

Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Manual básico de combate a incêndio



Módulo 5
- Segurança contra incêndio -

2ª edição

2009

Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Aprovado pela portaria n.º 30, de 10 de novembro de 2006 e publicado no Boletim Geral n.º 216, de 16 de novembro de 2006.

Comissão de Elaboração

TEN-CEL QOBM/Comb. RICARDO V. TÁVORA G. DE CARVALHO, mat. 00188-0
CAP QOBM/Comb. LUCIANO MAXIMIANO DA ROSA, mat. 00322-0;
CAP QOBM/Comb. MARCELO GOMES DA SILVA, mat. 00341-7;
CAP QOBM/Compl. FÁBIO CAMPOS DE BARROS, mat. 00469-3;
CAP QOBM/Compl. GEORGE CAJATY BARBOSA BRAGA, mat. 00477-4;
CAP QOBM/Comb. ALAN ALEXANDRE ARAÚJO, mat. 00354-9;
CAP QOBM/Comb. HELEN RAMALHO DE O. LANDIM, mat. 00414-6;
CAP QOBM/Comb. DEUSDETE VIEIRA DE SOUZA JÚNIOR, mat. 00404-9;
1o TEN QOBM/Comb. VANESSA SIGNALE L. MALAQUIAS, mat. 09526-6;
1o TEN QOBM/Comb. ANDRÉ TELLES CAMPOS, mat. 00532-0;
1o TEN QOBM/Comb. SINFRÔNIO LOPES PEREIRA, mat. 00570-3;
1o TEN QOBM/Comb. MARCOS QUINCOSES SPOTORNO, mat. 00565-7;
2o TEN QOBM/Comb. KARLA MARINA GOMES PEREIRA, mat. 00583-5;
2o TEN QOBM/Comb. RISSEL F. C. CARDOCH VALDEZ, mat. 00589-4;
2o TEN QOBM/Comb. MARCELO DANTAS RAMALHO, mat. 00619-X;
2o TEN KARLA REGINA BARCELLOS ALVES, mat. 00673-4;
1o SGT BM GILVAN BARBOSA RIBEIRO, mat. 04103-3;
2o SGT BM EURÍPEDES JOSÉ SILVA, mat. 04098-3;
3o SGT BM JOAQUIM PEREIRA LISBOA NETO, mat. 06162-X;
3o SGT BM HELDER DE FARIAS SALAZAR, mat. 07265-6.

Comissão de Revisão

TEN-CEL QOBM/Comb. WATERLOO C. MEIRELES FILHO, mat.00186-4;
MAJ QOBM/Comb. MÁRCIO BORGES PEREIRA, mat. 00249-6;
CAP QOBM/Comb. ALEXANDRE PINHO DE ANDRADE, mat. 00383-2;
1o TEN QOBM/Compl. FÁTIMA VALÉRIA F. FERREIRA, mat. 00597-5;
2o TEN QOBM/Comb. LÚCIO KLEBER B. DE ANDRADE, mat. 00584-3.

Revisão Ortográfica

SBM QBMG-1 SOLANGE DE CARVALHO LUSTOSA, mat. 06509-9.

Brasília-DF, 10 de novembro de 2006.

SOSSÍGENES DE OLIVEIRA FILHO — Coronel QOBM/Comb.
Comandante-Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

2009 – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em CD-ROM.

Apresentação da 2ª edição.

Quando o Manual básico de combate a incêndio foi criado, em 2006, tinha por objetivo nortear a conduta do bombeiro do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal nas ações de combate a incêndio urbano, atentando para os princípios basilares da segurança e da efetividade do socorro prestado.

Várias obras subsidiaram o processo de construção do conteúdo apresentado, com o intuito de fornecer o maior número possível de informações sobre as ações técnicas e táticas de combate a incêndio e sobre a experiência de outros corpos de bombeiros frente a um inimigo comum.

Nesta segunda edição, a comissão teve a oportunidade de rever os conceitos aplicados, por meio da consulta a novas literaturas, bem como aprimorar o conteúdo já existente, com base na experiência da instrução diária e nas adaptações que toda profissão requer para evoluir.

Neste contexto, não se poderia deixar de agradecer aos profissionais que, direta ou indiretamente, contribuíram para que a presente obra fosse atualizada.

Com a dedicação que lhes é peculiar, alguns militares contribuíram para esta revisão, tendo sido designados ou não para tal. Movidos pelo amor à profissão, estes militares engrandecem o nome da instituição e inspiram seus colegas.

A comissão agradece especialmente ao Coronel QOBM/Comb RRm Ivan Feregueti Góes que, mesmo em seu merecido descanso, não poupou esforços para contribuir, com sua experiência profissional e de ensino, a toda a obra aqui apresentada e de modo especial à parte tática do manual.

O presente manual será revisado sempre que necessário ao bom desempenho do bombeiro em sua missão “vidas alheias e riquezas salvar”.

Sumário

Introdução	1
1. Aspectos gerais	3
2. Sistema de Segurança contra Incêndio e Pânico	9
3. Classificação das medidas de proteção.....	17
4. Sistemas de proteção contra incêndio e pânico	23
4.1. Saídas de emergência	25
4.1.1 Escada não enclausurada	31
4.1.2 Escada enclausurada protegida	32
4.1.3 Escada enclausurada à prova de fumaça.....	33
4.1.4 Escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada..	36
4.1.5 Dimensionamento das saídas de emergência.....	38
4.2. Iluminação de emergência	39
4.3. Sinalização de emergência	43
4.4. Detecção automática e alarme manual de incêndio.....	47
4.4.1 Central de alarme e painel repetidor.....	48
4.4.2 Detectores.....	49
4.4.2.1. Detector de fumaça	51
4.4.2.2. Detector de temperatura	53
4.4.2.3. Detector de chama.....	55
4.4.2.4. Detector linear.....	56
4.4.2.5. Detector de fumaça por amostragem.....	56
4.4.3 Avisadores audiovisuais	59
4.4.4 Acionadores Manuais.....	60
4.5. Instalações prediais de gás liquefeito de petróleo (GLP)	61
4.5.1 Limites de inflamabilidade do GLP.....	64
4.5.2 Forma de armazenamento do GLP.....	64
4.5.3 Recipientes transportáveis	65
4.5.4 Recipientes estacionários.....	72
4.5.5 Sistema canalizado de gás.....	72
4.6. Extintores de incêndio	80
4.6.1 Aspectos gerais	81
4.6.2 Dimensionamento para as classes de incêndio	87
4.7. Hidrantes de parede.....	91
4.8. Mangotinhos.....	104

4.9. Chuveiros automáticos (sprinklers).....	105
4.9.1 <i>Classificação dos sistemas</i>	<i>107</i>
4.9.2 <i>Classificação dos riscos das ocupações.....</i>	<i>111</i>
4.9.3 <i>Componentes do sistema.....</i>	<i>114</i>
4.9.4 <i>Tipos de chuveiros (bicos).....</i>	<i>124</i>
4.10. Sistemas de supressão especiais	126
4.10.1 <i>Sistemas de supressão por inundação por CO₂.....</i>	<i>126</i>
4.10.2 <i>Sistemas fixos de combate por agentes limpos.....</i>	<i>129</i>
4.10.3 <i>Sistemas de supressão por inundação por HFC-227..</i>	<i>132</i>
4.10.4 <i>Sistemas de supressão por inundação por gás argonite (INERGEN) e argônio.....</i>	<i>134</i>
4.10.5 <i>Sistema de água nebulizada e tecnologia Water Mist</i>	<i>136</i>
4.10.6 <i>Sistema de combate a incêndio com espuma.....</i>	<i>141</i>
4.11. Instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas.....	143
4.12. Brigadas de incêndio e planos de emergência	146
Bibliografia	149

Introdução

Este módulo do manual tem o objetivo de apresentar aos bombeiros, de forma básica, o funcionamento dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico existentes nas edificações, conforme suas características construtivas, a fim de que essas informações sejam utilizadas pelas guarnições para melhorar a eficiência nas ações de salvamento e combate a incêndio.

Embora, em um primeiro momento, possa parecer que as informações sobre os sistemas de segurança contra incêndio e pânico sejam muito técnicas ou desnecessárias, uma vez que elas devem ser implementadas bem antes da existência de qualquer sinistro, cabe ressaltar que o seu conhecimento é de extrema importância para a atuação do bombeiro em um incêndio predial. Saber, por exemplo, quais as áreas elaboradas para se tornarem seguras em um incêndio pode ser a diferença entre a morte e a vida.

O conteúdo ora abordado não esgota o assunto e não é direcionado aos profissionais de fiscalização dos sistemas de segurança contra incêndio e pânico, mas visa fornecer ao combatente um panorama completo sobre a sua área de atuação, fazendo com que ele aja com segurança tanto no que se refere às vítimas como a si mesmo.

1. Aspectos gerais

Ao serem chamadas para atender a ocorrência de incêndio em edificação, normalmente, as guarnições encontram sistemas de proteção do próprio prédio, tais como: saídas de emergência, extintores, hidrantes e chuveiros automáticos (*sprinklers*).

Tais sistemas de proteção são projetados e executados por profissionais da área de engenharia, após aprovação do CBMDF e, portanto, não foram instalados aleatoriamente em uma edificação.

Os sistemas se destinam, principalmente, a facilitar as ações de combate a incêndio e salvamento desenvolvidas pelas equipes de socorro. Por esses motivos, saber utilizá-los torna-se fundamental.

Os bombeiros podem e devem usar, prioritariamente, os meios que a edificação dispõe no combate e no salvamento de vítimas. A utilização desses recursos na tática de combate a incêndios facilita as ações, diminuindo os riscos associados ao uso de outras técnicas.

Portanto, conhecer os sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações é fator preponderante para o bom desempenho nas ações de bombeiros, uma vez que o socorro será mais eficiente na medida em que a guarnição souber tirar proveito dos recursos instalados no prédio.

O combate a incêndio se realiza por meio de um ciclo operacional composto por três fases: prevenção, extinção (ou combate propriamente dito) e perícia. A perícia refere-se à investigação das causas de incêndio. A extinção refere-se às técnicas e táticas de combate propriamente ditas, tratadas nos módulos 3 e 4 deste manual.

A prevenção antecede a ocorrência do incêndio. Normalmente, é desenvolvida por meio de palestras, instruções, e, principalmente, adoção de medidas de proteção contra incêndio e pânico. Tais medidas são o

tema deste módulo e englobam os sistemas de proteção contra incêndio e pânico. Porém, antes de dar início ao tema, faz-se necessário conhecer um pouco mais sobre a engenharia de segurança contra incêndio e pânico.

No passado, os profissionais de segurança exerciam suas funções empiricamente, utilizando apenas treinamentos básicos adquiridos em suas ocupações. Pouco a pouco, a segurança tem se convertido em uma ciência completa e multidisciplinar. Atualmente, os diversos ramos da segurança (pessoal, patrimonial, do trabalho ou contra incêndio) lançam mão, em larga escala, de recursos altamente tecnológicos.

A engenharia de proteção contra incêndios é o campo da engenharia que trabalha para a salvaguarda da vida e do patrimônio, minimizando eventuais perdas devidas ao fogo e às explosões, bem como por outros danos decorrentes do sinistro.

O engenheiro de proteção contra incêndios se preocupa tanto com a proteção de instalações, quanto com a segurança das vidas humanas. É por isso que muitos se referem à profissão como a segurança contra incêndio e pânico, unindo assim a segurança da vida humana com a proteção das instalações.

A segurança contra incêndio e pânico é uma área bastante dinâmica, uma vez que está intimamente relacionada à evolução dos conhecimentos técnico-científicos, mas seu dinamismo não está (nem pode estar) restrito somente ao conhecimento tecnológico.

Ela deve levar em consideração a forte inter-relação com os demais ramos do conhecimento. A segurança contra incêndio e pânico, portanto, resulta da interação positiva entre os diversos ramos da engenharia (civil, elétrica, mecânica etc.), com a área físico-química e com áreas econômico-administrativas e comportamentais. Dessa forma, a consecução da segurança contra incêndio e pânico deve ponderar tanto os

aspectos técnico-materiais como os aspectos sócio-econômicos presentes na dualidade homem-meio.

A atividade de segurança contra incêndio e pânico relaciona diversos atores sociais: usuários das edificações, órgãos públicos de fiscalização, seguradoras, empresas prestadoras de serviço de segurança contra incêndio e pânico, profissionais de projeto e construtoras, além de entidades e laboratórios de pesquisa.

Cada um desses setores da sociedade possui interesses específicos, que, por vezes, entram em conflito. Esses interesses conflitantes, muitas vezes, são totalmente legítimos. Logo, é preciso que os interesses de cada setor sejam equilibrados e respeitados.

O sistema global de segurança contra incêndio e pânico é um conjunto de ações que se originam do perfeito entendimento dos objetivos da segurança contra incêndio e dos requisitos funcionais a serem atendidos pelos edifícios.

Edifício seguro contra incêndio é aquele que possui uma baixa probabilidade de início de incêndio e, caso ocorra, há alta probabilidade de que todos os seus ocupantes sobrevivam sem sofrer qualquer injúria e, no qual os danos às propriedades serão confinados às vizinhanças imediatas do local em que se iniciou, sendo reduzidas as perdas provocadas pelo incêndio.

Para tal, as edificações deverão possuir os seguintes requisitos funcionais:

- dificultar a ocorrência do incêndio, bem como a sua generalização no ambiente onde se originou;
- facilitar a extinção do incêndio antes da ocorrência da generalização no ambiente onde eclodiu;

- dificultar a propagação do incêndio para outros ambientes do edifício, caso o incêndio tenha se generalizado no seu ambiente de origem;
- facilitar a fuga dos usuários da edificação;
- dificultar a propagação do incêndio para outros edifícios;
- não sofrer ruína parcial ou total;
- facilitar as operações de combate ao incêndio e de resgate de vítimas.

Com base nos requisitos funcionais que os edifícios devem possuir, são adotadas as medidas de prevenção e de proteção contra incêndio.

As medidas de prevenção visam controlar o risco do início do incêndio e as medidas de proteção visam proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio, sendo divididas em duas categorias: uma relativa ao processo produtivo e a outra relacionada ao uso do edifício, podendo ser ativas ou passivas.

O CBMDF, por meio da Diretoria de Serviços Técnicos, adota medidas que atuam nas duas categorias acima referenciadas, na análise do projeto e na vistoria, consecutivamente, como será abordado mais adiante.

Na análise de projetos, são verificadas as medidas relacionadas com o processo de produção do edifício, como: o correto dimensionamento das instalações de serviço, a provisão da sinalização de emergência, o controle da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos, a provisão de equipamentos de combate, a compartimentação, a provisão de detectores de incêndio etc.

Na vistoria, são observadas as medidas relacionadas com o uso da edificação, como: a manutenção das instalações, a conscientização do usuário, a quantidade de materiais combustíveis incorporados e

estocados, a elaboração de planos de abandono, a formação e treinamento de brigadas etc.

Portanto, os conceitos de edifício seguro e de segurança global norteiam as ações de prevenção do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e ditam a filosofia de trabalho na área da segurança contra incêndio e pânico.

2. Sistema de segurança contra incêndio e pânico

2.1. Base legal

O Corpo de Bombeiros Militar é órgão integrante da segurança pública. De acordo com a Carta Magna, em seu artigo 144, a segurança pública é dever do Estado e direito e responsabilidade de todos, sendo exercida por meio de alguns órgãos para a preservação da ordem pública e da incolumidade, tanto das pessoas como do patrimônio.

Aos corpos de bombeiros militares cabem ainda as funções de defesa civil e outras especificadas em lei.

As competências do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) são definidas pela Lei nº 8.255 (LOB – Lei de Organização Básica), de 20 de novembro de 1991, regulamentada pelo Decreto nº 16.036 (RLOB – Regulamento da Lei de Organização Básica), de 4 de novembro de 1994.

No contexto deste módulo, interessam as competências que dizem respeito à segurança contra incêndio e pânico. Dentre elas destacam-se:

- realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;
- realizar perícias de incêndios;
- realizar pesquisas técnico-científicas com vistas à obtenção de produtos e processos que permitam o desenvolvimento de sistemas de segurança contra incêndio e pânico;
- realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;
- fiscalizar o cumprimento da legislação referente à prevenção¹ contra incêndio e pânico;

¹ O texto legal cita “prevenção”, mas acredita-se ser mais apropriado o uso do termo “segurança”.

- desenvolver, na comunidade, a consciência para os problemas relacionados com a segurança contra incêndio e pânico.

A segurança contra incêndio e pânico envolve a prevenção, o combate (extinção) e a perícia de incêndios. No entanto, cabe impor restrições ao âmbito do presente módulo, pois são tratados apenas dos incêndios urbanos, mais especificamente dos incêndios em edificações. Por esse motivo, deixam de ser abordados outros tipos de incêndio bem como o serviço de perícia.

Para dar cumprimento às competências relacionadas anteriormente, o CBMDF dispõe de um sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico composto pela Diretoria de Serviços Técnicos, pela 7ª Seção do Estado-Maior Geral (EMG) e pelos Grupos e Seções de Serviços Técnicos das Unidades Militares.

O Estado-Maior Geral é o órgão de direção geral responsável pelo estudo, planejamento, coordenação, fiscalização e controle de todas as atividades da Corporação. É encarregado da elaboração de diretrizes e ordens do comando, acionando os demais órgãos (de direção setorial, de apoio e de execução) no cumprimento de suas atividades.

Sua ligação com o sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico se dá por meio de vários órgãos dos quais se destaca a 7ª Seção, que é a responsável pelo assessoramento em questões relativas à legislação técnica, pesquisa tecnológica, perícias e prevenções.

Outro órgão é a Diretoria de Serviços Técnicos (DST), sendo este o organismo de direção setorial do sistema. Incumbe-se de estudar, analisar, planejar, controlar e fiscalizar as atividades atinentes à segurança contra incêndio e pânico no Distrito Federal. Entre suas competências orgânicas estão:

- realizar contatos com órgãos externos à Corporação;

- elaborar normas de segurança contra incêndio e pânico e propor programas relativos à sua área de atribuição;
- propor o aperfeiçoamento da política, da administração, da legislação e das normas vigentes;
- promover estudos, análises e pesquisas, tendo em vista o aprimoramento e a racionalização das atividades relacionadas com segurança contra incêndio e pânico;
- planejar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar as atividades do serviço de hidrantes da Corporação;
- expedir pareceres técnicos sobre segurança contra incêndio e pânico.

As unidades militares (operacionais) são órgãos setoriais de execução, responsáveis pelo planejamento estratégico, coordenação, controle, fiscalização e execução de atividades operacionais e administrativas dentro de sua área de atuação. Dentre suas atribuições estão:

- manter registro estatístico das ocorrências verificadas em sua área de atuação;
- planejar, coordenar e fiscalizar a atuação e o cumprimento da legislação referente à segurança contra incêndio e pânico;
- apoiar a DST em suas competências, com pessoal treinado para a realização de vistorias;
- manter banco de dados sobre os sistemas de segurança contra incêndio e pânico existentes em suas áreas de atuação, mediante o processamento das informações coletadas nos serviços de vistorias técnicas.

O sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF cumpre uma importante função, que é a de fazer a conexão entre os diversos segmentos de combate a incêndios² da Corporação. Uma atuação eficiente, integrada e de qualidade nos diversos ramos da segurança contra incêndio e pânico do Corpo de Bombeiros é obtida no trabalho articulado dos setores de prevenção, extinção e perícia de incêndios.

A importância prática dessa integração para as unidades operacionais é indiscutível, visto que lhes pode ser disponibilizado, por exemplo, o mapeamento das edificações de sua área de atuação com riquezas de detalhes. E, desse modo, aumentar sua eficiência, na medida em que dispõem de melhores recursos técnicos e táticos de combate a incêndios.



Figura 1 - Ciclo operacional: integração da prevenção, da extinção e da perícia de incêndio

A legislação técnica que dava suporte a essa estrutura de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF até o ano de 2000 era o

² Fala-se em área de combate a incêndios em sentido amplo, envolvendo a prevenção, o combate propriamente dito (ou extinção) e a perícia de incêndios, e formando, em conjunto, um sistema completo.

Decreto nº 11.258, de 16 de setembro de 1988, o qual foi substituído pelo Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000.

A grande vantagem do atual Regulamento de segurança contra incêndio e pânico (RSIP) é tratar apenas de aspectos gerais, deixando a regulamentação específica de sistemas de proteção contra incêndio e pânico para as normas técnicas (NTs).

As NTs são editadas mediante portaria do Comandante-Geral da Corporação, o que permite que acompanhem passo a passo as evoluções tecnológicas dos sistemas de proteção.

Na falta de NT do CBMDF sobre algum sistema, são adotadas as normas dos órgãos oficiais (Ministério do Trabalho e Emprego, Agência Nacional de Petróleo) ou da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por exemplo. E no caso de inexistência de normas nacionais atinentes a determinado assunto, poderão ser utilizadas normas internacionais (como a *National Fire Protection Association* – NFPA ou a *British Standard* - BS).

Cabe ressaltar que o RSIP aplica-se a edificações novas, além de servir como exemplo de situação ideal, que deve ser buscada em adaptações de edificações existentes, consideradas as limitações e possibilidades de adequação.

Nos casos em que a adoção dos meios de proteção contra incêndio e pânico prejudique, comprovadamente, as condições estruturais do edifício, as exigências constantes em Normas Técnicas poderão ser dispensadas ou substituídas, desde que sejam garantidos os recursos básicos de segurança das pessoas, a critério do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

2.2. Aspectos funcionais

A segurança contra incêndio e pânico inicia-se no planejamento de uma cidade, bairro ou quadra, isto é, no planejamento urbanístico. Nessa fase, deve ser pensada a localização dos hidrantes urbanos e do quartel de atendimento a emergências, conjuntamente com a definição dos critérios de parcelamento territorial (taxa de ocupação dos lotes, afastamentos, vias de acesso), de destinação dos imóveis (comerciais, residenciais, industriais) e de porte das edificações (altas, baixas, etc.).

No entanto, a participação de profissionais especializados em segurança contra incêndio e pânico na fase de urbanismo ainda é muito incipiente no país. Uma atuação um pouco mais representativa (porém, ainda tímida) ocorre na fase do planejamento arquitetônico e estrutural.

O projeto arquitetônico do prédio deve ser submetido à Consulta Prévia do CBMDF antes de ser aprovado pela Administração Regional.

Isso porque a dinâmica do incêndio afeta e é afetada por critérios de distribuição de espaços, de circulações horizontais (corredores) e verticais (escadas, rampas, elevadores) e por aspectos de ventilação e de resistência estrutural, entre outros. Portanto, efetivamente, a proteção contra incêndio é pensada na fase do projeto de instalações.

O projeto de instalações contra incêndio e pânico (ou simplesmente projeto de incêndio) é o planejamento de como os sistemas de proteção contra incêndio e pânico cumprirão sua função no prédio. Determina critérios de aquisição, instalação, funcionamento e manutenção dos sistemas.

A análise do projeto de incêndio tem por função fiscalizar os critérios mínimos de segurança impostos pela legislação. Na análise, são

verificadas as adequações dos sistemas projetados quanto à legislação em vigor.

O ideal é que o projeto anteceda a obra, mas nem sempre isso acontece. A inversão da ordem projeto → obra causa transtornos e aumento de custos.

Finalizada a obra, para que a edificação possa ser ocupada, deve ser obtido o documento de *habite-se*. A emissão da carta de habite-se leva em conta o parecer da vistoria técnica do CBMDF. A vistoria para habite-se confere a adequação dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico executados em relação ao projeto de incêndio aprovado anteriormente.

Após a vistoria para habite-se, as edificações, em geral, necessitam ser aprovadas em vistoria técnica do CBMDF para receberem o *alvará de funcionamento*³ e desenvolverem determinada atividade comercial ou industrial. Na vistoria para alvará de funcionamento, é verificada a adequação dos sistemas instalados, de acordo com a atividade a ser desempenhada no local, podendo ser emitido um alvará permanente (ou definitivo), ou um precário (ou temporário) ou, ainda, um eventual.

³ A emissão do alvará de funcionamento é regida por legislação própria, que não se vincula, necessariamente, à emissão prévia do habite-se. Atualmente está em vigor a Lei n.º 4.201, de 2 de setembro de 2008, regulamentada pelo Decreto n.º 29.566, de 30 de setembro de 2008. A referida legislação estabelece que a vistoria do CBMDF ocorrerá previamente à emissão do Alvará de Funcionamento somente para as atividades classificadas como de risco pelo Anexo I do Decreto, que não atendam à legislação urbanística e não funcionem em edificações que possuam Carta de Habite-se, expedida nos últimos 5 (cinco) anos, contados da publicação da Lei.

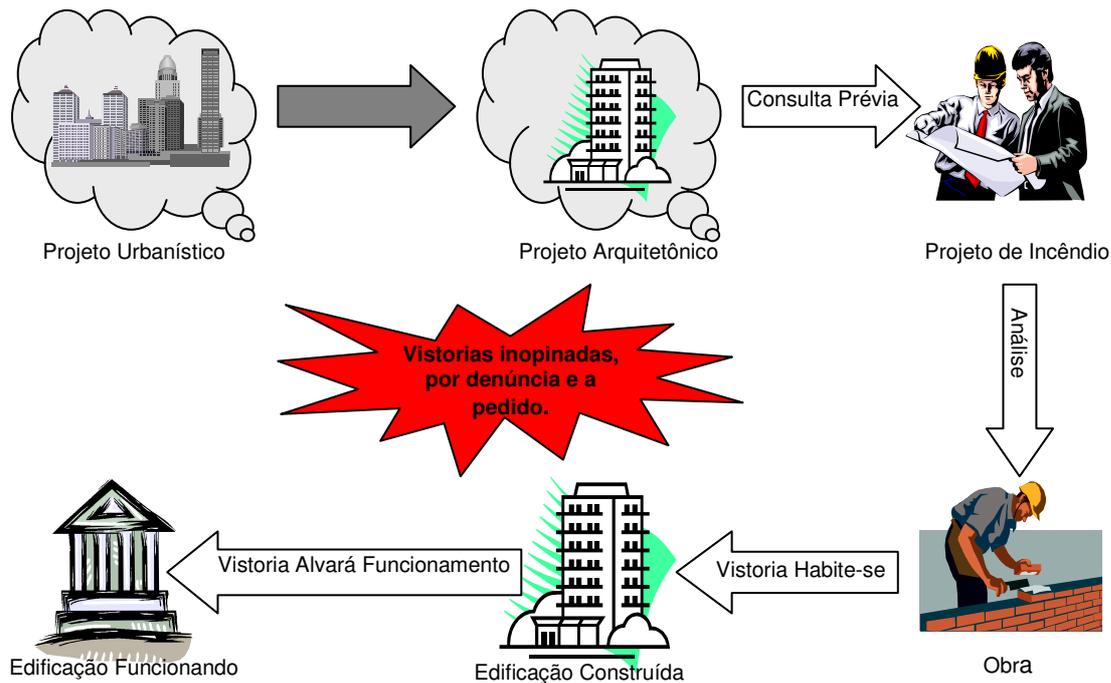


Figura 2 - Fluxograma de uma obra de engenharia

No caso do alvará de funcionamento para atividades eventuais, ou seja, para *shows*, festas, encontros, feiras, etc. que ocorram fortuitamente em edificações ou outras áreas, a vistoria técnica realizada pelo CBMDF busca verificar a adequação dos sistemas instalados (inclusive afastamentos) com a atividade a ser desenvolvida.

Porém, por se tratarem de atividades que estimulam a concentração de público, é dado um enfoque especial aos sistemas que auxiliam a fuga das pessoas em caso de sinistro.

Vale ressaltar que a fiscalização do CBMDF não se limita a essas etapas, pois a Corporação realiza ainda vistorias técnicas ocasionais, que podem ser motivadas por denúncias ou por pedidos, ou, ainda, por demanda própria.

As primeiras visam dar resposta a relatos sobre a existência de obras, edificações ou outras áreas em desacordo com as normas de segurança; enquanto que a vistoria a pedido é realizada quando há uma solicitação de verificação das condições de segurança contra incêndio e

pânico de determinado local, a qual pode se restringir a um determinado sistema de proteção.

Já a vistoria inopinada só é realizada quando há demanda interna. Ela pode ocorrer quando, por exemplo, houver a necessidade de se fazer um levantamento estatístico, no caso de ocorrências graves em locais similares, devido a uma determinação do comando, etc.

3. Classificação das medidas de proteção

As medidas de proteção contra incêndio e pânico podem ser englobadas em duas categorias: medidas de proteção passiva e medidas de proteção ativa.

A proteção passiva⁴ pode ser entendida como o conjunto de medidas de prevenção e controle do surgimento, do crescimento e da propagação do incêndio. Destaca-se que ela cumpre a sua função independentemente da ocorrência de sinistros.

Tais medidas garantem a resistência ao fogo dos elementos construtivos e dificultam a propagação da fumaça nos ambientes, além de facilitar a fuga dos usuários, permitindo a aproximação e o ingresso de bombeiros na edificação para o desenvolvimento das ações de combate a incêndios.

A proteção ativa, por sua vez, está intimamente relacionada à ocorrência do sinistro, respondendo, manual ou automaticamente, aos estímulos provocados pelo fogo. Logo, são medidas de combate a incêndio compostas basicamente pelas instalações prediais de proteção contra incêndio.

De acordo com o RSIP, as medidas de proteção mais conhecidas são:

I – Passivas

a) Meios de prevenção contra incêndio e pânico:

- correto dimensionamento das instalações elétricas;
- sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e de iluminação de emergência;
- sinalização de segurança; e

⁴ A NBR 14432:2000 da ABNT define a proteção passiva como sendo: “Conjunto de medidas incorporadas ao sistema construtivo do edifício, sendo funcional durante o uso normal da edificação e que reage passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo condições propícias ao seu crescimento e propagação, garantindo a resistência ao fogo, facilitando a fuga dos usuários e a aproximação e o ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate”.

- uso adequado de fontes de ignição e de produtos perigosos.

b) Meios de controle do crescimento e da propagação do incêndio e do pânico:

- controle de quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos, decorativos e de acabamentos;
- controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos;
- controle da fumaça e dos produtos da combustão;
- compartimentação horizontal e vertical; e
- afastamentos entre edificações.

c) Meios de detecção e alarme⁵:

- sistema de: alarme, detecção de incêndio, comunicação de emergência, observação e vigilância (circuito fechado de TV).

d) Meios de escape:

- saídas de emergência; e
- aparelhos especiais para escape (tobogã, oriró, etc.).

e) Meios de acesso e facilidade para operação de socorro:

- vias de acesso (avenidas, ruas);

⁵ Apesar da classificação apresentada definir os meios de detecção e alarme como medidas de proteção passiva, existem outras que os colocam como medidas de proteção ativa, uma vez que respondem aos estímulos (calor, fumaça, radiação) provocados pelo fogo.

- acesso à edificação (entradas principais, de serviço, elevadores);
- dispositivos de fixação de cabos para resgate e salvamento;
- hidrantes urbanos; e
- mananciais (reserva técnica de incêndio, caixa d'água).

f) Meios de proteção contra colapso estrutural:

- correto dimensionamento das estruturas (de concreto, madeira, metálica) à ação do fogo.

g) Meios de administração da proteção contra incêndio e pânico:

- brigada de bombeiros particulares (brigada de incêndio)⁶.

II – Ativas

Nas medidas de proteção ativas, destacam-se os seguintes meios de extinção de incêndio:

- sistema de proteção por: extintores de incêndio e hidrantes;
- sistema de chuveiros automáticos (comumente conhecidos como sprinklers); e
- sistema fixo de: espuma, gás carbônico (CO₂), pó para extinção de incêndio, água nebulizada, gases especiais (comumente encontrados nos modelos FM-200, Inergen, Halon).

⁶ A classificação da brigada de bombeiros particulares como medida de proteção passiva está relacionada à sua atuação enquanto meio de detecção (ação humana) das ocorrências e para o acionamento dos bombeiros profissionais e, apesar de a classificação de meios de detecção e alarme como proteção passiva poder ser questionada, não há dúvidas de que a atuação de combate a princípio de incêndio está englobada nas medidas de proteção ativas.

Todos esses sistemas servem para facilitar os trabalhos dos bombeiros. Por isso, é muito importante saber utilizá-los nas ações de combate a incêndio!

4. Sistemas de proteção contra incêndio e pânico

Como visto anteriormente, um sistema de proteção contra incêndio e pânico consiste em um conjunto de medidas ativas e passivas. Esses sistemas, atuando em conjunto, têm como principais objetivos:

- dificultar o surgimento e a propagação do incêndio,
- facilitar a fuga das pessoas da edificação, no caso de ocorrência de sinistro, garantindo-lhes a integridade física; e
- simultaneamente, facilitar as ações de salvamento e combate a incêndio das corporações de bombeiros, tornando-as rápidas, eficientes e seguras.

A seleção dos sistemas de proteção adequados para cada tipo de edificação deve ser feita tendo por base a análise dos riscos de início de um incêndio e de sua propagação, bem como de suas conseqüências. É necessário também identificar a extensão do dano que pode ser considerado tolerável.

A principal tarefa para garantir a segurança do imóvel é diminuir o risco da ocorrência da generalização do incêndio (*flashover*). O uso de dispositivos de segurança, tais como chuveiros automáticos e detectores de incêndio, além de limitar a propagação da queima, agilizam a comunicação do incêndio ao Corpo de Bombeiros e são importantes medidas a serem utilizadas em edificações de médio à grande porte.

Também devem ser levadas em consideração a distância entre o edifício e a unidade do Corpo de Bombeiros mais próxima e a qualidade de seus equipamentos. Um bom projeto deverá equilibrar o uso de dispositivos de segurança com a proteção estrutural (medidas que evitam o colapso da estrutura em caso de incêndio).

Cabe ressaltar que ainda existem medidas que reduzem o risco de generalização do incêndio e a propagação do incêndio, das quais se destacam as seguintes:

- controle do tipo, quantidade e distribuição da carga de incêndio⁷;
- características da ventilação do compartimento;
- compartimentação horizontal e vertical;
- resistência das estruturas ao fogo;
- sistemas de proteção contra incêndio (medidas de proteção ativas e passivas); e
- um bom projeto de segurança contra incêndio e pânico.

O dimensionamento adequado de um ou mais sistemas não é garantia de proteção satisfatória. Os sistemas devem trabalhar em conjunto e ser dimensionados de acordo com algumas características da própria edificação, tais como:

- tipo de público que a frequenta;
- características construtivas (concreto, alvenaria, madeira, aço);
- dimensões (altura, número de pavimentos, área construída);
- tipo de atividade desenvolvida no local (residência, teatro, comércio, escola);
- características arquitetônicas peculiares (fachadas de vidro, recuo de fachadas);

⁷ Definição de carga de incêndio (Módulo 1): quantidade total de material combustível existente em prédio, espaço ou área passível de ser atingida pelo fogo, incluindo materiais de acabamento e decoração, expressa em unidades de calor ou em peso equivalente de madeira.

- facilidade de acesso ao corpo de bombeiros em caso de sinistro;
- importância do conteúdo (bens, informações) da edificação; e
- riscos decorrentes da interrupção de suas atividades (centrais de fornecimento de energia, centrais telefônicas, hospitais, museus, bibliotecas).

Conhecendo bem os sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações (aspectos práticos), os bombeiros terão condições de usá-los a favor da tática e das técnicas de combate a incêndios.

4.1. Saídas de emergência

Na ocorrência de sinistro, normalmente, a primeira reação das pessoas é procurar resguardar a própria vida, abandonando o local de perigo e refugiando-se em local seguro⁸. Em função disso, o provimento de saídas de emergência deve ser a primeira preocupação.

As saídas de emergência devem propiciar um caminho contínuo, devidamente protegido, a ser percorrido pelos ocupantes da edificação em caso de incêndio ou outra emergência, que vai da área interna até a área externa segura ou para outro local em conexão com esta.

Saída de emergência é o caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, *halls*, passagens externas, balcões (sacadas), vestíbulos (átrios), escadas, rampas ou outros dispositivos de saída, podendo ainda ser formada pela combinação destes. Será percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, em comunicação com a rua.

⁸ Existem também aquelas pessoas que permanecem estáticas, paralisadas diante da situação.

Com base nessa definição e tendo em vista as características de uma edificação verticalizada, podem ser identificados três componentes das saídas de emergência:

- acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- rotas de saída verticais: escadas, rampas ou elevadores de emergência;
- descarga.

As saídas de emergência devem seguir as prescrições da NBR 9.077 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As rotas de saída verticais mais comuns são as escadas, portanto será dado maior destaque ao estudo delas. Porém, existem ainda as rampas e os elevadores de emergência com suas peculiaridades e devida importância.

As rampas são utilizadas principalmente em hospitais para permitir a passagem de macas e cadeiras de rodas. Os elevadores de emergência são adotados em prédios altos, acima de vinte pavimentos.

As saídas de emergência visam garantir que as pessoas sujeitas a uma situação de incêndio sobrevivam com os menores danos possíveis. Tendo em vista essa característica, alcançar as saídas de emergência deve ser uma meta constante das pessoas envolvidas em um incêndio.

As saídas de emergências constituem uma das medidas de proteção mais eficazes por atenderem duas finalidades básicas, que são:

- permitir a retirada dos ocupantes da edificação com segurança; e
- promover o acesso seguro das equipes de bombeiros.

As guarnições de bombeiros devem sempre priorizar a utilização das saídas de emergência como rota para efetuar suas ações de combate e salvamento nas edificações.

As saídas de emergência devem prover uma rota livre de calor e fumaça para se chegar ao local sinistrado, com exceção das escadas não enclausuradas. Além disso, servem de caminho seguro para evacuação e resgate de pessoas, bem como transporte de materiais (mangueiras, esguichos, chaves e outras ferramentas).

As saídas são projetadas pensando-se em duas filas de pessoas, no mínimo, passando ao mesmo tempo por elas. Portanto, as guarnições podem orientar, durante a operação, que as pessoas que estão descendo andem sempre pela direita. Dessa forma, é possível que os usuários desçam por um lado, enquanto as guarnições de socorro adentram pelo outro, sem maiores complicações.

As guarnições podem orientar que as pessoas andem sempre pela direita da escada, de forma que saiam por um lado e os bombeiros adentrem pelo outro.

As larguras mínimas das saídas, em qualquer caso (corredores, escadas, rampas), devem ser as seguintes:

- 1,10 metros, correspondendo a duas unidades de passagem (ou duas filas de pessoas); e
- 2,20 metros, para permitir a passagem de macas, camas e outros, comumente encontradas em hospitais e assemelhados.

Unidade de passagem é a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55 metro.

É importante distinguir escadas de emergência das demais escadas de uma edificação. Escada de emergência é a escada integrante de uma rota de saída, podendo ser constituída por:

- escada não enclausurada;
- escada enclausurada protegida;
- escada enclausurada à prova de fumaça;
- escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada;

Com base nesta definição de escada de emergência, fica evidenciado que, embora a maioria das pessoas possa acreditar no contrário, uma escada não precisa, necessariamente, ser enclausurada (fechada) para ser considerada de emergência.

Levando em consideração esse fato, apesar da distinção apresentada, qualquer escada pode, eventualmente, funcionar como uma rota de fuga. Portanto, mesmo as escadas que, em princípio, não são destinadas a saídas de emergência são alvo de fiscalização e devem atender a certos parâmetros normativos.

As escadas devem apresentar algumas características gerais de construção, tais como:

1. ser constituídas com material incombustível e oferecer, nos elementos estruturais, resistência ao fogo de, no mínimo, 2h;
2. ter os pisos dos degraus e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama;
3. ter os pisos com condições antiderrapantes e que permaneçam antiderrapantes com o uso; e
4. os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos, tais como móveis, divisórias móveis, locais para exposição de

mercadorias e outros, de forma permanente, mesmo quando o prédio estiver supostamente fora de uso⁹.

Dentro desses parâmetros, destacam-se que: toda saída de emergência deve ser protegida de ambos os lados por paredes ou guardas (guarda-corpos) contínuas, sempre que houver qualquer desnível de altura maior do que 19 centímetros, para evitar quedas. A altura das guardas deve ser, no mínimo, de 1,10 metro.

Guarda-corpo ou guarda é uma barreira protetora vertical, delimitando as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro.

Outro elemento de importância nas saídas de emergência é o corrimão. Ele é constituído por uma barra, cano ou peça similar, que possua uma superfície lisa, arredondada e contínua, devendo estar localizado junto às paredes ou às guardas de escadas (ou guarda-corpo – apoio do corrimão que fica à meia altura, servindo como proteção para a lateral da escada), rampas ou passagens. Serve para as pessoas nele se apoiarem ao subir, descer ou se deslocar.

⁹ Este é um item importante, mas nem sempre respeitado pelos usuários dos prédios. Sempre que for identificado o desrespeito a tal obrigatoriedade, os órgãos de fiscalização do CBMDF devem ser acionados.

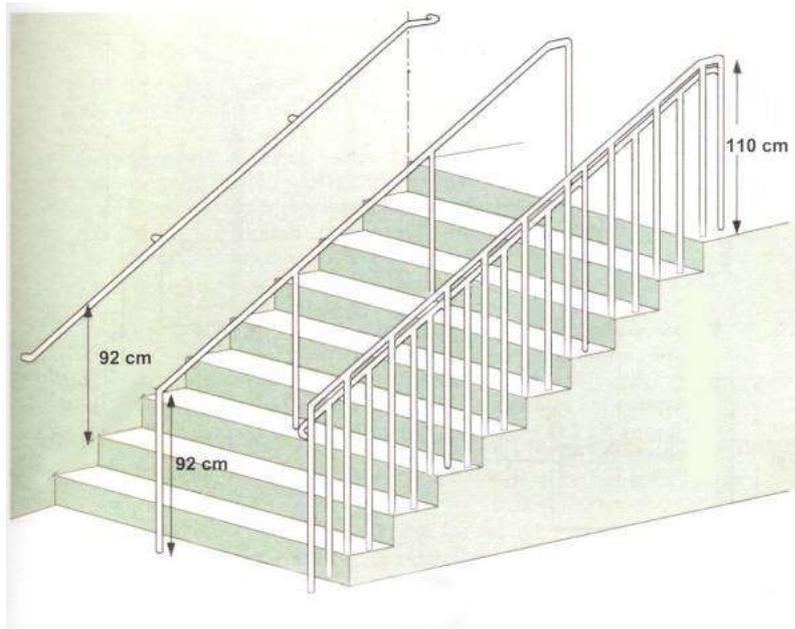


Figura 3 - Alturas de guarda-corpo e corrimão em escadas

As saídas de emergência podem, conforme o caso, ser dotadas de portas corta-fogo ou resistentes ao fogo.

De acordo com a definição contida na NBR nº 11.742 da ABNT, a **porta corta-fogo** (PCF) usada para saída de emergência é uma porta do tipo de abrir com eixo vertical, que consegue impedir ou retardar a propagação do fogo, calor e gases, de um ambiente para o outro.

As PCF devem ter resistência ao fogo, que é a propriedade de suportar o fogo e proteger ambientes contíguos durante sua ação, ou seja, capacidade de confinar o fogo (estanqueidade, limitação dos gases quentes e isolamento térmico) e de manter a estabilidade ou resistência mecânica, por determinado período. Essa propriedade é determinada mediante ensaio realizado conforme a NBR nº 6.479.

Dentro das normatizações relativas a escadas de emergência, cabe destacar que a NBR nº 9.077 define que a escada enclausurada protegida deve possuir **porta resistente ao fogo** (PRF), por 30 minutos, referindo-se, portanto, à propriedade de isolamento térmico que esse tipo de porta deve possuir.

Em virtude de vários problemas relacionados à saída de um grande volume de pessoas, comumente encontrado em locais de concentração de público, como cinemas, teatros, auditórios, etc., verificou-se a necessidade de instalação de dispositivo que possibilitasse a abertura fácil das portas: a **barra antipânico**.

Esse dispositivo permite o destravamento da folha de uma porta, no momento em que é acionado, mediante a simples pressão exercida sobre a barra, no sentido de abertura. Seu emprego é feito por meio de uma barra horizontal fixada na face da folha.



Figura 4 - Porta corta-fogo com barra antipânico

Para se abrir a porta, basta empurrá-la para frente pela barra antipânico.

4.1.1 Escada não enclausurada

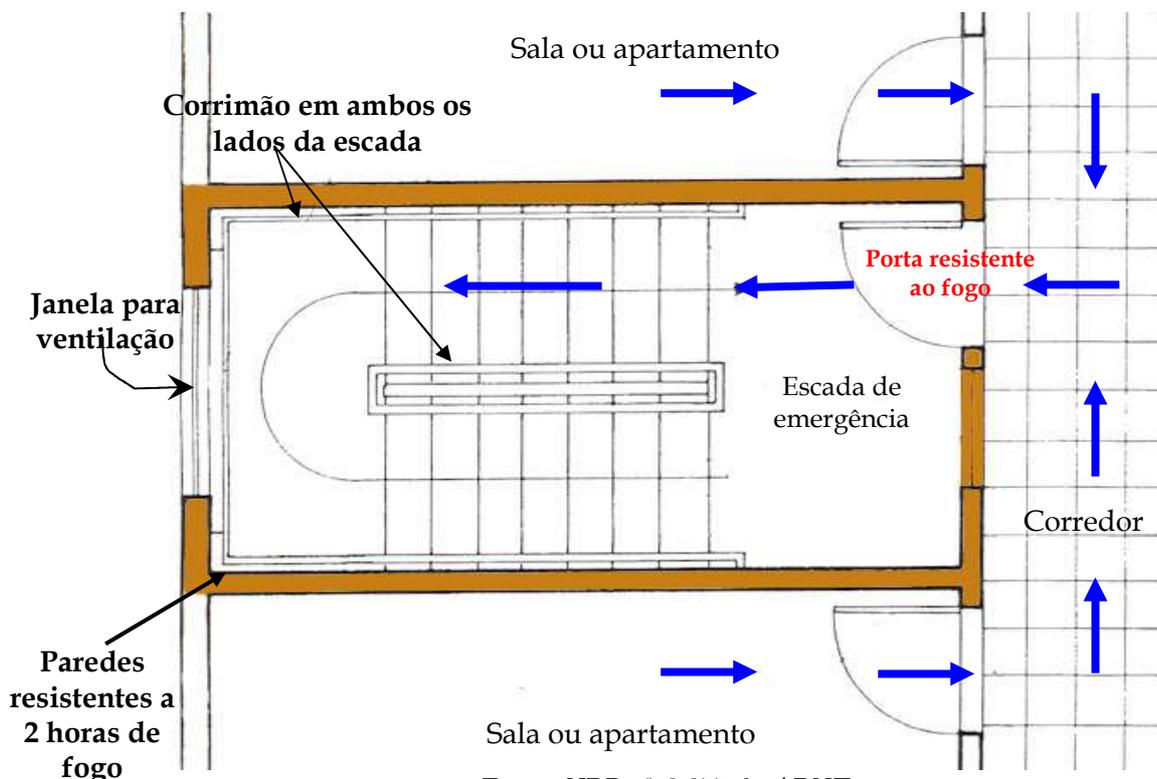
Escada não enclausurada (NE) é uma escada sem a proteção lateral de paredes corta-fogo e sem portas corta-fogo. Isso significa que, havendo fumaça no ambiente, conseqüentemente, haverá também nas

escadas, o que exigirá dos bombeiros uma ação mais cautelosa nos procedimentos de retirada das vítimas.

4.1.2 Escada enclausurada protegida

A escada enclausurada protegida, ou mais comumente conhecida como escada protegida (EP), é definida como uma escada devidamente ventilada, situada em ambiente envolvido por paredes corta-fogo¹⁰ e dotada de portas resistentes ao fogo.

Essa escada caracteriza-se não só pela existência de porta na entrada da caixa de escada, mas também por ser ventilada. A ventilação é constituída por entrada de ar no térreo, janelas nos pavimentos (ou ventilação alternativa) e alçapão de alívio de fumaça no limite superior.



Fonte: NBR nº 9.077 da ABNT.

Figura 5 - Vista superior da escada protegida

¹⁰ Parede corta-fogo: parede com capacidade para resistir ao fogo e à fumaça por um determinado período de tempo, mantendo suas funções e isolando o ambiente.

Na Figura 5, as setas azuis no desenho indicam a rota dos ocupantes para abandonar a edificação.

A escada protegida oferece uma relativa proteção contra os gases quentes provenientes de um incêndio, pois a ventilação nesse tipo de escada não impede que a fumaça adentre na caixa da estrutura.

Isso ocorre porque a porta não é estanque à fumaça (trata-se de uma porta resistente ao fogo e não de uma porta corta-fogo) e, quando as pessoas abrem-na para adentrar a escada, arrastam consigo fumaça para seu interior, não existindo meio (antecâmara ou pressão positiva) que a impeça de entrar.

Escadas enclausuradas são cercadas por paredes, com ventilação e devem:

- proteger a rota do calor convectivo;
- proteger a rota da fumaça;
- apresentar nível mínimo de iluminação;
- ser sinalizadas, indicando o caminho a ser seguido.

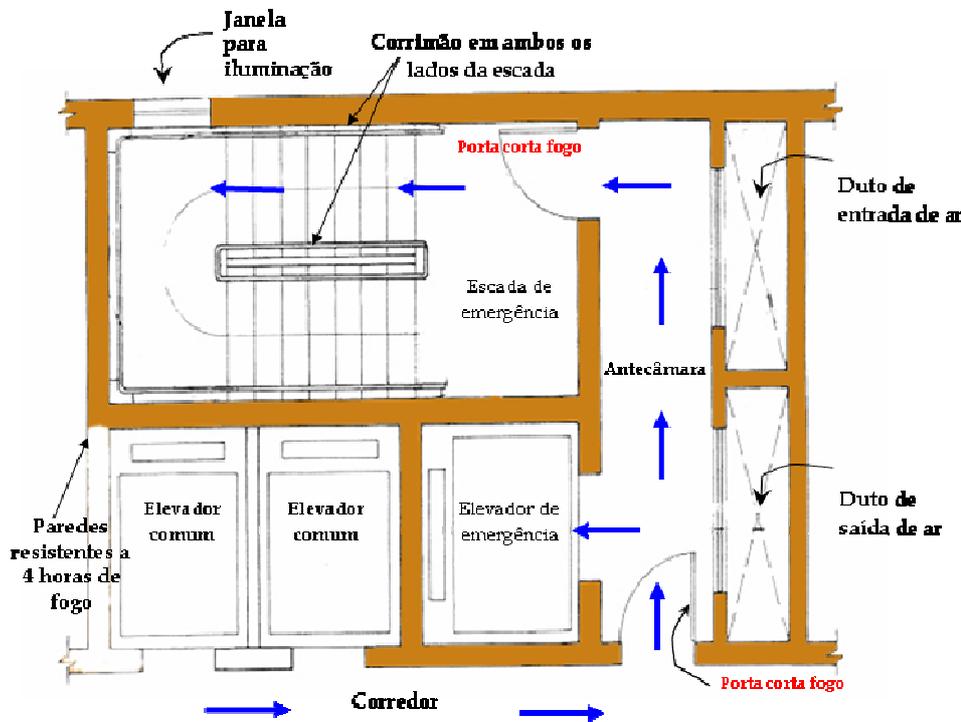
4.1.3 Escada enclausurada à prova de fumaça

Escada enclausurada à prova de fumaça (PF) é aquela cuja caixa é envolvida por paredes corta-fogo e dotada de porta corta-fogo, cujo acesso é feito por antecâmara igualmente enclausurada ou local aberto, de modo a evitar fogo e fumaça no interior da escada em caso de incêndio na edificação.

A antecâmara da escada PF é ventilada por meio de dutos de ventilação natural. Os dutos constituem um sistema integrado para a entrada de ar puro e saída de fumaça e gases quentes do ambiente da antecâmara.

Diferentemente da escada EP, quando uma pessoa abre a porta da escada PF, a fumaça que é arrastada consigo não entra diretamente

na caixa de escada, sendo encaminhada para o duto de saída na antecâmara.



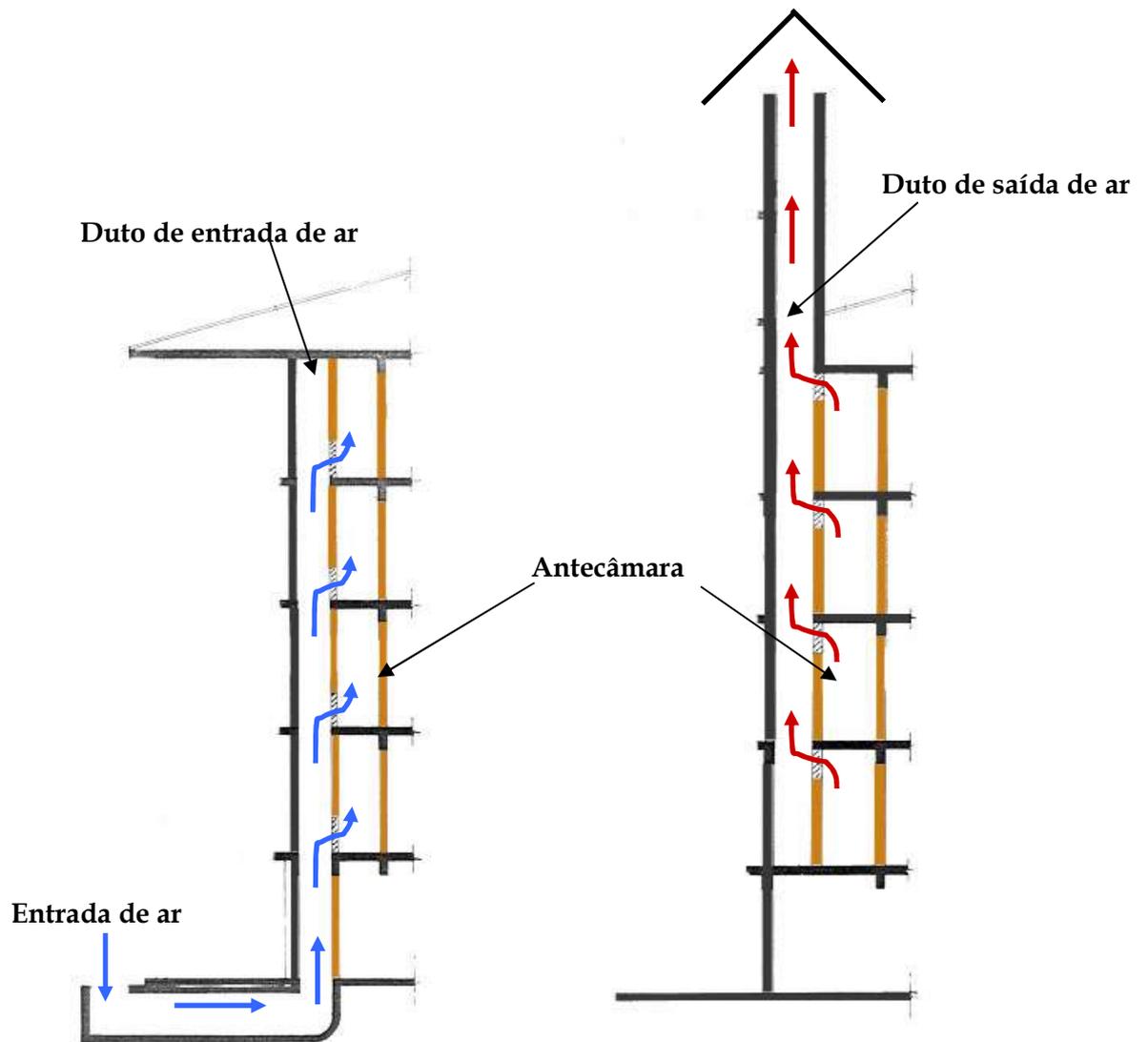
Fonte: NBR nº 9.077 da ABNT.

Figura 6 - Vista superior de uma escada enclausurada à prova de fumaça

O princípio de ventilação da escada PF é o efeito chaminé: um diferencial de pressão provocado pelo ar dentro da edificação, que está em uma temperatura diferente daquela do ar na parte externa.

Pelas aberturas na parte superior (duto de saída) e inferior (duto de entrada), promove um fluxo de ar natural (através do edifício) para cima, quando o ar dentro do prédio for mais quente (que é precisamente o caso da fumaça de incêndio) e para baixo, quando for mais frio.

Na Figura 6, as setas azuis indicam a rota dos ocupantes para abandonar a edificação. O elevador de emergência também é protegido pelas paredes resistentes ao fogo e tem acesso pela antecâmara. Os dutos servem para garantir o escoamento da fumaça e a entrada de ar puro.



Fonte: NBR nº 9077 da ABNT.

Figura 7 - Vista lateral dos dutos de entrada e saída de ar da escada PF

A Figura 7 apresenta um corte esquemático lateral dos dutos de entrada e saída de ar da escada PF. As setas azuis indicam a rota de entrada do ar, enquanto as setas vermelhas indicam a rota de saída da fumaça.

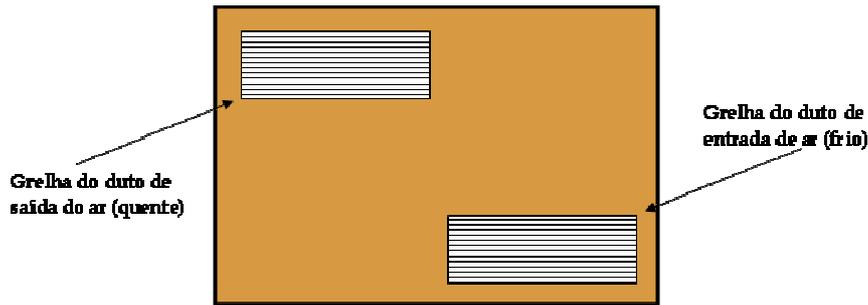


Figura 8 - Vista da parede da antecâmara com os dutos de entrada e saída de ar

A escada PF auxilia bastante nas ações de retirada de vítimas do edifício, por garantir um ambiente de ar respirável para elas enquanto saem da edificação.

4.1.4 Escada enclausurada à prova de fumaça pressurizada

Escada à prova de fumaça pressurizada (PFP) é a escada cuja condição de estanqueidade à fumaça é obtida por método de pressurização mecânica. O método de pressurização consiste em fornecer um suprimento de ar para um ambiente (escada, antecâmara, etc.), mantendo-o a uma pressão mais alta do que a verificada nos espaços adjacentes, preservando um fluxo de ar para o exterior da edificação, por meio das vias de escape de ar.

O objetivo é criar um gradiente de pressão (e, conseqüentemente, um fluxo de ar), com pressão mais alta nas saídas de emergência (escadas, antecâmaras, saguões ou corredores) e uma pressão progressivamente decrescente nas áreas fora da rota de fuga, a fim de impedir que a fumaça e os gases tóxicos do incêndio adentrem e dificultem o abandono da edificação.

Constituem alguns componentes básicos das escadas PFP:

- sistema de detecção e acionamento (deve haver um sistema de detecção de incêndio que acione as máquinas de pressurização);
- suprimento mecânico de ar externo (captação de ar puro para insuflar na caixa de escada);
- trajetória (ou via) de escape de ar (aberturas ou frestas por onde o ar da escada escapa para o exterior da edificação); e
- fonte de energia garantida (pode ser um motogerador que garanta o funcionamento do sistema mesmo na ausência de energia da concessionária).

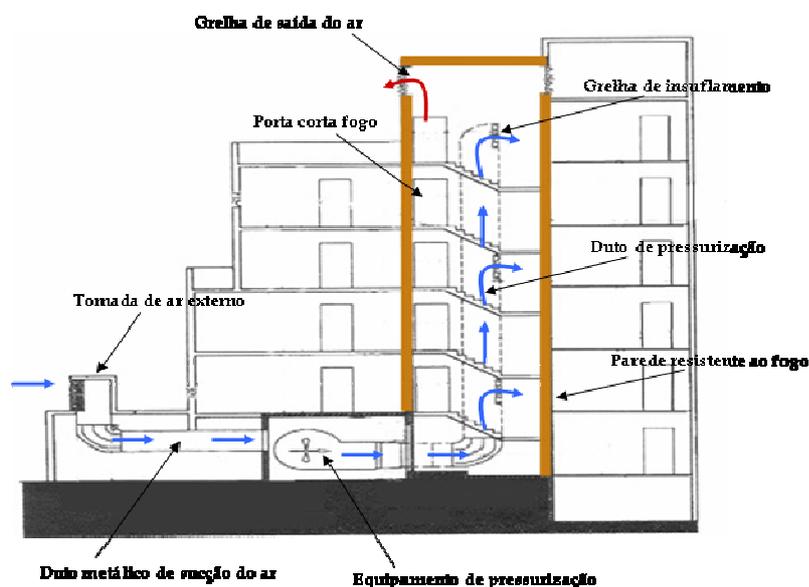
Torna-se necessário determinar não apenas onde será introduzido o suprimento de ar fresco, mas também por onde sairá e quais rotas serão utilizadas no processo.

Além disso, é preciso ter em mente que o sistema depende de uma fonte de energia autônoma que lhe confira confiabilidade, bem como um sistema de detecção e alarme de incêndio que faça o acionamento do sistema de pressurização.

O sistema de pressurização pode ser projetado para operar somente em caso de emergência ou, alternativamente, manter um nível baixo de pressurização para funcionamento contínuo, com previsão para um nível maior de pressurização apenas em situação de emergência. Essa última possibilidade é chamada de sistema de pressurização em dois estágios, enquanto que a primeira é conhecida como sistema de pressurização em um estágio ou estágio único.

De maneira geral, o sistema em dois estágios é considerado preferível, pois alguma medida de proteção estará permanentemente em

operação e, portanto, qualquer propagação de fumaça nas etapas iniciais de um incêndio será prevenida, além de promover a renovação do ar no interior da escada.



Fonte: Instrução Técnica nº 13/2004 CBPMESP
 Figura 9 - Vista lateral de uma escada PFP

As grelhas de insuflação são dispostas a cada dois pavimentos.

4.1.5 Dimensionamento das saídas de emergência

As saídas de emergência são dimensionadas, basicamente, em função da população do edifício, conforme a NBR nº 9.077, onde o tipo, a quantidade e a largura das escadas de emergência dos prédios são baseados nesse critério.

O tipo da escada – NE, EP, PF ou PFP – é definido de acordo com a ocupação (residencial, comercial, industrial, etc.) e da altura da edificação.

O número mínimo de saídas exigido para os diversos tipos de ocupação é determinado em função da altura, dimensões da estrutura e características construtivas. A largura das saídas deve ser dimensionada

em relação ao número de pessoas que por elas devam transitar, para cada tipo de ocupação.

A seguir são dados alguns exemplos práticos existentes no Distrito Federal:

- edifício residencial de três ou quatro pavimentos de até 12 metros de altura¹¹, típico no Cruzeiro, Guará, Sudoeste, Taguatinga (QNL): 1 escada NE;
- edifício residencial de seis pavimentos, comum nas Asas Norte e Sul¹²: 1 escada EP;
- edifício residencial de doze, quinze ou mais pavimentos, com altura superior a 30 metros, existente em Águas Claras e alguns em Taguatinga Centro: 1 escada PF ou PFP;
- edifício comercial de escritórios de dez ou mais pavimentos, com altura superior a 30 metros, típico dos setores centrais de Brasília (Setor Bancário, Hoteleiro, de Autarquias, etc.): pelo menos 1 escada PF ou PFP.

4.2. Iluminação de emergência

O pânico nas pessoas pode ser gerado ou agravado pela simples ausência de iluminação no ambiente. Para evitar que ocorra esse tipo de problema e, ainda, auxiliar na retirada segura de pessoas do local, facilitando as ações de salvamento e combate a incêndio dos bombeiros, a edificação deve dispor de um sistema automático de iluminação de emergência.

¹¹ Altura de acordo com o RSIP: “Distância compreendida entre o ponto que caracteriza a saída situada no nível de descarga do prédio (soleira) e o ponto mais alto do piso do último pavimento superior”.

¹² É preciso ter o cuidado de verificar o prédio especificamente, pois construções mais antigas, como as da Asa Sul, não possuem escada do tipo EP, mas, sim, do tipo NE.

Os parâmetros normativos do sistema são estabelecidos pela NBR nº 10.898 da ABNT.

A iluminação de emergência é o tipo de iluminação que deve clarear ambientes e rotas pré-determinadas, na falta de iluminação normal, por um período de tempo mínimo.

O sistema de iluminação de emergência deve:

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

Em casos especiais, a iluminação de emergência deve garantir, sem interrupção, os serviços de primeiros socorros em hospitais, de controles aéreos, marítimos, ferroviários e outros serviços essenciais instalados.

No caso do abandono total do edifício, o tempo da iluminação deve incluir, além do tempo previsto para a evacuação, o tempo que o pessoal da intervenção e de segurança necessita para localizar pessoas perdidas ou para terminar o resgate em caso de incêndio.

Na prática, a autonomia do sistema, que é o tempo mínimo em que se asseguram os níveis de iluminância exigidos, é de uma hora.

No local do incêndio, mesmo desligando a energia elétrica, o sistema de iluminação de emergência garante a luminosidade mínima nas rotas de fuga por uma hora.

É importante que os bombeiros lembrem que a iluminação de emergência estará presente nas rotas de fuga. Conseqüentemente, deverão utilizar lanternas nas ações de combate a incêndio e salvamento no interior da edificação.

Existem dois tipos de iluminação: permanente e não-permanente.

A permanente é aquela em que as lâmpadas de iluminação comum são alimentadas pela rede elétrica da concessionária, sendo comutadas, automaticamente, para a fonte de alimentação de energia alternativa, em caso de falta e/ou falha da fonte normal.

Já a iluminação não permanente é aquela em que as lâmpadas acendem somente em caso de interrupção do fornecimento de energia da concessionária, sendo alimentadas, automaticamente, por fonte de energia alternativa (por exemplo: motogerador, baterias).

Os principais tipos de sistema são:

a) Conjunto de blocos autônomos (instalação fixa).

Utiliza baterias específicas para cada tipo de equipamento, a qual garante a autonomia individual de cada aparelho.

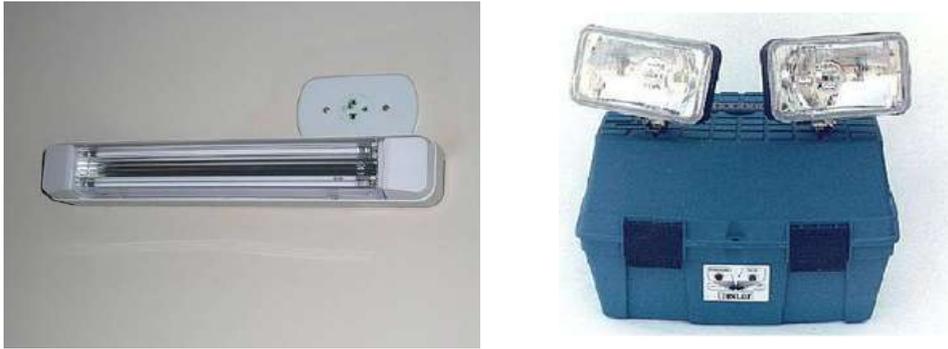


Figura 10 – Exemplo de bloco autônomo e farol de iluminação de emergência

b) Sistema centralizado com baterias.

Consiste no uso de baterias comuns, típicas de veículos automotores, para garantir a autonomia do sistema (circuito de alimentação da iluminação).

c) Sistema centralizado com grupo motogerador.

Um motor à explosão, comumente usado em veículos automotores, garante a autonomia elétrica do sistema.

O grupo motogerador automático deve assegurar energia estável em até 12 segundos depois de seu acionamento.



Figura 11 - Grupo motogerador

Em caso de incêndio em locais que possuam equipamentos elétricos alimentados por gerador de emergência, deve-se ter o cuidado de

verificar a tensão fornecida pelo gerador aos circuitos de alimentação desses equipamentos.

A iluminação de emergência deve funcionar com, no máximo, 30 Volts em corrente contínua, para evitar o risco de choque elétrico. Se não for possível usar uma tensão baixa (30 V) em instalações já existentes, o sistema poderá utilizar uma proteção aceitável ao seu emprego, a qual pode ser atingida por meio de disjuntores diferenciais para proteção humana.

Os tanques de armazenamento de combustível do motogerador com volume igual ou superior a 200 litros devem ser montados dentro de bacias de contenção com dreno e filtro de cascalho, além de corresponder às exigências da legislação local em respeito à segurança, a fim de evitar que o combustível se espalhe para outros ambientes.

4.3. Sinalização de emergência

Um problema bastante comum nas edificações é a falta de informações visuais que orientem os usuários quanto ao caminho a ser percorrido, em caso de emergência, para sair do edifício. Há também a deficiência de orientações referentes às ações adequadas, proibições, alertas e localização de equipamentos de segurança. Em caso de incêndio, isso pode acarretar grandes perdas de vidas.

A orientação da população de uma edificação é fornecida, basicamente, pela sinalização de segurança contra incêndio e pânico, regulamentada pela NBR nº 13.434 da ABNT.

A sinalização fornece uma mensagem geral de segurança, obtida por uma combinação de cor e forma, à qual é acrescida uma mensagem específica de segurança, pela adição de um símbolo gráfico gravado com cores em contraste com o fundo da sinalização.

A sinalização básica é constituída por quatro categorias de acordo com a sua função. A sinalização básica pode ser auxiliada por uma sinalização complementar, a qual tem a função de ajudar na indicação de possíveis obstáculos encontrados na rota de fuga, sendo feita por meio de uma faixa zebraada nas cores amarela e preta.

São tipos de sinalização:

a) **sinalização de proibição** – cuja função é evitar ações capazes de conduzir as pessoas ao início do incêndio. A sinalização de proibição deve ter forma circular, com uma cor de fundo branca ou amarela, coroada por uma borda circular e uma barrada vermelha, cobrindo o símbolo grafado na cor preta, podendo a sinalização ser margeada por um ambiente na cor branca ou amarela.



Figura 12 - Placas de proibição: proibido fumar e proibido produzir chama

b) **sinalização de alerta** – tem a função de chamar a atenção das pessoas para áreas e materiais potencialmente causadores de danos, ou seja, de risco. Suas características são: forma triangular tendo o fundo na cor amarela, com moldura na cor preta; sendo que o seu símbolo também é feito na cor preta, podendo ser margeado por elemento na cor branca ou amarela.



Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 13 - Placa de alerta: risco de incêndio, de explosão e de choque elétrico, respectivamente

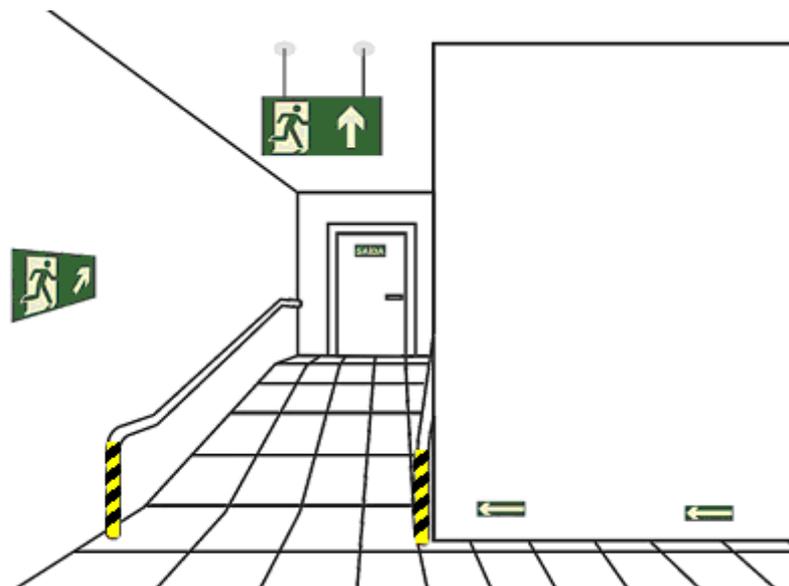
c) **sinalização de orientação e salvamento** – possui a função de indicar as rotas de saída do ambiente e as ações necessárias para acessá-las. Apresenta-se de forma quadrada ou retangular; tem o fundo na cor verde, com o símbolo destacado na cor branca ou amarela, podendo ser margeada na cor branca ou amarela.



Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 14 - Placas de sinalização de orientação e salvamento

A Figura 14 contém placas de sinalização de orientação e salvamento, indicando, respectivamente, o sentido de fuga no interior das escadas e o sentido de acesso de uma saída que não está aparente.



Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 15 - Exemplo de instalação da sinalização de orientação e salvamento

d) **sinalização de equipamentos de combate e alarme** – tem a função de indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio disponíveis. Deve ter a forma quadrada ou retangular e cor de fundo vermelha; a gravação do símbolo pode ser na cor branca ou amarela, podendo ser margeada por elementos na cor branca ou amarela.



Fonte: NBR nº 13.434-2.

Figura 16 - Sinalização de equipamentos de combate e alarme

A Figura 16 contém os símbolos que indicam, respectivamente, hidrante de incêndio, extintor de incêndio e válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos.

4.4. Detecção automática e alarme manual de incêndio

O sistema de detecção e alarme de incêndio é um conjunto de componentes, estrategicamente dispostos e adequadamente interligados, que fornece informações de princípios de incêndio por meio de indicações sonoras e visuais.

É, portanto, uma das formas de proteção da vida e da propriedade.

O sistema exerce um papel fundamental em um combate a incêndio, pois possibilita a localização remota do ponto onde está ocorrendo, para que possam ser tomadas as devidas providências, antes que venha a causar maiores problemas. Além disso, e mais importante, dá o aviso (alarme) a todos os ocupantes da edificação, permitindo a saída de forma rápida e eficiente, além de acionar os meios automáticos de combate a incêndio.

O comandante de socorro, ao adentrar na edificação, deve identificar, imediatamente, a central de alarme, que se localiza, geralmente, na portaria das edificações ou na sala de controles.

O sistema de detecção e alarme tem como base de normatização as NBR nº 9.441, 11.836 e 13.848 da ABNT, enquanto sua exigência de instalação é definida pela Norma Técnica nº 001 do CBMDF. O sistema de detecção automática e alarme manual é comumente encontrado em grandes edifícios comerciais, *shoppings*, hipermercados, grandes depósitos e etc.

A detecção de um incêndio faz-se por meio da percepção dos fenômenos físicos primários e secundários resultantes da queima.

Exemplos de fenômenos físicos primários: a variação ampla da temperatura do ar e a radiação visível e invisível da energia da chama.

Exemplos de fenômenos físicos secundários: presença de fumaça e de fuligem.

O grande desafio da detecção de efeitos primários, isto é, do calor e da chama, é o ajuste do sistema a níveis relativamente insensíveis, para não coincidir com variações normais do ambiente e assim provocar alarmes falsos.

Por exemplo: detectores de temperatura instalados próximos a tetos metálicos podem ser acionados em decorrência da alta temperatura ambiente atingida em algumas épocas do ano (geralmente no verão), levando a um entendimento errôneo por parte do sistema.

Já na detecção dos efeitos secundários, como a presença de fumaça, o dimensionamento é mais fácil, pois o incêndio produz uma informação de alerta não existente nas condições normais do ambiente.

O sistema de detecção e alarme é composto de central, painel repetidor, detectores, acionadores manuais, avisadores acústicos e visuais e circuitos (condutos e fiação). Não será especificado cada um dos componentes do sistema, por não ser o objetivo deste manual.

4.4.1 Central de alarme e painel repetidor

A central de alarme é o equipamento destinado a processar os sinais provenientes dos circuitos de detecção, a convertê-los em indicações adequadas e a comandar e controlar os demais componentes do sistema.

A central também pode controlar outros dispositivos, como *dumpers* de sistemas de ar condicionado, abertura e fechamento de portas corta-fogo e sistema de alimentação de energia.

Já o painel repetidor é o equipamento destinado a sinalizar, de forma visual e/ou sonora, no local de sua instalação, ocorrências

detectadas pelo sistema. Pode ser do tipo paralelo, com os indicadores alinhados e texto escrito, ou do tipo sinótico, no qual a planta é reproduzida em desenho e a indicação do lugar na área supervisionada.



Figura 17 - Exemplo de central de alarme

A central do sistema de detecção e alarme é de extrema importância para os bombeiros. Ela gerencia todo o sistema e tem a valiosa informação de onde está o foco de incêndio e sua extensão.

A central, geralmente, localiza-se na portaria das edificações ou na sala de controle e deve estar devidamente identificada. Em edificações de grande porte, a central está localizada na sala de controle, onde, muitas vezes, os bombeiros precisarão da ajuda da brigada contra incêndio do estabelecimento para localizá-la e colher informações. Em geral, faz-se necessário um conhecimento prévio (levantamento de risco) da edificação, para que a central do sistema seja localizada o mais rápido possível.

4.4.2 Detectores

Os detectores podem ser classificados em:

- pontuais;
- lineares; e

- por amostragem de ar (aspiração).

A detecção pontual é aquela em que o dispositivo (detector) é sensibilizado por determinados fenômenos físicos ou químicos que precedem ou acompanham um princípio de incêndio, no lugar de sua instalação, ou seja, o detector deve estar no local sinistrado.

O detector deve se localizar em ponto estratégico, com abrangência de uma área pré-determinada. Os fenômenos associados à combustão (fumaça, chama, elevação de temperatura) produzidos no ambiente deverão, necessariamente, chegar ao detector para sensibilizá-lo.

Caso exista uma corrente de ar no local que obrigue a fumaça ou as massas de ar quente a deslocarem-se em sentido diverso do detector ou caso exista alguma barreira diminuindo o ângulo de visualização do detector, ele não será acionado.

São exemplos de detectores pontuais: detectores de fumaça, detectores de temperatura fixa (termostático) com elemento bimetal, líquidos expansíveis, fusíveis ou pneumáticos, detectores termoeletrônicos, detectores combinados térmicos e velocimétricos, detectores com coeficiente de compensação, detectores fotoelétricos, detectores iônicos, detectores de fumaça por amostragem, detectores de chamas por oscilação das chamas, raios infravermelhos, fotoelétricos, raios ultravioletas, detectores de gases, detector de gás tipo semi-condutor, detector de gás tipo elemento catalítico.

Serão abordados os principais tipos de detectores, onde a detecção é feita pela percepção de fumaça, temperatura (calor) e chama (luz).

4.4.2.1. Detector de fumaça

Os detectores de fumaça podem ser de dois tipos: os iônicos e os ópticos.

O **sensor iônico** de fumaça possui no interior de seu encapsulamento, duas câmaras, sendo uma de referência e outra de amostragem. Em uma das câmaras há uma lâmina do elemento radioativo *amerício 241*, que ioniza as partículas de oxigênio e nitrogênio presentes no ar, permitindo um fluxo de corrente entre as câmaras em condições normais.

Quando a fumaça ou outros gases entram em contato com o ar do interior da câmara, as partículas ionizadas são neutralizadas, alterando a diferença de potencial entre as câmaras. A diferença de potencial é então amplificada no interior do detector e transmitida à central de detecção e alarme de incêndio.

O princípio de funcionamento do **detector óptico** de fumaça baseia-se na reflexão e dispersão de luz infravermelha. No seu interior é fixado um emissor de luz (*led*) que projeta um feixe de luz infravermelha pulsante por um labirinto interno, em cuja extremidade existe um fotodiodo. Em estado normal, o fotodiodo não recebe nenhuma luz do emissor.

Em caso de incêndio, a fumaça penetra no detector e a luz é refletida nas partículas de fumaça, atingindo o fotodiodo, no qual é transformada em sinal eletrônico. Quando dois desses sinais são detectados num período estabelecido, um circuito comparador opera o detector de fumaça, enviando um sinal eletrônico ao painel de detecção e alarme de incêndio.

Em alguns modelos, é possível ajustar o disparo somente quando o fotodiodo detectar um certo número de pulsos, permitindo um

ajuste de sensibilidade e maior eficiência para o não acionamento, em caso de pequena quantidade de fumaça, como a de um fósforo ou cigarro.

A instalação dos detectores de fumaça, sejam eles iônicos ou ópticos, obedece a certos parâmetros normativos.

A área máxima de proteção dos detectores pontuais de fumaça é de 81 m², para instalação em tetos, ambientes sem ventilação forçada e com altura de instalação até 8 metros.

A escolha do detector de fumaça deve ser feita de acordo com as características de combustão dos materiais contidos na área supervisionada, bem como dos locais nos quais serão instalados.

Os detectores de fumaça são localizados no teto, a não menos de 0,15 metro da parede lateral ou, em casos específicos, na parede lateral, à distância entre 0,15 metro a 0,30 metro do teto.

Dois fatores que podem inibir ou dificultar a detecção da fumaça são a estratificação e a movimentação excessiva do ar. A área de ação dos detectores de fumaça diminui à medida que aumenta o volume de ar trocado no ambiente.

O fenômeno de estratificação é a divisão do ar de um ambiente em camadas, o que ocorre devido a diferenças de temperatura e densidade, podendo impedir que partículas de fumaça ou gases gerados por uma combustão alcancem um detector instalado no teto.

Normalmente, o ar mais aquecido sobe devido ao empuxo. No entanto, se a temperatura do ar próximo ao teto estiver mais alta que a temperatura ambiente, o que é normal em épocas quentes do ano, impedirá a ascensão de outras massas de ar aquecido (ver Figura 18).



Figura 18 - Efeito da estratificação da fumaça

Em ambientes com pouca movimentação do ar, aquele que foi aquecido por causa da combustão de algum material, com ou sem chama, pode não ter força de ascensão suficiente para vencer o efeito da estratificação e atingir o detector.

Em locais onde pode ocorrer o fenômeno da estratificação ou ser necessária a detecção de combustão sem chama, deve-se prever a instalação de detectores de fumaça, alternadamente, no teto e em níveis mais baixos.

4.4.2.2. Detector de temperatura

Os detectores de temperatura podem ser termostáticos (temperatura fixa) ou termovelocimétricos.

Com o efeito físico da subida do ar quente (empuxo), os detectores de temperatura, que são, normalmente, fixados no teto, são sensibilizados pelo calor.

O detector de temperatura fixa é instalado em ambiente onde a ultrapassagem de determinada temperatura indique, seguramente, um princípio de incêndio.

O **detector termovelocimétrico** monitora a temperatura ambiente. Quando ela varia bruscamente ou ultrapassa um limite pré-estabelecido, o sensor informa à central de alarme. O princípio de

funcionamento desse detector é baseado em resistores sensíveis à variação de temperatura (termistores).

São utilizados dois termistores: um exposto à temperatura ambiente e outro fechado em um compartimento interno. Os dois termistores entrarão em equilíbrio térmico em situação de normalidade. Em caso de incêndio, o termistor que está exposto sofrerá um aumento de temperatura muito mais rápido do que aquele que se encontra selado. O sensor é ativado quando detectar uma diferença pré-determinada entre o valor dos termistores. Outra forma de disparo desses sensores ocorre quando a temperatura atinge um limite máximo. Assim, mesmo que a temperatura aumente lentamente, o sensor será ativado.

A aplicação dos detectores termovelocimétricos está indicada para incêndio que se inicia com uma elevação brusca de temperatura (de 7 a 8 °C por minuto). Seu uso é bastante limitado, devido ao fato de ser acionado somente quando o fogo já está se alastrando. Possui aplicação em locais onde exista fumaça e gases, sem haver fogo, como próximo a motores ou em áreas industriais.

A máxima área de proteção a ser empregada para detectores de temperatura é de 36 m², para uma altura máxima de instalação de 7 metros e tetos planos.



Fonte <http://www.ascani.com/foto/5251REM.jpg> e <http://todoextintor.com/fotos/1210.jpg>

Figura 19 - Exemplo de detector termovelocimétrico e térmico

4.4.2.3. Detector de chama

Dispositivo que é sensibilizado por uma determinada intensidade de radiação emitida por uma chama. São encontrados em ambientes onde o surgimento da chama precede a emissão de fumaça. É instalado de forma que seu campo de visão não seja impedido por obstáculos para assegurar a detecção do foco de incêndio na área por ele protegida.

Os detectores de chama são classificados pelo tipo de radiação em três tipos:

- detector de chama tremulante – utilizado para detecção de chama de luz visível, quando é modulada (tremulada) numa determinada frequência entre 400 nm e 700 nm;
- detector de chama ultravioleta – utilizado para detecção de energia radiante fora da faixa de visão humana, abaixo de 400 nm;
- detector de chama infravermelho – utilizado para detecção de energia radiante fora da faixa de visão humana, acima de 700 nm.

Os detectores de chama são recomendados em:

- áreas abertas ou semi-abertas onde ventos podem dissipar a fumaça, impedindo a ação dos detectores de temperatura ou de fumaça;
- áreas onde uma chama possa ocorrer rapidamente, tais como hangares, áreas de produção petroquímica, áreas de armazenagem e transferência, instalações de gás natural, cabines de pintura ou áreas de solventes;
- áreas ou instalações de alto risco de incêndio, freqüentemente, conjugados com um sistema de extinção

automático.

4.4.2.4. Detector linear

É um dispositivo composto por um transmissor, o qual projeta um feixe de luz infravermelho cônico, modulado através de uma área livre até um receptor, que manda um sinal a uma unidade de controle para análise.

Seu princípio de funcionamento lembra o sistema automático de abertura de portas de um *shopping*, no qual uma pessoa, ao interromper um feixe invisível, faz a porta abrir-se.

No caso do sistema de detecção linear, o acionamento ocorrerá quando a fumaça interromper o feixe, baixando o sinal recebido aquém do limiar de resposta. Isso faz disparar um alarme de incêndio. O limiar de ativação pode ser ajustado às condições ambientais.

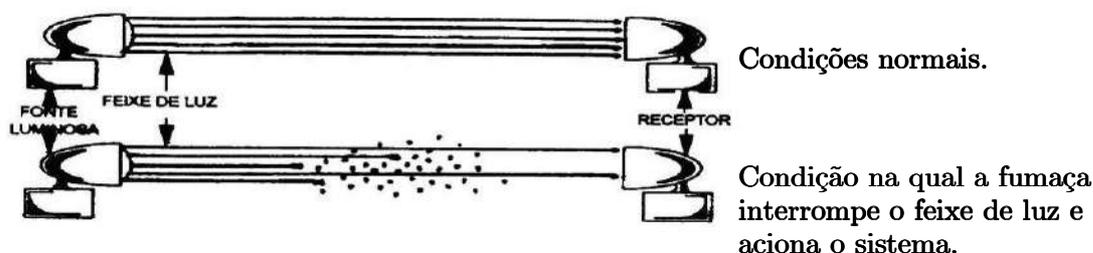
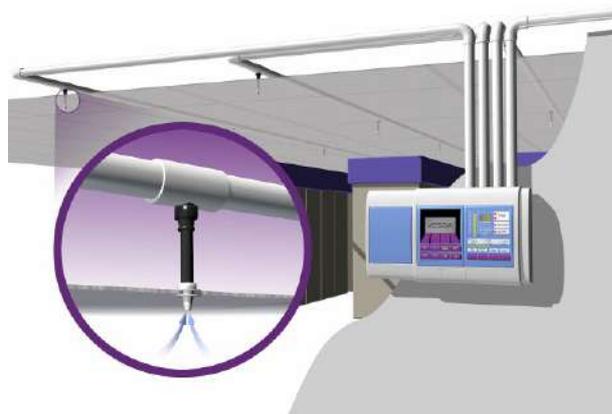


Figura 20 - Figura de detector linear

4.4.2.5. Detector de fumaça por amostragem

Sistema que detecta a fumaça presente em amostras de ar aspirado do ambiente protegido. O ar do ambiente protegido (CPD, central de medidores de energia, salas, galpões, etc.) é coletado por uma rede de tubos perfurados em pontos específicos. As amostras de ar são conduzidas a um dispositivo de detecção. Nesse sistema, a fumaça é detectada num estágio muito mais incipiente que nos demais.



Fonte: Manual Vision Systems VESDA

Figura 21 - Figura de detecção por amostragem

O ar é continuamente aspirado por meio de orifícios existentes nos tubos e atravessa um detector, sensível ao menor indício de partículas de fumaça. Uma amostra do ar passa por um filtro de dois estágios. No primeiro estágio, partículas de poeira e sujeira são removidas da amostra de ar, antes que entre na câmara de detecção a *laser* para a análise da fumaça.

O segundo estágio (filtragem ultrafina) tem a função exclusiva de fornecer ar limpo para proteger as superfícies ópticas, no interior do detector, contra contaminação e para garantir a calibragem estável e sua longa vida. Depois do filtro, a amostra de ar passa para a câmara calibrada de detecção, onde é exposta a uma fonte estável e controlada de luz *laser*.

Se a fumaça estiver presente, a luz dispersar-se-á no interior da câmara de detecção e será, instantaneamente, identificada pelos sensores ópticos de alta sensibilidade. O sinal será então processado e representado por meio de um gráfico de barras verticais de indicadores de nível de alarme e/ou *display* gráfico.

Os detectores são capazes de comunicar essa informação para o painel de controle e alarme de incêndio ou para o sistema de gerenciamento de edifícios, por meio de relés ou de uma interface de alto nível, como os programas gráficos de computador.

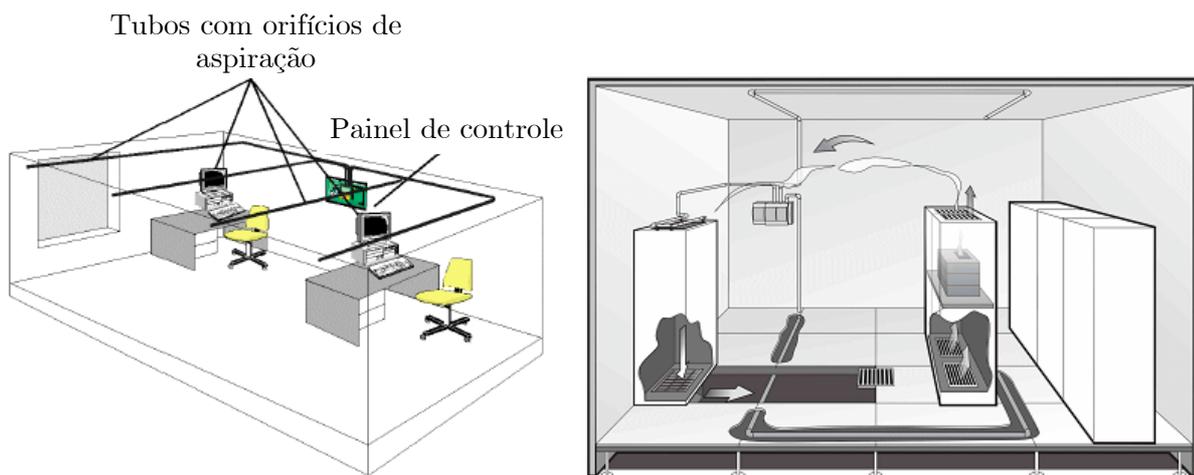
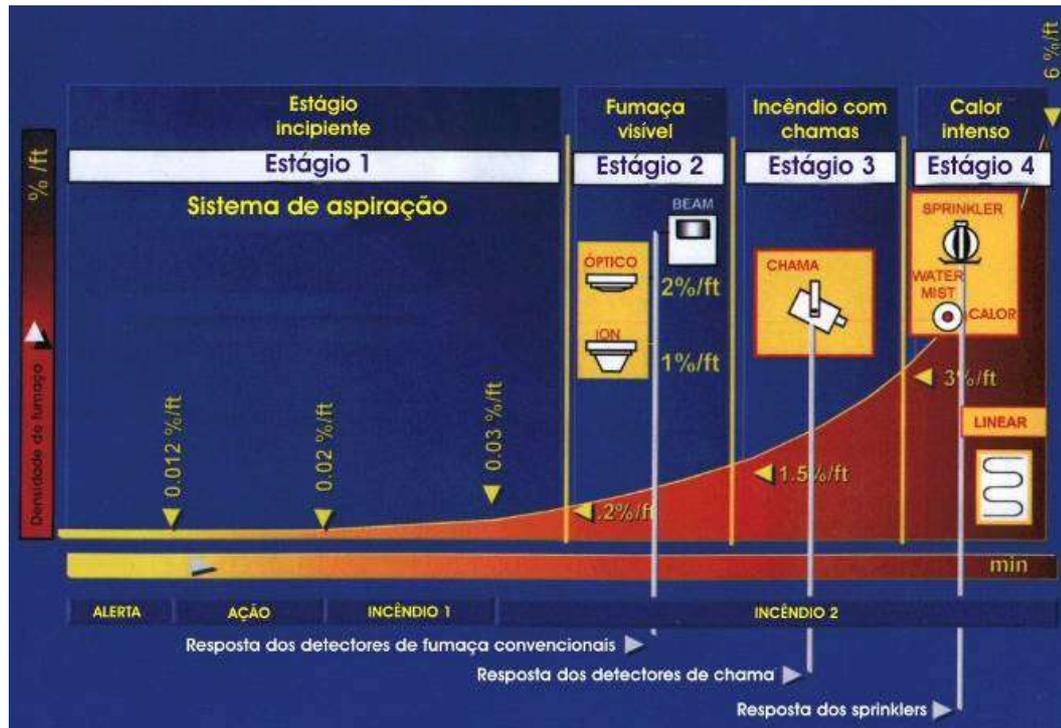


Figura 22 - Instalação do sistema de detecção por amostragem

O sistema de detecção por aspiração garante que a ignição seja identificada em níveis de sensibilidade imperceptíveis por sistemas de detecção pontual. O sistema possibilita, inclusive, que o pessoal de manutenção seja avisado sobre aquecimento de cabos (que gera fumaça invisível) e, por conseguinte, reduzir, em níveis muito baixos, o risco de combustão.



Fonte: www.aidantfire.com

Figura 23 - Progressão de um incêndio ao longo do tempo

4.4.3 Avisadores audiovisuais

Agora que o incêndio já foi detectado por um ou mais detectores e a informação chegou à central, é preciso informar também aos usuários da edificação sinistrada para que possam sair do ambiente o mais rápido possível. Essa é a função dos avisadores audiovisuais.



Figura 24 - Exemplos de avisadores

Em algumas edificações, tais como *shopping centers* e outros locais de concentração de público, o alarme só é transmitido aos usuários depois que as equipes de serviço (brigadas) confirmam o evento.

Isso é importante para evitar o pânico decorrente de falsos alarmes ou até mesmo de ações de vândalos. O retardo no aviso aos ocupantes do edifício não deve e não pode comprometer as ações de retirada das vítimas.

O volume acústico do som dos avisadores não pode ser tal que iniba a comunicação verbal. No caso de falta de intensidade de som em um ponto distante, deve ser aumentada a quantidade de equipamentos.

Os avisadores sonoros devem ser instalados, preferencialmente, na parede e a uma altura entre 2,20 e 3,50 metros, de forma embutida ou sobreposta.

O alarme pode ser do tipo gongo, sirene eletrônica, audiovisual ou visual cintilante (*flash*).

4.4.4 Acionadores Manuais

O acionador manual, também chamado de botoeira, é um dispositivo destinado a transmitir a informação de emergência, quando acionado manualmente. Deve ser instalado em local de maior probabilidade de trânsito de pessoas em caso de emergência, tais como nas saídas de áreas de trabalho, áreas de lazer, em corredores, etc.



Figura 25 - Exemplos de acionadores manuais

Ainda que o ambiente seja monitorado por detectores automáticos de incêndio, a percepção humana de um foco pode ser mais rápida em alguns casos. Portanto, faz-se necessária a instalação de acionadores manuais, além dos detectores automáticos.

O uso do acionador manual não se limita somente aos usuários da edificação, uma vez que também pode ser usado pelo bombeiro para emitir um alerta para determinado setor da edificação da central de alarme.

Durante o combate a incêndio o acionador manual também pode ser usado pelo bombeiro para emitir um alerta para determinado setor da edificação da central de alarme.

A distância máxima a ser percorrida pela pessoa até a botoeira é de 16 metros e a distância entre elas não deve ultrapassar 30 metros.

Cada pavimento da edificação deve possuir, pelo menos, um acionador manual, mesmo que a distância a ser percorrida seja inferior a 16 metros.

O acionador manual possui indicação visual de funcionamento, sirene interna com oscilador tipo fá-dó e acompanha martelo para quebra de vidro ou botão de acionamento.

4.5. Instalações prediais de gás liquefeito de petróleo (GLP)

As instalações prediais de gás liquefeito de petróleo, também conhecidas como centrais de GLP, são áreas devidamente delimitadas que contêm os recipientes e acessórios, tubulações e equipamentos destinados ao armazenamento e condução do gás para consumo da própria edificação.

O GLP é uma fonte de energia muito segura, com índices de incidentes mais baixos que quaisquer outras fontes, contudo, seu manuseio e utilização requerem cuidados especiais para o devido aproveitamento de forma eficiente e segura.

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, por meio da NT-01/2000 e NT-05/2000, determinou que as edificações residenciais (prédios), comerciais, industriais e outras, dependendo da sua área construída e altura, possuam sistema canalizado de gás.

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos compostos de diversos tipos de moléculas formadas por átomos de hidrogênio e carbono e em menor parte, de oxigênio, nitrogênio e enxofre, combinados de forma variável. O processo de refinação do petróleo consiste em separar essas misturas em faixas delimitadas, no qual certas características podem ser associadas aos produtos obtidos.

O refino do petróleo resulta em uma seqüência de produtos derivados. Entre eles estão, em ordem, os óleos combustíveis, a gasolina, o querosene, o diesel, a nafta e, finalmente, o gás liquefeito de petróleo. O GLP é o último da cadeia de extração, por ser o mais leve deles.

O gás de cozinha é um combustível formado pela mistura de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono, geralmente 50% de propano e 50% de butano, podendo apresentar outras proporções de mistura e incluir pequenas frações de outros hidrocarbonetos.



Figura 26 - Figura de moléculas de butano e propano

Nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), o GLP, também conhecido como gás de cozinha, se apresenta em estado gasoso, mas, quando submetido a pressões relativamente altas, como é o caso do engarrafamento, ou quando resfriado, torna-se líquido. Por isso, é chamado de gás liquefeito de petróleo.

Os gases propano e butano são inodoros, porém é acrescentada uma substância orgânica (mercaptantes) para que produza odor, de fácil percepção em caso de vazamento. O GLP não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico.

O GLP é de fácil combustão. Transforma-se em gás simplesmente ao ser liberado na pressão atmosférica e queima ao entrar em contato com uma fonte de calor. Apresenta, também, elevado poder calorífico, ou seja, produz uma grande quantidade de calor em relação à massa (kg) por volume (m³).



Figura 27 - Equivalência do poder calorífico do GLP

No estado gasoso, o GLP é mais pesado que o ar: 1 m³ de GLP pesa 2,23 kgf. Com isso, em eventuais vazamentos, ele se acumula a partir do chão, expulsando o oxigênio e preenchendo o ambiente. Em nenhuma hipótese, os recipientes de GLP devem ser colocados próximos a solos, garagens e ralos, evitando assim o seu acúmulo nesses rebaixos.

Recipientes de GLP não devem ser colocados próximos a subsolos, garagens, ralos e outras aberturas inferiores, pois, em caso de vazamento, o acúmulo de gás nessas aberturas pode ocasionar risco de explosão.

4.5.1 Limites de inflamabilidade do GLP

Conforme visto no Módulo 1 deste manual, o limite de inflamabilidade de um combustível gasoso é a faixa de valores de concentração mínima e máxima do gás no ar para que a combustão possa ocorrer. Abaixo do limite mínimo, a mistura não queimará sem a presença contínua de uma fonte de calor externa. Acima do limite máximo, o gás age como diluente, não ocorrendo combustão.

Os limites de inflamabilidade inferior e superior do GLP são 2,1% e 9 %, respectivamente, expressos em porcentagem de volume de um vapor ou gás na atmosfera ambiente.

4.5.2 Forma de armazenamento do GLP

O GLP é comercializado em diversos tipos de recipiente. A escolha do tipo de recipiente e da estrutura das instalações depende do uso que se pretende dar ao gás. Os diferentes modelos são definidos por normas técnicas e de segurança, as quais orientam tanto a fabricação de seus componentes, como sua instalação.

Os botijões são fabricados com chapas de aço, capazes de suportar altas pressões, segundo as normas técnicas de segurança da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A instalação da central de gás é normalizada pela NBR nº 13.523; e as instalações internas de gás liquefeito pela NBR nº 13.932. No Distrito Federal, o Corpo de Bombeiros aborda o tema por meio da NT - 05/2000, ratificando pontos importantes das normas da ABNT.

O GLP pode ser armazenado em dois tipos de recipientes: transportáveis ou estacionários.

Recipientes estacionários são recipientes fixos, com capacidade superior a 0,25 metros cúbicos cada.

Recipientes transportáveis são os recipientes com capacidade até 0,25 metros cúbicos, construídos de acordo com a NBR nº 8.460, que podem ser transportados manualmente ou por qualquer outro meio. Não estão inclusos nessa classificação os recipientes utilizados como tanque de combustível de veículos automotores.

O GLP deve ser sempre armazenado em recipiente(s) identificado(s) mediante o uso de placa metálica, afixada em local visível, contendo:

- identificação da norma de construção;
- marca do fabricante e data de fabricação;
- capacidade volumétrica;
- pressão de projeto e de ensaio; e
- área total da superfície externa.

4.5.3 Recipientes transportáveis



P-2

Características gerais:

- Peso: 2 kg.
- Volume: 4,8 litros.
- Comprimento: 24 cm.
- Diâmetro: 21 cm.

Os botijões de 2 kg, também conhecidos como P-2, foram concebidos para operar sem regulador de pressão, ou seja, sua utilização dispensa dispositivo que reduza a pressão, pois o gás sai do recipiente para o aparelho consumidor já na pressão de trabalho.

São indicados para fogareiros de acampamentos, lampiões a gás e maçaricos para pequenas soldagens. A válvula de saída de gás é acionada por uma mola, que retorna automaticamente quando da desconexão. É o único dos recipientes que não possui dispositivo de segurança destinado a aliviar a pressão interna do recipiente ou tubulação por liberação total ou parcial do produto para a atmosfera. Isso significa que o recipiente pode explodir quando submetido ao calor.



P-5

Características Gerais:

- Peso: 05 kg.
- Volume: 12 litros.
- Comprimento: 35 cm.
- Diâmetro: 33 cm.

**P-13**

Características gerais:

- Peso: 13 kg.
- Volume: 31 litros.
- Comprimento: 46 cm.
- Diâmetro: 36 cm.

Os botijões de 13 kg (P-13) são os recipientes de gás mais populares do país. São usados, basicamente, para cozinhar, tanto nas residências, como em bares e lanchonetes de pequeno porte. A válvula de saída de gás é acionada por uma mola, que retorna, automaticamente, quando da desconexão.

Possui uma **válvula de segurança**, o parafuso fusível (ou *plug-fusível*), fabricado com uma liga metálica de bismuto que derrete quando a temperatura ambiente atinge 78 ° C.

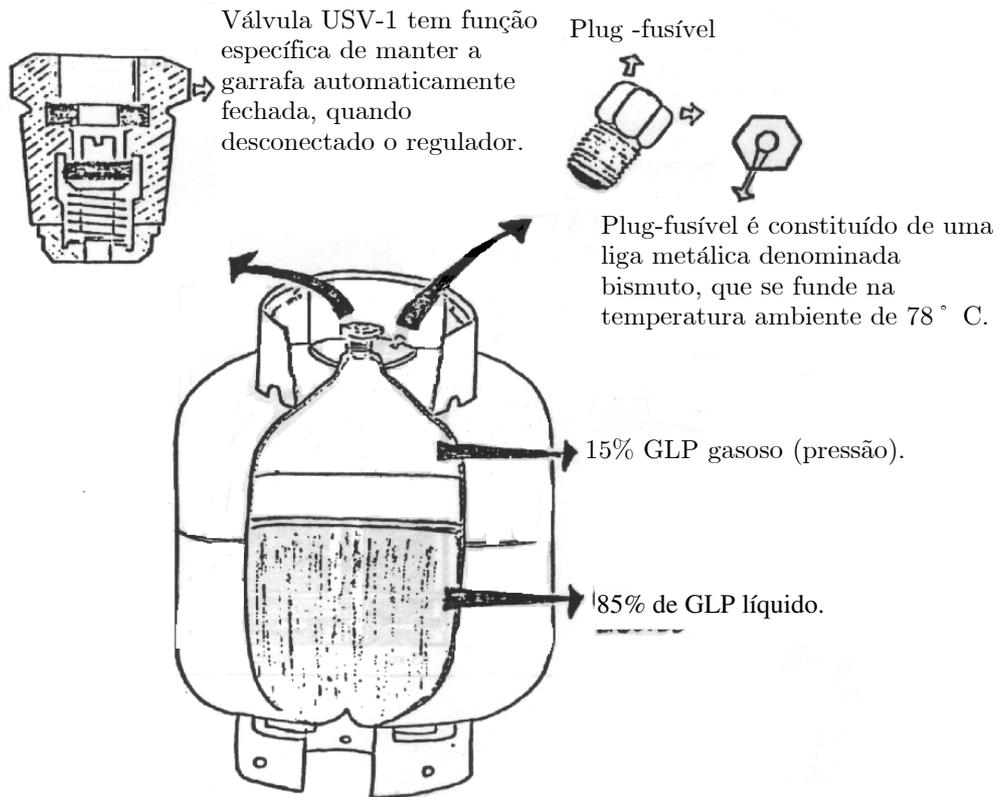


Figura 28 - Estrutura do Botijão P-13

Apesar de o botijão P-13 não explodir graças à válvula de segurança, o gás liberado em um vazamento pode causar explosão em ambientes confinados.

Tanto no P-5 quanto no P13, a válvula destes botijões (NBR 8614) também é do tipo automática e é própria para que seja encaixado um regulador de pressão doméstico.

O GLP distribuído em botijões deve ter sua pressão diminuída para que seja utilizado na maioria dos aparelhos (fogões, aquecedores), porém no caso do P-2, P-5 e P-13 é admitida sua utilização em alta pressão (sem regulador) em alguns aparelhos fabricados para uso em alta pressão como maçaricos, fogareiros, lampiões e alguns fogões industriais.

A tabela a seguir mostra a capacidade de vaporização natural de alguns tipos de botijão a uma temperatura ambiente de 20 ° C.

Tabela 1 - Características dos diversos tipos de botijão

Código	Volume líquido (litros)	Peso líquido (kg)	Capacidade de vaporização a 20°C
P-2	5,5	2	0,2 kg de gás/hora
P-5	12,0	5	0,4 kg de gás/hora
P-13	31,5	13	0,6 kg de gás/hora
P-20	48,0	20	0,8 kg de gás/hora
P-45	108,0	45	1,0 kg de gás/hora
P-90	216,0	90	2,0 kg de gás/hora
P-180	432,0	180	3,5 kg de gás por hora
P-190	456,0	190	3,7 kg de gás/hora

Fonte: Wikipédia.

Os botijões P-13 podem ser adotados em edificações residenciais até 15 metros de altura, conforme NT-01 CBMDF. Já o uso comercial de GLP de botijões P-13 só é autorizado pela NT-05 em estabelecimentos térreos, que constituam risco isolado (vide NT-02), em número máximo de três botijões não interligados, utilizando-se mangueiras revestidas de aço e válvula redutora de pressão e desde que seja assegurada boa ventilação no local de instalação. Além disso, deve-se dispor de detector de vazamento de gás no ponto de consumo.

Botijões P-13 não podem ser ligados em série. Cada ponto de consumo deve ser ligado diretamente a um único botijão.

Os botijões P-13 também podem ser utilizados em edificações de escritórios, desde que seu uso seja limitado em três unidades em pontos distintos, a fim de atender pequenas copas.



P-20

Características gerais:

- Peso: 20 kg.
- Volume: 48 litros.
- Comprimento: 89 cm.
- Diâmetro: 31 cm.

O GLP também pode ser utilizado como combustível para motores de veículos (empilhadeiras), as quais utilizam um recipiente especial de 20 kg (P-20). É o único vasilhame de GLP que deve ser utilizado na horizontal, pois todo o seu sistema é planejado para funcionar nessa posição.

**P-45 e P-90**

Características gerais:

- Peso: 45 kg e 90 kg.
- Volume: 108 litros e 216 litros.
- Comprimento: 130 cm e 121 cm.
- Diâmetro: 37 cm e 56 cm.

Os botijões de 45 e 90 kg, conhecidos respectivamente como P-45 e P-90, são indicados para as instalações centralizadas de gás, pois permitem maior versatilidade no uso do GLP. Servem tanto para abastecer forno e fogão, como para o aquecimento de água e ambiente, refrigeração e iluminação.

Tanto o P-45 quanto o P-90 são utilizados em residências, condomínios, restaurantes, lavanderias e indústrias ou por consumidores institucionais, como hospitais e escolas, sendo sua escolha dependente, principalmente, da demanda de consumo da edificação.

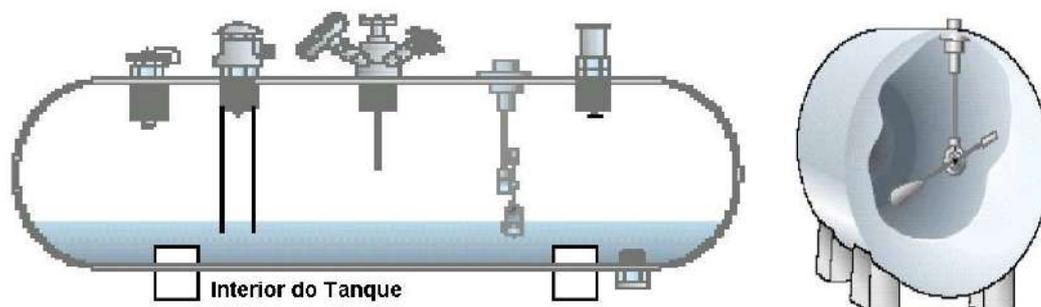
A válvula de passagem de gás nesses dois tipos de vasilhames é a de fechamento manual. Eles também são equipados com uma válvula de segurança, que libera a passagem do gás sempre que houver um grande aumento de pressão no interior do recipiente devido ao aquecimento do ambiente (aproximadamente 78 ° C).

Existem também os recipientes P-180 e P-190¹³ que compõem centrais de GLP. Apesar de serem classificados como estacionários por definição, são tratados como transportáveis e podem ser abastecidos no local.

4.5.4 Recipientes estacionários

Esses tipos de recipientes necessitam do abastecimento por meio de caminhão tanque no local onde estão instalados.

Os recipientes estacionários têm capacidade de armazenamento muito maior que os transportáveis. Os tanques variam de 500 kg a 4.000 kg ou mais de GLP. Muitas vezes a capacidade de armazenamento é medida em metros cúbicos.



Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A

Figura 29 - Recipiente estacionário

4.5.5 Sistema canalizado de gás

Como dito anteriormente, o uso do GLP pode ser feito por meio de botijões pequenos, a fim de atender aparelhos de uso doméstico ou de baixo consumo (fogareiros, fogões de cozinha). Entretanto, para equipamentos de uso em larga escala, tais como: fogões industriais e semi-industriais, aquecedores ou ainda edificações de grande porte, faz-se

¹³ As fotografias de recipientes existentes nesse item têm como fonte o site <http://www.ultragaz.com.br/conexao/produtos/produtos.htm>

necessário o dimensionamento de centrais de GLP, com distribuição canalizada.

O sistema canalizado de gás é um conjunto formado por tubulações, acessórios e equipamentos que conduzem o GLP da central (onde ficam os recipientes) até os diferentes pontos de consumo no interior de uma edificação.

As instalações de gás são projetadas e executadas por profissional devidamente habilitado, sendo seu projeto aprovado e vistoriado pelo Corpo de Bombeiros, seguindo os parâmetros das NBRs nº 13.523 , 13.932 e NT-05 do CBMDF.

O uso de centrais de GLP objetiva concentrar, em ambiente externo, toda a quantidade de gás que estaria distribuída por diversos botijões no interior da edificação. Isso facilita, sobremaneira, as ações de bombeiros, no que tange ao corte de fornecimento de GLP.

Como dito anteriormente, a central de gás é uma área devidamente delimitada que contém os recipientes transportáveis ou estacionários e acessórios destinados ao armazenamento de GLP para consumo da própria instalação.

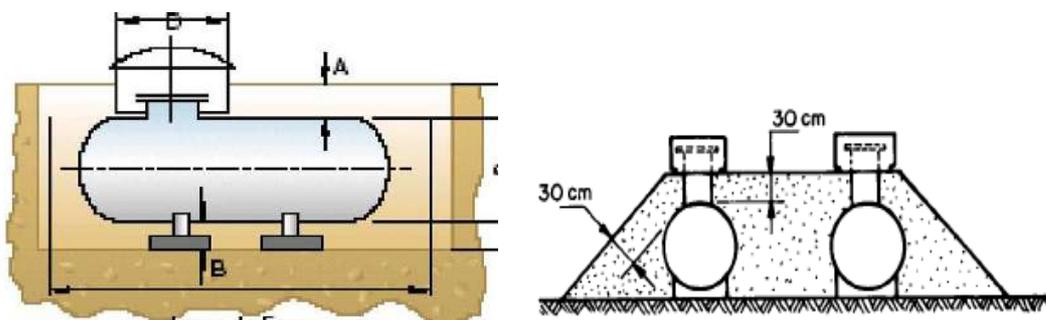
Os cilindros transportáveis devem ser acondicionados em abrigos, construídos com material não inflamável, com tempo de resistência ao fogo de, no mínimo, 2h (duas horas) e conter aberturas de 10% de sua área para possibilitar a ventilação natural.



Figura 30 - Central de GLP

Os recipientes e os dispositivos de regulagem inicial da pressão do GLP (reguladores) não devem ficar em contato direto com a terra, nem estar localizados em locais sujeitos a temperaturas excessivas ou acúmulo de água de qualquer origem.

Os cilindros estacionários ficam acomodados em centrais aéreas, aterradas ou enterradas (subterrâneas), enquanto os cilindros transportáveis são acondicionados em abrigos especialmente construídos para tal (ver Figura 30).



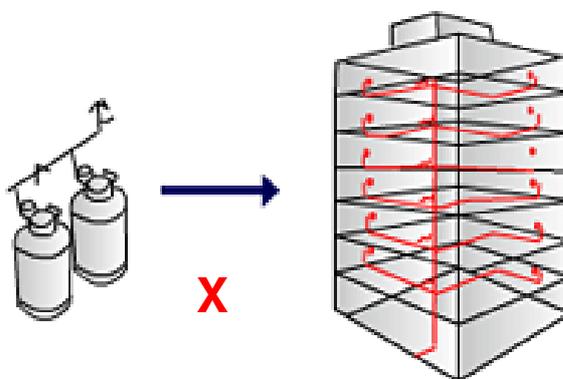
Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A e NBR 13.523

Figura 31 – Exemplo de central enterrada e central aterrada

A central de gás, independente do tipo de recipiente, deve estar sinalizada, protegida por extintores e fora da projeção da edificação.

A central de gás com recipientes estacionários deve ser delimitada por meio de cerca de tela, gradil ou elemento vazado com 1,80 metros de altura, contendo, no mínimo, dois portões em lados opostos ou locados no mesmo lado nas extremidades, assegurando a ventilação da área. Excetua-se a central subterrânea, a qual poderá ser delimitada por estacas e correntes.

A central de GLP deve ser localizada fora da projeção (limites) da edificação. A distância da central à edificação dependerá da quantidade de gás que a central contiver, conforme tabela abaixo:



X = Distância de segurança (depende da capacidade de armazenamento de GLP).

Tabela 2 - Tabelas 1 e 2 da NBR nº 13.523

Recipientes transportáveis		Recipientes estacionários	
Quantidade de GLP (kg)	Afastamento (m)	Capacidade do reservatório (m ³)	Afastamento (m)
Até 540	0	Até 1,0	0
De 540 a 1.080	1,5	de 1,1 a 2,0	1,5
De 1.080 a 2.520	3,0	de 2,1 a 5,5	3,0
De 2.520 a 4.000	7,5	de 5,6 a 8,0	7,5

A NT-05 abre exceção para edificações já existentes nas quais ficarem devidamente comprovado, por meio de documentos oficiais, que não dispõem de espaço fora da sua projeção para a instalação da central de GLP. Nesse caso, a central poderá ser instalada dentro da projeção, desde que o local apresente as condições de segurança exigidas pelo Corpo de Bombeiros.

Além dos afastamentos de projeções, existem também os afastamentos de segurança, que distanciam a central de possíveis fontes de riscos, tais como outros reservatórios de inflamáveis, locais que propiciem acúmulo de gás (grelha, acesso de subsolo, ralo, etc.), fontes de ignição, rede elétrica, etc.

Nas centrais com recipientes transportáveis (P-45 e P-90) os cilindros são trocados pela companhia abastecedora. Já os recipientes maiores (de P-180 acima) e recipientes estacionários são abastecidos no local, por meio de caminhões-tanque.

De acordo com as NBRs nºs 13.523 e 14.024, a ação de abastecimento da central deve considerar a localização segura do estacionamento do caminhão abastecedor. A mangueira de abastecimento não pode passar em locais de concentração de público e o local da operação deve estar sinalizado e supervisionado, dentre outros procedimentos de segurança especificados.

A canalização que transporta o GLP da central até o ponto de consumo dispõe de vários acessórios, tais como: coletor, dispositivo de segurança, válvula de retenção, regulador de pressão, válvula de bloqueio, válvula de excesso de fluxo, medidores de consumo e registro de corte geral, de prumada e local. Para os bombeiros, os registros de corte são os que mais interessam, porque são responsáveis por cortar o fornecimento do gás.

O sistema de gás canalizado pode ser dividido em rede de alimentação (compreende o trecho entre os recipientes de GLP e o regulador de primeiro estágio ou estágio único) e rede de distribuição primária e secundária (compreende toda a tubulação e os acessórios, após o regulador de primeiro estágio ou estágio único) até os pontos de consumo do gás. Para maior entendimento sobre a rede de alimentação e a distribuição, vide figura esquemática de instalações de gás ao final deste capítulo.

O regulador de primeiro estágio é o dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás do tanque de aproximadamente 1,7 MPa para o valor de, no máximo, 150 kPa (1,5 kgf/cm²).

O regulador de segundo estágio ou estágio único é o dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás, antes de sua entrada na rede secundária, para um valor adequado ao funcionamento do aparelho de utilização de gás abaixo de 5 kPa (0,05 kgf/cm²).

A tubulação de GLP caracteriza-se por possuir cor amarela, o que ajuda na identificação, manutenção e fiscalização.

É terminantemente proibido conduzir GLP em fase líquida ao interior da edificação. Quando exposto às condições normais de temperatura e pressão, o GLP na fase líquida aumenta seu volume em 250 vezes ao passar para o estado gasoso. Se, por ventura, a canalização que estiver transportando GLP na fase líquida dentro da edificação se

romper, um pequeno vazamento, por menor que seja, significará uma quantidade considerável de gás no ambiente.

A canalização de GLP não deve passar em locais sem ventilação, tais como tetos falsos (ou forros), pisos falsos ou outros compartimentos que possibilitem o acúmulo do gás em caso de vazamentos, acarretando, dessa forma, um risco de explosão.

Quando a rede de distribuição precisar ser embutida em paredes de alvenaria ou qualquer outro local que não possua plena estanqueidade, ela deverá ser recoberta (envelopada) por uma camada de concreto, com, no mínimo, 3 cm (três centímetros) de espessura ou provida de tubulua¹⁴.

Na canalização de GLP, estão instalados equipamentos de extrema importância para os bombeiros: os **registros de corte**. A guarnição de bombeiros pode encontrá-los, primeiramente, na central de gás; em um segundo momento, nas subidas das prumadas (em geral pelo teto nos subsolos de garagem ou em pilotis), além de vê-los nas caixas de medidores e nos pontos de consumo.



Figura 33 - Registros de corte na central, na prumada e no ponto de consumo, respectivamente

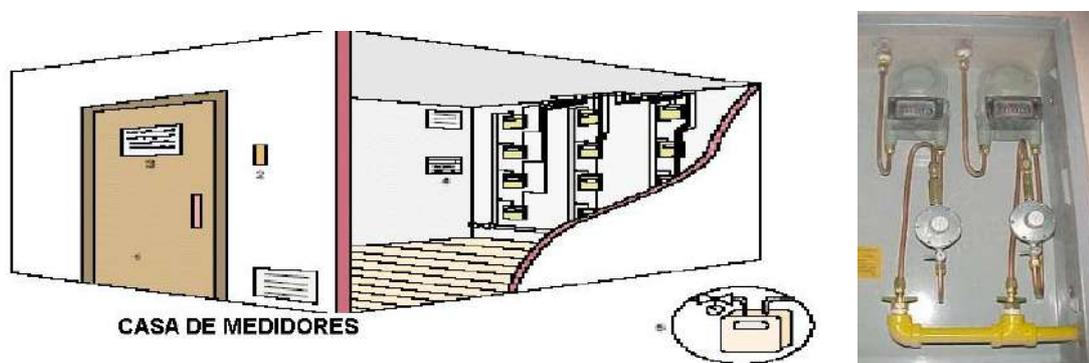
O corte de fornecimento de gás deve ser feito no registro de corte geral, localizado na central. Também é possível interromper o fluxo

¹⁴ De acordo com a NBR nº 13.932, tubo-lua é o tubo no interior do qual a tubulação de gás é montada e cuja finalidade é impedir o confinamento de gás em locais não ventilados.

de gás por meio de registro de corte setorial na subida das prumadas ou no quadro dos medidores de consumo¹⁵.

Se o vazamento for no aparelho (fogão, forno, aquecedor), deve-se fechar diretamente na entrada do ponto do consumo. Ressalte-se que, mesmo depois de interrompido, ainda existirá com uma certa quantidade de gás nas tubulações. Por isso, os bombeiros não podem desconsiderar os riscos de ignição decorrentes do gás residual na canalização, se ele for liberado para o ambiente.

Em casos de emergência em edificações com central de gás, os bombeiros devem, prioritariamente, interromper seu fluxo por meio dos registros de corte.



Fonte: Manual instalaciones GLP CEPSA, ELF GAS S.A.

Figura 34 - Registro de corte em medidores

O registro de corte geral pode ser encontrado na central de gás ou em suas proximidades. Em caso de emergência, seu fechamento é considerado o procedimento padrão.

¹⁵ É pouco usual, mas é possível encontrar medidores de consumo agrupados num único local, no térreo da edificação, chamada de casa de medidores.

A próxima figura esquemática mostra, como círculos em vermelho, os possíveis pontos de corte do suprimento de gás:

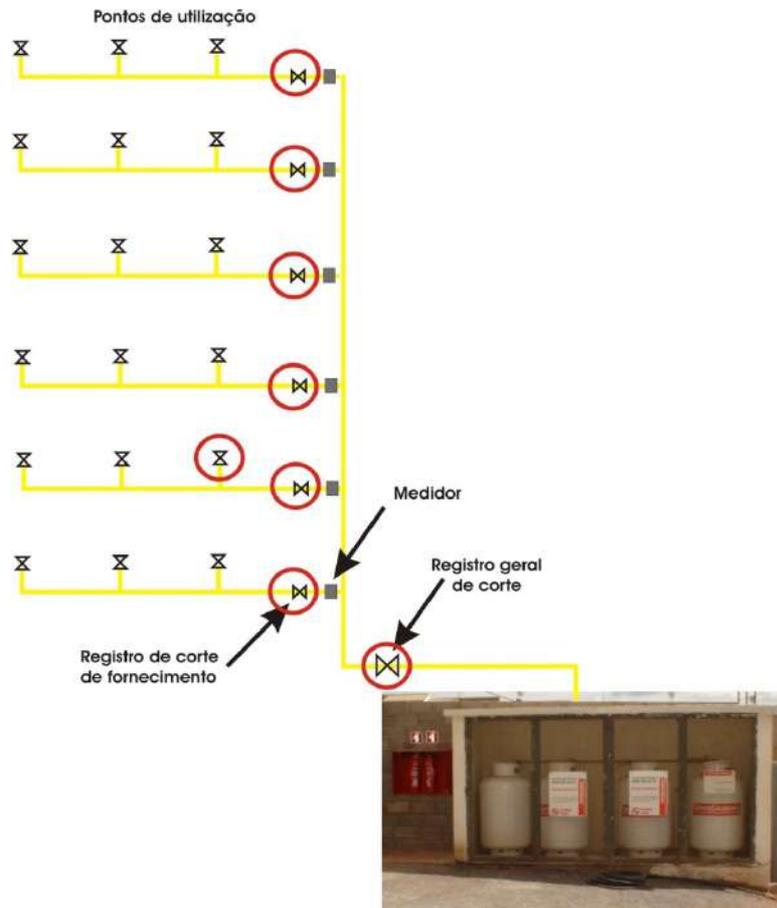


Figura 35 - Esquema das instalações de gás

4.6. Extintores de incêndio

A instalação de extintores de incêndio nos edifícios justifica-se pela necessidade de efetuar o combate ao fogo, imediatamente, após o seu surgimento, a fim de evitar que a situação se agrave e saia do controle.

É fato comprovado que a maioria dos incêndios tem origem a partir de pequenos focos. Logo, o uso do extintor é primordial para debelar os incêndios na sua fase inicial. Toda pessoa, independente de ser bombeiro ou não, tem capacidade de utilizar corretamente o aparelho extintor.

A forma de utilização dos extintores portáteis será apresentada no Módulo 6.



Figura 36 - Exemplos de extintores

4.6.1 Aspectos gerais

Alguns aspectos devem ser observados na instalação do sistema de extintores:

- quando houver diversificação de risco em uma mesma edificação, os extintores serão distribuídos de modo a se adequarem à natureza do risco existente dentro da área protegida (combustíveis sólidos comuns, líquidos inflamáveis, etc). Hoje, várias edificações já adotam a cobertura para as classes de incêndio A, B e C;
- quando a edificação possuir riscos especiais tais como: casas de caldeiras, casas de força elétrica, casas de bomba, queimadores, casas de máquinas, central de GLP, galerias de transmissão e similares devem ser protegidos por unidades extintoras extras, independentemente da proteção geral da edificação.

A instalação dos extintores é normalizada pela NBR nº 12.693 e pela NT-03/2000 CBMDF.

Para um aproveitamento eficiente do sistema de proteção por extintores, o seu correto dimensionamento é fundamental. Além disso, o extintor deve estar devidamente sinalizado, o acesso permanentemente desobstruído e seguir, regiamente, os parâmetros da norma.



Figura 37 – Sinalização de coluna e demarcação de piso



Figura 38 – Sinalização de extintor

Essencial também é que os usuários da edificação conheçam a localização dos aparelhos extintores e, principalmente, como utilizá-los em caso de princípio de incêndio.

Os extintores de incêndio são divididos em duas categorias:

1. Sistema de extintores portáteis, e
2. Sistema de extintores sobre rodas.

Extintor de incêndio portátil é aquele que pode ser transportado manualmente, sendo que sua massa total não deve ultrapassar 20kg. Os extintores de CO₂ fabricados de acordo com normas anteriores à norma atual de 2006 do Inmetro podem exceder o limite de 20 kg. Extintor sobre rodas é aquele cuja massa total ultrapasse 20kg, montado sobre dispositivo dotado de rodas.

Em uma edificação, no mínimo, 50% do número total de unidades extintoras, exigidas para cada risco, deve ser constituído por extintores portáteis.

Os extintores sobre rodas devem estar no mesmo nível do risco a ser protegido e o acesso livre de barreiras, tais como:

- portas estreitas,
- degraus, e
- soleiras ou qualquer outra que dificulte ou impeça seu acesso.

Recomenda-se o uso de sistemas de proteção sobre rodas de instalação para as seguintes atividades:

- instalações de produção e manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e/ou solventes polares; e
- riscos de incêndio de classe C, como motores elétricos, transformadores refrigerados a óleo e acessórios elétricos.

É obrigatório o emprego do extintor sobre rodas nos seguintes estabelecimentos: postos de abastecimento, lavagem e lubrificação; depósitos de gás liquefeito de petróleo (GLP), com capacidade superior a 1560 kg; depósitos de inflamáveis e outros estabelecimentos, a critério do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.



Figura 39 - Extintor sobre rodas

Os extintores podem ser locados interna ou externamente à área de risco a proteger. Se na parte externa, o extintor deverá estar protegido contra intempéries e danos físicos em potencial.

Para a instalação dos extintores portáteis devem ser observadas as seguintes exigências:

1. quando for fixado em parede ou coluna, o suporte deve resistir a 3 vezes a massa total do extintor;
2. a posição da alça de manuseio não deve exceder 1,60 metro do piso acabado;



Figura 40 - Extintor sobre suporte na parede

3. a parte inferior deve guardar distância de, no mínimo, 0,20 metro do piso acabado;

4. o extintor não deve ficar em contato direto com o piso;



Figura 41 - Extintor sobre suporte a 0,20m do piso

5. deve ser posicionado em local onde a probabilidade de bloqueio pelo fogo seja pequena ou nula;
6. seja visível, para que todas as pessoas fiquem familiarizadas com a sua localização;
7. permaneça protegido contra intempéries e danos físicos em potencial;
8. não fique obstruído por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
9. posicionado próximo ao acesso do ambiente que se deseja proteger (junto às áreas de riscos);
10. sua remoção não seja dificultada por suporte, base ou abrigo; e
11. não fique instalado em escadas.

Nas construções destinadas a armazéns ou depósitos em que não haja processos de trabalho, a não ser operações de carga e descarga, é permitida a colocação dos extintores em grupos e próximos às portas de entrada e/ou saída. Além disso, nas áreas industriais e depósitos, deve ser

pintado de vermelho um quadrado com 0,70m de lado com bordas amarelas de 0,15m de largura no piso sob o extintor, a fim de evitar que seu acesso seja obstruído.



Figura 42 – Sinalização de piso e de coluna para extintores

4.6.2 Dimensionamento para as classes de incêndio

O sistema de proteção por extintores deve ser dimensionado considerando-se:

- classe ocupacional de risco (se o risco leve, médio ou grande, conforme a NBR no 12.693);
- área de proteção (tamanho propriamente dito, em metros quadrados);
- distância máxima a ser percorrida (distância entre usuário até chegar ao extintor);
- natureza do fogo a ser extinto (classe de incêndio);
- agente extintor a ser utilizado (exemplo: água, pó para extinção de incêndio ABC, CO₂); e
- capacidade extintora – cabe aqui relembrar o conceito abordado no Módulo 1, no qual, resumidamente, a capacidade extintora é dada como a medida da eficiência (poder) de extinção do aparelho extintor.

Para incêndio classe A

A capacidade extintora mínima dos extintores de incêndio, a área protegida e as distâncias máximas a percorrer até chegar ao extintor, para as classes de riscos isolados, estão previstas na Tabela 3.

Tabela 3 - Determinação da unidade extintora, área e distância a percorrer em incêndio classe A

	Risco pequeno	Risco médio	Risco grande
Unidade extintora	2A	2A	2A
Área máx. protegida pela capacidade extintora de 1ª	270 m ²	135 m ²	90 m ²
Área máxima protegida por extintor	800 m ²	800 m ²	800 m ²
Distância máxima a percorrer até o extintor	20m	20m	20m

A capacidade extintora mínima é a de um só extintor ou a soma das capacidades extintoras de vários extintores, respeitando-se o mínimo estabelecido na Tabela 4, por tipo de risco.

Os requisitos de proteção podem ser satisfeitos com extintores de capacidade extintora maior, contanto que a distância a percorrer até o aparelho não seja superior a 20 metros.

Tabela 4 - Área máxima a ser protegida por extintor, em m²

Extintores de classe A	Risco pequeno	Risco médio	Risco grande
2 A	540	270	-
3 A	800	405	-
4 A	800	540	360
6 A	800	800	540
10 A	800	800	800
20 A	800	800	800
30 A	800	800	800
40 A	800	800	800

Para incêndio classe B

Os riscos de incêndio classe B dividem-se em duas categorias:

- 1- Líquidos com profundidade até 6 mm.

O fogo atinge líquidos inflamáveis com pouca profundidade, tais como derramamento de combustíveis em superfícies abertas, vapores liberados de recipientes ou tubulação.

- A unidade extintora mínima dos extintores e as distâncias máximas a percorrer estão previstas na Tabela 5.
- Extintores com capacidade extintora inferior às designadas para risco pequeno podem ser utilizados, mas não devem ser considerados para atender aos requisitos da Tabela 5, ou seja, não são considerados como válidos para o dimensionamento do sistema.

Tabela 5 - Determinação da unidade extintora e distância a percorrer para incêndio classe B

Tipo de risco	Unidade extintora	Distância máxima a percorrer (m)
Pequeno	10B	10
	20B	15
Médio	20B	10
	40B	15
Grande	40B	10
	80B	15

2- Líquidos inflamáveis com profundidade superior a 6 mm

Essa categoria envolve fogo em líquidos inflamáveis em profundidades apreciáveis, considerados como riscos pontuais, tais como tanques com superfícies abertas, geralmente, encontrados em indústrias e oficinas.

- Para essa categoria, deve ser considerada a proporção de 20B para cada metro quadrado de superfície de líquido inflamável.
- A distância máxima a percorrer não deve exceder a 15 m.
- Extintores de espuma mecânica podem ser considerados na proporção de 10B de capacidade extintora para cada metro quadrado de área de risco pontual.
- As unidades extintoras devem ser correspondentes a um só extintor, não podendo fazer combinações de dois ou mais extintores, a exceção dos extintores de espuma mecânica.

Para incêndio classe C

Os extintores necessários à classe C devem utilizar agentes extintores não condutores de eletricidade, com o intuito de proteger os operadores em situações onde são encontrados equipamentos energizados.

Os extintores para incêndio classe C devem ser selecionados segundo:

- as dimensões do equipamento elétrico;
- a configuração do equipamento, particularmente a carcaça;
- o efetivo alcance do fluxo do agente extintor; e
- a soma dos materiais que resultem em incêndio classe A e/ou B.

Quando a energia de um equipamento elétrico estiver desligada, o fogo a ser extinto adquire as características de incêndios classe A e/ou B.

Para incêndio classe C, os extintores devem estar localizados pontualmente, ou seja, estar bem próximos ao equipamento que se deseja proteger.



Figura 43 – Exemplo de equipamento energizado

Para incêndio classe D

A determinação do tipo e quantidade de agente extintor deve ser baseada no material combustível específico, na sua configuração, na área a ser protegida e nas recomendações do fabricante do agente extintor.

A distância máxima a ser percorrida para a classe D de incêndio é de 20 m.

4.7. Hidrantes de parede

O sistema de proteção por hidrantes é uma rede hidráulica, que facilita o combate ao incêndio. Destina-se à proteção dos bens materiais contidos na área onde estão instalados e, indiretamente, também protegem vidas humanas, uma vez que controlam o incêndio em seu estágio inicial, evitando que se desenvolva e comprometa a segurança dos ocupantes de todo edifício.

O sistema de hidrante é composto de um reservatório (caixa d'água) que pode ser elevado ou subterrâneo, bombas de incêndio (regra

para maioria dos casos), tubulações hidráulicas, peças hidráulicas (registros, válvulas e conexões), registro de manobra com adaptação de engate rápido para acoplar as mangueiras (juntas *storz*), abrigo de mangueiras, acessórios (mangueiras, esguichos e chave de mangueira) e registro de recalque.

Os hidrantes são exigidos, obrigatoriamente, nos edifícios residenciais multifamiliares, comerciais, industriais e demais ocupações, conforme determinação de norma específica, no caso do Distrito Federal a NT-01/2000-CBMDF.

Os hidrantes são dimensionados por engenheiros, objetivando a extinção de incêndio por meio de uma descarga de água adequada ao risco que visam eliminar.

Mesmo em locais equipados com sistemas automáticos de extinção de incêndio (exemplo: sistema de proteção por chuveiros automáticos), os hidrantes são indispensáveis, pois servirão como meios auxiliares ou complementares na extinção de incêndios.

Os hidrantes são acionados manualmente e estão instalados nos edifícios para utilização pelo Corpo de Bombeiros e/ou brigadas de incêndio, mas nada impede que os próprios ocupantes, em situações de emergência, os utilizem, bastando para tal o treinamento adequado.

Os hidrantes de parede são projetados para as guarnições de combate a incêndio e devem ser utilizados durante as ações de combate.

Antes de se falar propriamente do sistema de proteção, é importante que algumas definições sejam apresentadas para melhor compreensão do que será tratado posteriormente.



Figura 44 - Hidrante de parede

- **Hidrante de parede:** dispositivo pertencente à própria edificação, com características específicas descritas em norma, o qual permite o fácil engate de uma mangueira de incêndio, fornecendo água para realização de um combate a incêndio.
 - **Abrigo:** local destinado ao acondicionamento da mangueira de incêndio e do esguicho para que fiquem protegidos contra intempéries e danos mecânicos e em condições de serem utilizados.
 - **Esguicho:** dispositivo colocado na extremidade da mangueira de incêndio que tem por função esguichar água para combate a incêndio. O tipo mais comum é o agulheta que fornece um jato compacto e sem regulagem. Por isso, é de extrema importância que o bombeiro adentre em uma edificação sinistrada levando seu próprio esguicho regulável para as ações de combate.

As guarnições de combate a incêndio devem utilizar seu próprio esguicho regulável.

- **Lance de mangueira:** comprimento de uma mangueira de incêndio sem interrupção.
- **Linha de mangueira:** conjunto de lances de mangueiras devidamente unidos por engate do tipo *storz*.
- **Mangueira de incêndio:** mangueira que obedece às especificações prescritas na NBR nº 11.861.
- **Registro de gaveta:** conexão destinada ao fechamento do fluxo de água da canalização do sistema de hidrante de parede, geralmente localizado próximo ao reservatório de água.
- **Registro globo:** conexão que compõe o hidrante de parede e o hidrante de recalque. Sua finalidade é prover as mangueiras de incêndio de água e admitir o recalque das viaturas do Corpo de Bombeiros.

No hidrante de parede, o operador disporá de chave de mangueira, esguicho agulheta ou regulável (este último somente para alguns tipos de edificações) e dois lances de mangueira de 15 metros cada (não são aceitos lances maiores ou menores). Os abrigos devem estar devidamente sinalizados.

Apesar desses equipamentos serem obrigatórios, os bombeiros devem levar seu próprio equipamento de combate (descrito no Módulo 3 do presente manual).

- **Bomba de pressurização:** equipamento destinado a fornecer ao sistema de hidrantes de parede a pressão necessária para o combate ao incêndio.
- **Tanque de pressão:** aparelho que mantém a rede de hidrantes sempre pressurizada.
- **Manômetro:** aparelho medidor da pressão estática.
- **Pressostato:** aparelho destinado ao acionamento automático das bombas de pressurização, por intermédio da calibragem da pressão.



Figura 45 - Tanque de pressão, manômetro e pressostato

- **Válvula ou chave de fluxo:** aparelho que aciona, automaticamente, as bombas de pressurização, por intermédio da detecção do fluxo de água.
- **Válvula de retenção:** conexão destinada a permitir o fluxo de água apenas em um sentido.

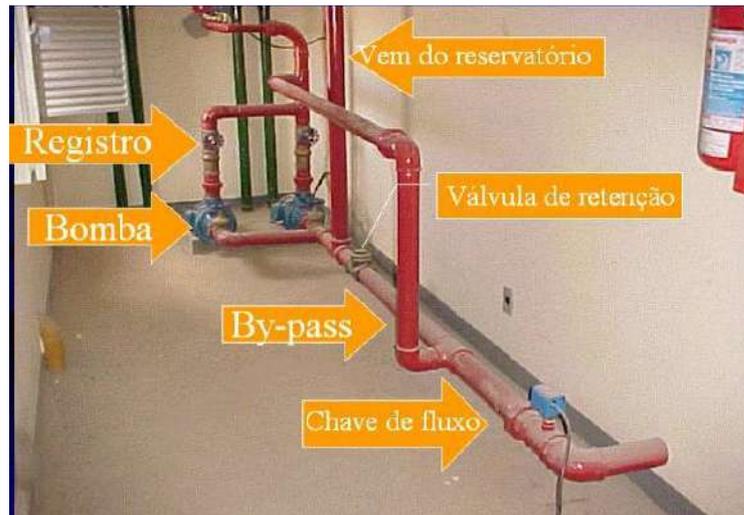


Figura 46 - Canalização da água

- **By-pass:** derivação na rede hidráulica de incêndio que garante o funcionamento do sistema de hidrantes por gravidade.
- **Hidrante de recalque:** também conhecido por hidrante de passeio, é o dispositivo localizado externamente à edificação que permite a pressurização do sistema de hidrantes. As instalações mais recentes contêm uma válvula de fluxo.



Figura 47 - Hidrante de passeio

Para melhor entendimento e análise do sistema, o presente estudo dar-se-á seguindo a circulação da água, ou seja, reservatório – bombas – canalização – hidrantes – mangueiras – recalque.

O reservatório de um sistema de hidrantes, geralmente, fica na parte superior da edificação, admitindo-se sua localização na parte inferior, desde que o autor do projeto esclareça o motivo da impossibilidade da utilização do reservatório superior e que tal alteração seja apresentada ao Corpo de Bombeiros e seja devidamente aprovada.

Um forte argumento para a aceitação de alimentação inferior são as limitações estruturais, pois o peso do reservatório pode inviabilizar a adequação da edificação à legislação atual; ou quando da elaboração de um novo projeto, no qual as reservas prescritas são maiores, exigindo um super-dimensionamento dos pilares de sustentação.

É no reservatório superior que está contida a **Reserva Técnica de Incêndio** (RTI), a qual é uma parte da capacidade do reservatório de água da edificação, exclusiva para uso em caso de incêndio.

Seu volume varia de edificação para edificação, conforme a classe de risco da ocupação¹⁶ e a área construída da edificação. O dimensionamento da RTI, bem como de todo sistema, está descrito na NT-04/2000.

O volume mínimo de uma RTI de uma ocupação residencial e comercial é de 4.200 litros e 6.600 litros, respectivamente. Esses valores sofrem acréscimo à medida que a área fica maior. Note que os valores mínimos são aproximados ao volume de água das viaturas de combate a incêndio.

Isso significa dizer que, na pior das hipóteses, comparativamente falando, haverá uma viatura tipo ABT dentro da edificação à disposição do Corpo de Bombeiros para o combate, o que permite um tempo de autonomia, até que se estabeleçam formas de abastecimento das viaturas.

¹⁶ O risco de uma edificação é determinado pela NT-02/2000 CBMDF que se utiliza dos parâmetros da Tarifa Seguro Incêndio do Brasil.

Logo, o uso de sistema de proteção por hidrantes deve ser sempre levado em consideração em uma situação de combate a incêndio no plano vertical e em grandes edificações. Importante lembrar que, dependendo do tipo de edificação, o volume da RTI pode ser muito superior a qualquer meio de abastecimento ou à soma de todos os volumes de água das viaturas de combate a incêndio. Exemplo: *Shopping Centers* de 32.000 m² dispõe de, no mínimo, 50.300 litros de água.

As guarnições devem sempre priorizar o uso dos hidrantes de parede da edificação nas ações de combate a incêndio.

Para que se garanta a funcionalidade do sistema, o Corpo de Bombeiros determina que todos os reservatórios sejam resistentes ao fogo por, no mínimo, quatro horas.

Os reservatórios, geralmente, são feitos de concreto armado, com 20 cm de espessura. Caso o reservatório seja de cimento-amianto, de polietileno ou qualquer outro material que possua baixa resistência ao fogo, exige-se que seja colocado fora da projeção da edificação, no mínimo, a 3 metros de distância.

Entretanto, independente do tipo e localização do reservatório, a reserva técnica de incêndio deve ser garantida pela diferença de nível entre a canalização de consumo normal, que sai pela lateral do reservatório, e a de incêndio, que sai pelo fundo do reservatório. Isso ocorre porque não se exige um reservatório específico só para RTI.

A NT-04/2000, conjuntamente com a NBR n° 13.714, estabelecem pressão¹⁷ e vazões¹⁸ para o combate. Para que haja uma

¹⁷ A NT-04/2000 exige pressão residual no ponto do esguicho entre 10 mca (1 Kgf/cm²) e 40 mca (4 Kgf/cm²).

pressão mínima de 10 mca (metros de coluna d'água) ou 1kgf/cm² em todos os esguichos dos hidrantes de parede da edificação, o sistema é projetado com duas bombas instaladas para pressurização, com independência da rede elétrica geral¹⁹, uma principal e outra reserva, de acionamento automático e manual, onde a água do reservatório é bombeada por uma canalização²⁰ de aço, cobre ou ferro galvanizado até o hidrante de parede onde houve a abertura do registro.

Pode acontecer de, por negligência ou desconhecimento dos usuários, o quadro de automação das bombas estar em ponto neutro (desligado) ou em acionamento manual, o que impede o acionamento automático das bombas, obrigando o bombeiro a ir até à casa de máquina realizar a reversão do quadro.

Se a edificação possui sistema de bombas e a água não está tendo pressão suficiente no esguicho, o bombeiro deve realizar a reversão do quadro na casa de máquinas.

O esquema a seguir ilustra que, mesmo cortada a energia de consumo do prédio pelos bombeiros (chave geral), a energia que vem da concessionária continuará a alimentar as bombas de incêndio.

¹⁸ A NT-04/2000, Tabela 3, estabelece as vazões mínimas para cada risco.

¹⁹ Mesmo desligando a rede geral do prédio, as bombas de incêndio têm suprimento de energia garantido.

²⁰ O diâmetro da canalização pode ser de 63 mm ou 50 mm dependendo da classe de risco da edificação.

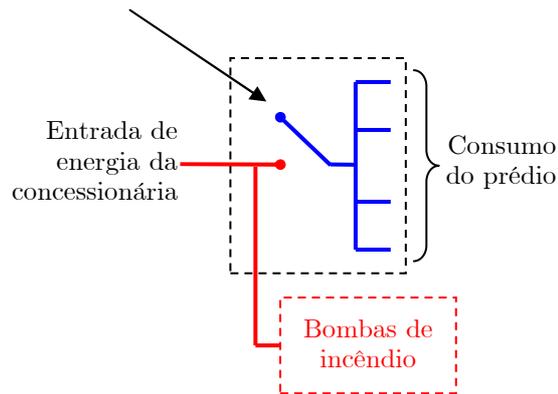


Figura 48 - Esquema de ligação das bombas de incêndio

Desligar a chave geral de energia da edificação não afeta o sistema de bombas de incêndio.

Esquema do sistema de hidrante que vai da casa de bombas até o hidrante de recalque:

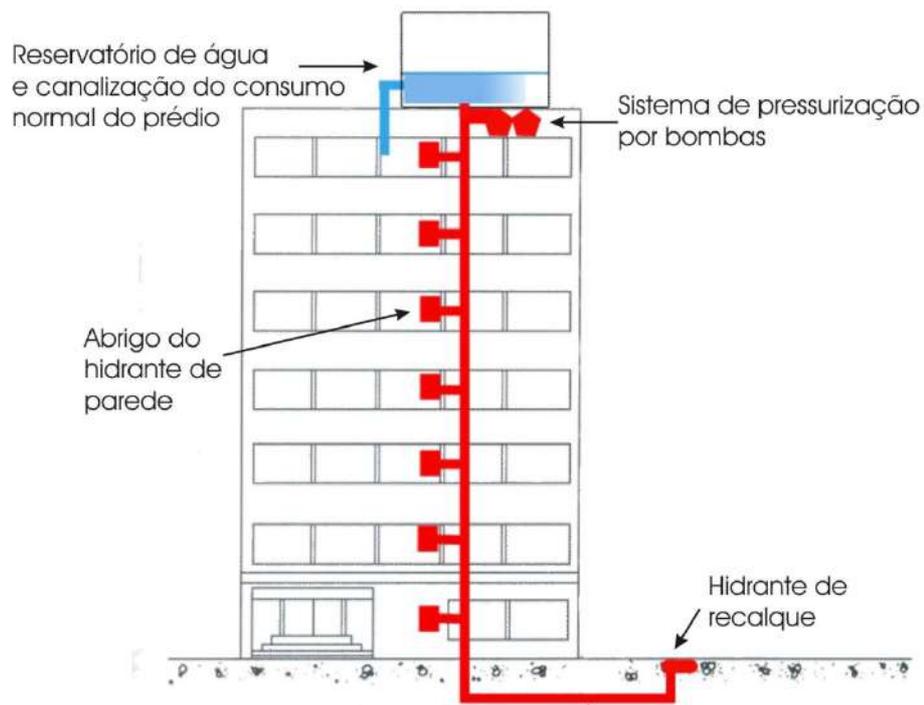


Figura 49 - Esquema vertical do sistema de hidrante de parede

Note-se que o sistema é totalmente interligado a um hidrante que se localiza no térreo da edificação, chamado hidrante de recalque que tem a função de permitir a pressurização do sistema por meio das bombas das viaturas de combate a incêndio. Sendo assim, em caso de falhas nas duas bombas ou fim da RTI do prédio, os bombeiros podem pressurizar a rede predial utilizando o sistema de bombas da viatura. Para isso, é necessário apenas:

- conectar a mangueira no hidrante de recalque que fica no passeio ou na entrada do prédio, e
- pressurizar.

O hidrante de recalque deve ser dotado de uma válvula de retenção que impeça o fluxo de água da edificação para a viatura. Dependendo da altura do edifício pressurizado, a coluna d'água pode ocasionar danos ao corpo de bombas da viatura de combate a incêndio.

Entretanto, edificações antigas podem não possuir essa válvula. Isso pode ser observado abrindo-se o registro. Se existir válvula de retenção, não sairá água ao se abrir o registro do hidrante de recalque (ver Figura 50).



Figura 50 - Hidrante de recalque com válvula de retenção

Essa caixa deve possuir uma tampa com a inscrição INCÊNDIO, para uma identificação mais rápida pelos bombeiros, uma

vez que a pressurização da rede é prioridade. Entretanto, em muitas vezes, a tampa que cobre esse dispositivo é idêntica às tampas de caixa de esgoto, água e cabeamento, o que exige dos bombeiros maior esforço e tempo para sua localização.

Caso o recalque não seja encontrado, pode-se fazer a pressurização pelo hidrante de parede mais próximo, geralmente no pavimento térreo. Entretanto, esse método deve ser evitado por haver uma redução significativa da pressão no pavimento em que está se realizando o combate.

Na pressurização, é importante atentar para duas coisas: primeiro, na manobra de pressurização da rede tanto do hidrante de recalque como do hidrante de parede mais próximo, não esquecer de abrir o registro; segundo, no uso improvisado do hidrante de parede, deve-se tomar o cuidado de abrir o registro somente depois de ter formado a coluna d'água com a viatura, pois caso este não possua válvula de retenção, o corpo de bombas da viatura pode ser danificado.

Outra informação relevante sobre o sistema de hidrante refere-se às válvulas de retenção localizadas na entrada do reservatório, que impedem que a água pressurizada pela viatura abasteça o reservatório, danificando as bombas de incêndio do prédio²¹ e impedindo uma pressão suficiente no pavimento em que se está realizando o combate.

Entretanto, edificações antigas podem não ter essa válvula. Se os bombeiros já tiverem pressurizado o sistema e ainda não houver pressão suficiente no esguicho, devem fechar o registro do reservatório (caixa d'água), a fim de que o circuito seja fechado e a pressão se torne suficiente para o combate.

²¹ O fluxo contrário à circulação normal do sistema ocasiona uma rotação prejudicial nos engenhos das bombas de incêndio.



Figura 51 - Exemplo de registro

Como não é possível ao comandante de socorro determinar a quantidade exata de água necessária ao combate, é importante que as viaturas sejam abastecidas, ainda durante o combate, por meio da utilização dos hidrantes de coluna (hidrantes urbanos), os quais são dispositivos instalados na rede pública de distribuição de água, localizados no logradouro público e destinados ao suprimento de água para as viaturas do Corpo de Bombeiros.

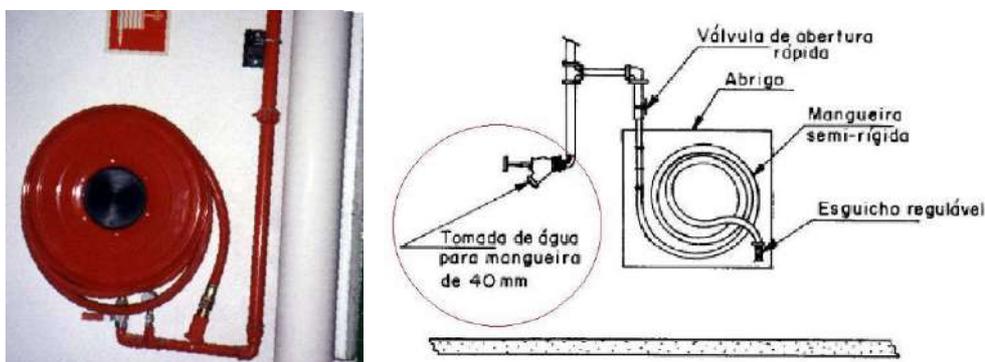


Figura 52 - Hidrante de coluna (ou hidrante urbano)

A Seção de Hidrantes do CBMDF mapeou todos os hidrantes do Distrito Federal e é o responsável por sua manutenção. Entretanto, todo bombeiro deve conhecer a localização dos hidrantes de sua área de atuação.

4.8. Mangotinhos

O sistema de mangotinhos é muito semelhante ao sistema de proteção por hidrantes. A diferença é que os mangotinhos são constituídos por mangueiras semi-rígidas (iguais às das bombas de gasolina), de diâmetro de 25 mm (as mangueiras de hidrantes têm 38 ou 63 mm), com vazão de 80 litros/minuto, com esguicho regulável na ponta que produz um jato neblinado, mais eficaz no combate ao incêndio.



Fonte: NBR 13.714

Figura 53 – Figura e esquema do mangotinho

O mangotinho, por seu diâmetro reduzido, de vazão menor e conectado permanentemente ao esguicho, é mais fácil e rápido de operar, de forma semelhante ao uso de uma mangueira de jardim. Diferentemente do sistema de hidrantes atualmente adotado, que possui vazão bem maior, é composto por peças separadas e que são montadas por ocasião do incêndio.

O mangotinho também possui como vantagem a operação por uma só pessoa sem maiores dificuldades, desde que tenha recebido um mínimo de treinamento.

Por todas essas diferenças, o sistema de mangotinhos é considerado pelos engenheiros e bombeiros como o mais adequado para as edificações residenciais. Mesmo assim, os mangotinhos ainda são pouco difundidos no Brasil, devido ao maior custo por unidade e porque alguns

Corpos de Bombeiros ainda não o adotaram em suas normas contra incêndio.

As conexões do mangotinho são incompatíveis com as mangueiras usadas pelo Corpo de Bombeiros. Conseqüentemente, deverá haver uma tomada suplementar, acoplada por válvula de hidrante.

4.9. Chuveiros automáticos (*sprinklers*)

O sistema de chuveiros automáticos, também conhecido simplesmente como *sprinklers*, é um sistema fixo, integrado à edificação que processa uma descarga automática de água sobre um foco de incêndio, em uma densidade adequada para controlá-lo ou extingui-lo.



Figura 54 - Chuveiro automático - *sprinkler*

O sistema de chuveiros automáticos consiste na instalação de uma rede de tubulação hidráulicamente dimensionada, na qual são previstos chuveiros (*sprinklers*).

Estes possuem um dispositivo sensível à temperatura local que, quando rompido, libera a água para o combate ao incêndio. Como cada chuveiro de *sprinkler* possui seu dispositivo de sensibilização, o sistema entrará em funcionamento setorialmente, ou seja, apenas o chuveiro sensibilizado entrará em operação.

O sistema de chuveiros automáticos ganha importância dia após dia, pois, com o crescimento das cidades, os edifícios são cada vez mais

altos, o que dificulta o trabalho do Corpo de Bombeiros, já que o estabelecimento de viaturas de combate ao incêndio e de resgate de vítimas demandará maior dispêndio de recursos operacionais e de tempo.

Outro fator que lhe agrega importância é o aumento da área das edificações. Um princípio de incêndio pode passar despercebido em cômodos desocupados, áreas técnicas ou de passagem pouco frequentes.

Os chuveiros automáticos atuam no início do incêndio, dificultando a sua propagação pela edificação. Desse modo, os usuários do prédio ganham tempo para saírem do local. O sistema também visa à proteção das estruturas, uma vez que retarda a ação danosa do fogo sobre o concreto e o aço.

No Brasil, o sistema de chuveiros automáticos é normalizado pela NBR nº 10.897, para edificações em geral, e pela NBR nº 13.792, para áreas de armazenamento. O tratamento especial para depósitos é decorrente das peculiaridades desse tipo de ocupação, tais como: pé direito muito alto, grande poder calorífico, disposição dos materiais e dificuldade de combate por parte do sistema.

Ambas as normas brasileiras tiveram como referência normas da NFPA (*National Fire Protection Association*), mais especificamente, a NFPA nº 13 e NFPA nº 231C, D, E, e F, sendo que a atual NFPA nº 13, editada em 2002, unificou todas as normas sobre chuveiros automáticos.

Em geral, os sistemas de *sprinklers* lançam água em excesso sobre o incêndio, produzindo vapor. E, como a água é lançada do alto, a fumaça e o vapor se acumulam nas partes mais baixas do ambiente, reduzindo a visibilidade e aumentando a temperatura.

Se o local protegido por *sprinklers* estiver ligado a outro ambiente desprotegido, a fumaça empurrada pela descarga de água pode produzir uma ignição no ambiente não protegido, conforme detalhado no Módulo 1 deste manual, no assunto “ignição da fumaça”. A ventilação

cuidadosa dos ambientes contíguos ao incêndio evita esse comportamento extremo do fogo.

4.9.1 Classificação dos sistemas

Segundo a NBR n° 10.897, os sistemas de chuveiros automáticos são classificados como:

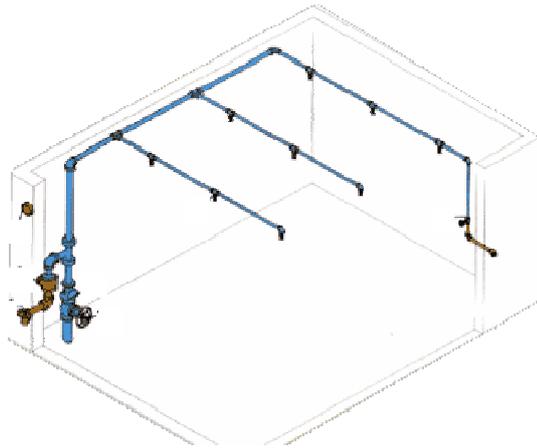
- sistema de tubo molhado;
- sistema de tubo seco;
- sistema de ação prévia; e
- sistema de dilúvio.

Sistema de tubo molhado

Esse sistema consiste em uma rede de tubulação fixa, contendo água sob pressão de forma permanente, na qual estão instalados chuveiros automáticos em seus ramais.

O sistema é controlado, em sua entrada, por uma válvula de governo cuja função é soar, automaticamente, um alarme quando da abertura de um ou mais chuveiros disparados pelo incêndio. Os chuveiros automáticos realizam, de forma simultânea, a detecção, alarme e combate ao fogo.

Na Figura 55, a cor azul da canalização indica que todo o sistema está inundado de água.

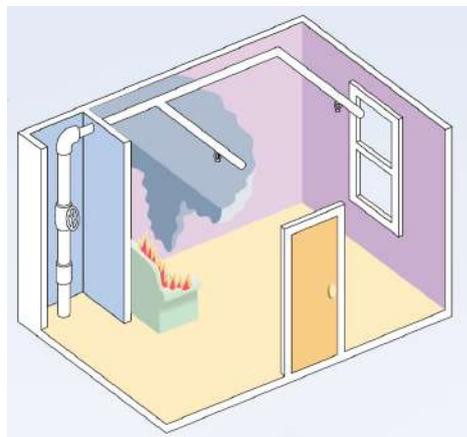


Fonte: <http://www.newmillenniumfire.com/systems.html>

Figura 55 - Sistema de tubo molhado

O funcionamento se dá, basicamente, da seguinte forma:

1- o incêndio libera calor que sobe em direção ao teto pela convecção;



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 56 - Propagação do fogo

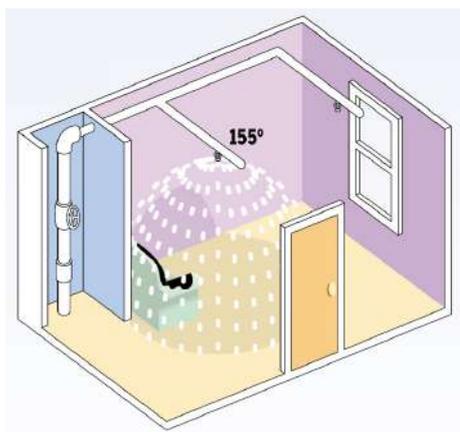
2- o calor aumenta a temperatura do elemento termosensível até que este venha a se expandir e se romper;



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 57 - Funcionamento do chuveiro automático

3- ao se romper, ocorre a liberação da água. Com a queda de pressão no sistema, o conjunto de bombas que pressuriza a rede entra em funcionamento; e



www.projo.com/extra/2003/stationfire/pdf/sprinkler.pdf

Figura 58 - Acionamento do chuveiro automático

4- a canalização conduz a água pressurizada para os pontos da edificação.

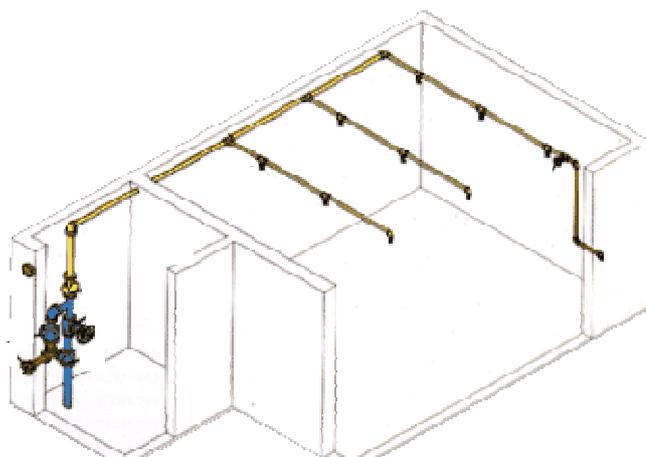
Sistema de tubo seco

O sistema de tubo seco consiste em uma rede de tubulação fixa, contendo, em seu interior, ar comprimido ou nitrogênio sob pressão, à qual estão instalados chuveiros automáticos em ramais.

O sistema possui uma válvula (válvula de tubo seco) que se abre quando da liberação do gás contido na tubulação, pelo acionamento dos chuveiros automáticos. Dessa forma, a válvula permite a admissão da água na rede da tubulação.

Esse tipo de sistema é destinado às regiões sujeitas a baixas temperaturas, onde o congelamento da água na tubulação é uma possibilidade a ser considerada. Uma característica indesejável é o intervalo de tempo relativamente prolongado entre a abertura do chuveiro automático e a descarga da água, permitindo, enquanto isso, o alastramento do incêndio.

Na Figura 59, a cor amarela indica que o sistema não está inundado nos ramais, ou seja, não possui água.



Fonte: <http://www.newmillenniumfire.com/systems.html>

Figura 59 - Sistema de tubo seco

Sistema de ação prévia

Esse sistema emprega uma rede de tubulação seca semelhante à anterior, contendo ar que pode estar ou não sob pressão, à qual são instalados chuveiros automáticos em seus ramais.

Acrescido de sistema de detecção de incêndio muito sensível, é interligado a uma válvula especial instalada na entrada da rede de detectores, os quais cobrem sua área de operação. Em um princípio de

incêndio, a válvula especial é aberta automaticamente, permitindo a entrada de água na rede, que descarregará nos chuveiros ativados.

A ação prévia do sistema faz soar, simultânea e automaticamente, um alarme de incêndio, antes da abertura de qualquer chuveiro automático.

Sistema dilúvio

Consiste em uma tubulação seca, na qual são instalados chuveiros abertos (**não possuem elementos termosensíveis**) em seus ramais. Esse sistema é monitorado por um sistema de detecção de incêndio na área de proteção, interligado a uma válvula denominada dilúvio, instalada na entrada da rede de tubulação. A água entra pela rede e é descarregada por todos os chuveiros abertos, inundando toda a área.

4.9.2 Classificação dos riscos das ocupações

Para dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos, ou seja, para mensurar o volume da RTI, vazões, tubulações e número de chuveiros, as edificações são classificadas em grupos de risco.

A NBR n° 10.897 da ABNT padroniza a classificação dos riscos, determinando a quantificação do manancial de abastecimento de água. A classificação de risco para chuveiros automáticos leva em consideração:

- a quantidade e distribuição da carga de incêndio,
- o risco de ignição dos materiais ou produtos contidos, e
- as características de ocupação (uso).

Segundo a NBR n° 10.897, os riscos das ocupações podem ser:

- ocupação de risco leve,
- ocupação de risco ordinário,
- ocupação de risco extraordinário, e
- ocupação de risco pesado.

Ocupação de risco leve

São locais onde os volumes e/ou combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) são baixas. São exemplos: escolas (salas de aula), escritórios (incluindo centro de processamento de dados), hospitais, hotéis e motéis, dentre outros.

Ocupação de risco ordinário

São locais onde os volumes e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) são médios. Essa ocupação de risco subdivide-se em Grupo I, Grupo II, e Grupo III.

a) Grupo I

São locais comerciais ou industriais onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo são baixas, a altura do estoque não excede a 2,40m e, em caso de incêndio, é esperada moderada liberação de calor.

São exemplos: garagens e estacionamentos, lavanderias, padarias e confeitarias, materiais de construção (comércio), presídios, restaurantes (áreas de serviço), etc.

b) 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 metros e, finalmente, em caso de incêndio, a liberação moderada de calor é esperada.

Exemplos: estúdio de rádio, gráficas, lojas de departamentos, oficinas mecânicas, *shopping centers*, etc.

c) Grupo III

Esse grupo difere dos anteriores, porque é esperada alta velocidade de desenvolvimento de calor, sendo que seus estoques não excedem a 2,40 metros de altura.

São exemplos: aviões (montagem, excluindo hangares), carpintarias, estaleiros, fábricas de móveis, fábricas de papel e tinturarias.

Ocupações de risco extraordinário

São locais onde as quantidades e a combustibilidade do conteúdo são altos e possibilitam incêndio de rápido desenvolvimento e de grande liberação de calor. Essa ocupação de risco subdivide-se em Grupo I e Grupo II, excluindo os locais que se destinam ao estoque de materiais (grandes depósitos).

a) Grupo I:

São locais onde se empregam líquidos inflamáveis e/ou combustíveis em pequena quantidade ou ambientes com presença de poeiras, felpas, vapores e outras substâncias combustíveis em suspensão.

São exemplos: estofados de espuma de plástico, fogos de artifícios (fabricação), hangares, serrarias.

b) Grupo II

São locais onde se empregam líquidos inflamáveis e/ou combustíveis de quantidade moderada a substancial.

Exemplos: asfalto (usina), cosméticos (fabricação com inflamáveis), líquidos inflamáveis, tintas e vernizes.

Notem que os Grupos I e II trazem a mesma definição, segundo a NBR nº 10.897, entretanto, fica evidenciado, pelos exemplos, que o

último grupo apresenta um processo químico-industrial bem mais complexo.

Ocupações de risco pesado

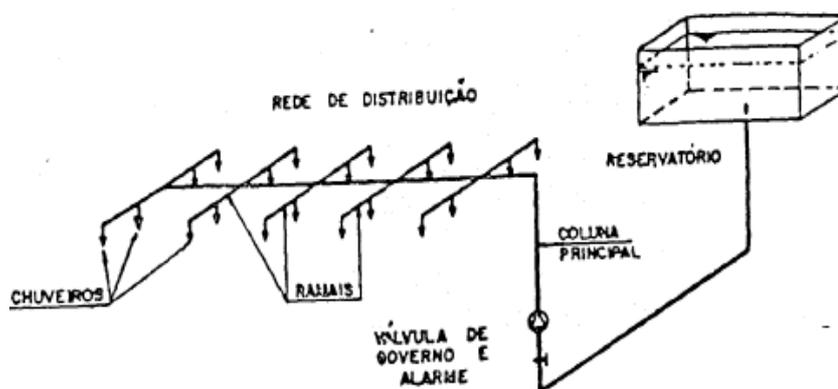
Compreendem as ocupações (ou parte isoladas destas) comerciais ou industriais, onde se armazenam líquidos combustíveis e inflamáveis, produtos de alta combustibilidade, como: borracha, papel e papelão, espumas celulares ou outros materiais comuns em altura superior a 3,70 metros.

Estão incluídos os grandes depósitos, entretanto, seu dimensionamento dar-se-á não somente pela NBR nº 10.897, mas também pela NBR nº 13.792, que versa sobre sistema de chuveiros automáticos para áreas de armazenagem. Caso a edificação em questão não se encaixe nos parâmetros de aplicação da NBR nº 13.792, aplica-se norma internacional, como a NFPA nº 13.

4.9.3 Componentes do sistema

O sistema de chuveiros automáticos pode ser dividido, basicamente, em cinco elementos:

- fonte de abastecimento de água (reservatórios);
- sistema de pressurização (bombas de incêndio);
- rede de alimentação, válvula de governo e alarme (canalização);
- rede de distribuição (canalização e chuveiros); e
- recalque.



Fonte: Texto Técnico da Escola Politécnica da USP

Figura 60 - Esquema de chuveiros automáticos

Fonte de abastecimento de água

Todo sistema de chuveiros automáticos dispõe de um reservatório, construído, geralmente, em concreto, com capacidade suficiente para atender à demanda do sistema. A norma não exige exclusividade do reservatório. Entretanto, exige uma garantia da reserva mínima (reserva técnica de incêndio) por meio de diferença de nível entre saída de consumo e canalização de incêndio.

Existem três tipos de reservatórios para abastecimento de água do sistema de chuveiros automáticos:

- a) reservatório elevado;
- b) reservatório com fundo elevado ou ao nível do solo, semi-enterrado ou subterrâneo; e
- c) tanque de pressão.

Tabela 6 - Dimensionamento da RTI de *sprinklers*

Classificação dos riscos	Vazões (L/min)	Tempo de operação (min)	RTI por Tabela
Leve	1000	30	30.000
Ordinário grupo I	1800	60	108.000
Ordinário grupo II	2600	60	156.000
Ordinário grupo III	4500	60	270.000
Extraordinário	6000	90	540.000

Tabela 17 da NBR nº 10.897

Exemplo prático²²: de acordo com a NBR nº 10.897, edifícios de garagem são classificados como de risco ordinário (Grupo I). Logo, a reserva técnica de incêndio para esse tipo de ocupação, segundo a Tabela 6, é de 1.800 (l/min) x 60 (min) = 108.000 litros, ou seja, deve haver RTI suficiente no sistema para combater por, no mínimo, 60 minutos um incêndio na área mais desfavorável.

Sistema de pressurização

Para garantir ao sistema vazão e pressão adequadas, é preciso agregar um dispositivo de pressurização, o qual consiste no acoplamento de duas bombas (uma principal e outra reserva), com duas fontes de alimentação: uma elétrica e outra à explosão (motogeradores).

As bombas ficam na casa de máquinas, próximas ao reservatório, geralmente no subsolo dos edifícios.

²² O funcionamento pode variar de acordo com o modelo e o dimensionamento. Pode também ser feito por outros métodos (como, por exemplo, cálculo hidráulico), o que pode levar a quantidades de RTI diferentes da tabela.



Figura 61 - Bomba de pressurização dos chuveiros automáticos

As bombas do sistema de chuveiros automáticos possuem dispositivo para partida pela queda de pressão hidráulica, sendo que o desligamento do motor só ocorrerá por controle manual.

Para evitar a operação indevida da bomba principal, gerada por perdas de pressão eventuais, é instalada uma terceira bomba de menor porte (*jockey*), para compensar pequenos e eventuais vazamentos na canalização.

O acionamento do sistema de *sprinklers* é automático, mas o desligamento é manual.

Assim como no sistema de hidrantes, o sistema de *sprinklers* pode ser acionado manualmente em caso de falha do sistema automático.

Uma vez acionado o sistema de *sprinklers*, a água será lançada no ambiente em grande quantidade e de forma contínua. Os bombeiros devem então procurar fechar o sistema assim que o incêndio for extinto ou controlado, a fim de se evitar os danos causados pelo excesso de água.

Rede de alimentação, válvula de governo e alarme (VGA) e válvula de fluxo

Consiste na canalização, após o reservatório, de água até a válvula de governo e alarme (VGA) ou chave detectora de fluxo de água, composta de tubulações enterradas ou aparentes.

Nesse trecho, são instalados equipamentos de supervisão e funcionamento do sistema, tais como registro de paragem, válvulas de governo e alarme ou chave detectora de fluxo de água, válvulas de retenções, manômetros e drenos de limpezas.



Fonte: <http://www.ultrasafire.com.au/testing.htm>

Fonte: <http://www.cortese.com/index.cfm?a=fire>

Figura 62 - Tubulações de canalização da rede de *sprinklers*

As válvulas de governo e alarme ou chave detectora de fluxo de água são dispositivos que acusam o funcionamento do sistema em caso de incêndio.

O acesso à VGA deve ser restrito pois possui registros que cortam o fluxo de água para todo o sistema ou alguns setores (determinada área ou pavimento). Isso é importante para serviços de manutenção no sistema, mas podem ser fechados por esquecimento.

Se isso ocorrer, os chuveiros acionados (estourados) pela ação do fogo não aspergirão água. Portanto, é importante que a guarnição de bombeiros localize e verifique se as referidas válvulas estão abertas.



Figura 63 – Registro dos chuveiros automáticos

É muito importante que o bombeiro saiba localizar as VGA e chave detectora de fluxo, bem como identificar se o registro se encontra aberto ou fechado.

Um jogo de válvula cobre uma área máxima, de acordo com cada classe de risco a saber:

Tabela 7 - Área máxima de cobertura em função do risco de ocupação

Risco de ocupação	Área máxima (m ²)
Leve	5.000
Ordinário	5.000
Extraordinário	3.000
Pesado	4.000

Logo, as guarnições de bombeiros devem estar atentas, pois as edificações de grandes áreas e classes de riscos variados podem ter mais de um jogo de válvulas, controlando sistemas de chuveiros automáticos.

Funcionamento da VGA

Quando do acionamento de um ou mais chuveiros face ao incêndio, a pressão na rede de distribuição diminui. Conseqüentemente, a

pressão da água de alimentação abaixo do obturador impele-o para cima por diferencial de pressão, fornecendo água para o sistema e provocando a abertura da válvula auxiliar, dando passagem para o circuito de alarme. É apresentada uma válvula de governo e alarme com seus componentes na Figura 64.

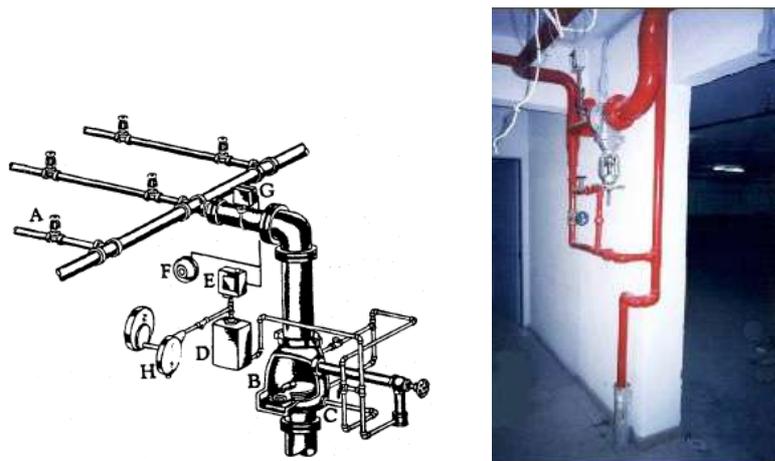


Figura 64 - Figura da VGA

Rede de distribuição

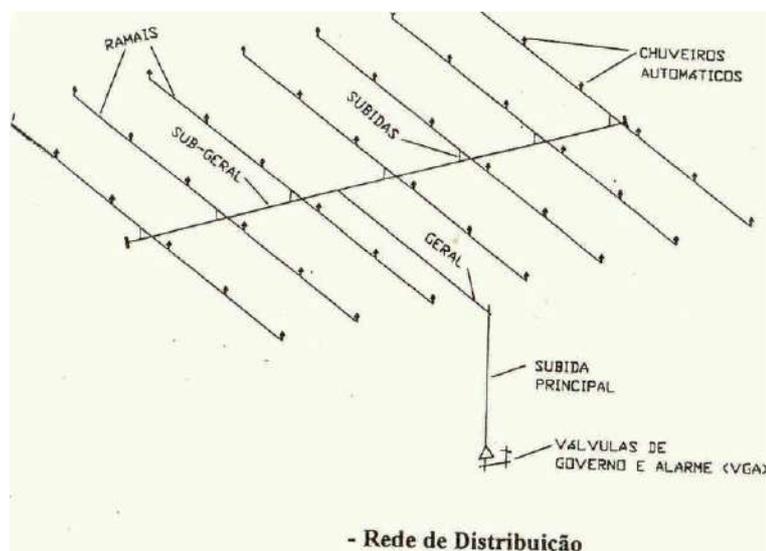
É a parte do sistema, após a válvula de alarme, formada por uma rede de tubulações fixas em aço.

As tubulações que formam a rede de distribuição são classificadas em:

- a) ramais – são as ramificações onde os chuveiros automáticos são instalados diretamente;
- b) gerais – são as que alimentam as sub-gerais;
- c) subidas ou descidas – são as tubulações verticais, de subidas ou descidas, conforme o sentido de circulação da água;
- d) subida principal – é a tubulação que liga a rede de suprimento do abastecimento de água às tubulações gerais. É

na subida principal que é instalada a válvula de alarme ou chave detectora de fluxo de água que indica e controla a operação do sistema.

Para as guarnições é importante saber que, em caso de estouro acidental de um chuveiro de *sprinkler* ou término das ações de combate por parte do sistema, é necessário o fechamento do registro próximo à chave detectora ou da própria VGA, providenciando, em seguida, o desligamento das bombas de incêndio na casa de máquinas.



Fonte: Figura 1 da NBR 10897 da ABNT

Figura 65 - Esquema geral da rede de *sprinklers*

Tomada de recalque

É o dispositivo de uso exclusivo do Corpo de Bombeiros destinado a possibilitar a pressurização dos sistemas de chuveiros por meio de fontes externas, como as viaturas de combate a incêndio.



Figura 66 - Tomada de recalque da rede de *sprinklers*

Seu funcionamento é semelhante ao hidrante de recalque, todavia essa tomada possui duas entradas de água de 65 mm de diâmetro, providas de adaptadores e tampões de engate rápido tipo *storz*. Em riscos leves, admite-se somente uma entrada. A exigência da entrada dupla de água é decorrente da necessidade de operação simultânea com duas viaturas, devido à pressão e à vazão requeridas para o sistema.

A tomada de recalque é localizada, geralmente, na fachada principal ou muro da divisa com a rua, em forma de torre, à altura mínima de 0,60 m e máxima de 1,00 m em relação ao piso ou caixa de alvenaria, próxima ao passeio com tampa metálica, com o indicador de “*sprinklers*” (no ultimo caso é muito comum confundir o hidrante de recalque do sistema com o hidrante de parede).

Sistemas de *sprinklers* podem receber pressurização da viatura pela tomada de recalque.



Fonte: <http://www.pandlfireprotection.com/products.htm> e NBR 10.897

Figura 67 - Tomada de recalque do sistema de *sprinkler*



Fonte: http://vagrantly.com/04/05/red_bricks_and_the_standpipes.php

Figura 68 - Exemplo de hidrante de recalque na fachada

Importante: em edificações antigas, pode-se encontrar um dispositivo chamado DEPUCB (Dispositivo de Emergência para Uso do Corpo de Bombeiros), que tinha a função de ser uma fonte de abastecimento da viatura por meio de uma canalização que o ligava a um reservatório inferior.

Com o uso, verificou-se que era ineficiente devido à altitude do Distrito Federal, a qual limita a sucção da água, pela sujeira que se acumula na entrada do dispositivo e pela necessidade de uma escorva efetiva na viatura para evitar entrada de ar na canalização, produzindo a

cavitação da bomba. O DEPUCB não deve ser confundido com a tomada de recalque.

4.9.4 Tipos de chuveiros

Os chuveiros de *sprinklers* são dotados de dispositivos termosensíveis, projetados para reagir a uma temperatura pré-determinada, liberando de forma automática, a descarga de água em quantidade adequada à carga de incêndio, e limitando os danos do sinistro.

Os chuveiros podem ser dos seguintes tipos:

- a) abertos – são empregados no sistema de dilúvio e destinados à proteção das ocupações de risco extraordinário e pesado. Pode ser acionado por sistema remoto, automático ou manual.
- b) automáticos – são providos de um mecanismo comandado por elemento termosensível, por ampola de vidro ou solda eutética.

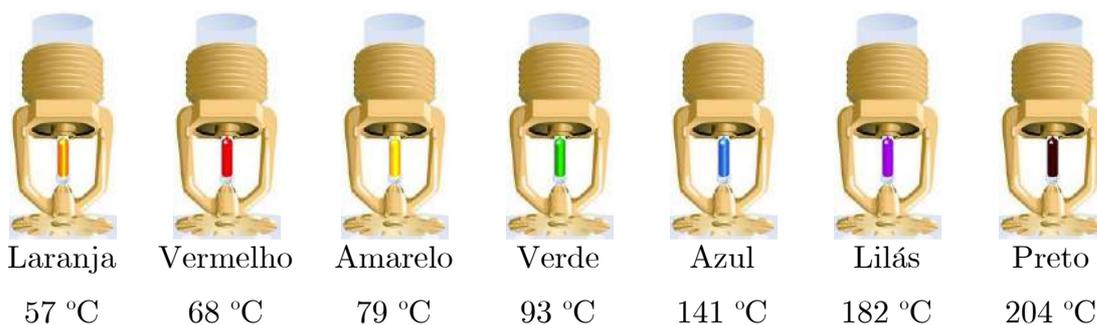


Figura 69 - Temperaturas de rompimento de chuveiros de *sprinklers* conforme a cor

Classificação dos chuveiros quanto à descarga

Quanto à descarga da água, os chuveiros podem ser classificados da seguinte forma:

- a) modelos antigos – chuveiros cujo defletor é desenhado para permitir que uma parte da água descarregada seja projetada para cima, contra o teto e o restante para baixo, tomando uma forma aproximadamente esférica.
- b) padrão – chuveiros cujo defletor é desenhado para permitir que a água descarregada seja projetada para baixo, com uma quantidade mínima ou nenhuma, dirigida contra o teto. A descarga da água toma uma forma hemisférica abaixo do plano do defletor, dirigida totalmente sobre o foco do incêndio (ver Figura 58).
- c) laterais (*sidewall*) – chuveiros cujo defletor é desenhado para distribuir a água de maneira que a quase totalidade seja aspergida para frente e para os lados, em forma de um quarto de esfera, e uma pequena quantidade para trás, contra a parede. São instalados ao longo das paredes de uma sala e junto ao teto. O seu emprego está limitado à proteção de ambientes relativamente estreitos, cuja largura não exceda ao alcance proporcionado.
- d) laterais de amplo alcance – chuveiros cuja dimensão do defletor proporciona uma cobertura maior que os laterais.
- e) especiais – chuveiros projetados especialmente para serem embutidos ou rentes ao forro falso onde, por motivos estéticos, os demais tipos de chuveiros não são recomendados. Esse tipo somente é instalado na posição pendente.



Fonte: www.fm200.it

Figura 70 - Exemplos de chuveiros automáticos

4.10. Sistemas de supressão especiais

São sistemas fixos (integrados à edificação) e automáticos de combate a incêndio que têm características especiais, seja pelo agente extintor empregado, seja pela maneira inovadora no emprego do agente universal que é a água, ampliando, consideravelmente, seu poder de extinção.

São sistemas especiais de extinção de incêndio:

- a) sistemas de supressão por inundação por CO₂ (gás carbônico);
- b) sistemas de supressão por inundação pelo gás HFC-227 e outros agentes limpos similares;
- c) sistema fixo da água nebulizada (*water mist*); e
- d) sistema de combate a incêndio com espuma.

4.10.1 *Sistemas de supressão por inundação por CO₂*

O dióxido de carbono (CO₂) é utilizado nesses sistemas por ser um gás inodoro, incolor, anticorrosivo, não condutor de eletricidade e facilmente disponível no mercado. Extingue o fogo pela redução do oxigênio existente no ambiente (abafamento).



Figura 71 - Bateria de CO₂ e bico aspersor

Os sistemas fixos de combate por CO₂ devem ser projetados conforme a NFPA n° 12 e NBR n° 12.232²³. Hoje o sistema de CO₂ pode ser considerado, tecnologicamente, ultrapassado, comparando-se com o sistema de combate por agentes limpos, contemplados pela NFPA n° 2001, que vêm ganhando a preferência do mercado. Mesmo assim, o sistema de CO₂ é ainda muito usado por ser uma opção mais barata.



Figura 72 - Sistema de CO₂ em funcionamento

O CO₂ pode ser armazenado em alta ou baixa pressão. Os sistemas de pequeno e médio portes são, normalmente, armazenados em cilindros de aço de alta pressão (denominados sistemas HPCO₂ – *high pressure* - alta pressão), contendo, cada um, 45 kg de gás interligados, formando um conjunto chamado de bateria, a qual pode proteger vários compartimentos separados.

²³ Normatiza sistema de CO₂ para aplicação em extinção de incêndio em transformadores.

Para aplicações industriais ou quando uma capacidade de múltiplo alcance é requerida, geralmente, são adotados os sistemas de baixa pressão (LPCO₂ – *low pressure* - baixa pressão), pois o armazenamento do CO₂, como líquido em tanques refrigerados de baixa pressão é mais econômico.

O sistema de combate a incêndio por gás carbônico (CO₂) permite uma ação rápida e limpa por ser um método adequado de extinção de fogo com total isenção de resíduos. Pode ser aplicado tanto por inundação total, como por aplicação local.

No método de inundação total, o ambiente como um todo recebe uma concentração definida de CO₂, proporcional ao volume e ao risco eliminado. Já no método de aplicação local, o CO₂ é descarregado diretamente no local protegido, com concentração suficiente para cobertura de área ou volume específico, considerando-se o tipo de combustível.

Especialmente indicado para locais não habitados com riscos elétricos e líquidos inflamáveis, penetra em todas as aberturas do local protegido, extinguindo o incêndio rapidamente. Exemplos: CPDs, transformadores e geradores, máquinas, galerias de arte, depósitos de inflamáveis, sala de baterias, coifas, dutos de exaustão e outros locais onde a extinção por outros meios pode danificar objetos ou equipamentos.

Seu uso em área ocupada por pessoas não é recomendado, devido ao risco potencial de asfixia. Entretanto, podem ser utilizados desde que com sistemas de bloqueio adequados para evitar descargas em presença de seres humanos e com um sistema de alarme de pré-ativação.

O sistema de bloqueio ou retardo (*time delay*) é o dispositivo manual que, quando ativado, retarda o acionamento das baterias de CO₂. Entretanto, após liberação do gás, não é mais possível parar o processo.

O sistema de supressão por CO₂ deve possuir dispositivo de pré-alarme e sistema de bloqueio (retardo).

Devem existir, também, meios que possibilitem o rápido abandono do ambiente protegido onde devem ser fixadas em todas as portas placas de sinalização de advertência para o risco, com os seguintes dizeres: **“ATENÇÃO – AMBIENTE PROTEGIDO COM CO₂ - AO ALARME, ABANDONE O RECINTO”**.

Para o cálculo do tempo de evacuação, deve-se considerar o tempo que uma pessoa, caminhando em velocidade não superior a 40 metros/minuto, mesmo situada em local e condição mais desfavorável da área protegida, consiga chegar a um local seguro.

O sistema fixo de CO₂ entra em operação quando o calor irradiado pelo fogo fizer com que o sistema de detecção instalado no local comande dispositivos de advertência sonoros e luminosos. Ao mesmo tempo, uma unidade retardadora do sistema de disparo da instalação é acionada num período de 20 a 90 segundos.

Em seguida, o gás é disparado para o combate e extinção. A pressão do gás carbônico que é expelida pelos bicos nebulizadores abafa o oxigênio extinguindo totalmente o fogo do local onde o sistema está em operação.

4.10.2 Sistemas fixos de combate por agentes limpos

São normalizados pela NFPA n° 2001 e se utiliza de gases chamados agentes limpos, caracterizados pela não condutividade elétrica e alta eficiência no combate a incêndio, sem deixar resíduos após sua utilização.

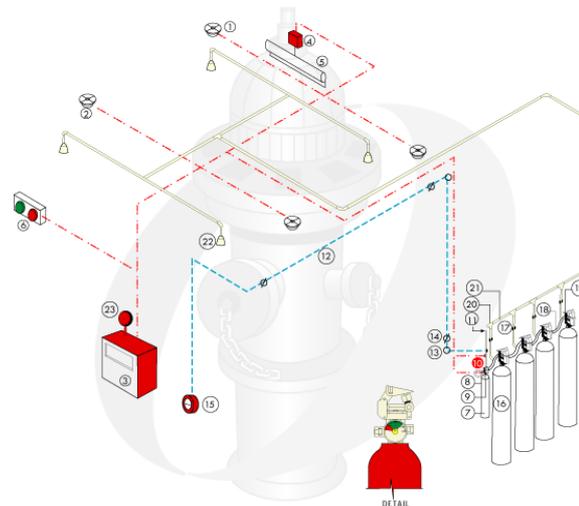


Figura 73 - Esquema geral de um sistema de combate por agente limpo

De forma resumida, um sistema fixo de combate por agente limpo é composto de um conjunto de cilindros (os quais contêm um agente limpo - FM-200, FE227, FE-13, FE-36, INERGEN, etc) interligado a uma rede de tubulações de aço com bicos difusores, distribuídos na área a ser protegida. Existem diversos gases e marcas registradas disponíveis no mercado.

Os agentes limpos são gases testados e certificados por institutos e entidades reguladoras internacionais. As certificações são baseadas não só na eficácia do gás para a supressão do foco de incêndio, mas, principalmente, por suas características de segurança para o ser humano presente no local e ao meio ambiente.

Os agentes limpos vieram substituir os agentes *halon* químicos 1301 e 1211, que foram proibidos em 1995 pela comunidade internacional, depois de constatados seus efeitos nocivos à camada de ozônio.

Funcionamento do sistema

O sistema de detecção e alarme é feito por meio de detectores automáticos e acionadores manuais, ligados em setores cruzados.

Monitoram, permanentemente, o ambiente e, quando sensibilizados, desencadeiam todo processo de extinção descarregando o agente extintor no ambiente.

Em caso de incêndio, serão acionados um ou mais detectores, os quais, por sua vez, enviarão um sinal elétrico à central de detecção e alarme, que, imediatamente, identificará e sinalizará o incêndio, disparando um pré-alarme intermitente, avisando aos ocupantes do local e solicitando providências por parte da brigada de incêndio. Passado determinado tempo, é tocado novo alarme, agora contínuo, para a total retirada de pessoas da área.



Fonte: <http://www.sffeco.com/fire-ext-systems.html>

Figura 74 - Sistema de supressão por agente limpo em funcionamento

Em um sistema totalmente automatizado, antes da descarga do agente extintor, a central efetua comando para que: os avisadores sonoros e visuais, luzes de rotas de fuga, dispositivos de alívio de pressão, bombas de incêndio e etc. entrem em funcionamento; sejam desligados sistemas de ventilação, ar condicionado, alimentação elétrica; bombas e válvulas de alimentação de combustíveis sejam fechadas; portas corta-fogo com eletroímãs, *dumpers* e portas de fuga, no caso de sistemas de controle de acesso, sejam desbloqueadas.

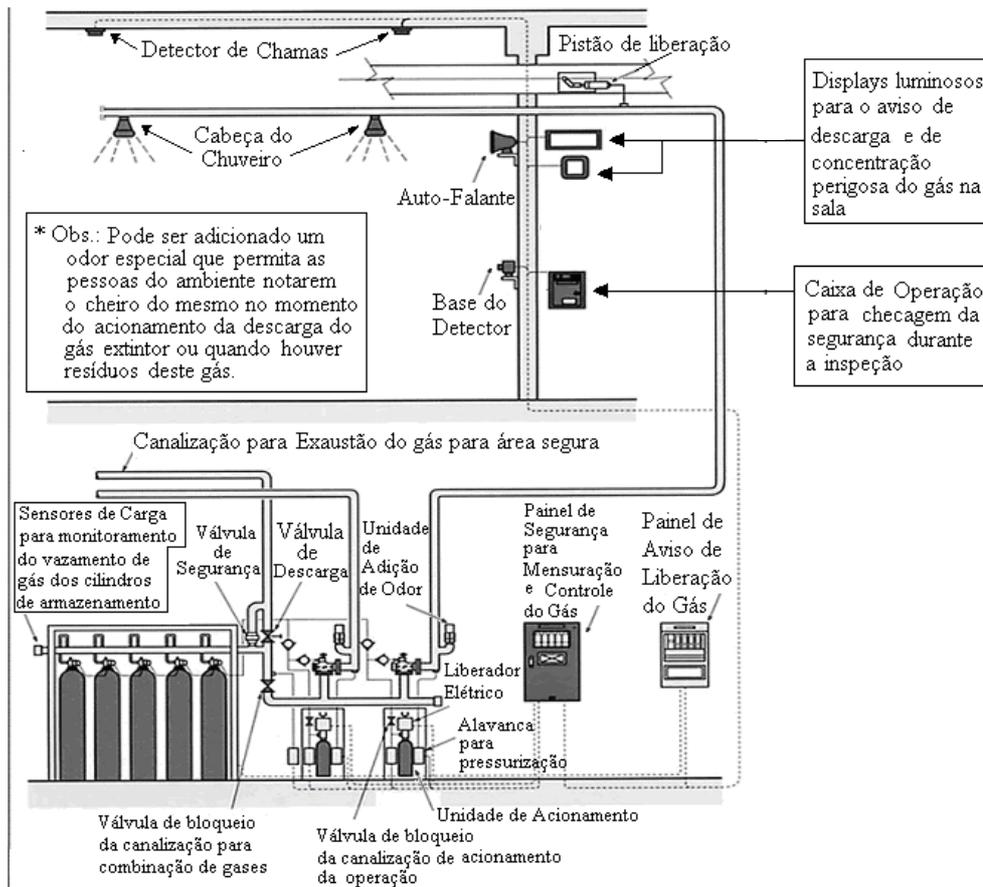


Figura 75 - Esquema de sistema fixo de combate por agentes limpos

4.10.3 Sistemas de supressão por inundação por HFC-227

O **HFC-227**²⁴ é um gás do tipo Halocarbono, mais especificamente, é heptafluoropropano ($\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$) que, em condições normais, é um gás incolor, inodoro, não condutor de eletricidade e que não deixa resíduos. Por não danificar a camada de ozônio, obtém a aprovação do Departamento de Proteção Ambiental/EPA, sendo considerado substituto ao Halon 1301.

²⁴ **Hidroclorofluorcarbonos** (HCFC) e **hidrofluorcarbonos** (HFC) são componentes feitos pelo homem que estão sendo usados para substituir os CFC (Clorofluorcarbono). Os HFC são considerados como substitutos transitórios dos CFC porque foi constatado que eles possuem um grande potencial na atuação do aquecimento global do planeta.



Figura 76 - Cilindros de HFC-227

Conhecido pelo nome comercial FM-200 ou FE-227, o HFC-227 é usado no combate ao fogo. A extinção se dá por uma ação físico-química. Inicialmente, o HFC-227 age resfriando, fisicamente, a chama no nível molecular.

Por ser um excelente condutor térmico, o HFC-227, literalmente, remove energia térmica do incêndio, a tal ponto que a reação de combustão não consegue se sustentar. Simultaneamente, a ação química do HFC-227, por meio dos radicais livres agindo sobre o fogo, inibe, definitivamente, a reação em cadeia entre combustível, comburente e calor, interrompendo a combustão.

Nesse processo, o gás não altera significativamente a concentração de oxigênio do ambiente. Por esse motivo, o HFC-227 pode ser aplicado em ambientes habitados, ao contrário do sistema de CO₂, que tem restrição devido à propriedade asfixiante na concentração exigida para extinguir o fogo.

Obviamente, para ser possível a presença humana, a concentração do HFC-227 deve obedecer às concentrações aprovadas pela NFPA-2001. Nos Estados Unidos, são aceitas concentrações de até 9% do volume normalmente ocupado, e de até 10,5% do volume para espaços normalmente não ocupados.

Apesar de ser possível respirar em ambiente onde esse sistema de supressão esteja em funcionamento, a NFPA-2001 recomenda a não

exposição, isso porque os agentes alternativos ao *halon*, que possuem flúor em sua composição produzem subprodutos perigosos como o ácido fluorídrico quando em contato com as chamas. Por essa razão, a aplicação deve ser lançada em, no máximo, 10 segundos.

Para que haja eficácia no combate a incêndios em áreas restritas e de alto valor agregado, o sistema de proteção será do tipo inundação total.

AGENTE	DESIGN. QUÍMICA	FÓRMULA	PROPRIEDADES AMBIENTAIS			CARACTERÍSTICA TOXICOLÓGICA		CONCENT. EXTINTORA (g/m³)	MECANISMO DE SUPRESSÃO DO FOGO	APLICAÇÕES (FOGOS CLASSE)
			ODP*	GWP* (100 anos x FOP = 1)	ALT* (Anos)	NOAEL* (Vol.%)	LOAEL* (Vol.%)			
HFC-227ea (FM-200)	Hept fluor o-propeno	CF_3CHFCF_3	0	2,800	31-42	9.0	10.5	530	Físico	A,B,C
HCFC Blend A (NAF-91B)	Dicloro-fluor etano	$CHCl_2CF_2$ 4.75% $CHClCF_2$ 82% Cl_2CFCF_2 9.5%	0.044	1,450	7	10	>10	360	Físico	A,B,C
HFC-23 (FE-13)	Trifluoro-metano	CHF_3	0	11,700	264	50	>50	470	Físico e Químico	A,B,C
HFC-125 (FF-25)	Pentafluoro-etano	CHF_2CF_2	0	2,800	33	7.5	10	580	Físico e Químico	A,C
HFC-236fa (FF-36)	Hexafluoro-propeno	$C_2F_5CH=CF_2$	0	6,300	192	10	15	461 (Cl. A) 582 (Cl. B)	Físico e Químico	A,B,C
CO2	Dióxido de Carbono	CO_2 100%	0	1	120	2.9	9.0	900	Físico	B,C
IG-01 (Argotec)	-	Ar 100%	0	0	0	43	52	500	Físico	A,B
IG-05 (Argonite)	-	Nr ₂ 50% Ar 50%	0	0	0	43	52	600	Físico	A,B
Halon 1301	Bromotrifluoro-metano	CF_3Br	16	5,600	110	50	7.5	330	Químico	A,B,C

Fonte: <http://www.ramaal.com.br/agentes.htm>

Figura 77 - Comparação entre os vários agentes limpos

4.10.4 Sistemas de supressão por inundação por gás argonite (INERGEN) e argônio

São sistemas de supressão que utilizam um ou mais gases inertes. Aqui o gás argônio é elemento fundamental constituindo 100% do produto, resultando no gás IG-1 (Argotec). Quando associado com nitrogênio, assume o nome de IG-05 (Argonite).



Figura 78 - Cilindros de gás argonite

No Brasil, o gás argonite é representado pelo INERGEN, cuja composição é obtida pela mistura de três gases: nitrogênio (52%), argônio (40%) e dióxido de carbono (8%).

O HFC-227 é considerado um agente limpo, ou seja, não conduz eletricidade e, após sua aplicação, não deixa resíduos. É normalizado pela NFPA 2001 e pela *British Standards* BS6266. Ao contrário dos agentes limpos halogenados, possui três grandes vantagens:

- quando em contato com a chama do incêndio, não libera produtos perigosos, como o ácido fluorídrico;
- por ser composto por três gases normalmente encontrados na atmosfera, não prejudica a camada de ozônio e não contribui para o aquecimento da atmosfera (efeito estufa);
- não existem limitações quanto aos testes de sistemas, nem a obrigatoriedade de recuperação do agente.

O sistema fixo consiste em cilindros de aço, nos quais são armazenados os agentes extintores, dotados de válvulas de disparo por acionamento automático, manual ou ambos. Em sistemas nos quais dois ou mais cilindros são necessários, é utilizado um tubo coletor ao qual os

cilindros são conectados por meio de mangueiras flexíveis, dotadas de válvulas de retenção individuais para cada cilindro.

O agente limpo é descarregado nos ambientes por meio de uma malha de tubos e bicos nebulizadores, dimensionados de modo a proporcionar distribuição uniforme.

Quando descarregado em uma área, introduz uma mistura apropriada de gases, de modo a permitir a respiração em uma atmosfera com baixo nível de oxigênio. A atmosfera normal de uma sala contém 21% de oxigênio e menos de 1% de dióxido de carbono. Se a quantidade do primeiro for reduzida abaixo de 15%, a maioria dos combustíveis não mais queimarão.

O INERGEN reduz o nível de oxigênio do ambiente para 12,5%, enquanto eleva a concentração de dióxido de carbono para 4%. A quantidade de dióxido de carbono aumenta a taxa respiratória e a capacidade de absorção de oxigênio do organismo. Em síntese, o corpo humano é estimulado, pelo dióxido de carbono, a respirar mais rápido e profundamente, para compensar a redução de oxigênio na atmosfera.

Durante o funcionamento do sistema, não há presença de “névoa”, o que facilita o processo de manutenção da calma das pessoas (efeito psicológico), favorecendo a retirada das vítimas. Mas, para segurança extra, o sistema de argônio pode ser “odorizado”, a fim de assegurar o alerta à presença do gás em situação de descarga ou escapamento.

O gás argonite na concentração entre 40% e 50% é eficiente em tornar inertes as misturas ar/propano e ar/metano.

4.10.5 Sistema de água nebulizada e tecnologia Water Mist

A água é um excelente agente extintor. Seu uso no passado era limitado a uma pequena fração de sua capacidade extintora. Atualmente,

sua eficiência no combate a incêndios pode ser otimizada mediante descarga na zona de perigo na forma de fina névoa.

O sistema de água nebulizada consegue utilizar toda a capacidade extintora da água. É normalizado pela NRB nº 8.674, composto de bicos projetores de água e tubulação, geralmente, sob controle automático. Um conjunto de moto-bomba e compressor induz à formação de neblina, constituída de finas gotículas de água não contínuas.



Fonte: http://www.railway-technology.com/contractors/fire_fighting/marioff/marioff2.html

Figura 79 - Compressor do sistema de água nebulizada

A quantidade de vazão de água necessária ao bom funcionamento do sistema é determinada previamente por cálculo hidráulico computadorizado, levando-se em conta, principalmente, a densidade de descarga da água utilizada e a pressão mínima recomendada para os projetores.



Fonte: <http://tecinfire.com.br/index.asp?pg=agua>

Figura 80 - Exemplo de aplicação do sistema de água nebulizada

Possui as seguintes aplicações:

- extinção de incêndio em tanques abertos de certos líquidos inflamáveis;
- porões de óleo de laminadores e equipamentos elétricos imersos em óleo, como transformadores, disjuntores, etc;
- para proteção de tanques de armazenamento e equipamentos contendo líquidos perigosos, gases e contra o calor, proveniente de um incêndio nas imediações do risco; e
- o sistema também é utilizado para aplicações especiais em situações insólitas, por evitar a passagem de fogo, calor e fumaça por aberturas em paredes corta-fogo e lajes. Indicado também em situações em que não se permite o uso de portas corta-fogo.

Sistema de água nebulizada para equipamentos elétricos

Um sistema de água nebulizada, para proteção de transformadores e disjuntores imersos em óleo, compõe-se de:

- tubulação galvanizada, em que bicos projetores de água são instalados em sua linearidade, a fim de cobrir determinada área de risco;
- tubulação para ar comprimido, em que chuveiros de sprinklers estão dispostos de forma a detectar fontes de incêndio e calor, acionando o sistema; e
- válvulas de controle automático tipo dilúvio, hidropneumáticas, que mantêm a água sob pressão em

posição fechada. É desarmada, automaticamente, pelo acionamento dos detectores térmicos.

Sistema *Water Mist*.

É o aprimoramento do sistema de água nebulizada. Seu dimensionamento é dado pela NFPA nº 750. O diferencial entre os dois sistemas está no tamanho das partículas de água.

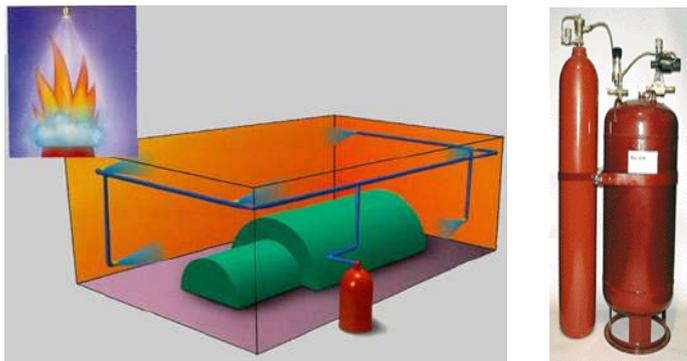
No *Water Mist*, a água é micropulverizada, sendo que 99% do total do volume são gotículas com diâmetro menor do que 1000 microns (DV. 0,99), para o uso de menor pressão operacional no bico nebulizador. O que potencializa o poder de absorção de calor da água.



<http://www.vipondfire.co.uk/water-mist.html>

Figura 81 - Bico de nebulização

A água é aplicada ao fogo na forma de gotas muito finas que, para o observador, assemelham-se a uma névoa densa. A relação da área de superfície da gota ao volume da água é alto e a conversão para vapor ocorre muito eficientemente. O calor latente da vaporização, que é um fenômeno físico, associou-se à mudança do estado da água (vapor), removendo muito calor da reação.



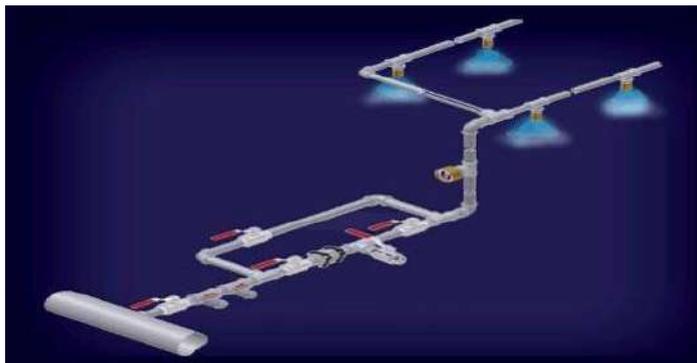
Fonte: http://www.wilsonfire.com/WATER_MI.HTM

Figura 82 - Sistema de nebulizador (*water mist*)

O sistema *water mist* oferece como benefícios adicionais:

- atenuação da radiação térmica;
- remoção da proporção de partículas de fumaça presentes no ar; e
- absorção da toxicidade solúvel em água e de gases irritantes.

A descarga da água como uma fina névoa em sistemas independentes fornece meios altamente eficientes na proteção contra incêndio, os quais requerem quantidades consideravelmente menores de agente, quando comparados aos tradicionais sistemas de *sprays* e dilúvio, o que resulta em benefícios substanciais quanto à capacidade e ao peso do sistema, além de tornarem insignificantes os danos causados à área protegida pela ação da água.



Fonte: <http://www.wme.no>

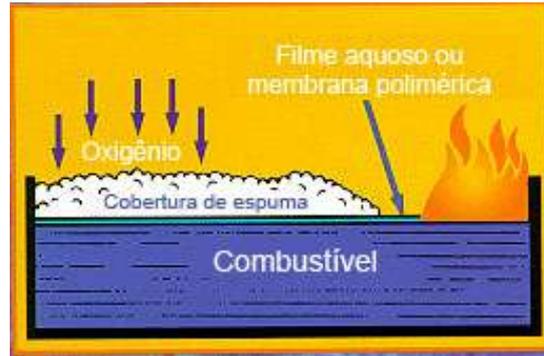
Figura 83 - Exemplo de sistema com *water mist*

Cada vez mais, sistemas de nebulização de água (*water mist*) estão sendo projetados, testados e aprovados para riscos leves, pois o pequeno diâmetro do encanamento de aço inoxidável usado, evidentemente, deu a essa tecnologia uma vantagem sobre a proteção com chuveiros automáticos de resposta rápida. Atualmente, o sistema *water mist* tem uma aceitação muito grande em navios, sendo estudado e utilizado também em usinas nucleares e pela NASA.

4.10.6 Sistema de combate a incêndio com espuma

Consiste na utilização de espuma de alta expansão, que produz o abafamento do combustível, impedindo a oxigenação e provocando o resfriamento.

A espuma é lançada no interior do reservatório onde se encontra o líquido inflamável, por canhões ou mangueiras com esguichos, sobre o tanque onde estiver ocorrendo o incêndio e sobre os tanques vizinhos para protegê-los.



Fonte: <http://www.reliablefire.com/foamfolder/foamsystems.html>

Figura 84 - Exemplo de aplicação da espuma

São utilizados em instalações onde são armazenadas grandes massas de líquidos inflamáveis, como: gasolina, acetona, álcool, solventes e outros, quer em tanques externos, quer em depósitos em interiores.



Fonte: <http://www.apelce.com.br/Princ.asp?TocItem=2030&ID=110>

Figura 85 - Exemplo de utilização em tanque externo

O sistema obedece ao disposto na Norma 11-A da NFPA e NBR nº 12.615 e consiste em um reservatório de pressão – o depósito – que armazena um extrato biodegradável de base protéica (fluoroproteínas) formador de espuma (existem diversos fabricantes).

A água do reservatório de acumulação, pela ação de uma bomba, arrasta o produto, que, emulsionado com a água, vai por uma tubulação até o tanque que se pretende proteger. Pode-se usar um filtro para a água antes da mistura com o extrato, para evitar a entrada de quaisquer impurezas.



Fonte: www.fic2.co.kr/

Figura 86 - Reservatório de acumulação

A mistura do extrato com a água efetua-se graças a um componente da instalação, denominado proporcionador, o qual dosa, automaticamente, o extrato, de modo a manter a relação água-extrato constante, embora a descarga e a pressão variem. A dosagem mais comum é a de 3% a 5% de extrato.

Ao atingir o tanque ou outro local de lançamento, a mistura água-extrato passa por um dispositivo formador ou gerador de espuma, o qual nada mais é que um ejetor de água-extrato, isto é, um bocal convergente que permite a incidência do líquido (água-extrato) num tubo Venturi (bocal convergente-divergente), arrastando-o, ao mesmo tempo, pelo efeito conhecido do ejetor.

4.11. Instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Grandes incêndios podem ser causados por fenômenos termoelétricos, como, por exemplo, curto-circuito (conexão de resistência muito baixa, entre dois pontos de um circuito com potenciais elétricos diferentes), sobretensão (diferença entre potenciais elétricos acima do nível normal) e sobrecorrente (fluxo de carga elétrica acima das especificações previstas).

Essa situação é também agravada pelo fato de o Brasil ser um dos países com maior índice de ocorrência de descargas atmosféricas no mundo. Em virtude desses fatos, para serem evitadas as ocorrências de fenômenos termoelétricos, são exigidos dispositivos capazes de proteger as edificações, e, conseqüentemente, seus ocupantes e conteúdo contra essas implicações, visando à proteção contra incêndio. Para alcançar tal objetivo, torna-se necessário o correto dimensionamento das instalações elétricas (utilização adequada de disjuntores, fusíveis, condutores, esquemas de aterramento) e a adoção de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), também conhecido como pára-raios, para proteger estruturas, aparelhos e circuitos. Dessa forma, consegue-se não só a proteção patrimonial, mas também a salvaguarda das pessoas contra choques elétricos.

As regras de segurança apresentadas neste módulo são baseadas na NBR n° 5.410 (instalações elétricas de baixa tensão) e na NBR n° 5.419 (proteção de estruturas contra descargas atmosféricas).

A regra fundamental da proteção contra choques é que as pessoas e os animais devem ser protegidos, seja do risco associado a contato acidental com parte energizada perigosa, seja de falhas que possam colocar uma massa acidentalmente sob tensão.

A instalação elétrica deve ser concebida e construída de maneira a excluir qualquer risco de incêndio de materiais inflamáveis, devido a temperaturas elevadas ou arcos elétricos. Além disso, em situações normais, não deve haver riscos de queimaduras para as pessoas e/ou animais.

Além desses aspectos, as pessoas, os animais e os bens devem ser protegidos contra os efeitos negativos de temperaturas ou solicitações eletromecânicas excessivas, resultantes de sobrecorrentes a que os condutores vivos possam ser submetidos.

Também devem ser protegidos contra as consequências prejudiciais provenientes das ocorrências resultantes de sobretensões, como falhas de isolamento entre partes vivas de circuitos sob diferentes tensões, fenômenos atmosféricos e manobras.

Tendo em vista o que a NBR nº 5.419 da ABNT prescreve, torna-se evidente que um SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas (queda de raios) nem assegura uma proteção 100% eficiente.

A função do SPDA é conduzir as correntes elétricas das descargas atmosféricas ao solo e dissipá-las com segurança, reduzindo a probabilidade de danos.

O SPDA é definido como um sistema completo, destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.

O sistema externo consiste em captadores, condutores de descida e subsistema de aterramento, enquanto que o sistema interno é composto por um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica, dentro do volume a proteger (equipotencialização – equalização do potencial elétrico de todas as partes que compõe o volume).

A captação da descarga atmosférica tem a finalidade de minimizar a probabilidade de a estrutura ser atingida diretamente por um raio e deve ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto, bem como os esforços eletromecânicos resultantes. Podem ser adotados três métodos: Franklin,

Faraday e Eletrogeométrico. A captação pode ainda ser feita por meio de elementos naturais da própria edificação.

O subsistema de descidas visa conduzir convenientemente para a terra a corrente recebida pelo subsistema de captação. Podem ser usados condutores de descida naturais (ferros dos pilares) ou não-naturais (cordoalhas de cobre, por exemplo).

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas deve ser executado um subsistema de aterramento integrado à estrutura e demais aterramentos por meio de uma ligação equipotencial.

A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do volume a proteger. Ela é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, eventualmente incluindo DPS (dispositivo de proteção contra surtos – são dispositivos que protegem o ambiente contra descargas elétricas atmosféricas), interligando o SPDA, a armadura metálica da estrutura, as instalações metálicas, as massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

4.12. Brigadas de incêndio e planos de emergência

Os administradores das edificações, de acordo com norma técnica específica (NT 07/2000-CBMDF), precisam dimensionar brigadas de incêndio e elaborar planos de emergência.

Brigada de incêndio é um grupo organizado e devidamente equipado de pessoas treinadas, com capacitação, para atuar na prevenção, abandono da edificação, combate a princípio de incêndio e prestação de primeiros socorros, dentro de uma área pré-estabelecida.

Essa norma define também que o plano de emergência é um plano estabelecido em função dos riscos da edificação, tendo a finalidade de definir a melhor forma de utilização dos recursos materiais e humanos existentes no local, em uma situação de emergência.

Nesse plano, são definidas as ações a serem adotadas em caso de incêndios, bem como em outros sinistros, além do acionamento do Corpo de Bombeiros, na retirada segura das pessoas e no combate inicial.

Com base no exposto, fica evidenciado que tanto o comandante de socorro, quanto as guarnições de bombeiros precisam conhecer as edificações dentro de sua área de atuação que possuem brigadas e estudar seu plano de emergência, de tal forma que, no caso de ocorrer um sinistro naquele local, torne-se fácil a atuação dos bombeiros.

Uma das primeiras atitudes deve ser procurar a sala da brigada de incêndio (ou central de alarme), a fim de obter maiores informações com os brigadistas, os quais devem sempre estar em condições de auxiliar o CBMDF no sentido de fornecer dados gerais sobre a situação do local e promover o rápido e fácil acesso aos dispositivos de segurança da edificação.

Os comandantes de socorro e as guarnições de bombeiros precisam conhecer as edificações dentro de sua área de atuação que possuem brigadas e estudar seu plano de emergência.

Bibliografia

- ABNT. NBR n° 14.432. *Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento*. Rio de Janeiro. 2000.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Estatuto do CBMDF. Lei n° 7.479, de 02 de junho de 1986.
- _____. Lei de Organização Básica. Lei n° 8.255, de 20 de novembro de 1991.
- _____. Regulamento da Lei de Organização Básica. Decreto n° 16.036, de 04 de novembro de 1994.
- _____. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico. Decreto n° 21.361, de 20 de julho de 2000.
- COTRIM, Ademaro A. M. B.. *Instalações elétricas*. São Paulo: Makron Books Brasil, 1992.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Lei de Multa. Lei n° 2.747, de 20 de julho de 2001.
- _____. Regulamentação da Lei de Multa. Decreto n° 23.154, de 09 de agosto de 2002.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Questões atuais da segurança contra incêndio em edificações*. São Paulo, março de 2003.
- MELO, Eduardo A. Loureiro. *Apostila de proteção contra incêndio e explosões do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho*. Brasília. 2003.