Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2012/10/incendio-atinge-fabrica-de-tintas-no-distrito-industrial-de-indaiatuba-sp.html>>. Acesso em: 04 nov. 2012.



Atividade de Estudos:

- 1) A partir da leitura da notícia, faça uma pesquisa sobre outros grandes incêndios que aconteceram em ambientes industriais. Cite alguns exemplos e relate quais foram as consequências e a extensão dos danos financeiros e humanos.

O FOGO

A palavra fogo vem do latim *focus*. Segundo Brentano (2004, p. 39), “fogo pode ser definido como: uma reação química, denominada combustão, que é a oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor, que gera luz e calor.”

De acordo com Seito et al (2008), não há um consenso mundial para a definição do fogo. Para a NBR 13860 (1997, p.6) – Glossário de Termos relacionados com a Segurança contra Incêndio - fogo é um “processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz”. A chama que vemos no fogo é a luz desprendida devido à queima dos vapores de um combustível.

Fogo pode ser definido como: uma reação química, denominada combustão, que é a oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor, que gera luz e calor.

Atividade de Estudos:

- 1) O fogo pode destruir ou pode beneficiar o ser humano. Faça uma pausa e descreva de que forma isso pode ocorrer dentro de um mesmo ambiente de fabricação que utilize fogo em seu processo.



O risco principal durante o incêndio é a inalação devido “[...] ao grande desenvolvimento de produtos tóxicos e asfixiantes, provenientes da combustão dos materiais utilizados no ambiente em que ocorre o fogo, causando a maioria das vítimas fatais do sinistro”.

RISCO DE INCÊNDIO

Quando o fogo foge do controle humano é chamado de incêndio. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1988, p. 377) o risco principal durante o incêndio é a inalação devido “[...] ao grande desenvolvimento de produtos tóxicos e asfixiantes, provenientes da combustão dos materiais utilizados no ambiente em que ocorre o fogo, causando a maioria das vítimas fatais do sinistro”.

Na ocorrência de incêndio devido aos processos industriais o risco potencial consiste em:

- Uso de energia elétrica
- Atmosfera com concentrações de combustíveis

O risco potencial crítico ocorre na combinação dos dois riscos. Para que não ocorra é preciso atitude preventiva com objetivo de minimizar, eliminar ou tratar adequadamente o risco.

Conforme o IPT (1988, p. 383), “a temperatura média no local do fogo é considerada 900°C com o incêndio totalmente desenvolvido no compartimento” em que o risco de queimaduras é grande.

Para Seito et al (2008, p. 15) a análise de risco envolve:

- Modelagem matemática pelo uso de possibilidade de ocorrência de fatores em série ou paralelo para a ocorrência de incêndio.
- Análise de locais de riscos específicos.
- Cálculos de carga de incêndio, velocidade de propagação.
- Cálculo de perdas:
 - ✓ Humanas.
 - ✓ Materiais.
 - ✓ Operacionais.
 - ✓ Institucionais, etc.
- Probabilidade de deflagração generalizada, ou seja, o incêndio passar de um edifício para outro alcançando uma escala urbana.

A avaliação de riscos é atividade inerente da profissão de engenheiro de segurança do trabalho e a sua interferência, antecipando os possíveis riscos de incêndios no ambiente laboral, promove a prevenção. Assim, medidas corretivas podem ser realizadas antes de ocorrer o sinistro, evitando, assim, as perdas humanas e financeiras.

a) Classes de incêndio

Para realizar a prevenção ou a extinção de um princípio de incêndio deve-se identificar qual o tipo de material combustível que o originou. As classes de incêndio, conforme Araújo (2010), são:

CLASSE A – Combustíveis comuns. Queimam em superfície e profundidade e há resíduos. Exemplo: papel, madeira, tecidos. Para sua extinção é utilizado o efeito de resfriamento com o uso de água.

CLASSE B – Líquidos ou gases inflamáveis. Queimam em superfície, mas não deixam resíduos. Exemplo: graxa, óleos, tintas, vernizes. Para a extinção usa-se o sistema de abafamento.

CLASSE C – Equipamentos elétricos, energizados. Exemplo: motores, transformadores, quadros de distribuição, fios. O ideal para sua extinção é um meio não condutor de energia elétrica como o CO₂.

CLASSE D – metais pirofóricos e ligas. Queimam em altas temperaturas. Exemplo: magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio, zinco, titânio, sódio. Para a sua extinção são utilizados pós especiais que agem por abafamento.

CLASSE K – Óleos de cozinha não saturados. Utiliza-se pó químico para a extinção.

b) Causas de incêndio

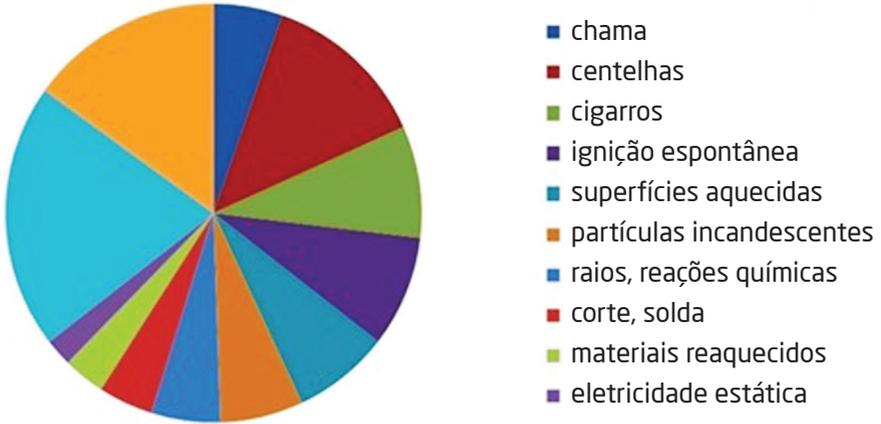
Com medidas preventivas de incêndios e o estudo das possíveis causas de ocorrência, o engenheiro de segurança do trabalho pode estabelecer programas que visem à conscientização, à minimização ou à eliminação da probabilidade.

As causas de incêndio podem ser:

a) Causas Naturais;

- b) Causas Acidentais;
- c) Causas Criminosas.

Figura 1 - Fontes de Incêndios Industriais



Fonte: O autor, adaptado de NFPA (apud GARMATTER NETO, 1998).



Atividade de Estudos:

- 1) Considerando as classes de incêndio, quais os riscos potenciais de incêndio encontrados em seu ambiente de trabalho? Qual medida corretiva você tomaria para evitar que esse risco se torne um incêndio de fato?

PROPAGAÇÃO DO FOGO

Para que haja o fogo, devem coexistir 3 (três) elementos essenciais: material combustível, comburente (oxigênio) e uma fonte de calor, formando o triângulo do fogo (BRENTANO, 2004). Observemos na Figura 2:

Figura 2 - Elementos do Fogo



Fonte: Disponível em: <<http://www.monstrosdaseguranca.com.br/2012/05/o-que-e-triangulo-do-fogo.html>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

Para a propagação do fogo há o processo de reação em cadeia (BRENTANO, 2004). Observe a figura 3:

Figura 3 - Reação em Cadeia



Fonte: Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetraedro_do_fogo-Junior-CBMMA.jpg>. Acesso em: 06 mar. 2013.

Conforme Araújo (2010), combustível é todo material que queima em superfície e/ou profundidade. Apresenta-se nos seguintes estados físicos:

- Sólido: madeira, borracha, papel, plástico, tecidos.
- Líquido: álcool, éter, gasolina.
- Gasoso: acetileno, butano, propano. Podem ser acondicionados em tubulações, liquefeitos ou comprimidos.

O comburente ou oxigênio é o ativador do fogo e é o que dá vida às chamas. Para que o fogo tenha início bastam apenas 8% de oxigênio.

O comburente ou oxigênio é o ativador do fogo e é o que dá vida às chamas. Para que o fogo tenha início bastam apenas 8% de oxigênio, lembrando que o ar que respiramos possui 21% de oxigênio.

Calor é o que inicia a combustão. O calor faz com que o material combustível libere vapores suficientes para a ignição (ARAÚJO, 2010).

Uma vez iniciado o fogo deve-se levar em conta o mecanismo de transmissão da energia, ou seja, condução do calor, convecção do calor e radiação de energia. Cada modo de transmissão da energia irá influenciar na manutenção e no crescimento do fogo (SEITO et al , 2008, p. 36).

A reação em cadeia é o que sustenta a combustão. E a velocidade de propagação depende da temperatura, umidade do ar, características do material combustível, forma física deste material e condições de ventilação.

A partir do estudo do comportamento do fogo, o engenheiro pode prever os danos possíveis e realizar ações de prevenção. O que antes era imprevisível, com o estudo da ciência do fogo torna-se menos destrutivo ao ambiente industrial.

Segundo a Instrução Técnica (IT) nº 02 (2011, p.96), do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, a possibilidade de um foco de incêndio extinguir ou evoluir para um grande incêndio depende dos seguintes fatores:

- a) Quantidade, volume e espaçamento dos materiais combustíveis no local;
- b) Tamanho e situação das fontes de ignição;
- c) Área e locação das janelas;
- d) Velocidade e direção do vento;
- e) A forma e as dimensões do local.

As Instruções Técnicas (IT) são diretrizes das organizações dos Corpos de Bombeiros brasileiros que fornecem diretrizes para as instalações de combate ao incêndio e outras atividades que envolvem proteção contra incêndios. Elas são definidas conforme o Estado ou Município e baseadas nas Normas Brasileiras (NBR).

Um incêndio possui as seguintes fases: fase inicial, fase incêndio generalizado e fase de redução de temperatura e extinção.

Um incêndio possui as seguintes fases: fase inicial, fase incêndio generalizado e fase de redução de temperatura e extinção.

a) Propriedades importantes na ignição, extinção e prevenção de incêndios.

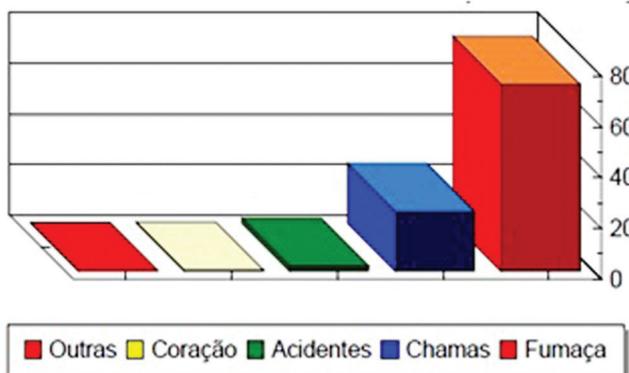
Segundo Garmatter Neto (1999) é preciso considerar as seguintes propriedades:

- Peso específico: relação entre peso e volume. O estudo dessa propriedade é determinante para o aumento da área incendiada e é preciso considerar o peso específico do combustível e do agente extintor.
- Densidade: relação entre a massa específica de uma substância com a água.
- Densidade de vapor: indica a destinação dos vapores combustíveis.
- Pressão do vapor: responsável pela quantidade de vapor liberado na atmosfera.
- Viscosidade: resistência do fluxo. Quanto menor a viscosidade maior o risco de combustão.
- Tensão superficial: dificulta a ação dos agentes extintores.
- Solubilidade em água: quanto maior a solubilidade maior o contato entre o agente extintor e o combustível.

b) Movimento e Controle da Fumaça

Na combustão, três elementos são resultantes do processo: fumaça, chamas e gases. Conforme Garmatter Neto (1999), a fumaça é a suspensão de partículas sólidas ou líquidas no ar (ar + vapores + gases). De acordo com o IPT (1988, p.377) “a fumaça é responsável por 80% das mortes” relacionadas a incêndio, sobretudo pela ação do monóxido de carbono.

Figura 4 - Causa Mortis dos Incêndios



Fonte: NFPA (1981).

A cor da fumaça indica o tipo de material combustível que provocou a queima.

A cor da fumaça indica o tipo de material combustível que provocou a queima. Se a fumaça for branca ou cinza clara indica uma queima livre quase completa oriunda de materiais combustíveis comuns. Fumaça negra ou cinza escura indica combustão completa a partir de líquidos inflamáveis. Já se a fumaça for amarela ou púrpura é proveniente de gases tóxicos.

Os riscos para o ser humano proveniente da inalação da fumaça são: toxicidade, irritações e perda de visibilidade. É possível controlar a fumaça do incêndio através do estudo da movimentação desta dentro da edificação.

Um dos métodos indicados para controlar a fumaça e a chama é a denominada compartimentação.

Um dos métodos indicados para controlar a fumaça e a chama é a denominada compartimentação. Conforme o IPT (1988, p. 381), se o incêndio ocorrer “numa determinada área [...] ‘se conseguirmos controlar a propagação da chama e evitarmos o grande alastramento da fumaça’ será possível diminuir as perdas causadas pelo fogo”.

Já numa porta aberta, o duto do ar condicionado, corredores, escadas e outras aberturas podem alimentar o incêndio através da entrada de oxigênio.

Devido ao “fato de a velocidade de propagação da fumaça ser menor no sentido horizontal do que no vertical, o movimento ascendente que ele assume num dado ambiente tem configuração de um cone invertido, denominado ‘plume’.” (IPT, 1998, p. 395).

c) Comportamento dos materiais frente ao fogo

O combustível é elemento essencial para a ocorrência do fogo. Para estudar o comportamento desses materiais diante do fogo é preciso saber:

- O ponto de fulgor (*flash point*) ou ponto de lampejo.
- O ponto de combustão (*fire point*).
- A temperatura de ignição.

O **ponto de fulgor** “é a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis” (CAMILLO JÚNIOR, 1999, p. 24). Não há manutenção da chama e se retirarmos a chama, o fogo se apagará. Como exemplo temos o álcool num dia frio, para queimá-lo obteremos sucesso somente após algumas tentativas, já que no início ainda não emite gases inflamáveis suficientes para alimentar a combustão.

Já no **ponto de combustão**, mesmo se retirarmos a chama, o fogo não se apaga, pois a temperatura faz gerar vapores e gases suficientes para manter o fogo. No instante em que é ateado o fogo ele se instala e permanece. A gasolina é um exemplo de combustível que queima quase sempre e em qualquer lugar (CAMILLO JÚNIOR, 1999).

E a **temperatura de ignição** ocorre quando os gases desprendidos entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independente da fonte de calor.

REAÇÃO AO FOGO

Nos processos de fabricação o uso de “[...] materiais sintéticos e dos materiais ignífugos aumentou a quantidade de produtos gasosos prejudiciais ao homem numa situação de incêndio.” (IPT, 1988, p. 377).

Você sabe o que é um material ignífero? É aquele produto que na sua composição evita o incêndio, que afugenta o fogo.



RESISTÊNCIA AO FOGO

A resistência ao fogo é o tempo durante o qual o componente continua desempenhando suas funções sob a ação do calor e sem entrar em colapso. (GARMATTER NETO, 1998). Espera-se que as características ideais dos materiais sejam:

- Dificil ignição;
- Não manter a combustão;
- Não propagar a chama;
- Não desenvolver a fumaça.

A resistência ao fogo é o tempo durante o qual o componente continua desempenhando suas funções sob a ação do calor e sem entrar em colapso.

A NBR 5628 (2001) estabelece a determinação da resistência ao fogo dos componentes construtivos estruturais. A resistência ao fogo das estruturas possui

três parâmetros de verificação: estabilidade, que é a possibilidade de ruína estrutural; a entanqueidade, que é a possibilidade de passagem de chamas e gases; o isolamento térmico, que é a capacidade de condução de calor. Vejamos na tabela 1 a resistência ao fogo de algumas estruturas construtivas:

Tabela 1 - Resistência ao Fogo

Material	Espessura(cm)	Resistênciiaofogo(h)
Alvenariadetijolosdebarrocozidomacição	10	1
Alvenariadetijolosdebarrocozidocom furos	20	3
Alvenariadeblococoncreto comum	13	3
Concreto armado	9	1
Divisória de gesso em placas	5	2

Fonte: O autor, adaptado de Garmatter (1998).



Atividade de Estudos:

- 1) Você sabia que é possível identificar o tipo de material combustível que está envolvido no incêndio através da coloração da fumaça? Entre a cor branca, a cor negra e a amarela, quais delas é a que é oriunda da queima de produtos tóxicos?

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

As descargas atmosféricas são conhecidas como ação dos raios e dos danos que estes possam causar nas edificações. As normas de prevenção de incêndio estabelecem a obrigatoriedade de se prever o Sistema de Proteção

Contra Descargas Atmosféricas (SPCDA) em que, segundo a Norma de Segurança Contra Incêndio (NSCI) de 1994, “nenhum ponto das edificações, equipamentos e aparelhos a serem protegidos poderão ficar fora do campo de proteção”.

As descargas atmosféricas são conhecidas como ação dos raios e dos danos que estes possam causar nas edificações.

Conforme a NSCI (1994), podem, os SPDCA, ser providos de dispositivos de captura das descargas atmosféricas, ou os chamados captores, utilizando-se combinados dos seguintes elementos:

- I - Hastes;
- II - Cabos esticados;
- III - Condutores em malha (rede ou gaiola).

É importante que não haja instalações com inflamáveis ou explosivos nas imediações do SPCDA. E quando houver presença de gases corrosivos é obrigatório o uso do cobre nas instalações.

Atividade de Estudos:

- 1) Os incêndios podem ser provocados por descargas atmosféricas. Se há dispositivos de captura instalados em um ponto somente do telhado, com 20% da área coberta pelo SPDCA e próximo a produtos inflamáveis, qual seria a sua proposta de medida corretiva?



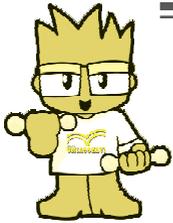
TÉCNICAS DE INSPEÇÃO E ANÁLISE DAS CAUSAS DE INCÊNDIO E EXPLOÇÃO

Quando identificamos, no ambiente o risco de incêndio, os determinantes para sua ocorrência, deve-se planejar as medidas de correção e prevenção e implementá-las, quando necessário, com apoio de assistente técnico (GARMATTER NETO, 1998).

Torna-se muito mais fácil a análise das causas de incêndios ou explosões quando se mantém um histórico das inspeções.

Uma das melhores maneiras de fazer a prevenção de incêndio é realizar inspeções periódicas em forma de um relatório padrão ou *checklist*. Devem ser estabelecidos procedimentos e periodicidade para realizar as inspeções, assim como determinar responsáveis para a sua execução.

Torna-se muito mais fácil a análise das causas de incêndios ou explosões quando se mantém um histórico das inspeções.



Atividade de Estudos:

- 1) Verifique em sua empresa como são as instalações de prevenção de incêndio, verifique o projeto existente, ele condiz com o que está instalado? Antes de fazer essa inspeção elabore um *checklist* do que precisa ser verificado e faça abaixo a sua análise do que foi encontrado de inconformidades.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Ao concluir este primeiro capítulo você pôde explorar alguns conceitos iniciais em relação ao fogo e ao incêndio. Percebeu que para que haja o fogo é preciso

que haja componentes essenciais, conforme o triângulo do fogo, e que a simples retirada do ambiente de um dos elementos já faz com que o fogo seja extinto.

O fogo é assim, benefício ou malefício conforme o seu controle. Se controlado, é usado como agente transformador de elementos na indústria e, se descontrolado, chamamos de incêndio.

A análise antecipada dos riscos de incêndio é atividade do engenheiro de segurança do trabalho. Assim, pode-se propor medidas corretivas com foco no ambiente e nas pessoas. Assim, se o sinistro chegar a ocorrer, os prejuízos financeiros e humanos são consideravelmente reduzidos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Wellington Tavares de. **Manual de Segurança do Trabalho**. São Paulo: DCL, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5628**: Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CAMILLO JÚNIOR, Abel Batista. **Manual de Prevenção e Combate a incêndios**. São Paulo: SENAC, 1999.

CBSC. NSCI. **Normas de Combate e Segurança de Incêndios**. Florianópolis: EDEME, 1994.

IPT. **Tecnologia de Edificações**. São Paulo: PINI, 1988.

GARMATTER NETO, Carlos. **Incêndios em edificações de interesse de preservação**: necessidades de uma nova abordagem. NUTAU, 1998, São Paulo. Nova abordagem. NUTAU, 1998, São Paulo.

GARMATTER NETO, Carlos. **Incêndio e explosões**. Curitiba: UFPR, 1999.

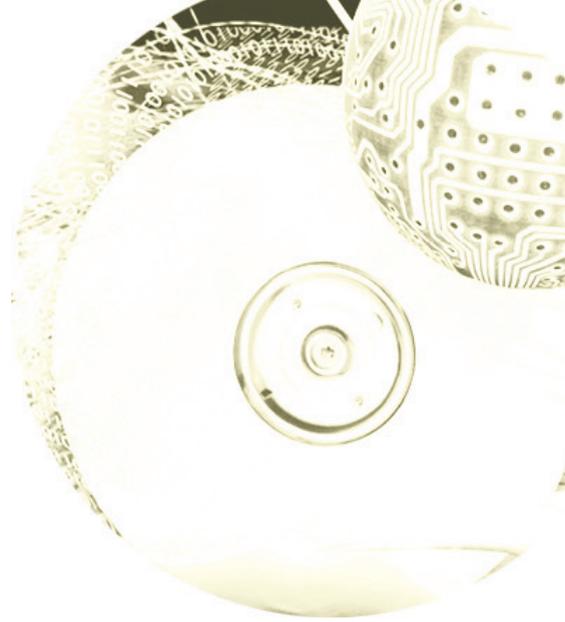
GILL, Alfonso Antonio, OLIVEIRA, Sergio Agassi de; NEGRISOLO, Walter. Aprendendo com os grandes incêndios. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

NORMAS REGULAMENTARES. **NR 23**: Proteção Contra Incêndios. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011.

SÃO PAULO. **Instrução técnica nº 02**: Conceitos básicos de segurança contra incêndio. Conceitos básicos de segurança contra incêndio. Corpo de Bombeiros Militar: São Paulo, 2011.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.





CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO

A partir da concepção do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Reconhecer os métodos de proteção passiva e ativa e os meios de isolamento de risco.
- ✓ Diferenciar os agentes extintores existentes e os sistemas de combate ao incêndio.
- ✓ Saber identificar as proteções ativas e passivas da prevenção de incêndio para poder escolher o meio apropriado de extinção e combate ao incêndio.



CONTEXTUALIZAÇÃO

No capítulo 1 estudamos como o fogo pode transformar-se em incêndio e vimos que uma das tarefas do engenheiro de segurança do trabalho é conhecer o comportamento do fogo e das pessoas mediante um sinistro, pois a proteção contra incêndios tem como objetivo a proteção das vidas e a proteção do patrimônio material, assim, a extinção do fogo deve ocorrer o mais rápido possível.

Neste capítulo veremos os métodos de extinção do fogo. Estudaremos as duas formas de proteção de possíveis ocorrências do incêndio: proteção passiva e ativa. A passiva diz respeito à estrutura física do edifício e às maneiras de segregar os ambientes, a ativa está ligada diretamente aos agentes extintores. A segurança contra incêndio se obtém pela integração dos sistemas de proteção ativa e passiva.

Antes de entrarmos no assunto vejamos qual a diferença entre prevenção e proteção:

Prevenção - Abrange as medidas de segurança contra incêndio que objetivam “evitar” incêndios (união do calor com combustíveis), as quais serão mais importantes quanto maior a quantidade e mais fracionado o combustível (gases, vapores, poeira). Em síntese: são as medidas que trabalham o controle dos materiais combustíveis (armazenamento/quantidade) das fontes de calor (solda/eletricidade/cigarro) e do treinamento (educação) das pessoas para hábitos e atitudes preventivas.

Proteção - São as medidas que objetivam dificultar a propagação do incêndio e manter a estabilidade da edificação. Normalmente são divididas em proteções ativas e passivas, conforme trabalhem, reagindo ou não em caso de incêndio. Exemplos de medidas de proteção passiva: paredes e portas corta-fogo; diques de contenção; armários e contentores para combustíveis; afastamentos; proteção estrutural, controle dos materiais de acabamento. Exemplos de medidas de proteção ativas: sistema de ventilação (tiragem) de fumaça; sistema de chuveiros automáticos (sprinkler) (SEITO et al, 2008, p. 22).

Na segurança contra incêndio é preciso unir a prevenção com a proteção, criando ações que favoreçam a cultura da segurança e que atinja todos os trabalhadores da organização.

Na segurança contra incêndio é preciso unir a prevenção com a proteção, criando ações que favoreçam a cultura da segurança e que atinja todos os trabalhadores da organização.

MÉTODOS DE EXTIÇÃO DO FOGO

Lembrando que no capítulo 1 falamos do tetraedro do fogo, sabemos que para extinguir o fogo basta retirar um dos elementos que o compõe. E mesmo que sejam tomadas medidas preventivas, pode ocorrer uma falha e, então, é preciso saber combater o fogo.

Temos os seguintes métodos de extinção: por isolamento; por abafamento; por resfriamento e, também, a extinção química.

Segundo Araújo (2010), temos os seguintes métodos de extinção: por isolamento; por abafamento; por resfriamento e, também, a extinção química. Vejamos:

Resfriamento: quando se elimina o calor do material incendiado, até que o mesmo fique abaixo do seu ponto de ignição. Pode-se retirar o material que está queimando ou o que está próximo.

Abafamento: quando se retira o oxigênio ou comburente.

Isolamento: é quando se retira o combustível.

Extinção química: Esse método consiste no seguinte: o combustível, sob ação do calor, gera gases ou vapores que, ao se combinarem com o comburente, formam uma mistura inflamável. Quando lançamos determinados agentes extintores ao fogo, suas moléculas se dissociam pela ação do calor e se combinam com a mistura inflamável (gás ou vapor mais comburente), formando outra mistura não inflamável.



Atividade de Estudos:

- 1) No depósito de uma fábrica encontram-se estocadas embalagens de papelão e *pallets* de madeira e um foco de incêndio inicia-se no setor ao lado. Para fins de evitar que o incêndio tenha a possibilidade de alcançar esse material combustível, qual seria o método de extinção a ser aplicado? Explique o porquê.

Que tal um intervalo em seu estudo para assistir a um filme clássico sobre incêndio? **Brigada 49**. Neste filme Jack Morrison (Joaquin Phoenix) é um bombeiro inexperiente, que ingressou na corporação há pouco tempo. Logo ele faz amizade com os companheiros de tropa, seguindo à risca as ordens de seu chefe e mentor, o capitão Mike Kennedy (John Travolta). Ao mesmo tempo em que se arrisca ao realizar seu trabalho, Jack precisa lidar com as constantes reclamações de sua esposa, Linda (Jacinda Barrett), que lhe pede mais atenção. Quando Jack fica preso no pior incêndio que já enfrentou, ele começa a avaliar sua vida e as coisas que mais preza, sua família e sua carreira.



PROTEÇÃO PASSIVA

Proteção Passiva são as medidas incorporadas ao edifício que não necessitam de um acionamento para desempenharem sua função num incêndio. São meios de proteção passiva:

- Acessibilidade ao terreno (afastamentos) e ao edifício (janelas e outras aberturas);
- Rotas de fuga (corredores, passagens, escadas);
- Elementos estruturais dimensionados para situação de incêndio;
- Materiais de revestimento e acabamento adequados;
- Compartimentação.

Proteção Passiva são as medidas incorporadas ao edifício que não necessitam de um acionamento para desempenharem sua função num incêndio.

ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Paredes corta-fogo são exemplos de proteção passiva onde elementos estruturais desempenham um papel de contenção do fogo. A estrutura deve ter resistência para confinar o fogo com vedação adequada e manter a estabilidade para evitar a ruína estrutural (GARMATTER NETO, 1999).

A construção da edificação com uso de materiais resistentes ao fogo garante que durante um período de tempo um pouco maior o incêndio não atinja maiores proporções e possa ser atacado. Garmatter Neto (1999) apresenta alguns exemplos de materiais de construção comuns nas construções brasileiras e sua relação com a resistência ao fogo.

Tabela 2 - Tabela de Resistência dos Materiais ao Fogo

Material	Espessura(cm)	Resistênciaaofogo(h)
Alvenariadetijolosdebarrocozidomaciço	10	1
Alvenariadetijolosdebarrocozidocomfuros	20	3
Alvenaria de bloco de concreto comum	13	3
Concreto armado	9	1
Divisória de gesso em placas	5	2

Fonte: O autor, adaptado por Garmatter Neto (1999).

O projetista da edificação deve considerar esta resistência ao fogo ao projetar a edificação.

O projetista da edificação deve considerar esta resistência ao fogo ao projetar a edificação e se a edificação já estiver construída através do estudo do caminhamento do fogo, áreas que ofereçam mais riscos de incêndio podem ser modificadas com uso de materiais mais resistentes ao fogo.

Para o dimensionamento preciso de uma estrutura (com ou sem revestimento contra fogo), é necessário conhecer o campo de temperaturas a que ela está submetida, a fim de se determinar os esforços resistentes. A segurança em incêndio estará verificada se os esforços resistentes forem maiores ou iguais aos esforços solicitantes correspondentes. Dessa forma, o dimensionamento é composto de duas fases. A *análise térmica* e o *dimensionamento propriamente dito*. Alternativas simplificadas, analíticas ou tabulares, são geralmente apresentadas em normas. São métodos fáceis de serem aplicados, mas, nem sempre os mais econômicos (SEITO et al, 2008, p. 151).

Pode, também, serem aplicadas tintas intumescentes e resistentes, durante um período, ao calor.

A ação desses produtos se dá por meio do retardo na propagação de chamas devido à intumescência da camada de tinta, formando uma espuma microporosa e termo-isolante, cuja espessura após a exposição ao fogo pode chegar até a 30 mm, que inibe a elevação da temperatura no substrato, impede o acesso do oxigênio na reação de combustão, retarda a propagação de chamas, reduz a emissão de fumaças tóxicas e a liberação dos produtos inflamáveis necessários à combustão (SEITO et al, 2008, p. 163).

Na construção da edificação, o mercado já oferece recursos que retardam a ação do calor nas estruturas. Essa interferência nos materiais de construção e acabamento da edificação normalmente são medidas que exigem programação e que são de custo elevado. Porém, uma vez executada em conjunto com as proteções ativas, retardam os efeitos do incêndio.

ESTUDO DA NBR 9077/2001

Uma das preocupações na proteção passiva é garantir o escape adequado dos ocupantes do edifício em situações de sinistros. Para tanto, a NBR 9077/2001 trata das saídas de emergência em edifícios e estabelece que as edificações devem ter condições que garantam:

- que sua população possa abandoná-las, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física;
- o fácil acesso de auxílio externo (bombeiros) para o combate ao fogo e a retirada da população.

Saídas de emergência, segundo a NBR 9077 (2001, p.5), compreendem: “os acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas; escadas ou rampas; descarga”.

Saídas de emergência, segundo a NBR 9077 (2001, p.5), compreendem: “os acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas; escadas ou rampas; descarga”.

A largura das saídas é dada pela fórmula:

$$N = \frac{P}{C}$$

Onde:

N= número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro

P= população conforme coeficiente da tabela 5 do anexo da referida norma

C= capacidade da unidade de passagem, conforme tabela 5 do anexo da referida norma

Para o dimensionamento das saídas de emergência, do tamanho de portas e das rotas de fuga é preciso saber a área da edificação, o uso, a quantidade de pessoas que compartilham do local de trabalho em cada jornada, a altura da edificação e, principalmente, a análise dos materiais combustíveis que estão dentro da edificação, produzidos, equipamentos e estruturais.



Atividade de Estudos:

- 1) Chegou o momento de pesquisa. A partir da tabela 5 constante na NBR 9077/2001, calcule o número de unidades de passagem de uma indústria onde a população é de 150 pessoas e a metragem é de 2500 m².

O objetivo da proteção ativa é:

- Proteger a vida dos ocupantes
- Dificultar a propagação do incêndio
- Proporcionar meios de controle e extinção
- Proteger o patrimônio
- Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros

PROTEÇÃO ATIVA

As Proteções Ativas são as medidas e as instalações que necessitam de um acionamento manual ou automático para garantir seu funcionamento num incêndio. O objetivo da proteção ativa é:

- Proteger a vida dos ocupantes
- Dificultar a propagação do incêndio
- Proporcionar meios de controle e extinção
- Proteger o patrimônio
- Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros

ALARMES DE INCÊNDIO

Os alarmes de incêndio podem ser manuais ou automáticos. Cada incêndio possui suas particularidades e exige cuidado no emprego de proteções adequadas:

[...] Uma das formas de proteção da vida e da propriedade é o emprego dos sistemas de detecção e alarme de incêndio, que são constituídas de conjuntos de elementos planejadamente dispostos e adequadamente interligados que fornecem informações de princípios de incêndio, por meio de indicações sonoras e visuais, e controlam os dispositivos de segurança e de combate automático instalados no prédio (NBR 9441, 1998, p. 3).

A NBR 9441 (1998, p.2) trata da execução de sistemas de detecção e alarmes de incêndio e considera, em sua definição, como avisador sonoro e visual de alerta o “Dispositivo que emite sinais audíveis e visuais de alerta combinados.” E, ainda, completa com a exigência de que não sejam utilizados somente os avisadores visuais como única forma alarme de alerta, devendo haver o sinal acústico. Os avisadores poderão ser somente do tipo visual quando não forem utilizados como primeiro alarme e estiverem chamando a atenção para as saídas de emergência e para obstáculos. O Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI) é, de acordo com Seito et al (2008, 201),

[...] constituído basicamente pelos seguintes componentes: detectores automáticos de incêndio, acionadores manuais, painel de controle (processamento), meios de aviso (sinalização), fonte de alimentação elétrica e infraestrutura (eletrodutos e circuitos elétricos).

Quando no ambiente é percebida a presença de alguma característica físico-química de um incêndio, o alarme detecta e sinaliza, possibilitando o combate no início do incêndio. São elementos que compõe o sistema de alarme de incêndio, conforme Seito et al (2008):

- Central de detecção e alarme de incêndio: processa os sinais da detecção e controla os demais componentes do sistema (sirenes, sinalização visual, etc.)
- Central supervisora: supervisiona uma ou mais subcentrais por uma fiação própria.
- Subcentral: central de detecção, alarme e controle autônomo.
- Painel repetidor: sinaliza de forma visual ou sonora o local da ocorrência do incêndio.

Quando no ambiente é percebida a presença de alguma característica físico-química de um incêndio, o alarme detecta e sinaliza, possibilitando o combate no início do incêndio.

- Detector: detecta a presença do incêndio e repassa a informação a uma subcentral.
- Acionador manual: na presença de um incêndio é acionado manualmente para avisar da ocorrência.
- Avisadores: sonoros e visuais.

Quando o profissional escolhe o sistema de alarme de incêndio e dimensiona os pontos de instalação, deve considerar as características ambientais da empresa, os setores e a concentração de pessoas, de forma que o alarme seja ouvido ou visualizado por todos.

DETECTORES DE FUMAÇA

Um sistema de detecção permite que o foco do incêndio seja identificado e haja menos prejuízos devido ao reconhecimento rápido do incêndio.

Dentre os equipamentos que são de caráter preventivo está o detector de fumaça. Um sistema de detecção permite que o foco do incêndio seja identificado e haja menos prejuízos devido ao reconhecimento rápido do incêndio.

A proposta conceitual do sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) é detectar o fogo em seu estágio inicial, a fim de possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes do edifício e iniciar as ações de combate ao fogo, evitando assim a perda de vidas, do patrimônio e também evitar contaminação do meio ambiente (SEITO et al, 2008, p. 201).

Na NBR 11836/98, Detectores automáticos de fumaça para proteção contra incêndio, estão as especificações de como devem ser projetados os detectores. Os detectores de fumaça podem ser de dois tipos:

- **Tipo óptico:** baseado em uma câmara escura complementada com um emissor e um receptor que detectam a presença de partículas de fumaça em seu interior, seja por reflexão da luz ou por obscurecimento. Utilizados em ambientes no qual, num princípio de incêndio, haja expectativa de formação de fumaça antes da deflagração do incêndio propriamente dito. Recomendado em fogo de desenvolvimento lento. Exemplo: locais com presença de madeira, papel, tecidos e outros.

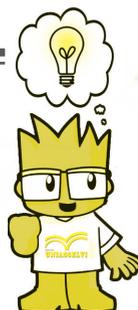
- **Tipo iônico:** atua mediante a presença de produtos de combustão visíveis ou invisíveis. Os detectores iônicos possuem duas câmeras ionizadas por uma fonte com baixo poder radioativo, sendo uma câmara de referência e outra de análise. Utilizados em ambientes em que, num princípio de incêndio, haja formação de combustão, mesmo invisível, ou fumaça, antes da deflagração do incêndio propriamente dito, locais com possível desenvolvimento rápido do fogo e

alta liberação de energia. Exemplo: locais com presença de inflamáveis (SEITO et al, 2008, p. 208).

Há também os chamados detectores de chama que “possuem um dispositivo que indica a presença de partículas sólidas, vapores e/ou gases que compõem a fumaça de chamas” (SEITO et al, 2008, p. 209). O sensor de chama é sensível aos raios ultravioletas presentes na chama do fogo. O tempo de resposta do detector depende da entrada da fumaça, ou da chama, dentro da câmara do equipamento.

Em nossos estudos sempre é bom e, paralelamente, pesquisar os equipamentos que temos disponíveis no mercado. Assim, complementamos o estudado até este ponto com o conhecimento do funcionamento de Centrais de Controle e Detecção.

Central de controle e detector automático pontual – Disponível em: <<https://youtu.be/D018eor15Pc?si=CAtiBmiv4if68lrO>>. Acesso em: 10 mar. 2012.



ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A NBR 10898 (1999, p.2) trata de sistemas de iluminação de emergência e a define assim: “iluminação que deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal.” Deve ser garantida, assim, a evacuação das pessoas em segurança .

Conforme indica, ainda, a NBR 10898 (1999, p. 2) o sistema de iluminação de emergência deve:

- a) permitir o controle visual das áreas abandonadas para localizar pessoas impedidas de locomover-se;
- b) manter a segurança patrimonial para facilitar a localização de estranhos nas áreas de segurança pelo pessoal da intervenção;
- c) sinalizar inconfundivelmente as rotas de fuga utilizáveis no momento do abandono do local;
- d) sinalizar o topo do prédio para a aviação comercial.

“iluminação que deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal.”

As inspeções devem ser feitas periodicamente e de acordo com as indicações dos fabricantes (ARAÚJO, 2010). O sistema de iluminação de emergência é um complemento a outras medidas de segurança e deve ser integrado nas medidas de proteção.

Conforme Seito et al (2008, p. 217), podem ser utilizados como iluminação de emergência os blocos autônomos que são:

Aparelhos de Iluminação de emergência constituídos de um único invólucro, contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou similares, fonte de energia com carregador e controles de supervisão, sensor de falha na corrente alternada, necessário para colocá-los em funcionamento no caso de falta de alimentação da rede elétrica da concessionária.

Ainda, compondo o sistema de iluminação de emergência, pode haver uma central com baterias ou com abastecimento motogerador.

GERADORES DE EMERGÊNCIA

Geradores de emergência são chamados de fonte suplementar de alimentação de energia e são primordiais para que o sistema de incêndio possa funcionar:

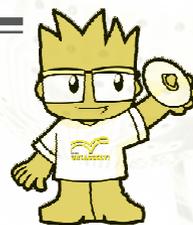
Para efeito dessas considerações de proteção contra incêndio, definimos fonte suplementar de alimentação de energia como aquela que garante a alimentação de forma adicional, quando falta a alimentação principal de energia a um empreendimento, seja na função de reserva, seja na função de segurança (SEITO et al, 2008, p. 197).

A fonte de energia de segurança é necessária para suprir momentos de ausência de energia da concessionária e alimentar, em caso de sinistro, os elementos de um sistema de incêndio.

A fonte de energia de segurança é necessária para suprir os momentos de ausência de energia da concessionária e alimentar, em caso de sinistro, os elementos de um sistema de incêndio, tais como: iluminação de emergência, bombas de incêndio, sirenes e acionadores, detectores de fumaça, aviso sonoro, dentre outros (SEITO et al, 2008).

Podem ser elementos do grupo de motogeradores: diesel, sistemas centralizados de baterias e unidades autônomas de emergência (UAE), portáteis ou móveis.

Que tal um intervalo em seu estudo para assistir um vídeo ilustrativo com noções básicas do conteúdo que vimos até agora e uma noção do que veremos adiante em nosso estudo da disciplina? Telecurso 2000. **Noções Básicas de Prevenção Contra Incêndio**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=knJgtsbJDyc>>. Acesso em: 10 mar. 2013.



Atividade de Estudos:

- 1) Numa situação de emergência, qual a finalidade da iluminação de emergência em caso de ausência de energia elétrica que garanta a iluminação adequada? Você optaria em colocar iluminação de emergência estrategicamente numa fábrica em quantidade maior que a indicada na Norma Brasileira?

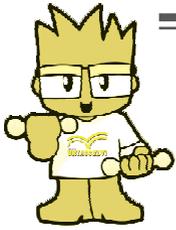


ISOLAMENTO DE RISCO

O isolamento da cena do incêndio deve começar a partir da sua detecção. O material combustível deve ser afastado para um local que impossibilite o contato e a absorção de calor ou faíscas. Pode-se dizer que a água é um elemento que pode atuar para o isolamento de risco também, com seu efeito de resfriamento, facilitando inclusive a aproximação dos combatentes.

Outra forma de isolar o risco é projetando estruturas que façam o efeito de compartimentação, fazendo com que áreas mais propensas ao risco de incêndio estejam isoladas de outras, evitando assim perdas maiores. Outra forma de isolar o risco de incêndio é construindo, quando possível, com afastamento entre edificações.

Pode-se dizer que a água é um elemento que pode atuar para o isolamento de risco também, com seu efeito de resfriamento, facilitando inclusive a aproximação dos combatentes.



Atividade de Estudos:

- 1) Qual a solução para o seguinte caso: a área de produção 1 oferece mais risco de incêndio devido ao processo produtivo, a área de produção 2 é uma área onde existem muitas matérias combustíveis depositadas. Entre as duas áreas não há nenhuma divisão, nem paredes, o espaço é totalmente aberto. Em uma situação recente um início de incêndio na produção 1 atingiu em pouco tempo a área de produção 2. Apresente uma solução através do isolamento de risco.

AGENTES EXTINTORES

Os agentes extintores são utilizados para combater o incêndio interrompendo a combustão. Segundo Camillo Junior (1999), são substâncias sólidas, líquidas ou gasosas dispostas em aparelhos portáteis de utilização imediata (extintores), conjuntos hidráulicos (hidrantes) e dispositivos especiais (*sprinklers* e sistemas fixos de CO₂).

O agente extintor é o que está dentro do aparelho extintor, mas, normalmente, recebe o nome do agente do qual está carregado.

O agente extintor é o que está dentro do aparelho extintor, mas, normalmente, recebe o nome do agente do qual está carregado. Os extintores podem ser portáteis ou sobre rodas.

Um extintor de incêndio, conforme Araújo (2010, p. 242), “é um equipamento de segurança de formato cilíndrico. São os vasilhames fabricados com dispositivo que possibilita a aplicação do agente extintor sobre os focos de incêndio”.

As empresas devem possuir equipamento que possibilite o combate ao fogo em seu início e em conformidade com a legislação estadual e normas vigentes. O extintor é o equipamento indicado para esse combate imediato em pequenos focos de incêndio, desde que manejados corretamente.

Segundo Araújo (2010, p. 243), o bom emprego de extintores em uma instalação dependerá dos seguintes fatores:

- a) De uma distribuição adequada destes extintores pela área a ser protegida;
- b) De manutenção adequada e eficiente;
- c) De pessoal habilitado (treinado) a manejar aparelhos na extinção de incêndio.

Os agentes extintores para serem comercializados precisam atender às normas brasileiras, aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e ter aprovação do Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO).

- Água – NBR 11715/2003
- Espuma mecânica – NBR 11751/2003
- Pós para extinção de incêndio – NBR 10721/2005
- Gás Carbônico – NBR 11716/2004

Conforme o Instituto de Resseguro do Brasil, a distribuição dos extintores numa edificação deve seguir as seguintes distâncias:

Tabela 3 - Cobertura de Extintores

Áreacobertaporunidadeextintora	Risco defogo	Distânciamáximaaserpercorrida
500 m ²	Pequeno	20 metros
250 m ²	Médio	15 metros
150 m ²	Grande	10 metros

Fonte: O autor, adaptado de Araújo (2010, p. 243).

Os extintores devem ser colocados em local:

- De fácil visualização;
- De fácil acesso;
- Onde haja menos probabilidade de o fogo bloquear o seu acesso.

A inspeção do extintor deve ser realizada no mínimo uma vez por mês e, ainda, conforme Araujo (2010), após um ano deve ser feita a inspeção para a troca do agente extintor e de componentes conforme o caso. Na inspeção deve ser considerado:

Os extintores devem ser colocados em local:

- De fácil visualização;
- De fácil acesso;
- Onde haja menos probabilidade de o fogo bloquear o seu acesso.

Tabela 4 - Inspeção de Extintores

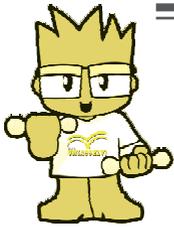
item	ação
lacre	Não deve estar rompido
mangueira	Não deve estar com rachadura e estrangulamento e o bocal de saída deve estar desobstruído
manômetro	Indicador de pressão deve estar na faixa verde
rótulo	Não deve estar rasgado ou apagado, omitindo informações ao usuário
pintura	Perfeita, e no visual geral não deve apresentar indícios de ferrugem, amassamentos ou sinais de queimaduras em qualquer componente

Fonte: O autor, adaptado de Araújo (2010).

As inspeções podem ser de primeiro nível, de segundo nível e de terceiro nível.

As inspeções podem ser de primeiro nível, de segundo nível e de terceiro nível. Segundo Araújo (2010), a de primeiro nível é feita no local da instalação do extintor, verificando possíveis defeitos e providenciando a limpeza, já a de segundo nível é feita por empresa certificada no Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade e em local apropriado e na periodicidade de 12 (doze) meses.

Na de terceiro nível é feito teste hidrostático do recipiente do agente extintor. A manutenção de terceiro nível é realizada a cada 5 (cinco) anos, partindo da data de fabricação do extintor ou da última data de manutenção de terceiro nível, conforme norma NBR 12962/1998.



Atividade de Estudos:

- 1) Considere a seguinte situação: uma empresa possui 3200 m² de área construída e é classificada como risco de fogo médio. Aproximadamente quantos extintores serão necessários para serem instalados nessa empresa?

SISTEMAS DE COMBATE AO INCÊNDIO

Como vimos no decorrer de nosso estudo, os sistemas em que o combate inicial é realizado com o uso de equipamentos móveis são apropriados para pequenos focos e são os chamados extintores de incêndios. Chamamos de sistema fixo os que são constituídos por redes de canalizações fixadas na edificação e, segundo Brentano (2004, p. 45), “tendo como elementos de aspersão sobre o fogo, os hidrantes, mangotinhos, chuveiros automáticos e projetores ou bicos nebulizadores”.

Os sistemas são, ainda, divididos em: sistema sob comando e sistemas automáticos, que veremos com mais detalhes no capítulo 3. Ficaremos então com a caracterização desses dois sistemas.

Conforme Brentano (2004, p. 45) os sistemas de comando:

[...] são constituídos por pontos de tomadas de água localizados estrategicamente na área que deve ser protegida, dividindo-se em hidrantes e mangotinhos. Caracterizam-se por serem operados manualmente com mangueiras de incêndio, na ocasião da ocorrência de um foco de incêndio. Podem lançar também espuma mecânica.

E os sistemas automáticos podem ser definidos como:

[...] sistemas que funcionam automaticamente por ocasião de um incêndio, acionados pelo calor do fogo. Podem ser divididos em sistemas de chuveiros automáticos e em sistemas de projetores ou bico nebulizadores de média e alta pressão (BRENTANO, 2004, p.45).

Para o profissional de Engenharia de Segurança do Trabalho que atua como projetista da rede preventiva de incêndio cabe escolher o sistema mais adequado para o contexto da empresa. Ao desenvolver programas com formação de combatentes de emergência esse sistema deve ser apresentado, deve estar em fácil localização e em perfeito estado de conservação.

Os sistemas em que o combate inicial é realizado com o uso de equipamentos móveis são apropriados para pequenos focos e são chamados extintores de incêndios. Chamamos de sistema fixo os que são constituídos por redes de canalizações fixadas na edificação.

Atividade de Estudos:

- 1) Poderia ser instalado numa fábrica somente um sistema automático de combate a incêndio sem o sistema sob comando?



Na gestão eficaz da saúde e segurança do trabalho, o profissional responsável precisa trabalhar nas duas frentes: proteção e prevenção. O treinamento de pessoas que saibam reconhecer e utilizar os equipamentos existentes no interior da empresa, juntamente com determinação de procedimentos claros, faz a diferença quando ocorre o sinistro e no que diz respeito aos danos que possam ser produzidos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Wellington Tavares De. **Manual de Segurança do Trabalho**. São Paulo: DCL 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9441**: Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11836**: Sistema de detecção de fumaça. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12962**: Inspeção, manutenção e recarga em extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10898**: Sistema de Iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11715**: Extintores de incêndio com carga d'água. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11716**: Extintores de incêndio com carga de dióxido de carbono (gás carbônico). Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10721**: Extintores de incêndio com carga de pó. Rio de Janeiro, 2005.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CAMILLO JUNIOR, Abel Batista. **Manual de Prevenção e Combate a incêndios**. São Paulo: SENAC, 1999.

GARMATTER NETO, Carlos. **Incêndio e explosões**. Curitiba: UFPR, 1999.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

Tavares (2010, p. 242), NBR 11836 - Detectores automáticos de fumaça para proteção contra incêndio rosaria@usp.br manual De Prevenção E Combate A Incendios.





CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Reconhecer os sistemas sob comando utilizados, tipos de hidrantes, mangueiras, esguichos, conexões, abrigos para mangueiras e a sinalização adequada.
- ✓ Diferenciar os tipos de coluna de incêndio e bombas de incêndio.
- ✓ Escolher as bombas de incêndio e equipamentos de incêndio mais adequados ao sistema sob comando utilizado.



CONTEXTUALIZAÇÃO

Até este momento, você percebeu que antes de iniciar o projeto de proteção e prevenção de uma empresa faz-se necessário identificar os riscos de incêndio presentes na edificação e como o fogo se forma. Outro tema já estudado, constante no segundo capítulo, são os sistemas de proteção que se diferenciam em proteção ativa e passiva. Na finalização do capítulo anterior nossa atividade de estudo abordou sobre o sistema automático e sobre o sistema sob comando.

Adiante, neste terceiro capítulo nosso objetivo é a proteção ativa, mais precisamente os sistemas de hidrantes e mangotinhos que pertencem ao sistema sob comando. Certamente você já reparou nas canalizações pintadas de vermelho instaladas em indústrias ou em estabelecimentos comerciais e residenciais.

Em grandes áreas físicas como o meio industrial e comercial a proteção ativa deve ser feita através de sistemas de hidrantes e mangotinhos além do sistema de atendimento por extintores. Assim, o objetivo deste capítulo é que ao concluí-lo, você aluno (a), reconheça os componentes de um sistema de hidrantes e mangotinhos, saiba projetar desde a tubulação até as bombas elétricas e a combustão, o que garantirá que a água chegue até os hidrantes.

O alcance da mangueira de incêndio para que a água chegue a toda a estrutura da edificação é essencial para resfriar as paredes e evitar a continuidade do incêndio. É na NBR 13714/2003 que temos estabelecidas as diretrizes das instalações que se referem a sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Um projeto que seja eficaz deve estar coerente com a realidade, com as necessidades da empresa e deve atender à legislação vigente.

TIPOS DE SISTEMA SOB COMANDO

Iniciemos nosso estudo compreendendo o que são sistemas sob comando. Segundo as especificações de Brentano (2004, p. 47):

O sistema sob comando é formado por uma rede de canalizações fixas, com o objetivo de levar a água da fonte de suprimento até o ponto onde o fogo deve ser combatido, por ocasião de um incêndio. São sistemas que, para entrar em ação, dependem da ação do homem, isto é, são sistemas sob comando.

Os sistemas sob comando são abastecidos de água automaticamente com a abertura de um hidrante ou mangotinho

O sistema sob comando é formado por uma rede de canalizações fixas, com o objetivo de levar a água da fonte de suprimento até o ponto onde o fogo deve ser combatido, por ocasião de um incêndio. São sistemas que, para entrar em ação, dependem da ação do homem, isto é, são sistemas sob comando.

(BRENTANO, 2004). Assim, em qualquer ponto da instalação é possível acionar o sistema com o auxílio de bombas de incêndio ou por gravidade, a água que o abastece provém de um reservatório.

Segundo a NBR 13714/2003 há dois sistemas sob comando:

- Sistema de mangotinhos;
- Sistema de hidrantes.

Os sistemas de mangotinhos são constituídos por tomadas de incêndio distribuídas pela edificação, nas quais há a saída de água, contendo válvula de abertura rápida, de passagem plena, permanentemente acoplada nesta válvula uma mangueira semirrígida, com diâmetro de 25 ou 32 mm com um esguicho regulável acoplado na extremidade (BRENTANO, 2004).

Mas, afinal o que são os sistemas de hidrantes? Conforme Camillo Junior (1998, p. 73): “São canalizações metálicas que conduzem a água sob pressão desde os reservatórios (elevados ou subterrâneos) até os seus terminais simples ou duplos, onde são acoplados seus acessórios.”

Os hidrantes podem ser do tipo interno ou externo. Segundo Araújo (2010, p. 247):

[...] os hidrantes internos são encontrados na parte interna dos abrigos metálicos, onde ficam também as mangueiras, chave de mangueira ou chave STORZ, e esguichos. E os hidrantes externos podem ser instalados dentro deles ou fora nas paredes externas da edificação ou próximas a elas, em suportes metálicos ou muretas de sustentação.

[...] os hidrantes internos são encontrados na parte interna dos abrigos metálicos, onde ficam também as mangueiras, chave de mangueira ou chave STORZ, e esguichos. E os hidrantes externos podem ser instalados dentro deles ou fora nas paredes externas da edificação ou próximos a elas, em suportes metálicos ou muretas de sustentação.

Ainda, de acordo com Araújo (2010, p. 247), para que um sistema de hidrantes funcione adequadamente, quando da necessidade de seu uso, é recomendado:

- a) Manter sempre abertos os registros de paragens;
- b) Verificar periodicamente as gaxetas, para evitar vazamentos;
- c) Abrir e fechar periodicamente os registros dos hidrantes e recalques, para evitar a gripagem;
- d) Reservar as mangueiras exclusivamente para incêndios;
- e) Fazer a água circular pelo interior das mesmas, uma vez por ano;
- f) Conservá-las limpas e bem secas permanentemente;
- g) Manter os esguichos e chaves dentro dos abrigos.

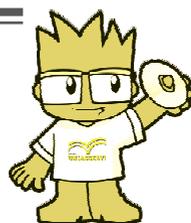
São cuidados que devem ser considerados nas inspeções relacionadas ao sistema de combate a incêndio, pois um sistema deve estar em perfeito estado no caso de um incêndio.

Atividade de Estudos:

- 1) Na distribuição de hidrantes em uma edificação você considera adequado instalar somente hidrantes internos? Qual a maneira mais adequada?



Vamos fazer uma pausa para ver um vídeo que mostra a diferença prática da escolha de uso de mangotinhos X hidrantes, após tire suas conclusões. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=5zBmHne-W7E>>. Acesso: 06 mar. 2013.



MANGUEIRAS DE HIDRANTES

As mangueiras de incêndio ficam acondicionadas em abrigos próprios ao lado dos hidrantes e são acopladas somente em caso de incêndio. Mangueiras de hidrantes “são tubos flexíveis, constituídos internamente de borracha e protegidos externamente com lona.” (CAMILLO JUNIOR, 1998, p. 76).

Devem ser flexíveis “porque permite o manuseio da mangueira para todos os lados, resistindo a pressões relativamente altas.”

Mangueiras de hidrantes “são tubos flexíveis, constituídos internamente de borracha e protegidos externamente com lona.” (CAMILLO JUNIOR, 1998, p. 76).

(CAMILLO JUNIOR, 1998, p. 82). As mangueiras são equipadas com junta de união de engate rápido para facilitar o manuseio.

Ao combater um incêndio as mangueiras podem ser combinadas para ter maior alcance nas edificações mais próximas possíveis do local da ocorrência do fogo. Para tanto, é feita a linha de mangueira, ou seja, “o conjunto de uma ou mais mangueiras acopladas entre si [...]” (CAMILLO JR. JUNIOR, 1998, p. 83). Essas linhas são de dois tipos:

- Linha adutora;
- Linha de ataque.

A linha adutora é a usada somente para o transporte de água da fonte de abastecimento até o local de incêndio. São usadas mangueiras de 63 mm ou 2 ½”. E as linhas de ataque são usadas para o ataque direto ao fogo e são usadas mangueiras de 38 mm ou 1 ½”.

Para que as mangueiras permaneçam em bom estado de uso devem ser mantidas desligadas dos hidrantes e devem ser periodicamente examinadas quanto à possibilidade de ruptura.



Atividade de Estudos:

- 1) Qual a função da junta de união existente nas mangueiras de incêndio?

ESGUICHOS

O esguicho pode ser definido como um “dispositivo destinado a formar e orientar o jato de água.” (CAMILLO JUNIOR, 1998, p. 75). Junto ao esguicho há o chamado requinte que é o bocal rosqueado ao esguicho.

Há o esguicho do tipo agulheta, tronco cônico ou compacto, o regulável e o aplicador de neblina. O tipo agulheta é o usado quando a solicitação for de jato sólido, ou seja, não possui variação do jato. Divide-se em três (3) partes: base, corpo e ápice (CAMILLO JUNIOR, 1998). No ápice do esguicho é acoplada uma peça metálica dotada de rosca fêmea, ou seja, um requinte, com a função de determinar o diâmetro da saída do jato d'água. Esse tipo de esguicho deve ser utilizado para o combate bem próximo do foco do incêndio.

Há o esguicho do tipo agulheta, tronco cônico ou compacto, o regulável e o aplicador de neblina.

Em função do fabricante há uma grande variedade no desenho do esguicho regulável. No entanto, há em comum uma extremidade com junta storz e com comando tríplice para as operações de fechamento, jato chuveiro e jato compacto. Ideal quando diversas classes de incêndio estão envolvidas (CAMILLO JUNIOR, 1998).

Em função do fabricante há uma grande variedade no desenho do esguicho regulável. No entanto, há em comum uma extremidade com junta storz e com comando tríplice para as operações de fechamento, jato chuveiro e jato compacto. Ideal quando diversas classes de incêndio estão envolvidas (CAMILLO JUNIOR, 1998).

Já o esguicho tipo aplicador de neblina é longo e curvo e dotado de orifícios circulares em toda a extremidade da curva, com junta storz na extremidade da reta. A atuação desse esguicho é por abafamento. A água é lançada em finas partículas formando uma neblina.

Atividade de Estudos:

- 1) É aconselhável ter à disposição somente um tipo de esguicho adaptado mangueira de incêndio? Numa edificação cuja função seja de produção de variados produtos e, conseqüentemente, existam combustíveis no local, qual seria o esguicho melhor indicado?



HIDRANTES DE RECALQUE OU DE PASSEIO

Os hidrantes de recalque são aqueles “localizados nos passeios públicos ou na área externa da edificação, destina-se ao envio de água para a canalização de incêndio de uma edificação.”

Conforme Araújo (2010, p. 246), os hidrantes de recalque são aqueles “localizados nos passeios públicos ou na área externa da edificação, destina-se ao envio de água para a canalização de incêndio de uma edificação.” Um requisito essencial é que a sua instalação seja feita abaixo do nível do passeio.

São utilizados somente em caso de emergência pelo corpo de bombeiros, estes, com seus caminhões equipados, podem acoplar as mangueiras ao sistema de hidrantes existente, feito através do hidrante de recalque, e bombear a água de uma forma que ela possa chegar até os hidrantes da edificação. É possível, também, transferir a água da rede pública ou de um reservatório de edificação vizinha para a canalização da edificação onde ocorre o incêndio.

Por isso, ao projetar o hidrante de recalque deve ser considerado um engate com diâmetro compatível com o utilizado pelo Corpo de Bombeiros local.



Atividade de Estudos:

- 1) Na ocasião de um incêndio, se o hidrante de recalque estiver com peças faltantes e mal conservadas, sem possibilidade de uso, quais as consequências para a empresa mediante o sinistro e no término da água do reservatório que serve à rede de prevenção de incêndio?

BARRILETES OU COLUNAS DE INCÊNDIO

Diferenciamos, inicialmente, o barrilete e a coluna de incêndio. Para abastecer o hidrante de água precisamos de canalizações resistentes que suportem a pressão da água numa vazão adequada. Assim, “as colunas de incêndio são as canalizações verticais que conduzem a água do reservatório superior ou inferior até os hidrantes ou mangotinhos localizados nos pavimentos.” (BRENTANO, 2004, p. 70). Já o barrilete “é composto das canalizações de incêndio que saem das duas células do reservatório superior, ligando-se extremamente a ele e que alimentam as colunas de incêndio.” (BRENTANO, 2004, p. 70). Barriletes também são canalizações dentro do sistema sob comando, mas com a função de fazer a ligação com as colunas de incêndio.

“As colunas de incêndio são as canalizações verticais que conduzem a água do reservatório superior ou inferior até os hidrantes ou mangotinhos localizados nos pavimentos.” (BRENTANO, 2004, p. 70).

Essas canalizações seguem padrões característicos em barriletes e colunas de incêndio. Devem ser metálicas e fabricadas em cobre, ferro fundido ou aço galvanizado. Para a NBR 13714/2003 quando as canalizações forem instaladas de forma que fiquem aparentes devem ser necessariamente pintadas de vermelho. E quando estiverem enterradas deverão receber tratamento adequado evitando a corrosão.

Atividade de Estudos:

- 1) Para fins de manutenção, qual seria a sua opção ao instalar a canalização, tubulação enterrada ou aérea?



BOMBAS DE INCÊNDIO

Para que a água chegue de maneira eficaz aos pontos de tomada de água da instalação é preciso que sejam garantidos o volume e a qualidade, com vazão

Para compor o sistema sob comando junto com os hidrantes ou mangotinhos e garantir este suprimento de água, usa-se um reservatório exclusivo para a reserva de incêndio e um sistema de bombas de acordo com a classe de risco da edificação.

e pressão mínimas, conforme estabelecido por normas. Segundo Brentano (2004, p. 223), uma instalação hidráulica de combate a incêndios deve atender duas condições:

1ª) o suprimento de água para ser confiável deve ter volume mínimo predeterminado e permanente e um mínimo de qualidade para não obstruir os dispositivos e equipamentos da instalação;

2ª) deve ter uma pressão mínima para que possa produzir a vazão mínima preconizada pela norma para o ponto mais desfavorável da instalação. Geralmente é utilizado um sistema de bombas para realizar esta tarefa.

Para compor o sistema sob comando junto com os hidrantes ou mangotinhos e garantir este suprimento de água, usa-se um reservatório exclusivo para a reserva de incêndio e um sistema de bombas de acordo com a classe de risco da edificação.

Conforme Brentano (2004, p. 223), um sistema de bombas é composto por:

- Um ou dois reservatórios;
- Grupo motor bomba;
- Canalizações de sucção e de recalque;
- Dispositivos, acessórios, conexões.

A finalidade do grupo motor-bomba é fornecer energia para que a água vença o desnível geométrico total e as perdas de carga no trajeto. Esses dois fatores correspondem à altura manométrica.

A finalidade do grupo motor-bomba é fornecer energia para que a água vença o desnível geométrico total e as perdas de carga no trajeto. Esses dois fatores correspondem à altura manométrica. A altura manométrica “representa a altura teórica ou virtual que a água deve vencer com a energia recebida do grupo motor-bomba.” (BRENTANO, 2004, p. 223).

Para que a água seja transportada de um ponto a outro numa instalação hidráulica de combate a incêndio é preciso fornecer meios mecânicos, para tanto as bombas devem estar acopladas a motores elétricos ou de combustão interna (diesel ou gasolina) ou a uma combinação entre os dois meios.

O acionamento do sistema motor bomba pode ser, de acordo com Brentano (2004):

- a) Manual;
- b) Por chave de fluxo: acionada pelo escoamento da água;
- c) Por pressostato: acionado pela queda de pressão na rede com início do escoamento da água.

O grupo motor bomba deve ser instalado em local apropriado, denominado de casa de bombas, protegido da possibilidade de incêndio e de outros danos. O piso deve ter declividade que possibilite a drenagem da água que, eventualmente, vazar (BRENTANO, 2004).

MOTORES ELÉTRICOS

Para que o motor da bomba funcione é preciso que haja fonte de energia garantida. Essa fonte será fornecida pela concessionária ou por um gerador de energia a diesel, para o caso de faltar energia da concessionária ou por estar em local precário, insuficiente ou não confiável (BRENTANO, 2004).

Os motores elétricos, de acordo com Brentano (2004, p. 237), devem ser identificados com as seguintes informações:

- Nome do fabricante;
- Tipo;
- Modelo;
- Número de série;
- Potência em CV ou HP;
- Rotações por minuto sob a tensão nominal;
- Tensão de entrada em volts;
- Corrente de funcionamento em ampéres;
- Frequência em hertz.

A identificação é obrigatória e permite que possa ser feita uma troca de bomba em caso de falha. Permite também que em caso de ausência de projeto de prevenção de incêndio possa ser verificada a pressão de água que chegará até o hidrante.

Para que o motor da bomba funcione é preciso que haja fonte de energia garantida. Essa fonte será fornecida pela concessionária ou por um gerador de energia a diesel, para o caso de faltar energia da concessionária ou por estar em local precário, insuficiente ou não confiável (BRENTANO, 2004).

MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA

Quando há falha da bomba elétrica, o indicado é que se utilize a bomba a combustão interna. E que seja feita a sua instalação contando com a possibilidade de falha. Se a falha houver na bomba elétrica, o sistema poderá operar normalmente.

Os motores de combustão interna usados para acionar as bombas de incêndio são a diesel. Podem ser acionados em partida manual ou automática. “Na partida automática a energia é fornecida por baterias com recarga automática, suprimindo sempre com pelo menos dois jogos de baterias e na partida manual o acionamento é realizado por meio de manivela.” (BRENTANO, 2004, p. 238).

O motor deve ser refrigerado por água ou por ar, por meio de radiador ou ventilador não sendo permitido o ar comprimido.

Junto ao motor de combustão interna deve haver um tanque de óleo diesel com capacidade para estocar combustível pelo mínimo de 8 horas (BRENTANO, 2004).

Junto ao motor de combustão interna deve haver um tanque de óleo diesel com capacidade para estocar combustível pelo mínimo de 8 horas (BRENTANO, 2004) e deve estar localizado no interior da casa de bombas. A NBR 10897/1990 recomenda que além do tanque de combustível ligado ao motor haja uma reserva adicional na propriedade.

MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO

Devem ser realizadas inspeções, testes e manutenções de rotina.

As verificações são essenciais para garantir o bom funcionamento do grupo motor bomba. Devem ser realizadas inspeções, testes e manutenções de rotina. Como comenta Brentano (2004, p. 242) “ter-se uma instalação hidráulica de combate ao incêndio bem projetada e executada, sem ter, após, um programa de procedimentos de inspeção, teste e manutenção rigorosamente observado é um contra-senso.” Vejamos a caracterização dessas verificações:

Inspeções de rotina: a função é verificar se os grupos motor bomba estão em condições operacionais e livres de danos físicos. Recomenda-se que sejam realizadas semanalmente. O que se deve verificar?

Tabela 5 - Inspeção de Motor Bomba

item	Verificações
1	Possíveis vazamentos

2	Posição da válvula de bloqueio das canalizações de sucção e recalque
3	Leitura dos manômetros
4	Nível de água do reservatório
5	Condições do sistema elétrico
6	Condições do painel de instrumentos de controle dos motores
7	Nível de tanque de combustível do óleo do Carter, da água de resfriamento e dos eletrólitos das baterias do motor de combustão interna, se houver.

Fonte: Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 242).

Teste: visam a assegurar que as operações manuais e automáticas ocorram normalmente quando acionadas, de acordo com o projeto. No teste pode ser detectado aquilo que nas inspeções não foi identificado. Sugere-se que sejam feitos semanalmente e anualmente.

Nos testes semanais os motores devem ser acionados com partida automática, sem vazão de água com os seguintes tempos de funcionamento, conforme indica Brentano (2004):

- Motores elétricos: 10 minutos
- Motores de combustão interna: 30 minutos

Durante o teste anotar: as leituras de pressão nos manômetros das canalizações de sucção e recalque, a pressão de partida da bomba e outras relevâncias.

Tabela 6 - Teste de Motor Bomba Semanais

item	Verificações
1	Ruídos estranhos
2	Vibrações anormais
3	Superaquecimento
4	O tempo que o motor elétrico leva para acelerar até a velocidade total
5	O tempo que o motor a diesel leva para entrar em funcionamento
6	O tempo que o motor a diesel leva para atingir a velocidade contínua

Fonte – Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 243).

Nos testes anuais deve ser realizado um teste de desempenho de cada grupo motor bomba com as vazões nominais mínimas e máximas, através do controle da

quantidade de água descarregada por dispositivos de testes. Conforme Brentano (2004, p. 243), “a vazão máxima para uma bomba de incêndio é 150% da sua vazão nominal e a vazão mínima corresponde à vazão nula.”.

Manutenção: é indicada a manutenção preventiva, conforme as recomendações dos fabricantes. Os motores devem ser mantidos limpos, secos e bem lubrificados. Baracury Neto (1992 *apud* BRENTANO, 2004, p. 243) indica para a manutenção anual:

Tabela 7 - Manutenção de Motor Bomba Anual

item	Verificações e ações
1	Tirar o conjunto giratório da bomba e anotar eventuais desgastes
2	Fazer uma limpeza completa no motor e nas partes internas da bomba
3	Examinar as distâncias ou intervalos entre os anéis de desgastes
4	Limpar a tubulação de passagem de água para lubrificação das gaxetas
5	Verificar o estado do acoplamento, medindo a folga
6	Substituir as gaxetas
7	Substituir o óleo ou graxa de lubrificação nos mancais
8	Limpar a válvula de retenção e inspecionar e limpar a válvula de pé
9	Fazer um teste de capacidade da bomba e medir a altura dinâmica total da aspiração e da descarga, verificando o estado da tubulação.
10	Anotar os resultados e compará-los com os ensaios anteriores.

Fonte: Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 243).

É importante salientar que essas avaliações devem ser feitas por pessoas treinadas para este fim e que apresentem dados confiáveis.

É importante salientar que essas avaliações devem ser feitas por pessoas treinadas para este fim e que apresentem dados confiáveis.



Atividade de Estudos:

- 1) _____
Organize um cronograma de inspeção para as bombas de incêndio considerando que há a bomba elétrica e a bomba a combustão instaladas em casa de bombas, independente da edificação. O modelo pode estabelecer que o cronograma seja para o planejamento das atividades anuais.

Data de realização	Cronograma de Inspeção de bombas de incêndio		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
			item	Discriminação	Responsável									
01														
02														
03														
04														
05														

ABRIGOS OU CAIXAS DE INCÊNDIO

Para acondicionar as mangueiras de incêndio utilizada nos sistemas sob comando deve haver, ao lado dos hidrantes, os chamados abrigos ou caixas de incêndio.

Abrigos ou caixas de incêndio dos sistemas sob comando são compartimentos embutidos ou aparentes fixados nas paredes ou colunas, dotados de porta, destinados a abrigar e proteger contra intempéries, vandalismo e danos diversos, as tomadas de incêndio e os demais equipamentos como mangueiras de hidrantes, carretéis com mangotinhos, esguichos, etc., usados no combate a incêndios (BRENTANO, 2004, p. 75).

Os abrigos ou caixas de incêndio devem atender às exigências das legislações municipais e estaduais e, no seu interior, devem estar disponíveis os equipamentos necessários ao combate. A área externa das caixas de incêndio deve estar sinalizada com a palavra hidrante, também com sinalização com placas indicativas de hidrante.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A NBR 13714/2003. estabelece que os abrigos devam ter as seguintes características principais:

- Ser confeccionados em metal, madeira, fibras sintéticas ou vidro, fixados nas paredes ou colunas quando aparentes, ou em alvenaria ou concreto quando embutidos;
- Ter portas, que podem ser de vidro, metálicas ou de fibras sintéticas. Quando metálicas ou de fibras sintéticas devem

ter amplo visor de vidro, com a palavra 'INCÊNDIO' na cor vermelha;

- Ter fechamento por meio de trinco;
- Ser pintados na cor vermelha;
- Ter sinalização indicativa sobre sua localização e restrição de uso do espaço no seu entorno;
- Ter apoio ou fixação própria, independente da canalização que abastece a tomada de incêndio;
- Ser secos, com aberturas para ventilação;
- Ser usados para abrigar exclusivamente equipamentos de incêndio.

Os abrigos de mangueiras devem estar localizados de forma protegida de áreas que ofereçam risco para o combatente em caso de incêndio.

DIMENSÕES DOS ABRIGOS DE INCÊNDIO

ANBR13714/2003 não determina as dimensões mínimas para os abrigos de incêndio, porém as normas estaduais e municipais estabelecem os padrões para seu tamanho.

A NBR 13714/2003 não determina as dimensões mínimas para os abrigos de incêndio, porém as normas estaduais e municipais estabelecem os padrões para seu tamanho. Geralmente são dimensionadas pelas normas conforme o diâmetro das mangueiras e comprimento. E o dimensionamento do abrigo é de acordo com a saída de água, se é uma ou duas no hidrante.

Segundo Brentano (2004), mangueiras com uma saída devem atender os seguintes requisitos:

Tabela 8 - Dimensões Mínimas das Mangueiras para uma Saída

Sistema	Tipo	Dimensões mínimas do abrigo		
		Largura	Altura	Profundidade
		cm	cm	cm
Mangotinhos	1	60	90	30
Mangueiras	2	45	75	17
Mangueiras	3	60	90	17

Fonte: Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 75).

Já para mangueiras com duas saídas, as dimensões mínimas estabelecidas são:

Tabela 9 - Dimensões Mínimas das Mangueiras para uma Saída

Sistema	Tipo	Dimensões mínimas do abrigo		
		Largura	Altura	Profundidade
		cm	cm	cm
Mangueiras	2	60	90	20
Mangueiras	2 e 3	90	120	20

Fonte: Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 76).

Ao dimensionar um abrigo para incêndio é preciso considerar o comprimento máximo de mangueira que vai estar acondicionada dentro deste abrigo. As tabelas servem para apoiar a escolha do abrigo adequado em conformidade com a norma municipal ou estadual aplicada para a localização da empresa. E é essencial que seja no mínimo com as dimensões indicadas, mas que se considerem as variações entre fabricantes.

EQUIPAMENTOS MÍNIMOS NOS ABRIGOS DE INCÊNDIO

Dentro do abrigo de incêndio alguns equipamentos, além das mangueiras de incêndio, são obrigatórios. Um deles é a chave storz ou chave de mangueira. Conforme Camillo Junior (1998, p. 90), a chave de mangueira é “uma peça metálica utilizada para facilitar os acoplamentos e desacoplamentos das mangueiras, quando, por motivo de pressão, a força física do bombeiro não for suficiente.”

Chave de mangueira é “uma peça metálica utilizada para facilitar os acoplamentos e desacoplamentos das mangueiras, quando, por motivo de pressão, a força física do bombeiro não for suficiente.”

Tabela 10 - Equipamentos Mínimos no Abrigo de Incêndio

Equipamentos	Tipos de sistemas		
	1	2	3
Um ou dois lances de 15 m de mangueiras flexíveis	não	sim	sim
Mangueira semirrígida, de 20 m ou 30 m	sim	sim	não
Esguichos	sim	sim	sim
Uma chave para mangueira, do tipo engate rápido	não	sim	sim

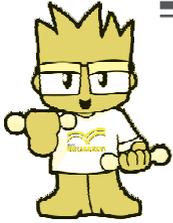
Fonte: Nascimento (2013), adaptado de Brentano (2004, p. 76).

SINALIZAÇÃO

Asinalização serve de apoio para que os hidrantes ou mangotinhos sejam facilmente localizados em caso de incêndio.

A sinalização serve de apoio para que os hidrantes ou mangotinhos sejam facilmente localizados em caso de incêndio. Segundo Brentano (2004, p. 95), "o material das sinalizações pode ser rígido ou maleável, com boa resistência mecânica, constituído por placas em chapa metálica, material plástico ou outro material semelhante." A pintura de fundo deve ser vermelha e as letras ou pictogramas em cor branca ou amarela em tinta atóxica e não radioativa.

Deve ser, ainda, prevista, conforme as normas estaduais, a pintura de piso sinalizando, da área em que está fixado o hidrante e da indicação de que em determinada área não poderá haver depósito de materiais. Isso garantirá a desobstrução e o acesso em caso de emergência.



Atividade de Estudos:

- 1) De que tamanho deve ser o abrigo de mangueiras para acondicionar 8 lances de 15 metros?

O melhor a fazer é se dedicar ao estudo de literatura de incêndio, portanto indicamos um material para seu estudo. Um completo material escrito por pessoas ligadas à Universidade de São Paulo e ao Corpo de Bombeiros de São Paulo. Este material serve de base para o estudo de incêndio. A segurança contra incêndios no Brasil. Disponível em: <http://www.911emergencia.com.br/produto.php?cod_produto=801957>. Acesso em: 10 mar. 2013.



ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Seu estudo está avançando e, a essa altura, você já pode prever uma instalação sob comando e dimensionar uma tubulação de incêndio, localizando os hidrantes na edificação. Já sabe a importância de manutenção das peças e dos componentes de uma instalação e que o hidrante de recalque tem função essencial, assim como as bombas de incêndio.

Inspecionar e criar uma programação anual de ações que verificarão se o funcionamento está adequado favorecerá a eficácia do uso do sistema de combate ao incêndio em caso de sinistro.

Tudo deve estar bem sinalizado para o reconhecimento dos leigos e da equipe de combate. Extintores e hidrantes jamais devem ter sua área de movimentação obstruída ou utilizada como depósito de materiais. As áreas de bombas de incêndio não podem ser trancadas. Os abrigos para mangueiras devem conter as mangueiras, os esguichos, as chaves storz e enroladas ou dobradas, de forma a facilitar o uso rápido na ocasião do combate ao foco inicial de incêndio até a chegada da equipe do Corpo de Bombeiros.

A partir disso, no próximo capítulo estudaremos sobre o suprimento de água e sobre como dimensionar esses reservatórios, conforme as características estruturais da edificação. Esperamos que até aqui seu estudo tenha sido satisfatório e tenha ampliado seu conhecimento acerca do tema da disciplina.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Wellington Tavares de. **Manual de Segurança do Trabalho**. São Paulo: DCL 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13714**: Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10897**. Rio de Janeiro, 1990.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CAMILLO JUNIOR, Abel Batista. **Manual de Prevenção e Combate a incêndios**. São Paulo: SENAC, 1998.



CAPÍTULO 4

RESERVATÓRIOS

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Conhecer os diversos tipos de material de composição e reservatórios existentes.
- ✓ Dimensionar o reservatório mais apropriado para o sistema de prevenção contra incêndio.





CONTEXTUALIZAÇÃO

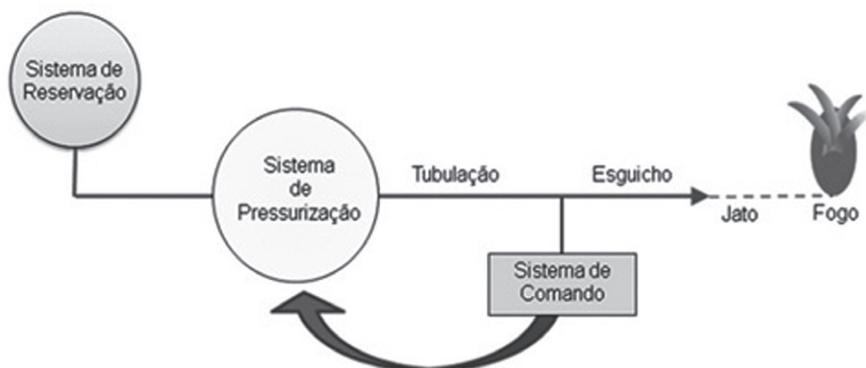
Quando o fogo transforma-se em incêndio e torna-se de grande proporção o principal agente extintor que abastece o sistema sob comando, já estudado no capítulo 3, é a água. Esta serve para atacar o incêndio diretamente e para garantir o rescaldo de áreas vizinhas, de forma a confinar o incêndio. Mas, onde acondicionamos esse volume de água? De que maneira garantir que haja água suficiente para o combate ao incêndio? São essas repostas que você encontrará neste quarto capítulo.

Assim como esperamos que, ao concluir o capítulo, você saiba optar por um reservatório de material adequado, posicionado coerentemente e dimensionado para garantir a Reserva Técnica suficiente para o combate a ser executado por equipe da brigada de incêndio até que o Corpo de Bombeiros local assuma e controle a situação.

É preciso que haja água para que o Sistema Preventivo de Incêndio por hidrantes ou mangotinhos seja abastecido e para que se garanta esse abastecimento é preciso um recipiente adequado para suportar o peso da água e o volume necessário conforme cálculo. Esse compartimento é chamado de reservatório.

O reservatório utilizado em sistemas pode ser específico para essa finalidade ou com reserva garantida para o consumo da empresa e para o uso em caso de incêndio. Observe, na figura 1, qual o papel do sistema de reservação num sistema de hidrantes para o combate ao fogo.

Figura 5 - Sistema de Reservação



Fonte: Seito et al (2008, p. 236).

Um sistema de reservação “é composto por reservatório, que pode ser do tipo elevado, no nível do solo, semi-enterrado ou enterrado e tem como função

Um sistema de reservação “é composto por reservatório, que pode ser do tipo elevado, no nível do solo, semi-enterrado ou enterrado e tem como função reservar um volume de água destinado exclusivamente ao combate de incêndio.”

reservar um volume de água destinado exclusivamente ao combate de incêndio.” (SEITO et al, 2008, p. 236).

Conforme Biazin e Fortes (2010, p. 2), os reservatórios podem ser enterrados ou elevados quanto ao sistema estático:

Os enterrados podem se apresentar apoiados sobre o terreno, parcialmente ou totalmente enterrados. Já os elevados podem ser construídos apoiados sobre pilares, posicionados em grandes alturas (castelo d’água), ou ainda, dispostos estruturalmente sobre edifícios.

Os reservatórios podem ser construídos das mais diversas formas arquitetônicas, porém normalmente não possuem paredes retangulares, fundo e tampa.

Os reservatórios elevados com capacidade de armazenamento superior há 4.000 litros devem possuir parede divisória (septos), ou seja, dois compartimentos.

Segundo a norma brasileira, NBR 5626 (1998 *apud* BIAZIN; FORTES, 2010, p. 2):

[...] os reservatórios elevados com capacidade de armazenamento superior há 4.000 litros devem possuir parede divisória (septos), ou seja, dois compartimentos, objetivando a distribuição contínua do fornecimento de água potável nas edificações residenciais quando dos períodos de higienização dos mesmos.

A compartimentação é necessária para que, em caso de limpeza, enquanto uma é limpa, a outra supra de água o sistema de combate ao fogo.

MATERIAIS DOS RESERVATÓRIOS

Os materiais em que são fabricados os reservatórios podem ser de concreto armado, metálicos, de fibrocimento, de polietileno e outro que possua resistência para suportar a pressão da água em sua superfície e também resistam ao calor ou ao fogo, a choques mecânicos e às intempéries. Devem ser hermeticamente fechados e possuir compartimentos para permitir a limpeza e a manutenção de uma célula enquanto a outra supre de água a edificação e o sistema de combate a incêndio (BRENTANO, 2004).

Segundo Brentano (2004, p. 55), os reservatórios de materiais não resistentes ao fogo ou calor, como os de fibra de vidro, são preferencialmente usados para reservatórios subterrâneos e “do lado de fora do solo, afastados da projeção da edificação e devidamente protegidos por barreiras incombustíveis ou resistentes ao calor por pelo menos, duas horas.”

Ao projetar um reservatório, este deve estar a uma distância segura caso ocorra incêndio em edifícios vizinhos, possibilitando a sua utilização (BRENTANO, 2004).

Vejamos as canalizações indicadas no reservatório:

- Canalização de alimentação: acesso da água ao reservatório, oriundo do sistema de abastecimento de água local;
- Canalização da água para consumo: que atende ao consumo de água da edificação;
- Canalização de água para incêndio: atende ao sistema de incêndio projetado e conforme a NBR 13714/2000 a velocidade de escoamento não deve ultrapassar 5,0 m/s;
- Canalização extravazora ou ladrão; deve ser um diâmetro comercial superior ao diâmetro da canalização de alimentação;
- Canalização de limpeza ou drenagem: recomenda-se um diâmetro de 50 mm (2”), mas não há determinação prevista em norma. Esta canalização pode ser ligada à canalização extravazora, adotando-se então o diâmetro desta;
- Canalização de ventilação: deve ser protegida com tela ou chapa perfurada, resistente à corrosão. O diâmetro deve ser uma vez e meia maior que o diâmetro da canalização de alimentação.

FORMAS DOS RESERVATÓRIOS

Conforme Brentano (2004), os reservatórios de concreto armado têm, normalmente, forma prismática retangular, os metálicos têm forma cilíndrica e os de fibra de vidro são tronco-cônicos. Porém, a forma do reservatório variará de acordo com a concepção arquitetônica, com o espaço disponível e conforme o volume de reserva técnica de incêndio (RTI) dimensionada.

Todo reservatório deve possuir abertura de acesso ao seu interior, para inspeção e manutenção, localizada na laje de cobertura e “com dimensão mínima de 60 cm de lado ou de diâmetro ou numa das paredes laterais com altura mínima de 80 cm.” (BRENTANO, 2004, p. 56).

As tampas das aberturas de acesso não devem permitir entrada de roedores, água de chuva, poeiras e outras formas devendo ter vedação perfeita através

Os reservatórios de concreto armado têm, normalmente, forma prismática retangular, os metálicos têm forma cilíndrica e os de fibra de vidro são tronco-cônicos.

do assentamento sobre uma camada de borracha esponjosa, tipo neoprene ou similar (BRENTANO, 2004).

Indica-se um espaçamento mínimo de 30 cm entre a cota de água do interior do reservatório e a face inferior do teto da laje de cobertura quando o acesso for por cima. Quando o acesso for lateral o espaço livre indicado é de 80 cm.

Em reservatórios de concreto armado os cantos internos devem ser arredondados, ou chanfrados de 45°, e as paredes devem ser escovadas, o que facilita a limpeza interna periódica.

CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS

A reserva técnica de incêndio (RTI) deve ser garantida, porém os reservatórios podem ser construídos para uso misto com volume de água para consumo e reservatécnica de incêndio.

A reserva técnica de incêndio (RTI) deve ser garantida, porém os reservatórios podem ser construídos para uso misto com volume de água para consumo e reserva técnica de incêndio. Mesmo que seja um reservatório para ambos os usos, a RTI é exclusiva para o uso em caso de incêndio.

Segundo Brentano (2004, p. 56), quando o reservatório for de uso misto, distribui-se da seguinte forma:

- a) Reserva técnica de incêndio localizada no reservatório superior:
 - Capacidade do reservatório superior:
 - 40% ou 1/3 do volume diário de água para consumo, mais a RTI.
 - Capacidade do reservatório inferior ou de sucção:
 - 60% ou 2/3 do volume diário de água para consumo.
- b) Reserva técnica de incêndio localizada no reservatório inferior ou de sucção:
 - Capacidade do reservatório superior:
 - 40% ou 1/3 do volume diário de água para consumo.
 - Capacidade do reservatório inferior ou de sucção:
 - 60% ou 2/3 do volume diário de água para consumo, mais a RTI.

Toda norma estadual ou municipal é baseada nas legislações vigentes no país, as normas de incêndio baseiam-se nas Normas Brasileiras. Como exemplo, temos a praticada para o estado de Santa Catarina, mas é relevante que, ao dimensionar o reservatório, o projetista verifique a norma do corpo de bombeiros do local onde está instalada a edificação.

Segundo a NSCI/94 do Estado de Santa Catarina, quando o reservatório for enterrado a reserva de incêndio deve ser calculada para, pelo menos, o dobro do reservatório, elevado para todas as classes de risco. No art. 480 da NSCI/94 indica-se que “[...] a capacidade do reservatório de água deve permitir e manter uma descarga de água para o maior risco isolado nos valores de projeto de vazão e pressão por um tempo mínimo de 30 (trinta) minutos”. Em edificações de risco leve, a reserva técnica mínima a ser garantida deve ser de 5m³.

Conforme Brentano (2004), para classe de risco leve é exigida menor pressão, vazão e volume de água para a RTI, o reservatório pode ser localizado no topo da edificação e, se necessário, para atender a pressão requerida em cálculo, deve haver bombas de reforço ao lado do reservatório.

O cálculo da RTI é dado segundo a NBR 13714/2000 através da fórmula:

$$V = Q \times t$$

Onde:

V= volume da RTI em m³ ou l (litros)

Q= vazão de duas saídas de água com uso simultâneo em l/ min ou m³/s

T= tempo mínimo de descarga a plena carga, considerando 60 minutos para sistema de mangotinhos e hidrantes tipo 2 e 30 minutos para sistema de hidrantes tipo 3.

Segundo a NBR 13714/2000, a RTI tem função de dar o primeiro combate a incêndio, devendo ser considerado no cálculo um dimensionamento maior do que solicitado em normas, sobretudo considerando a distância da edificação do corpo de bombeiros local. Na legislação do estado de São Paulo indica-se que se o corpo de bombeiros encontra-se a uma distância maior do que 50 Km, o volume mínimo da RTI deva ser dobrado.

Na legislação do estado de São Paulo indica-se que se o corpo de bombeiros encontra-se a uma distância maior do que 50 Km, o volume mínimo da RTI deva ser dobrado.

RESERVATÓRIO SUPERIOR OU ELEVADO

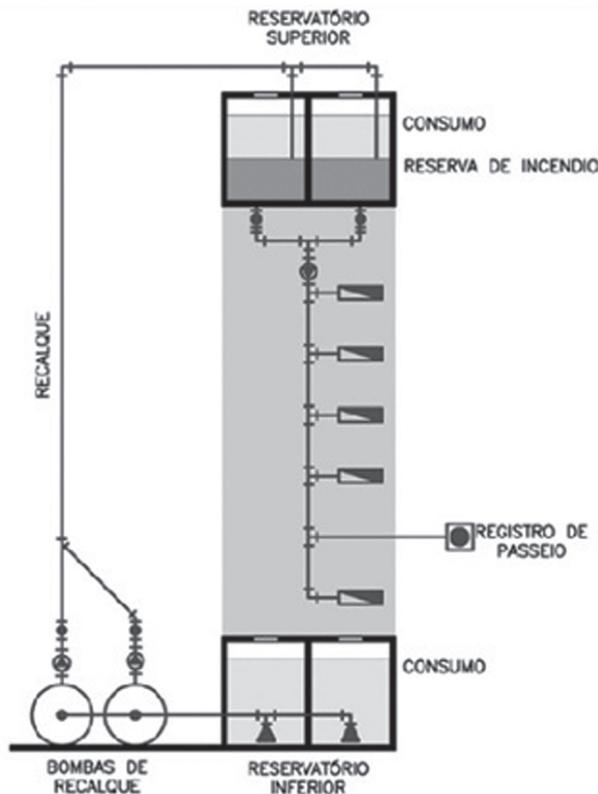
Se o abastecimento de água para o sistema preventivo de incêndio for feito por ação da gravidade, deve-se usar o reservatório elevado. Conforme indica Brentano (2004, p. 61), “[...] os reservatórios elevados devem estar numa cota ou altura para que as pressões sejam suficientes para atender as vazões mínimas requeridas por lei ou norma”.

Se a cota do reservatório não for suficiente para atender a pressão mínima requerida da norma, são instaladas bombas de reforço. Ao considerar a cota para decidir se será necessário instalar bombas de reforço é preciso analisar a situação mais desfavorável hidráulicamente, podendo ser considerada a cota do nível do piso ou da face superior da canalização quando sai da parede lateral e é medida até a tomada de incêndio do hidrante mais próximo (BRENTANO, 2004).

É essencial considerar que reservatórios elevados, quando em topos de prédios, precisam ser protegidos contra descargas elétricas através de para-raios eficientes, segundo as orientações da NBR 5419/2001.

É essencial considerar que reservatórios elevados, quando em topos de prédios, precisam ser protegidos contra descargas elétricas através de para-raios eficientes, segundo as orientações da NBR 5419/2001.

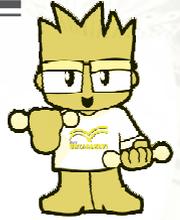
Figura 6 - Exemplo de Reservatório Superior



Na figura 2 pode-se observar um reservatório superior em que o sistema é atendido por pressurização.

Atividade de Estudos:

- 1) Em que situação pode ser utilizado um sistema por gravidade, ou seja, sem o uso de bombas de pressurização?



RESERVATÓRIO INFERIOR OU DE SUÇÃO

Em algumas situações pode-se usar o reservatório inferior ou de sucção para armazenar a reserva técnica de incêndio (RTI) e se for utilizado em conjunto um reservatório superior, este deve ser usado somente para a água de consumo (BRENTANO, 2004).

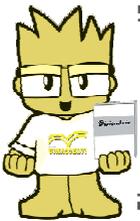
A alternativa de uso de reservatório inferior deve ser escolhida, de acordo com Brentano (2004), caso:

- O volume for elevado e a pressão exigida tornar inviável o uso do reservatório elevado, econômica e tecnicamente;
- O projeto arquitetônico não seja adequado esteticamente ou há limitações de altura no Plano Diretor da cidade;
- Estruturalmente a carga exercida na edificação seja aumentada;

Conforme a localização do reservatório inferior, em relação ao nível do solo, há consequências relativas ao cálculo. Vejamos o que relaciona Brentano (2004):

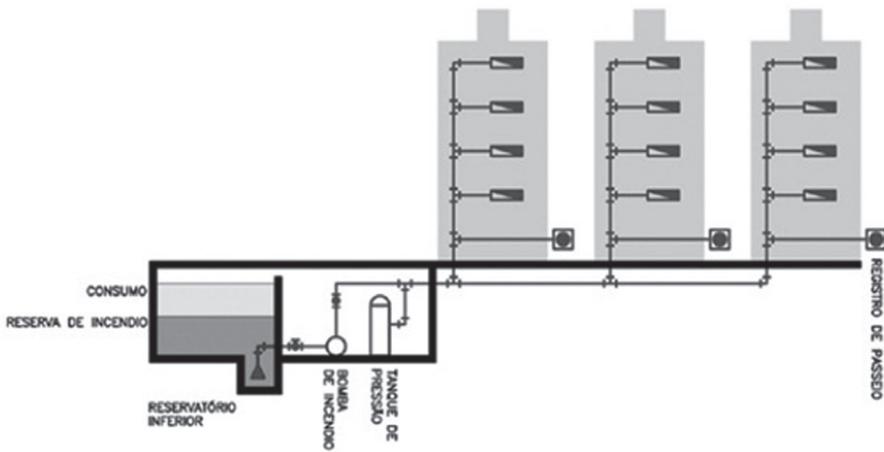
- a) **Com o fundo acima do nível do solo:** posição mais interessante, pois as bombas funcionam com sucção positiva ou afogada. A manutenção e o controle são facilitados pela acessibilidade.
- b) **Com o fundo no nível do solo:** algumas normas municipais ou estaduais não permitem esta posição, mas é prevista na NBR 13714/2000. Nessa posição as bombas são consideradas afogadas.
- c) **Semienterrado:** nessa posição o sistema de bombas funciona sob condição de sucção negativa. As paredes do reservatório devem ser de concreto ou de alvenaria e possuir um sistema eficiente de drenagem natural ou mecânica. O acesso deve ser por meio de escada do tipo marinheiro. O nível de face externa superior da cobertura do reservatório deve estar, no mínimo, a 20 cm do nível do piso do pavimento acima do reservatório.
- d) **Subterrâneo:** Pode ser de concreto armado, metálico, de plástico ou fibra de vidro, desde que protegido de corrosão e impermeabilizado adequadamente. E, se de plástico ou fibra de vidro, deve ser deixado espaço de 30 a 40 cm entre as paredes e o fundo de reservatório, preenchendo-se com cascalho, brita ou areia.

A NBR 13714 (2000) indica que pode ser feito o uso de poços de sucção para os reservatórios inferiores. Esses poços de sucção servem para que não se formem **vórtices** e, conseqüentemente, entrada de ar na canalização de sucção da bomba (BRENTANO, 2004).



Vórtice: segundo o dicionário Michaelis (2008), significa redemoinho, turbilhão.

Figura 7 - Exemplo Reservatório Inferior



Fonte: Seito et al (2008, p. 235).

Para reservatórios inferiores obrigatoriamente deve existir sistema de bombas para pressurizar a rede de hidrantes.

Atividade de Estudos:

- 1) Numa planta industrial atendida por hidrantes, seria indicado um sistema em que o reservatório fosse do tipo inferior?



RESERVATÓRIO NATURAL

Reservatórios naturais podem ser ocupados com finalidade de reserva de incêndio, sendo considerados como naturais: rio, açude, lago ou piscina desde que atendam às seguintes condições:



Na sucção haja dispositivo retentor de detritos;
O acesso à reserva de água seja através de área comum;
Seja fixado em lugar visível aviso indicando tratar-se de uma reserva técnica de incêndio (BRENTANO, 2004, p. 68).

As piscinas devem estar sempre cheias. Nos rios e lagos deve haver câmaras de decantação que retenham a sujeira com ralos ou crivos, com controle através de adufas, com telas ou placas de metal que tenham as sujeiras maiores.

A câmara de sucção deve atender cada bombadeincêndio e ser alimentada porumacâmarade decantação.

A NBR 13714 (2000, p.13) apresenta que “a câmara de decantação deve ter as mesmas dimensões da câmara de sucção.” A câmara de sucção deve atender cada bomba de incêndio e ser alimentada por uma câmara de decantação.

A canalização de adução deve ter declividade de 0,8% no sentido da câmara de decantação e essas câmaras de decantação e adução devem ser isoladas para que possa ser realizada a limpeza e a manutenção.



Atividade de Estudos:

- 1) Qual cuidado é necessário ao se utilizar como alternativa um lago com peixes como reservação de incêndio?

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Neste quarto capítulo encerramos mais uma etapa do aprendizado de nossa disciplina. Veja, já é possível estudar e antecipar o risco de incêndio, propondo medidas corretivas na edificação, quando possível segregando materiais

combustíveis ou compartimentando áreas. Além disso, você já é capaz de dimensionar a proteção ativa por extintores e sob comando.

Podemos ter um sistema sob comando eficiente, mas sem a água necessária reservada, nesse caso, o combate ao incêndio será ineficaz. Assim, na continuidade do nosso estudo aprendemos a dimensionar o volume de água mínimo para suprir o abastecimento de água ao Sistema de Hidrantes. Neste quarto capítulo aprendemos sobre como garantir a reserva técnica de incêndio (RTI) e sobre as diferenças entre tipos de reservatórios.

A partir do próximo capítulo veremos a importância do projeto, as fórmulas indicadas para esse fim e a manutenção de sistemas de prevenção contra incêndios. Bons estudos!

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13714:** Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5419:** Proteção de Estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2001.

BLAZIN, Juliana de Freitas; FORTES, Adriano Silva. **Estudo comparativo entre reservatórios de concreto armado, fibra de vidro e polietileno.** Salvador: 2010. Disponível em: <http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3_0065.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2010.

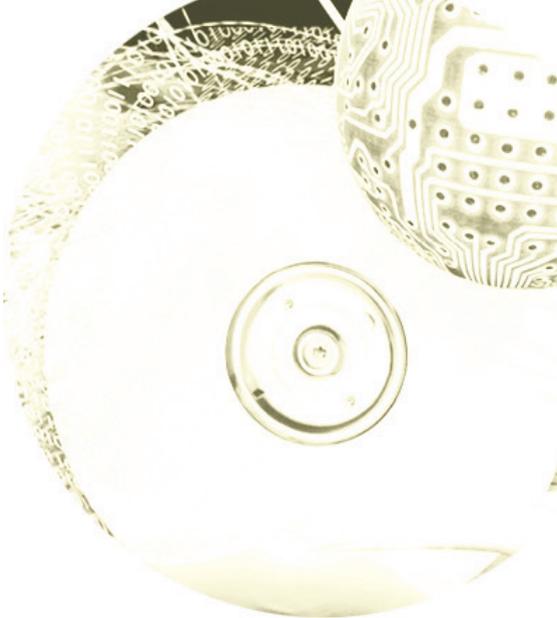
BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CBSC. NSCI. **Normas de Segurança Contra Incêndios.** Florianópolis: EDEME, 1994.

MICHAELIS: dicionário escolar da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 2008 - (Dicionários Michaelis).

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.





CAPÍTULO 5

PROJETO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Reconhecer a legislação internacional e nacional de prevenção contra incêndio e como realizar a aprovação de um projeto em entidades envolvidas.
- ✓ Reconhecer simbologias de extintores existentes e o seu dimensionamento.
- ✓ Conhecer a aplicação das fórmulas de cálculo de dimensionamento de rede de hidrantes e mangotinhos, considerando o reservatório e o sistema de bombas.
- ✓ Dimensionar um projeto de prevenção por extintores.
- ✓ Dimensionar um projeto de Rede de Hidrantes.
- ✓ Possibilitar ao pós-graduando (a), a partir do estudo realizado, a elaboração de um plano de inspeção e manutenção de sistemas de prevenção de incêndio.



CONTEXTUALIZAÇÃO

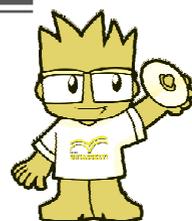
Caro (a) aluno (a), preparado para aprender as fórmulas relacionadas a um projeto de prevenção contra incêndio? É o que estudaremos neste quinto capítulo. Já sabemos posicionar e dimensionar alguns componentes relacionados com a proteção ativa de um sistema de combate ao incêndio. Agora, o nosso objetivo é apresentar cálculos que permitirão que as tubulações estejam adequadas e com a pressão mínima para que haja equilíbrio entre a água que chegará ao hidrante mais favorável e o menos favorável.

Veremos que o escoamento da água pelas tubulações deve ser livre de impedimentos e, ao final do capítulo, já será possível escolher uma bomba de incêndio adequada. Todo esse estudo demonstrará que o projeto de prevenção contra incêndio que envolve a Rede de Hidrantes exigirá que o projetista faça a escolha entre ter uma tubulação de diâmetro maior ou uma bomba de incêndio com potência maior.

A Norma Regulamentadora NR23 do Ministério do Trabalho e Emprego (2011) estabelece que as medidas de prevenção de incêndios devam ser elaboradas conforme as diretrizes da legislação estadual e municipal de onde se encontra o edifício e em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.

Cada indústria ou comércio tem suas peculiaridades e deve ser escolhido o meio de prevenção mais adequado para o projeto de incêndio. Assim como um bom projeto, após o funcionamento do sistema, seja ele por extintores ou hidrantes ou mangotinhos, deve ser programada a manutenção. Assim, fica garantido o funcionamento em caso de combate a incêndio em ocorrência de quaisquer sinistros.

Para iniciarmos nossas reflexões, sugiro que você assista a um filme chamado **Inferno na Torre**. É um filme bastante antigo, mas mostra uma das principais falhas que dão origem ao incêndio. No prédio onde ocorreu o incêndio, foco do filme, as especificações da instalação elétrica não foram cumpridas e o prédio fica sujeito a curtos-circuitos. Um grande incêndio acontece já na inauguração e as pessoas convidadas ficam presas. Bom filme!



LEGISLAÇÃO

Além da Norma Regulamentadora NR23 do TEM, há as Normas Brasileiras - NBR, específicas para cada item do sistema de prevenção, e as normas internacionais. De acordo com Brentano (2004, p.300) “Todo dimensionamento precisa seguir a seguinte ordem de prioridade: lei municipal => lei estadual => Norma Brasileira => Norma Internacional”.

Observe: não é permitido o uso parcial ou misto de normas em quaisquer dimensionamentos de rede preventiva de incêndio.

- **Legislação Internacional**

As normas internacionais que consideraremos neste estudo serão a norma americana *National Fire Protection Association* (NFPA) e a inglesa *Fire Protection Association* (FPA).



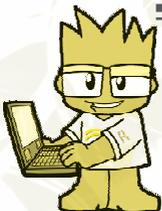
Veja mais em: <<https://youtu.be/SkM-QzOU2pc?si=36UL0H03hpDPW3DE>>

Também relacionadas às diversas normas internacionais existem as europeias. Cabe ao projetista observar as normas vigentes no local de origem da edificação.

Fazem parte desse conjunto de normas internacionais as de padronização como a *British Standards Institution* (BSI), a *Deutsche Industries Normem* (DIN) e a *International Organization for Standardization* (ISO).

- **Legislação Nacional**

O dimensionamento da rede de hidrantes e mangotinhos segue os requisitos da NBR 13714/2000. A Associação Brasileira de Normas Técnicas desenvolveu diversas normas para incêndio específicas para cada situação.



Você encontra uma relação dessas normas no *site* PPCI.
Disponível em: <<http://ppci.com.br/normastecnicas.php>>. Acesso em:
11 mar. 2013.

Mas o Brasil não tem lei nacional unificada contendo regras de proteção contra incêndio. Cada município e estado tem autonomia para criar suas próprias normas e fiscalizar conforme as diretrizes estabelecidas no Corpo de Bombeiros onde está localizada a edificação.

Assista a essa reportagem que trata da necessidade de ter uma lei nacional para proteção contra incêndio e que relata os acontecimentos de um dos maiores incêndios ocorridos no Brasil, abordando a Norma do Estado de São Paulo do Corpo de Bombeiros. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/brasil-nao-tem-lei-nacional-com-regras-de-protecao-contraincendio.html>>. Acesso em: 11 mar. 2013.



Atividade de Estudos:

- 1) Se a matriz de uma indústria fica em São Paulo e a filial precisa de um projeto de prevenção de incêndio no Rio Grande do Sul é possível que seja utilizada como base para o dimensionamento e projeto a norma do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo?



CÁLCULOS

O dimensionamento da proteção ativa parte da implantação de máquinas e equipamentos e de localização de acessos, escadas e outros elementos significativos como central de GLP, depósito de inflamáveis e explosivos, área

Cabe ressaltar que o modelo de dimensionamento apresentado deve ser adaptado para cada caso, de acordo com projeto arquitetônico, estrutural e outros fatores (BRENTANO, 2004).

com químicos dispersos no ar, área de depósito de grãos - é primordial a identificação do que é produção e do que é depósito, em caso de fábricas.

Cabe ressaltar que o modelo de dimensionamento apresentado deve ser adaptado para cada caso, de acordo com projeto arquitetônico, estrutural e outros fatores (BRENTANO, 2004).

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE EXTINTORES

A partir da planta arquitetônica e da localização dos principais maquinários e processos, identificamos a classe de risco correspondente à edificação. Veja na tabela 1 o raio de ação necessário para cobrir a área em função dessa classificação de risco:

Tabela 11 - Raio de Ação dos Extintores

Classificação de Risco	Raio de ação
RL (LEVE)	20 m
RM (MÉDIO)	15 m
RE (ELEVADO)	10 m

Fonte: O autor.

O dimensionamento de extintores depende da distribuição deles, conforme a tabela 1 que apresenta o raio de ação para a classificação de risco. Esse raio de ação diz respeito ao caminhamento máximo entre extintores. A partir dessa informação o extintor deve ser localizado conforme o material combustível existente na proximidade do equipamento.

Nesta etapa convém a você, aluno, recapitular o que vimos, no segundo capítulo desta disciplina, sobre extintores e métodos de extinção. No primeiro capítulo, vale revisar as classes de incêndio para que o extintor aplicado seja adequado ao material existente na área a ser protegida.

O material combustível presente e em volume (m^3) deve ser classificado para que se conheça o caminhamento do fogo e se faça o estudo das probabilidades de propagação em caso de incêndio.

Os extintores são utilizados para pequenos focos de incêndio e a separação de elementos combustíveis torna viável o combate ao fogo já no seu princípio.

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE HIDRANTES

Conforme Brentano (2004, p. 297), o dimensionamento de hidrantes e mangotinhos segue o mesmo procedimento de cálculo e parte da premissa que: “A vazão mínima no hidrante ou mangotinho mais desfavorável da instalação deve ser preconizada por lei ou por norma (municipal, estadual ou brasileira) e a pressão mínima necessária para produzi-la impõe-se ser calculada”.

Todos os hidrantes ou mangotinhos devem ser atendidos de acordo com a vazão mínima, considerando, para cálculo, os hidrantes mais desfavoráveis e os mais favoráveis. Para atender a esse requisito a pressão residual é calculada.

Para exemplo de cálculo serão consideradas duas formas, conforme a existência de reservatório inferior ou de sucção com abastecimento por bombas ou reservatório superior com abastecimento por gravidade, com ou sem reforço de bombas.

O primeiro passo, antes de proceder-se ao cálculo, é localizar os hidrantes ou mangotinhos na planta arquitetônica, conforme as exigências da legislação municipal ou estadual.

Todos os hidrantes ou mangotinhos devem ser atendidos de acordo com a vazão mínima, considerando, para cálculo, os hidrantes mais desfavoráveis e os mais favoráveis.

PERDA DE CARGA NAS CANALIZAÇÕES

Conforme explica Brentano (2004, p. 248), “em todo escoamento de água sob pressão numa canalização ou no dimensionamento de uma instalação com bombas sempre deve ser determinada a queda de pressão”. Em outras palavras, a água perde energia para escoar de um ponto ao outro da canalização. Na verdade, se transforma em outra forma de energia. A energia hidráulica se transforma em energia calorífica que, como é imperceptível, é considerada, então, perdida.

“Em todo escoamento de água sob pressão numa canalização ou no dimensionamento de uma instalação com bombas sempre deve ser determinada a queda de pressão”.

Segundo Brentano (2004, p. 248) a perda de carga da água que escoar numa canalização é decorrente:

- Do atrito dela com as paredes da canalização devido à rugosidade;

- Do atrito interno entre as partículas da própria água ocasionado por sua viscosidade;
- Da turbulência causada pelas mudanças de direção e de diâmetro nas válvulas, conexões e peças especiais interpostas na sua trajetória.

Divide-se o cálculo da perda de carga da canalização em duas partes (BRENTANO, 2004): perdas de carga normais, lineares ou distribuídas e perdas de carga localizadas, acidentais ou singulares.

Para calcular a perda de carga chamada normal ou linear utiliza-se a fórmula Universal ou de Darcy-Weissbach, que é uma variação da fórmula de Chézy (BRENTANO, 2004):

$J = f \cdot \frac{v^2}{d \cdot 2g}$	Onde: <ul style="list-style-type: none"> J = perda de carga unitária ao longo de um metro de canalização reta, em mca/m; f = fator ou coeficiente de atrito, adimensional; v = velocidade de escoamento de água, em m/s d = diâmetro interno da canalização em m; g = aceleração da gravidade= 9,81 m/s².
--------------------------------------	---

Segundo Macintyre (1996 apud BRENTANO, 2004, p. 250), o coeficiente “f” é dado em função da canalização, logo:

Tabela 12 - Coeficiente “f”

Material da canalização	Coeficiente ou fator “f”
Cobre e PVC	0,009 a 0,05
Aço galvanizado novo	
-com costura	0,012 a 0,06
-sem costura	0,009 a 0,012
Ferro fundido:	
-revestido com asfalto	0,014 a 0,10
-revestido com cimento	0,012 a 0,06
-usado (sem revestimento)	0,020 a 1,50
Mangueiras de incêndio	0,022

Fonte: Macintyre (1996 apud BRENTANO, 2004, p. 250).

As normas NBR 10897/1990, NBR 13714/2000 e NFPA 13/2002 recomendam, ainda, para o cálculo da perda de carga unitária, a fórmula de Hazen-Willians:

$$J = \frac{10,65 \cdot Q}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}^{1,85}$$

Onde:

J = perda de carga unitária, em mca/m
 Q = vazão, em m3/s
 C = coeficiente de rugosidade das paredes internas (material e estado) de Hazen-Williams, adimensional;
 D = diâmetro interno da canalização em m.

Para o cálculo da perda de carga nas canalizações é necessário determinar a vazão e a pressão mínima no hidrante mais desfavorável.

Tabela 13 - Vazões, tempos de descargas das mangueiras de incêndio e volumes da RTI

SISTEMA	TIPO	VAZÃO*	NÚMERO DE MANGUEIRAS x TEMPO DE DESCARGA	RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO	
		l/min		minutos	litros
mangotinhos	1	80	2 x 60	9600**	9.6
		100	2 x 60	12000**	12.0
hidrantes	2	300	2 x 60	36000**	36.0
hidrantes	3	900	2 x 30	54000	54.0

(*) É considerada a vazão mínima para a tomada de incêndio hidráulicamente mais desfavorável.

(**) São as reservas técnicas de incêndio mínimas para o uso simultâneo de dois esguichos, sujeitas às considerações da lei local.

Fonte: O autor, adaptado da NBR 13714 (2000).

Conforme Brentano (2004, p. 303), a pressão residual mínima necessária para produzir a vazão mínima no hidrante mais desfavorável da instalação, pode ser calculada conforme a expressão simplificada da vazão:

$$PHn = \frac{Q \cdot Hn^2}{K^2}$$

Onde:

PHn = pressão residual ou dinâmica no hidrante desfavorável, em mca;
Q Hn = vazão no hidrante Hn (desfavorável), em l/min;
K = fator de vazão do esguicho, variável de acordo com o diâmetro do orifício, em l / min, mca^{1/2}.
 Hn = hidrante desfavorável

PERDA DE CARGA NAS MANGUEIRAS DE HIDRANTES E MANGOTINHOS

O próximo cálculo a ser considerado é o da perda de carga, em que a principal variação que possa vir a ocorrer é relativa às características do material do tubo interno desses componentes.

O escoamento de água nas mangueiras de hidrantes e mangotinhos de incêndio seguem os mesmos princípios do escoamento de água nas canalizações.

No caso dos mangotinhos, como são semirrígidos, a perda de carga é somente devido ao atrito da água com as paredes internas. Algumas legislações não exigem esse cálculo, porém, de acordo com Brentano (2004, p.256), “o escoamento de água nas mangueiras de hidrantes e mangotinhos de incêndio seguem os mesmos princípios do escoamento de água nas canalizações”.

Os valores das perdas de carga por atrito nas mangueiras de hidrantes e mangotinhos podem ser obtidos da seguinte forma:

- **Tirados de tabelas:** os fabricantes de mangueiras de hidrantes e alguns autores fornecem tabelas com os valores de perda de carga;
- **De valores médios adotados na prática:** comumente utilizados;
- **Tirados de ábacos:** onde a referência é o tipo de material de revestimento e em função da vazão e do diâmetro;
- **Calculados através de fórmulas recomendadas:** as mais utilizadas e recomendadas pelas normas são as de Darcy-Weissbach e de Hazen-Williams.

Fórmula de Darcy- Weissbach:

$$J_{\text{mang}} = 0,083 \times f \times Q^2/d^5$$

O fator de atrito, ou “f”, utilizado pode ser considerado como $f = 0,022$.

Logo, se for considerada a perda de carga ao longo de toda a mangueira de hidrante ou mangotinho basta considerar-se a multiplicação pelo comprimento.

Ainda, temos que J_{mang} é a perda de carga unitária na mangueira/mangotinho em metros; o Q é a vazão da mangueira em m^3/s e d é o diâmetro interno da canalização em metros.

Fórmula de Hazen-Williams:

$$J_{\text{mang}} = \frac{10,65 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}}$$

O C representa o coeficiente de atrito de Hazen-Williams onde C=140.

Vale ressaltar que, como não existem pesquisas e ensaios em laboratório no Brasil sobre o comportamento hidráulico dos mangotinhos, adota-se o mesmo coeficiente de atrito das mangueiras de incêndio, por considerar-se que a parede interna é semelhante.

PERDA DE CARGA NOS ESGUICHOS

Também a perda de carga dos esguichos pode ser retirada de tabelas fornecidas pelos fabricantes ou de valores obtidos de fórmulas recomendadas em normas. Os valores dos fabricantes vêm de testes em laboratórios.

A fórmula geral das perdas de carga localizadas é a utilizada para esguichos, considerando a velocidade. Assim, segundo Brentano (2004, p. 260):

$$h_{p \text{ esg}} = k_{\text{esg}} \times \frac{V_{\text{esg}}^2}{2g}$$

Transformando esse valor em função da velocidade e considerando que $k_{\text{esg}} = 0,10$, tem-se como fórmula:

$$h_{p \text{ esg}} = 0,0083 \times \frac{Q^2}{d_{\text{esg}}^4}$$

Também a perda de carga dos esguichos pode ser retirada de tabelas fornecidas pelos fabricantes ou de valores obtidos de fórmulas recomendadas em normas.

PRESSÕES NAS TOMADAS DE INCÊNDIO

Conforme Brentano (2004, p. 261), um consenso entre normas nacionais e internacionais indica que:

Cada tomada de incêndio de instalação hidráulica, seja de hidrante, mangotinho ou chuveiro automático, deve ter pressão residual ou dinâmica mínima capaz de produzir a vazão de água mínima recomendada e que esta pressão não ultrapasse um limite máximo.

Na prática o que importa é a quantidade de água adequada que tem condições de neutralizar os efeitos do fogo.

Na prática o que importa é a quantidade de água adequada que tem condições de neutralizar os efeitos do fogo.

A vazão mínima é predeterminada e a pressão mínima para produzi-la deve ser calculada. Essa pressão deve ser capaz de produzir a vazão mínima preconizada (BRENTANO, 2004).

Em esguichos do tipo tronco-cônico a pressão é considerada pontual, já em esguichos do tipo reguláveis, a vazão ocorre conforme a abertura do requinte e da pressão e sua determinação é difícil. Porém, as normas determinam que:

- Em mangotinhos para atender a vazão mínima de 80 l/min, a pressão no esguicho regulável deve ser de no mínimo 10 mca.
- Nos hidrantes as pressões devem ser mais altas.

A determinação da pressão máxima deve ser calculada para se verificar se “não há necessidade de utilizar dispositivos redutores de pressão em alguns pontos da instalação.” (BRENTANO, 2004, p. 265).

Segundo a NBR 13714/2000, a pressão máxima em qualquer ponto do sistema de hidrantes não deve ultrapassar 100mca. Na prática adota-se 50mca para vazões de até 300 l/min. O motivo para se adotar essa pressão máxima é porque será operada por ocupantes da edificação. Pressões maiores só devem ser utilizadas quando a operação for realizada por brigada de incêndio profissional ou pelo corpo de bombeiros.

O grupo motor-bomba precisa fornecer energia necessária à água para que ela vença o desnível entre reservatório inferior e superior ou, [...] chegue às tomadas de incêndio.

ALTURAS MANOMÉTRICAS

Para entender o significado do que é a altura manométrica tem-se, segundo Brentano (2004, p. 267), que “o grupo motor-bomba precisa fornecer a energia necessária à água para que ela vença o desnível entre reservatório inferior e o superior ou, [...] chegue às tomadas de incêndio” com pressão e vazão de projeto.

A altura manométrica ou H_m é composta por:

- a) Desnível geométrico;
- b) Perdas de cargas entre pontos considerados;
- c) Pressão residual ou dinâmica mínima no ponto mais desfavorável da instalação.

O cálculo da altura manométrica pode ser exemplificado de acordo com 3 (três) instalações típicas: reservatório elevado sem bombas de incêndio; reservatório elevado com bombas de incêndio e reservatório térreo com bombas de incêndio.

Exemplo 1- Reservatório elevado sem bombas de incêndio

Em sistemas por gravidade calcula-se o desnível mínimo necessário entre o fundo do reservatório superior e o nível da válvula da tomada de incêndio hidráulicamente mais desfavorável, geralmente a mais próxima do reservatório.

$$H_{g\text{ Rs-A}} \geq: h_A + h_{p\text{ Rs-A}} + h_{p\text{ c}} + h_{p\text{ mang}} + h_{p\text{ esg}}$$

$H_{g\text{ Rs-A}}$ = altura geométrica mínima, desnível entre fundo do reservatório e a tomada de incêndio do hidrante mais desfavorável

h_A = pressão mínima requerida (residual)

$h_{p\text{ Rs-A}}$ = perda de carga no trecho

$h_{p\text{ c}}$ = perda de carga na canalização **do ramal de alimentação do hidrante**

$h_{p\text{ mang}}$ = perda de carga na mangueira de hidrante ou mangotinho

$h_{p\text{ esg}}$ = perda de carga no esguicho

Exemplo 2- Reservatório elevado com bombas de incêndio

Para essa situação o grupo motor bomba vai complementar a pressão requerida para as tomadas de incêndio mais desfavoráveis.

$$H_{m\text{ t}} =: h_A + h_{g\text{ RsA}} + h_{p\text{ s}} + h_{p\text{ r}} + h_{p\text{ c}} + h_{p\text{ mang}} + h_{p\text{ esg}}$$

$H_{m\text{ t}}$ = altura manométrica total relativa ao ponto A

h_A = altura representativa da pressão residual requerida no esguicho do hidrante mais desfavorável

$h_{p\text{ Rs-A}}$ = desnível geométrico entre fundo do reservatório superior e o ponto A

$h_{p\text{ s}}$ = perda de carga na canalização de sucção

$h_{p\text{ r}}$ = perda de carga na canalização de recalque

$h_{p\text{ c}}$ = perda de carga na canalização **do ramal de alimentação do hidrante**

$h_{p\text{ mang}}$ = perda de carga na mangueira de hidrante ou mangotinho

$h_{p\text{ esg}}$ = perda de carga no esguicho

Exemplo 3 - Reservatório térreo com bombas de incêndio

Para esse caso, quando o reservatório está abaixo do nível da bomba (sucção negativa ou bomba de sucção) o h_{gs} é **positivo**. E quando o reservatório está acima do nível da bomba (sucção positiva ou bomba afogada) o h_{gs} é negativo.

$$H_{m\ t} = h_A + h_{g\ s} + h_{g\ r} + h_{p\ s} + h_{p\ r} + h_{p\ c} + h_{p\ mang} + h_{pesg}$$

h_A é a pressão residual; $h_{g\ s}$ é o desnível geométrico e h_p é a perda de carga.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE BOMBAS

Brentano (2004, p. 275) indica para o dimensionamento de um sistema de bombas um roteiro de cálculo seguindo os passos abaixo:

- Vazão;
- Diâmetro da canalização de recalque;
- Diâmetro da canalização de sucção;
- Perdas de carga nas canalizações;
- Altura manométrica total;
- Seleção do grupo motor bomba.

Para determinar o diâmetro da canalização de recalque é preciso considerar que quanto mais longa for a canalização, menor deve ser a velocidade de escoamento de água, diminuindo-se a perda de carga.

Para determinar o diâmetro da canalização de recalque é preciso considerar que quanto mais longa for a canalização, menor deve ser a velocidade de escoamento de água, diminuindo-se a perda de carga.

A NBR 5626/1998 recomenda a fórmula de Forchheimer, originária da fórmula de Bresse para este cálculo, conforme segue:

$$d_r = 1,3 \times \sqrt{Q} \times \sqrt[4]{X}$$

Onde:

d_r = diâmetro nominal da canalização de recalque, em metros

Q = vazão da bomba, em m^3/s

$X = T/24$ h, sendo T o número de horas de funcionamento da bomba no período de 24 horas.



Quer saber mais sobre a Hidrometria Fórmula Bresse? Confira o vídeo: <<https://youtu.be/PcifFj9Jz90?si=QfGrvYNQsN3wV7q2>>.

Lembre-se: sempre adote o diâmetro comercial imediatamente superior ao encontrado em cálculo tanto para o encontrado para recalque quanto para a sucção. E considere que a velocidade na canalização de sucção deve ser menor que na canalização de recalque.



A canalização pode ser de sucção positiva ou negativa. Quando positiva deve ser instalada uma válvula de bloqueio e união junto ao bocal de entrada da bomba, com objetivo de possibilitar a retirada em caso de reparos e manutenção. As dimensões para essa canalização vem de tabelas preconizadas na NBR 10897/1990 (BRENTANO, 2004).

Deve-se evitar o que chamamos de cavitação, fenômeno que ocorre no interior da bomba e que provoca queda de rendimento, vibração, ruído, trepidação, desgaste. Para evitar é preciso que a pressão sempre seja superior à pressão de vapor de água, à temperatura normal de operação, controlando-se a altura estática de sucção, comprimento, rugosidade das paredes e perdas de carga localizadas no trajeto. Logo:

$$\text{NPSH}_d > \text{NPSH}_r$$

NPSH (*Net Positive Suction Head*) ou traduzindo ao português, altura positiva líquida de sucção. NPSH_d é a disponível (característica da instalação) e NPSH_r é a requerida (característica da bomba e fornecida pelo fabricante). Para o cálculo da disponível tem-se:

$$\text{NPSH}_d = p/\gamma + h_{gs} - h_{ps} - P_v/\gamma$$

Para o dimensionamento do motor que deve acionar a bomba é calculada a potência:

$$N = \frac{\gamma \times Q \times h_{mt}}{75 \times \eta}$$

Onde N= Potência motriz em cv (cavalos-vapor)

Y= peso específico da água = 1000 Kgf/m³

Q= vazão da bomba em m/s

H_{mt}= altura manométrica total em metros

η= rendimento do grupo motor bomba

Com esses dados calculados, pode-se, então, transferir os dados para ábacos, gráficos ou tabelas fornecidas pelos fabricantes, assim, escolhe-se a marca adequada e que, através dos cálculos, o sistema será mais econômico.



Atividade de Estudos:

- 1) Em uma edificação em que o combate inicial ao incêndio seja feito pelos próprios ocupantes da edificação, por que se indica uma pressão máxima no esguicho menor do que a utilizada por brigada de emergência profissional ou corpo de bombeiros?

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O estudo do tema em questão, para que seja adequado não deve ficar somente focado no conteúdo apresentado até aqui. As normas e leis sofrem mudanças constantes e o engenheiro de segurança do trabalho precisa atualizar-se e adaptar as instalações das empresas à realidade.

Também as edificações apresentam transformações constantes quanto ao seu *layout* e, assim, a inspeção dessas áreas proporcionará essa adequação. A verificação constante dos equipamentos de forma a garantir o adequado funcionamento quando do sinistro também é outro assunto abrangido.

O projetista de sistema de combate de incêndio deve possuir habilidade para o cálculo da rede de hidrantes e para optar por uma rede com tubulação de diâmetro maior ou uma bomba com potência maior. Ao posicionar os hidrantes na planta da empresa, o hidrante mais favorável é o mais próximo da pressurização da bomba e reservatório e o mais desfavorável é o mais distante, teríamos um superdimensionamento quanto à pressão se optássemos por uma pressão adequada ao hidrante mais desfavorável, assim, todo o cálculo consiste num dimensionamento equilibrado entre os dois.

Espero que o conteúdo esteja em conformidade com suas expectativas! Vamos, agora, estudar sobre os chuveiros automáticos ou os chamados *sprinklers*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10897:** Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5626:** Instalação Predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13714:** Sistema de Hidrantes e de Mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

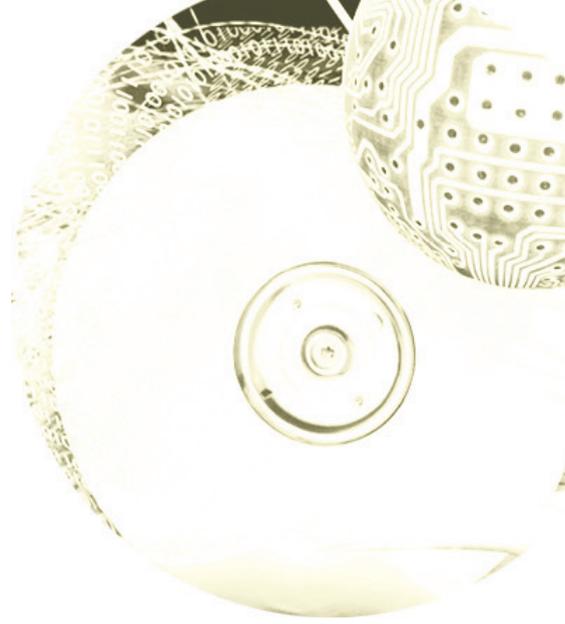
BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CBSC. **Normas de Segurança Contra Incêndios**. Florianópolis: EDEME, 1994.
Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994
Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NFPA 13**: Standard for the Installations of Sprinklers Systems. Massachusetts, 2002.

NORMAS REGULAMENTARES. **NR 23**: Proteção Contra Incêndios. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011.





CAPÍTULO 6

SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Diferenciar os tipos de chuveiros automáticos e seu uso.
- ✓ Dimensionar uma rede de sprinklers.



CONTEXTUALIZAÇÃO

Como está seu conhecimento adquirido até o momento no estudo da disciplina? Aprendemos sobre como o fogo se forma, sobre grandes incêndios e, ainda, tivemos embasamento para possibilitar o dimensionamento de Rede de Extintores, Rede de Hidrantes e Mangotinhos e reconhecer as proteções ativas e passivas que podem ser usadas na proteção contra incêndio. Neste sexto capítulo, estudaremos os chuveiros automáticos (*sprinklers*) e quando é indicado o seu uso.

Os chuveiros automáticos ou chamados *sprinklers* exemplificam o que chamamos de proteção ativa num sistema de combate ao incêndio e para algumas legislações se tornam instalações obrigatórias nas edificações.

E, por que a legislação trata como instalação obrigatória? Já parou para pensar? Pois, algumas áreas, conforme o tipo da indústria ou comércio e os processos envolvidos, têm um risco maior e precisam de um ataque ao fogo mais rápido, portanto a instalação de chuveiros automáticos, que disporão da água ao detectá-la sem a interferência humana, evitam sinistros de maiores proporções.

Os chuveiros automáticos ou chamados *sprinklers* exemplificam o que chamamos de proteção ativa num sistema de combate ao incêndio.

Em um artigo disponível no *site* da Associação Brasileira de Normas Técnicas, temos o resultado de uma pesquisa realizada nos EUA na década de 1980 que apresentou os seguintes resultados:

- 8% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas 1 (um) *sprinkler*;
- 48% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas 2 (dois) *sprinklers*;
- 89% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por até 15 (quinze) *sprinklers*;



Disponível em: <http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=1185> Acesso em: 14 mar. 2013. Faça agora sua análise do resultado dessa pesquisa.

A extinção de incêndio na fase inicial se torna mais eficaz com a utilização de chuveiros automáticos, pois o combate pode ser iniciado automaticamente na detecção do foco de incêndio sem a necessidade da intervenção humana e

proporciona um maior tempo para o escape das pessoas do ambiente atingido (SEITO et al, 2008). Vejamos como surgiu o sistema historicamente:

Nos Estados Unidos, cidades como Nova York (1835), com seiscentos e noventa e quatro edifícios atingidos, Chicago (1871) com dezoito mil edifícios atingidos e cento e vinte mortes e Boston (1872) com setecentos e setenta e seis edifícios atingidos, além de outras, sofreram com incêndios de escala urbana ao longo do século XIX (ONO, 1997). As crescentes perdas econômicas geradas pelos incêndios passaram a preocupar também os norte-americanos e, conseqüentemente, novas medidas de proteção contra incêndio foram propostas, dessa vez, com o intuito de conter o incêndio no edifício de origem. Assim, surgiram as portas e janelas corta-fogo que passaram a ser utilizadas em grande escala em conjunto com as paredes de alvenaria. Os chuveiros automáticos (sprinklers), uma invenção norte-americana, também passam a ser empregados para conter o incêndio e reduzir os danos materiais (SEITO et al, 2008, p. 124).

Os chuveiros automáticos protegem a edificação estruturalmente devido ao efeito de resfriamento que exerce.

Segundo Bryan (1976 apud SEITO et al, 2008), o primeiro sistema de chuveiros automáticos foi criado na Inglaterra, em 1806, por John Carey.

Os chuveiros automáticos protegem a edificação estruturalmente devido ao efeito de resfriamento que exerce. Agora que entendemos mais sobre o que são de fato os *sprinklers*, vejamos os tipos e como projetar uma Rede de Tubulação para Chuveiros Automáticos.

TIPOS DE SISTEMAS DE CHUVEIRO AUTOMÁTICO

Como podemos definir o que é o chuveiro automático? Vejamos o que apresenta Seito et al (2008, p. 239):

O sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo de combate a incêndio e caracteriza-se por entrar em operação automaticamente, quando ativado por um foco de incêndio, liberando água em uma densidade adequada ao risco do local que visa proteger e de forma rápida para extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial.

O princípio de funcionamento do chuveiro automático é atuar como alarme, detectar e combater o fogo. No Brasil, a NBR 10897/90 estabelece as diretrizes para proteção contra incêndio por chuveiros automáticos. Essa norma fixa “as condições mínimas exigíveis para projeto, cálculo e instalação de sistemas hidráulicos de proteção contra incêndio, por chuveiros automáticos para

edificações, bem como determina as dimensões e adequação dos abastecimentos de água para o suprimento exclusivo destes sistemas.” (NBR 10897, 1990, p.1).

Conforme a NBR 10897/1990, os sistemas de chuveiros automáticos classificam-se em: sistema de tubo molhado, sistema de tubo seco, sistema de ação prévia, sistema dilúvio e sistema combinado de tubo seco e ação prévia. Vejamos as especificações de cada sistema:

- **Sistema de Tubo Molhado:** os chuveiros são ligados a uma tubulação fixa com água sob pressão. A água somente é descarregada pelos chuveiros pela ação do fogo. Portanto, não se deve utilizar esse sistema quando houver risco de congelamento de água da tubulação.
- **Sistema de Tubo Seco:** a tubulação, ao invés de água, contém ar comprimido ou nitrogênio sob pressão. Indicado para locais de baixa temperatura. A desvantagem é a demora considerável entre a abertura do chuveiro automático e a descarga de água, podendo propiciar a propagação do fogo.
- **Sistema de Ação Prévia:** também é uma rede de tubo seco contendo ar sob pressão ou não. A detecção de incêndio é muito mais sensível, acionando automaticamente a abertura da válvula especial e, então, entra água na rede que vai para os chuveiros automáticos. Soa um alarme automaticamente antes da abertura do chuveiro automático. Diferentemente do sistema de tubo seco a válvula é acionada automaticamente, sem necessitar da abertura do chuveiro.
- **Sistema de Dilúvio:** A tubulação é seca e os chuveiros automáticos permanecem abertos. Quando da ocorrência de um princípio de incêndio é aberta uma válvula dilúvio e a água entra na rede e é descarregada por todos os chuveiros abertos. Após soa um alarme de incêndio.
- **Sistema combinado de tubo seco e ação prévia:** é uma rede de tubo seco com ar comprimido e um sistema de detecção de incêndio instalado na mesma área dos chuveiros. Combina os dois sistemas, de tubo seco e de ação prévia para o funcionamento.

Os sistemas de chuveiros automáticos classificam-se em: sistema de tubo molhado, sistema de tubo seco, sistema de ação prévia, sistema dilúvio e sistema combinado de tubo seco e ação prévia.

Você sabia que existe uma organização sem fins lucrativos chamada Instituto *Sprinkler* Brasil dedicada à divulgação de informações relativas ao combate a aos incêndios por meio de utilização de chuveiros automáticos? Visite o site e atualize-se antes de prosseguir nos seus estudos! Disponível em: <<http://www.institutospinkler.org.br>>



sprinklerbrasil.org.br/?gclid=COy87OyZ_7UCFQzNnAodpGwAaQ>.
Acesso em: 15 mar. 2013.

Além da norma citada indicamos, para sua consulta, a NBR 6135/1992, que descreve como devem ser as certificações de conformidade no território brasileiro, a NBR 6125/1992 que trata dos métodos de ensaios e, recomendamos também, a consulta das indicações da NFPA 13/2002, que também descreve as posições e localizações dos diversos tipos de chuveiros automáticos.



Atividade de Estudos:

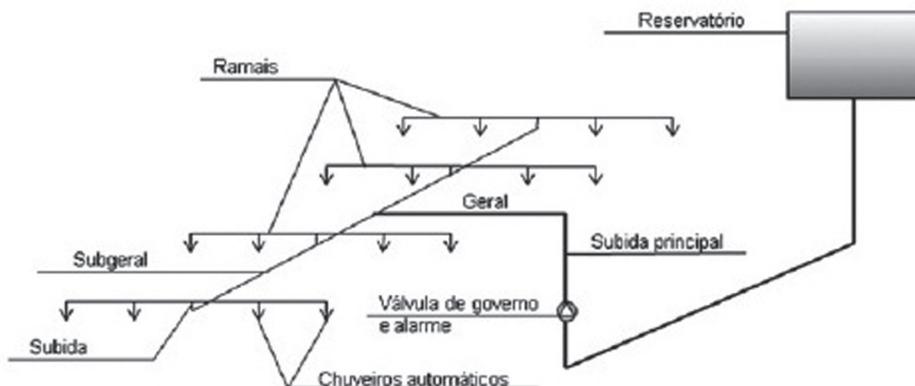
- 1) Analisando os tipos de sistemas de chuveiro automático, qual seria o tipo indicado para a instalação em uma empresa da Região Sul de Santa Catarina, local no qual a temperatura, em certas épocas do ano, chega a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$?

A reserva de água é calculada para abastecimento da rede de Sprinklers, de modo a não faltar água para o combate inicial de incêndio, que é o objetivo dessa instalação.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Uma rede de distribuição de chuveiros automáticos (sprinklers) é independente de uma rede de hidrantes ou mangotinhos. A reserva de água é calculada para abastecimento da rede de *Sprinklers*, de modo a não faltar água para o combate inicial de incêndio, que é o objetivo dessa instalação.

Figura 8 - Componentes de Rede de *Sprinklers*



Fonte: Seito et al (2008, p. 243).

É composta por Reservatório, tubulação principal que é instalada conforme o Sistema de Chuveiros Automáticos escolhido, válvula de governo e alarme, ramais de distribuição dos chuveiros automáticos e os chuveiros em si.

Os chuveiros automáticos, conforme a NBR 10897/1990, devem constar da marca e/ou certificado em conformidade com a NBR 6135/1992, conferidos pelo Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) com ensaios conforme a NBR 6125/1992 para serem aplicados como sistemas hidráulicos de proteção contra incêndio. Também nas instalações devem ser respeitadas as indicações relacionadas pelos fabricantes. Podem ser dos tipos (NBR 10897, 1990):

- **chuveiros abertos:** são empregados no sistema dilúvio destinados à proteção de ocupações de risco extraordinário e risco pesado;
- **b) chuveiros automáticos:** são providos de um mecanismo comandado por um elemento termossensível, como, por exemplo, ampola de vidro, solda eutética etc., que os mantêm hermeticamente fechados. Automaticamente, entram em funcionamento pela própria ação do calor de um incêndio.

Outra classificação dos chuveiros é quanto à descarga de água, em que:

- **Chuveiros modelos antigos** o defletor tem um desenho que permite que parte da água que é descarregada seja projetada para cima e o restante para baixo, de forma esférica.
- **Chuveiros-padrão (spray):** o desenho do defletor permite que a água seja projetada para baixo, com uma quantidade mínima ou nenhuma contra o teto. A forma é hemisférica e a água é dirigida para o foco de incêndio.

- **Chuveiros laterais (*sidewall*):** são instalados ao longo de uma parede junto ao teto. Ideal para ambientes estreitos. O desenho do defletor permite que na distribuição da água, esta seja aspergida para frente e para os lados na forma de um quarto de esfera e uma pequena quantidade para trás contra a parede.
- **Chuveiros laterais de amplo alcance:** o que difere dos chuveiros laterais do tipo *sidewall* está na dimensão do defletor que proporciona uma cobertura maior do ambiente.
- **Chuveiros especiais:** são embutidos ou rentes a um piso falso na posição sempre pendentes (*upright*).

Conforme Brentano (2004), são componentes dos chuveiros automáticos: corpo; obturador; elemento termossensível e defletor.

- Corpo - Serve como suporte para os demais componentes. Contém rosca para fixação na canalização da água;
- Obturador - Pequeno disco metálico que veda o orifício de descarga de água do chuveiro;
- Elemento termossensível – Permite a passagem da água quando a temperatura atinge o limite para seu acionamento;
- Defletor – Forma um cone de aspersão sobre a área de proteção do chuveiro automático.

Conforme a NBR 10897 (1990, p.7):

Os chuveiros automáticos não podem ser pintados, pois a temperatura nominal de funcionamento de seu elemento sensível sofre alterações. Somente os braços dos corpos dos chuveiros automáticos, com elemento sensível do tipo solda para temperaturas nominais de funcionamento acima de 77°C, são pintados pelo fabricante para identificar estas temperaturas.

Se as canalizações forem enterradas devem receber proteção contra danos metálicos e corrosão. As canalizações aparentes podem ser pintadas para a proteção, lembrando que os chuveiros pelo contrário, não podem ser pintados. E a repintura é indicada para a manutenção.

Compõe o sistema de chuveiro automático, o sistema de abastecimento de água exclusivo, ou seja, um reservatório, com operação automática e a capacidade de abastecimento de água a ser

Se as canalizações forem enterradas devem receber proteção contra danos metálicos e corrosão. As canalizações aparentes podem ser pintadas para a proteção, lembrando que os chuveiros pelo contrário, não podem ser pintados.

garantido deve ser suficiente para atender a vazão do sistema na possibilidade de acionamento (NBR 10897, 1990).

Esses reservatórios podem ser: elevado, elevado no nível do solo, semienterrado, natural com bombas de incêndio ou tanque de pressão.

Para garantir que a água chegue ao reservatório e o sistema de chuveiros automáticos funcione adequadamente é preciso que seja feito um sistema de pressurização que, segundo Seito et al (2008, p.244), “tem a função de garantir ao sistema vazão e pressão adequada ao tipo de risco do sistema e constitui-se do conjunto moto bomba”. As bombas podem ser: centrífuga horizontal de sucção frontal ou de carcaça bipartida e centrífuga e/ou turbina horizontal.

Paragarantir que a água chegue ao reservatório e o sistema de chuveiros automáticos funcione adequadamente é preciso que seja feito um sistema de pressurização.

As bombas são acopladas a motores elétricos ou a diesel e devem possuir dispositivo de partida automática pela queda de pressão hidráulica no sistema de *sprinklers*. O desligamento deve ser efetuado por controle manual. Em complemento, deve ser instalada uma bomba chamada *jockey*, que serve para compensar eventuais vazamentos na tubulação, assim garantindo a pressão do sistema (SEITO et al, 2008).

Outro componente do Sistema é a rede de distribuição, que se compõe da rede de tubulação entre a válvula de governo e alarme até os chuveiros automáticos. Conforme Seito et al (2008, p. 245),

Quando da abertura de um ou mais chuveiros, durante um incêndio, a pressão hidráulica na rede de distribuição diminui. Dessa forma, a pressão da água, abaixo do obturador, por diferencial de pressão, impele-o para cima, fornecendo água para o sistema e provocando a abertura da válvula auxiliar para permitir a passagem de água para acionar o circuito de alarme.

As tubulações podem ser, conforme NBR 10897/1990, de: aço carbono com ou sem costura, aço preto, galvanizado e cobre sem costura, também sendo permitido o uso de PVC rígido, cimento amianto, poliéster reforçado com fibra de vidro.

DIMENSIONAMENTO DOS *SPRINKLERS*

Antes de realizar o dimensionamento dos *sprinklers* é necessário que haja uma classificação da ocupação das edificações, assim, conforme a NBR 10897/1990:

Tabela 14 – Classificação dos Riscos das Ocupações

Classificação dos riscos das ocupações			
RISCO LEVE	Compreendem as ocupações isoladas, onde o volume e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga-incêndio) são baixos.		
RISCO ORDINÁRIO	Compreendem as ocupações isoladas, onde o volume e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga-incêndio) são médios, e subdividem-se em três grupos.	Grupo I	Ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, onde a combustibilidade do conteúdo é baixa, a quantidade de combustíveis é moderada, a altura dos estoques não excede 2,4 m e, finalmente, em caso de incêndio, a liberação moderada de calor é esperada.
		Grupo II	Ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo são moderadas, a altura dos estoques não excede 3,7 m e, finalmente, em caso de incêndio, a liberação moderada de calor é esperada.
		Grupo III	Ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, onde a quantidade e a combustibilidade dos conteúdos são altas e, em caso de incêndio, a alta velocidade de desenvolvimento de calor é esperada.
RISCO EXTRAORDINÁRIO	Compreendem as ocupações isoladas, onde o volume e a combustibilidade do conteúdo (carga-incêndio) são altos e possibilitam incêndio de rápido desenvolvimento e alta velocidade de liberação de calor.	Grupo I	Ocupações ou parte das ocupações isoladas, onde empregam-se líquidos inflamáveis e/ou combustíveis em pequena quantidade, ou ambientes com presença de poeiras, felpas, vapores e outras substâncias combustíveis em suspensão.
		Grupo II	Ocupações ou parte das ocupações isoladas, onde empregam-se líquidos inflamáveis e/ou combustíveis de moderada a substancial quantidade
RISCO PESADO	Compreendem as ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, onde se armazenam líquidos combustíveis e inflamáveis, produtos de alta combustibilidade, como: borracha, papel e papelão, espumas celulares.		

Fonte: NBR 10897 (1990), adaptado pelo autor.

Seito et al (2008, p. 244) explica que para dimensionar o reservatório:

O volume de água necessário ao sistema de chuveiros automáticos está relacionado com o número de chuveiros esperados para entrar em operação que, por sua vez, depende da capacidade de resfriamento da descarga de água ser maior que a liberação de calor gerado pelo fogo. A exceção é feita para os casos em que o sistema é projetado para abrir todos os chuveiros na área de incêndio como, por exemplo, no sistema dilúvio.

O cálculo do reservatório de abastecimento de água pode ser simples ou duplo, depende da classificação do risco, os itens a serem considerados são o volume, a vazão e a pressão requeridos. Riscos leves ou ordinários do grupo 1 podem ser com sistema simples, com tanque de pressão ou de reservatório elevado para qualquer risco.

A capacidade efetiva dos reservatórios é calculada em função do tempo mínimo de operação.

A capacidade efetiva dos reservatórios é calculada em função do tempo mínimo de operação do sistema de chuveiros automáticos para cada classe de risco de ocupação, conforme tabela 2:

Tabela 15 – Tempo Mínimo de Duração do Chuveiro

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS	REQUISITOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS ELABORADOS POR TABELA OU CÁLCULO HIDRÁULICO		
	PRESSÕES E VAZÕES MÍNIMAS NA VÁLVULA E CHAVE DETECTORA DE FLUXO DE ÁGUA		TEMPO MÍNIMO DE OPERAÇÃO PARA DETERMINAR A CAPACIDADE EFETIVA (min)
	PRESSÃO (kPa)	VAZÃO (L/min)	
Risco leve	110	1.000	30
Risco ordinário (grupo I)	110	1.800	60
Risco ordinário (grupo II)	110	2.600	60
Risco ordinário (grupo III)	250	4.500	60
Risco extraordinário	350	6.000	90

Fonte: Seito et al (2008, p. 244).

O dimensionamento do chuveiro automático, para que se obtenha a resposta rápida mediante um incêndio, depende de fatores como, por exemplo, a altura e a forma do teto. Como os gases quentes do incêndio sobem, por convecção até o teto, ativam o chuveiro, logo a camada será mais espessa, devido ao esfriamento dos gases no trajeto (SEITO et al, 2008). E quanto à forma do teto:

- qualquer obstrução no teto representa uma barreira para a camada de gases quentes subir.
- tetos com vigas ou nervuras tendem a canalizar os gases quentes entre as vigas, e somente os chuveiros entre ou junto a essas vigas são prováveis de entrar em operação, pelo menos inicialmente.

- os telhados inclinados atuam como poços invertidos, nos quais os gases quentes sobem e podem impedir que os chuveiros operem na base do telhado (SEITO et al, 2008, p. 248).

Para distribuir os chuveiros nos ramais é necessário considerar os riscos de ocupação (NBR 10897, 1990):

- **riscos leve e ordinário** – não devem exceder a 4,60 m.
- **riscos extraordinário e pesado** – não devem exceder a 3,70 m.

A distância mínima entre chuveiros deve ser de 1,80 m para evitar que a atuação de um chuveiro não venha a retardar a atuação do adjacente.

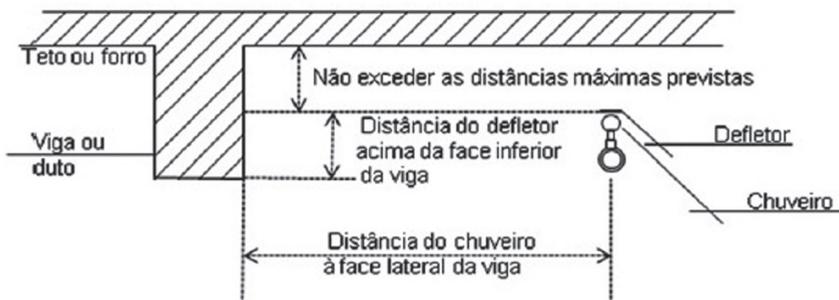
No dimensionamento considera-se que a distância das paredes aos chuveiros não deve exceder a metade da distância entre os chuveiros nos ramais ou entre ramais. A distância mínima entre chuveiros deve ser de 1,80 m para evitar que a atuação de um chuveiro não venha a retardar a atuação do adjacente.

Já para distanciamentos de estruturas entre chuveiros e pilares, considera-se segundo a NBR 10897 (1990, p.57):

- para quaisquer tipos de ocupações de risco, a distância mínima entre pilares e chuveiros deve ser de 0,30 m.
- riscos leve e ordinário – a distância máxima entre a face dos pilares e chuveiros pode chegar a 2,30 m, desde que seja respeitada a área máxima de cobertura permitida por chuveiro.
- riscos extraordinário e pesado – a distância máxima entre a linha de centro dos pilares e chuveiros pode chegar a 1,80 m, desde que seja respeitada a área máxima da cobertura permitida por chuveiro.

Esses distanciamentos também devem ser observados em relação às vigas, conforme figura 2:

Figura 9 - Distanciamentos entre Estruturas e Chuveiros



Fonte: Seito et al (2008, p. 249).

Os diâmetros nominais das tubulações são definidos, conforme tabelas estabelecidas nas normas, em função da classe de risco da ocupação e do material da tubulação. Na tabela 3 são apresentadas as diretrizes para o risco leve. Recomenda-se que para outros riscos sejam consultadas as tabelas da NBR 10897/1990:

Tabela 16 – Diâmetro de Tubulação para Risco Leve

DIÂMETRO NOMINAL (mm)	QUANTIDADE MÁXIMA DE CHUVEIROS /TUBOS DE AÇO	QUANTIDADE MÁXIMA DE CHUVEIROS /TUBOS DE COBRE
25	2	2
32	3	3
40	5	5
50	10	12
65	30	40
80	60	65
100	(*)	(*)

Fonte: Seito et al (2008, p. 250).

Vejamos agora algumas fórmulas e diretrizes para o cálculo hidráulico. São necessárias as seguintes informações:

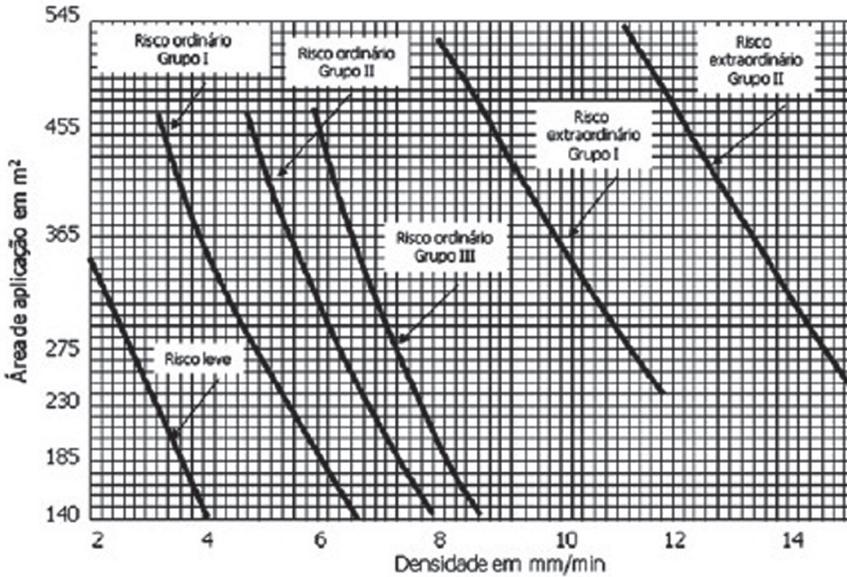
- a) área de aplicação, em m²
- b) densidade, em mm/min
- c) área máxima coberta por chuveiros, em m²
- d) demanda adicional para hidrantes
- e) dados sobre os abastecimentos de água.

Os diâmetros nominais das tubulações são definidos, conforme tabelas estabelecidas nas normas, em função da classe de risco da ocupação e do material da tubulação.

Define-se a área de aplicação considerando a região do sistema hidráulicamente mais desfavorável em relação à Válvula de Governo e Alarme (VGA) do sistema. Conforme Seito et al (2008, p. 251), “essa área deve ser retangular de tal forma que a dimensão de um lado do retângulo, paralelo aos ramais, seja igual a 1,2 vezes a raiz quadrada da área de aplicação.”

A densidade é determinada através do conhecimento da classe de risco de ocupação e da área de aplicação, assim, observa-se a figura 3:

Figura 10 - Densidade



Fonte: Seito et al (2008, p. 251).

O próximo passo consiste na definição da área de cobertura na área de aplicação. Para tanto, observamos a fórmula a seguir para o cálculo, conforme figura 4:

Figura 11 - Fórmula de Cálculo da Área de Cobertura

onde:

A_c = área de cobertura do chuveiro.

C = distância entre chuveiros ao longo dos ramais ou o dobro da distância da parede até o último chuveiro, adotando-se sempre o maior;

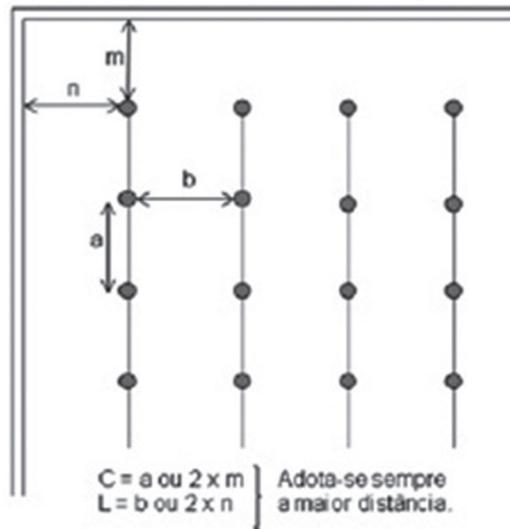
L = distância entre ramais ou o dobro da distância da parede até o último ramal, adotando-se sempre o maior.

$$A_c = C \times L$$

Fonte: Seito et al (2008, p. 252).

Observar no dimensionamento o esquema demonstrado na figura 5:

Figura 12 - Área de Cobertura



Fonte: Seito et al (2008, p. 252).

A quantidade de chuveiros na área de aplicação é definida pela seguinte fórmula:

Figura 13 - Quantidade de chuveiros

$$N = \frac{A}{Ac}$$

onde:

N = número de chuveiros da área de aplicação.

A = área de aplicação, em m².

Ac = área de cobertura do chuveiro, em m².

Fonte: Seito et al (2008, p. 252).

Na sequência do cálculo do dimensionamento é preciso calcular a pressão e a vazão. O mínimo de vazão requerida é determinado para o chuveiro mais desfavorável, multiplicando-se o valor da densidade pela área de cobertura do chuveiro. Conhecida a vazão, calcula-se a pressão para o mesmo chuveiro, pela fórmula:

Na sequência do cálculo do dimensionamento é preciso calcular a pressão e a vazão.

$$P = \left(\frac{10Q}{K} \right)^2$$

onde:

P = pressão requerida, em kPa.

Q = vazão requerida no chuveiro, em L/min.

K = coeficiente de descarga do chuveiro utilizado,

Fonte: Seito et al (2008, p. 252).

A pressão mínima no chuveiro deve ser de 50 kPa.

A pressão mínima no chuveiro deve ser de 50 kPa (SEITO et al, 2008). Obtendo-se a vazão e a pressão no chuveiro mais desfavorável, o cálculo deve ser para a perda de carga no trecho de tubulação entre este chuveiro mais desfavorável e o segundo chuveiro mais desfavorável. A perda de carga é obtida através da fórmula de Hazen-Williams da figura 8, considerando o fator C, da tabela 4:

Figura 15 - Perda de Carga

$$J = 605 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \times 10^5$$

onde:

J = perda de carga por atrito, em kPa/m;

Q = vazão, em L/min;

C = fator de Hazen-Williams;

D = diâmetro interno do tubo, em mm.

Fonte: Seito et al (2008, p. 253).

A tabela 4 para a determinação do fator de Hazen-Williams considera-se o material da tubulação e para tubos novos:

Tabela 17 - Fator de Hazen-Williams

TIPO DE TUBO	FATOR DE HAZEN-WILLIAMS "C"
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Plástico (somente subterrâneo)	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150

Fonte: Seito et al (2008, p. 253).

Após esse cálculo da perda de carga para o trecho de tubulação entre chuveiro mais desfavorável e o segundo mais desfavorável, calcula-se a pressão no segundo chuveiro mais desfavorável. Essa pressão é obtida somando-se a pressão do chuveiro mais desfavorável ao valor da perda de carga do trecho entre esses dois chuveiros (SEITO et al, 2008).

A partir dessa determinação é preciso fazer o balanceamento da pressão.

Calcula-se, através da fórmula referida na figura 7, a vazão e novamente a perda de carga do trecho entre o segundo e o terceiro chuveiros. E repete-se o cálculo para todos os chuveiros e para o trecho até a bomba. O cálculo do trecho até a bomba é realizado sem considerar os demais chuveiros. A partir dessa determinação é preciso fazer o balanceamento da pressão. Para tanto, utiliza-se a seguinte fórmula:

Figura 16 - Balanceamento

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$$

onde:

Q1 = menor valor de vazão do nó, em L/min.

Q2 = vazão a ser determinada correspondente ao maior valor da pressão, em L/min.

P1 = menor valor de pressão do nó, em kPa.

P2 = maior valor de pressão do nó, em L/min.

Fonte: Seito et al (2008, p. 253).

O objetivo da aplicação dessa fórmula é que não ocorram dois valores diferentes de pressão em um mesmo nó. E, finalmente, efetua-se o cálculo da capacidade do reservatório, que obtém-se multiplicando a vazão do sistema pelo tempo de operação, conforme o risco de ocupação.

Assim:

$$VRTI = QS \times T$$

Onde: VRTI = volume da reserva técnica de incêndio em litros ou m³

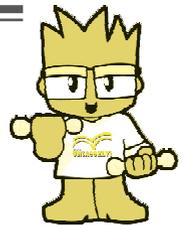
Qs= vazão do sistema ou vazão total da área de aplicação em m³

T= tempo mínimo de operação do sistema em minutos ou horas

A atividade de estudo a seguir permitirá que você pratique o uso das fórmulas estudadas neste capítulo, identificando os elementos que são envolvidos no cálculo.

Atividade de Estudos:

- 1) Nada melhor do que uma situação similar a real para exercitar o seu conhecimento. Assim, considerando uma ocupação de risco leve e uso de tubulação de cobre, dimensione uma rede de chuveiros automáticos para uma área de 5 metros por 10 metros, retangular, com paredes de alvenaria e pé-direito de 4 metros. Utilize as fórmulas fornecidas neste capítulo e apresente suas considerações.



ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

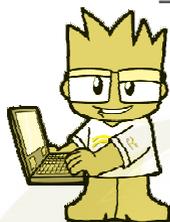
Neste sexto capítulo aperfeiçoamos nosso estudo com os chuveiros automáticos. Encerramos, assim, o cálculo de Sistemas Hidráulicos de nossa disciplina. Até este momento você deve ter percebido que há algumas semelhanças entre o projeto de uma tubulação de hidrantes e uma tubulação de chuveiros automáticos.

Além disso, você deve ter percebido que todos os sistemas e equipamentos de proteção ativa devem ser confiáveis quanto ao funcionamento e que, para que se impossibilitem as falhas, o procedimento indicado de prevenção é a inspeção periódica e a programações de testes. O gestor deve incluir um Plano de Manutenção para chuveiros automáticos.

No próximo capítulo nosso tema será a respeito de inflamáveis e explosivos. Veremos que os chuveiros automáticos são indicados para alguns contextos de armazenamento de inflamáveis.

Lembre-se que os chuveiros automáticos ou *sprinklers* não são usados somente para grandes áreas industriais, mas, sobretudo, em áreas que permaneçam sem pessoas e com grande armazenamento de material combustível, ou seja, depósitos, e para áreas de grande concentração de pessoas como casas noturnas, cinemas, circos e áreas de espetáculos.

Sugerimos que você aprofunde seus estudos com a leitura da legislação envolvida e visitando *sites* comerciais com especificações de chuveiros automáticos, sempre se atualizando e aperfeiçoando-se.



Nesse material técnico sobre chuveiros automáticos, desenvolvido pela escola politécnica da USP, temos um conteúdo bem completo. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/ttcc19.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

Bons estudos!

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 10897**: Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6135**: Chuveiros automáticos para extinção de incêndio. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6125**: Chuveiros automáticos para extinção de incêndio. Rio de Janeiro, 1992.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios em Edificações**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

CBSC. **Normas de Segurança Contra Incêndios**. Florianópolis: EDEME, 1994. Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994 Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994 Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NFPA 13**: Standard for the Installations of Sprinklers Systems. Massachusetts, 2002.

ONO, R. **Segurança contra incêndio em edificações** – Um sistema de coleta e análise de dados para avaliação de desempenho. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo: 1997.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.



CAPÍTULO 7

INFLAMÁVEIS E EXPLOSIVOS

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Reconhecer a legislação específica de inflamáveis e explosivos.
- ✓ Diferenciar os diversos inflamáveis e explosivos.
- ✓ Compreender a aplicação da legislação para dimensionar uma central de GLP, um depósito de inflamáveis e explosivos.





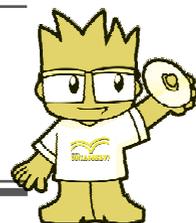
CONTEXTUALIZAÇÃO

Chegamos ao sétimo capítulo de nosso estudo em que aprenderemos um pouco mais sobre inflamáveis e explosivos. Certamente são materiais considerados combustíveis, mas que, se armazenados em grandes volumes e irregularmente, podem provocar acidentes de proporções com perdas financeiras e humanas imensuráveis.

Nos primeiros dois capítulos da disciplina comentamos sobre os materiais inflamáveis e explosivos, aqui vamos ter diretrizes para uma implantação de depósitos e cuidados preventivos em áreas de risco.

Outra observação quanto ao combate ao incêndio é que a água como agente extintor nem sempre é o mais indicado. Vejamos abaixo um vídeo que mostra o fenômeno chamado *boil over*, que é quando se utiliza água em inflamáveis.

Confira o seguinte vídeo para saber mais sobre BOIL OVER e SLOP OVER: <<https://youtu.be/WOaXNptUMbA?si=RyXbaoY2RftwZG-m>>.



Prossigamos com os estudos!

Em indústrias ou comércios é comum o uso de produtos inflamáveis e, até mesmo, situações que possam provocar uma atmosfera explosiva. Quando se conhece o processo, são tomadas as medidas de isolamento de risco e de prevenção adequadas, porém, quando esse risco é desconhecido, a suscetibilidade de que ocorra um sinistro de grandes proporções é maior.

Os produtos inflamáveis podem estar depositados dentro da empresa ou na área externa das empresas para uso no processo produtivo ou mesmo para consumo da produção, como é o caso das Centrais de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e bombonas de produtos químicos.

Há explosões que podem ser decorrentes de processos químicos em indústrias ou de efeito físico, como quando ocorre o aquecimento na parte externa de um recipiente até atingir uma sobre-pressão. Esse tipo de explosão é conhecido como BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*), como exemplo temos as caldeiras.

Caro (a) pós-graduando (a), você já deve ter percebido a necessidade de estudarmos, em capítulo específico, os inflamáveis e explosivos. Assim como, o porquê da Norma Regulamentadora de Saúde e Segurança do Trabalho do Ministério do Trabalho tratar sobre temas como a periculosidade. Vamos, então, iniciar nossas discussões.

TIPOS DE INFLAMÁVEIS

Substâncias inflamáveis, conforme descreve Garmatter Neto (1999), ao serem incendiadas por uma fonte de ignição continuam queimando mesmo quando ocorre a retirada dessa fonte, são, portanto, substâncias e materiais combustíveis. Como exemplo, podemos citar a madeira, o papel, a gasolina, dentre outros.

Substâncias inflamáveis, conforme descreve Garmatter Neto (1999), ao serem incendiadas por uma fonte de ignição continuam queimando mesmo quando ocorre a retirada dessa fonte, são, portanto, substâncias e materiais combustíveis. Como exemplo, podemos citar a madeira, o papel, a gasolina, dentre outros.

Para entender os fenômenos relacionados a inflamáveis é preciso conceituar alguns termos:

- **Ponto de fulgor (*Flash-Point*):** é a temperatura mínima na qual os corpos combustíveis começam a desprender vapores que se incendiam em contato com uma fonte externa de calor, entretanto a chama não se mantém devido à insuficiência da quantidade de vapores desprendidos (NBR 7974/1968).
- **Ponto de combustão (*Fire-Point*):** é a temperatura mínima na qual os vapores desprendidos dos corpos combustíveis ao entrarem em contato com uma fonte externa de calor, entram em combustão e continuam a queimar.
- **Ponto de ignição:** é a temperatura mínima na qual os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão, apenas pelo contato com o oxigênio do ar e este processo independe de qualquer outra fonte de calor.

Conforme a PNB 216 da ABNT, há uma classificação para as substâncias inflamáveis em 3 (três) classes:

- Classe I – Líquidos que possuem ponto de fulgor inferior a 37,8 °C
- Classe II – Líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 37,8 °C a 60 °C
- Classe III – Líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 60 °C

Na NR 20 do Ministério do Trabalho e Emprego é definido o que é líquido combustível e líquido inflamável. Assim, líquido combustível é todo aquele que possua ponto de fulgor igual ou superior a 70 °C e inferior a 93,3 °C. E líquido inflamável é todo aquele que possua ponto de fulgor inferior a 70 °C e pressão de vapor que não excede a 28 kgf/cm² absoluta a 37,7 °C.

“O intervalo de inflamabilidade compreende as concentrações de um vapor em mescla com o ar, capazes de entrar em ignição.” (GARMATTER NETO, 1999, p. 11). A esses limites são dados os nomes de limite inferior e superior de inflamabilidade.

- Limite inferior de inflamabilidade (LIE): é a concentração mínima de vapor combustível em uma mistura com o ar abaixo do qual não se produz ignição.
- Limite superior de inflamabilidade (LSE): é a concentração máxima de vapor combustível em uma mistura com o ar acima do qual não se produz ignição.

Para determinar o LIE e LSE de uma composição de mistura de substâncias presentes no ambiente adota-se a fórmula de *Le Chatelier*:

$$\text{LIE ou LSE} = 100 / [P1/N1 + P2/N2 + \dots + Pn/Nn]$$

Onde: LIE ou LSE – Limite inferior ou superior de inflamabilidade ou explosividade

Pn – porcentual do gás presente

Nn – limites inferiores ou superiores do gás

Vejamos um exemplo aplicado aos componentes do GLP:

Propano 60% LIE 2,0% LSE 9,5%

Butano 40% LIE 1,5,0% LSE 8,5%

$$\text{LIE} = 100 / [60/2 + 40/1,5] = 1,76\%$$

$$\text{LSE} = 100 / [60/9,5 + 40/8,5] = 9,07\%$$

“O intervalo de inflamabilidade compreende as concentrações de um vapor em mescla com o ar, capazes de entrarem em ignição.” (GARMATTER NETO, 1999, p. 11). A esses limites são dados os nomes de limite inferior e superior de inflamabilidade.

Percebemos, então, a importância de construir instalações que ofereçam segurança quando tratamos de inflamáveis. Comum a muitas edificações existe o GLP, logo uma central de GLP segue as diretrizes da NBR 13932/1997 e como modelo apresentamos, na tabela 1, as recomendações constantes na NSCI/1992 do Estado de Santa Catarina.

O detalhe construtivo da Central de GLP deve atender às seguintes características de afastamento mínimo da edificação:

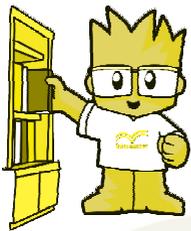
Tabela 18 - Afastamento central de GLP

Quantidade de GLP	Afastamento mínimo
de 91 Kg a 179 Kg	0,50 m
de 180 Kg a 359 Kg	1,00 m
de 360 Kg a 539 Kg	1,50 m
de 540 Kg a 719 Kg	2,00 m
de 720 Kg a 899 Kg	2,50 m

Fonte: NSCI (1992).

A Central de GLP não poderá ser construída com um afastamento menor que 1,50m de fossos ou ralos de escoamento de água ou esgoto, caixas de rede de luz e telefone, caixa ou ralo de gordura ou ventilação.

A Central de GLP não poderá ser construída com um afastamento menor que 1,50m de fossos ou ralos de escoamento de água ou esgoto, caixas de rede de luz e telefone, caixa ou ralo de gordura ou ventilação.



As normas brasileiras não devem ser copiadas ou impressas. São diretamente compradas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mas você pode fazer a leitura da NBR 13932/1997 – Instalações Internas de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP): projeto e execução. Disponível em: <http://www.grupoanpla.com.br/Infraestrutura/arquivos/nbr/Instalacoes_Internas_de_GLP_NBR_13932_-_1997.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

Também é recomendada a leitura da NBR 13525:

Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/40233542/NBR-13523-central-predial-de-gas-liquefeito-de-petroleo>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

Os abrigos deverão ter altura mínima de 1,80 m, medida na parte mais baixa do teto e largura mínima de 0,90m (NSCI/1992). Quando houver trânsito de veículos próximo à área de GLP é preciso prever uma mureta de abalroamento construída em material que possua resistência a possíveis impactos. E ainda, deve-se respeitar as normas quanto à quantidade de extintores necessários, conforme a quantidade de GLP armazenado. Placas sinalizando os riscos referentes ao GLP devem ser fixadas em local de fácil visualização.

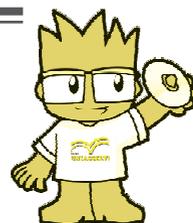
Quando acondicionados em tanques, os líquidos inflamáveis devem atender às distâncias de segurança mínimas específicas. O nível do terreno pode ser classificados em:

- **Tanques elevados:** são os que se encontram acima do nível do solo;
- **Tanques de superfície:** são os que têm a base apoiada diretamente sobre a superfície do terreno;
- **Tanques semienterrados:** estão em parte abaixo do nível do solo;
- **Tanques subterrâneos:** estão sob a superfície do terreno.

Líquidos inflamáveis depositados em bombonas ou outros materiais dentro das edificações também respeitam empilhamento máximo e cuidados construtivos para que haja resistência das paredes, piso e forro em caso de incêndio. Em todos os casos de armazenamento de inflamáveis deve ser prevista a drenagem e as medidas preventivas para o caso de derrame ou vazamento.

Em todos os casos de armazenamento de inflamáveis deve ser prevista a drenagem e as medidas preventivas para o caso de derrame ou vazamento.

Vídeoaula produzida por Alexandre Sabino de Oliveira, auditor fiscal do trabalho, sobre a Norma Regulamentadora 20: líquidos combustíveis e inflamáveis. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IV1mAhIYfsw>>. Acesso em: 10 mar. 2013.



Atividade de Estudos:

- 1) Que tal uma pesquisa sobre líquidos inflamáveis? Pesquise a qual classe pertencem as seguintes substâncias inflamáveis, considerando o ponto de fulgor:

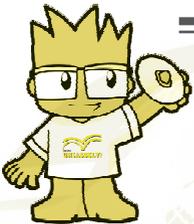


- a) Álcool etílico 12,6
- b) Diesel 38
- c) Querosene 40
- d) Metanol 11,1
- e) Acetona -17,7

TIPOS DE EXPLOSIVOS

Garmatter Neto (1999) define explosão como o efeito produzido por uma expansão violenta e rápida de gases. Esse processo acontece rapidamente com uma transformação física ou química que segue, muitas vezes, de uma onda expansiva e da destruição dos materiais ou estruturas que o contém. E, a partir do que ocorrem as explosões? Veja a seguir:

- a) Alterações químicas, tais como a detonação de um explosivo ou a combustão de uma mescla de ar e gás inflamável;
- b) Alterações físicas ou mecânicas, tais como a ruptura de uma caldeira;
- c) Alterações atômicas.



Vídeo aula produzida por Alexandre Sabino de Oliveira, auditor fiscal do trabalho, sobre a Norma Regulamentadora 19: explosivos. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=WynTKXX3igk>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

Podem ocorrer por oxidação rápida, por decomposição e por liberação de pressão.

As explosões, conforme Garmatter Neto (1999), podem ocorrer por oxidação rápida, por decomposição e por liberação de pressão. Há, ainda, a explosão de combustíveis em estado pulverizado (explosões de pó).

Além do chamado BLEVE, citado na contextualização, quando gases combustíveis existentes no interior da fumaça são acumulados em ambientes pouco ventilados, podem entrar em combustão subitamente com a entrada de oxigênio no ambiente. A esse tipo de explosão chamamos de explosão de fumaça, *backdraft* ou *backdraugh* (SESTREM, 2010). Portanto, em ambientes sujeitos à fumaça, antes de fazer o combate, é indicado que se faça o escoamento da fumaça para, então, adentrar no ambiente. Explosão de fumaça pode, inclusive, provocar o colapso de estrutura.

Como identificar, então, indícios de possibilidade de ocorrência de *blackdraft*? Conforme Sestrem (2010, p. 43), verifica-se:

- Presença de fumaça escura e densa, circulando o ambiente ou saindo de qualquer abertura existente no ambiente;
- Presença de poucas chamas que se acendem e se apagam, próximas das aberturas;
- Movimento da fumaça de maneira pulsante, causado pela pressão elevada no interior do ambiente sinistrado;
- Vidros das janelas escurecidos com a presença de manchas provocadas pela condensação da fumaça;
- Portas e fechaduras quentes, aquecidas pelas altas temperaturas desenvolvidas no interior. Esta situação pode ser detectada observando se a água aplicada sob a forma de pulsos de jatos de neblina sobre a porta evapora rapidamente;
- Emissão de sons semelhantes ao assobio ou rugidos provocados pela passagem da fumaça pelas frestas;
- Presença de óleo depositado nas molduras de janelas, impressão causada pela mistura de água e fuligem que são produzidos pela combustão.

O BLEVE “é a explosão em recipientes que contenham líquidos que decorrem do aumento da pressão nas superfícies externas destes recipientes provocados por aquecimento e fervura do líquido.” (SESTREM, 2010, p. 39). Quando a resistência do recipiente é ultrapassada, surgem fissuras e o vapor então é liberado de forma violenta, fato este que pode ser potencializado se não houver inspeção, manutenção e se o recipiente já conter falhas e danos na estrutura. O BLEVE pode ocorrer em recipientes com qualquer líquido, mesmo que não sejam inflamáveis.

É a explosão em recipientes que contenham líquidos que decorrem do aumento da pressão nas superfícies externas destes recipientes provocados por aquecimento e fervura do líquido.

Há deflagrações que são produzidas por poeiras que podem provocar explosões. Segundo Garmatter Neto (1999) todos os pós originários

de substâncias orgânicas e de metais combustíveis, desde que estejam em suspensão e em quantidade adequada no ar ambiente, poderão entrar em combustão devido a qualquer fonte de ignição. E, então, ocorre a explosão.

As poeiras explosivas podem ser de alumínio ou de produtos orgânicos como grãos, pesticidas, açúcar, produtos farmacêuticos, plásticos, leite em pó, serragem.

As poeiras explosivas podem ser de alumínio ou de produtos orgânicos como grãos, pesticidas, açúcar, produtos farmacêuticos, plásticos, leite em pó, serragem (SESTREM, 2010). A ocorrência da explosão de pós depende de fatores como:

- Tamanho das partículas de pós em suspensão - a explosividade é maior quanto menor for o tamanho das partículas;
- Umidade – quanto menor a umidade, maior será o risco de explosão;
- Misturas híbridas – pós-formados por partículas de diferentes materiais tendem a ter uma explosividade maior, podendo ser deflagrada com menos energia;
- Tempo em suspensão – o risco de explosão será maior, quanto mais tempo a poeira estiver em suspensão;
- Concentração de oxigênio – a maior facilidade em ocorrer a reação química da combustão está relacionada à maior concentração de oxigênio na mistura (SESTREM, 2010, p. 38).

As explosões mais violentas ocorrem com concentrações ligeiramente superiores ao LIE..

Da mesma forma que os gases e os líquidos inflamáveis, as nuvens de pó para atingir um potencial de explosividade deverão apresentar concentrações definidas entre os limites inferior de explosividade (LIE) e o limite superior de explosividade. (LSE) dados pela relação da massa de pó por unidade de volume de ar (GARMATTER NETO, 1999). As explosões mais violentas ocorrem com concentrações ligeiramente superiores ao LIE.

As explosões de pós combustíveis, segundo estudo da *Factory Mutual Handbook*, nos EUA (GARMATTER NETO, 1999), têm ocorrido principalmente nos seguintes locais:

- Moinhos e trituradores..... 40%
- Elevadores transportadores e misturadores..... 35%
- Coletores de pós e silos..... 15%
- Secadores..... 10%

As principais fontes de ignição têm sido:

- Faíscas mecânicas 50%
- Eletricidade estática, corte e solda 35%
- Sobreaquecimento 15%

Para evitar que a explosão de pó ocorra são indicadas medidas de prevenção como: evitar a formação de nuvens de pó; evitar a existência de fontes de ignição e inertizar o espaço onde possa se formar uma nuvem explosiva.

A prevenção de formação de nuvens de pó consiste na atuação na forma de manipulação do material; adoção de sistemas de extração e eliminação do pó em suspensão e adequação das plantas e dimensões dos espaços de armazenamento (GARMATTER NETO, 2010).

Quanto à atuação nas fontes de ignição, a verificação no local deve ser realizada periodicamente, levando-se em conta a manutenção de equipamentos, os procedimentos, a manipulação e a forma de armazenagem.

Conforme análise do contexto da área de risco é indicada a inertização dos espaços passíveis de explosão pela introdução de gases inertes e não reativos com o produto armazenado. Segundo Garmatter Neto (2010, p. 21), “os gases mais utilizados são o CO₂ e o Nitrogênio”.

Confira o material de estudo sobre inertização: Trabalhos em atmosfera inertizada, trabalhos com gás inerte. Disponível em: <<http://www.protecaoespiratoria.com/2011/07/trabalhos-em-atmosfera-inertizada.html>>. Acesso em: 10 mar. 2013.



Para evitar que a explosão de pó ocorra são indicadas medidas de prevenção como: evitar a formação de nuvens de pó; evitar a existência de fontes de ignição e inertizar o espaço onde possa se formar uma nuvem explosiva.

Conforme análise do contexto da área de risco é indicada a inertização dos espaços passíveis de explosão pela introdução de gases inertes e não reativos com o produto armazenado.

Caso ocorra a explosão de pó, é necessário que se tomem medidas de combate, que consistem em: confinar o volume onde possa se desenvolver a explosão; isolar os espaços onde possa se desenvolver a explosão; criar meios de ventilação que alivie as pressões produzidas pela explosão e suprimir a explosão automaticamente, uma vez iniciada.

A aplicação do agente extintor para suprimir a explosão “deve ocorrer em alta velocidade (milissegundos) nebulizando os agentes supressores de forma a ocupar todo o espaço a proteger” (GARMATTER NETO, 2010, p. 23). Aproveita-se a diferença de velocidade da reação do dispositivo de supressão (detonação) e a velocidade da reação da mistura pó-ar (deflagração).

A aplicação do agente extintor para suprimir a explosão “deve ocorrer em alta velocidade (milissegundos) nebulizando os agentes supressores de forma a ocupar todo o espaço a proteger”.



Atividade de Estudos:

- 1) É o momento de realizar uma pesquisa sobre dois termos: deflagração e detonação. Identifique o significado e explique de que forma ocorre a explosão nos dois casos.

LEGISLAÇÃO

A normalização existente em Sistema de Combate a Incêndio (SCI) visa evitar perdas humanas e também as patrimoniais em caso de sinistros relacionados ao incêndio.

As diretrizes em norma que determinam como deve ser feito o armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis consta na NBR 7505/2000. Em construções e instalações comerciais e industriais são essas normas que devem ser seguidas.

As Normas Internacionais são seguidas por todos os países a partir das indicações de normas da National Fire Protection Association (NFPA), assim cada país estabelece as suas normas locais. E padrões de gestão são determinados para SCI na International Standard Organization (ISO).

No território brasileiro cada corpo de bombeiros estadual tem sua legislação com diretrizes de como deve ser efetuada a instalação segura para inflamáveis e explosivos, essas diretrizes devem estar baseadas nas informações indicadas na NR 23 do Ministério do Trabalho e Emprego. Já as normas dos corpos de bombeiros são baseadas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são especificações de cada tema.

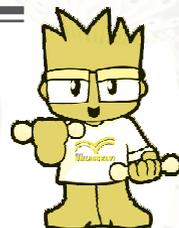
O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) estabelece diretrizes na Norma Regulamentadora 20: Produtos Combustíveis e Inflamáveis e na Norma Regulamentadora 19: explosivos.

As Normas Internacionais são seguidas por todos os países a partir das indicações de normas da *National Fire Protection Association (NFPA)*, assim cada país estabelece as suas normas

locais. E padrões de gestão são determinados para SCI na *International Standard Organization (ISO)*.

Atividade de Estudos:

- 1) Pode-se aplicar para o SCI de uma empresa localizada em Santa Catarina a mesma norma indicada para uma matriz de empresa localizada na Índia?



BACIA DE CONTENÇÃO

Dentro da área de armazenamento de produtos perigosos como, por exemplo, líquidos inflamáveis ou combustíveis, o indicado em norma é que para evitar o derramamento inadequado seja construída uma bacia de contenção. Por definição da NBR 7505 (2000, p.3) Bacia de Contenção é:

Área constituída por uma depressão, pela topografia do terreno ou ainda limitada por dique, destinada a conter eventuais vazamentos de produtos: a área interna da bacia deve possuir um coeficiente máximo de permeabilidade de 10^{-6} cm/s, referenciado à água 20 °C.

Segundo a NSCI/1994, as bacias de contenção devem ter capacidade volumétrica no mínimo igual a do tanque que contiver. Os diques de contenção poderão ser de terra, de chapas de aço, de concreto ou de alvenaria maciça, herméticos e deverão suportar as pressões hidráulicas do dique cheio de líquido (NSCI, 1994).

As bacias de contenção devem ter capacidade volumétrica no mínimo igual a do tanque que contiver.

Conforme a NBR 7505/2000, na instalação dos tanques devem ser consideradas as distâncias de segurança que são as compreendidas entre o costado do tanque e:

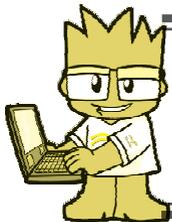
- a) O costado de um a outro tanque ou vaso de pressão;
- b) A parede externa mais próxima ou projeção da cobertura de uma edificação;
- c) A parte externa mais próxima de um equipamento fixo;
- d) O limite de propriedade;
- e) A base interna de um dique.

Essas medidas de segurança a serem aplicadas são:

- Distância mínima do costado de um tanque e a base interna do tanque de 1,5 m.
- Espaçamento entre tanques deve ser determinado a partir da tabela indicada na NBR 7505/2000, assim como as demais distâncias de segurança.

No agente extintor de incêndio, em locais sujeitos a derrame ou vazamento de produto ou onde o produto possa estar exposto à atmosfera em condições de operação, conforme indica a NBR 7505/2000, deve haver um sistema de lançamento de espuma, ou seja, um líquido gerador de espuma (LGE).

A dosagem de LGE deve ser recomendada pelo fabricante e o reservatório de LGE deve ser protegido contra irradiação direta do sol.



Vamos entender um pouco mais de líquido gerador de espuma?
Então acesse o site: <<http://www.bombeiros.com.br/br/utpub/lge.php>>.



Atividade de Estudos:

- 1) Ao instalar dois tanques de 1000 m³ de diesel em formato cilíndrico construído em chapa metálica de aço tratado para resistir às intempéries, qual deve ser o volume de líquido a ser contido na bacia de contenção, considerando que o diâmetro de cada tanque é de 3,0 m? Descreva quais as dimensões de largura e comprimento da bacia de contenção e também a altura do dique a ser construído ao redor da bacia.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Através do estudo deste capítulo percebemos que os procedimentos no armazenamento de material inflamável e de explosivos devem seguir padrões de segurança no local. Além disso, as determinações devem ser divulgadas aos trabalhadores através de normas internas da empresa, ordens de serviço e outros documentos que se fizerem necessários para garantir a segurança da área onde estão esses materiais, depositados ou em uso.

Diante do estudo realizado, chegamos à conclusão de que cada incêndio possui um comportamento distinto, uma vez que o material envolvido é o responsável direto pela sua característica. Sabemos que é assim e que cada elemento possui um ponto de fulgor, um ponto de combustão e um ponto de ignição. Você já sabe diferenciar esses termos?

Alguns fenômenos ocorrem em diferenciação dos incêndios com materiais combustíveis de outras classes e sugiro que você, pós-graduando (a), aprofunde seus estudos quando se tratar de espaços confinados e áreas com atmosferas explosivas, sempre procurando meios de proteger o trabalhador de situações que possam colocar a vida em risco.

Finalizaremos a nossa disciplina, no oitavo capítulo, aprendendo sobre Planos de Emergência e a importância de ter equipes, as chamadas brigadas de emergência, treinadas e preparadas para a qualquer tempo combater o incêndio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 7974:** Método de ensaio para a determinação de ponto de fulgor Método de ensaio para a determinação de ponto de fulgor. Rio de Janeiro, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 13932:** Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 7505:** Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis. Rio de Janeiro, 2000.

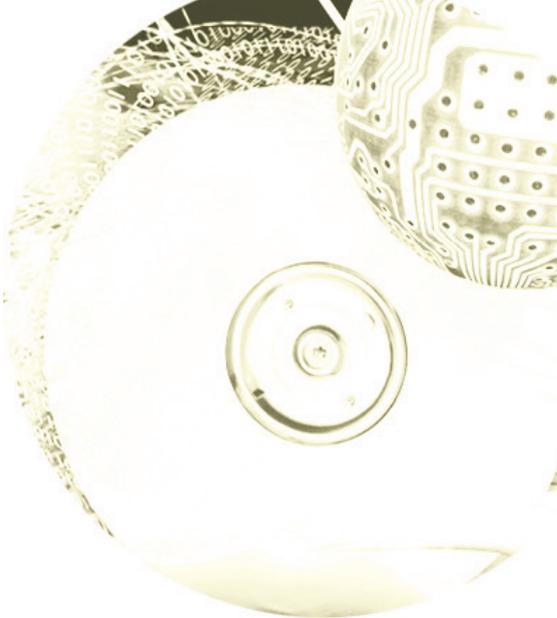
CBSC. NSCI. **Normas de Segurança Contra Incêndios.** Florianópolis: EDEME, 1994.

GARMATTER NETO, Carlos. **Incêndio e explosões.** Curitiba: UFPR, 1999.

NORMAS REGULAMENTARES. **NR 20:** Líquidos combustíveis e inflamáveis. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SESTREM, Maurício Saturnino. **Prevenção no combate a sinistros.** Indaial: GRUPO UNIASSELVI, 2010.



CAPÍTULO 8

PLANO DE EMERGÊNCIA E ROTAS DE FUGA

A partir da perspectiva do saber fazer, neste capítulo você terá os seguintes objetivos de aprendizagem:

- ✓ Conhecer a legislação de brigadas de emergência.
- ✓ Reconhecer procedimentos da elaboração de plano de emergência, rotas de fugas e brigadas de emergência.
- ✓ Reconhecer os objetivos e formato de um plano de emergência e evacuação.
- ✓ Dimensionar uma brigada de emergência e aplicar treinamento em equipes de trabalhadores para o combate ao incêndio.
- ✓ Realizar prevenção contra incêndios em suas rotinas de Engenharia de Segurança do Trabalho.



CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante todo nosso estudo vimos os conceitos relacionados ao incêndio. Compreendemos que para que não haja o risco é preciso que seja verificada a possibilidade de ocorrência de sinistros no ambiente da edificação. Aprendemos que a proteção e a prevenção devem ser instituídas nas empresas para evitar o incêndio.

Nesta última etapa, nosso objetivo é que estabeleçamos as ações de prevenção em um Plano de Emergência, organizando as atividades e identificando-as para o cumprimento da legislação e para todos os trabalhadores que estejam sujeitos ao risco de incêndio.

No decorrer da nossa disciplina aprendemos fundamentos básicos para dimensionar um sistema de proteção ativo, além disso, vimos que a utilização desses equipamentos depende de uma formação de equipe especializada, treinada e organizada para o combate ao incêndio.

É na Norma Brasileira, NBR 14276/99, da ABNT que são estabelecidas as diretrizes para o Programa de Brigada de Incêndio que são seguidas como roteiro em empresas, sejam estas comerciais ou industriais, e aplicadas às demais áreas. Os procedimentos compreendem que seja indicada uma equipe especializada para atendimentos em emergências relacionadas ao incêndio.

Não basta somente a existência de equipamentos de proteção contra incêndios ou um sistema bem projetado, as pessoas devem ser treinadas para reagir perante o inesperado. O papel do profissional de saúde e de segurança do trabalho é desenvolver habilidades nos trabalhadores e prepara-los para que reconheçam o início de incêndios ou indícios de eminente explosão, combatendo e chamando o socorro imediatamente, retirando de forma segura as pessoas das edificações. Ou seja, a meta principal no estabelecimento de planos de emergência e rotas de fuga é minimizar os prejuízos que possam ocorrer advindos de um sinistro.

O êxito de um plano de emergência depende da participação generalizada e da organização e planejamento de treinamentos e atividades a partir do reconhecimento do ambiente e dos riscos inerentes.

Assim, caro (a) pós-graduando (a), convido-o (a) a dar continuidade a seus estudos no tema Plano de Emergência e Rotas de Fuga.

LEGISLAÇÃO

Conforme Garmatter Neto (1999), a principal finalidade de um Plano de Emergência é preservar a vida humana, os objetivos gerais são evitar ou minimizar:

- Danos físicos e psíquicos às pessoas;
- Danos à propriedade;
- Paralisação da produção

Por indicação de Gill e Leal (2008) é apresentada uma metodologia para a elaboração de um plano de emergência que consiste em (5) cinco passos:

- Estabelecimento de equipe.
- Análise dos riscos e da capacidade de combate aos incêndios.
- Desenvolvimento do plano de emergências.
- Implementação do plano.
- Gestão da emergência.

O Plano de Emergência contra incêndio segue os requisitos indicados na NBR 15219/2005.

Como citado anteriormente, o Programa de Brigada de Emergência segue a NBR 14276/99 da ABNT e ainda possui diretrizes citadas nas Normas Estaduais de Prevenção de Incêndio a partir do que é indicado na Norma Regulamentadora – NR 23 (2011). Portanto, todas as empresas seguem essas normas como base para dimensionamento das equipes de brigadistas.

Já, no que diz respeito às rotas de fuga, deve-se seguir a NBR 9077 - Saídas de Emergência. Norma essa que define os espaços ideais para o escape adequado das pessoas na ocasião do sinistro. Para a NBR 9077 (2001, p.4) rota de fuga ou saída é:

Caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, *halls*, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

Cabe ressaltar que as rotas de fuga devem ser projetadas de forma a garantir que haja o reconhecimento das mesmas no momento do pânico e estejam desobstruídas.

Atividade de Estudos:

- 1) Consulte a NBR 9077/01 e considere uma indústria de área igual a 1000 m². Calcule a população máxima de pessoas que podem estar simultaneamente no ambiente físico de uma edificação em que haja médio potencial de incêndio, edificação baixa com mediana resistência ao fogo. Assim, calcule a unidade U de passagem, conforme a norma indicada.



BRIGADAS DE EMERGÊNCIA

Vejamos inicialmente um pouco da história de como surgiram as brigadas de emergência. Conforme Seito et al (2008, p. 287),

Uma das primeiras organizações de combate ao fogo de que se tem notícia foi criada na Roma antiga, em 27 a.C. Um grupo conhecido como vigiles patrulhava as ruas para impedir incêndios e policiar a cidade. Nessa época, o fogo era um grande problema para os vigiles, que não possuíam métodos eficientes para sua extinção. Em 1666, na Inglaterra, existiam as brigadas de seguros contra incêndios, que eram formadas por companhias de seguros, que foram criadas após um grande incêndio que ocorreu em Londres, o qual deixou milhares de pessoas desabrigadas. Essas brigadas foram criadas para proteger a propriedade de seus clientes.

Comum em várias partes do mundo, o alarme de incêndio era dado pelos sinos das igrejas. No Brasil, as principais providências normativas de incêndio ocorreram após grandes incêndios (SEITO et al, 2008).

A ação rápida do combate ao princípio de incêndio é proporcionada pela presença de pessoas treinadas tanto no local de ocorrência de sinistros como nas empresas vizinhas.

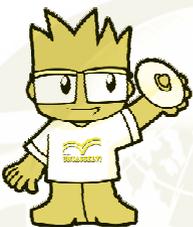
Brigada de incêndio é definida como: "Grupo organizado de pessoas voluntárias ou não, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção, abandono e combate a um princípio de incêndio e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida."

Para a NBR 14726 (1999, p.2) brigada de incêndio é definida como: "Grupo organizado de pessoas voluntárias ou não, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção, abandono e combate a um princípio de incêndio e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida."

As brigadas podem ser classificadas em (3) três grupos, segundo Camillo Junior e Leite (2008):

- Brigadas de incêndios: são as brigadas designadas para combater os incêndios nas edificações na sua fase inicial, é constituída por funcionários treinados de vários setores da empresa e que ocupam os vários pavimentos das edificações da empresa.
- Brigadas de abandono: formada pelos funcionários especificamente treinados para operacionalizar a retirada do pessoal que ocupa a edificação.
- Brigadas de emergência: são aquelas que realizam as operações das brigadas de incêndio e também as atividades das brigadas de abandono. Atuam em situações de emergências específicas, tais como: vazamentos de produtos perigosos, inundações, explosões, etc.

Podem, ainda, ser industriais, comerciais e residenciais. A tendência é que a partir de novas normas estaduais com participação do corpo de bombeiros local sejam determinados critérios básicos para serem atendidos na formação da brigada. Alguns corpos de bombeiros exigem inclusive que haja registro do instrutor de treinamento na instituição para que o certificado seja válido (SEITO et al, 2008).



Uma pausa para o filme: **Cortina de Fogo**, que mostra impressionantes sequências de incêndio. Então, vamos assistir?



PLANOS DE EVACUAÇÃO

Na ocorrência do sinistro algumas ações relativas ao procedimento de abandono de local são necessárias, tais como a retirada das pessoas que ocupam o local de emergência. Após um levantamento inicial da vulnerabilidade ao sinistro, desenvolve-se o Plano, neste é primordial determinar:

- Os componentes do Plano;
- O processo de desenvolvimento do Plano.

Confira a reportagem da revista emergência que indica como realizar um plano de emergência nos locais de trabalho. Boa leitura! Disponível em: <http://www.revistaemergencia.com.br/noticias/leia_na_edicao_do_mes/como_realizar_um_plano_de_emergencia_nos_locais_de_trabalho/A5yJAAy4>. Acesso em: 09 mar. 2013.



O plano contemplará:

- Sumário executivo: o propósito do plano de forma clara;
- Elementos da gestão de emergência: descreve direção e controle, comunicações, segurança à vida das pessoas, proteção dos bens, administração e logística;
- Procedimentos definidos para a resposta de emergências: definição do papel de cada um e desenvolvimento de *checklist* com ações para avaliação de situação, proteção de clientes, empregados, visitantes, informações, equipamentos e outros bens. Aqui, o objetivo que se busca é manter a empresa funcionando, mas caso não seja possível, deve-se realizar o escape com menor prejuízo humano e financeiro;
- Documentos de apoio: lista de pessoas a serem acionadas, atribuições com os telefones, recursos disponíveis, mapas da edificação, localização de hidrantes das linhas de gás, áreas confinadas, rotas de fuga, produtos perigosos.

O Plano deverá estar integrado com as demais operações da empresa e deve formar parte da cultura da empresa. E assim como os demais documentos da saúde e da segurança do trabalho devem ser constantemente reavaliados quanto à sua funcionalidade e possibilidade de falhas.

Podemos dividir as situações de abandono do local em: abandono coordenado e abandono orientado.

Podemos dividir as situações de abandono do local em: abandono coordenado e abandono orientado. No abandono coordenado seguem-se as normas estabelecidas no Plano de evacuação e cada membro da brigada tem uma função específica. Já na orientada, a brigada coloca-se em locais predeterminados durante a ocorrência de uma situação de emergência, conduz e orienta os ocupantes, indicando o caminho a ser percorrido para o escape rápido e seguro da edificação.

As funções estabelecidas no Plano de evacuação para a brigada de abandono coordenado são, segundo Seito et al (2008, p. 290):

- **Coordenador-geral:** determina o início das operações de abandono, controla a saída das pessoas ocupantes de todos os pavimentos e libera ou proíbe o retorno de pessoas ao local sinistrado;
- **Coordenador de andar:** determina a organização dos ocupantes em fila, confere e verifica visualmente se estão todos os ocupantes de seu andar na fila, também inspeciona todas as áreas do pavimento sob sua responsabilidade, determina a saída do local o mais rápido possível e, após a chegada a um local externo e seguro determinado para a reunião deles, confere todo o pessoal através de listagem preestabelecida.
- **Puxa-fila: é a primeira pessoa da fila e assume esse** local assim que toca o alarme, determinando a velocidade a ser assumida pelas pessoas durante a saída, auxilia na manutenção da ordem e da calma do grupo. A formação deve ser em fila indiana, intercalando homem e idoso, homem e mulher e criança.
- **Cerra-fila:** é a pessoa responsável pelo fechamento de todas as portas pelo trajeto. E auxilia o coordenador de andar, evita flutuação na fila e espaçamento entre os integrantes. Também é quem auxilia pessoas em caso de acidentes ou mal **súbito**.

A população usuária do ambiente a ser considerada no Plano deve ser conforme:

- a) *População fixa: indústrias em geral;*
- b) *População semifixa: escolas, hotéis.*
- c) *População flutuante: lojas, cinemas.*
- d) *População especial: hospitais, casas de saúde.*

- **Auxiliar:** não tem função específica. Substitui o cerra-fila ou o puxa-fila ou mesmo o coordenador de andar. Auxilia vistoriando as áreas do local sinistrado.

A população usuária do ambiente a ser considerada no Plano deve ser conforme:

- a) População fixa: indústrias em geral;
- b) População semifixa: escolas, hotéis.
- c) População flutuante: lojas, cinemas.
- d) População especial: hospitais, casas de saúde.



Atividade de Estudos:

- 1) Supondo-se uma área industrial em que temos 3 pavimentos de administração e 1 pavimento térreo de indústria não compartimentado, porém dividido em 4 setores, determine a quantidade de componentes para uma brigada de abandono que comporá o plano de evacuação. Descreva a função e a quantidade de integrantes.

DIMENSIONAMENTO DA EQUIPE

A organização da equipe deve estabelecer de forma clara para todos os envolvidos:

- Estabelecimento de autoridade;
- Declaração da missão;
- Estabelecimento do cumprimento do programa de emergência e do orçamento.

Camillo Junior e Leite (2008) recomendam a adoção do método simples de verificação da adequação do número de brigadistas em função do número de hidrantes e de extintores, conforme fórmula:

A organização da equipe deve estabelecer de forma clara para todos os envolvidos:

- Estabelecimento de autoridade;
- Declaração da missão;
- Estabelecimento do cumprimento do programa de emergência e do orçamento.

$$n.º \text{ de Brigadistas} = \frac{(n.º \text{ de hidrantes} \times 3) + (n.º \text{ de extintores} / 2)}{2}$$

Por outro lado, segundo a NBR 14726/99 a composição da brigada deve levar em conta a população fixa e o percentual de cálculo da tabela 1 da referida norma. Assim, dentro do estabelecido na norma tem-se a fórmula:

$$\text{n.º de brigadistas por pavimento ou compartimento} = (\text{população fixa por pavimento}) \times (\% \text{ de cálculo da tabela 1})$$

Exemplificando, para uma edificação sem compartimentação dos pavimentos e sem isolamento dos riscos. Calcula-se, então, o número de brigadistas através da subclasse de ocupação de maior risco, conforme tabela 1 da NBR 14276/99. Para o exemplo utilizou-se subclasse de ocupação VIII-2 + 116 (indústria).

Área administrativa:

População fixa = 19 pessoas por pavimento (três pavimentos)

Número de brigadistas por pavimento = $10 \times 50\% + (19-10) \times 7\% = 5 + 0,63 = 5,63$

Área industrial:

População industrial = 116 pessoas

Número de brigadistas por pavimento = $10 \times 50\% + (116-10) \times 7\% = 5 + 7,42 = 12,42$

Número de brigadistas por pavimento = 13 pessoas

Número de brigadistas (área administrativa + área industrial) = $(6 \times 3) + 13 = 31$

Logo: número total de brigadistas para o caso demonstrado = **31 pessoas.**

Seito et al (2008) sugerem que sejam observados na estruturação das brigadas de incêndio não somente o número da população existente na edificação, mas que sejam levados em conta todos os sistemas de proteção passivos e ativos para o combate. Também indicam que se considerem os equipamentos automáticos de detecção, extinção de incêndios e controle de fumaça, sendo assim um referencial a mais para o adequado dimensionamento das brigadas.

Na NBR 14276 (1999, p.12) fica estabelecido que os brigadistas devem ser identificados com *botton* ou crachá que o identifique como

Seito et al (2008) sugerem que sejam observados na estruturação das brigadas de incêndio não somente o número da população existente na edificação, mas que sejam levados em conta todos os sistemas de proteção passivos e ativos para o combate.

membro da brigada e “devem ser distribuídos em locais visíveis e de grande circulação, quadros de aviso ou similar, sinalizando a existência da brigada de incêndio e indicando seus integrantes com suas respectivas localizações.”

Atividade de Estudos:

- 1) Por que é preciso considerar o orçamento num Plano de Emergência e na composição de equipe? Exemplifique alguns itens que requerem a consideração num orçamento.



TREINAMENTO

Todos os empregados devem receber treinamento para corresponder ao que foi estabelecido no Plano de Emergência. Visitantes e terceiros também devem reconhecer áreas de evacuação e procedimentos, participando de treinamento específico.

O treinamento consiste em conteúdo que inclua o uso apropriado dos equipamentos de combate ao incêndio e reconhecimento de funções, rapidez de resposta em caso de sinistro, treinamento para a evacuação do pessoal e repetição de exercícios com uma simulação bem próxima da situação real.

O treinamento segundo Garmatter Neto (1999) deve ser teórico e prático. O treinamento teórico deve ser inicial e programado periodicamente. O conteúdo do treinamento para brigadistas de incêndio deve envolver o combate ao incêndio e os primeiros socorros, incluindo liberação de vias aéreas, RCP, queimaduras, estado de choque e atendimento inicial para traumas.



Como modelo para a preparação de sua apostila de treinamento para componentes de brigada de emergência indico o material disponível no seguinte *site*: <<http://www.cb.es.gov.br/files/meta/9c79332b-f0d2-4891-8f9c-b26d981b2258/2cc15118-c630-453a-8190-bf27c192072f/91.pdf>> Acesso em: 09 mar. 2013.

Segundo a NBR 14276/99 a carga horária de treinamento de brigadistas deve ser de 16 horas, sendo a parte prática de no mínimo 8 horas, enfocando os riscos inerentes à classe da ocupação.

Segundo a NBR 14276/99 a carga horária de treinamento de brigadistas deve ser de 16 horas, sendo a parte prática de no mínimo 8 horas, enfocando os riscos inerentes à classe da ocupação. A periodicidade deve ser de no máximo 12 (doze) meses ou quando houver alteração de 50% dos membros da brigada.

Se o brigadista estiver realizando reciclagem fica facultada a sua presença para as aulas teóricas desde que comprovado o aproveitamento de 70% mediante teste. E receberão certificado somente os que atingirem o aproveitamento de 70% na avaliação teórica e na prática, recebendo, então, certificado de brigadista, expedido por profissional habilitado e com validade de 1 (um) ano.

Exercícios simulados para todos os ocupantes da edificação devem ser executados, conforme Seito et al (2008), de forma parcial ou completa, no período máximo de 3 (três) meses para simulados parciais e de 6 (seis) meses para simulados completos. Após os simulados, devem ser realizadas reuniões e preenchida uma ata em que conste:

- Horário do evento;
- Tempo gasto no abandono;
- Tempo gasto no retorno;
- Tempo gasto no atendimento de primeiros socorros;
- Atuação da brigada;
- Comportamento da população;
- Participação do Corpo de Bombeiros e tempo gasto para sua chegada;
- Ajuda externa (PAM - Plano de auxílio mútuo)
- Falhas de equipamentos;
- Falhas operacionais;
- Demais problemas que possam ocorrer.

ATITUDES FRENTE AO PRINCÍPIO DE INCÊNDIO

Garmatter Neto (1999) indica atitudes frente a um princípio de incêndio. Os procedimentos deverão ser feitos conforme as características das ocupações, mas seguem o princípio de manter-se a calma para segui-los e evitar maiores riscos.

- Desligar equipamentos e sistema elétrico;
- Acionamento de alarme de incêndio, caso houver;
- Retirada de componentes do local atingido, conforme indicado no Plano de Emergência;
- Acionamento do corpo de bombeiros local e informando:
 - Endereço correto
 - Número de telefone
 - Nome
- Iniciar o combate ao incêndio.

ATUAÇÃO DURANTE O INCÊNDIO

Os ocupantes do local e a equipe de brigada devem ser orientados para uma atuação adequada durante o incêndio, evitando a inalação de fumaça e a possibilidade de queimaduras.

- O corpo deve ser protegido e quando possível, as roupas devem ser umedecidas;
- O ideal, durante o escape, é manter-se rente ao piso e improvisar um filtro de gases, caso inexista;
- O mais rápido possível o ocupante deve dirigir-se ordenadamente e conforme treinamento em direção à rota de fuga e, em consequência, às saídas de emergência, sempre junto às paredes;
- As portas devem ser fechadas durante o trajeto;
- Se as portas estiverem mornas à frente, não se indica o acesso;
- Não é aconselhável subir, o correto é descer para a saída da edificação;

Os ocupantes do local e a equipe de brigada devem ser orientados para uma atuação adequada durante o incêndio, evitando a inalação de fumaça e a possibilidade de queimaduras.

- Não fazer uso de elevadores;
- Não correr, evitando o pânico;
- Não retornar ao local do sinistro até que liberado;
- E, principalmente, se não for parte da equipe de brigada de emergência treinada, deve-se sair do local atingido.

AÇÕES PREVENTIVAS

As atividades da coordenação e gestão de saúde e segurança do trabalho referem-se sempre às ações preventivas, ao conhecimento dos pontos de vulnerabilidade e dos riscos que possibilitem a ocorrência de sinistros criando-se, além de cultura de prevenção, um cronograma de atividades para evitar a ocorrência.

Como já descrito no capítulo 1, uma das principais causas de incêndio são os curtos-circuitos decorrentes de falhas de manutenção nas instalações elétricas em instalações e equipamentos. Portanto a verificação das instalações e a eliminação da possibilidade de sobrecarga devem ser feitas periodicamente.

Os riscos de incêndio devem ser conhecidos e as medidas para evitá-los ou extingui-los devem ser descritas em procedimentos.

Qualquer irregularidade deve ser corrigida imediatamente.

Os riscos de incêndio devem ser conhecidos e as medidas para evitá-los ou extingui-los devem ser descritas em procedimentos. Qualquer irregularidade deve ser corrigida imediatamente.

As ações pré-determinadas no Plano de Emergência devem ser executadas em conformidade com a realidade da empresa e com a legislação vigente. As equipes de combate ao incêndio e abandono devem seguir o que foi determinado no Plano de Emergência.



Atividade de Estudos:

- 1) Elabore um Programa de Treinamento de Emergência para visitantes, com carga-horária de 15 minutos, constando o conteúdo e a forma de exposição (vídeo, panfleto, conversa etc.).

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Caro (a) pós-graduando (a), ao finalizarmos este capítulo concluímos nosso estudo sobre prevenção de incêndio e explosões. O engenheiro de segurança do trabalho no papel de gestor deve aplicar programas que minimizem os danos que um sinistro possa provocar na edificação e aos trabalhadores.

A empresa precisa continuar produzindo e gerando lucro, logo, uma parada decorrente de um incêndio ou explosão, além de oferecer risco à vida humana, gera prejuízos inestimáveis, inclusive no que tange ao *marketing* perante o mercado consumidor.

Sabemos que é mais difícil reconstituir a imagem da empresa do que investir em segurança. Nessa perspectiva, os equipamentos de combate devem ser instalados para casos de ocorrência, sobretudo para atender a legislação. Além disso, é essencial que haja integração e desenvolvimento de uma cultura preventiva e pró-ativa.

Com todo nosso estudo podemos compreender a importância de realizar ações de inspeção em equipamentos de combate ao incêndio, dimensionar de maneira adequada, segregar materiais combustíveis, fazer uma boa sinalização nas áreas de risco, identificando os equipamentos de combate ao incêndio, realizar um plano de emergência e formar uma boa equipe de emergência.

Esperamos que suas expectativas quanto ao aprendizado de proteção contra incêndio e explosões tenha sido alcançada e que você possa utilizar o material no desenvolver de sua profissão com sucesso. Continue estudando e aperfeiçoando-se no curso!

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14276**: Programa de Brigada de Incêndio. Rio de Janeiro: 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saída de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15219**: Plano de emergência contra incêndio. Rio de Janeiro: 2005.

CAMILLO JUNIOR, Abel Batista; LEITE, Walmir Corrêa. Brigadas de Incêndio. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

GARMATTER NETO, Carlos. **Incêndio e explosões**. Curitiba: UFPR, 1999.

GILL, Afonso Antonio; LEAL, Omar Lima. Processo de elaboração de plano de emergência. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994 Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994 Decreto Estadual no 4.909, de 18 Out 1994.

NORMAS REGULAMENTARES. **NR 23**: Proteção Contra Incêndios. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.