

ANDRÉ TELLES CAMPOS  
ANDRÉ LUIZ SANTANA DA CONCEIÇÃO

# MANUAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

## PROTEÇÃO PASSIVA









# **MANUAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO PROTEÇÃO PASSIVA**

André Telles Campos – 1º Ten. QOBM/Comb.

Formado em Engenharia de Segurança contra Incêndio e Pânico pela Academia de Bombeiro Militar de Brasília. Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Brasília.

Oficial vistoriador da Diretoria de Serviços Técnicos do CBMDF e instrutor do Curso de Especialização em Prevenção de Incêndio.

André Luiz Santana da Conceição – 2º Ten. QOBM/Comb.

Formado em Engenharia de Segurança contra Incêndio e Pânico pela Academia de Bombeiro Militar de Brasília.

Oficial vistoriador da Diretoria de Serviços Técnicos do CBMDF e especialista em Prevenção de Incêndio.

**© 2006 CBMDF – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**

**Os autores cedem os direitos de reprodução ao CBMDF.**

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

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter nos concedido a vida.  
À nossa família por ter compreendido os momentos de ausência e ter nos  
incentivado a persistir nesta tarefa de compartilhar o conhecimento.  
A todos aqueles que colaboraram disponibilizando material, além daqueles que  
leram, aplicaram e comentaram o texto para enriquecê-lo.





## SUMÁRIO

Assunto	Página
<b>Introdução</b>	15
<b>1- Sistema de Engenharia de Segurança contra Incêndio e Pânico</b> .....	17
1.1- Engenharia de Segurança contra Incêndio e Pânico.....	17
1.2- Base legal .....	17
1.3- Aspectos funcionais.....	20
1.4- Referências bibliográficas.....	24
<b>2- Fundamentos da Segurança contra Incêndio e Pânico</b> .....	25
2.1- Princípios da segurança contra incêndio.....	25
2.2- Elementos essenciais do fogo.....	28
2.3- Desenvolvimento do incêndio.....	32
2.4- Transferência de calor.....	36
2.5- Produtos do incêndio.....	38
2.6- Classificação dos incêndios.....	45
2.7- Métodos de extinção de incêndio.....	48
2.8- Prevenção de incêndio.....	49
2.9- Referências bibliográficas.....	50
<b>3- Medidas de Proteção contra Incêndio e Pânico</b> .....	51
3.1- Classificação das medidas de proteção.....	51
3.2- Sistemas de proteção contra incêndio e pânico.....	53
3.3- Classificação de risco das edificações.....	61
3.4- Referências bibliográficas.....	68
<b>4- As Estruturas em Situação de Incêndio</b> .....	69
4.1- Resistência ao fogo.....	69
4.2- Modelamento do incêndio.....	69
4.3- Características dos materiais frente ao fogo.....	71
4.4- Verificação das estruturas em situação de incêndio.....	77
4.5- Proteção contra a fumaça.....	81
4.6- Referências bibliográficas.....	83
<b>5- Saídas de Emergência</b> .....	85
5.1- Introdução.....	85
5.2- Componentes das saídas de emergência.....	85
5.3- Acessos.....	86
5.4- Rotas de saída verticais.....	88
5.5- Rampas.....	109
5.6- Elevadores de emergência.....	110
5.7- Área de refúgio.....	111
5.8- Descarga.....	111
5.9- Dimensionamento das saídas de emergência.....	113
5.10- Referências bibliográficas.....	123
<b>6- Sinalização de Segurança</b> .....	125
6.1- Introdução.....	125
6.2- Tipos de sinalização.....	125
6.3- Orientação e salvamento.....	126
6.4- Equipamento e emergência.....	128
6.5- Comando.....	131
6.6- Proibição.....	132
6.7- Alerta.....	133

6.8- Complementar.....	134
6.9- Dimensionamento.....	135
6.10- Aplicação final.....	137
6.11- Referências bibliográficas.....	137
<b>7- Iluminação de Emergência.....</b>	<b>139</b>
7.1- Fundamentação legal.....	139
7.2- Tipos de sistema.....	140
7.3- Fontes de energia e luminárias.....	142
7.4- Circuitos de alimentação.....	144
7.5- Operacionalização do sistema.....	146
7.6- Manutenção do sistema.....	150
7.7- Aplicação final.....	151
7.8- Tabelas de dimensionamento.....	151
7.9- Referências bibliográficas.....	152
<b>8- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.....</b>	<b>153</b>
8.1- Histórico.....	153
8.2- Formação de cargas nas nuvens.....	154
8.3- Formação dos raios.....	156
8.4- Efeitos das descargas atmosféricas sobre os seres vivos.....	158
8.5- Determinação da necessidade de um SPDA.....	160
8.6- Definições.....	160
8.7- Condições gerais.....	165
8.8- Captação da descarga atmosférica.....	165
8.9- Condutores de descida.....	170
8.10- Subsistema de aterramento.....	173
8.11- Características dos materiais do SPDA.....	174
8.12- Equalização de potenciais.....	176
8.13- Referências bibliográficas.....	178
<b>9- Instalações Elétricas.....</b>	<b>179</b>
9.1- A eletricidade no Brasil.....	179
9.2- Definições.....	179
9.3- Contatos diretos.....	183
9.4- Contatos indiretos.....	184
9.5- Efeitos térmicos.....	187
9.6- Sobrecorrentes.....	188
9.7- Sobretensões.....	188
9.8- Relação de custo dos acessórios.....	189
9.9- Eletrodutos.....	192
9.10- Vistoria.....	193
9.11- Aplicação final.....	197
9.12- Referências bibliográficas.....	197
<b>10- Instalações Prediais de GLP.....</b>	<b>199</b>
10.1- Gás Liquefeito de Petróleo.....	199
10.2- Vantagens do GLP.....	200
10.3- Armazenamento de GLP.....	200
10.4- Centrais de GLP.....	203
10.5- Afastamentos de segurança.....	206
10.6- Canalização.....	208
10.7- Medidores de consumo.....	212
10.8- Sinalização.....	213

10.9- Extintores.....	214
10.10- Obrigatoriedade do uso de centrais de GLP.....	214
10.11- Documentos.....	215
10.12- Aplicação final.....	217
10.13- Referências bibliográficas.....	217



## PREFÁCIO

Este manual é uma fonte de consulta técnica para profissionais da área de segurança contra incêndio e pânico (bombeiros militares, engenheiros, arquitetos e técnicos). O texto é baseado nas normas técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, nas normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas e nas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

A obra aborda, no capítulo 1, aspectos legais e funcionais do sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico quanto ao projeto e execução de edificações seguras e fiscalização dos diversos órgãos relacionados. No capítulo 2, são apresentadas as características do incêndio. O pleno domínio sobre a dinâmica do incêndio é pré-requisito para a efetividade das medidas de segurança contra incêndio e pânico estudadas no capítulo 3. Outro pilar da segurança contra incêndio é o conhecimento do comportamento das estruturas em situação de incêndio, que é abordado no capítulo 4. Os capítulos 5 a 10 tratam, detalhadamente, dos critérios normativos das saídas de emergência, da sinalização de segurança, da iluminação de emergência, da proteção contra descargas atmosféricas, da segurança nas instalações elétricas e do uso de gás liquefeito de petróleo (GLP).

Para melhor comprometimento com a profissão e zelo pela segurança, o leitor deve aprofundar esses conhecimentos e demais especificações das legislações citadas e outras pertinentes ao assunto. Para tanto, ao fim de cada capítulo são citadas importantes referências bibliográficas que serviram de base para a elaboração desta obra.

André Telles Campos  
André Luiz Santana da Conceição



## INTRODUÇÃO

A engenharia de proteção (ou segurança) contra incêndios<sup>1</sup> é o campo da engenharia que trabalha na salvaguarda da vida e do patrimônio, bem como na atenuação de eventuais perdas devidas ao fogo e explosões e outros danos decorrentes do sinistro. Os objetivos fundamentais da segurança contra incêndio e pânico são minimizar o risco à vida e a perda patrimonial.

A atividade de segurança contra incêndio e pânico relaciona diversos atores sociais: usuários, órgãos públicos de fiscalização, seguradoras, empresas fabricantes, empresas de instalação e de manutenção, profissionais de projeto e construtoras, além de entidades e laboratórios de pesquisa. A visão empregada neste texto é a do agente fiscalizador do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, sem perder de foco os demais entes relacionados.

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

Proteção passiva, de acordo com a NBR nº 14.432 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é o

conjunto de medidas incorporado 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.

Ainda de acordo com a NBR nº 14.432, proteção ativa é o “tipo de proteção contra incêndio que é ativada manual ou automaticamente em resposta aos estímulos provocados pelo fogo, composta basicamente das instalações prediais de proteção contra incêndio”.

O objetivo deste manual não é discutir academicamente tais conceitos<sup>2</sup>, mas, sim, estudar os parâmetros normativos dos sistemas de proteção passiva, de acordo com o ordenamento jurídico vigente no Distrito Federal.

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 um sinistro, garantindo a integridade física das vítimas e, simultaneamente, facilitar as ações de salvamento e combate das corporações de bombeiros, tornando-as rápidas, eficientes e seguras.

Neste manual, os parâmetros técnico-legais dos sistemas de saídas de emergência, sinalização de segurança, iluminação de emergência, proteção contra descargas atmosféricas,

---

<sup>1</sup> No Brasil não existe graduação específica na área. De acordo com a Resolução nº 359/91 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia as atribuições de proteção contra incêndio são destinadas ao engenheiro de segurança do trabalho, sem interferência nas competências legais e técnicas estabelecidas para as diversas modalidades da engenharia, arquitetura e agronomia.

<sup>2</sup> Vide capítulo 3.

segurança das instalações elétricas e instalações prediais de gás liquefeito de petróleo são abordados. Não se pretende esgotar o assunto, muito pelo contrário. O objetivo é esclarecer os itens normativos, comentando-os e mostrando aplicações práticas. Desse modo, haverá maior clareza na aplicação da legislação de segurança contra incêndio e pânico e, conseqüentemente, maior interesse pela pesquisa na área, ou seja, o presente texto não é um ponto de chegada, mas, sim, um ponto de partida.

Conhecer bem o incêndio conduzirá à proposição de medidas de proteção contra incêndio e pânico eficientes e adequadas aos propósitos de proteção à vida e ao patrimônio. A seleção dos sistemas de proteção adequados à edificação deve ser feita tendo por base os riscos de início de um incêndio, de sua propagação e de suas conseqüências. É necessário também identificar a extensão do dano que pode ser considerado tolerável. Entender o comportamento do incêndio numa edificação é, certamente, o primeiro passo para a efetivação da segurança contra incêndio e pânico. Apesar da importância do tema, foge ao escopo desta obra embrenhar-se no conhecimento dessa área. São comentados alguns pontos fundamentais no capítulo 2, mas o aprofundamento necessário deve ser obtido em outras referências bibliográficas específicas para tal fim.

Além do conhecimento técnico sobre os sistemas de proteção contra incêndio e pânico, faz-se necessária uma abordagem legalista do assunto. O desenvolvimento do texto é iniciado justamente pela fundamentação legal da atividade de segurança contra incêndio e pânico. Percorre-se desde a lei maior, a Constituição, até as legislações mais específicas, as normas técnicas.



# 1

## SISTEMA DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

### 1.1 – ENGENHARIA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

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

A engenharia de proteção contra incêndios é o campo da engenharia que trabalha na salvaguarda da vida e do patrimônio, minimizando eventuais perdas devidas ao fogo e explosões e outros danos decorrentes do sinistro. Na proteção contra incêndios, o engenheiro de proteção contra incêndios utiliza métodos científicos e matemáticos na análise do fogo e no projeto de instalações seguras. Porém, o engenheiro de proteção contra incêndios não só se preocupa com isso, mas também com a segurança da vida humana. É por isso que muitos se referem à profissão como a segurança contra incêndio e pânico, unindo, assim, a segurança da vida humana em ocorrências relacionadas ao fogo ou ao pânico com a proteção patrimonial contra incêndios.

A segurança contra incêndio e pânico é uma área bastante dinâmica uma vez que está intimamente relacionada à evolução dos conhecimentos técnico-científicos. Mas, sua dinamicidade não está (nem pode estar) restrita 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 dos diversos ramos da engenharia (civil, elétrica, mecânica etc.) com as áreas físico-química, econômico-administrativas e comportamentais, ou seja, a consecução da segurança contra incêndio e pânico deve ponderar aspectos técnico-materiais com aspectos sócio-econômicos na dualidade homem-meio.

A atividade de segurança contra incêndio e pânico relaciona diversos atores sociais: usuários, órgãos públicos de fiscalização, seguradoras, empresas fabricantes, empresas de instalação e de manutenção, profissionais de projeto e construtoras, além de entidades e laboratórios pesquisadores. Cada um desses setores da sociedade tem 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. Nesse sentido está a atuação dos órgãos de fiscalização, em particular do Corpo de Bombeiros Militar. Portanto, a visão empregada neste texto é a do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, enquanto árbitro ávido de conhecimento para poder bem julgar e, em última análise, fazer garantir a segurança da população.

### 1.2 – 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 das pessoas e do patrimônio. Aos corpos de bombeiros militares cabe as funções de defesa civil e outras especificadas em lei”. No caso do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), a lei que define suas competências é a 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.

A LOB e o RLOB definem as diversas competências do CBMDF. Neste texto interessa, particularmente, aquelas que dizem respeito à segurança contra incêndio e pânico. Dentre elas destacam-se:

- realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;
- efetuar perícias de incêndios;
- promover 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 prevenção contra incêndio e pânico; e
- 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 (conseqüentemente a extinção) e a perícia de incêndios. No entanto, cabe impor restrições ao âmbito do presente trabalho. Em primeiro lugar deixam de ser abordados os incêndios florestais. Trataremos apenas dos incêndios urbanos, mais especificamente dos incêndios em edificações. Outra delimitação imposta será o tratamento mais aprofundado da prevenção, enquanto que o combate e a perícia serão trabalhados perifericamente, dando suporte ao entendimento da segurança contra incêndio em edificações.

Para dar cabal cumprimento às competências relacionadas com a segurança contra incêndio e pânico, 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 e pelos Grupos e Seções de Serviços Técnicos das Unidades Operacionais.

O Estado-Maior-Geral (EMG) é o órgão de direção geral responsável pelo estudo, planejamento, coordenação, fiscalização e controle de todas as atividades da Corporação. O EMG 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 principal interface com o sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico dá-se por meio da 7ª Seção, que é a responsável pelo assessoramento em questões relativas à legislação técnica, pesquisa tecnológica, perícias e prevenções.

A Diretoria de Serviços Técnicos (DST) é o órgão de direção setorial do sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico. 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 implementar programas relativos a 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; e
- expedir pareceres técnicos sobre segurança contra incêndio e pânico.

As unidades 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:

- a manutenção de registro estatístico das ocorrências verificadas em sua área de atuação;
- o planejamento, a coordenação e a fiscalização da atuação e do cumprimento da legislação referente à segurança contra incêndio e pânico; e
- o apoio à DST em suas competências com pessoal treinado para a realização de vistorias.

O sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF cumpre uma importante função: fazer a conexão entre os segmentos de combate a incêndios<sup>1</sup> da Corporação. Trabalhando de forma desarticulada, a função original do corpo de bombeiros, o combate a incêndios, carece de eficiência. Torna-se imperativo fazer a articulação desse setor operacional com a parte de prevenção e de perícia num processo cíclico virtuoso. Desse modo, obtém-se uma atuação eficiente, integrada e de qualidade nos diversos ramos da segurança contra incêndio e pânico da Instituição.

---

<sup>1</sup> Fala-se em área de combate a incêndios em sentido amplo, envolvendo a prevenção, o combate propriamente dito e a perícia de incêndios. Formando um todo, um sistema completo.



Figura 1.1 – Integração da prevenção, do combate e da perícia de incêndios.  
Fonte: CBMDF.

Mas, qual é a legislação técnica que dá suporte a esta estrutura de segurança contra incêndio e pânico do CBMDF? Até o ano de 2000 era o 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 (NT). Essas NTs são editadas mediante portaria do Comandante-Geral da Corporação, o que permite que as normas acompanhem passo a passo as evoluções tecnológicas dos sistemas de proteção. Na falta de NT do CBMDF sobre algum sistema, deverão ser adotadas as normas dos órgãos oficiais ou as normas 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, desde que aprovadas pelo CBMDF.

### **1.3 – ASPECTOS FUNCIONAIS**

Legalmente está bem definido o campo de trabalho do Corpo de Bombeiros Militar na área de segurança contra incêndio e pânico. Mas, como realmente funciona essa estrutura? Nesta seção será apresentada a estrutura básica de três setores: análise de projetos, vistorias técnicas e credenciamento de empresas. Evidencia-se não só a estrutura interna, mas também sua relação com órgãos externos e internos à Corporação.

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).

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. Isso porque o incêndio afeta e é afetado por critérios de distribuição de espaços, de circulações horizontais e verticais e pelos aspectos de ventilação e de resistência estrutural, entre outros. Porém, 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, determinando critérios de aquisição, instalação, funcionamento e manutenção dos sistemas.

A análise de projetos do CBMDF fiscaliza os projetos de arquitetura e de incêndio.

O projeto de arquitetura é submetido à aprovação do CBMDF em consulta prévia com relação a sistemas de proteção contra incêndio que possam afetar a estrutura da edificação e a ocupação do terreno. Atualmente, são verificados aspectos gerais de saídas de emergência, de locação de central de GLP (gás liquefeito de petróleo) e definição da quantidade de água disponível para a reserva técnica de incêndio (RTI). Na fase de consulta prévia, engenheiros e arquitetos podem sanar dúvidas com os analistas e definir, da melhor forma, o projeto arquitetônico, garantindo, simultaneamente, funcionalidade, estética e segurança com minimização de custos.

Edificação planejada garante segurança, funcionalidade e beleza com minimização de custos.

O projeto de incêndio é, então, analisado pelo CBMDF após a arquitetura ter sido definitivamente aprovada pela Administração Regional<sup>2</sup> (ou prefeitura em outras unidades da federação). A análise do projeto de incêndio fiscaliza os critérios mínimos de segurança impostos pela legislação. Verifica se os sistemas projetados são os exigidos pela norma e se estão em conformidade com as normas específicas de cada sistema.

O projeto é um planejamento da obra, mas nem sempre esta (a obra) sucede aquele (o projeto). A inversão da ordem projeto→obra causa transtornos e aumento de custos. Aprovados todos os projetos, de arquitetura e de instalações, o executor está apto a solicitar o alvará de construção<sup>3</sup>.

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 de vistoria técnica do CBMDF, dentre outros órgãos. A vistoria do CBMDF para “habite-se” confere a adequação dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico executados ao respectivo projeto de incêndio que foi aprovado anteriormente. Na fase de construção, em geral, ocorrem imprevistos que impedem que a execução seja fiel ao projeto. Conseqüentemente, o vistoriador deve ter sólidos conhecimentos de segurança contra incêndio e pânico para poder identificar os desvios e não permitir transgressões às normas de segurança.

Após a vistoria para “habite-se”, as edificações, em geral, necessitam ser aprovadas em vistoria técnica do CBMDF para receberem o alvará de funcionamento<sup>4</sup> e desenvolverem

---

<sup>2</sup> No DF, a aprovação do projeto de arquitetura pode envolver outros órgãos além da Administração Regional e o CBMDF. Por exemplo: Secretaria de Saúde, no caso de hospitais, e Secretaria de Educação, no caso de escolas.

<sup>3</sup> O código de edificações do DF estabelece os critérios e prazos de obtenção do alvará de construção, nos referimos aqui à necessidade “teórica” de finalizar os projetos (planejamento) antes de se iniciar a construção.

determinada atividade comercial ou industrial. Na vistoria para alvará de funcionamento é verificada a adequação dos sistemas instalados com a atividade a ser desempenhada no local. É importante ressaltar que existem dois tipos de alvarás de funcionamento concedidos pela Administração Regional: o permanente (ou definitivo) e o precário (ou temporário). A vistoria técnica do CBMDF independe dessa subdivisão.

Existe ainda o alvará de funcionamento para atividades eventuais. Os shows, festas, encontros, feiras etc. que ocorram fortuitamente em edificações ou outras áreas também necessitam da chancela dos órgãos de fiscalização, entre eles o CBMDF. Dessa maneira, surge um outro tipo de vistoria técnica, a vistoria para atividades eventuais (ou vistoria para alvará de funcionamento eventual). Essa vistoria pode estar atrelada à vistoria para queima de fogos. Nesses dois tipos de vistoria técnica verifica-se a adequação dos sistemas instalados (inclusive afastamentos) com a atividade a ser desenvolvida, tal qual na vistoria para alvará de funcionamento. Contudo, deve-se atentar para a particularidade de se tratar de atividades que estimulem a concentração de público e dar enfoque especial aos sistemas que auxiliem a fuga das pessoas em caso de sinistro.

Vistoria para habite-se confere a adequação dos sistemas executados ao projeto.

Vistoria para alvará de funcionamento verifica a adequação dos sistemas à atividade.

Este é o roteiro básico para que uma edificação seja regularizada com relação à segurança contra incêndio e pânico pelo CBMDF. No entanto, a fiscalização do CBMDF não se limita a estas etapas. A Corporação realiza ainda vistorias técnicas ocasionais motivadas por denúncias ou por pedidos ou, ainda, por demanda própria. As primeiras são denominadas vistorias por denúncia e visam dar resposta a relatos de obras, edificações ou outras áreas em desacordo com as normas de segurança. A vistoria a pedido é realizada quando há a solicitação de verificação das condições de segurança contra incêndio e pânico de determinado local e pode ser restrita a um determinado sistema de proteção. O terceiro tipo de vistoria técnica ocasional é a vistoria inopinada. Esta é realizada quando há demanda interna, pode ser gerada, por exemplo, por levantamento estatístico, ocorrências graves em locais similares, determinação do Comando etc.

---

<sup>4</sup> A emissão do alvará de funcionamento é regida por legislação própria, que não se vincula necessariamente com a emissão prévia do “*habite-se*.”

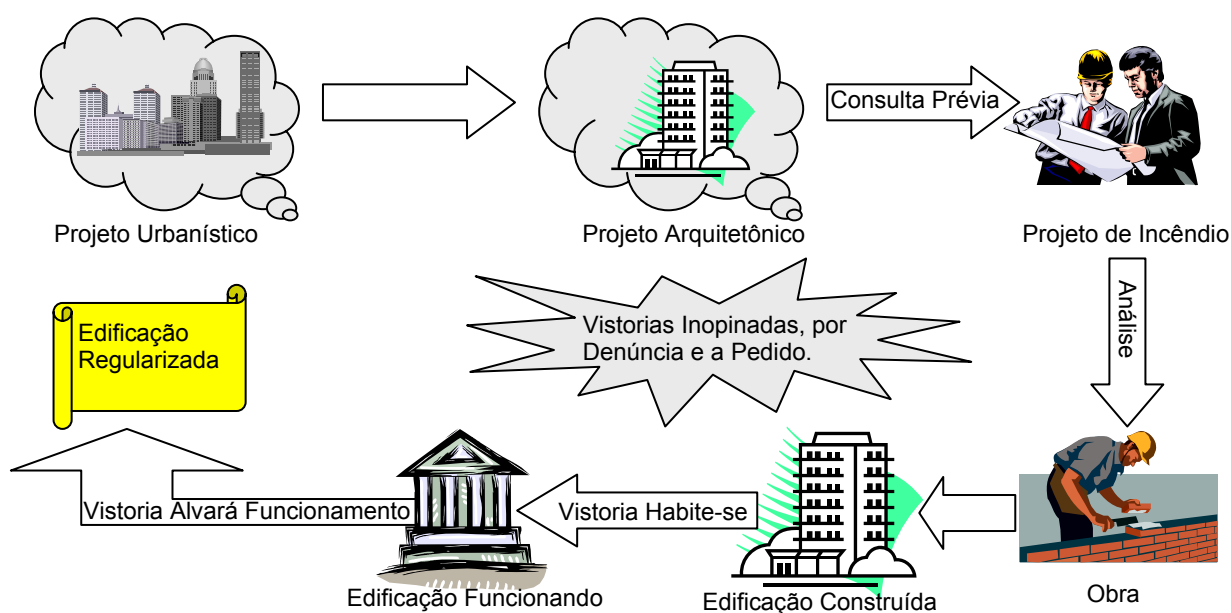


Figura 1.2 – Fases de regularização das edificações.  
Fonte: CBMDF.

As empresas e profissionais que prestam serviço na área de segurança contra incêndio e pânico também devem ter sua atuação fiscalizada pelos órgãos públicos. O intuito é garantir ao consumidor um nível mínimo de segurança na prestação do serviço. O CBMDF, com base no RSIP e na lei de multa (Lei nº 2.747, de 20 de julho de 2001, regulamentada pelo Decreto nº 23.154, de 9 de agosto de 2002), adota critérios de controle às empresas do setor. Basicamente, são três os setores credenciados pelo CBMDF para desempenho de suas atividades: empresas de formação e prestação de serviços de brigada contra incêndio; empresas de comercialização, fabricação e manutenção de extintores de incêndio; e empresas de comercialização, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra incêndio e pânico.

A fiscalização do CBMDF, portanto, opera tanto no prestador do serviço quanto no seu produto (projeto, edifício, equipamento), visando garantir a qualidade e o nível mínimo de segurança à população. Essas fiscalizações encontram interface com diversos outros setores da sociedade. A Corporação deve trabalhar em estreita ligação com Administrações Regionais, Secretaria de Estado de Coordenação das Administrações Regionais (SUCAR), Secretaria de Estado de Fiscalização das Atividades Urbanas (SEFAU), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (CONFEA), Agência Nacional do Petróleo (ANP), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) e empresas de equipamentos de segurança e pânico. Dessa maneira, consegue-se obter resultados mais efetivos.

Diante da diversidade dos setores da sociedade envolvidos e da dinamicidade dos conhecimentos aplicados à segurança contra incêndio e pânico, espera-se um determinado perfil profissional dos analistas de projetos e vistoriadores técnicos. Esses profissionais devem manter-se continuamente atualizados e eticamente comprometidos com a qualidade dos serviços de

fiscalização. Este trabalho visa dar embasamento técnico à aplicação da legislação de segurança contra incêndio e pânico, fornecendo conhecimentos teóricos e práticos das medidas de proteção contra incêndio e pânico. Não obstante, o profissional deve ir além e buscar a excelência no atendimento.

#### **1.4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

BRASIL. Lei de Organização Básica. Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991.

BRASIL. Regulamento da Lei de Organização Básica. Decreto nº 16.036, de 4 de novembro de 1994.

BRASIL. Estatuto do CBMDF. Lei nº 7.479, de 2 de junho de 1986.

DISTRITO FEDERAL. Código de Edificações do DF. Lei nº 2.105, de 8 de outubro de 1998.

DISTRITO FEDERAL. Regulamento do Código de Edificações do DF. Decreto nº 19.915, de 17 de dezembro de 1998, e suas alterações.

DISTRITO FEDERAL. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico. Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000.

DISTRITO FEDERAL. Lei de Multa. Lei nº 2.747, de 20 de julho de 2001.

DISTRITO FEDERAL. Regulamentação da Lei de Multa. Decreto nº 23.154, de 9 de agosto de 2002.



# 2

## FUNDAMENTOS DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

### 2.1 – PRINCÍPIOS DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O objetivo fundamental da segurança contra incêndio e pânico é minimizar o risco à vida e a perda patrimonial. Entende-se como risco à vida a exposição severa dos usuários da edificação e das populações adjacentes ao incêndio e seus efeitos (fumaça, calor e pânico). Entende-se como perda patrimonial a destruição parcial ou total da edificação, dos estoques, dos documentos, dos equipamentos ou dos acabamentos do edifício sinistrado ou da vizinhança, além dos prejuízos ambientais e dos danos indiretos decorrentes da interrupção das atividades desenvolvidas na edificação sinistrada.

Uma forma de minimizar os riscos à vida e às perdas patrimoniais é evitar que um incêndio, caso iniciado, torne-se incontrolável, posto que, nessa situação, certamente ocorrerão perdas significativas. E, mais que isso, deve-se tentar impedir que o incêndio ocorra. Esse objetivo pode ser alcançado por meio de alguns princípios:

- controle da natureza e da quantidade dos materiais combustíveis constituintes e contidos no edifício;
- compartimentação horizontal e vertical dos edifícios;
- dimensionamento da proteção e resistência estrutural ao fogo;
- isolamento dos riscos (limitar a propagação entre edificações);
- dimensionamento dos sistemas de detecção, alarme e extinção de incêndio;
- criação de rotas de fuga sinalizadas, iluminadas e livres da fumaça e do calor;
- criação de acesso às equipes de combate a incêndio;
- treino da população para combater princípios de incêndio e realização do abandono seguro do edifício; e
- manutenção dos sistemas de proteção contra incêndio instalados.

O incêndio inicia-se, em geral, a partir de materiais combustíveis depositados na edificação. Mas, à medida que as chamas se espalham sobre a superfície do primeiro objeto ignificado e, talvez, para outros objetos contíguos, o processo de combustão torna-se mais fortemente influenciado por fatores característicos do ambiente. Caso haja ventilação suficiente para sustentar o incêndio, a temperatura do ambiente irá se elevar, transportando camadas de gases quentes para a parte superior do compartimento e originando intensos fluxos de energia térmica radiante. Conseqüentemente, os materiais combustíveis ali presentes emitirão gases inflamáveis que se incendiarão, dando início à generalização do incêndio, momento em que todo o ambiente ficará envolvido pelo fogo.

No intuito de dificultar a ocorrência do incêndio (mais propriamente de sua inflamação generalizada), limitar a sua propagação e reduzir a produção de gases tóxicos na fumaça de

incêndio, é importante não só controlar a quantidade e a natureza de material combustível depositado na edificação (carga de incêndio temporal), como também controlar a quantidade e a natureza de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos (carga de incêndio incorporada). Essa ação está relacionada com a reação ao fogo dos materiais, que é a contribuição para o desenvolvimento do fogo, ao sustentar a combustão e possibilitar a propagação superficial das chamas.

Ainda com vistas à limitação da produção e propagação de fumaça e calor no interior da edificação, a principal medida a ser adotada consiste na compartimentação horizontal e vertical, a qual visa dividir o edifício em células capacitadas a suportar a queima dos materiais combustíveis nelas contidos. Essa medida deve ser acompanhada de cuidados como a ventilação do ambiente de modo a controlar a severidade do incêndio e a extração de fumaça.

A capacidade dos elementos construtivos de suportar a ação do incêndio denomina-se resistência ao fogo e refere-se ao tempo durante o qual conservam suas características funcionais de vedação e/ou estabilidade estrutural. O correto dimensionamento da resistência ao fogo dos elementos estruturais proporciona uma fuga segura aos ocupantes da edificação, garante um tempo mínimo de ação para as equipes de socorro e minimiza danos à própria edificação, à vizinhança, à infra-estrutura pública e ao meio ambiente.

Mesmo que um prédio se incendeie é oportuno evitar a propagação do incêndio desse para os adjacentes. O isolamento entre riscos permite restringir o incêndio, fazendo com que as edificações próximas não sofram os efeitos do sinistro. O isolamento de risco pode ser obtido por meio de afastamento horizontal entre fachadas ou por barreiras (paredes corta-fogo).

A edificação deve dispor de sistemas de proteção contra incêndio<sup>1</sup>. A probabilidade de o incêndio sair de controle em edificações dotadas desses sistemas é menor, se comparadas com outras que não os possuam. A tabela 2.1 relaciona alguns meios de detecção e extinção de incêndio com a probabilidade do seu controle.

Tabela 2.1 - Efeito da extinção e detecção automáticas do incêndio.

Meio de Proteção	Probabilidade do incêndio sair de controle
Corpo de Bombeiros	1:10
Chuveiros Automáticos	2:100
Corpo de Bombeiros de alto padrão combinado com sistema de alarme	entre 1:100 e 1:1000
Corpo de Bombeiros de alto padrão combinado com chuveiro automático	1:10000

Fonte: Plank, 1996. *apud* Vargas e Pignatta, 2003.

De pouco adiantará se os sistemas de proteção forem instalados, porém não forem mantidos. A manutenção periódica confere confiabilidade ao sistema e segurança à edificação e seus ocupantes.

Outra medida essencial da segurança contra incêndio é a educação com vistas à inserção de uma cultura prevencionista na população. A cultura prevencionista pode ser disseminada pelos

---

<sup>1</sup> Entendidos aqui em sentido restrito. Seriam os sistemas de combate manuais e automáticos e de detecção e alarme de incêndio e de saídas, sinalização e iluminação de emergência.

bombeiros, pelos brigadistas, pelos professores, pelos lojistas, enfim, por diversas pessoas capacitadas para tal fim. E pode ser feita por meio de palestras, cartilhas, treinamentos práticos, visitas etc. Esta talvez seja a medida mais eficaz na obtenção do grau de excelência na segurança contra incêndio e pânico.

A probabilidade de ocorrência de incêndios com morte é comparativamente baixa. Acidentes fatais no trânsito são trinta vezes mais prováveis que num incêndio (Plank, 1996. *apud* Vargas e Pignatta, 2003). Apesar disso, a segurança contra incêndio deve tratar prioritariamente dos fatores que influenciam a segurança da vida, os quais estão intimamente relacionados às medidas de proteção que visem à evacuação das pessoas da edificação sinistrada.

O tempo de evacuação de uma edificação em situação de incêndio é função da estrutura da edificação (altura, área, saídas etc.), da quantidade de pessoas e de sua mobilidade (idade, estado de saúde etc.). As medidas de segurança necessárias são diferentes quando aplicadas a edifícios altos em relação a edifícios térreos; a edifícios com alta densidade de pessoas (escritórios, hotéis, lojas e teatros), em relação àqueles com poucas pessoas (depósitos); a edifícios concebidos para habitação de pessoas de mobilidade limitada (hospitais, asilos) e àqueles com ocupantes saudáveis (complexos esportivos).

A morte em incêndio é geralmente provocada pela fumaça ou pelo calor, conforme pode ser observado na tabela 2.2. O risco de morte ou ferimentos graves pode ser avaliado em termos do tempo necessário para alcançar níveis perigosos de fumaça ou gases tóxicos e temperatura, comparado ao tempo de escape dos ocupantes da área ameaçada. Isso significa que uma rota de fuga adequada, bem iluminada, bem sinalizada, desobstruída e estruturalmente segura é essencial na proteção da vida em casos de incêndio.

Devem ser tomados os devidos cuidados para limitar a propagação da fumaça e do fogo, que podem afetar a segurança das pessoas em áreas distantes da origem do incêndio ou mesmo entre edifícios vizinhos.

Tabela 2.2 – Causa de mortes em incêndios de edifícios.

<b>País</b>	<b>Calor e fumaça</b>	<b>Outras causas</b>
França	95%	5%
Alemanha	74%	26%
Países Baixos	90%	10%
Reino Unido	97%	3%
Suíça	99%	1%

Fonte: Plank, 1996. *apud* Vargas e Pignatta, 2003.

Para que a atividade de segurança contra incêndio e pânico possa ser satisfatoriamente levada a cabo deve-se conhecer bem o incêndio. Nas seções seguintes definiremos fogo e incêndio, estudaremos suas características e condições de deflagração, desenvolvimento e propagação. A partir daí, podemos identificar claramente os riscos e os meios de extinção de incêndio, o que conduzirá à adoção de medidas de proteção contra incêndio e pânico eficientes e adequadas aos propósitos de proteção à vida e ao patrimônio. Entender o comportamento do incêndio numa edificação é certamente o primeiro passo para a efetivação da segurança contra incêndio e pânico.

### 2.2 – ELEMENTOS ESSENCIAIS DO FOGO

O fogo é uma necessidade da vida moderna, como sempre foi aos nossos antepassados. Sob controle, o fogo é sempre de extrema necessidade, no entanto, quando foge ao controle do homem transforma-se num agente de grande poder destruidor: o incêndio.

O fogo pode ser definido como um fenômeno físico-químico no qual se tem lugar uma reação de oxidação com emissão de luz e calor. Já o incêndio é o fogo que foge ao controle do homem, queimando tudo aquilo que a ele não é destinado queimar, sendo capaz de produzir danos ao patrimônio e à vida por ação das chamas, do calor e da fumaça.

Devem coexistir quatro elementos para que o fenômeno do fogo ocorra e se mantenha:

- 1) combustível;
- 2) comburente (oxigênio);
- 3) agente ígneo (calor); e
- 4) reação em cadeia.



Tetraedro do fogo

#### **Combustível**

O combustível pode ser definido como qualquer substância capaz de produzir calor por meio da reação química. É toda substância capaz de queimar e alimentar a combustão. É o elemento que serve de campo de propagação do fogo.

O fogo manifesta-se diferentemente em função da composição química do combustível, mas, por outro lado, um mesmo material pode queimar de modo diferente em função da sua superfície específica, das condições de exposição ao calor, da oxigenação e da umidade contida.

Os combustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. A maioria precisa passar para o estado gasoso para, então combinar-se com o oxigênio e ignificar-se.

Os combustíveis sólidos possuem forma e volume definidos e queimam em superfície e em profundidade. Quanto maior a superfície exposta, mais rápido será o aquecimento do material e, conseqüentemente, o processo de combustão. Exemplo: uma barra de aço exigirá muito calor para queimar, mas, se transformada em palha de aço, queimará com facilidade.

A maioria dos sólidos combustíveis possui um mecanismo seqüencial para sua ignição. O sólido precisa ser aquecido, quando desenvolve vapores combustíveis que se misturam com o oxigênio, formando a mistura inflamável (explosiva), a qual, na presença de uma pequena chama (fagulha ou centelha) ou em contato com uma superfície aquecida, ignifica-se; aparece então a chama na superfície do sólido, que fornece mais calor, aquecendo mais materiais e assim sucessivamente.

Nos materiais sólidos, a área específica é um fator importante para determinar sua razão de queima, ou seja, a quantidade do material queimado na unidade de tempo, que está associada à quantidade de calor gerado e, portanto, à elevação da temperatura do ambiente. Um material sólido com igual massa e com áreas específicas diferentes, por exemplo, de 1m<sup>2</sup> e 10m<sup>2</sup>, queima em

tempos inversamente proporcionais, porém, libera a mesma quantidade de calor. No entanto, a temperatura atingida no segundo caso será bem maior.

Por outro lado, não se pode afirmar que isso é sempre verdade, no caso da madeira, observa-se que, quando apresentada em forma de serragem, ou seja, com áreas específicas grandes, não se queima com grande rapidez. Comparativamente, a madeira em forma de pó pode formar uma mistura explosiva com o ar, comportando-se, dessa maneira, como um gás que possui velocidade de queima muito grande.

No mecanismo de queima dos materiais sólidos, temos a oxigenação como um outro fator de grande importância. Quando a concentração, em volume, de oxigênio no ambiente cai para valores abaixo de 15%, a maioria dos materiais combustíveis existentes no local não mantém a chama na sua superfície.

Os líquidos inflamáveis e combustíveis possuem mecanismos semelhantes, ou seja, o líquido, ao ser aquecido, vaporiza-se e mistura-se com o oxigênio, formando a "mistura inflamável" (explosiva) que, na presença de uma pequena chama (fagulha ou centelha) ou em contato com superfície aquecida, ignifica-se e aparece então a chama na superfície do líquido, a qual aumenta a vaporização e a chama. A quantidade de chama fica limitada à capacidade de vaporização do líquido.

Os combustíveis líquidos além de queimarem somente na superfície têm algumas propriedades físicas que dificultam a extinção do calor, aumentando o perigo para os bombeiros. Os líquidos assumem a forma do recipiente que os contém. Se derramados, fluem pelo piso e acumulam-se nas partes mais baixas.

Tomando como base o peso da água, cujo litro pesa um quilograma, classificamos os demais líquidos como mais ou menos densos. É importante notar que a maioria dos líquidos inflamáveis é menos denso que a água e, portanto, flutuam sobre esta.

Outra propriedade a ser considerada é a solubilidade do líquido, ou seja, sua capacidade de misturar-se à água. Os líquidos derivados do petróleo (conhecidos como hidrocarbonetos) têm pouca solubilidade, ao passo que líquidos como álcool, acetona (os solventes polares) têm grande solubilidade, isto é, podem ser diluídos até o ponto em que a mistura (solvente polar + água) não seja inflamável.

A volatilidade, que é a facilidade com que os líquidos liberam vapores, também é de grande importância, porque quanto mais volátil for o líquido, maior a possibilidade de haver fogo ou mesmo explosão; chamamos de voláteis os líquidos que liberam vapores a temperatura menor que 20°C.

Os líquidos também são classificados pelo seu ponto de fulgor, ou seja, pela menor temperatura na qual liberam uma quantidade de vapor suficiente para formar uma mistura inflamável com o ar na presença de uma chama piloto.

Existe, entretanto, uma outra classe de líquidos, denominados instáveis ou reativos, cuja característica é de se polimerizar, decompor ou condensar violentamente ou ainda de se tornar auto-reativo sob condições de choque, pressão ou temperatura, podendo desenvolver grande quantidade de calor.

A mistura inflamável vapor/ar (gás/ar) possui uma faixa ideal de concentração para se tornar inflamável ou explosiva, e os limites dessa faixa são denominados limite inferior de inflamabilidade e

limite superior de inflamabilidade, expressos em porcentagem e volume. Estando a mistura fora desses limites não ocorrerá a ignição.

Para entendermos melhor a tabela 2.3, vamos considerar um combustível sendo aquecido lentamente dentro de um frasco, à medida que o aquecemos, os gases inflamáveis vão se desprendendo, definindo três temperaturas ou faixas de temperatura, chamadas de:

- ponto de fulgor (*flashpoint*), que é a temperatura na qual os vapores liberados pelo material combustível sólido ou líquido entram em ignição ao contato com uma fonte externa de calor, porém ao retirá-la, as chamas não se mantêm. No entanto, a combustão não prossegue, porque nessa temperatura a quantidade de vapor ainda é insuficiente para isso.

- ponto de ignição (*firepoint*)<sup>2</sup>: é a temperatura na qual os vapores do combustível queimam ao contato de uma chama e continuam a queimar na ausência dessa, pois a vaporização se dá em quantidade suficiente para alimentar a combustão. Para os combustíveis líquidos, os pontos de fulgor e de combustão são valores muito próximos.

- auto-ignição é definida como a temperatura em que o combustível queima, mesmo sem a presença de chama, ao entrar em contato com o oxigênio do ar. Essa temperatura está muito acima dos pontos de fulgor e combustão.

Tabela 2.3 – Pontos de fulgor, ignição e limites de explosividade de alguns combustíveis.

Substância	Ponto de fulgor (°C)	Ponto de ignição(°C)	Limite de explosividade (% em volume)	
			Inferior	Superior
Acetona	-17,7	538	3	13
Ácido acético	40	426	4	17
Alcool	11 a 12	371 a 426	3	19
Benzina	-17,7	-	1,2	6
Éter	-45	180	1,17	48
Gasolina	-42	257	1,3	6
Querosene	38 a 74	254	1,16	6
Acetileno	-	335	2,5	80
Gasogênio	-	648	5,3	31
Gás natural	-	-	4,8	13,5
Hidrogênio	-	584,5	4,1	74,2
Monóxido de carbono	-	650	1,25	74

Fonte: Gomes, 1998.

Os gases não têm volume definido, tendendo rapidamente a ocupar todo o recipiente (ou ambiente) em que estão contidos. Se a densidade do gás é menor que a do ar, o gás tende a subir e dissipar-se. Mas, se a densidade do gás é maior que a do ar, o gás permanece próximo ao solo e migra na direção do vento, obedecendo aos contornos do terreno.

Para o gás queimar, há a necessidade de que esteja em uma mistura ideal com o ar atmosférico, e, portanto, se estiver numa concentração fora de determinados limites, não queimará. Cada gás, ou vapor, tem seus limites próprios, por exemplo, se em um ambiente há menos de 1,3% ou mais de 6% de vapor de gasolina, não haverá combustão, pois a concentração de vapor de

<sup>2</sup> Existem fontes nacionais que traduzem o termo *firepoint* como ponto de combustão, mas, como o manual de combate a incêndio do CBMDF adota a nomenclatura de ponto de ignição esse texto também está seguindo esse padrão.

gasolina nesse local está fora do que se chama de mistura ideal, ou limites inflamáveis, isto é, a concentração desse vapor ou é inferior ou é superior aos limites de inflamabilidade.

### **Comburente**

Comburente é o elemento que possibilita vida às chamas e intensifica a combustão. É a substância às custas da qual se dá a combustão. No caso do incêndio, o mais comum é que o oxigênio desempenhe esse papel.

O ar seco tem, na sua composição, 20,99% de oxigênio, os demais componentes são o nitrogênio com 78,03% e outros gases (CO<sub>2</sub>, Ar, H<sub>2</sub>, He, Ne, Kr) com 0,98%.

Em ambientes com a composição normal do ar, a queima desenvolve-se de maneira completa. Notam-se chamas. Contudo, a combustão consome o oxigênio do ar num processo contínuo. Quando a porcentagem do oxigênio do ar do ambiente passa de 21% para a faixa compreendida entre 15% e 8%, a queima torna-se mais lenta, notam-se brasas e não mais chamas. Quando o oxigênio contido no ar do ambiente atinge concentração menor que 8%, não há combustão.

### **Calor**

O calor é definido como uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro em virtude de uma diferença de temperatura, que se distingue das outras formas de energia porque, como o trabalho, só se manifesta num processo de transformação. É o elemento que inicia a combustão.

O calor, por sua vez, pode ter como fonte o cigarro aceso, os queimadores a gás ou mesmo a concentração da luz solar através de uma lente, ou seja, o calor é gerado pela transformação de outras formas de energia, quais sejam:

- energia química – quantidade de calor gerado pelo processo de combustão;
- energia elétrica – o calor gerado pela passagem de eletricidade através de um condutor, como um fio elétrico ou um aparelho eletrodoméstico;
- energia mecânica – o calor gerado pelo atrito de dois corpos; e
- energia nuclear – o calor gerado pela quebra de ou fusão de átomos.

### **Reação em cadeia**

A reação em cadeia torna a queima auto-sustentável. O calor irradiado das chamas atinge o combustível e esse é decomposto em partículas menores, que se combinam com o oxigênio e queimam, irradiando outra vez calor para o combustível, formando um ciclo.

A cadeia de reações criada durante a combustão propicia a formação de produtos intermediários instáveis, principalmente radicais livres. Esses radicais livres decompõem outras moléculas, que também geram outros radicais livres, transformando energia química em energia térmica. Dessa maneira, processa-se a propagação do fogo numa reação em cadeia.

### 2.3 – DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO

O incêndio pode ser melhor compreendido se estudarmos seus estágios de desenvolvimento.

A evolução do incêndio num local pode ser caracterizada por uma curva com quatro fases:

- 1) fase inicial;
- 2) fase crescente;
- 3) fase totalmente desenvolvida; e
- 4) fase final.

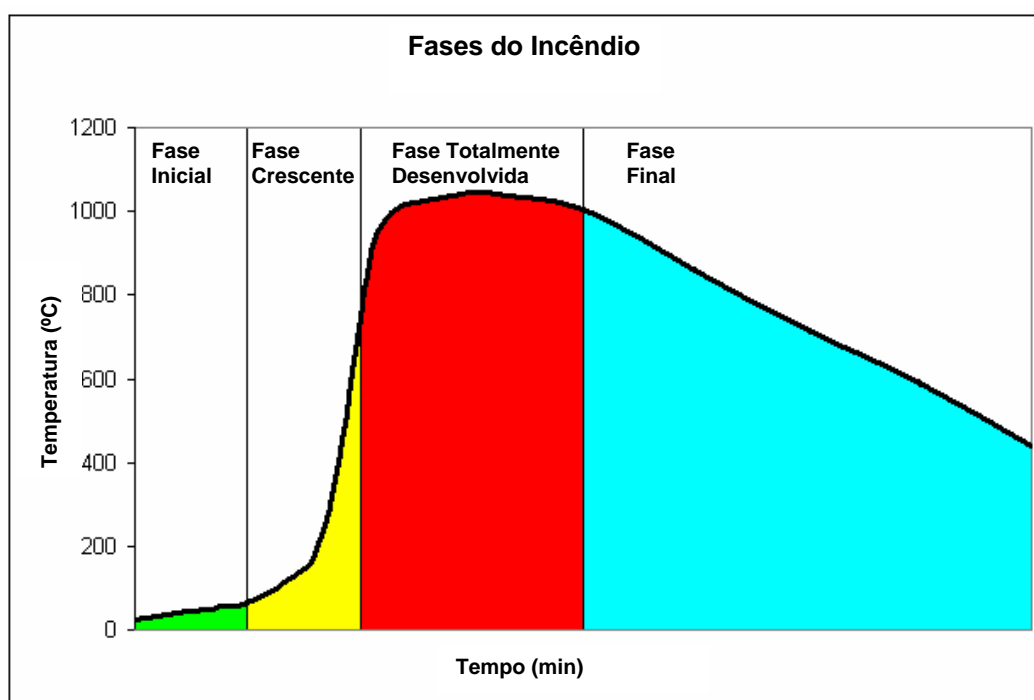


Figura 2.1 – Curva temperatura-tempo de um incêndio real.  
Fonte: CBMDF.

#### Fase inicial

Na primeira fase, o oxigênio contido no ar não está significativamente reduzido e o fogo está produzindo vapor d'água, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO) e outros gases. Grande parte do calor está sendo consumido no aquecimento dos combustíveis e a temperatura ambiente, nesse estágio, ainda está pouco acima da normal. O calor está sendo gerado e evoluirá com o aumento do fogo. A primeira fase caracteriza-se por grandes variações de temperatura de ponto a ponto no ambiente, ocasionadas pela inflamação sucessiva dos objetos existentes no recinto, de acordo com a alimentação de ar.

Normalmente os materiais combustíveis e uma variedade de fontes de calor coexistem no interior de uma edificação. A manipulação acidental desses elementos é, potencialmente, capaz de criar uma situação de perigo.

Os focos de incêndio, desse modo, originam-se em locais onde fontes de calor e materiais combustíveis são encontrados juntos, de tal forma que, ocorrendo a decomposição do material pelo calor, são desprendidos gases que podem se inflamar.



Considerando-se que diferentes materiais combustíveis necessitam receber diferentes níveis de energia térmica para que ocorra a ignição é necessário que as perdas de calor sejam menores que a soma de calor proveniente da fonte externa e do calor gerado no processo de combustão. Nesse sentido, se a fonte de calor for pequena, ou a massa do material a ser ignificado for grande, ou, ainda, a sua temperatura de ignição for muito alta, somente irão ocorrer danos locais, sem a evolução do incêndio.

Na fase inicial, o fogo está restrito ao objeto inicialmente em queima e às suas proximidades.

### Fase crescente

Se a ignição definitiva for alcançada, o material continuará a queimar desenvolvendo calor e produtos de decomposição, passando-se à fase de aquecimento. A temperatura subirá exponencialmente de 50°C até cerca de 800°C, acarretando o acúmulo de fumaça e outros gases e vapores no teto.

Há, nesse caso, a possibilidade de o material envolvido no foco do incêndio queimar totalmente sem proporcionar o envolvimento do resto dos materiais contidos no ambiente ou dos materiais constituintes dos elementos da edificação. De outro modo, se houver caminhos para a propagação do fogo, por meio de convecção ou radiação, em direção aos materiais presentes nas proximidades, ocorrerá simultaneamente a elevação da temperatura do recinto e o desenvolvimento de fumaça e gases inflamáveis.

Os gases aquecidos que se formam no foco inicial determinarão a transmissão de calor, que poderá ocorrer por condução, radiação ou convecção, conforme veremos à frente. A transmissão de calor implica no aquecimento gradual de todo o ambiente.

A maior quantidade de calor transferida ao ambiente é por convecção, cerca de 90%, sendo os 10% restantes transmitidos por radiação e condução. Por essa razão, se for assegurada uma saída eficiente dos gases que se formam no incêndio, ele será mais facilmente extinto.

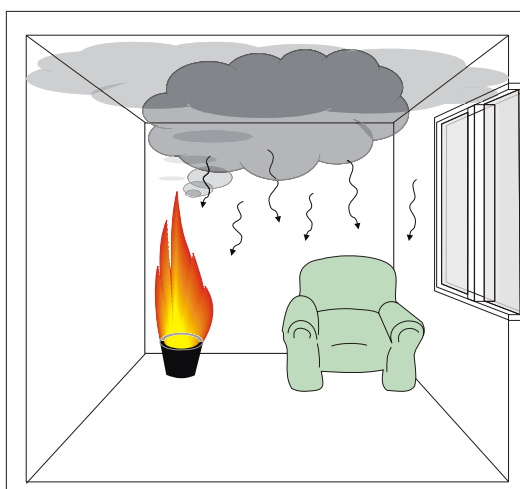


Figura 2.2 – Fase anterior ao *flashover* - grande desenvolvimento de fumaça e gases, acumulando-se no nível do teto.

Fonte: IT-02 – CBPMSP.

Durante a fase crescente, o ar rico em oxigênio é arrastado para dentro do ambiente pelo efeito da convecção, isto é, o ar quente sobe e sai do ambiente, forçando a entrada de ar fresco pelas aberturas nos pontos mais baixos do ambiente.

Os gases aquecidos espalham-se preenchendo o ambiente e, de cima para baixo, forçam o ar frio a permanecer junto ao solo; eventualmente causam a ignição dos combustíveis em níveis mais altos do ambiente. Esse ar aquecido é uma das razões pelas quais o bombeiro deve se manter abaixado e usar o equipamento de proteção respiratória. A inspiração desse ar superaquecido pode queimar os pulmões. A temperatura pode chegar a 800°C no nível do teto.

Pela radiação emitida por forros, paredes e pela própria massa de gases aquecidos, os materiais combustíveis que ainda não queimaram, são pré-aquecidos próximo à sua temperatura de ignição. Os materiais que estão próximos às chamas são pré-aquecidos, as chamas são bem visíveis no local.

Com a evolução do incêndio e a oxigenação do ambiente, através de aberturas no recinto, o incêndio ganhará ímpeto, os materiais passarão a ser aquecidos por convecção e radiação, até determinados materiais combustíveis atingirem seu ponto de ignição simultaneamente, ocasião em que haverá uma queima instantânea e generalizada desses produtos, ficando toda a área envolvida em chamas. Esse fenômeno é denominado de generalização do incêndio (ou *flashover*). Na generalização do incêndio observa-se o envolvimento total do ambiente pelo fogo e a emissão de gases inflamáveis através de portas e janelas, que se queimam no exterior do edifício (as línguas de fogo). Nesse momento, torna-se impossível a sobrevivência no interior do ambiente.

O tempo gasto para o incêndio alcançar o ponto de generalização do incêndio<sup>3</sup> é relativamente curto e depende dos revestimentos e acabamentos utilizados no ambiente de origem, das circunstâncias em que o fogo começa a se desenvolver e da geometria do ambiente.

### **Fase totalmente desenvolvida**

A transição entre a fase crescente e esta pode ocorrer quando o suprimento de combustível ou oxigênio começa a ser limitado. A partir daí, o incêndio irá se propagar para outros compartimentos da edificação seja por convecção de gases quentes no interior do edifício ou pelo exterior, na medida em que as chamas que saem pelas aberturas (portas e janelas) podem transferir o fogo para o pavimento superior, quando esse existir, principalmente através das janelas superiores.

A fumaça, que já na fase anterior pode ter se espalhado no interior da edificação, se intensifica e se movimenta perigosamente no sentido ascendente, estabelecendo, em instantes, condições críticas para a sobrevivência na edificação.

Caso a proximidade entre as fachadas da edificação incendiada e as adjacentes possibilite a incidência de intensidades críticas de radiação, o incêndio poderá se propagar por radiação para outras habitações, configurando uma conflagração.

A influência da ventilação é demonstrada pelo seguinte exemplo: a duração do fogo é limitada pela quantidade de ar e do material combustível no local, o volume de ar existente numa sala

---

<sup>3</sup> É importante salientar que o incêndio pode continuar a se desenvolver mesmo sem a ocorrência do *flashover* (generalização do incêndio).

de 30m<sup>2</sup> irá queimar 7,5kg de madeira, portanto, o ar necessário para a alimentação do fogo dependerá das aberturas existentes na sala.

Ocorre uma constante troca entre o ambiente interno e externo, com a saída dos gases quentes e da fumaça e a entrada de ar.

Em um incêndio, acontecem dois casos típicos que estão relacionados com a ventilação e com a quantidade de combustível em chama.

No primeiro caso, a vazão de ar que adentra ao interior da edificação incendiada é superior à necessidade da combustão dos materiais, temos um fogo aberto, aproximando-se a uma queima de combustível ao ar livre, cuja característica será de uma combustão rápida.

No segundo caso, a entrada de ar é controlada ou deficiente em decorrência de pequenas aberturas externas, temos um incêndio com duração mais demorada, cuja queima é controlada pela quantidade de combustível, ou seja, pela carga de incêndio, na qual a estrutura da edificação estará sujeita a temperaturas elevadas por um tempo maior de exposição, até que ocorra a queima total do conteúdo do edifício. Esse é o caso que ocorre geralmente nos incêndios em edificações, objeto de nosso estudo.

Em resumo, a taxa de combustão de um incêndio pode ser determinada pela velocidade do suprimento de ar, estando implicitamente relacionada com a quantidade de combustível e sua disposição, da área do ambiente em chamas e das dimensões das aberturas. Desse conceito decorre a importância da forma e quantidade de aberturas em uma fachada.

A proximidade ainda maior entre habitações pode estabelecer uma situação ainda mais crítica para a ocorrência da conflagração na medida em que o incêndio se alastre muito rapidamente por contato direto de chama entre fachadas.

No caso de estabelecimentos agrupados em bloco, a propagação do incêndio, entre unidades, poderá se dar por condução de calor via paredes e forros, por destruição dessas barreiras ou, ainda, por meio da convecção de gases quentes que venham a penetrar por aberturas existentes.

### **Fase final**

A fase final tem início quando o incêndio já consumiu a maior parte do oxigênio e do combustível presente no ambiente, ocorrendo uma diminuição linear da temperatura, ou seja, o ambiente é resfriado lentamente.

Como nas fases anteriores, o fogo continuará a consumir oxigênio até atingir um ponto no qual o comburente é insuficiente para sustentar a combustão. Nessa fase (de resfriamento), as chamas podem deixar de existir se não houver ar suficiente para mantê-las (abaixo de 15% de oxigênio). O fogo é normalmente reduzido a brasas, o local torna-se completamente ocupado por fumaça densa e os gases se expandem. Devido à pressão interna ser maior do que a externa ao ambiente, os gases saem por todas as fendas. Esse calor intenso reduz os combustíveis a seus componentes básicos, liberando vapores combustíveis.

Nessa fase, a combustão é incompleta porque não há oxigênio suficiente para sustentar o fogo, contudo o calor da queima livre (fase de aquecimento) permanece e as partículas de carbono

não queimadas bem como outros gases inflamáveis estão prontos para incendiar-se rapidamente assim que o oxigênio for suficiente.

A ventilação adequada permite que a fumaça e os gases combustíveis superaquecidos sejam retirados do ambiente. Ventilação inadequada suprirá abundantemente o local com o elemento que faltava (oxigênio), provocando uma explosão. A explosão que se segue à entrada de comburente no ambiente chamamos de *backdraft* ou explosão de fumaça.

As condições a seguir podem indicar um *backdraft*:

- fumaça sob pressão, em ambiente fechado;
- fumaça escura, tornando-se densa e saindo do ambiente em forma de lufadas;
- calor excessivo (nota-se pela temperatura da porta);
- pequenas chamas ou inexistência dessas;
- resíduos da fumaça impregnando o vidro das janelas;
- movimento de ar para o interior do ambiente quando alguma abertura é feita (em alguns casos, ouve-se o ar “assoviando” ao passar pelas frestas).

Com o consumo do combustível existente no local ou decorrente da falta de oxigênio, o fogo pode diminuir de intensidade e, conseqüentemente, extinguir-se.

Tabela 2.4 - Fases do Incêndio.

Fase Inicial	Fase Crescente	Fase Totalmente Desenvolvida	Fase Final
<ul style="list-style-type: none"> <li>• chamas restritas ao foco inicial;</li> <li>• combustível “ilimitado”;</li> <li>• oxigênio em abundância;</li> <li>• temperatura ambiente;</li> <li>• duração variável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chamas se propagando para os materiais próximos;</li> <li>• combustível ainda em abundância;</li> <li>• diminuição da quantidade de oxigênio;</li> <li>• aumento exponencial da temperatura;</li> <li>• ascensão da massa gasosa por ação da convecção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• combustível limitado;</li> <li>• oxigênio restrito e diminuindo;</li> <li>• grandes diferenças de temperatura entre o teto e o piso;</li> <li>• calor irradiado do teto em direção ao piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diminuição ou extinção das chamas;</li> <li>• baixa concentração de oxigênio;</li> <li>• temperatura muito alta, diminuindo lentamente;</li> <li>• presença de muita fumaça e incandescência;</li> <li>• risco de ignição da fumaça se injetado ar no ambiente.</li> </ul>

Fonte: Adaptado do *Manual Básico de Combate a Incêndio* do CBMDF,.

#### 2.4 – TRANSFERÊNCIA DE CALOR

A probabilidade de um foco de incêndio extinguir-se ou evoluir para um grande incêndio depende de diversos fatores, tais como: tipo, quantidade, volume, localização e espaçamento dos materiais combustíveis na edificação, fontes de ignição, área e locação das aberturas para ventilação, velocidade e direção do vento, características construtivas do recinto (material de construção, forma e dimensão), existência de medidas de proteção passiva e ativa na edificação, entre outros.

Por exemplo, o risco de um grande incêndio em um depósito de tintas é maior que em uma indústria de processamento de papel. Um edifício térreo com grande área de piso, sem compartimentação, pode representar um risco maior de incêndio do que um edifício, com diversos

andares, de mesma atividade, subdividido em muitos compartimentos, que confinarão o incêndio. Quanto mais isolantes forem os materiais constituintes das paredes e do teto, menor será a propagação do fogo para outros ambientes, mas mais severo será o incêndio no compartimento. A probabilidade de início e propagação de um incêndio é reduzida em edifícios onde existam detectores de incêndio, chuveiros automáticos, brigada contra incêndio, compartimentação adequada etc.

Por sua vez, esses fatores estão relacionados com a transferência de calor, que ocorre de três formas fundamentais: por condução, por convecção e por radiação. Num incêndio, as três formas geralmente são concomitantes, embora em determinado momento uma delas seja predominante.

O calor propaga-se de sistemas com temperaturas mais altas para aqueles com temperaturas mais baixas. O mais frio de dois objetos absorverá calor até que esseja com a mesma temperatura do outro.

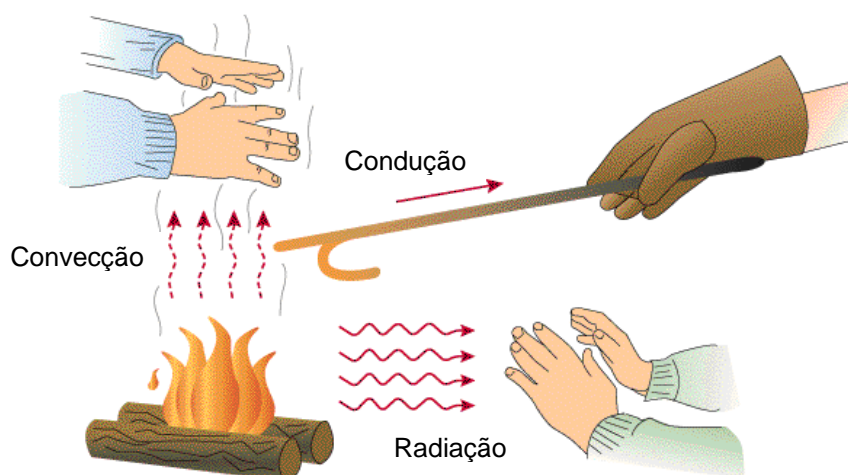


Figura 2.3 – Formas de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

### **Condução**

Quando existe uma diferença de temperatura em um meio estacionário, que pode ser sólido ou fluido, usamos o termo condução para nos referirmos à transferência de calor que irá ocorrer nesse meio. Nesse processo, a transferência de calor dá-se por meio da transferência de energia (de vibração) de partículas mais energéticas para partículas menos energéticas devido às interações entre elas. Colocando-se, por exemplo, a extremidade de uma barra de ferro próxima a uma fonte de calor, as moléculas dessa extremidade absorverão calor, vibrarão mais vigorosamente e se chocarão com as moléculas vizinhas, transferindo-lhes calor. Essas moléculas vizinhas, por sua vez, passarão adiante a energia recebida, de modo que a energia térmica será conduzida ao longo da barra para a extremidade fria. Na condução, o calor passa de partícula a partícula, mas nenhuma delas é transportada com o calor. Quando dois ou mais corpos estão em contato, o calor é conduzido por meio deles como se fossem um só.

### Convecção

O termo convecção refere-se à transferência de calor que irá ocorrer, por exemplo, entre uma superfície e um fluido em movimento quando eles se encontram em temperaturas diferentes. Devido ao movimento de massas de fluidos (gases, vapores ou líquidos), na presença de um gradiente de temperatura, ocorre a convecção.

Quando a água é aquecida num recipiente de vidro, pode-se observar um movimento, dentro do próprio líquido, de baixo para cima. À medida que a água é aquecida, ela se expande e fica menos densa provocando um movimento para cima. Da mesma forma o ar aquecido se expande e tende a subir para as partes mais altas do ambiente, enquanto o ar frio toma os níveis mais baixos. Em um incêndio, essa é a principal forma de propagação de calor para andares superiores. Os gases aquecidos encontram caminho pelas aberturas como escadas, dutos de ventilação, poços de ventiladores etc. e atingem outros ambientes, que podem vir a incendiar-se, dependendo dos materiais neles contidos.

### Radiação

O terceiro modo de transmissão de calor é conhecido por radiação térmica. Todas as superfícies a uma temperatura finita emitem energia na forma de ondas eletromagnéticas. Assim, na ausência de um meio que se interponha entre duas superfícies a diferentes temperaturas, existe transferência de calor por radiação. As emissões podem ocorrer a partir de superfícies sólidas, mas também de líquidos e gases. As ondas eletromagnéticas propagam-se em todas as direções e a intensidade com que os corpos são atingidos aumenta ou diminui fortemente na medida em que estão mais próximos ou mais afastados da fonte de calor.

Enquanto a transferência de calor por condução ou convecção requer a presença de um meio material, a radiação não necessita dele. Na verdade, a radiação ocorre de forma mais eficiente no vácuo.

O bombeiro deve estar atento aos materiais ao redor de uma fonte que irradie calor para protegê-los, a fim de que não ocorram novos incêndios. Para se proteger, o bombeiro deve utilizar equipamentos de proteção individual (roupas apropriadas, óculos de proteção, máscara).

## 2.5 – PRODUTOS DO INCÊNDIO

A combustão é uma reação química de oxidação-redução na qual necessariamente temos a presença de um combustível e de um comburente, geralmente o oxigênio. Essa reação sempre libera energia calorífica e luminosa no espectro visível ou não.

Com base na velocidade em que se processa a reação, podemos classificar as combustões em lenta e viva:

- lenta: são as combustões em que o processo de reação se dá muito lentamente e não há produção de chama. A incandescência (*smoldering*) é um processo de combustão relativamente lento que ocorre entre o oxigênio e um sólido combustível, comumente chamado de brasa. Incandescências podem ser o início ou o fim de uma chama, ou seja, de uma combustão viva. A luminescência é indicativa de temperaturas acima de 1000 °C. Geralmente, há presença de

incandescência na fase final dos incêndios. Ela pode tornar-se uma combustão viva se houver um aumento do fluxo de ar sobre o combustível, semelhantemente ao efeito que se deseja obter ao acender uma churrasqueira. A velocidade da reação da combustão lenta depende de muitos fatores, mas é geralmente da ordem de  $10^{-2}$  a  $10^{-3}$  cm/s ou aproximadamente 1 a 5 mm/minuto.

- viva: é o fogo caracterizado pela presença de chama. O tamanho da chama não é um fator relevante para classificar a reação como combustão viva. Para que isso ocorra é necessário que uma quantidade suficientemente perceptível de energia seja liberada, ou seja, é a relação entre a energia de ativação e a unidade de volume de uma reação química que determina se a reação é fogo ou não. No começo da combustão, esse nível de energia pode ser em torno de  $1.000 (10^3)$  kW/m<sup>3</sup>, que é suficiente para aquecer 1 grama de água em 1 °C por segundo. Reações sustentáveis de incêndio podem atingir densidades muito maiores – algo em torno de  $10^{10}$  kW/m<sup>3</sup>. A temperatura nessa zona de reação pode atingir 2000 °C em combustíveis líquidos e 1000 °C em combustíveis sólidos (incandescência).

Interessa também apresentar uma outra classificação para as combustões, relacionada aos produtos da reação. Quando todas as moléculas do combustível possíveis de se combinarem com o oxigênio reagirem com ele, não restando produtos instáveis, dizemos que a combustão é completa. Por outro lado, quando a quantidade de oxigênio que entra na combustão é menor que a necessária, teoricamente, aparecem, nos produtos da combustão, combustíveis, tais como: CO, H<sub>2</sub> e, em casos de grande escassez de oxigênio, até hidrocarbonetos de carvão em pó (fuligem, negro fumo). Nesse caso, dizemos que a combustão é incompleta. A combustão incompleta é a combustão que libera resíduos que não foram totalmente consumidos durante o processo de queima, provenientes da reação em cadeia e capazes de continuar reagindo com o ar.

Os materiais combustíveis ao entrarem em combustão viva, em geral, têm como resultados os seguintes produtos: fumaça, calor, vapor d'água, carvão e cinza. Sem dúvida alguma que, do ponto de vista da segurança contra incêndio, os produtos mais significativos são fumaça e calor. Mais especificamente quanto à segurança das pessoas, entre os fatores determinantes de uma situação de risco associados ao incêndio (calor, fumaça e insuficiência de oxigênio), a fumaça indubitavelmente causa danos mais graves e, portanto, deve ser o fator mais importante. A fumaça é um problema sério a ser considerado nos casos de incêndio.

### **Fumaça**

A fumaça pode ser definida como uma mistura complexa de sólidos em suspensão, vapores e gases, desenvolvida quando um material sofre o processo de pirólise (decomposição por efeito do calor) ou combustão.

Os fatores que afetam a formação da fumaça podem ser tidos como a composição química do material, a temperatura do meio ambiente, a quantidade de oxigênio, a radiação incidente no material, a distribuição do material, os materiais nas proximidades do fogo, o tipo de queima (com ou sem chama), a massa do material, a duração do incêndio e a forma do material (espuma, folheado, placa etc).

É difícil determinar com precisão o produto da fumaça responsável pelo efeito nocivo. Os componentes dessa mistura, associados ou não, influem diferentemente sobre as pessoas, ocasionando os seguintes efeitos:

- diminuição da visibilidade devido à atenuação luminosa do local;
- lacrimejamento e irritações nos olhos;
- modificação da atividade orgânica pela aceleração da respiração e batidas cardíacas, vômitos e tosse;
- medo;
- desorientação; e
- intoxicação e asfixia.

A redução da visibilidade do local impede a locomoção das pessoas fazendo com que fiquem expostas por tempo maior aos gases e vapores tóxicos. Esses, por sua vez, causam a morte se estiverem presentes em quantidade suficiente e se as pessoas ficarem expostas durante o tempo que acarreta essa ação.

Alguns produtos podem ser irritantes, tais como o gás clorídrico e a amônia que atacam o aparelho respiratório e os olhos. Os produtos tóxicos responsáveis por mortes nos incêndios são pouco conhecidos, porém podemos destacar alguns:

- monóxido de carbono (CO): produzido pela combustão incompleta, reage quimicamente com as moléculas da corrente sanguínea formando carboxihemoglobina.
- gás cianídrico e outros compostos cianógenos: bloqueiam todas as atividades de formas e materiais vivos (exerce uma atividade inibidora nas células vivas na pele do corpo).
- ácido clorídrico (HCl): é produzido pelos materiais sintéticos que possuem cloro na sua estrutura (p. ex. PVC). Causa asfixia e morte.
- dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>): é muito tóxico e pode ser obtido da queima de nitrato de celulose; irritante da mucosa, causa lesões no aparelho respiratório ao reagir com a umidade para formar ácidos nitroso e nítrico.

Daí decorre a importância de se entender o comportamento, teoria de movimentação, da fumaça em uma edificação.

Como resultado da combustão, a fumaça gerada possui uma temperatura maior do que a temperatura ambiente e, portanto, uma força de flutuação a faz propagar-se dentro do edifício. Devido a essa força, a velocidade de propagação da fumaça no sentido vertical é maior do que no sentido horizontal e quanto maior for a diferença de temperatura, maior será a velocidade de propagação.

Assim, a fumaça penetra nos corredores diminuindo ou atrapalhando a visibilidade das pessoas, limitando suas atividades e expondo-as a gases tóxicos por mais tempo.

A propagação da fumaça está diretamente relacionada com a taxa de elevação da temperatura, logo, a fumaça desprendida por qualquer material, desde que exposta à mesma taxa de elevação da temperatura, gerará igual propagação.

Se conseguirmos determinar os valores de densidade óptica da fumaça e da toxicidade na saída de um ambiente sinistrado, poderemos estudar o movimento do fluxo de ar quente e, então, será possível determinar o tempo e a área do edifício que se tornará perigosa devido à propagação



da fumaça. A fumaça gerada por uma fonte de calor (material em combustão) flui no sentido ascendente com formato de cone invertido, denominado de plume.

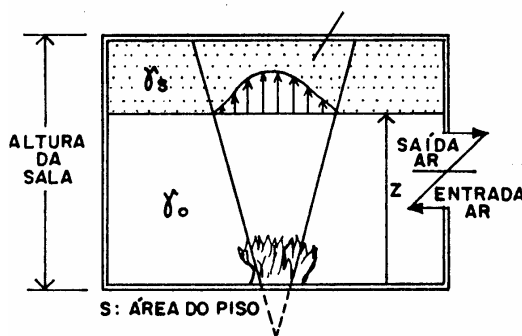


Figura 2.4 – Plume de fumaça numa sala.  
Fonte: IT-02 – CBPMSP.

A movimentação da fumaça através de corredores e escadas dependerá, sobretudo, das aberturas existentes e da velocidade do ar nesses locais, porém, se o mecanismo de locomoção for considerado em relação às características do plume, pode-se, então, estabelecer uma correlação com o fluxo de água. Em casos onde exista um exaustor de seção quadrada menor que a largura do corredor e, se a fumaça vier fluindo em sua direção, parte dessa fumaça será exaurida e grande parte passará direto e continuará fluindo para o outro lado. No entanto, se o fluxo de fumaça exaurir-se através de uma abertura que possua largura igual à do corredor, a fumaça será retirada totalmente.

Foi verificado que quanto mais a fumaça se alastrar, menor será a espessura de sua camada, e que a velocidade de propagação da fumaça na direção horizontal, no caso dos corredores, está em torno de 1m/s, e na direção vertical, no caso das escadas, está entre 2m/s e 3m/s.

O processo de controle de fumaça necessário em cada edifício para garantir a segurança de seus ocupantes contra o fogo e a fumaça é baseado nos princípios de engenharia. O processo deve ter a flexibilidade e a liberdade de seleção de método e da estrutura do sistema de segurança para promover os requisitos num nível de segurança que se deseja.

Em outras palavras, o objetivo do projeto de proteção ao fogo (fumaça) é obter um sistema que satisfaça às conveniências das atividades diárias, devendo ser econômico e garantir a segurança necessária sem estar limitado por método ou estruturas especiais prefixados.

Existem vários meios para controlar o movimento da fumaça, e todos levando em conta as características de cada edifício.

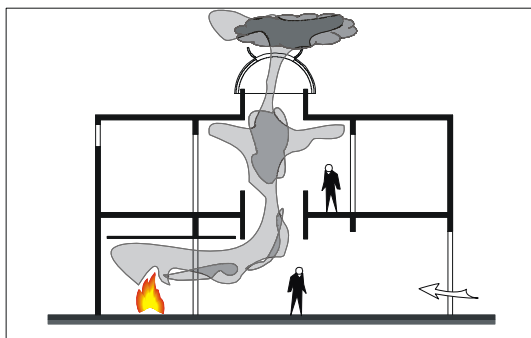


Figura 2.5 – extração de fumaça de atrium.  
Fonte: IT-02 – CBPMSP.

Como condições que têm grande efeito sobre o movimento da fumaça no edifício, pode-se citar:

- época do ano da ocorrência do incêndio;
- condições meteorológicas (direção e velocidade do vento, temperatura do ar e coeficiente de pressão do vento);
- localização do início do fogo;
- resistência das portas, janelas, dutos e chaminés ao fluxo do ar; e
- distribuição da temperatura no edifício (ambiente onde está ocorrendo o fogo, compartimentos em geral, caixa de escada, dutos e chaminés).

Devem-se estabelecer os padrões para cada uma dessas condições.

Entende-se como momento de ocorrência do incêndio a época do ano (verão/inverno) em que isto possa ocorrer, pois, para o cálculo, deve-se levar em conta a diferença de temperatura existente entre o ambiente interno e o externo ao edifício. Essa diferença será grande, caso sejam utilizados aquecedores ou ar condicionado no edifício.

As condições meteorológicas devem ser determinadas pelos dados estatísticos meteorológicos da região na qual está situado o edifício, para as estações quentes e frias. Pode-se determinar a temperatura do ar, a velocidade, o coeficiente de pressão e a direção do vento.

O andar do prédio onde se iniciou o incêndio deve ser analisado, considerando-se o efeito da ventilação natural (movimento ascendente ou descendente da fumaça) através das aberturas ou dutos durante o período de utilização, ou seja, no inverno o prédio é aquecido e no verão, resfriado. Considerando-se esses dados, os estudos devem ser levados a efeito nos andares inferiores no inverno (térreo, sobreloja e segundo andar) ou nos andares superiores e inferiores no verão (os dois últimos andares do prédio e térreo).

Em muitos casos, existem andares que possuem características perigosas, pois propiciam a propagação de fumaça caso ocorra incêndio nesse local. Em adição, para tais casos é necessário um trabalho mais aprofundado para estudar as várias situações de mudança das condições do andar, por exemplo, num edifício com detalhes especiais de construção.

Com relação ao compartimento de origem do fogo, deve-se levar em consideração os seguintes requisitos para o andar em questão:

- compartimento densamente ocupado, com ocupações totalmente distintas;

- compartimento apresenta grande probabilidade de iniciar o incêndio;
- compartimento possui características de difícil controle da fumaça.

Quando existirem vários compartimentos que satisfaçam essas condições, devem-se fazer estudos em cada um deles, principalmente se determinadas medidas de controle de fumaça levarem a resultados bastante diferentes.

O valor da resistência ao fluxo do ar das aberturas à temperatura ambiente pode ser facilmente obtido a partir de dados de projeto de ventilação, porém é muito difícil estimar as condições das aberturas das janelas e portas numa situação de incêndio.

Para se determinar as temperaturas dos vários ambientes do edifício deve-se considerar que eles não sofreram modificações com o tempo. A temperatura média no local do fogo é de cerca de 900°C com o incêndio totalmente desenvolvido no compartimento.

A partir desses parâmetros, extraídos da Instrução Técnica n.º 2 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo (IT-02), verifica-se a importância que é dada ao controle da fumaça no estado de São Paulo.

O CBMDF aborda o assunto de modo similar, atribuindo cinco características à fumaça que resumem bem o assunto e que devem ser lembradas quando da adoção de medidas de proteção contra incêndio:

- quente: porque a combustão libera calor, transmitindo-o a outras áreas que ainda não foram atingidas. A fumaça será a grande responsável por propagar o incêndio ao atingir pavimentos superiores (por meio de dutos, fossos e escadas) e acumular-se no ambiente.
- opaca: uma vez que seus produtos (principalmente a fuligem) permanecem suspensos na massa gasosa, dificultando a visibilidade tanto para bombeiros, quanto para as vítimas.
- móvel: porque é um fluido que está sofrendo um empuxo constante, movimentando-se em qualquer espaço possível e podendo, como já dito, atingir diferentes ambientes por meio de fossos, dutos, aberturas ou qualquer outro espaço que possa ocupar. Daí o cuidado que se deve ter com elevadores, sistemas de ventilação e escadas. Essa característica da fumaça também explica porque ocorrem incêndios que atingem pavimentos não consecutivos em um incêndio estrutural.
- inflamável: por possuir íons provenientes da reação em cadeia da combustão em seu interior capazes de reagir com o oxigênio, o que a torna uma massa combustível gasosa.
- tóxica: pois seus produtos são asfixiantes e irritantes, prejudicando a respiração dos bombeiros e das vítimas.

### **Calor**

O calor é uma forma de energia que produz efeitos físicos e químicos nos objetos e também efeitos fisiológicos nos seres vivos. Em consequência do aumento de intensidade do calor, os corpos apresentam sucessivas modificações, inicialmente físicas e depois químicas. Assim, por exemplo, ao aquecermos um pedaço de ferro, ele aumenta sua temperatura e o seu volume, a seguir o ferro muda de cor, perde a forma, atinge seu ponto de fusão etc.

Podemos citar cinco efeitos do calor importantes no nosso estudo:

- variação de temperatura;

- variação de volume;
- mudança de estado físico;
- alteração da velocidade de reações químicas;
- danos fisiológicos.

O primeiro efeito do incêndio é a elevação da temperatura. Esse fenômeno desenvolve-se com maior rapidez em alguns corpos, nos metais, por exemplo, enquanto que em outros a transmissão é feita com maior dificuldade e a elevação de temperatura se processa mais vagarosamente, por exemplo, o amianto. Podemos aí diferenciar materiais condutores de materiais isolantes.

O segundo efeito importante é o aumento de volume, o qual pode causar durante o incêndio grandes acidentes como desabamentos, rupturas de tubulações e até explosões.

O terceiro efeito do aquecimento é a mudança de estado físico da matéria. As substâncias sólidas vão perdendo a forma e vão se transformando em líquidos, que, por sua vez, viram gases. O fenômeno além de provocar derramamentos que podem facilitar a propagação do fogo, pode ocasionar novos focos de incêndio, devido à vaporização e convecção de materiais combustíveis, e até mesmo explosões.

Ao fornecermos calor a um sistema, ele poderá, dependendo dos componentes que estão envolvidos, alterar a velocidade da reação, processando-se assim mais rapidamente.

Transferência de calor em níveis muito elevados ou muito baixos ocasiona distúrbios nas pessoas em vários níveis, a saber:

- exaustão pelo calor: os indivíduos submetidos ao calor perdem grandes quantidades de eletrólitos pela transpiração, podendo em pouco tempo desmaiar.
- danos ao sistema respiratório: são pequenas queimaduras internas, assemelhando-se a queimaduras químicas pela inspiração do ar aquecido e/ou vapores aquecidos.
- vaso-dilatação periférica: quando há aquecimento excessivo, uma das primeiras ações corretivas que se procede no organismo é a vaso-dilatação periférica, que implica num maior fluxo de sangue na superfície do corpo e num aumento da temperatura da pele. Essas alterações resultam em diminuição da quantidade de calor trocada com o meio exterior.
- desidratação: no estágio inicial se reduz o volume de sangue e promove a exaustão. Em casos extremos produz distúrbios na função celular, provocando até a deterioração do organismo (uremia temporária), febre e ainda pode ocasionar a morte.
- distúrbios visuais: geralmente ocorre em indivíduos que trabalham com exposição direta ao calor, como catarata dos vidraceiros.
- envelhecimento precoce: o calor acelera as reações, portanto, organismos expostos por longos e contínuos períodos ao calor apresentam envelhecimento precoce, pois o metabolismo é acelerado.
- queimaduras: reações resultantes da atuação do calor sobre o revestimento cutâneo podendo ser térmicas, químicas ou elétricas.
- choque térmico: é devido a um distúrbio do mecanismo termo-regulador do corpo, que fica impossibilitado de manter um adequado equilíbrio térmico entre o indivíduo e o meio.

### 2.6 – CLASSIFICAÇÃO DOS INCÊNDIOS

A classificação dos incêndios depende fundamentalmente do modo como é avaliada sua periculosidade, mas, no incêndio, sempre haverá materiais combustíveis envolvidos, logo, qualquer que seja o método adotado, convém tomar como referência os combustíveis. Duas formas de classificação são especialmente interessantes:

- pela natureza dos materiais combustíveis; e
- pela carga de incêndio.

De acordo com a primeira classificação, temos cinco classes de incêndio, são elas:

- incêndio classe A: envolve combustíveis sólidos comuns, tais como papel, madeira, algodão, borracha, couro, palha, cereais, serragens, palha etc. Caracteriza-se pela combustão que deixa resíduos (brasas, cinzas) e por queimar em superfície e profundidade.

- incêndio classe B: envolve líquidos inflamáveis, graxas e gases combustíveis. A queima não deixa resíduos e ocorre apenas na superfície livre do combustível, ou seja, não queima em profundidade. São exemplos: álcool, gasolina, tintas, óleos, tinner, querosene, GLP.

- incêndio classe C: envolve equipamentos energizados, como geradores, aparelhos de TV, geladeiras, condicionadores de ar etc. Após serem desenergizados, em geral, o incêndio passa para a classe A.

- incêndio classe D: ocorrem em metais combustíveis, em sua maioria, alcalinos. A maior parte desses elementos queima de forma violenta, produzindo muito calor e luz brilhante. Em geral, os materiais pirofóricos, aqueles que se inflamam espontaneamente, são associados aos incêndios classe D, uma vez que os agentes extintores dessa classe são adequados para ambos. Sua queima atinge altas temperaturas e reage com agentes extintores que contenham água em seu interior, o que exige pós especiais para extinção de incêndio, que irão agir por abafamento e quebra da reação em cadeia. Exemplos: magnésio, selênio, antimônio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio sódio, zircônio.



Figura 2.6 – incêndios em madeira (classe A), refinaria (classe B) e rede de alta tensão (classe C).

- incêndio classe K: previsto na norma americana, NFPA. Representa a queima de óleos e gorduras de cozinha. Apesar de envolver líquidos inflamáveis, incorrendo naturalmente na classe B, essa classificação ocorre com o objetivo de enfatizar os riscos e a necessidade da prevenção de incêndios por meio de campanhas educativas específicas e desenvolvimento de agentes extintores

adequados, uma vez que é causa comum de incêndios nos Estados Unidos. O combate se faz da mesma forma que os de classe B. A classe K não é adotada oficialmente no Brasil.

Essa classificação auxilia na determinação do agente extintor e do método de extinção mais adequado para cada classe de incêndio. Entendem-se como agentes extintores todas as substâncias capazes de eliminar um ou mais dos elementos essenciais ao fogo, cessando a combustão.

A segunda maneira de classificar o incêndio decorre do conceito de carga de incêndio. Na carga de incêndio estão incluídos os componentes de construção, tais como revestimentos de piso, forro, paredes, divisórias etc., denominada carga de incêndio incorporada, assim como todo o material depositado na edificação, tais como peças de mobiliário, elementos de decoração, livros, papéis, peças de vestiário e materiais de consumo, denominada carga de incêndio temporal.

Por definição, carga de incêndio é a quantidade de calor (energia) que poderá ser liberado pela queima completa de todo o material combustível existente na edificação, recinto, recipiente etc. Para efeitos normativos adota-se o critério de carga de incêndio específica, que é um parâmetro que exprime o poder calorífico médio da massa de materiais combustíveis por unidade de área de um local.

Na tabela 2.5, são apresentados os valores do poder calorífico (ou calor de combustão) dos principais materiais combustíveis. Lembrando que poder calorífico é a quantidade de calor que um corpo libera por unidade de massa (por exemplo, um quilograma), quando é queimado integralmente.

Tabela 2.5 – Poder calorífico (H) definido pelas normas brasileiras.

Tipo de material	H (MJ/kg)	Tipo de material	H (MJ/kg)	Tipo de material	H (MJ/kg)
Acetona	30	Grãos	17	Poliéster	31
Acrílico	28	Graxa, Lubrificante	41	Poliestireno	39
Algodão	18	Lã	23	Poliétileno	44
Benzeno	40	Lixo de cozinha	18	Polimetilmetacrílico	24
Borracha	Espuma - 37	Madeira	19	Polioximetileno	15
	Tiras - 32	Metano	50	Poliuretano	23
Celulose	16	Metanol	19	Polipropileno	43
C-Hexano	43	Monóxido de carbono	10	Polivinilclorido	16
Couro	19	N-butano	45	Propano	46
D-glucose	15	N-octano	44	PVC	17
Epóxi	34	N-pentano	45	Resina melamínica	18
Etano	47	Palha	16	Seda	19
Etanol	26	Papel	17		
Eteno	50	Petróleo	41		
Etino	48	Poliacrilonítrico	30		
Fibra sintética 6.6	29	Policarbonato	29		

Fonte: IT n.º 14/2004 do CBPMSP.

A carga de incêndio de diversas ocupações é tabelada por normas brasileiras (por exemplo: NBR n.º 14.432 da ABNT e IT n.º 14 do CBPMSP). A tabela 2.6 mostra os valores característicos de carga de incêndio de algumas destinações. No entanto, quando não for possível enquadrar a ocupação nem diretamente nem por similaridade nas tabelas normativas, aplica-se a fórmula de cálculo de carga de incêndio abaixo:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i \times H_i}{A_f} \text{ na qual:}$$

$q_{fi}$  é o valor da carga de incêndio específica, em MJ/m<sup>2</sup>;

$M_i$  é a massa total do material combustível  $i$ , em Kg;

$H_i$  é o potencial (ou poder) calorífico específico do material combustível  $i$ , em MJ/Kg; e

$A_f$  é a área de piso do compartimento, em m<sup>2</sup>.

Tabela 2.6 – Carga de incêndio específica por ocupação.

Ocupação/Usó	Carga de incêndio específica ( $q_{fi}$ ) em MJ/m <sup>2</sup>
Apartamentos	300
Hotéis	500
Lojas de departamentos (shoppings)	800
Supermercados	400
Escritórios	700
Escolas em geral	300
Bibliotecas	2000
Cinemas, teatros e similares	600
Hospitais em geral	300

Fonte: IT n.º 14/2004 do CBPMSP.

Uma aplicação mostra o quão importante é a classificação pela carga de incêndio, mas também que a periculosidade vai depender da natureza dos materiais envolvidos.

Suponhamos que em três locais de mesmas características construtivas estejam armazenados os seguintes materiais combustíveis:

- Área A: 20.000Kg de gasolina, em tambores fechados. Há um enchimento de 20Kg a cada 2 horas, em vasilhas abertas (poder calorífico da gasolina: 11.100Kcal/Kg)
- Área B: 20.000Kg de querosene, também em tambores fechados. Há um enchimento de 20Kg a cada 2 horas, em vasilhas abertas (poder calorífico do querosene: 11.100Kcal/Kg).
- Área C: 70.000Kg de madeira seca. Corte e expedição de 70Kg a cada 2 horas em feixes abertos (poder calorífico da madeira: 3.170Kcal/Kg).

Carga de incêndio em cada área:

Área A: 20.000 x 11.100 = 222.000.000 Kcal.

Área B: 20.000 x 11.100 = 222.000.000 Kcal.

Área C: 70.000 x 3.170 = 221.900.000 Kcal.

Quanto à carga de incêndio, seus valores são iguais, no entanto, o risco de incêndio na área A é maior. Esclarece-se: a gasolina tem ponto de fulgor de – 42°C, o querosene entre 38°C e 74°C e a madeira tem sua temperatura de combustão entre 400°C e 500°C (lembrando que a madeira não tem ponto de fulgor); por outro lado, é bom lembrar que tanto a gasolina quanto o querosene têm temperatura de combustão da ordem de 255°C; essas temperaturas são inferiores a da chama de um fósforo, da brasa de um cigarro ou de uma centelha ou faísca. Sempre que a gasolina é manipulada,

vapores são desprendidos e misturam-se com o ar ambiente, porque a gasolina tem ponto de fulgor abaixo da temperatura ambiente. Conseqüentemente, os vapores vão se acumulando no local. Ultrapassado o limite de explosividade inferior, qualquer fonte de calor das já citadas poderá provocar uma explosão seguida de incêndio. Nos outros combustíveis armazenados, isso não ocorre, tendo em vista que o querosene tem seu ponto de fulgor acima da temperatura ambiente, enquanto a madeira, que não tem ponto de fulgor, exigirá muito calor para aquecê-la até ou acima da temperatura de combustão.

## 2.7 – MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO INCÊNDIO

Os métodos de extinção do incêndio baseiam-se na eliminação de um ou mais elementos do tetraedro do fogo.



Figura 2.7 – Métodos de extinção do fogo.  
Fonte: CBMDF.

### Retirada do material (isolamento)

Baseia-se na retirada ou na proteção do material combustível ainda não atingido pelo fogo da área de propagação do incêndio, interrompendo a alimentação da combustão. Método também denominado corte ou remoção de suprimento do combustível ou de salvatagem.

Ex.: fechamento da válvula de controle de vazamento de combustível líquido ou gasoso, retirada de materiais combustíveis do ambiente em chamas, realização de aceiros.

### Resfriamento

É o método mais utilizado. Consiste em diminuir a temperatura do material combustível que está queimando, diminuindo, conseqüentemente, a liberação de gases ou vapores inflamáveis. A água é o agente extintor mais usado por ter grande capacidade de absorver calor e ser facilmente encontrada na natureza.



A redução da temperatura está ligada à quantidade e à forma de aplicação da água, de modo que ela absorva mais calor que o incêndio é capaz de produzir.

É inútil o emprego de água onde queimam combustíveis com baixo ponto de ignição (menos de 20°C), pois a água resfria até a temperatura ambiente e o material continuará produzindo gases combustíveis.

### **Abafamento**

É o método mais difícil, pois consiste em diminuir ou impedir o contato do oxigênio com o material combustível. Não havendo comburente para reagir com o combustível, não haverá fogo. Como exceção estão os materiais que possuem em sua composição o oxigênio e queimam sem necessidade do oxigênio do ar, como os peróxidos orgânicos e o fósforo branco.

Conforme já vimos anteriormente, a diminuição do oxigênio, em contato com o combustível, vai tornando a combustão mais lenta, até a concentração de oxigênio chegar próxima de 8%, quando não haverá mais combustão. Colocar uma tampa sobre um recipiente contendo álcool em chamas ou colocar um copo de boca para baixo sobre uma vela acesa são duas experiências práticas que mostram que o fogo se apagará tão logo se esgote o oxigênio em contato com o combustível.

Pode-se abafar o fogo com o uso de materiais diversos, como areia, terra, cobertores, vapor d'água, espumas, pós, gases especiais etc.

### **Quebra da reação em cadeia**

Certos agentes extintores (halogenados e sais de metais alcalinos), quando lançados sobre o fogo, sofrem a ação do calor reagindo sobre a área das chamas com os produtos intermediários da combustão, interrompendo, assim, a reação em cadeia (extinção química). Isso ocorre porque os radicais ativos deixam de reagir com os gases combustíveis.

## **2.8 – PREVENÇÃO DE INCÊNDIO**

O incêndio é um terrível e temido adversário do ser humano, como afirma Gomes (1998):

A experiência vivida pela humanidade, e aí estão as estatísticas internacionais para confirmarem, permite afirmarmos que os danos causados pelo fogo são violentos em sua forma e grandeza, destruindo bens materiais, muitas vezes não recuperáveis e, mais grave que isto, ceifando vidas preciosas ou, ainda, no mínimo, fazendo incapazes de se bastarem a si próprias, paralisando ou reduzindo substancialmente sua capacidade física.

Contra o incêndio, o melhor a ser feito é prevenir seu surgimento, não sendo possível, controlar sua propagação e extingui-lo.

A preocupação de prevenir incêndios deve sobrevir ainda na fase de planejamento da edificação, no projeto de arquitetura. Nessa fase, podem ser pensadas as rotas de saída de emergência, acesso ao corpo de bombeiros, controle do emprego de materiais combustíveis e da propagação da fumaça. Anterior ao projeto de arquitetura, nas cidades planejadas, tem-se o urbanismo. A distribuição de quadras, ruas, destinação de lotes etc. pode ser acompanhada da prevenção de incêndios. O projeto de instalações contra incêndio e pânico também revelará medidas de proteção eficientes nos casos de sinistro.

No entanto, de pouco servirão os sistemas de proteção instalados (extintores, hidrantes, iluminação, saídas de emergência etc.) se a população não souber utilizá-los ou, ainda, se não passarem por manutenção periódica. É imprescindível que os usuários das edificações saibam adotar procedimentos básicos para acionar o Corpo de Bombeiros, evacuar o local sinistrado e dar o combate inicial aos focos de incêndio.

O combate, propriamente dito, pelo Corpo de Bombeiros dar-se-á na falha de todo esse aparato. Daí a importância das corporações de bombeiros atuarem mais proativamente na prevenção de incêndios em parceria com os diversos setores da sociedade envolvidos.

### 2.9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º 14.432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. 2001.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO. Instrução Técnica n.º 2 – Conceitos Básicos de Proteção contra Incêndio. 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO. Instrução Técnica n.º 14 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. 2004.

FREITAS, Osvaldo N.; SÁ, José Marques de. Manual Técnico-Profissional para Bombeiro. 3ª Edição. Brasília – DF. 1993.

GOMES, Ary Gonçalves. Sistemas de Prevenção contra Incêndios. Interciência. Rio de Janeiro – RJ. 1998.

INCROPERA, Frank P.; WITT, David P. De. Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa. LTC. 5ª Edição. Rio de Janeiro – RJ. 2003.

QUINTIERE, James G. Principles of fire behavior. Delmar publishers. USA. 1997.

VARGAS, Mauri Resende Silva; PIGNATTA e SILVA, Valdir. Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço. Instituto Brasileiro de Siderurgia - IBS / Centro Brasileiro da Construção em Aço - CBCA, Rio de Janeiro, 2003.

# 3

## MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

### 3.1 – 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.

Proteção passiva, de acordo com a NBR nº 14.432, é o “conjunto de medidas incorporado 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”.

Para Brentano (2005), “a proteção passiva envolve todas as formas de proteção que devem ser consideradas no projeto arquitetônico para que não haja o surgimento ou, então, a redução da probabilidade de propagação e dos efeitos do incêndio já instalado (...) com o objetivo de evitar a exposição dos ocupantes e da própria edificação ao fogo”.

Ainda de acordo com a NBR nº 14.432, proteção ativa é o “tipo de proteção contra incêndio que é ativada manual ou automaticamente em resposta aos estímulos provocados pelo fogo, composta basicamente das instalações prediais de proteção contra incêndio”. Por outro lado, para Brentano (2005), a proteção ativa “envolve todas as formas de detecção, de alarme do controle do crescimento do fogo até a chegada do corpo de bombeiros ou, então, a extinção de um princípio de incêndio já instalado”.

Proteção ativa responde aos estímulos provocados pelo fogo.  
Proteção passiva atua independentemente da ocorrência de incêndio.

Nas abordagens conceituais sobre proteção passiva e proteção ativa, existem pontos comuns e complementares, bem como divergências. O objetivo deste manual não é discutir, academicamente, tais conceitos, mas, sim, estudar os parâmetros normativos dos sistemas de proteção passiva. Aproveitando os pontos principais das definições, pode-se definir proteção passiva e ativa como se segue:

A proteção passiva pode ser entendida como o conjunto de medidas de prevenção do surgimento e controle do crescimento e da propagação do incêndio, cumprindo sua função independentemente da ocorrência de sinistros. Tais medidas garantem a resistência ao fogo dos elementos construtivos, dificultam a propagação da fumaça nos ambientes, facilitam a fuga dos usuários e permitem a aproximação e o ingresso 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. São medidas de

combate a incêndio. A proteção ativa é composta basicamente pelas instalações prediais de proteção contra incêndio.

De acordo com o Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMDF (RSIP) podemos discriminar as medidas de proteção mais conhecidas conforme se segue:

### I – PASSIVAS

#### **a) Meios de prevenção contra incêndio e pânico:**

- correto dimensionamento das instalações elétricas;
- sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);
- sinalização de segurança;
- sistema de iluminação de emergência;
- uso adequado de fontes de ignição; e
- uso adequado de produtos perigosos.

#### **b) Meios de controle do crescimento e da propagação do incêndio e 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;
- afastamentos; e
- aceiros.

#### **c) Meios de detecção e alarme<sup>1</sup>:**

- sistema de alarme;
- sistema de detecção de incêndio;
- sistema de comunicação de emergência; e
- sistema de observação e vigilância.

#### **d) Meios de escape:**

- saídas de emergência; e
- aparelhos especiais para escape.

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

- vias de acesso;
- acesso à edificação;
- dispositivos de fixação de cabos para resgate e salvamento;
- hidrantes urbanos; e
- mananciais.

#### **f) Meios de proteção contra colapso estrutural:**

- correto dimensionamento das estruturas à ação do fogo.

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

- brigada de bombeiros particulares (brigada de incêndio)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> As classificações de medidas de proteção contra incêndio, em geral, colocam os meios de detecção e alarme de incêndio como medidas de proteção ativa, uma vez que respondem aos estímulos (calor, fumaça, radiação) provocados pelo fogo.

### II – ATIVAS

#### a) Meios de extinção de incêndio:

- sistema de proteção por extintores de incêndio;
- sistema de proteção por hidrantes;
- sistema de chuveiros automáticos, comumente denominados sprinklers;
- sistema fixo de espuma;
- sistema fixo de gás carbônico (CO<sub>2</sub>);
- sistema fixo de pó químico seco;
- sistema fixo de água nebulizada;
- sistema fixo de gases especiais;
- abafadores; e
- bombas costais.

### 3.2 – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

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 um sinistro, sem deixar de garantir a sua integridade física; e, simultaneamente, facilitar as ações de salvamento e combate das corporações de bombeiros, tornando-as rápidas, eficientes e seguras. Entretanto, o dimensionamento adequado de apenas um ou alguns desses sistemas não é garantia de proteção satisfatória.

Os sistemas de proteção compõem, em sua maioria, o projeto de instalações prediais, mas devem ser considerados ainda na execução do projeto arquitetônico, pois interferem de forma considerável na distribuição de espaços e na circulação horizontal e vertical. O projeto urbanístico também deve ser elaborado levando em conta a proteção contra incêndio e pânico.

A seleção dos sistemas de proteção adequados deve ser feita tendo por base os riscos de início de um incêndio, de sua propagação e de suas conseqüências. É necessário também identificar a extensão do dano que pode ser considerado tolerável. Para que se possa garantir uma proteção mínima para as pessoas e a edificação leva-se em conta basicamente algumas características da própria edificação, tais como: tipo de público que a freqüenta, 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 (recoo de fachadas, pele de vidro), facilidade de acesso ao corpo de bombeiros em caso de sinistro, importância do conteúdo da edificação e riscos decorrentes da interrupção de suas atividades (centrais de fornecimento de energia, centrais telefônicas, hospitais, museus, bibliotecas) entre outras características.

---

<sup>2</sup> A classificação da brigada de bombeiros particulares como medida de proteção passiva está relacionada à sua atuação enquanto detecção humana de ocorrências e de acionamento de bombeiros profissionais, apesar de a própria classificação de meios de detecção e alarme como proteção passiva estar comprometida. No entanto, não há dúvidas de que a atuação de combate a princípio de incêndio está englobada nas medidas ativas.

O uso de sistemas de proteção, tais como chuveiros automáticos e detectores de incêndio, limitando a propagação do incêndio e agilizando a comunicação ao Corpo de Bombeiros, são importantes medidas a serem utilizadas em edificações de porte para minimizar o risco da inflamação generalizada. Deve ser levada em consideração a distância entre o edifício e o Corpo de Bombeiros mais próximo e a qualidade de seus equipamentos. Um bom projeto deverá equilibrar a implantação de sistemas contra incêndio com a proteção estrutural.

Neste capítulo, restringiremos a discussão das medidas de proteção à apresentação dos principais sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações. Faz-se a seguir uma breve exposição dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico que serão estudados mais acuradamente *a posteriori*.

### Saídas de emergência

Na ocorrência de um sinistro, a primeira reação das pessoas é procurar resguardar a própria vida, abandonando o local de perigo e refugiando-se em local seguro<sup>3</sup>. 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, da área interna até área externa segura ou em conexão com logradouro público.



Figura 3.1 – Escada integrante de uma rota de fuga.  
Fonte: CBMDF.

As saídas de emergência devem seguir as prescrições da NBR nº 9.077 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### Iluminação de emergência

O pânico nas pessoas pode ser gerado pela simples ausência de iluminação no ambiente. Para evitar que ocorra esse tipo de evento, a fim de auxiliar a evacuação segura de pessoas do local

---

<sup>3</sup> Existem estudos que mostram comportamentos variados de pessoas em situação de pânico. Uma das reações possíveis é permanecer estática, congelada, sem saber o que fazer por alguns minutos.

e para facilitar as ações de salvamento e combate a incêndio dos bombeiros a edificação deve dispor de um sistema automático de iluminação de emergência, que tem por finalidade o aclaramento do ambiente, sempre que houver interrupção de suprimento de energia elétrica da concessionária.



Figura 3.2 – Bloco autônomo do sistema de iluminação de emergência.

Fonte: CBMDF.

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

#### **Sinalização de emergência**

Um problema bastante comum nas edificações é a falta de informações visuais que norteiem os ocupantes quanto ao caminho a ser percorrido, em caso de emergência, para evacuar o edifício. Há também a deficiência de orientações referentes às ações adequadas, proibições, alertas e localização de equipamentos de segurança.

Orientar a população da edificação é função da sinalização de segurança contra incêndio e pânico, regulamentada pelas NBRs nºs 13.434, 13.435 e 13.437 da ABNT. A sinalização fornece uma mensagem geral de segurança obtida por uma combinação de cor e forma e uma mensagem específica de segurança pela adição de um símbolo gráfico executado com cor de contraste.

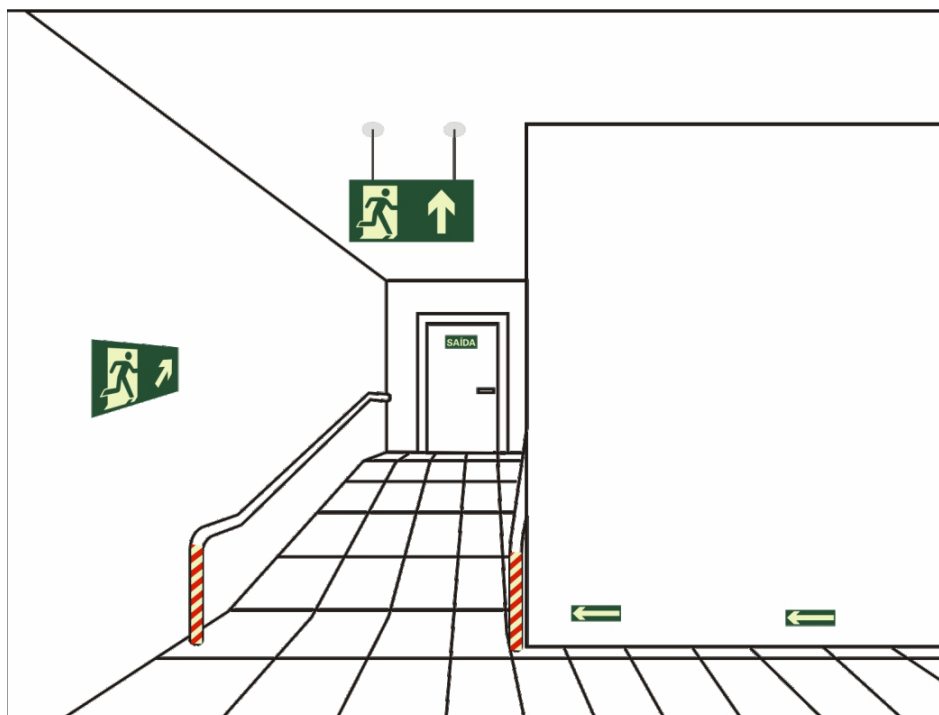


Figura 3.3 – Sinalização da rota de fuga.  
Fonte: NBR nº 13.434-2 – ABNT.

#### **Deteção automática e alarme de incêndio**

A maioria dos incêndios, principalmente aqueles característicos de edificações não industriais, origina-se pequenos e demandam algum tempo para que sejam percebidos. Este tempo decorrido entre a eclosão do incêndio e sua detecção pode representar a diferença entre um princípio de incêndio, facilmente extingüível com um aparelho extintor portátil, e um grande incêndio fora de controle e de conseqüências desastrosas. Dessa forma, a detecção do incêndio em sua fase inicial é uma das mais importantes maneiras de se garantir a segurança de uma edificação e de seus ocupantes.

Mas, além de detectar automaticamente o incêndio, o sistema deve ser capaz de avisar à população o acontecimento e permitir que a detecção humana seja considerada nos casos de alarme. Para tanto se compõe de detectores, avisadores sonoros e visuais, acionadores manuais e centrais de supervisão.





Figura 3.4 – Acionador manual e avisador áudio-visual.  
Fonte: CBMDF.

A referência normativa é a NBR nº 9.441 da ABNT.

#### **Instalações prediais de GLP**

O gás liquefeito de petróleo (GLP) é inflamável e é armazenado sob pressão, ficando em torno de 85% na fase líquida e 15% na fase gasosa no interior do recipiente. No caso de vazamento de GLP na fase líquida, o gás expandir-se-á cerca de 250 vezes e acumular-se-á na parte inferior do ambiente, podendo uma simples centelha ocasionar uma explosão.

As instalações prediais de GLP têm por finalidade garantir o suprimento de GLP para a edificação com segurança e funcionalidade. O sistema é composto de central (área onde são localizados os recipientes), de tubulações e equipamentos que conduzem o GLP para consumo.



Figura 3.5 – Central de GLP.  
Fonte: CBMDF.

As normas que norteiam a utilização dessas instalações são as NBRs nº 13.523, 13.932 e 14.024 da ABNT e a NT-05 do CBMDF.

### **Instalações elétricas e proteção contra descargas atmosféricas**

A maior causa de incêndio, depois das ações pessoais, são os fenômenos termoelétricos (curto circuito, sobrecarga). O Brasil é um dos países com maior índice de ocorrência de descargas atmosféricas no mundo. Esses fatos nos levam a pensar em como proteger as edificações, conseqüentemente seus ocupantes e conteúdo, contra os efeitos termoelétricos visando à proteção contra incêndio e patrimonial. Para alcançar tal objetivo, deve-se ter em mente o correto dimensionamento das instalações elétricas (utilização adequada de dispositivos supressores de surto, disjuntores, fusíveis, condutores, esquemas de aterramento) para proteger os aparelhos e circuitos e a adoção de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) para proteger estruturas. Dessa forma, consegue-se não só as proteções contra incêndio e patrimonial, mas, também, a salvaguarda das pessoas contra choques elétricos.

A própria norma técnica, NBR nº 5.419 da ABNT, a qual trata de SPDA, afirma que um SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas e não pode assegurar 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.



Figura 3.6 – Captor tipo Franklin do SPDA.  
Fonte: CBMDF.

O correto dimensionamento das instalações elétricas é balizado pela NBR nº 5.410 da ABNT.

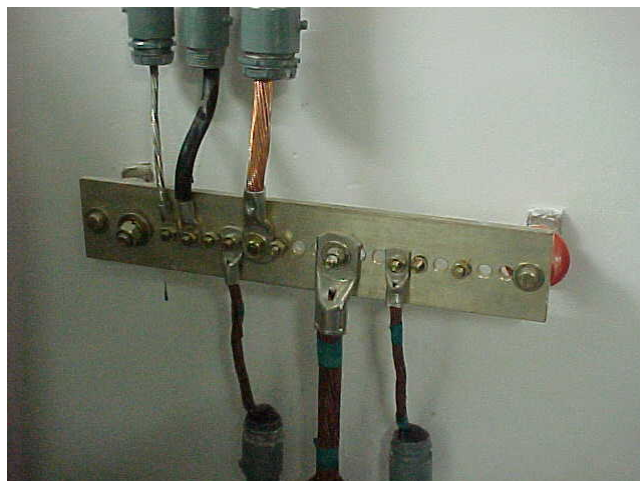


Figura 3.7 – Barra de aterramento principal.  
Fonte: CBMDF.

#### **Extintores de incêndio**

Como já foi dito anteriormente, o incêndio em sua fase inicial pode ser controlado facilmente com um aparelho extintor portátil. Mas, o que vem a ser este sistema? Um conjunto de aparelhos de acionamento manual, constituído de recipiente e acessórios, contendo o agente extintor destinado a combater princípios de incêndio, muitas pessoas poderiam responder. E o mais importante, como usá-los? Nesse ponto, muitos titubeiam, não sabem as diferenças entre os aparelhos, a aplicação de cada um à classe de incêndio respectiva, nem mesmo operar o aparelho contra as chamas.



Figura 3.8 – Extintor de incêndio.  
Fonte: CBMDF.

O tipo, a quantidade, a localização, a capacidade extintora, a manutenção periódica e o treinamento dos usuários são elementos essenciais para garantir a eficiência do sistema, que é balizado pela NBR nº 12.693 da ABNT e a NT-03 do CBMDF.

### Hidrantes de parede

O sistema de hidrantes é responsável pelo combate a incêndios que não podem mais ser extintos utilizando-se apenas aparelhos extintores. Compõe-se de manancial de água (RTI), sistema de pressurização, rede de distribuição (tubulações), caixas de incêndio (abrigos), hidrantes, acessórios (mangueira, esguicho) e hidrante de recalque.



Figura 3.9 – Abrigo do hidrante de parede.  
Fonte: CBMDF.

A NBR nº 13.714 da ABNT e a NT-04 do CBMDF dão os parâmetros do sistema.

### Chuveiros automáticos (sprinklers)

É um sistema automático utilizado na extinção de incêndios, sendo extremamente eficiente e tendo como principal vantagem não necessitar de intervenção humana direta para extinguir um incêndio. Possui composição básica semelhante ao sistema de hidrantes (manancial de água, sistema de pressurização e rede de distribuição), porém, em vez de hidrantes no ponto final da rede, existe um conjunto de aspersores (sprinklers), sendo os mais comuns vedados por um dispositivo sensível ao calor que libera a passagem de água na ocorrência de um incêndio. A água é projetada sobre o fogo na forma nebulizada, aumentando sua eficiência. Contudo, a eficiência do sistema depende da localização do aspersor, da manutenção periódica e do seu correto dimensionamento.



Figura 3.10 – Tubulação e bico de sprinkler.  
Fonte: CBMDF.

É importante salientar que quando um sprinkler vier a funcionar, a quantidade de fumaça no ambiente pode já ter atingido níveis consideráveis, portanto, o sistema é muito mais eficiente na proteção de bens do que de pessoas.

Toma-se por base a NBR nº 10.897 da ABNT para a elaboração do sistema.

### **Sistemas automáticos de extinção**

Sistemas automáticos destinados à extinção de incêndio que utilizam determinados agentes extintores especiais (CO<sub>2</sub>, espuma, FM-200). Sua estrutura é parecida com a do sistema de chuveiros automáticos, sendo que a principal diferença é o tipo de agente extintor, que fica em recipientes. O agente extintor é liberado dos cilindros por meio de uma válvula de acionamento automático e/ou manual e descarregado no ambiente por meio de aspersores.

Alguns agentes extinguem o incêndio por abafamento (retirada de oxigênio do ambiente), tornando a presença humana inóspita durante o funcionamento do sistema.

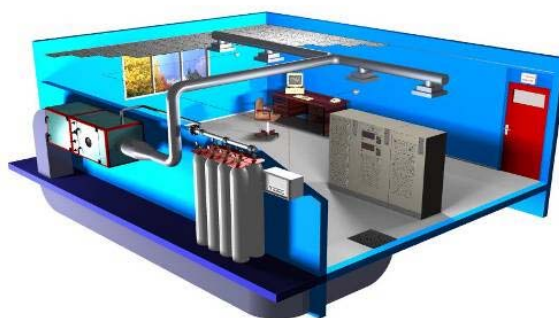


Figura 3.11 – Visão esquemática da instalação de sistema automático de extinção.

### **3.3 – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DAS EDIFICAÇÕES**

Foi dito anteriormente que o dimensionamento de apenas um ou alguns sistemas de proteção não garante proteção efetiva à edificação. Mas, agora que já são conhecidos, em linhas

gerais, os sistemas de proteção, como saber quais sistemas devem ser dimensionados para cada tipo de edificação? É obrigatório instalar sistema de chuveiros automáticos numa pequena loja de ferragens? Claro que não! É economicamente inviável que todas as edificações possuam todos os sistemas de proteção. Para determinar quais sistemas determinado tipo de edificação deve instalar, é feita uma classificação de risco das edificações. Na verdade, são várias classificações levando em conta diversos fatores, tais como: carga de incêndio, área, altura, ocupação, população etc.

Para os fins a que se propõe a segurança contra incêndio e pânico, interessam classificações que quantifiquem o risco de a edificação vir a sofrer um sinistro (incêndio), a extensão dos danos e as suas conseqüências. Os principais critérios adotados com esse fim são:

- atividade desenvolvida (residência, comércio, cinema, escola, hospital);
- tipo de público (dificuldade de locomoção, fixo, flutuante);
- materiais combustíveis (carga de incêndio, velocidade de propagação);
- importância do conteúdo (valor, interrupção dos serviços);
- características construtivas (altura, área, compartimentação, recuos, fachadas);
- afastamentos (de outras edificações, acesso); e
- materiais de construção (alvenaria, concreto, madeira, aço, acabamentos, revestimentos).

Existem várias normas que adotam um ou mais critérios elencados para fazer uma classificação com um objetivo específico. Abordaremos as mais relevantes no sentido de indicar quais sistemas de proteção devem ser instalados em cada tipo de edificação.

O RSIP faz uma classificação das edificações quanto a sua destinação:

- de concentração de público (auditório, autódromo, biblioteca, boate, cartódromo, casa de jogos, cinema, circo, conjunto comercial / shopping, danceteria, estádio, ginásio, templos religiosos, local de exposição, parque de diversões, restaurante, bar e/ou lanchonete, sala de reunião, salões diversos, teatro);
- terminais de passageiros (aeroporto, estação metroviária, estação ferroviária, estação rodoviária);
- de permanência transitória (alojamento, hotel, motel, pensionato, pousada, sauna);
- instituições coletivas (asilo, creche, instituição de reabilitação de deficientes físicos e/ou mentais, internato, presídio);
- residenciais privativas (unifamiliar, multifamiliar);
- escolares;
- comerciais (lojas, posto de combustíveis, posto de revenda de gás liquefeito de petróleo – GLP, supermercado);
- hospitalares;
- de prestação de serviços (agência bancária, oficina, posto de lavagem e

- lubrificação);
- industriais;
- escritórios;
- clínicas;
- laboratórios;
- estúdios;
- estacionamentos (garagens, hangares);
- depósitos (de produtos perigosos, outros depósitos); e
- mistas (aquelas que possuem mais de uma destinação).

Verifica-se claramente que as edificações foram classificadas pensando-se nos dois primeiros critérios: atividade desenvolvida e tipo de público. A atividade desenvolvida explicita o fim a que se destina o prédio e define sua ocupação. A ocupação, por sua vez, está intimamente relacionada com o tipo de público. É preciso diferenciar os usuários que já conhecem bem o edifício (população fixa), como é o caso dos moradores de apartamentos, dos usuários de um *shopping center* ou de um prédio de escritórios (população flutuante), que só vão àquele local esporadicamente (não confundir com os funcionários, que fazem parte da população fixa e conhecem bem a edificação).

Também é pertinente levar em conta as facilidades e dificuldades de locomoção das pessoas. Num hospital, existem muitos pacientes acamados que serão de difícil transporte. Crianças em escolas e idosos em asilos são outra fonte de preocupação. Há ainda o cuidado com os portadores de necessidades especiais, deficientes físicos e mentais.

Mas a classificação do RSIP por si só não diz muita coisa. Deve-se associar um objetivo a ela. Quem faz isso é a Norma Técnica nº 1 do CBMDF. Qual a finalidade da NT-01? Definir quais sistemas de proteção devem ser instalados para cada destinação.

Antes de analisar a classificação da NT-01 é necessário entender um conceito nela utilizado: “risco isolado”. São consideradas isoladas as edificações que obedecerem a um distanciamento mínimo entre si, de modo que o incêndio ocorrido numa delas não afete as demais. Esse distanciamento mínimo é definido pela NT-02, assim: “distância livre entre as edificações, sem qualquer ligação, exceto cobertura para passagem de pedestres em nível térreo, e subsolos destinados exclusivamente a garagem”. Se uma edificação é “isolada” da outra, então, o incêndio iniciado numa delas não se propagará para a adjacente.

Lembrando que o incêndio pode propagar-se de três maneiras (por condução, por convecção e por radiação), a preocupação é garantir que essas formas de transmissão do calor não se dêem em intensidade suficiente para atingir uma edificação vizinha, eclodindo um incêndio nesta. A transmissão de calor entre edificações dar-se-á essencialmente por meio de radiação térmica quando houver separação entre elas. Por outro lado, se houver diferença de altura entre os prédios, a convecção de gases quentes do incêndio dum edifício pode acarretar focos noutra. No caso em que as edificações forem contíguas, ocorrerá também a condução de calor pelas paredes.

Existem basicamente duas formas de controlar o risco de propagação do incêndio de uma

edificação para outra: separação e compartimentação. A separação consiste em garantir um afastamento mínimo entre fachadas. A compartimentação é obtida por meio de colocação de barreiras (paredes corta-fogo) entre as edificações (vide figura abaixo).



Figura 3.12 – Compartimentação e separação entre edificações.  
Fonte: IT-07 – CBPMSP.

A propagação por radiação térmica depende basicamente do nível de radiação proveniente de uma edificação em chamas. O nível de radiação está associado à severidade do incêndio, à área de aberturas existentes e à resistência ao fogo das vedações. Dentre vários fatores que determinam a severidade de um incêndio, dois possuem importância significativa e estão relacionados com o tamanho do compartimento incendiado e a carga de incêndio da edificação.

Observa-se aqui a adoção de quatro critérios de classificação para definir risco isolado: materiais combustíveis (carga de incêndio), características construtivas (aberturas em fachadas, altura, compartimentação), afastamentos e os materiais de construção.

O Corpo de Bombeiros de São Paulo, por meio da IT-07, define a separação entre as edificações mediante uma fórmula que leva em consideração explicitamente os critérios citados. Já o CBMDF adota, na NT-02, a Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil (TSIB) do IRB (Instituto de Resseguros do Brasil) para classificar as edificações quanto ao risco de incêndio e, então, construir uma tabela definindo os afastamentos de segurança, ou seja, os critérios são abordados implicitamente.

Tabela 3.1 – Afastamentos de segurança em metros (m) para definir risco isolado conforme NT-02.

	CLASSE A	CLASSE B-1	CLASSE B-2	CLASSE C-1	CLASSE C-2
CLASSE A	Parede Cega	Parede Cega	5,0	7,0	9,0
CLASSE B-1	Parede Cega	Parede Cega	5,0	7,0	9,0
CLASSE B-2	5,0	5,0	5,0	7,0	9,0
CLASSE C-1	7,0	7,0	7,0	7,0	9,0
CLASSE C-2	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0

Fonte: NT-02 – CBMDF.

A tabela 3.1<sup>4</sup> mostra que, entre uma edificação classe A (por exemplo, edifício de escritórios) e outra C-2 (por exemplo, loja de fogos de artifício), deve existir um afastamento de, no mínimo, 9m (nove metros) para que elas sejam consideradas isoladas. Já dois prédios residenciais multifamiliares (classe A) podem ser geminados e ainda assim serem considerados de riscos isolados, desde que exista uma barreira (parede cega ou corta-fogo) entre eles.

Mas o que é uma edificação classe A, classe B-1 etc.? Para os fins de proteção de que trata

<sup>4</sup> Convém ressaltar que a NT-02 não trata claramente da separação entre edificações de lotes distintos. Deste modo, pode ser que haja duas edificações C-2 lado a lado em lotes vizinhos e seus sistemas sejam dimensionados de forma independente.



a NT-02, os riscos das edificações são classificados em cinco classes, de acordo com a natureza de suas ocupações:

- Classe “A” – riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, sejam 1 e 2. Exemplos: hospitais, consultórios médicos e dentários, terminal de passageiros sem varejo e escolas de ensino básico.
- Classe “B-1” – riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, sejam 3 e 4. Exemplos: cinemas, vidraçarias, lojas de roupas, postos de combustíveis e quartéis.
- Classe “B-2” – riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, sejam 5 e 6. Exemplos: drogarias, oficinas de pintura e lavanderias com trabalho de tinturaria.
- Classe “C-1” – riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, sejam 7, 8 e 9. Exemplos: teatros, lojas de móveis com colchões e oficina de consertos e feiras livres.
- Classe “C-2” - riscos isolados cujas classes de ocupação, na Tarifa Seguro Incêndio do Brasil, sejam 10,11,12 e 13. Exemplos: marcenarias, fábricas e depósitos de explosivos.

A TSIB estratifica as edificações de acordo com a natureza de suas ocupações com fins de definir o prêmio a ser pago por seguradoras em caso de incêndio e nem sempre atende às necessidades do Corpo de Bombeiros. A TSIB leva em consideração, além da atividade desenvolvida e dos materiais combustíveis (carga de incêndio e velocidade de propagação), a importância do conteúdo da edificação. Existem outras classificações que fazem uma avaliação de risco de incêndio, sendo uma das mais conhecidas o método de Gretener<sup>5</sup>.

No método de Gretener, a segurança da edificação é verificada por meio da fórmula

$$\gamma_{fi} = 1,3 \frac{N.S.E}{R.A.M}, \text{ na qual:}$$

*N* é um fator que depende das medidas normais de proteção (extintores, hidrantes e brigada contra incêndio);

*S* é um fator que depende das medidas especiais de proteção (detecção automática e alarme de incêndio, qualidade do corpo de bombeiros local, sistemas automáticos de extinção e controle de fumaça);

*E* é um fator que depende das medidas construtivas de proteção da edificação (resistência ao fogo e compartimentação);

*R* é um fator associado ao risco de incêndio (considera a carga de incêndio, as características da fumaça, além da área e da altura da edificação);

*A* é um fator que considera o risco de ativação do incêndio em função do tipo de uso da edificação; e

*M* é um fator associado à mobilidade das pessoas.

---

<sup>5</sup> Em referência ao engenheiro suíço Max Gretener, que idealizou o método.

Agora que já está bem claro o que é um risco isolado, podemos voltar à NT-01. Ela estabelece as exigências dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico das edificações conforme suas destinações. Para tanto, a NT-01 separa as edificações em grupos de ocupação similar e utiliza critérios de área e altura para os riscos isolados daquele tipo de ocupação.

O tipo de classificação para atingir o objetivo da NT-01 (dimensionar sistemas) é bastante complexo e envolve muitos fatores. A vantagem da NT-01 é definir de forma bastante objetiva e simples os sistemas a serem dimensionados. No entanto, critérios como carga de incêndio, velocidade de propagação das chamas nos materiais combustíveis, materiais de construção e propagação da fumaça são fracamente vinculados à determinação dos sistemas de proteção a serem dimensionados.

Tentando superar as dificuldades desse modelo prescritivo vêm sendo desenvolvidas normas de desempenho. Essas normas estabelecem um conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para um produto, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes, com base em exigências do usuário, ou seja, avalia-se a edificação de forma global, em todos os aspectos. A norma de desempenho inclui, ainda, os métodos de avaliação do atendimento ou não às exigências estabelecidas.

Os requisitos e critérios de desempenho de segurança contra incêndio são estabelecidos tendo em conta a seqüência de etapas possíveis no desenvolvimento do incêndio em um edifício: início, crescimento no ambiente de origem, propagação para outros ambientes da edificação, combate ao fogo, evacuação do edifício, propagação para outros edifícios, ruína parcial ou total do edifício.

São consideradas as exigências dos usuários relativamente à segurança contra incêndio: baixa probabilidade de início de incêndio, alta probabilidade dos usuários sobreviverem sem sofrer qualquer injúria e reduzida extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio.

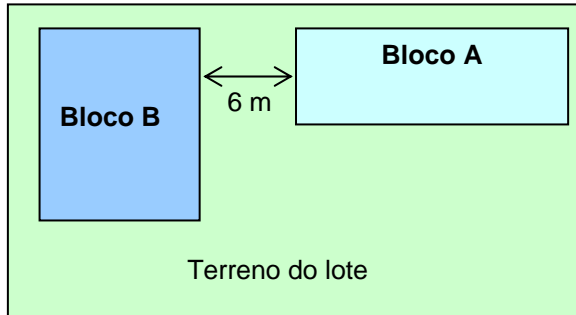
### **Exemplo**

Para que fique mais claro o que foi dito anteriormente, faremos um exemplo prático de dimensionamento de sistemas para uma edificação.

Situação: avaliar quais sistemas de proteção contra incêndio devem ser dimensionados para dois blocos no mesmo lote.

Dados: bloco A – sede de banco (área: 8.550m<sup>2</sup>, altura: 28m); bloco B – hospital (área: 4.250m<sup>2</sup>, altura: 5,50m).

Croqui:



Solução:

**1º passo:** verificar no RSIP a destinação dos imóveis.

De acordo com o artigo 3º do RSIP, o bloco A (banco) é classificado como de prestação de serviço e o bloco B (hospital) é classificado como sendo hospitalar.

**2º passo:** consultar a TSIB para definir a classe de ocupação.

Consultando a lista de ocupações, por ordem alfabética, da TSIB, verifica-se que os bancos são classificados na rubrica “escritórios”, código 197. Os hospitais têm rubrica própria, cujo código é 281. Consulta-se, então, a lista de ocupações ordenada por código de rubrica. Nessa lista, a classe de ocupação dos hospitais é 1. A rubrica 197 (na qual está enquadrada o banco) apresenta subclasses. Nesse caso, é preciso verificar qual das subclasses mais se adequa ao prédio em lide. Se houver dúvida, o enquadramento deve ser o mais rigoroso. No presente caso, o banco pode ser enquadrado na rubrica 197-20, cuja classe de ocupação é 2.

**3º passo:** identificar a classe de risco pela NT-02 e definir se é risco isolado.

De acordo com o item 4.1 da NT-02, tanto o hospital (classe de ocupação 1) quanto o banco (classe de ocupação 2) são da classe de risco A. Pela tabela 1 da NT-02 (tabela 3.1 deste texto) o afastamento entre duas edificações de classe de risco A é zero, ou seja, uma parede cega é suficiente para considerá-las isoladas. Portanto, os blocos A e B desse exemplo são isolados, uma vez que possuem afastamento maior do que o estabelecido pela NT-02.

**4º passo:** consultar a NT-01 para estabelecer os sistemas de proteção contra incêndio e pânico de acordo com área e altura de cada risco isolado.

Como os blocos são considerados isolados um do outro, o dimensionamento de sistemas dar-se-á para cada edificação de forma independente da outra. O banco (bloco A) deve adotar os sistemas previstos de acordo com o item 4.4 da NT-01: extintores, sinalização de segurança, saídas de emergência, iluminação de emergência, detecção automática e alarme de incêndio para todas as dependências, hidrantes, SPDA e chuveiros automáticos. Para a definição do uso de central de GLP, deve-se consultar também a NT-05. Os sistemas exigidos para o hospital (bloco B) são definidos no item 4.8 da NT-01: extintores, sinalização de segurança, saídas de emergência, iluminação de emergência, alarme de incêndio por acionamento manual, hidrantes, SPDA e chuveiros automáticos. Para a definição do uso de central de GLP, deve-se consultar também a NT-05.

### 3.4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro. 2000.

BRENTANO, Telmo. Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações. 2ª Ed. Revisada. Porto Alegre. EDIPUCRS. 2005.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. NT nº 01 – Exigências de Sistemas de Proteção contra Incêndio e Pânico das edificações do Distrito Federal. 2002.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. NT nº 02 – Classificação das Edificações de Acordo com os Riscos. 2000.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica nº 07 – Separação entre edificações. 2004.

DISTRITO FEDERAL. Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico do CBMDF, aprovado pelo Decreto nº 21.361, de 20 de julho de 2000.

INSTITUTO DE RESSEGUROS DO BRASIL. Tarifa de seguro incêndio do Brasil.

MELO, Eduardo A. Loureiro. Apostila de Proteção contra Incêndio e Explosões do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Brasília. 2003.

SILVA, Valdir Pignatta e. Método de avaliação de risco de incêndio em edificações - Método de Gretener. 2001.

# 4

## AS ESTRUTURAS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Neste capítulo, será estudada a ação do fogo sobre os elementos construtivos das edificações e a influência das características construtivas sobre o desenvolvimento do incêndio. Entende-se como elemento construtivo os componentes estruturais (pilares, vigas, paredes) e os materiais de acabamento e revestimento (forros, pisos, pinturas, coberturas, fachadas).

Os principais tipos de estruturas presentes no País são de concreto, aço e madeira. Serão vistas também as características construtivas desejáveis dessas estruturas para atender a critérios de resistência ao fogo, que é a propriedade de um elemento de construção de resistir à ação do fogo por determinado período de tempo, mantendo sua segurança estrutural, estanqueidade e isolamento térmico.

### 4.1 – RESISTÊNCIA AO FOGO

A NBR n.º 14.432 (que trata de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações) estabelece as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram os edifícios para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural. Para os elementos de compartimentação devem ser atendidos requisitos de estanqueidade e isolamento por um tempo suficiente para possibilitar:

- a fuga dos ocupantes da edificação em condições de segurança;
- a segurança das operações de combate ao incêndio; e
- a minimização de danos às edificações adjacentes e à infra-estrutura pública.

Um elemento construtivo resistente ao fogo apresenta características de segurança estrutural, estanqueidade e isolamento térmico. A segurança estrutural é entendida como a capacidade de suportar aos esforços, em caso de incêndio, impedindo o colapso parcial ou total da edificação. A estanqueidade é a capacidade de um elemento construtivo de impedir, por um período de tempo, a ocorrência de rachaduras ou aberturas por meio das quais podem passar chamas e gases quentes. O isolamento térmico é a capacidade de um elemento construtivo de impedir a ocorrência, na face que não está exposta ao incêndio, de incrementos de temperatura maiores que determinados limites. Para aferição dessas propriedades são realizados ensaios, conforme estabelecido nas NBR n.º 5.628 e NBR n.º 10.636, as quais utilizam modelos de incêndio para tal fim.

### 4.2 – MODELAMENTO DO INCÊNDIO

Foi visto no capítulo 2 que o incêndio pode ser caracterizado por uma curva temperatura-tempo, na qual se distinguem quatro fases: inicial, crescente, totalmente desenvolvida e final. Esse modelo é conhecido como modelo de incêndio natural e simula o incêndio real. No entanto, os diversos fatores que influenciam no desenvolvimento do incêndio em edificações (tais como: tipo, quantidade e distribuição da carga de incêndio, condições de ventilação e uso da edificação) alteram

a curva para cada situação específica. Em virtude disso e por questão de simplicidade, para a análise das estruturas, o incêndio é caracterizado por meio de modelos matemáticos padronizados. Estes modelos são conhecidos como modelos de incêndio padrão.

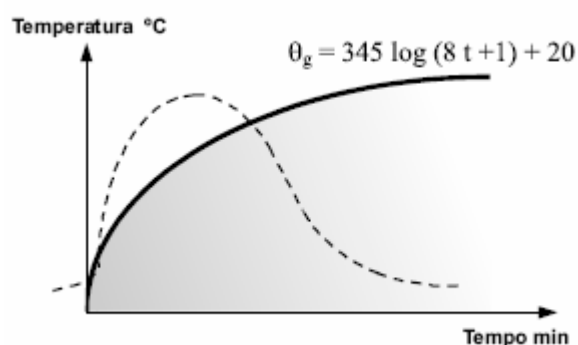


Figura 4.1 – Modelo de incêndio padrão (linha cheia) comparado ao incêndio real (pontilhado).  
Fonte: Vargas (2003).

O modelo de incêndio padrão mais difundido internacionalmente é a curva temperatura-tempo recomendada pela ISO n.º 834, empregada para combustão de materiais celulósicos. Além disso, este é o modelo adotado pela NBR n.º 14.432. A equação que fornece a curva desse incêndio padrão é:  $\theta_g = \theta_0 + 345 \log(8t+1)$ , na qual:  $\theta_g$  é a temperatura dos gases no instante  $t$  (em °C);  $\theta_0$  é a temperatura do ambiente antes do início do aquecimento (em °C), geralmente tomada igual a 20°C; e  $t$  é o tempo (em minutos).

Outras curvas padronizadas também são citadas na bibliografia (ASTM E 119). A principal característica dessas curvas é possuir apenas o trecho de temperatura crescente, ou seja, a temperatura dos gases cresce constantemente com o tempo. Outra propriedade é a temperatura dos gases não depender das características construtivas e da carga de incêndio. Portanto, esses modelos não representam o comportamento real do incêndio em estruturas. São expressões padronizadas, difundidas e adotadas por vários códigos normativos, por questões práticas. Em função dessas características, a análise do incêndio feita com base nesses modelos merece cuidado.

O modelo do incêndio natural admite que a temperatura dos gases, em função do tempo, obedeça a condições de ensaio que simulem o incêndio real num compartimento termicamente isolado e com aberturas para ventilação. As curvas naturais descrevem com mais realismo a evolução da temperatura do incêndio no ambiente, pois são parametrizadas por características do compartimento em chamas. Desse modo, a curva temperatura-tempo apresenta um trecho crescente e outro decrescente, retratando de forma mais apropriada o incêndio.

Os resultados dos ensaios mostram que a curva temperatura-tempo de um incêndio natural compartimentado depende das características dos materiais combustíveis presentes no ambiente (carga de incêndio), do grau de ventilação e das propriedades térmicas do material da vedação (da compartimentação). Alguns modelos para expressar o incêndio natural são fornecidos no EUROCODE e na norma sueca (SBN). O modelo de Petterson serviu de base para as recomendações da norma sueca.

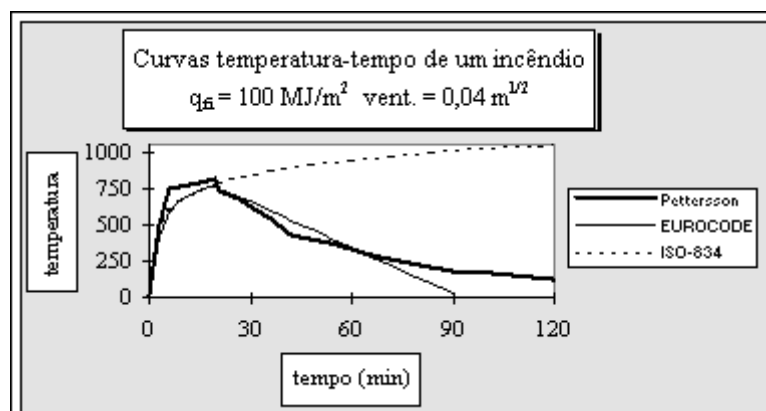


Figura 4.2 – Modelo de incêndio natural (Petterson e EUROCODE) versus incêndio padrão (ISO).  
 Fonte: <http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/pef5705/capitulo1/Cap1INC.html>.

Na comparação com o modelo do incêndio padrão, o incêndio natural é mais próximo do incêndio real. Porém, os modelos de incêndio natural são construídos a partir de hipóteses limitadoras (as quais não estão no escopo desse trabalho discutir). Diante disso, já estão sendo desenvolvidos modelos mais realísticos na comunidade internacional. Um deles é o modelo de zonas (*zone model*), em que é considerada a influência da variação da temperatura ao longo da altura do compartimento. Outro modelo (*Computational Fluid Dynamics* - CFD) utiliza a dinâmica de fluidos para modelar o incêndio.

A partir da curva temperatura-tempo dos gases quentes, é possível determinar a temperatura no elemento da estrutura. Mas, a curva do incêndio padrão não permite determinar a temperatura máxima do elemento (ela é sempre crescente), para a qual ele deve ser dimensionado. Na prática, há a necessidade de arbitrar um "tempo" para determinar uma temperatura de dimensionamento. Esse "tempo" é chamado de tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF).

Antes de comentar sobre o TRRF, trataremos sobre o comportamento dos materiais de construção frente ao fogo.

#### 4.3 – CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS FRENTE AO FOGO

Os materiais estruturais sofrem alterações em suas propriedades físicas e químicas quando submetidos a temperaturas elevadas, correndo o risco de se colapsarem parcial ou totalmente. Na madeira e no concreto, além das propriedades mecânicas, a área resistente também pode ser reduzida, devido à carbonização e lascamentos, respectivamente. Nos metais, apenas as propriedades mecânicas são reduzidas em incêndio.

Para atender aos requisitos de resistência ao fogo impostas pela NBR n.º 14.432, as estruturas de concreto possuem uma norma balizadora recentemente publicada, a NBR n.º 15.200/2004 (projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – procedimento). Já as estruturas de aço possuem seus critérios especificados pela NBR n.º 14.323/1999 (dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio).

## Concreto

O concreto endurecido é um material incombustível, de baixa condutividade térmica e não desprende gases tóxicos quando exposto ao calor. Apesar dessas qualidades apreciáveis, em situação de incêndio, o concreto fissa e lasca (*spalling*), o que reduz a área resistente e expõe a armadura (ferragem) ao calor.

Cabe ressaltar que a análise do comportamento do concreto em situação de incêndio é complexa e resultados muito variáveis são encontrados na literatura disponível. Uma das dificuldades com relação ao concreto diz respeito à sua composição variada e com diversos constituintes. Faz-se, portanto, necessário examinar o comportamento dos diversos constituintes do concreto para melhor expor seu comportamento frente ao fogo.

A água do concreto, quando a temperatura atinge 100 °C, evapora. Nessa altura, a resistência mecânica se altera pouco. Contudo, a perda de água faz com que o concreto diminua de volume em contraposição às armaduras de aço, que se expandem com a elevação de temperatura. Isso pode levar à ocorrência de microfissuras. Com relação ao cimento, o concreto conserva suas qualidades mecânicas, embora um pouco reduzidas, até uma temperatura entre 250 e 300 °C. Para temperaturas acima de 300 °C, os agregados comuns (silicosos) apresentam dilatação elevada e são responsáveis por fissuramentos excessivos. Entre 300 °C e 350 °C o concreto silicoso de densidade normal reduz efetivamente a sua resistência. Próximo aos 800 °C, a resistência residual é da ordem de 20% da resistência inicial. A princípio, a melhor maneira de coibir o colapso precoce das peças de concreto armado é impedir que as barras de aço da armadura sejam aquecidas acima de 500 °C. Contudo, ressalta-se que aos 400 °C a aderência aço-concreto reduz significativamente.

A utilização de concretos de alta resistência (maior que 18 MPa) permite a concepção de elementos estruturais cada vez mais esbeltos, isto é, áreas de seção transversal menores e comprimentos maiores. A redução do fator água/cimento confere maior compacidade ao concreto e reduz a permeabilidade das estruturas. Essas características melhoram a durabilidade e a resistência em temperatura ambiente. Porém, antecipam a degradação do concreto ao fogo. Peças de menor massa e volume se aquecem rapidamente. A perda de rigidez torna-se severa no colapso por instabilidade das peças. A reação da macroestrutura do material, por meio de pipocamentos (*pop outs*) e lascamentos (*spalling*), passa a ser mais freqüente, expondo as armaduras à ação direta do fogo.

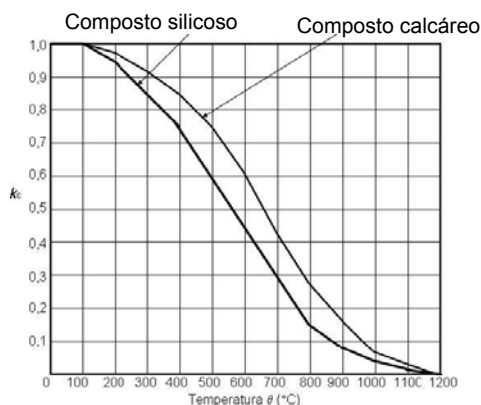


Figura 4.3 – Fator de redução da resistência do concreto em função da temperatura.

Fonte: NBR n.º 15.200 – ABNT.



### Aço

A exposição do aço a altas temperaturas faz degenerar suas características físicas e químicas causando redução da rigidez. As vigas de aço começam a deformar rápida e significativamente a partir de 400 °C e a 550 °C o aço perde 50% da resistência mecânica. Por esse motivo, esse patamar (550 °C) é usualmente definido como a temperatura crítica para aços estruturais.

Em edificações, onde os elementos estruturais são compostos por peças em aço, o curto intervalo de tempo decorrido até que seja atingida a temperatura crítica, em situações de incêndio, ocasiona situações de elevado risco durante o seu processo de desocupação e as operações de combate ao incêndio.

A deformação do aço por efeito do calor pode produzir na estrutura uma ação tal que ela deixe de ter a capacidade de suportar sobrecargas ou esforços imprevistos.

O gráfico abaixo ilustra a redução da resistência do aço em comparação com o concreto.

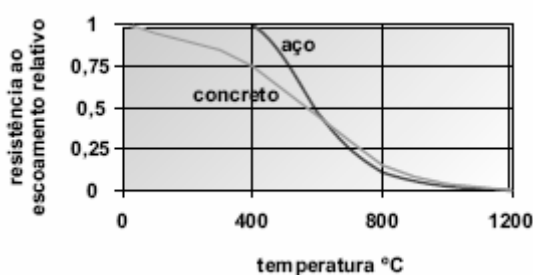


Figura 4.4 – Redução da resistência do aço comparada ao concreto.  
Fonte: Vargas (2003).

### Madeira

Quando o assunto é voltado para peças estruturais construídas em madeira, observa-se que a literatura indica, o que à primeira vista pode parecer incoerente, um bom comportamento desse material frente a um incêndio. O conceito adquirido de que a madeira é um material combustível largamente utilizado como fonte de calor tende a sugerir que ela, como componente de uma estrutura, está sujeita a ser destruída pelo fogo. Entretanto, o comportamento da madeira em caso de incêndio não é alarmante, uma vez que ela queima, porém lentamente, a uma velocidade de 10mm a cada 15 minutos (BAUER, 2000).

Se comparada com as estruturas metálicas, a madeira apresenta a conveniência de ser resistente por um maior período de tempo aos efeitos do fogo. A principal diferença é que, no cálculo da carga de incêndio imobiliária nas estruturas de aço, não é considerada a estrutura em si, enquanto que os materiais lenhosos contribuem com grande peso no cômputo da carga de incêndio final em estruturas de madeira. Isso exige considerações especiais ao projetar-se um sistema de proteção para essas estruturas.

A madeira pega fogo em temperaturas da ordem de 275 °C. A queima é inicialmente superficial, formando uma verdadeira cortiça de madeira dura, meio calcinada, sem as características físico-mecânicas originais, mas, não possuindo mais gases de fácil inflamação. Mantendo-se a

temperatura em torno dos 275 °C, o fogo extingue-se quando a espessura da madeira calcinada atinge cerca de 10 mm. Aumentando-se a temperatura, a madeira continua a queimar e até alimenta o incêndio. De qualquer modo, a madeira não se rompe rapidamente: vigas de madeira maciça resistem um certo período de tempo em incêndios de 1000 °C.

Quanto mais grossas as peças de madeira utilizadas na estrutura, mais resistentes ao fogo elas serão. Como queima em profundidade, a madeira, dependendo do seu diâmetro, pode arder e manter a função estrutural após a extinção do fogo. Se o incêndio não for extinto a estrutura estará toda condenada.

A passagem de condutores elétricos e tubulação de gás por dentro das vigas pode ajudar o calor a alcançar o interior da madeira e provocar a queima. Outros inconvenientes são: ataque de insetos e a possibilidade de apodrecimento que são imperceptíveis a olho nu e prejudicam sobremaneira a função estrutural.

### **Materiais de acabamento e revestimento**

Uma vez iniciada a ignição, o desenvolvimento do incêndio depende da reação ao fogo dos materiais e do projeto da edificação. Um pequeno foco de incêndio pode evoluir para um incêndio generalizado, dependendo da quantidade e da razão de liberação do calor pelo conteúdo da edificação. A segurança dos ocupantes é diretamente afetada pela razão de liberação do calor, porque esta determina o tempo disponível para o escape.

O controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos está associado à limitação do crescimento do incêndio, à limitação da propagação do incêndio, à evacuação segura do edifício e à precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios.



Figura 4.5 – Incêndio em cenário: crescimento rápido do fogo por conta dos materiais.  
Fonte: [http://www.terra.com.br/istoegente/77/reportagem/rep\\_os\\_minutos\\_xuxa\\_2.htm](http://www.terra.com.br/istoegente/77/reportagem/rep_os_minutos_xuxa_2.htm).

Tanto os objetos contidos em um compartimento quanto o revestimento de paredes e tetos são importantes no desenvolvimento dos incêndios. Para ilustrar, citam-se cinco exemplos: quatro boates e um estúdio de TV. Incêndios em boates são devastadores por conta da lotação e da utilização de materiais que propagam rapidamente as chamas e que emitem fumaça tóxica. Dos Estados Unidos vêm dois casos: 1) o incêndio de *Cocoanut Grove Night Club*, em 1940, em que 492 pessoas morreram; sua severidade decorreu do fato de as chamas se propagarem rapidamente por um revestimento de algodão que cobria paredes e teto; 2) a boate *The Station*, em *Rhode Island*, pegou fogo durante a apresentação de show de rock em que houve queima de fogos de artifício; o fogo logo se propagou pelo cenário do palco e vitimou 95 pessoas em 2003. 3) Na Argentina, em 2004, houve o caso da boate República Cromagnon, onde as condições do incêndio foram muito similares ao da boate *The Station*; morreram 175 pessoas. 4) No Brasil, o incêndio da casa de espetáculos Canecão Mineiro, em 2004, também iniciou-se por causa de fogos de artifício no interior da boate que inflamaram o revestimento de isopor do teto; houve seis mortes. 5) O incêndio do cenário onde ocorria o Show da Xuxa teve sua severidade enormemente agravada pela excessiva combustibilidade dos materiais de acabamento utilizados.

Existem diferentes métodos de ensaio que possibilitam a identificação de características importantes dos materiais em situação de incêndio. Os ensaios, em geral, são executados em escala reduzida e determinam basicamente as características de propagação superficial de chama, produção de fumaça, incomcombustibilidade e desenvolvimento de calor.

A NBR n.º 9.442/1986 prescreve um método para determinar o índice de propagação superficial de chama em materiais de construção. Esse método é adotado pela NT-09 do CBMDF para indicar a classe de material que pode ser utilizada de acordo com o uso, em parede ou cobertura.

De acordo com a NBR n.º 9.442/1986: “O índice obtido por este ensaio é aplicável para medir e descrever a propagação superficial de chama nos materiais e não deve ser utilizado para fixar o grau de segurança contra incêndio; entretanto, os valores obtidos permitem verificar comparativamente qual o material mais conveniente para a segurança contra incêndio, por ocasião do levantamento dos fatores que fixam este grau de segurança para projeto particular face a incêndio real”.

A determinação do índice de propagação superficial de chama envolve o produto de dois fatores: fator de evolução do calor (Q) e o fator de propagação de chama (Pc). O fator de evolução do calor é a relação entre a variação da temperatura no ensaio, devida à queima do material, e a razão de desenvolvimento do calor. O fator de propagação de chama é a velocidade com que a chama percorre a superfície do material nas condições de ensaio.

A densidade óptica da fumaça é determinada por meio da opacidade oferecida pela fumaça, disposta entre uma fonte luminosa e um receptor que mede a transmissão de luz recebida. Esse método é determinado pela norma ASTM E 662 – *Specific optical density of smoke generated by solid materials*. O estabelecimento de valores máximos aceitáveis é obtido a partir do obscurecimento que a fumaça oferece à visão humana.

Para estabelecer um critério de aceitabilidade dos materiais, o *Underwriters Laboratories* (UL) realizou ensaios preenchendo uma sala com a fumaça proveniente da queima de determinado material. Essa sala continha sinais luminosos de emergência como os utilizados em uma edificação. Foram anotados os tempos, em função dos vários estágios de opacidade causados pelo acúmulo de fumaça. Por meio desses ensaios, chegou-se a um valor considerado tolerável de 450. No Brasil, o IPT também tem adotado o valor do índice de densidade óptica de fumaça máximo permitido em 450, tendo como objetivo evitar, ainda na primeira fase do incêndio, o rápido obscurecimento dos caminhos de fuga.

A classificação dos materiais como combustíveis ou incombustíveis é muito útil para uma seleção. O ensaio proposto pela ISO n.º 1.182 (*Fire Tests – Building materials – Non-combustibility test*) é capaz de verificar quais materiais não irão contribuir para os riscos de crescimento e propagação do incêndio. Esse ensaio foi desenvolvido para selecionar materiais que produzem uma quantidade reduzida de calor ou não se inflamam, quando submetidos a temperaturas próximas a 750°C.

O ensaio verifica a elevação da temperatura, a ocorrência de chamejamento e a perda de massa sofrida pelo material. É verificada a elevação da temperatura do material e a sua capacidade de manter a combustão em chamas, determinando sua combustibilidade. A perda de massa é verificada em materiais que apresentam densidade reduzida, e/ou sejam muito inflamáveis e desenvolvam altas temperaturas, as quais não podem ser registradas pelo aparelho. Nesse caso, a perda de massa costuma ser considerável, o que classificaria o material como combustível. Os critérios para a classificação são os seguintes:

- a) não poderá ocorrer elevação da temperatura do forno em valor igual ou superior a 30°C para a Classe A e 50°C para a Classe B;
- b) chamejamentos que ocorrem devem ter duração inferior a 5 segundos para a Classe A e 20 segundos para a Classe B; e
- c) a perda de massa dos corpos-de-prova, para qualquer Classe, não pode ser superior a 50% do peso inicial.

Alguns materiais podem ter maior capacidade de ignição do que outros; celulósido, por exemplo, sofre ignição rapidamente, ao contrário da madeira. Para classificar os materiais combustíveis como “facilmente ignizável” ou “não facilmente ignizável” existe o teste de ignitabilidade.

Além da regulamentação prescritiva, que adota valores limites dos testes, como os citados acima, há a normalização baseada em desempenho. As normas de desempenho sustentam-se no modelamento matemático de incêndios. Essa previsão analítica do desenvolvimento de incêndios é um problema complexo que requer o desenvolvimento de modelos de fluidodinâmica computacional (CFD models). Na medida em que os países mudam a filosofia de regulamentação de prescritiva para baseada em desempenho, os modelos de fluidodinâmica computacional se tornam essenciais para o estabelecimento de incêndios de projeto. Evidentemente, todos os modelos analíticos nesse domínio necessitam de verificações experimentais.

Além da NT-09, outro modelo de regulamentação prescritiva no Brasil é previsto na IT-10 do CBPMESP. Os materiais são classificados, (tabela 4.1), de acordo com os resultados obtidos em

testes (ISO n.º 1.182, NBR n.º 9.442 e ASTM E 662) e indicados para utilização em paredes, piso e teto, conforme a ocupação do imóvel (hotel, auditório, boate).

Tabela 4.1 - Classificação dos materiais conforme velocidade de propagação de chama e emissão de fumaça.

Método de ensaio		ISO n.º 1182	NBR n.º 9.442	ASTM E 662
Classe				
I		Incombustível	-	-
II	A	Combustível	$l_p \leq 25$ (classe A)	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$l_p \leq 25$ (classe A)	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$ (classe B)	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < l_p \leq 75$ (classe B)	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < l_p \leq 150$ (classe C)	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < l_p \leq 150$ (classe C)	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < l_p \leq 400$ (classe D)	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < l_p \leq 400$ (classe D)	$D_m > 450$
VI		Combustível	$l_p > 400$ (classe E)	

Ip – Índice de propagação superficial de chama.  
Dm – Densidade óptica específica máxima de fumaça, para ensaios com chama e sem chama.

Fonte: IT-10/2004 do CBPMESP.

#### 4.4 – VERIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Conforme estabelecido na NBR n.º 14.432, a ação correspondente ao incêndio pode ser representada por um intervalo de tempo de exposição ao incêndio padrão. Esse intervalo de tempo, chamado tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), é definido a partir das características da construção e do seu uso. O calor transmitido à estrutura nesse intervalo de tempo (TRRF) gera, em cada elemento estrutural, de acordo com sua forma e exposição ao fogo, uma certa distribuição de temperatura. Esse processo produz a redução da resistência dos materiais e da capacidade dos elementos estruturais, além de outros esforços adicionais.

De posse das informações quanto às características da estrutura frente ao fogo, aplica-se um modelo de incêndio (padrão, natural ou outro) e verifica-se por quanto tempo<sup>1</sup> a edificação suportará essa ação deletéria. A edificação será considerada segura se as dimensões dos elementos estruturais selecionadas previamente suportarem a ação do incêndio por um tempo maior do que o previsto em norma. A segurança estrutural, visando à proteção à vida, deve ser verificada de modo a evitar que a edificação colapse em um tempo inferior ao necessário para a desocupação do edifício. Quando se tratar de proteção do patrimônio, ou seja, da edificação propriamente dita, a segurança estrutural deverá ser verificada de forma a evitar o colapso da estrutura, para que se possa reutilizá-la após obras de reforço.

Antes do *flashover* geralmente não há o risco de colapso da estrutura, embora alguns danos locais ao conteúdo possam acontecer. Nesse período, não há risco à vida por desabamento estrutural, entretanto, pode havê-lo devido à produção de fumaça. É de costume, por medida de segurança estrutural, admitir-se a ocorrência do *flashover* e dimensionar as estruturas nessa situação, utilizando-se proteção estrutural (aplicação de materiais de proteção térmica em elementos de aço isolados, por exemplo) ou aproveitar-se do bom comportamento ao fogo das estruturas. Dessa

<sup>1</sup> A referência ao tempo é também uma referência à respectiva temperatura atingida durante o incêndio.

forma, não haverá colapso estrutural, mas poderá haver danos à estrutura em função da severidade do incêndio.

Se o *flashover* ocorrer, o ambiente inteiro será envolvido pelo fogo, não se poderá esperar um controle bem sucedido do incêndio e serão consideráveis as perdas monetárias causadas pelos danos ao edifício, tais como: perda do conteúdo, interrupção da produção, danos aos edifícios vizinhos ou ao meio ambiente. A principal tarefa para garantir a segurança do imóvel é diminuir o risco do *flashover*.

A exigência de resistência ao fogo é estabelecida em forma de tempo, seja por meio do TRRF ou do tempo equivalente (método do tempo equivalente) ou métodos mais avançados de engenharia de incêndio. Os tempos são estabelecidos entre 30 e 120 minutos. Ressalte-se que o TRRF não representa a duração do incêndio nem o tempo necessário à evacuação das pessoas da edificação sinistrada. O TRRF é definido subjetivamente a partir da experiência de profissionais da área de segurança contra incêndio.

De acordo com a elevação de temperatura descrita pelo incêndio padrão (ISO n.º 834, BS476 e LPS1107), quando a norma exige uma resistência ao fogo de 30 minutos, significa que a estrutura deve permanecer estável quando a atmosfera ao seu redor estiver a aproximadamente 820°C. Uma hora significa 930°C e 2 horas 1030°C. Quanto maior a resistência requerida, maior a temperatura que a estrutura deve resistir.

Tabela 4.2 – Tempos requeridos de resistência ao fogo, em minutos, para alguns tipos de edificação.

Ocupação	Altura da edificação				
	$h \leq 6m$	$6m < h \leq 12m$	$12m < h \leq 23m$	$23m < h \leq 30m$	$h > 30m$
Residencial	30	30	60	90	120
Hotel	30	60	60	90	120
Shopping center	60	60	60	90	120
Escritório	30	60	60	90	120
Escola	30	30	60	90	120
Hospitais	30	60	60	90	120
Indústria de roupas	30	30	60	90	120

Fonte: NBR n.º 14.432/2001.

O método do tempo equivalente consiste em relacionar a máxima temperatura do elemento estrutural no incêndio natural ao tempo associado a essa mesma temperatura na curva do incêndio padrão. A curva temperatura-tempo do incêndio padrão é monotonicamente crescente, no entanto, no incêndio real, representado pelo modelo do incêndio natural, a temperatura dos gases atinge um valor máximo e depois cai gradativamente. Por meio do tempo equivalente, previamente calculado, determina-se, na curva do incêndio padrão, a temperatura do elemento estrutural que corresponderá à sua máxima temperatura no incêndio real. Uma vez calculada essa temperatura, pode-se dimensionar a estrutura em situação de incêndio. O tempo equivalente, determinado por meio de expressão clássica, é função da carga de incêndio, das características térmicas dos elementos de vedação, da ventilação horizontal e vertical e do pé direito do compartimento. Expressão mais moderna inclui também uma análise de risco simplificada, ou seja, áreas e alturas agravam o valor do tempo e meios de proteção ativa reduzem esse tempo.

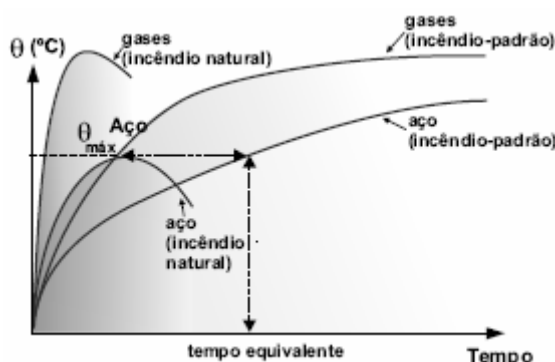


Figura 4.6 – Correspondência entre a temperatura máxima atingida no incêndio natural e a temperatura no incêndio padrão. A partir daí obtém-se o tempo equivalente.  
Fonte: Vargas (2003).

Caso a edificação não esteja isenta, por norma, de possuir resistência ao fogo, sua estrutura deve ser verificada. A verificação da estrutura pode ser realizada por meio de quatro métodos: tabular, simplificado, geral (ou avançado) e experimental.

No método tabular não é preciso fazer efetivamente nenhuma verificação, basta adotar as dimensões tabeladas pela norma para os elementos estruturais da edificação de acordo com o TRRF. Por exemplo: de acordo com a NBR n.º 15.200, para um TRRF de 30 min, uma laje tipo cogumelo ou lisa deve ter altura mínima de 15cm; para TRRF de 90 min, altura mínima de 20cm.

Os métodos simplificados utilizam princípios de dimensionamento em situação de incêndio, com base nos mesmos modelos de cálculo utilizados para projetos à temperatura ambiente. São introduzidos coeficientes de redução de resistência dos materiais aos modelos de cálculo para simular o efeito da temperatura elevada sobre o aço e o concreto, diferenciando, assim, o projeto à temperatura ambiente do projeto em situação de incêndio.

Para estruturas de concreto, a NBR n.º 15.200 estabelece as seguintes hipóteses para aplicação do método:

a) as solicitações de cálculo em situação de incêndio podem ser calculadas admitindo-as iguais a 70% das solicitações de cálculo em situação normal, qualquer que seja a combinação considerada de ações;

b) o esforço resistente de cálculo em situação de incêndio de cada elemento pode ser calculado com base na distribuição de temperatura obtida para sua seção transversal, considerando exposição ao fogo conforme o TRRF. Essa distribuição de temperatura pode ser obtida na literatura técnica ou calculada em programas específicos;

c) os esforços resistentes podem ser calculados pelos critérios estabelecidos na ABNT NBR n.º 6.118 para situação normal, adotando para o concreto e o aço a resistência média em situação de incêndio. Essa média se obtém distribuindo uniformemente na seção de concreto ou na armadura total a perda total de resistência por aquecimento do concreto ou das armaduras respectivamente. No caso geral de pilares submetidos à flexão composta, a resistência remanescente deve ser distribuída numa seção de concreto reduzida. Essa redução de seção, necessária para simular corretamente a redução de resistência à flexão dos pilares, pode também ser encontrada na literatura. Observar que

essa resistência característica média remanescente deve ser calculada na parte comprimida da seção.

Nos métodos gerais de cálculo, são adotadas combinações de ações em situação de incêndio. Os esforços resistentes são calculados considerando as distribuições de temperatura conforme o TRRF. As distribuições de temperatura e resistência são rigorosamente calculadas, considerando-se as não linearidades envolvidas. Os esforços solicitantes de cálculo, que podem ser acrescidos dos efeitos do aquecimento, não são avaliados, pois com o aquecimento, a capacidade de adaptação plástica cresce consideravelmente, devido às profundas redistribuições de tensões que ocorrem.

A NBR n.º 14.323 denomina métodos avançados de dimensionamento aqueles que proporcionam uma análise realística da estrutura e do cenário do incêndio e podem ser usados para elementos estruturais individuais com qualquer tipo de seção transversal, incluindo elementos estruturais mistos, para subconjuntos ou para estruturas completas, internas, externas ou pertencentes à vedação. Eles devem ser baseados no comportamento físico fundamental de modo a levar a uma aproximação confiável do comportamento esperado dos componentes da estrutura em situação de incêndio. Os métodos avançados podem incluir modelos separados para o desenvolvimento e a distribuição de temperatura nas peças estruturais (análise térmica) e para o comportamento mecânico da estrutura ou de alguma de suas partes (análise estrutural).

De acordo com a NBR n.º 15.200, os métodos gerais de cálculo devem considerar pelo menos:

- a) combinação de ações em situação de incêndio composta rigorosamente com base na ABNT NBR n.º 8.681;
- b) os esforços solicitantes de cálculo, que podem ser acrescidos dos efeitos do aquecimento, desde que calculados por modelos não-lineares capazes de considerar as profundas redistribuições de esforços que ocorrerem;
- c) os esforços resistentes, que devem ser calculados considerando as distribuições de temperatura conforme o TRRF;
- d) ambas as distribuições, de temperatura e resistência, devem ser rigorosamente calculadas, considerando as não-linearidades envolvidas.

A determinação da distribuição e temperatura na estrutura e a verificação do isolamento térmico podem ser feitas analiticamente por programas que considerem adequadamente a distribuição de temperatura na edificação. Os programas utilizados devem ser validados, ser de uso consagrado internacionalmente ou serem avaliados por ensaios experimentais em estruturas.

O dimensionamento por meio de resultados de ensaios (método experimental) pode ser feito, quer sejam os ensaios realizados em laboratório nacional ou laboratório estrangeiro, de acordo com norma brasileira específica ou de acordo com norma ou especificação estrangeira, respeitando os critérios de similitude aplicáveis ao caso.

No caso em que a verificação (ou dimensionamento) da estrutura conforme um dos métodos acima mencionados não fornecer valores, para os elementos estruturais, capazes de suportar a ação do incêndio pelo tempo requerido, o problema pode ser resolvido de duas maneiras:



umentando-se a seção do elemento estrutural ou aplicando-se material de proteção térmica. Se a estrutura for de concreto, é mais viável aumentar as dimensões da seção ou a taxa ou a posição de armadura com os próprios materiais utilizados no concreto armado, visto serem em geral mais baratos do que os materiais de proteção térmica. Por outro lado, se a estrutura for de aço, ao invés de aumentar a seção, utiliza-se, por razões econômicas, material de proteção térmica (argamassa projetada, mantas, tintas etc.)

### 4.5 – PROTEÇÃO CONTRA A FUMAÇA

A fumaça tem papel fundamental no desenvolvimento do incêndio<sup>2</sup>. Portanto, impedir que a fumaça se propague livremente pela edificação sinistrada é uma medida eficaz de proteção. O controle de fumaça deve visar:

- a) à manutenção de um ambiente seguro nas edificações, durante o tempo necessário para o abandono do local sinistrado, evitando os perigos da intoxicação e falta de visibilidade pela fumaça;
- b) ao controle e redução da propagação de gases quentes e fumaça entre a área incendiada e áreas adjacentes, baixando a temperatura interna e limitando a propagação do incêndio;
- e
- c) a oferecer condições dentro e fora da área incendiada, que irão auxiliar nas operações de busca e resgate de pessoas, localização e controle do incêndio.

O controle de fumaça é obtido pela introdução de ar limpo e pela extração de fumaça, bem como pela vedação de aberturas existentes na edificação. Outra medida eficaz é controlar as características dos materiais de acabamento e revestimento empregados, conforme visto anteriormente.

Cuidados especiais devem ser observados no projeto e execução do sistema de controle de fumaça, prevendo sua entrada em operação no início da formação da fumaça pelo incêndio, ou projetando a camada de fumaça em determinada altura, de forma a se evitar condições perigosas, como a explosão ambiental (*backdraft*) ou a propagação do incêndio decorrente do aumento de temperatura do local incendiado.

Na ocorrência de incêndio, as aberturas destinadas à passagem de cabos elétricos/telefônicos e tubulação hidráulica (shafts), propagam fogo e fumaça rapidamente. Além dos shafts, outras aberturas que influenciam sobremaneira na propagação de fumaça pela edificação são: caixas de escadas não enclausuradas e vãos de elevadores e de ventilação.

Um perigo oculto é a adoção de pisos falsos (muito comum em CPDs) e de tetos rebaixados por forros, permitindo a passagem de cabeamento e tubulações nos vãos formados.

---

<sup>2</sup> Vide capítulo 2.



Figura 4.7 – Fiação passando entre a laje e o forro; piso falso para cabeamento.  
Fonte: [hydra.lcc.ufmg.br/lcc/galeria.html](http://hydra.lcc.ufmg.br/lcc/galeria.html).

As fachadas de vidro (pele de vidro) também representam perigo na medida em que sua fixação permitir frestas entre o vidro e a laje. Outro risco refere-se ao comportamento do vidro em situação de incêndio: apesar de ser incombustível, o vidro deforma com a elevação de temperatura e nem sempre resiste à elevação de pressão do ambiente sinistrado, vindo a romper-se. Esse rompimento permite a entrada de ar externo para o interior do ambiente sinistrado, podendo provocar a realimentação do incêndio.



Figura 4.8 – prédio com fachada de vidro e fresta entre o vidro e a laje.  
Fonte: <http://joaochezgeneve.blogspot.com>; CBMDF.

Uma solução para minimizar a propagação da fumaça pelas aberturas existentes nas edificações é vedá-las com produtos específicos. Existem produtos capazes de conter a propagação do fogo e da fumaça, fazendo com que se ganhe tempo até a extinção do incêndio, evitando a destruição da propriedade em vários casos e salvando vidas. A figura 4.9 mostra alguns exemplos.

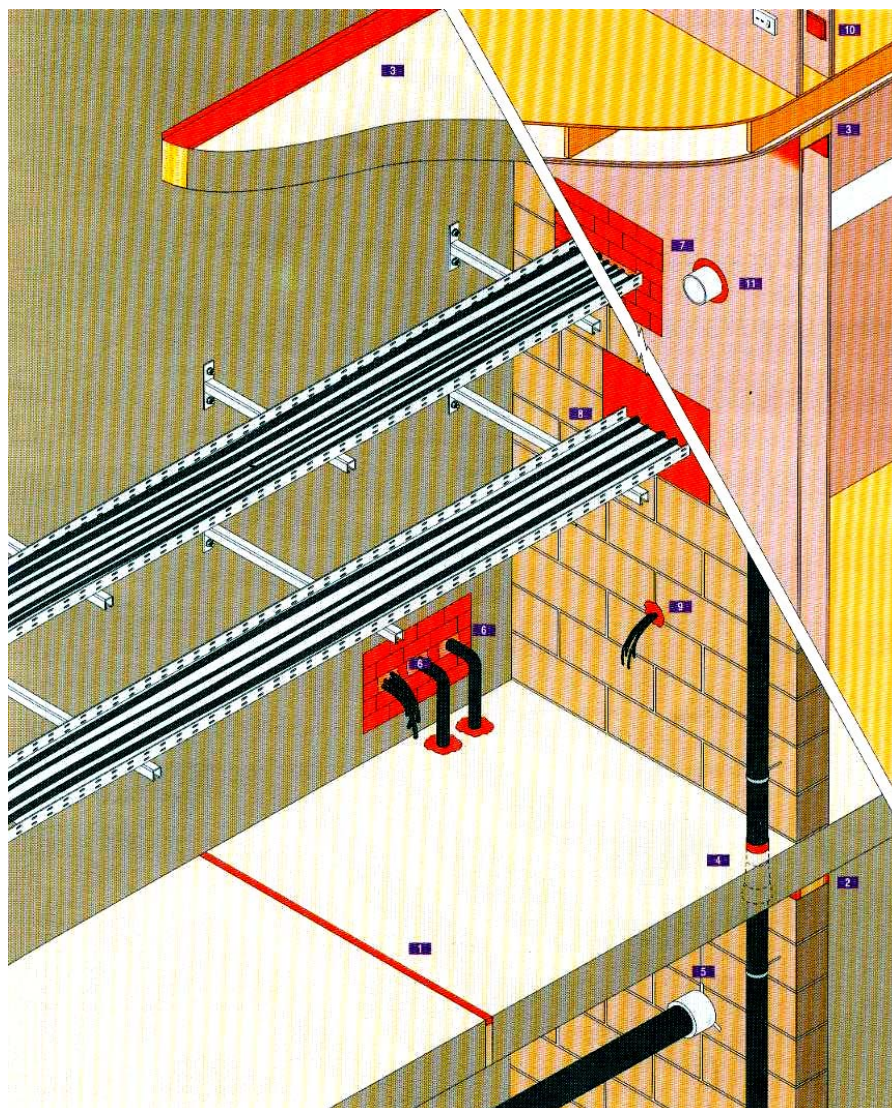


Figura 4.9 – Vedação de aberturas por meio das quais a fumaça possa propagar-se numa edificação.  
Fonte: [http://www.hilti.com.br/data/editorials/-8323/protecao\\_passiva\\_corta-fogo.pdf](http://www.hilti.com.br/data/editorials/-8323/protecao_passiva_corta-fogo.pdf).

#### 4.6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º 5.628 – Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º 9.442 – Materiais de Construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de Ensaio. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º 14.432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º BR 15.200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR n.º 14.323 – Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio. 1999.

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de construção – Volumes 1 e 2. 5ª edição revisada. Rio de Janeiro. LTC Editora. 2000.

COSTA, Carla N.; SILVA, Valdir P. Estruturas de Concreto Armado em Situação de Incêndio. In: XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. UnB. Brasília. 2002.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. IT n.º 08 – Segurança estrutural nas edificações – Resistência ao fogo dos elementos de construção. 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. IT n.º 09 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical. 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. IT n.º 10 – Controle de materiais de acabamento e revestimento. 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. IT n.º 14 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. 2004.

MOREIRA, Paula Etrusco Ribeiro. Reação ao fogo de materiais e tempo de escape em edifícios de centros comerciais no Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. 2002.

SILVA, Valdir Pignatta e. Estruturas de aço em situação de incêndio. São Paulo. Ziguarte Editora. 2001.

VARGAS, Mauri R.; SILVA, Valdir P. Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço. Rio de Janeiro. IBS/CBCA. 2003.

# 5

## SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

### 5.1 - INTRODUÇÃO

Ao contrário do que se possa imaginar, as saídas de emergência devem ser pensadas em primeiro plano quando se trata de proteção contra incêndio e pânico. O comportamento inicial das pessoas frente ao incêndio é de fugir ou buscar um refúgio. Poucas são as pessoas que se sentem habilitadas a operar um aparelho extintor de incêndio ou a conduzir as outras pessoas por uma rota de fuga segura num ambiente sinistrado. Decorre daí a necessidade prioritária que deve ser dispensada às saídas de emergência numa edificação ou área cercada com aglomeração de pessoas.

Além disso, deve-se ter em mente que o objetivo maior da segurança contra incêndio e pânico é a salvaguarda de vidas. Portanto, garantir que as pessoas sujeitas a uma situação de incêndio sobrevivam com os menores danos possíveis deve ser uma meta buscada incessantemente. Uma das medidas de proteção mais eficazes nesse sentido são as saídas de emergência. Elas atendem basicamente a dois objetivos: permitir a evacuação dos ocupantes da edificação com segurança e prover o acesso seguro das equipes de bombeiros.

### 5.2 – COMPONENTES DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Primeiramente é preciso definir o que é uma saída de emergência. Saída de emergência, segundo a NBR nº 9.077/1993, é o caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

Da definição e pensando numa edificação verticalizada pode-se identificar três componentes das saídas de emergência:

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

Mas o que vem a ser cada um desses componentes?

Acesso é o caminho a ser percorrido pelos usuários do pavimento, constituindo a rota de saída horizontal, para alcançar a escada ou rampa, área de refúgio ou descarga. Os acessos podem ser constituídos por corredores, passagens, vestíbulos, balcões, varandas e terraços.

As rotas verticais mais comuns são as escadas de emergência, que são escadas integrantes de uma rota de saída. Elas podem ser escadas enclausuradas à prova de fumaça, escadas enclausuradas protegidas ou escadas não enclausuradas. Além das escadas, existem as rampas, que são partes inclinadas de uma rota de saída, que unem dois níveis de pavimento, e os elevadores de emergência.

Finalizando o trajeto percorrido por um usuário em fuga, tem-se a descarga. Esta é a parte da saída de emergência de uma edificação que fica entre a escada (ou rampa ou elevador de emergência) e o logradouro público ou área externa com acesso a este.

Exemplificando: uma pessoa num prédio de escritórios, em sua sala no 7º andar, num caso de evacuação pelas saídas de emergência, ela percorrerá inicialmente o corredor de circulação do seu andar (o sétimo) até chegar às escadas. Logo, o corredor do 7º andar é uma rota horizontal. A escada, que a pessoa percorrerá até chegar ao térreo, constitui a rota vertical. O trecho percorrido entre a porta da escada de emergência no térreo até a portaria da edificação, que dá acesso à calçada externa à edificação, vem a ser a descarga.

Uma pergunta pertinente nesse momento seria: quais os critérios estabelecidos para cada componente das saídas de emergência? As seções seguintes esclarecem tal questão e para tanto utiliza os padrões normativos da NBR nº 9.077 da ABNT.

### 5.3 – ACESSOS

Os acessos devem permitir o escoamento fácil de todos os ocupantes da edificação, portanto, devem permanecer desobstruídos e serem sinalizados e iluminados, indicando claramente o sentido da saída. O pé-direito mínimo é de 2,50m, sendo permitidos rebaixos de vigas, vergas e outros, contanto que se preserve uma altura livre mínima de 2,00m.

Um outro aspecto a ser observado nos acessos são as larguras mínimas das saídas que, em qualquer caso (corredores, escadas, rampas), devem ser as seguintes:

- a) 1,10 m, correspondendo a duas unidades de passagem;
- b) 2,20 m, para permitir a passagem de macas, camas, e outros, nas ocupações do grupo H, divisão H-3<sup>1</sup>.

Repare que o texto normativo faz referência à unidade de passagem. Unidade de passagem é a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55m. Por enquanto, ficaremos somente com a definição; este tema será novamente abordado na seção 5.9, quando tratarmos do dimensionamento das saídas de emergência.

As portas das rotas de saída e aquelas das salas com capacidade acima de 50 pessoas e em comunicação com os acessos e descargas devem abrir no sentido do trânsito de saída. A figura 5.1 mostra várias maneiras pelas quais as portas podem ser abertas respeitando o especificado acima.

---

<sup>1</sup> A largura mínima para hospitais e assemelhados (H-3) também é aplicada para escadas de emergência, no entanto, defendemos que seria mais eficiente cobrar rampas e elevadores de emergência para suprir a necessidade de evacuação de pacientes em macas.

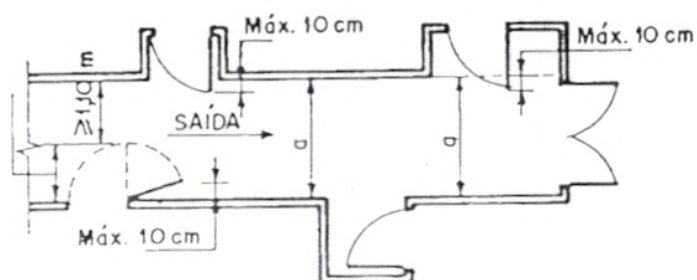


Figura 5.1 – Abertura das portas.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

As portas devem ter as seguintes dimensões mínimas de largura:

- 80 cm, valendo por uma unidade de passagem;
- 1,0 m, valendo por duas unidades de passagem;
- 1,50 m, em duas folhas, valendo por três unidades de passagem (acima de 2,2 m, exige-se coluna central).

As portas das antecâmaras e das escadas devem ser providas de dispositivos mecânicos e automáticos, de modo a permanecerem fechadas, mas destrancadas, no sentido do fluxo de saída, sendo admissível que se mantenham abertas, desde que disponham de dispositivos de fechamento, quando necessário.

Em salas com capacidade acima de 200 pessoas e nas rotas de saída de locais de reunião com capacidade acima de 200 pessoas, as portas de comunicação com os acessos, escadas e descarga devem ser dotadas de ferragem do tipo antipânico, conforme NBR nº 11.785.



Figura 5.2 – Porta corta fogo dotada de ferragem antipânico.  
Fonte: CBMDF.

#### **5.4- ROTAS DE SAÍDA VERTICAIS**

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

É importante distinguir entre escadas de emergência e demais escadas de uma edificação. Escada de emergência é a escada integrante de uma rota de saída, podendo ser escada enclausurada à prova de fumaça, escada enclausurada protegida ou escada não enclausurada. Atente-se para o fato de que uma escada de emergência não precisa necessariamente ser enclausurada para ser considerada como tal, o que comumente se pensa.

Apesar dessa distinção, as escadas secundárias, que em princípio não são destinadas a saídas de emergência, são alvo de fiscalização e devem atender a certos parâmetros normativos, uma vez que podem eventualmente funcionar como rota de fuga das pessoas.

O estudo das escadas dividir-se-á, portanto, em escadas de emergência: escadas não enclausuradas (NE), escadas protegidas (EP), escadas à prova de fumaça (PF) e escadas à prova de fumaça pressurizadas (PFP); e em outros tipos de escadas: secundárias, em edificações em construção, em edificações com população inferior a 50 pessoas, com lances curvos e com lances mistos.

##### **5.4.1- ESCADA NÃO ENCLAUSURADA (NE)**

Escada que, embora possa fazer parte de uma rota de saída, comunica-se diretamente com os demais ambientes, como corredores, halls e outros, em cada pavimento, não possuindo portas corta-fogo.

A escada NE não oferece proteção contra a fumaça na rota de fuga, visto que possui comunicação com os demais ambientes da edificação. No entanto, em edificações menores elas serão a única rota vertical e, conseqüentemente, a própria escada de emergência. Deve, portanto, seguir alguns parâmetros de segurança para garantir sua funcionalidade.

##### **Quanto às características gerais de construção**

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;

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 esteja supostamente fora de uso.



Os dois últimos itens anteriores merecem destaque, pois são facilmente exequíveis, porém recorrentemente desrespeitados. Muitas edificações utilizam as caixas de escadas para outros fins, como depósito de material de limpeza, por exemplo. Isso pode trazer graves prejuízos num caso de evacuação, posto que os materiais depositados nas escadas servirão de obstáculo à passagem das pessoas. Nas escadas NE tem-se permitido o uso de fita antiderrapante nos degraus a fim de se cumprir o disposto no item 3 anterior. Contudo, elas desgastam-se com o tempo de uso e os responsáveis pela edificação “esquecem-se” de substituí-las periodicamente.

### **Quanto às guardas em seus lados abertos**

Guardas (ou guarda-corpo) são barreiras protetoras verticais, maciças ou não, delimitando as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, balcões, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro.

Qualquer desnível superior a 19 cm deve ser dotado de guardas em seus lados abertos.

1 – a altura das guardas deve ser, no mínimo, de 1,05m, podendo ser reduzida para 92 cm nas escadas internas;

2 – a altura das guardas em escadas externas, quando a mais de 12m acima do solo adjacente deve ser, no mínimo, 1,30m;

3 – as guardas vazadas não devem permitir que uma esfera de 15 cm de diâmetro<sup>2</sup> possa passar por nenhuma abertura, ser isentas de quaisquer elementos que possam enganchar em roupas e ser constituídas por materiais não-estilhaçáveis, exigindo-se o uso de vidros aramados ou de segurança laminados, se for o caso;

4 – devem resistir a cargas transmitidas por corrimãos nelas fixados ou calculadas para resistir a uma força horizontal de 730 N/m aplicada a 1,05 m de altura, adotando-se a condição que conduzir maiores tensões;

5 – ter seus painéis, longarinas, balaústres e assemelhados calculados para resistir a uma carga horizontal de 1,20 kPa aplicada à área bruta da guarda ou equivalente da qual façam parte.

### **Quanto aos corrimãos**

Barra, cano ou peça similar, com superfície lisa, arredondada e contínua, localizado junto às paredes ou guardas de escadas, rampas ou passagens para as pessoas nela se apoiarem ao subir, descer ou se deslocar.

1 – devem ser situados entre 80 cm e 92 cm acima do nível do piso;

2 – uma escada pode ter corrimãos em diversas alturas, além do corrimão principal na altura normal exigida de acordo com as necessidades específicas da população da edificação;

3 – devem permitir o deslocamento da mão ao longo de toda a sua extensão, sem encontrar quaisquer obstruções, arestas ou soluções de continuidade;

4 – no caso de seção circular, seu diâmetro varia entre 38 mm e 65 mm;

---

<sup>2</sup> A NBR nº 14.718/2001 fixou regras específicas para as guardas. O vão passou a ser de 11cm e não é mais permitido o uso de longarinas (elementos horizontais) na constituição do guarda-corpo. A altura mínima é de 1,10m.

5 – devem estar afastados, no mínimo, 40 mm das paredes ou guardas às quais forem fixados;

6 – escadas com mais de 2,20 m de largura devem ter corrimão intermediário, no máximo, a cada 1,80 m. Os lanços determinados pelos corrimãos intermediários devem ter, no mínimo, 1,10m de largura;

7 – em ocupações H2 e H3, utilizadas por pessoas muito idosas e deficientes físicos, que exijam máximo apoio com ambas as mãos em corrimãos, pode ser prevista, em escadas largas, uma unidade de passagem especial com 69 cm entre corrimãos;

8 – as extremidades dos corrimãos intermediários devem ser dotadas de balaústres ou outros dispositivos para evitar acidentes;

9 – escadas externas de caráter monumental podem, excepcionalmente, ter apenas dois corrimãos laterais, independentemente de sua largura, quando não forem utilizadas por grandes multidões;

10 – devem ser calculados para resistirem a uma carga de 900 N, aplicada em qualquer ponto deles, verticalmente de cima para baixo e horizontalmente em ambos os sentidos.

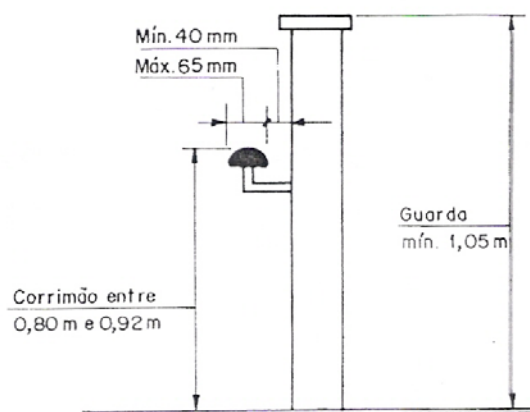


Figura 5.3 – Guarda-corpo e corrimão.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

#### Quanto aos degraus e patamares

Os degraus das escadas devem obedecer aos seguintes quesitos:

1 – ter altura compreendida entre 16 cm e 18 cm, com tolerância de 0,05 cm;

2 – devem ter a largura dimensionada pela fórmula de Blondel ( $63\text{cm} \leq 2h+b \leq 64\text{cm}$ )

→ para  $h = 16$  cm, a largura deve estar compreendida entre 31 e 32 cm.

→ para  $h = 18$  cm, a largura deve estar compreendida entre 27 e 28 cm.

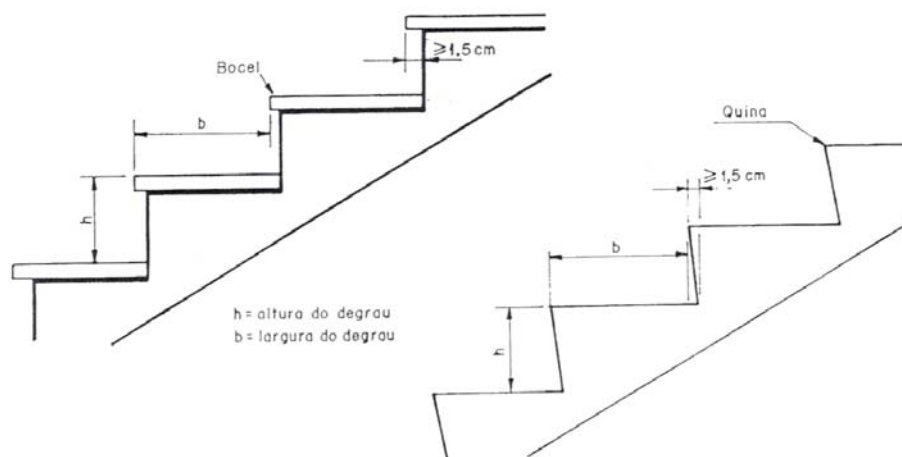


Figura 5.4 – Degraus da escada.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

3 – devem ser balanceados quando o lanço da escada for em leque, caso em que a largura do degrau será feita segundo a linha de percurso e a parte mais estreita desses degraus ingrauxidos não tenha menos de 15 cm (ver figura 5.7).

4 – lanço mínimo deve ser de três degraus e o lanço máximo, entre dois patamares consecutivos, não deve ultrapassar 3,70 m de altura;

5 – não são admitidos degraus em leque em edificações de ocupação dos grupos F e H;

6 – o comprimento dos patamares deve ser, no mínimo, igual à largura da escada, quando há mudança de direção da escada sem degraus ingrauxidos, e dado pela fórmula  $[p = (2h + b)n + b]$ , na qual n é um número inteiro, quando a escada for reta.

### 5.4.2- ESCADA ENCLAUSURADA PROTEGIDA (EP)

Escada devidamente ventilada, situada em ambiente envolvido por paredes corta-fogo e dotada de portas resistentes ao fogo. A escada EP 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 término superior.

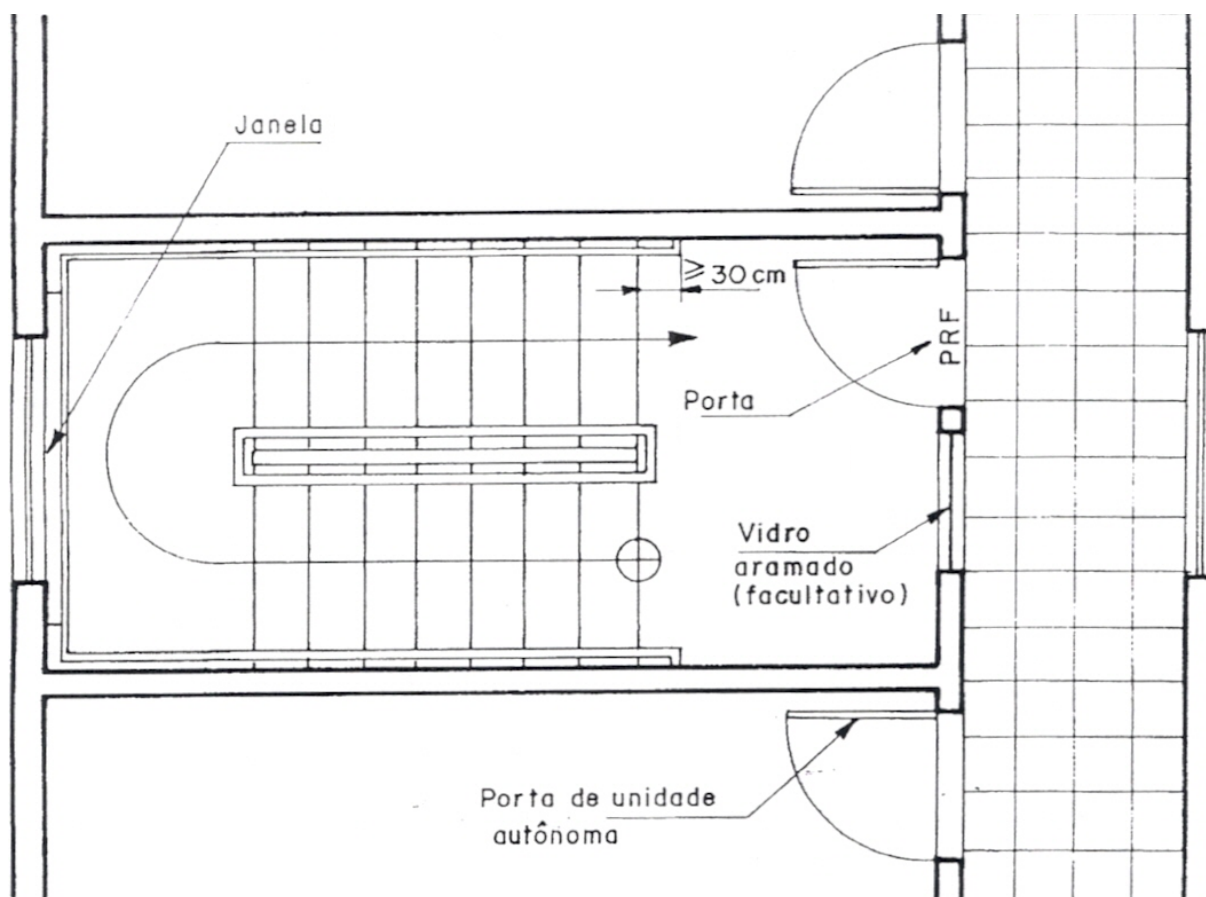


Figura 5.5 – Escada enclausurada protegida.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

A escada protegida oferece relativa proteção contra os gases quentes do incêndio. A ventilação deste tipo de escada não impede que a fumaça adentre a caixa de escada. Isto porque a porta não é estanque à fumaça (trata-se de uma PRF e não de uma PCF) e, quando as pessoas abrem-na para adentrar a escada, arrastam consigo fumaça para dentro da caixa de escada, não existindo meio (antecâmara ou pressão positiva) que a impeça de entrar.

#### Quanto às características gerais de construção

- 1 – ser constituída por material incombustível e resistente ao fogo por 2h, no mínimo;
- 2 – possuir os pisos dos degraus e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama;
- 3 – atender todos os pavimentos, acima e abaixo da descarga, mas terminando, obrigatoriamente, no piso dessa, não podendo ter comunicação direta com outro lanço da mesma prumada;

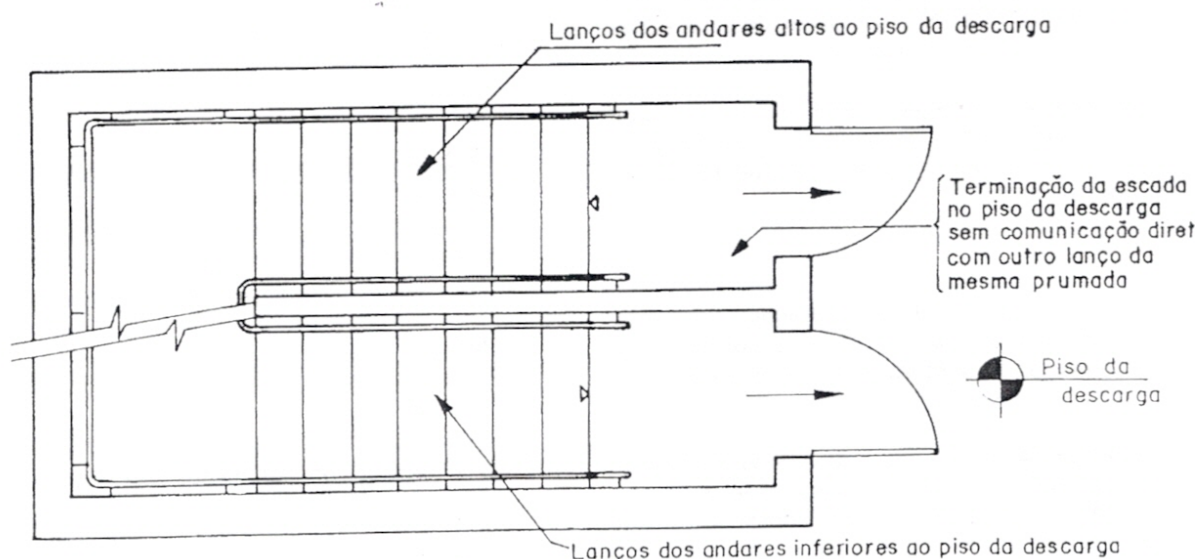


Figura 5.6 – Interrupção da escada enclausurada no pavimento de descarga.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

4 – possuir os pisos com condições antiderrapantes e que permaneçam antiderrapantes com o uso;

5 – as paredes das caixas de escadas, das guardas, dos acessos e das descargas devem ter acabamento liso;

6 – as caixas de escadas não podem ser utilizadas como depósitos, mesmo por curto espaço de tempo, nem para a localização de quaisquer móveis ou equipamentos, exceto os previstos especificamente pela NBR nº 9.077/93; e

7 – nas caixas de escadas, não podem existir aberturas para tubulações de lixo, passagens para a rede elétrica, centros de distribuição elétrica, armários para medidores de gás e assemelhados, excetuadas as escadas não enclausuradas em edificações classificadas em L e M (de baixa e de média alturas).

#### **Quanto às guardas em seus lados abertos e quanto aos corrimãos**

As escadas enclausuradas protegidas devem dispor de guarda-corpo nos lados abertos com desnível maior do que 19cm e de corrimãos em ambos os lados da escada, conforme especificado anteriormente na seção 5.4.1.

#### **Quanto aos degraus e patamares**

1 – ter altura compreendida entre 16cm e 18cm, com tolerância de 0,05cm;

2 – devem ter a largura dimensionada pela fórmula de Blondel ( $63\text{cm} \leq 2h + b \leq 64\text{cm}$ )

3 – devem ser balanceados quando o lanço da escada for em leque, caso em que a largura do degrau será feita segundo a linha de percurso e a parte mais estreita desses degraus ingrauidos não tenha menos de 15 cm;

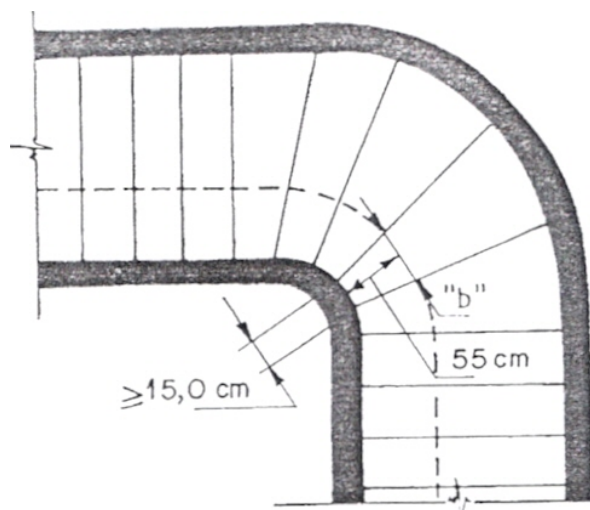


Figura 5.7 – Degraus balanceados.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

4 – lanço mínimo deve ser de três degraus e o lanço máximo, entre dois patamares consecutivos, não deve ultrapassar 3,70 m de altura;

5 – não são admitidos degraus em leque em edificações de ocupação dos grupos F e H;

6 – em ambos os lados de vão da porta, deve haver patamares com comprimento mínimo igual à largura da folha da porta; e

7 – o comprimento dos patamares deve ser, no mínimo, igual à largura da escada, quando há mudança de direção da escada sem degraus ingrauxidos, e dado pela fórmula  $[p = (2h + b)n + b]$ , na qual n é um número inteiro, quando a escada for reta.

#### **Quanto às portas de acesso à escada protegida**

1 – ter as portas de acesso resistentes ao fogo por 30min e, preferencialmente, dotadas de vidros aramados transparentes com 0,50 m<sup>2</sup> de área, no máximo;

2 – admite-se o uso de portas autoportantes de vidro temperado com acesso às escadas enclausuradas protegidas, quando todas as portas do corredor de acesso forem resistentes ao fogo por 30 min e as paredes resistentes ao fogo por 2 h;

3 – as portas das escadas devem ser providas de dispositivos mecânicos e automáticos, de modo a permanecerem fechadas, mas destrancadas, no sentido do fluxo de saída, sendo admissível que se mantenham abertas, desde que disponham de dispositivos de fechamento, quando necessário.

4 – em edificações com área de pavimento inferior a 750 m<sup>2</sup>, as portas de acesso às unidades autônomas podem abrir diretamente para o ambiente da escada enclausurada protegida, desde que não haja mais de quatro unidades por pavimento, a área do hall não ultrapasse 12 m<sup>2</sup> e a escada seja interrompida ao nível da descarga.

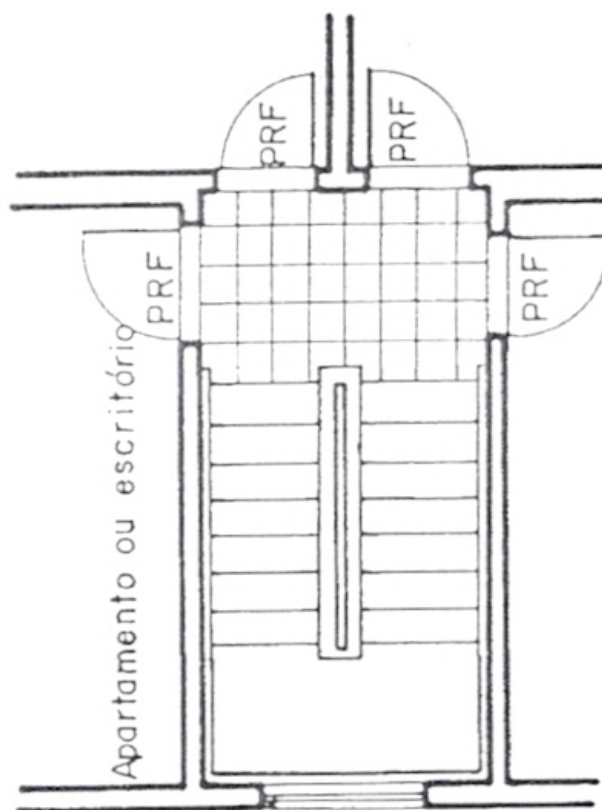


Figura 5.8 – Caso especial de escada EP.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

#### Quanto à ventilação

A ventilação de uma escada é um item extremamente importante. Caso a ventilação seja ineficaz, os ocupantes da edificação que recorrerem às escadas num caso de incêndio poderão adentrar num ambiente tão ou mais perigoso do que o local sinistrado, uma vez que as escadas estarão inundadas de fumaça.

A ventilação das escadas protegidas é feita por meio de uma ventilação permanente inferior para captação de ar puro, de janelas abrindo para o ambiente externo e de alçapão de alívio de fumaça na parte superior. O item 7, abaixo, sugere alternativas para a impossibilidade de execução desse modelo de ventilação. Mas, repare que as propostas aumentam a eficácia da ventilação, uma vez que se passa a ventilar o corredor (não permitindo mais a entrada de ar na caixa de escada) ou adota-se acesso por antecâmara ventilada (o que, na prática, altera a classificação da escada para PF).

Como já foi dito, anteriormente, a escada EP não garante que este trecho da rota de fuga esteja totalmente livre da fumaça, mas o atendimento das especificações a seguir diminui os riscos à evacuação das pessoas.

- 1 – dotar, em todos os pavimentos (exceto no da descarga, onde isto é facultativo), de janelas abrindo para o espaço livre exterior;
- 2 – as janelas devem ter área de ventilação efetiva mínima de 0,80 m<sup>2</sup>, em cada pavimento;

3 – as janelas devem estar situadas junto ao teto, estando o peitoril, no mínimo, a 1,10 m acima do piso do patamar ou degrau adjacente e tendo largura mínima de 0,80 m;

4 – as janelas devem ser dotadas de vidros de segurança aramados ou temperados, com área máxima de 0,50 m<sup>2</sup> cada um, quando distarem menos de 3,00 m, em projeção horizontal, de qualquer outra abertura no mesmo prédio, no mesmo nível ou em nível inferior ao seu ou à divisa do lote, podendo essa distância ser reduzida para 1,4 m, no caso de aberturas no mesmo plano de parede e no mesmo nível;

5 – as janelas devem ser construídas em perfis reforçados de aço, com espessura mínima de 3 mm, sendo vedado o uso de perfis ociosos, chapa dobrada, alumínio, madeira, plásticos, e outros;

6 – as janelas devem ter, nos caixilhos móveis, movimento que não prejudique o tráfego da escada e não ofereça dificuldade de abertura ou fechamento, em especial da parte obrigatoriamente móvel junto ao teto, sendo que de preferência do tipo basculante, sendo vedado os tipos de abrir com o eixo vertical e “maximar”;

7 – na impossibilidade de colocação de janela na caixa da escada enclausurada protegida, os corredores devem ser ventilados por janelas abrindo para o espaço livre exterior, com área de ventilação mínima de 0,80 m<sup>2</sup>, situadas junto ao forro; ou os corredores de acesso devem ter sua ligação com a caixa da escada por meio de antecâmaras ventiladas;

8 – as escadas enclausuradas protegidas devem possuir ventilação permanentes inferior, com área de 1,20 m<sup>2</sup>, no mínimo, junto ao solo, podendo essa ventilação ser por veneziana na própria porta de saída térrea ou em local conveniente da caixa da escada ou corredor da descarga, que permita a entrada de ar puro, em condições análogas à tomada de ar dos dutos de ventilação; e

9 – devem ser dotadas de alçapão de alívio de fumaça (alçapão de tiragem) que permita a ventilação em seu término superior, com área mínima de 1,00 m<sup>2</sup>.

### **5.4.3- ESCADA ENCLAUSURADA À PROVA DE FUMAÇA (PF)**

Escada cuja caixa é envolvida por paredes corta-fogo e dotada de porta corta-fogo, cujo acesso é por antecâmara igualmente enclausurada ou local aberto, de modo a evitar fogo e fumaça em caso de incêndio.

Das escadas apresentadas até o momento essa é a que possui o maior grau de proteção contra o fogo e a fumaça. A escada PF é projetada para impedir a entrada de fumaça no interior de sua caixa, para tanto possui acesso por antecâmara (ou outro meio que o valha: balcões, terraços e varandas) ventilada por meio de dutos. Os dutos de ventilação natural 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 abrir a porta da escada, a fumaça que porventura arraste consigo não entrará diretamente na caixa de escada. A fumaça será encaminhada para o duto de saída na antecâmara.





9 – ser provida de portas estanques à fumaça e resistentes a 30min. de fogo (P-30) em sua comunicação com a antecâmara.

### **Quanto às guardas em seus lados abertos e quanto aos corrimãos**

As escadas enclausuradas à prova de fumaça devem dispor de guarda-corpo nos lados abertos com desnível maior do que 19cm e de corrimãos em ambos os lados da escada, conforme especificado anteriormente na seção 5.4.1.

### **Quanto aos degraus e patamares**

1 – ter altura compreendida entre 16 cm e 18 cm, com tolerância de 0,05 cm;

2 – devem ter a largura dimensionada pela fórmula de *Blondel* ( $63\text{cm} \leq 2h + b \leq 64\text{cm}$ )

3 – o lanço mínimo deve ser de três degraus e o lanço máximo, entre dois patamares consecutivos, não deve ultrapassar 3,70 m de altura;

4 – em ambos os lados de vão da porta, deve haver patamares com comprimento mínimo igual à largura da folha da porta;

5 – o comprimento dos patamares deve ser, no mínimo, igual à largura da escada, quando há mudança de direção da escada sem degraus ingrauxidos, e dado pela fórmula [ $p = (2h + b)n + b$ ], na qual n é um número inteiro, quando a escada for reta; e

6 – não são admitidos degraus em leque em escadas à prova de fumaça.

### **Quanto à iluminação natural**

1 – é recomendável, mas não indispensável;

2 – pode ser obtida por abertura provida de caixilho de perfil de aço reforçado, com 3 mm de espessura mínima, provido de fecho acionável por chave ou ferramenta especial, devendo ser aberto somente para fins de manutenção ou emergenciais;

3 – este caixilho deve ser guarnecido com vidro aramado, transparente ou não, malha de 12,5 mm, com espessura mínima de 6,5 mm;

4 – em paredes dando para o exterior, sua área máxima não pode ultrapassar 0,50 m<sup>2</sup>, em parede dando para antecâmara ou varanda, pode ser de até 1,00 m<sup>2</sup>; e

5 – havendo mais de uma abertura de iluminação, a distância entre elas não pode ser inferior a 0,50 m, e a soma de suas áreas não deve ultrapassar 10% da área da parede em que estiverem situadas.

### **Quanto à ventilação**

A ventilação da escada PF não é realizada por meios mecânicos, mas sim, por dutos de ventilação natural<sup>3</sup>. Esses dutos são localizados na antecâmara. O duto de entrada (DE) permite que a antecâmara esteja constantemente preenchida com ar respirável captado do ambiente externo à edificação. Já o duto de saída (DS) objetiva dar vazão à fumaça e gases quentes num caso de

incêndio, ou seja, caso a fumaça entre na antecâmara será naturalmente conduzida para fora da edificação por meio da ação combinada dos dutos.

O princípio de ventilação da escada PF é o efeito chaminé: um diferencial de pressão provocado pelo ar dentro da edificação, que está numa temperatura diferente daquela do ar na parte externa e que, quando há aberturas na parte superior (DS) e inferior (DE), promove um fluxo de ar natural por meio 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.

### **Antecâmaras**

Recintos que antecedem a caixa de escada, com ventilação natural garantida por janela para o exterior, por dutos de entrada e saída de ar ou por ventilação forçada (pressurização).

1 – devem ter comprimento mínimo de 1,80 m;

2 – têm pé-direito mínimo de 2,50 m;

3 – são dotadas de porta corta-fogo na entrada e de porta estanque à fumaça na comunicação com a caixa da escada;

4 – são ventiladas por dutos de entrada e saída de ar;

5 – possuem abertura de entrada de ar do duto junto ao piso ou, no máximo, a 15 cm deste, com área mínima de  $0,84 \text{ m}^2$  e quando for retangular obedece à proporção máxima de 1:4 entre suas dimensões;

6 – têm a abertura de saída de ar do duto respectivo situada junto ao teto, ou no máximo, a 15 cm deste, com área mínima de  $0,84 \text{ m}^2$  e, quando retangular, obedece à proporção máxima de 1:4 entre suas dimensões;

7 – possuem, entre as aberturas de entrada e saída de ar, a distância vertical mínima de 2,00 m, medida de eixo a eixo;

8 – a abertura de saída de ar deve estar situada, no máximo, a uma distância horizontal de 3,00 m, medida em planta, da porta de entrada da antecâmara e a abertura de entrada de ar situada, no máximo, a uma distância horizontal de 3,00 m, medida em planta, da porta de entrada da escada.

### **Duto de entrada de ar**

Espaço no interior da edificação, que conduz ar puro, coletado ao nível inferior dessa, às escadas, antecâmaras ou acessos, exclusivamente, mantendo-os, com isso, devidamente ventilados e livres de fumaça em caso de incêndio.

Os dutos de entrada de ar devem atender aos seguintes quesitos:

1 – paredes resistentes ao fogo por 2 h, no mínimo;

2 – revestimento interno liso;

6 – aberturas somente nas paredes que dão para as antecâmaras;

7 – seção mínima calculada pela seguinte expressão:  $\Omega = 0,105 \text{ N}$  (onde  $\Omega$  corresponde à seção mínima, em  $\text{m}^2$  e **N** corresponde ao número de antecâmaras ventiladas pelo duto);

---

<sup>3</sup> Existem outros meios de ventilação natural, tais como balcões, terraços e varandas. Porém o mais comum é o sistema

<b>N</b>	<b>Ω</b>	<b>N</b>	<b>Ω</b>	<b>N</b>	<b>Ω</b>	<b>N</b>	<b>Ω</b>	<b>N</b>	<b>Ω</b>
06	0,84	11	1,155	16	1,68	21	2,205	26	2,73
07	0,84	12	1,26	17	1,785	22	2,31	27	2,835
08	0,84	13	1,365	18	1,89	23	2,415	28	2,94
09	0,945	14	1,47	19	1,995	24	2,522	29	3,045
10	1,05	15	1,575	20	2,10	25	2,625	30	3,15

8 – terem, em qualquer caso, área não inferior a 0,84 m<sup>2</sup> e, quando de seção retangular, obedecer à proporção máxima de 1:4 entre suas dimensões;

9 – não serem utilizados para instalação de quaisquer equipamentos ou canalizações;

10 – serem totalmente fechados em sua extremidade superior;

11 – terem abertura em sua extremidade inferior que assegure a captação de ar fresco respirável, devendo essa abertura ser dotada de portinhola de tela ou venezianas de material incombustível que não diminua a área efetiva de ventilação, isto é, sua seção deve ser aumentada para compensar a redução;

12 – a seção da parte horizontal inferior do duto de entrada de ar deve ser, no mínimo, igual à do duto, em edifícios com altura inferior ou igual a 30 m e ser igual a 1,5 vez a área da seção do trecho vertical do duto de entrada de ar em edificações com mais de 30 m de altura; e

13 – a tomada de ar do duto de entrada de ar deve ficar, de preferência, ao nível do solo ou abaixo deste, longe de qualquer eventual fonte de fumaça em caso de incêndio.

#### **Duto de saída de ar**

Espaço vertical no interior da edificação que permite a saída, em qualquer pavimento, de gases e fumaça para o ar livre, acima da cobertura da edificação.

1 – as paredes dos dutos de saída devem ser resistentes, no mínimo, a 2h de fogo;

2 – ter isolamento térmico e inércia térmica equivalente, no mínimo, a uma parede de tijolos maciços, rebocada, de 15 cm de espessura, quando atenderem a até 15 antecâmaras, e de 23 cm de espessura, quando atenderem a mais de 15 antecâmaras;

3 – ter revestimento interno liso;

4 – ter aberturas somente nas paredes que dão para as antecâmaras;

5 – ter seção mínima calculada pela seguinte expressão:  $\Omega = 0,105 N$  (na qual  $\Omega$  corresponde a seção mínima, em m<sup>2</sup> e **N** corresponde ao número de antecâmaras ventiladas pelo duto);

6 – ter, em qualquer caso, área não inferior a 0,84 m<sup>2</sup> e, quando de seção retangular, obedecer à proporção máxima de 1:4 entre suas dimensões;

7 – elevar-se 3,00 m acima do eixo da abertura da antecâmara do último pavimento servido pelo eixo, devendo seu topo situar-se 1,00 m acima de qualquer elemento construtivo existente sobre a cobertura;

8 – ter, quando não for totalmente aberto no topo, abertura de saída de ar com área efetiva superior ou igual a 1,5 vez a área de secção do duto, guarnecida, ou não, por venezianas ou equivalentes, devendo essas aberturas ser dispostas em, pelo menos, duas das faces opostas e se situarem em nível superior a qualquer elemento construtivo do prédio (reservatórios, casas de máquinas, cumeeiras, muretas e outros);

9 – não ser utilizados para a instalação de quaisquer equipamentos ou canalizações; e

10 – ser fechado na base.

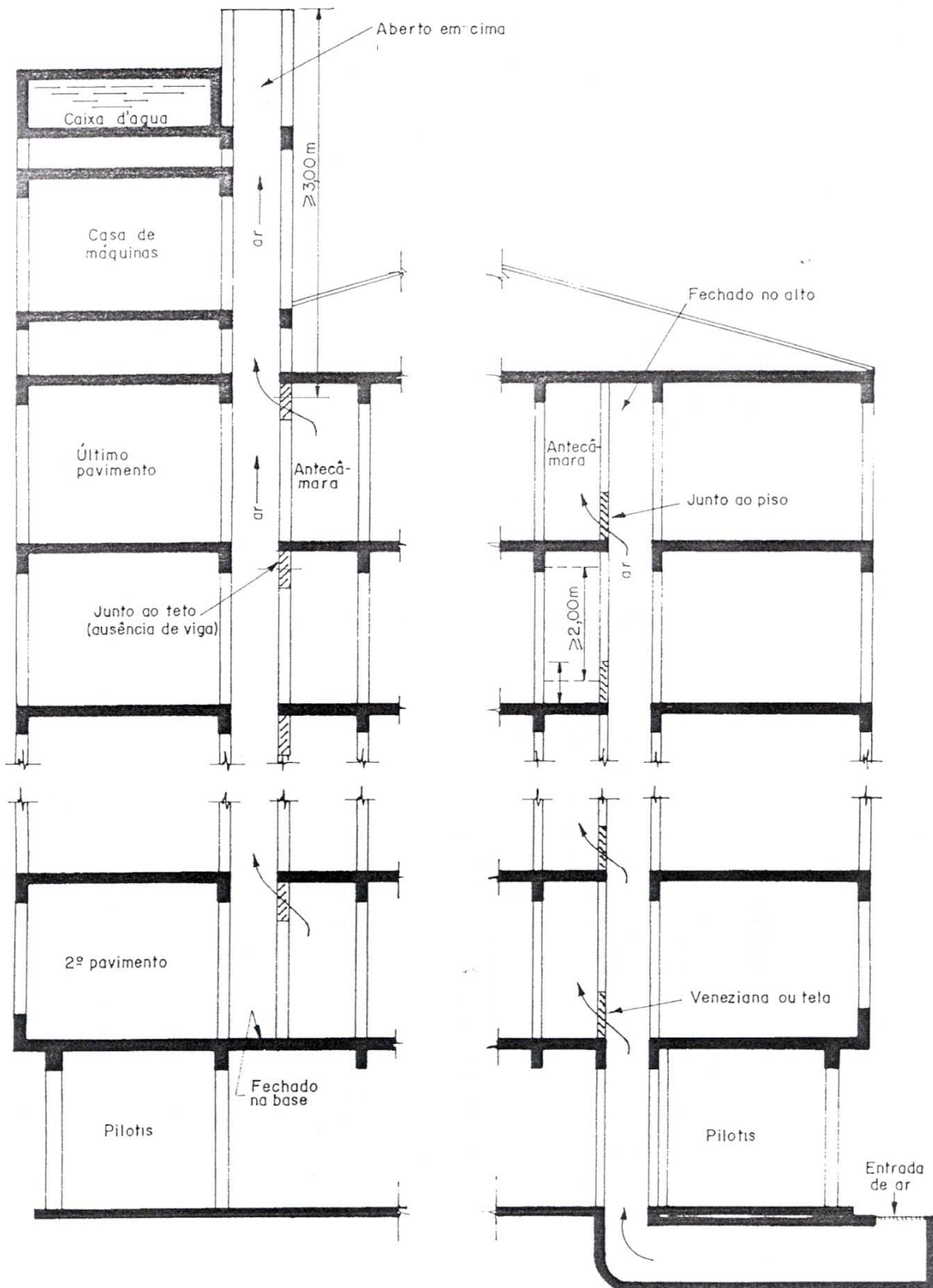


Figura 5.10 – Corte esquemático dos dutos de entrada e saída de ar.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

### 5.4.4- ESCADA À PROVA DE FUMAÇA PRESSURIZADA (PFP)<sup>4</sup>

Escada à prova de fumaça, cuja condição de estanqueidade à fumaça é obtida por método de pressurização. 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 os 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) tendo uma 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 dificultem o abandono da edificação.

Da definição de método de pressurização podemos claramente identificar alguns componentes básicos das escadas PFP. São eles: sistema de detecção e acionamento; suprimento mecânico de ar externo; trajetória (ou via) de escape de ar; e fonte de energia garantida. Torna-se necessário determinar não apenas onde será introduzido o suprimento de ar fresco, mas também por onde sairá este ar e que 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.

Para efeitos normativos as escadas à prova de fumaça pressurizadas podem sempre substituir as escadas enclausuradas à prova de fumaça ventiladas naturalmente. À exceção da antecâmara e dutos de entrada e saída de ar, a escada à prova de fumaça pressurizada deve seguir as demais recomendações para a escada à prova de fumaça, isto é, as características gerais de construção, guarda-corpo e corrimão, degraus e patamares devem obedecer ao prescrito anteriormente em 5.4.3 para escadas PF. Nesta seção, trataremos mais dos aspectos específicos da pressurização mecânica das escadas PFP.

Antes, porém, é preciso esclarecer que 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, que entrará em funcionamento apenas em situação de emergência. Esta 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 porque 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 volume da escada.

---

<sup>4</sup> As referências normativas para esse tipo de escada são a NBR nº 14.880/2002 e a BS nº 5.588/1986 parte 4.

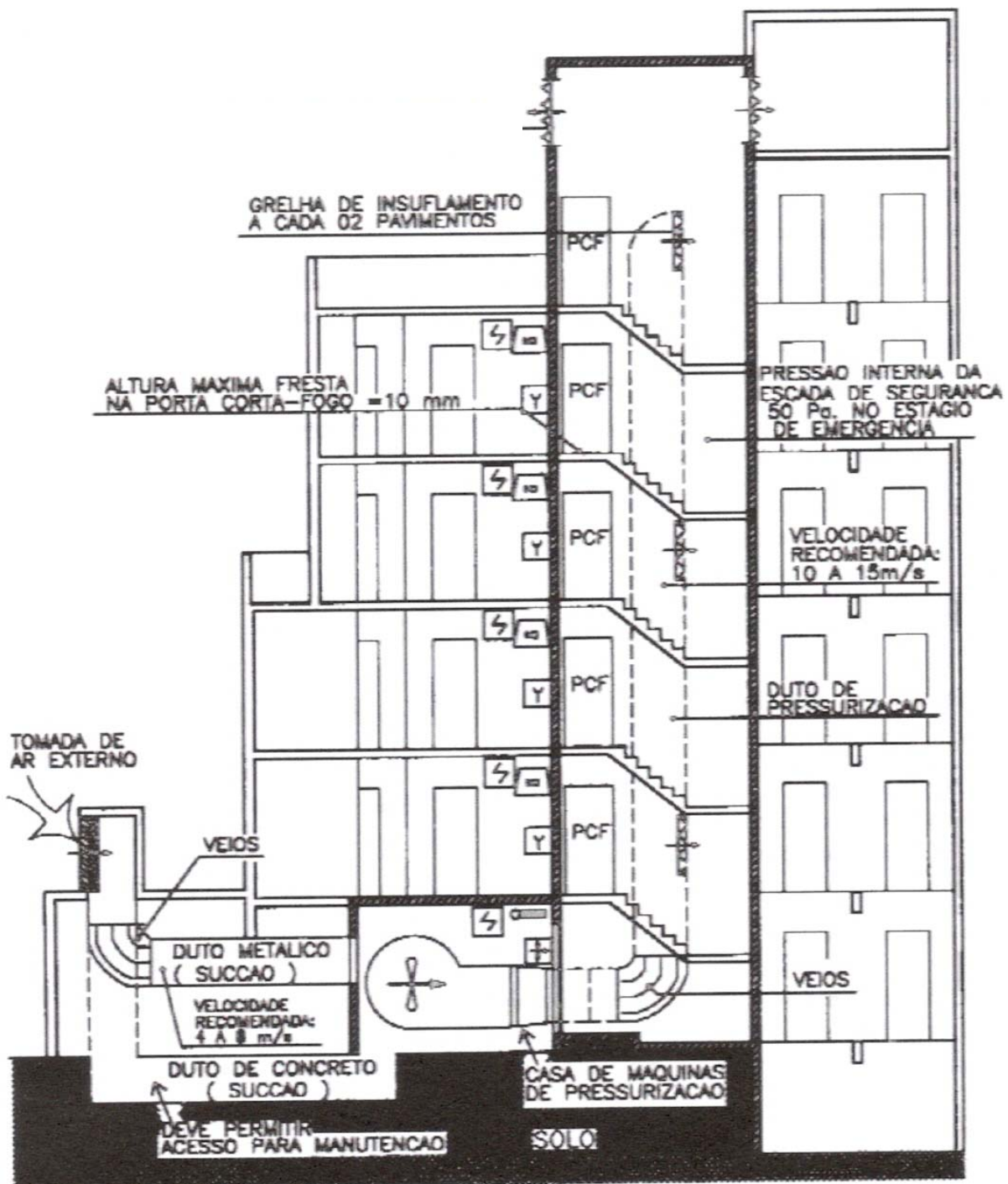


Figura 5.11 – Esquema vertical da escada PFP.  
Fonte: IT-13 – CBPMSP.



### Quanto ao sistema de detecção e acionamento

O sistema de pressurização deve ser acionado por meio do sistema automático de detecção e alarme de incêndio (usando detectores de fumaça) ou do sistema manual de alarme de incêndio (acionadores manuais ou botoeiras)<sup>5</sup>.

Os parâmetros normativos aos quais o sistema de detecção e alarme de incêndio deve obedecer estão previstos na NBR nº 9.441/1998. Adicionalmente, o sistema atenderá aos seguintes itens:

1 – os acionadores manuais de alarme devem, de forma complementar, acionar o sistema de pressurização em situação de emergência;

2 – um acionador manual do tipo “liga” deve ser sempre instalado em cada um dos locais a seguir descritos: na sala de controle central de serviços do edifício, no compartimento do ventilador de pressurização, na portaria ou guarita de entrada do edifício;

3 – a parada do sistema de pressurização, em situação de emergência, somente poderá ser realizada de modo manual no painel de controle dos ventiladores; e

4 – o painel da central de comando de detecção e alarme deve indicar o setor atingido, não sendo permitido que um laço de detecção e alarme supervisione mais de um pavimento, exceto para os edifícios residenciais, onde um laço pode supervisionar até cinco pavimentos.

### Quanto ao suprimento de ar e suas rotas de vazamento

O princípio mais importante que deve ser entendido é que para manter um ambiente (A) com uma pressão mais elevada que um outro espaço adjacente (B), interligados, por exemplo, por uma porta fechada, mas com pontos de vazamentos (frestas), será preciso uma rota de vazamento a partir do espaço adjacente (B) para que seja possível manter um fluxo de ar contínuo de um ambiente para outro (de A para B). Se não houver uma rota de vazamento a partir do ambiente B, o ar introduzido em A elevaria a pressão de ambos os espaços até o mesmo nível, acima da pressão dos demais espaços adjacentes. Desse modo, não seria possível impedir que a fumaça de um incêndio em um cômodo B invadisse o ambiente A.

É preciso, portanto, na elaboração da pressurização:

a) identificar os espaços a serem pressurizados e considerar a interação com espaços não pressurizados;

b) definir a forma de operação do sistema (um ou dois estágios) e verificar o diferencial de pressão a ser adotado<sup>6</sup>;

c) identificar todas as rotas de vazamento por meio das quais o ar poderá sair do espaço pressurizado e determinar a taxa de vazamento (vazão) de ar para o diferencial de pressão apropriado;

d) aos fluxos determinados anteriormente, somar um percentual para compensar as hipóteses de cálculo<sup>7</sup> do suprimento de ar (25%) e os vazamentos em dutos (15% ou 25%);

---

<sup>5</sup> A NBR nº 14.880/2002 prevê acionamento do sistema de pressurização por meio do alarme manual somente para edificações residenciais até 60m de altura. Conseqüentemente, a opção pela escada PFP implica, necessariamente, na adoção do sistema automático de detecção e alarme de incêndio.

- e) estimar a velocidade do ar por meio de uma porta aberta (1 m/s ou 4 m/s);
- f) definir o posicionamento das grelhas de insuflação nos ambientes pressurizados;
- g) definir a localização da tomada de ar;
- h) dimensionar a capacidade do ventilador e o tamanho dos dutos;
- i) determinar o método de escape do ar de pressurização; e
- j) elaborar projeto de detecção automática e alarme de incêndio.

O suprimento de ar necessário para obter um certo diferencial de pressão é determinado pelo escape de ar para fora do espaço a ser pressurizado, quando o ar passa através de uma restrição, como, por exemplo, as frestas ao redor de uma porta. A relação entre a vazão de ar, a área da restrição e o diferencial de pressão é dada por uma equação<sup>8</sup>.

É importante assegurar que todo o ar de pressurização saia do edifício em locais e condições compatíveis com os critérios adotados no projeto de pressurização. Existem quatro métodos possíveis: escape do ar pelas janelas; instalação de aberturas na periferia do edifício; poços verticais; e extração mecânica.

### Quanto às instalações e aos equipamentos

A instalação e os equipamentos associados a um sistema de pressurização consistem de disposições relativas à tomada de ar; ventilador com seu sistema elétrico próprio; dutos de distribuição de ar; grelhas de insuflação de ar (terminais dos dutos); dispositivos automáticos ou manuais para acionar a condição de emergência no sistema; escape do ar utilizado para pressurização.

1 – Todos os componentes do sistema de pressurização devem ser protegidos contra o fogo por, no mínimo, 2h.

2 – Deve ser assegurado o fornecimento de energia elétrica para o sistema de pressurização durante o incêndio. O fornecimento de energia alternativa deve ser provido por meio de grupo moto-gerador automatizado com autonomia mínima de 4h de funcionamento.

3 – Nas situações em que é dispensável o uso de geradores (de acordo com a tabela 4 da NBR nº 14.880), o circuito de força dos ventiladores de pressurização deve ser conectado à linha de alimentação elétrica do edifício antes da chave geral, de forma que, caso venha a ser desativada, não provoque o desligamento do sistema de pressurização.

4 – Em edificações com mais de uma escada enclausurada pressurizada, devem-se utilizar sistemas independentes de pressurização para cada escada, exceto nos casos em que ocupem um espaço aberto comum.

---

<sup>6</sup> O diferencial de pressão para estágio único é 50 Pa. Para estágio duplo, o primeiro opera em 15 Pa e o segundo em 50 Pa.

<sup>7</sup> As duas hipóteses principais adotadas para o cálculo do suprimento de ar são: que a magnitude das áreas de escape de ar das portas corta fogo adotadas nos cálculos aplica-se aos componentes envolvidos quando o edifício estiver terminado; e que não há áreas de vazamento não identificadas nos espaços pressurizados.

<sup>8</sup>  $Q = 0,827 \times A \times P^{1/N}$ , na qual Q é a vazão de ar em m<sup>3</sup>/s, A é a área de restrição em m<sup>2</sup>, P é o diferencial de pressão em Pa e N é um índice relacionado com as frestas que varia de 1 a 2. Critérios adicionais são colocados em relação ao uso dessa equação, em especial quanto às áreas de restrição, contudo este estudo foge ao escopo do texto.

5 – Não podem existir em um mesmo edifício escadas pressurizadas e não pressurizadas que atendam aos mesmos espaços, exceto quando for comprovada a não interferência de uma sobre a outra, com relação ao arraste de fumaça pela rota de fuga.

6 – O ventilador, motor elétrico e componentes elétricos, eletrônicos e de controle localizados próximos ao motor devem ser alojados em compartimentos de uso exclusivo, resistentes ao fogo por 2h, no mínimo, e dotados de porta corta fogo (P-90).

7 – Devem ser previstos conjuntos moto-ventiladores em duplicata, sendo um operante e outro reserva.

8 – O equipamento reserva é dispensado para edifícios residenciais com até 60m de altura, para edifícios de escritórios com até 45m de altura e para edificações escolares com até 9m de altura.

9 – É necessário que o suprimento de ar usado para pressurização nunca esteja em risco de contaminação por fumaça.

10 – Os pontos de tomada de ar devem ser posicionados no pavimento térreo ou próximos deste.

11 – A tomada de ar deve ser protegida por filtro de partículas (classe G-1 da NBR nº 6.401) do tipo metálico lavável para sistemas de dois estágios e por tela metálica para sistemas de estágio único.

12 – O uso da tomada de ar ao nível da cobertura só é admitido para o caso de adequação de edificação existente, na qual não haja a possibilidade de se cumprir o especificado anteriormente.

13 – Nos edifícios com vários pavimentos, a disposição preferida para um sistema de distribuição de ar para pressurização consiste em um duto vertical que corre adjacente aos espaços pressurizados.

14 – Os dutos devem, de preferência, ser construídos em chapas de metal laminado. Dutos de alvenaria podem ser utilizados, desde que somente para a distribuição do ar de pressurização e que sua superfície interna seja rebocada ou revestida com chapas metálicas ou outro material incombustível, de modo a se obter uma superfície lisa e estanque a vazamentos.

15 – Os dutos e seus elementos de ancoragem, tanto para tomada de ar quanto para sua distribuição, devem ter características construtivas que garantam sua resistência ao fogo por, no mínimo, 2h ou estar protegidos de forma a obter características semelhantes.

16 – O sistema de insuflação de ar localizado pode ser utilizado apenas nos casos de adequação de edificações existentes que comprovadamente não disponham de duto vertical para distribuição de ar ao longo da escada a ser pressurizada.

17 – Para a pressurização de uma escada de emergência deve ser previsto o emprego de várias grelhas de insuflação localizadas a intervalos regulares por toda a altura da escada e posicionadas de modo a haver uma distância máxima de dois pavimentos entre grelhas adjacentes.

18 – Deve ser previsto um dispositivo (registro de sobrepressão ou sistema de modulação da capacidade dos ventiladores) que impeça que a pressão no interior da escada se eleve acima de 60 Pa.

### Quanto aos ensaios de aprovação

A única maneira satisfatória para determinar se uma instalação de pressurização está funcionando corretamente e de acordo com o projeto será tomar medidas dos diferenciais de pressão por meio de portas fechadas, e da velocidade do ar por meio das portas abertas. Um ensaio com fumaça não é suficiente porque não se pode garantir que todas as condições climáticas adversas possam estar presentes no momento da execução do ensaio. No entanto, a sua realização é recomendável, pois pode, eventualmente, revelar rotas indesejáveis de fluxo de fumaça, provocadas por defeitos na construção.

Assim sendo, o teste de aprovação deve consistir de:

a) medição do diferencial de pressão entre a escada de emergência e os espaços não pressurizados adjacentes, com todas as portas da escada fechadas;

b) medição da velocidade do ar que sai de um conjunto representativo de portas abertas que, quando fechadas, separam o espaço pressurizado dos recintos ocupados do edifício.

Os detalhes do modo de execução dos testes estão previstos na NBR nº 14.880/2002 e não serão abordados aqui. Para os órgãos de fiscalização talvez baste obter as seguintes informações:

1 – cálculos completos mostrando os critérios de projeto adotados;

2 – detalhes completos sobre a especificação dos equipamentos utilizados;

3 – plantas mostrando a posição e as medidas de proteção do ventilador e do equipamento elétrico de controle associado, bem como a localização das entradas de ar fresco;

4 – detalhes construtivos do sistema de dutos e dos terminais dos dutos (grelhas) utilizados no sistema de pressurização;

5 – memorial com os detalhes operacionais completos descrevendo em palavras e diagramas a seqüência exata das ações que serão desenvolvidas pelo sistema de pressurização e pelo sistema de ventilação geral se houver um incêndio na edificação;

6 – resumo com os resultados dos testes (ensaios de aprovação) realizados no sistema de pressurização;

7 – programa completo de manutenção, indicando a verificação necessária para cada item do equipamento e a freqüência dessa verificação.

### 5.4.5- OUTROS TIPOS DE ESCADAS

As escadas secundárias, não destinadas a saídas de emergência (mas que podem eventualmente funcionar como tais, isto é, todas as demais escadas da edificação), devem:

1 – ter os **pisos** em condições antiderrapantes e que permaneçam como tais com o uso.

2 – ser dotadas de **corrimãos**, atendendo ao prescrito anteriormente, porém, apenas um corrimão nas escadas com até 1,20 m de largura e dispensando-se corrimãos intermediários.

3 – ser dotadas de **guardas** em seus lados abertos, conforme prescrito anteriormente.

4 – atender ao prescrito em relação ao dimensionamento dos **degraus** conforme lei de Blondel, balanceamento e outros, admitindo-se, porém, nas escadas curvas, que a parte mais estreita dos degraus ingrauxidos chegue a um mínimo de 7 cm e dispensando-se a aplicação da fórmula dos patamares, bastando que o patamar tenha um mínimo de 80 cm.

5 – admite-se nas escadas secundárias, exclusivamente de serviço e não destinadas a saídas de emergência, as seguintes alturas máximas (h) dos degraus, respeitando-se, porém, sempre a lei de Blondel:

- a) ocupações A até G:  $h = 20$  cm;
- b) ocupações H:  $h = 19$  cm;
- c) ocupações I e J:  $h = 23$  cm.

Além das escadas secundárias, a NBR nº 9.077/1993 aborda aspectos mínimos de segurança a serem adotados em escadas em edificações em construção, em edificações com população total inferior a 50 pessoas e escadas com lanços curvos e lanços mistos. As duas primeiras não são tratadas nesse texto por serem casos bastante particulares, mas aspectos relativos às duas últimas já foram abordados quando discutimos as escadas de emergência.

### **5.5- RAMPA**

Parte inclinada de uma rota de saída que se destina a unir dois pavimentos. É uma rota de saída vertical pouco utilizada, pois, em comparação com escadas e elevadores, ocupa uma grande área para vencer os mesmos desníveis. As rampas são um recurso ainda pouco explorado, ainda mais quando se pensa em termos de evacuação de pessoas portadoras de necessidades especiais (restrição de mobilidade temporária ou permanente).

É obrigatório o uso de rampas:

- 1 – para unir dois pavimentos de diferentes níveis em acessos a áreas de refúgio em edificações dos grupos H-2 e H-3.
- 2 – na descarga e acesso de elevadores de emergência.
- 3 – sempre que a altura a vencer for inferior a 0,48 m, já que são vedados lanços de escadas com menos de três degraus.
- 4 – para unir o nível externo ao nível do saguão térreo das edificações em que houver usuários de cadeiras de rodas.

### **Condições de atendimento**

- 1 – as rampas não podem terminar em degraus ou soleiras, devendo ser precedidas e sucedidas sempre por patamares planos.
- 2 – os patamares das rampas devem ser sempre em nível, tendo comprimento mínimo de 1,10 m, medidos na direção de trânsito, sendo obrigatórios sempre que houver mudança de direção ou quando a altura a ser vencida ultrapassar 3,70 m.
- 3 – as rampas podem suceder um lanço de escada no sentido descendente de saída, mas não podem precedê-lo.
- 4 – não é permitida a colocação de portas em rampas, estas devem estar situadas em patamares planos, com largura não inferior a da folha da porta de cada lado do vão.
- 5 – o piso deve ser antiderrapante.
- 6 – a declividade máxima das rampas externas à edificação deve ser de 10% (1:10).

7 – a declividade máxima das rampas internas deve ser de 10% nas ocupações A, B, E, F e H.

8 – a declividade máxima das rampas internas deve ser de 12,5% nas ocupações C, I e J (sendo que a largura deve ser aumentada em 25% quando a saída for ascendente); e também nas ocupações D e G, quando o sentido de saída for descendente, caso contrário a inclinação é de 10%.

9 – as exigências de guardas, corrimãos, ausência de obstáculos e outros dos acessos aplicam-se, com as devidas alterações, às rampas.

#### **5.6- ELEVADORES DE EMERGÊNCIA**

Com o avanço vertical das cidades tem crescido o número de edificações que necessitam da instalação desse tipo de equipamento.

É obrigatória a instalação de elevadores de emergência:

a) em todas as edificações com mais de 20 pavimentos, excetuadas as de classe de ocupação G-1, e em torres exclusivamente monumentais de ocupação F-2;

b) nas ocupações institucionais H-2 e H-3, sempre que sua altura ultrapassar 12m.

Os elevadores de emergência devem atender a algumas prescrições básicas, segundo a NBR nº 9.077, precisam:

1 – atender a todas as normas de segurança previstas nas NBR nº 5.410 e NBR nº 7.192;

2 – ter sua caixa enclausurada por paredes resistentes a 4 h de fogo.

3 – ter suas portas metálicas abrindo para antecâmara ventilada, para varanda, para *hall* enclausurado e pressurizado, para patamar de escada pressurizada ou local análogo do ponto de vista de segurança contra fogo e fumaça.

4 – ter circuito de alimentação de energia elétrica com chave própria independente da chave geral do edifício; possuindo este circuito chave reversível no piso da descarga, que possibilite que ele seja ligado a um gerador externo na falta de energia elétrica na rede pública.

5 – que o painel de comando esteja localizado no pavimento da descarga.

6 – que o painel de comando possua a chave de comando de reversão para permitir a volta do elevador a este piso, em caso de emergência.

7 – que o painel de comando possua dispositivo de retorno e bloqueio dos carros no pavimento de descarga, anulando as chamadas existentes, de modo que as respectivas portas permaneçam abertas, sem prejuízo do fechamento dos vãos do poço nos demais pavimentos.

8 – que o painel de comando possua duplo comando automático e manual reversível, mediante chamada apropriada.

9 – nas ocupações institucionais H-2 e H-3, que o elevador de emergência tenha cabine com dimensões apropriadas para o transporte de maca.

10 – que as caixas de corrida e casas de máquinas dos elevadores de emergência sejam enclausuradas e totalmente isoladas das caixas de corrida e casas de máquinas dos demais elevadores.

### 5.7- ÁREA DE REFÚGIO

Parte de um pavimento separada do restante por paredes corta-fogo e portas corta-fogo, tendo acesso direto, cada uma delas, a uma escada de emergência.

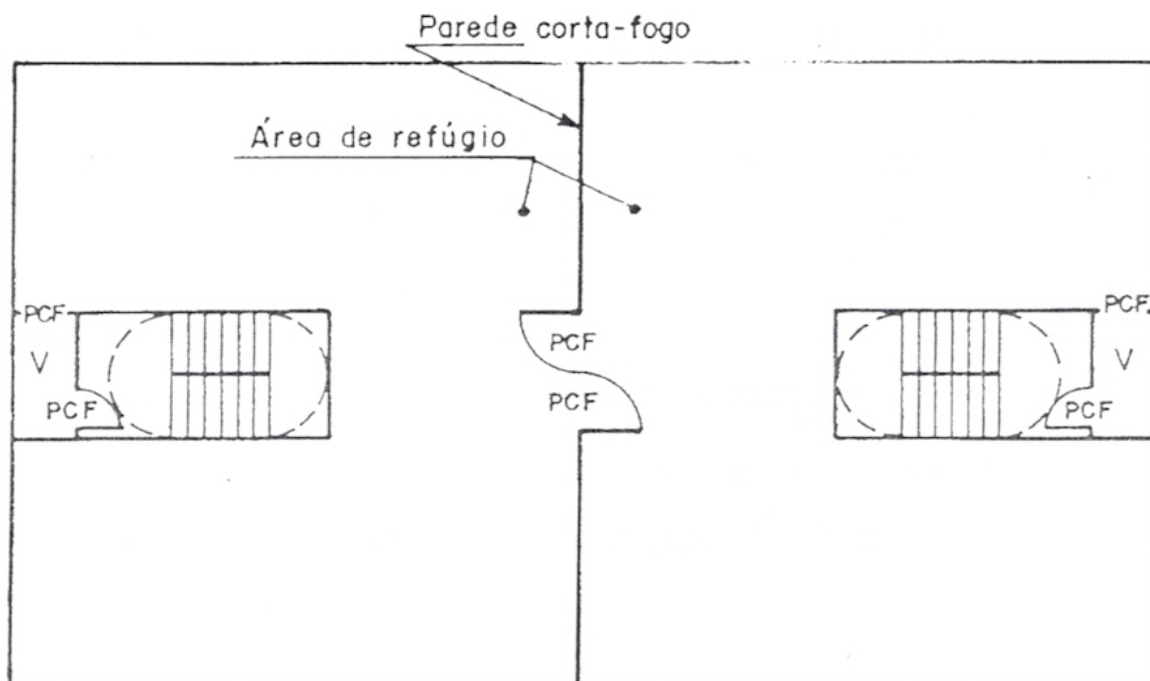


Figura 5.12 – Área de refúgio.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

- 1 – A estrutura dos prédios dotados de área de refúgio deve ter resistência a 4h de fogo.
- 2 – As larguras das saídas de emergência de edificações dotadas de área de refúgio podem ser reduzidas à metade, respeitando-se à largura mínima estabelecida em norma.
- 3 – Em ocupações H-1 e H-2 deve haver tantas compartimentações quantas forem necessárias para que as áreas de refúgio não tenham áreas superiores a 2000 m<sup>2</sup>.
- 4 – A comunicação entre áreas de refúgio e/ou entre estas e as saídas nas ocupações H-1, H-2 e E-6 deve ser em nível ou em rampas.
- 5 – A obrigatoriedade de áreas de refúgio é definida na NT-01, de acordo com a destinação, para alturas superiores a 60m, no entanto, a NBR nº 9.077/ABNT a exige para ocupações H-2 e H-3 com altura superior a 6m e H-1, H-2 e E com área total superior a 5000 m<sup>2</sup>.

### 5.8- DESCARGA

Parte da saída de emergência de uma edificação, que fica entre a escada e a via pública ou área externa em comunicação com a via pública, pode ser constituída por corredor ou átrio enclausurado, área em pilotis ou corredor a céu aberto.

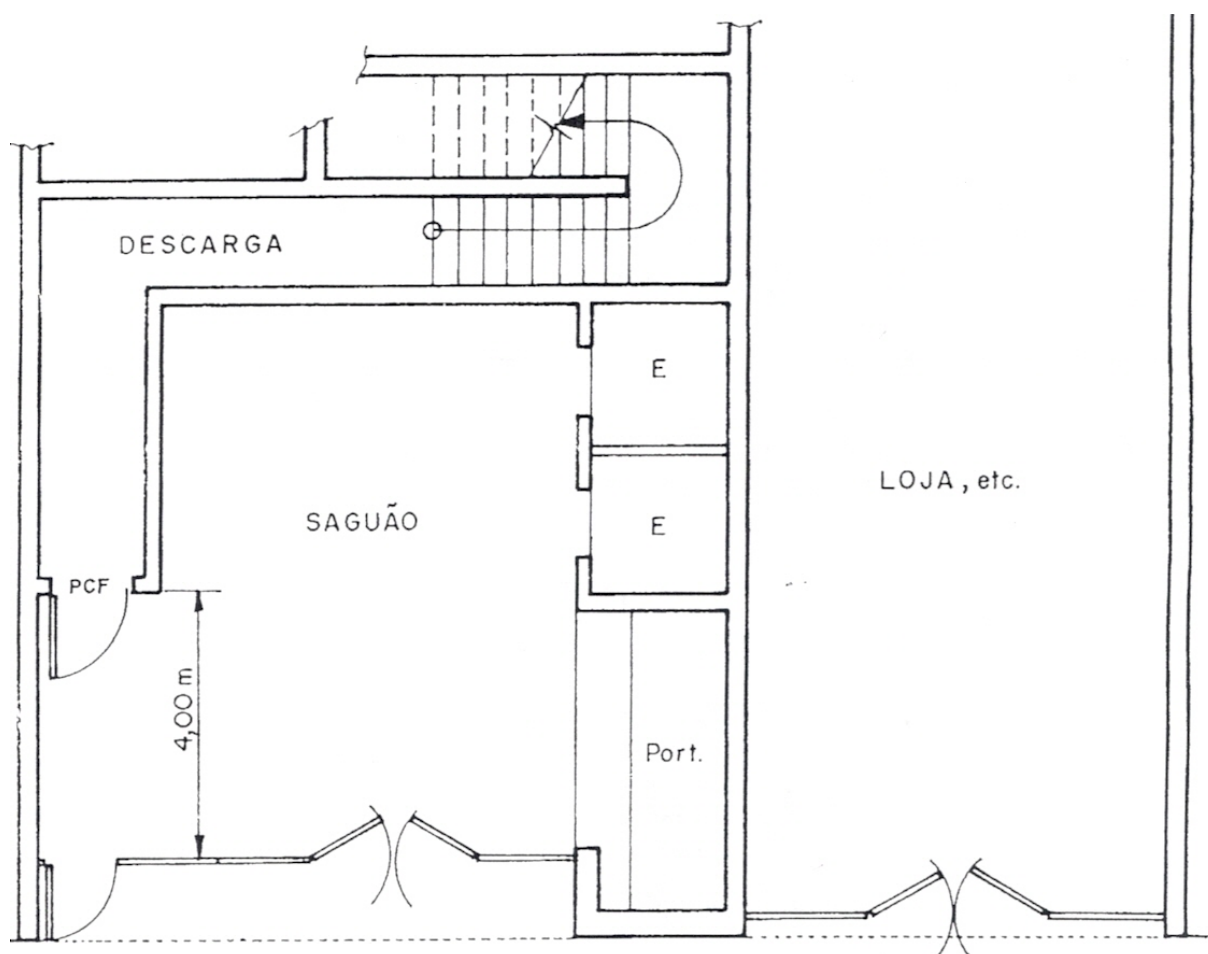


Figura 5.13 – Descarga.  
Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

1 – O corredor ou átrio enclausurado deve ter portas corta-fogo, quando a escada for a prova de fumaça; ou resistente a 30 min de fogo; quando a escada for enclausurada protegida; isolando-o de todo o compartimento que com ele se comunique, tais como apartamentos, salas de medidores e outros.

2 – Admite-se que a descarga seja feita por meio de saguão não enclausurado, quando o final da descarga, nesse hall ou saguão, localizar-se a menos de 4,0 m de área em pilotis, fachada ou alinhamento predial.

3 – A área em pilotis que servir como descarga deve não ser utilizável como estacionamento de veículos de qualquer natureza, sendo, quando necessário, dotada de divisores físicos que impeçam tal utilização.

4 – A área em pilotis também deve ser mantida livre e desimpedida, não podendo ser utilizada como depósito de qualquer natureza.

5 – No dimensionamento da descarga, devem ser consideradas todas as saídas horizontais e verticais que para ela convergirem.

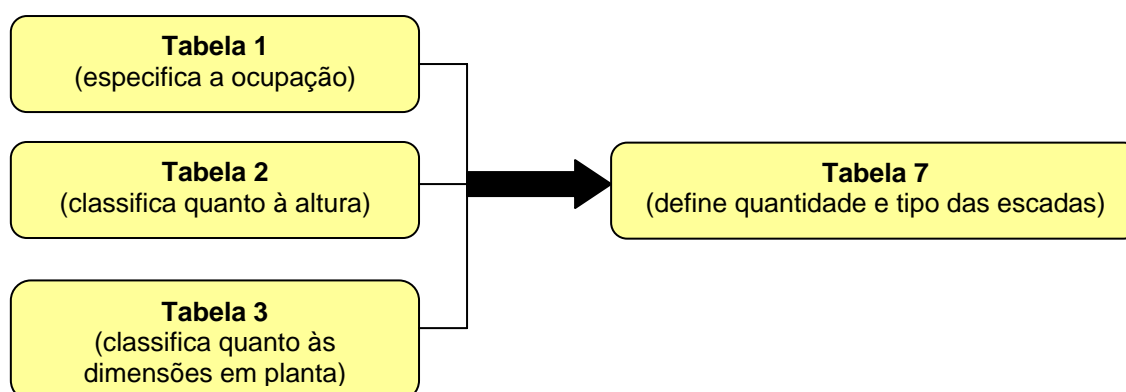


### 5.9- DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Já vimos os componentes das saídas de emergência e suas especificações normativas. Vimos ainda que existem vários tipos de escadas de emergência. No entanto, falta saber determinar qual o tipo e a quantidade de rotas verticais (mais precisamente o tipo e quantidade de escadas) exigidos para as diferentes edificações e saber dimensionar as larguras dos acessos, portas, escadas, rampas, descarga. Mas, isto (saber dimensionar tipo, quantidade e largura das saídas) é exatamente o que será feito nesta seção.

As saídas de emergência são dimensionadas basicamente em função da população do edifício.

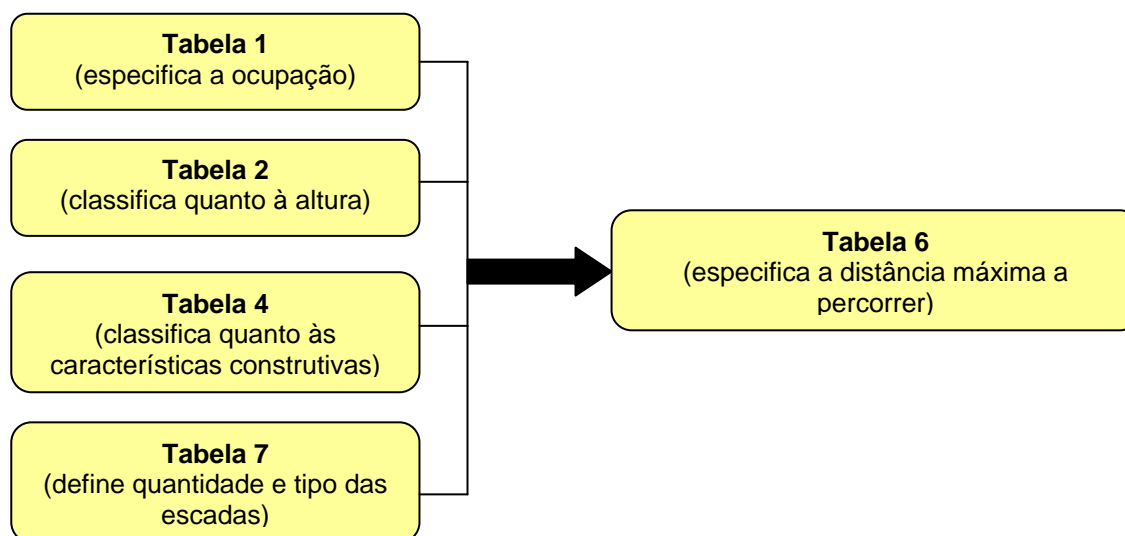
O primeiro passo no dimensionamento das saídas de emergência é determinar o tipo e o número mínimo de saídas exigido para os diversos tipos de ocupação. Estes parâmetros (tipo e quantidade) são determinados em função da altura, das dimensões em planta (área de pavimento), das características construtivas de cada edificação e, obviamente, do tipo de população do prédio. Com esse intuito utilizam-se as tabelas do anexo da NBR nº 9.077:



O segundo passo é verificar o percurso até se alcançar a saída. As distâncias máximas a serem percorridas para atingir um local seguro (espaço livre exterior, área de refúgio, escada protegida ou à prova de fumaça), tendo em vista o risco à vida humana decorrente do fogo e da fumaça, devem considerar:

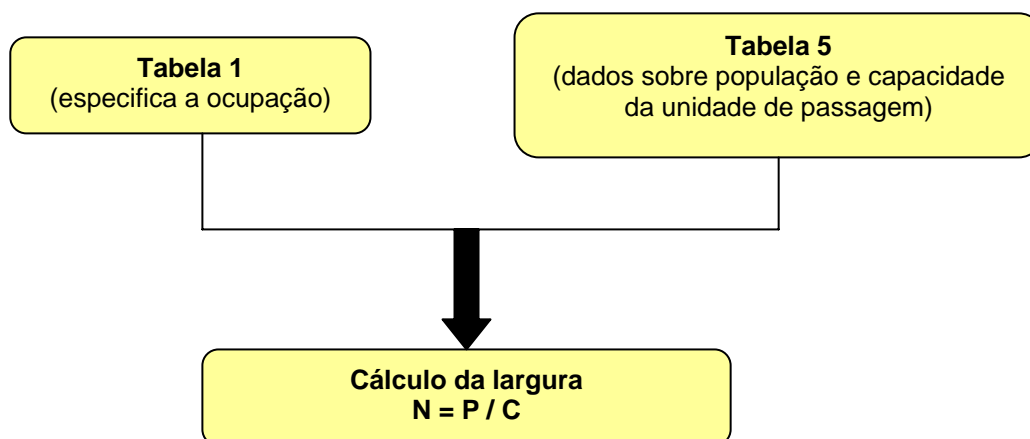
- a) o acréscimo de risco quando a fuga é possível em apenas um sentido;
- b) o acréscimo de risco em função das características construtivas da edificação;
- c) a redução de risco em caso de proteção por chuveiros automáticos;
- d) a redução de risco pela facilidade de saídas em edificações térreas.

A distância máxima a ser percorrida é determinada pela tabela 6 do anexo da NBR nº 9.077, sendo que essa tabela apóia-se em resultados de outras tabelas, conforme mostrado abaixo:



Para finalizar, calculam-se as larguras, tomando-se por base a tabela 5 do anexo da NBR nº 9.077. A largura das saídas deve ser dimensionada em função do número de pessoas que por elas transitam, observando os seguintes critérios:

- a) os acessos são dimensionados em função dos pavimentos que servirem à população;
- b) as escadas, rampas e descargas são dimensionadas em função do pavimento de maior população, o qual determina as larguras mínimas para os lanços correspondentes aos demais pavimentos, considerando-se o sentido de saída.



O cálculo da largura das saídas é feito por meio de uma fórmula:  $N = \frac{P}{C}$ , na qual N é o número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro; P é a população da edificação, obtida conforme critério da tabela 5; e C é a capacidade da unidade de passagem, também obtida da tabela 5.

Já foi visto anteriormente que unidade de passagem (UP) é a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas (fixada em 0,55m). Por outro lado, a capacidade da unidade de passagem é a quantidade de pessoas que passa por essa unidade em um minuto, ou seja, C representa o fluxo de pessoas que a rota de fuga é capaz de suportar por minuto. Desse modo, o

cálculo realizado fornece a quantidade de unidades de passagem (ou a largura) das saídas de emergência para que a edificação seja evacuada em um minuto.

**Exemplo**

Dimensionar as saídas de emergência para um edifício de escritórios com 12 pavimentos-tipo (500m<sup>2</sup> de área, cada) e térreo. O pé-direito do térreo é de 4,5m e dos demais pavimentos, 2,5m. A fachada do prédio é toda envidraçada (pele ou cortina de vidro).

Solução:

Seguir os sete passos especificados a seguir.

1 – Classificar a edificação quanto à sua ocupação, usando a tabela 1.

A edificação é classificada como D-1.

Tabela 1 – Classificação das edificações quanto à sua ocupação

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Descrição	Exemplos
<b>A</b>	Residencial	<b>A-1</b>	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assobradadas, isoladas ou não.
		<b>A-2</b>	Habitações multifamiliares	Edifícios de apartamentos em geral
		<b>A-3</b>	Habitações coletivas (grupos sociais equivalentes à família)	Pensionatos, internatos, mosteiros, conventos, residenciais geriátricos.
<b>B</b>	Serviços de hospedagem	<b>B-1</b>	Hotéis e assemelhados	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, albergues, casas de cômodos.
		<b>B-2</b>	Hotéis residenciais	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais).
<b>C</b>	Comercial varejista	<b>C-1</b>	Comércio em geral, de pequeno porte	Armarinhos, tabacarias, mercearias, fruteiras, butiques e outros.
		<b>C-2</b>	Comércio de grande e médio portes	Edifícios de lojas, lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros.
		<b>C-3</b>	Centros comerciais	Centros de compras em geral ( <i>shopping centers</i> ).
<b>D</b>	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	<b>D-1</b>	Locais para prestação de serviços profissionais ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, consultórios, instituições financeiras (não incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, laboratórios de análises clínicas sem internação, centros profissionais e outros.
		<b>D-2</b>	Agências bancárias	Agências bancárias e assemelhados.
		<b>D-3</b>	Serviços de reparação (exceto os classificados em G e I)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros.
<b>E</b>	Educativa e cultura física	<b>E-1</b>	Escolas em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitários e outros.
		<b>E-2</b>	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira.

		<b>E-3</b>	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros), esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros.
		<b>E-4</b>	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral.
		<b>E-5</b>	Pré-escolas	Creches, escolas maternas, jardins-de-infância.
		<b>E-6</b>	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros.
<b>F</b>	Locais de reunião de público	<b>F-1</b>	Locais onde há objetos de valor inestimável	Museus, galerias de arte, arquivos, bibliotecas e assemelhados.
		<b>F-2</b>	Templos e auditórios	Igrejas, sinagogas, templos e auditórios em geral.
		<b>F-3</b>	Centros esportivos	Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral.
		<b>F-4</b>	Estações e terminais de passageiros	Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros.
		<b>F-5</b>	Locais para produção e apresentação de artes cênicas	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão e outros.
		<b>F-6</b>	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados.
		<b>F-7</b>	Construções provisórias	Circos e assemelhados.
		<b>F-8</b>	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros.
<b>G</b>	Serviços automotivos	<b>G-1</b>	Garagens sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas.
		<b>G-2</b>	Garagens com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas não-automáticas em geral, sem abastecimento (exceto para veículos de carga e coletivos).
		<b>G-3</b>	Locais dotados de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto para veículos de carga e coletivos).
		<b>G-4</b>	Serviços de conservação, manutenção e reparos	Postos de serviço sem abastecimento, oficinas de conserto de veículos (exceto de carga e coletivos), borracharia (sem recauchutagem).
		<b>G-5</b>	Serviços de manutenção em veículos de grande porte e retificadoras em geral	Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores.
<b>H</b>	Serviços de saúde e institucionais	<b>H-1</b>	Hospitais veterinários e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento).
		<b>H-2</b>	Locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, reformatórios, sem celas e outros.

Capítulo 5 – Saídas de Emergência

		<b>H-3</b>	Hospitais e assemelhados	Hospitais, casas de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e outros.
		<b>H-4</b>	Prédios e instalações vinculados às forças armadas, polícias civil e militar	Quartéis, centrais de polícia, delegacias distritais, postos policiais e outros.
		<b>H-5</b>	Locais onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, reformatórios, prisões em geral e instituições assemelhadas.
<b>I</b>	Industrial, comercial de alto risco, atacadista e depósitos	<b>I-1</b>	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam grande potencial de incêndio. Locais onde a carga combustível não chega a 50kg/m <sup>2</sup> ou 1200MJ/m <sup>2</sup> e que não se enquadram em I-3	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de médio risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os materiais utilizados não são combustíveis e os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis.
		<b>I-2</b>	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentam grande potencial de incêndio. Locais onde a carga combustível ultrapassa 50kg/m <sup>2</sup> ou 1200MJ/m <sup>2</sup> e que não se enquadram em I-3. Depósitos sem conteúdo específico	Atividades que manipulam e/ou depositam os materiais classificados como de grande risco de incêndio, tais como marcenarias, fábricas de caixas, colchões, subestações, lavanderias a seco, estúdios de TV, impressoras, fábrica de doces, helipontos, oficinas de conserto de veículos e outros.
		<b>I-3</b>	Locais onde há alto risco de incêndio pela existência de quantidade suficiente de materiais perigosos	Fábrica e depósitos de explosivos, gases e líquidos inflamáveis, materiais oxidantes e outros definidos pelas normas brasileiras, tais como destilarias, refinarias, elevadores de grãos, tintas, borracha e outros.
<b>J</b>	Depósitos de baixo risco		Depósitos sem risco de incêndio expressivo	Edificações que armazenam, exclusivamente, tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis.

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

2 – Classificar a edificação quanto à sua altura, conforme tabela 2.

A altura é:  $h = 11 \cdot 2,5 + 4,5 = 32,0\text{m}$ . Portanto, classifica-se em O-1.

Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à altura

Código	Tipo de edificação		Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
	Denominação		
<b>K</b>	Edificações térreas		Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m
<b>L</b>	Edificações baixas		$H \leq 6$ m
<b>M</b>	Edificações de média altura		$6 \text{ m} < H \leq 12$ m
<b>N</b>	Edificações mediamente altas		$12 \text{ m} < H \leq 30$ m
<b>O</b>	Edificações altas	<b>O-1</b>	$H > 30$ m
		<b>O-2</b>	Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12$ m

Fonte: NBR 9077 – ABNT.

3 – Classificar a edificação quanto a suas dimensões de área em planta, de acordo com a tabela 3.

Conforme informado, o pavimento é menor que 750m<sup>2</sup>, ou seja, P.

Tabela 3 – Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área (m <sup>2</sup> )
<b>α</b>	Quanto à área do maior pavimento (S <sub>p</sub> )	<b>P</b>	De pequeno pavimento	$S_p < 750$
		<b>Q</b>	De grande pavimento	$S_p \geq 750$
<b>β</b>	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (S <sub>s</sub> )	<b>R</b>	Com pequeno subsolo	$S_s < 500$
		<b>S</b>	Com grande subsolo	$S_s > 500$
<b>γ</b>	Quanto à área total S <sub>t</sub> (soma das áreas de todos os pavimentos da edificação)	<b>T</b>	Edificações pequenas	$S_t < 750$
		<b>U</b>	Edificações médias	$750 \leq S_t < 1500$
		<b>V</b>	Edificações grandes	$1500 \leq S_t < 5000$
		<b>W</b>	Edificações muito grandes	$A_t > 5000$

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

Capítulo 5 – Saídas de Emergência

4 – Determinar o número de saídas e o tipo de escadas pela tabela 7.

Basta cruzar os dados para obter uma escada enclausurada do tipo prova de fumaça.

Tabela 7 – Número de saídas e tipos de escadas

Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m <sup>2</sup> )										Q (área de pavimento > 750 m <sup>2</sup> )												
Altura		K		L			M		N			O		K		L			M		N		O	
Ocupação																								
Gr	Div	Nº	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc	Nº	Esc		
<b>A</b>	A-1	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	-	-			
	A-2*	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	1	1	NE	2*	NE	2*	EP	2*	PF	2*	PF			
	A-3	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	PF	1	1	NE	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF			
<b>B</b>	B-1	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	B-2	1	1	EP**	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
<b>C</b>	C-1	1	1	NE	1	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	C-2	1	1	NE	1	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	C-3	1	1	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	3	PF	4	PF	4	PF			
<b>D</b>	-	1	1	NE	1	EP**	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
<b>E</b>	E-1	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	E-2	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	E-3	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	E-4	1	1	NE	1	NE	1	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	E-5	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	E-6	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
<b>F</b>	F-1	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	F-2	1	1	NE	1	EP**	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	F-3	2	2	NE	2	NE	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	F-4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	F-5	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF			
	F-6	2	2	EP**	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF	2	PF			
	F-7	2	2	NE	2	EP	-	-	-	-	3	3	NE	3	EP	-	-	-	-	-	-			

	F-8	1	1	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF
<b>G</b>	G-1	1	1	NE	1	NE	1	NE	1	EP	2	2	NE	2	NE	2	NE	2	EP
	G-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	EP	2	2	NE	2	NE	2	EP	2	PF
	G-3	1	1	NE	1	EP**	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	G-4	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	G-5	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	2	2	NE	2	EP	-	-	-	-
<b>H</b>	H-1	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	2	2	NE	2	NE	-	-	-	-
	H-2	1	1	NE	1	EP	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	H-3	2	2	EP	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	EP	2	EP	2	PF	3	PF
	H-4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	H-5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>I</b>	I-1	2	2	NE	2	NE	2	EP	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	I-2	2	2	NE	2	PF***	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	PF	2	PF	2	PF
	I-3	2	2	NE	2	PF	2	PF	3	PF	2	2	EP	2	PF	3	PF	3	PF
<b>J</b>	-	1	1	NE	1	NE	1	NE	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

**Legenda:**

+ ocupação não coberta por esta Norma.

\* ressalvado o disposto em 4.5.3.2, que admite saída única nas habitações multifamiliares (A-2), não havendo mais de quatro unidades autônomas por pavimento.

\*\* em edificações com área total inferior a 750 m<sup>2</sup>, admite-se o uso de escadas não enclausuradas (NE).

\*\*\* as escadas à prova de fumaça (PF) podem ser substituídas por escadas pressurizadas, conforme 5.7.15.

5 – Calcular a população do ambiente e dimensionar a largura das saídas de acordo com a tabela 5 ( $N = P/C$ );

Primeiro é preciso calcular a população (P) por regra de três:

$$\frac{1 \text{ pessoa}}{7 \text{ m}^2} = \frac{P \text{ pessoas}}{500 \text{ m}^2} \Rightarrow P = \frac{500}{7} = 71,4 \text{ pessoas} . \text{ Então, aplica-se a fórmula:}$$

$$N_{\text{escada}} = \frac{P}{C} = \frac{72}{60} = 1,2 < 2 \Rightarrow N_{\text{escada}} = 2UP. \text{ na qual, } C = 60 \text{ foi obtido da tabela 5 e } N \text{ foi}$$

arredondado para 2UP (duas unidades de passagem), que é o mínimo permitido nesse caso. Lembrando que 2UP = 1,10m. A largura dos acessos, descargas e portas é obtida de forma análoga, substituindo-se o respectivo valor de C na fórmula.



Tabela 5 – Dados para dimensionamento das saídas

Ocupação		População <sup>(1)</sup>	Capacidade da unidade de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas <sup>(2)</sup> e rampas	Portas
<b>A</b>	<b>A-1 e A-2</b>	2 pessoas por dormitório <sup>(3)</sup>	60	45	100
	<b>A-3</b>	2 pessoas por dormitório e 1 pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(4)</sup>			
<b>B</b>	-	1 pessoa por 15 m <sup>2</sup> de área <sup>(5 e 7)</sup>	100	60	100
<b>C</b>	-	1 pessoa por 3 m <sup>2</sup> de área <sup>(5 e 10)</sup>			
<b>D</b>	-	1 pessoa por 7 m <sup>2</sup>			
<b>E</b>	<b>E-1, E-2, E-3 e E-4</b>	1 pessoa por 1,5 m <sup>2</sup> de área <sup>(6)</sup>	30	22	30
	<b>E-5, E-6</b>	1 pessoa por 1,5 m <sup>2</sup> de área <sup>(6)</sup>			
<b>F</b>	<b>F-1</b>	1 pessoa por 3 m <sup>2</sup> de área	100	75	100
	<b>F-2, F-5, F-8</b>	1 pessoa por m <sup>2</sup> de área <sup>(5 e 7)</sup>			
	<b>F-3, F-6, F-7</b>	2 pessoas por m <sup>2</sup> de área <sup>(7)</sup>			
	<b>F-4</b>	+ <sup>(9)</sup>			
<b>G</b>	<b>G-1, G-2 e G-3</b>	1 pessoa por 40 vagas de veículo	100	60	100
	<b>G-4 e G-5</b>	1 pessoa por 20 m <sup>2</sup> de área <sup>(5)</sup>			
<b>H</b>	<b>H-1</b>	1 pessoa por 7 m <sup>2</sup> de área <sup>(5)</sup>	60	45	100
	<b>H-2</b>	2 pessoas por dormitório <sup>(3)</sup> e 1 pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(5)</sup>	30	22	30
	<b>H-3</b>	1,5 pessoa por leito + 1 pessoa por 7 m <sup>2</sup> de área de ambulatório <sup>(8)</sup>	60	45	100
	<b>H-4 e H-5</b>	+ <sup>(9)</sup>			
<b>I</b>	-	1 pessoa por 10 m <sup>2</sup> de área	100	60	100
<b>J</b>	-	1 pessoa por 30 m <sup>2</sup> de área <sup>(10)</sup>			

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

1 – Os parâmetros dados nesta Tabela são os mínimos aceitáveis para o cálculo da população. Em projetos específicos, devem ser cotejados com os obtidos em função da localização de assentos, máquinas, arquibancadas e outros, e adotados os mais exigentes, para maior segurança.

2 – As capacidades das unidades de passagem (ver nota 3.54) em escadas e rampas estendem-se por lanços retos e saída descendente. Nos demais casos, devem sofrer redução, como abaixo especificado. Estas percentagens de redução são cumulativas, quando for o caso:

- a) lanços curvos de escadas (com degraus ingrauxidos): redução de 10%;
- b) lanços ascendentes de escadas, com degraus até 17 cm de altura: redução de 10%;
- c) lanços ascendentes de escada com degraus até 17,5 cm de altura: redução de 15%;
- d) lanços ascendentes de escadas com degraus até 18 cm de altura: redução de 20%;
- e) rampas ascendentes, declividade até 10%: redução de 1% por grau percentual de inclinação (1% a 10%);
- f) rampas ascendentes de mais de 10% (máximo 12,5%): redução de 20%.

3 – Em apartamentos de até 2 dormitórios, a sala deve ser considerada como dormitório; em apartamentos maiores, as salas de costura, gabinetes e outras dependências que possam ser usadas como dormitórios (inclusive para empregadas) são consideradas como tais. Em apartamentos mínimos, sem divisões em planta, considera-se uma pessoa para cada 6 m<sup>2</sup> de área de pavimento.

4 – Alojamento = dormitório coletivo, com mais de 10 m<sup>2</sup>.

5 – Por “área” entende-se a “área de pavimento” que abriga a população em foco, conforme 3.7; quando discriminado o tipo de área (p. ex.: “área de alojamento”), é a área útil interna da dependência em questão.

6 – Auditórios e assemelhados, em escolas, bem como salões de festas e centros de convenções em hotéis são considerados nos grupos de ocupação F-2, F-6 e outros, conforme o caso.

7 – As cozinhas e suas áreas de apoio, nas ocupações F-6 e F-8, têm sua ocupação admitida como no grupo D, isto é, 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup> de área.

8 – Em hospitais e clínicas com internamento (H-3) que tenham pacientes ambulatoriais, acresce-se à área calculada por leito a área de pavimento correspondente ao ambulatório, na base de 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup>.

9 – O símbolo “+” indica a necessidade de consultar normas e regulamentos específicos (não cobertos por esta Norma).

10 – A parte de atendimento ao público de comércio atacadista deve ser considerada como do grupo C.

6 – Classificar a edificação quanto a suas características construtivas usando a tabela 4.

Foi informado que a fachada do prédio é de vidro, o que o classifica como Y.

Tabela 4 – Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Especificação</b>	<b>Exemplos</b>
<b>X</b>	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros.
<b>Y</b>	Edificações com mediana resistência ao fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro (“cristaleiras”); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros.
<b>Z</b>	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com abas prolongando os entrepisos e outros.

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

7 – Determinar a distância máxima a percorrer até se atingir um local seguro (espaço livre exterior, área de refúgio, escada protegida ou à prova de fumaça), usando a tabela 6.

Para definir a distância máxima a percorrer é preciso antes saber se a edificação dispõe de chuveiros automáticos, isto é, deve-se consultar a NT-01. Pela altura do edifício é obrigatória a instalação de chuveiros automáticos nessa edificação. E como ela é dotada de saída única (1PF), resulta que a distância máxima a percorrer, pela tabela 6, é 35m. Essa distância deve se conferida em projeto.

Tabela 6 – Distâncias máximas a serem percorridas em metros

<b>Tipo de edificação</b>	<b>Grupo e divisão de ocupação</b>	<b>Sem chuveiros automáticos</b>		<b>Com chuveiros automáticos</b>	
		<b>Saída única</b>	<b>Mais de 1 saída</b>	<b>Saída única</b>	<b>Mais de 1 saída</b>
<b>X</b>	Qualquer	10 m	20 m	25 m	35 m
<b>Y</b>	Qualquer	20 m	30 m	35 m	45 m
<b>Z</b>	C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I	30 m	40 m	45 m	55 m
	A, B, G-1, G-2, J	40 m	50 m	55 m	65 m

Fonte: NBR nº 9.077 – ABNT.

Concluindo: a edificação necessita de uma escada enclausurada à prova de fumaça (PF ou PFP) com largura mínima de 1,10m. A distância máxima a percorrer de qualquer ponto da edificação até a entrada da escada deve ser de, no máximo, 35m.

### 5.10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 9.077 – Saídas de emergência em edifícios. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 14.880 – Saídas de emergência em edifícios – Escadas de segurança – Controle de fumaça por pressurização. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 11.742 – Portas corta-fogo para saídas de emergência – Especificação. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 11.785 – Portas corta-fogo para saídas de emergência – Requisitos. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 14.718 – Guarda-corpos para edificação. 2001.

BRITISH STANDART INSTITUTION. BS-5588/4 – Code of practice for fire precautions in the design of buildings – smoke control in protected escape routes using pressurization. 1986.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica nº 13 – Pressurização de escadas de segurança. 2004.

FAILLACE, Raul Rego. Escadas e saídas de emergência. Sagra. 4ª Edição. Porto Alegre – RS. 1991.



# 6

## SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

### 6.1 – INTRODUÇÃO

Outro sistema que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) adotou pensando na dificuldade de fuga de um ambiente sinistrado foi a Sinalização de Emergência editada nas Normas Brasileiras nºs 13.435, 13.434 e 13.437/95. Contudo, em 30/04/2004 entrou em vigor, em substituição a estas, as NBRs nº 13.434-1 (princípios de projeto) e 13.434-2 (símbolos, formas, dimensões e cores). Se fosse para definir par entre os sistemas, este seria, sem dúvida, o par perfeito do Sistema de Iluminação de Emergência, pois um é a essência do outro, tanto que no decorrer deste capítulo muitas coincidências e até contradições serão apresentadas.

Podemos utilizar a mesma finalidade do sistema de iluminação que é: “permitir a evacuação do local por meio da visualização das rotas de fuga (item 4.1 da NBR nº 13.435 e item 4 da NBR nº 13.434-1) e de prováveis obstáculos, o resgate de vítimas e o combate a incêndio.” Contudo, a finalidade deste é apresentada mais objetivamente: orientar as ações de combate por meio da visualização dos equipamentos contra incêndio alertando para riscos em potencial e indicar as rotas de fuga (item 4.1 da NBR nº 13.435). Entende-se para os riscos em potencial quadros energizados, PC da CEB (Sala da Companhia Energética de Brasília), depósitos de inflamáveis, tóxicos, infectantes/contaminantes ou radioativos, entre outros.

Como não poderia ser diferente do sistema de iluminação, *todas as edificações, independente de área e altura construída ou destinação, devem possuir este sistema (NT 01/2002-CBMDF)* nota: exceção às residências unifamiliares. Está intrínseco nesta “NT” e explícito no *item 1* da NBR nº 13.434 e confirmada também no item 2 da NBR nº 13.434-1 que esse sistema é exigível para edificações, que são definidas como construção para atividade humana, abrigo de materiais e equipamento. Dessa forma, em ambientes abertos que haja atividade humana, deve ser adotado o critério do CBMDF disposto na NT nº 009/02 que trata, em seu item 6, da Sinalização de Emergência no exterior de edificações.

### 6.2 – TIPOS DE SINALIZAÇÃO

A norma prevê 5 tipos de sinalizações (eram 6 antes da revisão), dos quais 4 são básicos e 1 complementar, a qual faz jus ao nome conforme a seguir (item 5.1 da NBR nº 13.435 e 4.1.1 e 4.1.2 da NBR nº 13.434-1):

1. **Orientação e Salvamento:** indica as rotas de fuga;
2. **Comando:** garante condições adequadas para a utilização das rotas de fuga (sinalização ignorada pela revisão da norma);
3. **Equipamentos e emergência:** indica a localização dos equipamentos contra incêndio;
4. **Proibição:** veda ações capazes de conduzir incêndio;
5. **Alerta:** atenta para existência de material com potencial de risco;

6. **Complementar:** completa as sinalizações básicas com textos ou faixas apostas ou próximos a elas. São utilizadas faixas de cor e mensagens para indicar obstáculos como paredes envidraçadas, arestas de parede, patamares e vergas baixas, espelhos de escada e textos para complementarem o símbolo, como exemplo, na sinalização de extintor, pode-se inserir a palavra “Energizados” em caso de extintor classe “C”.

Segundo as normas anteriores, todas as sinalizações básicas devem ser instaladas de modo que uma esteja distanciada da outra, no máximo, em 13 metros com uma altura de instalação de, no mínimo, 1,50 m, exceção à 1ª sinalização que deve ser instalada a, no máximo, 60 cm do piso acabado a contar da borda superior da placa. A surpreendente altura da sinalização de Orientação e Salvamento é devido a presunção de utilização em um ambiente gazado. Por extinto, o ser humano curva-se e até se agacha procurando involuntariamente melhor visão e ar respirável, é, neste momento, que o ângulo de visão que antes era de 1,50m das demais sinalizações, agora é de 0 a 60 cm. Observa-se que essa sinalização tem a função de fuga do sinistro, enquanto as demais são utilizadas no cotidiano, como a não obstrução do corredor na sinalização 2, no princípio de incêndio e na identificação de falta de preventivo na 3, na proibição de atos que promovam perigo, como fumar, no 4, e na exibição de riscos na 5 (itens 5.2.1.1 , .3 e .4 da NBR nº 13.435).

Após revisão da norma, todas as básicas devem ser distanciadas entre si de 15m (7,5m de qualquer ponto) e altura mínima de 1,80m. Apesar de excesso de mensagens publicitárias e outras focadas nesta altura, inclusive a sinalização de salvamento deve ser a 1,8m. (item 5.1 da NBR nº 13.434-1)

### 6.3 – ORIENTAÇÃO e SALVAMENTO

Como no sistema de iluminação de emergência, quanto aos blocos de Iluminação por Sinalização, essa sinalização tem a função de indicar a rota de fuga, mudanças de direção, portas de saída, escadas e obstáculos. Considerando a altura de 1,80m e 15m entre as placas, deve-se atentar que as portas de saída devem possuir sinalização instalada a, no máximo, 10 cm da verga da porta (item 5.2.1.4 da NBR nº 13.435 e item 5.1 da NBR nº 13.434-1).



Figura 6.1 – Sinalização de porta  
Fonte: CBMDF.

Essas distâncias são facilmente atendidas em prédios de salas e corredores, mas é impraticável em vãos livres como *shopping centers*, feirões, supermercados, exposições, salões, ambientes sem parede, entre outros, os quais possuem sinalização deficitária devido ao excesso de informações publicitárias, ausência de local de instalação das placas e até por, quem diria, ampla rota de fuga. Em todos esses locais a sinalização é inoperante. A saída encontrada é a instalação da sinalização no teto desses locais, de forma inconfundível. Outras soluções devem ser estudadas como sinalização no piso e postes sinalizados, como placas de trânsito.



Figura 6.2 – Sinalizações de orientação e salvamento  
Fonte: CBMDF.

Todas as escadas de emergência devem possuir sinalização que indique o número do pavimento e a direção de fuga com seta, instaladas na parede do patamar de acesso a todos os pavimentos a fim de evitar que a pessoa em fuga adentre em um pavimento que não seja o de descarga. Caso a escada de emergência possua antecâmara, por analogia, a placa deve ser instalada na parede dessa antecâmara, atentando que a porta não obstrua a placa que deve ser instalada a, no mínimo, 1,5 m de altura devido ao ângulo de visão que neste local será de uma pessoa em pé. (item 5.2.1.4.2 e .4 da NBR nº 13.435 e 5.1.3 c e notas da NBR nº 13.434-1)



Figura 6.3 – Sinalização de pavimento  
Fonte: CBMDF.

Esta sinalização possui as seguintes características: (item 4.4 da NBR nº 13.434 e 4.4.3 da NBR nº 13.434-2):

Forma quadrada ou retangular	Símbolo e margem de cor branca ou amarela
Cor de fundo <b>verde</b>	FOTOLUMINESCENTE

Nota 1: não se confunda! A iluminação por sinalização possui fundo branco e símbolo/texto **verde** ou **vermelho**, o oposto da sinalização de orientação. Outra diferença era a distância máxima entre as placas que passou de 13 para 15m, dessa forma, adotou-se a fim de padronizar a distância utilizada na iluminação que também é de 15m.

Nota 2: A atualização da norma traz a confirmação da iluminação por sinalização chamando-a de sinalização iluminada. É exigível em todos os recintos de reunião de público em que a iluminação normal ou artificial não seja suficiente para acúmulo de energia fotoluminescente. Isso inclui boates, auditórios, cinemas, teatros, casa de shows noturnos, entre outros (item 4.1.1.3 da NBR nº 13.434-1).

Em eventos no exterior de edificações, a sinalização de orientação adota outras peculiaridades para definir o dimensionamento. Uma delas é o excesso da cor verde da vegetação que deve contrastar com a sinalização. Dessa forma, as placas devem possuir fundo vermelho e texto e margem branca na dimensão de 1:1,25, ou seja, a altura mínima é 1 metro e largura mínima de 1,25m, pode-se dimensionar outra: a placa de 2m de altura e 2,5m de largura (itens 6.12 e 6.9 da NT 09/02).



Figura 6.4 – Sinalização para exterior de edificações

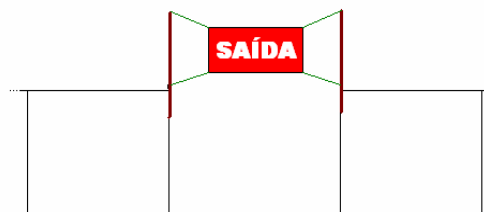


Figura 6.5 – Local de instalação da placa em eventos

Fonte: CBMDF.

As letras devem possuir altura mínima de 40 cm, espaçadas entre si de 3 cm (item 6.11 da NT nº 09/02) e possuir característica fotoluminescente, caso não haja previsão de ponto de iluminação de emergência para a placa (item 6.13. da NT nº 09/02). É redefinida também a altura de instalação que deve ser de 2,10 m a 4m posicionadas imediatamente acima das portas de saída de emergência. (item 6.8 da NT nº 09/02)

Com relação ao material de constituição da placa é exigível o seguinte:

- superfície plana e resistência a intempéries (item 6.10 da NT nº 09/02);
- baixa velocidade de propagação de chama (item 6.14 da NT nº 09/02).

#### 6.4 – EQUIPAMENTO E EMERGÊNCIA

Os equipamentos contra incêndio são considerados um empecilho por parte da maioria dos decoradores e paisagistas, ainda mais por sua sinalização que, muitas vezes, incomoda-os mais que o próprio aparelho. São previstas sinalizações de parede, coluna, piso e teto (item 3.10 da NBR nº 12.693). O equipamento pode estar instalado em local de difícil visualização, por não haver outra opção. Para oferecer uma alternativa, foi criada a sinalização adicional que nada mais é do que a repetição da sinalização do preventivo a, no máximo, 13m do aparelho em local visualizável (item 5.2.1.5 da NBR nº 13.435).

A NBR nº 13.434-1 não menciona essa distância, mas confirma a necessidade dessa sinalização adicional, apesar de deixar a altura livre para melhor visualização, exige que a placa de sinalização acima do equipamento seja dupla-face formando um triângulo isósceles com a parede com ângulo de 45°. (item 5.1.4 a e c da NBR nº 13.434-1)





Figura 6.6 – Sinalização adicional.  
Fonte: CBMDF.

A sinalização de parede que antes deveria se situar de 10 cm a 1 m de altura do equipamento (item 5.2.2.2 da NBR nº 13.435) foi padronizada a 1,80m, como já mencionado (item 5.1.4 da NBR nº 13.434-1) e deve possuir dimensões conforme título *dimensionamento*.

Sinalização de parede conforme a NBR nº 13.434 -1 e -2



Figura 6.7 – Sinalização de hidrante e mangueira



Figura 6.8 – Sinalização de extintor

Fonte: CBMDF.

É comum, em Brasília, encontrar a sinalização de extintores e hidrantes por meio de setas ou círculos conforme figura 6.9. Isso é devido a NBR de extintor trazer em seu texto, como transcrito abaixo, essa sinalização. Como as NBRs nºs 13.434-1 e 13.434-2 foram editadas, mas não revogaram o transcrito nessa norma, é aceita a sinalização de extintor com estes símbolos, pois há um confronto de hierarquia entre elas, uma é a norma geral de sinalização, a outra é a norma de extintores.

Deve-se observar que isso ocorre para extintor, mas os hidrantes acabam seguindo a mesma regra e também são sinalizados por estes símbolos.

Sinalização válida para extintor conforme NBR nº 12.693



Figura 6.9 – Sinalização de parede  
Fonte: CBMDF.

A sinalização de coluna deve ser instalada em todas as faces (item 5.2.2.5 da NBR nº 13.435 e item 5.1.4b da 13.434-1) com faixa, círculos ou setas vermelhas (com bordas amarelas)

aposto no vermelho a letra “E” em branco, em todas as faces com altura não definida, contudo, deve atender ao critério de visualização. Em caso de locais com prateleiras ou *stands*, a faixa para ser visualizável deve estar situada em nível elevado em relação a elas; já no caso de garagens, pode estar situada a 10 cm como de parede fosse (item 5.3.4 da NBR nº 12.693).

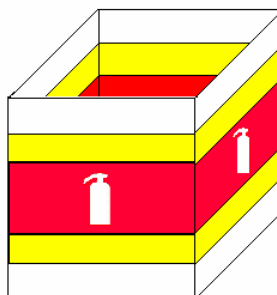


Figura 6.10 – Sinalização de coluna.  
Fonte: CBMDF.

Para que o preventivo não seja obstruído, a sinalização de piso deve ser instalada em indústrias e depósitos (item 5.3.5 da NBR nº 12.693) e garagens e subsolos com um quadrado 70x70 cm em vermelho e bordas amarelas de 15 cm de largura (item 5.2.2.6 da NBR nº 13.435). Como o objetivo é a da não obstrução do preventivo, em locais que se evidencie esse risco, deve ser instalada essa sinalização baseada nessa condição.

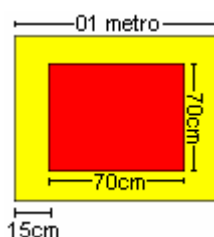


Figura 6.11 – Sinalização de piso  
Fonte: CBMDF.

Outros equipamentos de interesse funcional à segurança contra incêndio devem utilizar esta sinalização, pois se enquadram no conceito “emergência”, como é o caso da sinalização da botoeira de alarme (figura 29 da NBR nº 13.437), do barramento independente da pressurização dos hidrantes de parede (HP) e Sprinklers (SPK) (item 5.4 da NBR nº 13.434-2), do “*shaft*” ou alçapão onde se localiza o registro local de fecho de SPK e por último, da indicação de brigada de incêndio com telefone em todos os pavimentos.

NBR nº 13.434-2 item 5.4



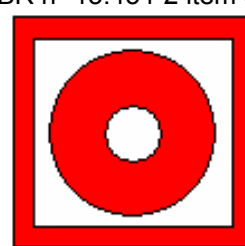
Figura 6.12 – Sinalização do alçapão ou porta de acesso ao registro de corte dos SPKs

Antiga NBR nº 13.437



Figura 6.13. – Sinalização da botoeira de alarme

NBR nº 13.434-2 item 5.4



Fonte: CBMDF.

Nota: para as botoeiras embutidas, a sinalização da fig. 6.13. é obrigatória.

A indicação do telefone da brigada de bombeiro particular (BBP), fig. 6.14, em edificações que a possua, deve ser instalada em locais visíveis e de grande circulação de público (item 4.6.1 NT 07, fig.28 da NBR nº 13.437 e item 5.4 da NBR nº 13.435-2). Esses brigadistas recebem instrução do sistema em questão de 2h/aula conforme anexo A da competente NT. Outra indicação que é exigida, desta vez por parte da NT 08/02 (fogos de artifício), é a de proibição de venda a menores de 18 anos, conforme item 5.5.



Figura 6.14 – Sinalização de brigada de incêndio



Figura 6.15 – Sinalização audiovisual

Fonte: CBMDF.

Algumas sinalizações não estão previstas, mas são abordadas em norma específica como a sinalização audiovisual do alarme de incêndio conforme figura 6.15. Esta prevê a presença de deficientes como cegos ou surdos por alarmarem o ambiente utilizando esses dois sentidos (NBR nº 9.441).

A porta corta fogo segue a tendência da cor vermelha, não por exigência das normas citadas, mas deve ser vermelha conforme prevê a NR nº 26 do MTE, contudo a NBR de porta corta fogo permite que elas sejam decorativas.

Essa sinalização possui as seguintes características: (item 4.5 da NBR nº 13.434 e 4.4.4 da NBR nº 13.434-2):

Forma quadrada ou retangular	Símbolo e margem de cor branca ou amarela fotoluminescente
Cor de fundo <b>vermelho</b>	

### 6.5 – COMANDO (sinalização ignorada pela revisão da norma)

Esta sinalização é pouco utilizada em Brasília e devia ter as seguintes características (item 4.4 da NBR nº 14.434):

Forma circular	Símbolo e margem branca ou amarela fotoluminescente
Cor de fundo <b>azul</b>	



Figura 6.16 – Sinalização para porta corta-fogo



Figura 6.17 – Sinalização para corredor

Fonte: CBMDF.

### 6.6 – PROIBIÇÃO

Essa sinalização é pouco utilizada em Brasília na função de prevenção de incêndio. É muito vista em locais de concentração de público devido à proibição de fumar por parte da Vigilância Sanitária conforme ilustra a fig. 6.18.



Figura 6.18 – Sinalização de proibição

Fonte: CBMDF.

Na segurança contra incêndio, pode ser aplicada em locais de risco onde a presença de chama ou cigarro aceso possa causar incêndio ou explosão (depósitos e revenda de inflamáveis, explosivos, cilos, etc) e em locais energizados ou com inflamáveis onde o uso de água como agente extintor é proibido.

Há aplicações interessantes desta sinalização como na proibição do uso dos elevadores em caso de incêndio, que, até a revisão da norma, era sinalizado por todo tipo de placa e não possuíam símbolos padronizados para atender a pessoas analfabetas como a fig. 6.19. A revisão traz a padronização desta placa na fig. 6.20. Levanta-se a indagação se esta realmente surte o efeito esperado, mas conclui-se que é o mais próximo possível do esperado, devendo, no entanto, ser acompanhada de sinalização complementar.

Sinalização de Elevador



Figura 6.19 – Sinalização praticada antes da NBR nº 13.434-2



Figura 6.20 – Sinalização padrão (item 5.1 da NBR nº 13.434-2)

Fonte: CBMDF.

Outra aplicação é encontrada nos postos de comercialização de fogos de artifício que devem possuir sinalização de proibição de produção de chama e do ato de fumar (item 5.2 da NT nº 08) e nos postos de revenda de GLP (Port. 027/DNC) e centrais de GLP (item 5.6.1 NBR nº 13.523)

A NBR nº 13.523 não exige a sinalização por essas placas, e, sim, por placas com a inscrição: “PERIGO ... INFLAMÁVEL ... PROIBIDO FUMAR” com letras não menores que 05 cm. A norma de Central de GLP do CBMDF, (NT 05/02), é omissa sobre esse assunto, mas aponta para norma específica do CBMDF. Como esta não existe até o início de 2006, as NBRs de Sinalização de Emergência são de aplicação obrigatória em todos os locais que possuam riscos de incêndio.

Como a NBR de Central de GLP exige essas frases e a NBR de sinalização exige essas placas, ambas devem ser aplicadas independente do que diz a NBR específica (NBR nº 13.523) que não as prevê, mesmo porque não as proíbe.

Esta sinalização deve ter as seguintes características (item 4.1 da NBR nº 13.434 e 4.4.1 da NBR nº 13.434-2):

Forma CIRCULAR	Cor de fundo e margem branca ou amarela
Símbolo de cor <b>preta</b>	Coroa barrada em <b>vermelho</b>

### 6.7 – ALERTA

Muito encontrada em subestações de energia, a sinalização de alerta é imprescindível para evitar acidentes e princípio de incêndio, contudo, é pouco utilizada em edificações comuns. Um exemplo disso são os hotéis que, por serem freqüentados por pessoas familiarizadas com energia a 110 V, deveriam possuir sinalização nas tomadas dos apartamentos indicando a tensão de 220 V.

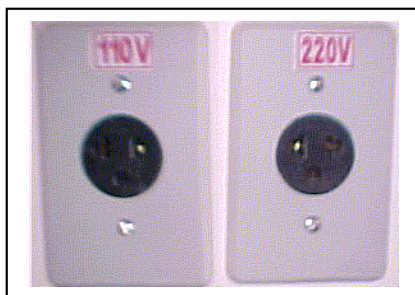


Figura 6.21 – Sinalização de voltagem  
Fonte: CBMDF.

Outra necessidade é a de alertar para alta voltagem em subestações de energia (figura 6.22), dentro de edificações, bem como sobre a instrução do correto desligamento da energia elétrica a fim de evitar o “arco voltaico” nos quadros de energia central e local, no caso deste último não possuir proteção adequada.

Supermercados, frigoríficos, açougues e outros estabelecimentos com câmara fria muitas vezes utilizam substâncias químicas tóxicas que devem possuir essa sinalização (exemplificada na fig. 6.23), bem como depósitos de inflamáveis e explosivos. Outros locais que deveriam possuir essa sinalização são os consultórios, hospitais, laboratórios e outros que utilizem materiais radioativos ou contaminantes, apesar de não atentarem com risco de incêndio, atentam contra a vida (explicação da introdução).

Outra sinalização de alerta pouco utilizada é a de materiais inflamáveis como em postos de combustíveis, de revenda de GLP, Centrais de GLP e outros locais de armazenamento de inflamáveis, inclusive tanques de geradores, entre outros (ilustrada na fig. 6.24).



Figura 6.22 – Risco elétrico



Figura 6.23 – Risco de contaminação  
Fonte: CBMDF.



Figura 6.24 – Risco de incêndio

Esta sinalização possui as seguintes características (item 4.3 da NBR nº 13.434 e 5.2 da NBR nº 13.434-2):

Forma TRIANGULAR	Símbolo e margem na cor <b>preta</b>
Cor de fundo amarelo	

### 6.8 – COMPLEMENTAR

Como já mencionado, essa sinalização utiliza faixas ou mensagens de texto. As faixas são amplamente utilizadas nas edificações que possuem porta tipo “blindex” (fig 6.25) e divisórias de vidro translúcido e degraus que não chegam a configurar escada (fig. 6.26). Essas faixas eram normalizadas como brancas ou amarelas com largura de 2,5 a 10 cm (item 5.2.2.7 da NBR nº 13.435). A nota 2 do item 5.2.1 da NBR nº 13.434-1 alterou essa largura para, no mínimo, 5cm com cores contrastantes e instaladas ente 1 a 1,40m do piso.



Figura 6.25 – Faixa de visualização de obstáculo

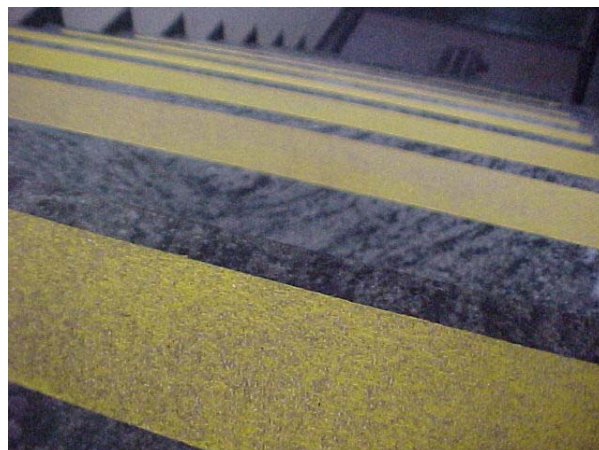


Figura 6.26 – Faixa de visualização de degrau

Fonte: CBMDF.

A NBR nº 9.077 exige uma altura mínima para rebaixos de teto e vergas, mas é muito comum encontrar tetos muito baixos, principalmente no acesso de salas técnicas e subsolos. Como é impraticável exigir a reconstrução da estrutura da edificação, a NBR NBR nº 13.434-2 exige que esses rebaixos sejam sinalizados com faixa zebra (faixas amarelas e pretas com angulação de 45°).



Figura 6.27 – Faixa zebra

Fonte: NBR nº 13.434 – 2 - ABNT

A sinalização por textos deve complementar o símbolo, como no caso de proibição do uso de elevador, classe de extintor, forma de acionamento da botoeira de alarme, entre outros. São adotados como sinalização complementar por partes na NTs do CBMDF os seguintes itens:

- a canalização aparente de incêndio deve ser pintada na cor vermelha (item 4.21 NT nº 4);
- os abrigos dos hidrantes de parede devem ser pintados em vermelho e sinalizados (item 4.24.1 NT nº 4);

- o hidrante de recalque deve possuir a inscrição incêndio no tampão (item 4.25.5 NT nº 4);
- a canalização de GLP deve ser pintada na cor amarela (item 4.2.14 NT nº 05).

### 6.9 – DIMENSIONAMENTO

As dimensões da letra e placa devem ser suficientes para que um observador, à distância prevista na norma, tenha condições absolutas de ler e entender a mensagem de segurança. Esse dimensionamento é dado pelas seguintes fórmulas:

$$A > L^2 / 2000,$$

na qual “A” é a área da placa em m<sup>2</sup>

“L” é a distância do observador em metros. (item 3.1.1 da NBR nº 13.434 e 4.1 da NBR nº 13.434-1)

Exemplo: uma pessoa está na extremidade de um corredor, dessa forma, a sinalização de orientação mais próxima deve estar a, no máximo, 7,5 m (conforme título 6.1), a menor área da placa deve ser:

$A > 7,5^2 / 2000 \rightarrow A > 0,028125$  ou  $A > 281,25 \text{ cm}^2$ . Na prática, uma placa de 12 x 24 cm.

NOTA: fórmula válida para  $L < 50$  m.

$$H > L / 125$$

na qual “H” é a altura da letra em m

“L” é a distância do observador em metros (item 3.1.2 da NBR nº 13.434 e 4.1.2 da NBR nº 13.434-1).

No mesmo exemplo, a menor altura da letra deve ser:

$H > 7,5 / 125 \rightarrow H > 0,06$  m ou  $H > 6,0$  cm.

Observe que a altura de placa de 12 cm é suficiente não só para inclusão da letra, mas também para margeá-la, nesse caso de 3 cm acima e abaixo.

O material que constitui a placa obedece à seguinte forma: material rígido ou maleável (películas), contanto que possua resistência mecânica; símbolos, textos e faixas são fotoluminescentes e faixas de piso e degraus antiderrapantes (item 5.3.1.2 da NBR nº 13.435). É interessante que não é prevista a resistência ao calor, já que está prevista também para o combate a incêndio. Não se assuste se a sinalização estiver pintada diretamente na parede, pois está previsto em norma (item 5.3.1.1 da 435). É evidente que ao transcrever o texto de sinalização na parede, as cores, a fotoluminescência, as dimensões devem ser atendidas.



Com a revisão, todas essas especificações de material foram ignoradas e ficou apenas a exigência de manutenção e recuperação ou substituição quando necessário (item 7.1 da NBR nº 13.434-1). Outra mudança foi o tipo de letra que era do tipo arial e passou a ser Univers 65 ou Helvetica bold (item 4.1.2.1 da NBR nº 13.434-2) além do efeito fotoluminescente que ficou definido apenas para a sinalização de orientação/salvamento e de equipamento e emergência (item 4.1.1.2 da NBR nº 13.434).

Observe como a sinalização fotoluminescente funciona: com iluminação normal ou artificial (1ª linha) e sem iluminação (2ª linha correspondendo à 1ª):

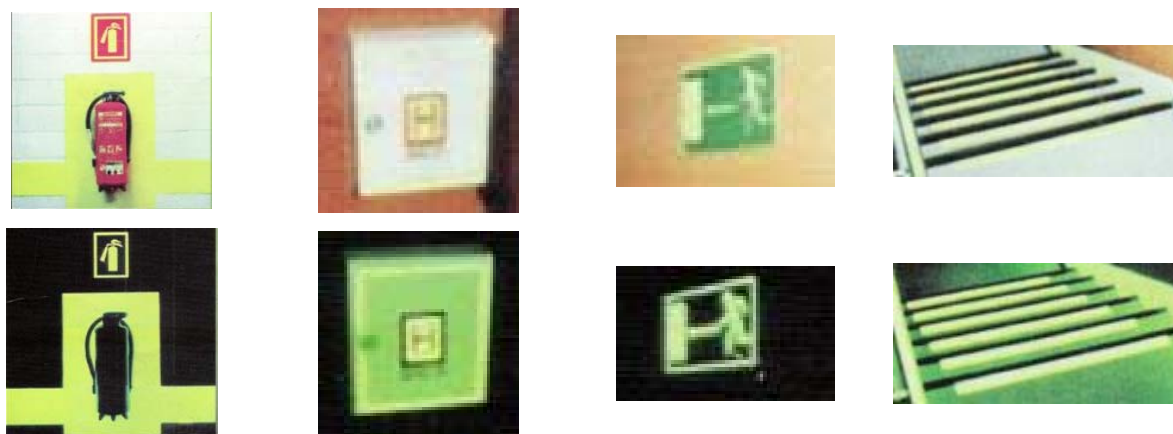


Figura 6.28 – Efeito de materiais fotoluminescentes na ausência de luz  
Fonte: Folder Publicitário

### 6.10 – APLICAÇÃO FINAL

Este sistema, por ser obrigatório em todas as edificações e de fácil execução, deveria ser o melhor sistema a ser instalado, contudo a realidade é diferente. Normalmente, é instalado por pessoas não habilitadas que não atentam para nenhum dos critérios técnicos abordados por falta de conhecimento, acreditando que apenas a inscrição “EMERGÊNCIA” basta.

Vê-se que não é a falta de preocupação com a segurança, e, sim, a falta de informação ao usuário. Ele não sabe que a finalidade do sistema é indicar *as rotas de fuga* da edificação, em caso de sinistro, por conhecer também suas peculiaridades. Se ignora esse fato, não sabe que as ações de combate dependem desse sistema por meio da *visualização dos equipamentos* contra incêndio, que sem ela, os *riscos em potencial* ficam desconhecidos, expondo os que ali transitam.

Dessa forma, o CBMDF, além de exigir e fiscalizar o real cumprimento da norma possui este papel importante: INFORMAR. Somente com a informação é que se chegará ao resultado almejado.

### 6.11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Formas, dimensões e cores. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.435 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.437 – Símbolos gráficos para sinalização contra incêndio e pânico. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.434-1 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 1: Princípios de projeto. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.434-2 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 12693 – Sistemas de proteção por extintores. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 9.441 – Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. 1998.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. NT nº 09 – Atividades eventuais. 2002.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR nº 26 – Sinalização de segurança. 1978.

# 7

## ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

### 7.1 – FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

As edificações da arquitetura brasileira possuem peculiaridades distintas, desde o monumental Congresso Nacional até os antigos casarões herdados dos europeus, contudo, todas possuem a mesma vulnerabilidade: o risco de incêndio, e com ele, todas as conseqüências, como a dificuldade de fuga no ambiente sinistrado.

Foi pensando nessa dificuldade que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou a Norma Brasileira nº 10.898, reeditada em set/1999, adequando e adotando parâmetros internacionais, que tratam dos Sistemas de Iluminação de Emergência a fim de permitir a evacuação do local por meio da *visualização das rotas de fuga e prováveis obstáculos, o resgate de vítimas e o combate a incêndio*. (item 3.11 e 8.1.10<sup>1</sup>)

Vários incidentes precederam à regulamentação dessa norma, até que a experiência dolorosa exigiu que *todas as edificações, independente de área e altura construída ou destinação, possuíssem este sistema*.<sup>2</sup> (NT nº 01/2002-CBMDF)

O sistema deve clarear áreas escuras de passagens (corredores e escadas), áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento dos serviços essenciais e normais (item 3.11). Observa-se que a finalidade do sistema é coerente com os locais de instalação, pois as áreas de trabalho são contempladas devido a grande possibilidade de existência de vítimas nesses locais.

Pergunta-se: qual a necessidade do sistema em áreas técnicas? A resposta é simples, a intenção do sistema presume duas situações: a queda da alimentação de energia elétrica por conseqüência de um incêndio ou a falha do fornecimento de energia por questões técnicas internas ou externas, isto é, da concessionária (item 8.1.1). Dessa forma, caso haja falha da concessionária, a iluminação será necessária para o restabelecimento ou controle da situação gerada pela queda da energia como elevadores, casa de bombas, entre outros. As áreas de serviços essenciais, como exemplo a UTI de um hospital é contemplada nessa intenção do clareamento do ambiente na falha do fornecimento de energia, bem como áreas de controle dos serviços normais como o Ponto Central (PC) da CEB, sala de geradores etc.

Visto essa explanação, levanta-se a seguinte questão: se a loja ou edificação funciona em período diurno, por exemplo, 8h às 18h, não possui vigilantes que podem se tornar vítimas tampouco áreas de controle, possui iluminação natural, qual o objetivo da exigência desse sistema? O final do 2º parágrafo responde: o combate a incêndio deve ser provido de iluminação de emergência. Havendo um sinistro, a iluminação terá um papel importante no combate, tanto na localização dos focos de incêndio quanto na visualização de riscos. Se esse argumento não for suficiente, a norma apela para a segurança patrimonial, que, sem dúvida, necessita de iluminação na falta da

---

<sup>1</sup> Os itens citados neste capítulo se referem à NBR nº 10.898 da ABNT.

<sup>2</sup> Exceção às residências unifamiliares.

concessionária, quando a exposição do patrimônio fica maior. Apesar disso, este argumento não é de competência do Corpo de Bombeiros e, por isso, não é utilizada. (item 3.11)

## 7.2 – TIPOS DE SISTEMAS

A norma prevê 6 sistemas, dos quais 3 são os utilizados em Brasília (item 4.1):

1. conjunto de blocos autônomos;
2. sistema centralizado com baterias;
3. sistema centralizado com grupos motogeradores;
4. equipamentos portáteis;
5. sistema de iluminação fixa por elementos químicos; e
6. sistemas fluorescentes à base de acumulação de energia de luz ou ativados por energia elétrica externa.

### 7.2.1 – CONJUNTO DE BLOCOS AUTÔNOMOS

É o sistema mais simples e rápido de instalar e ainda não exige mão de obra especializada, basta ligar o plugue na tomada e a luminária está pronta. Daí se explica a preferência desse sistema em Brasília.



Figura 7.1 – Bloco Autônomo  
Fonte: CBMDF.

Os blocos possuem uma fonte de energia (bateria interna) com carregador e um sensor de falha da rede alternada a fim de acionar a luminária na queda de energia da rede (passagem do estado de vigília para o estado de funcionamento). Devem possuir *Leds* de controle de supervisão (estado de flutuação e estado de vigília). (item 4.2). NOTA: estado de flutuação é o estado de recarga da bateria.



Figura 7.2 – *Leds* de Controle de Supervisão



Figura 7.3 – Bateria interna e circuito com comutador, sensor e carregador

Fonte: CBMDF.

Estes blocos possuem chave liga/desliga (figura 7.2) que, na prática, prejudica o sistema devido ao desligamento voluntário, situação esta freqüente nas vistorias. Ao contrário dessa chave, a

etiqueta de dados técnicos, como o fluxo luminoso dado em Lumens (lm), nem sempre é encontrado, mas é essencial para determinar a altura de instalação do bloco autônomo.

### 7.2.2 – SISTEMA CENTRALIZADO COM BATERIAS

Este Sistema é intermediário, em questões de custos e de dificuldade de instalação, comparado aos sistemas 1 e 3 citados, mas possui uma vantagem quanto ao primeiro: as luminárias de emergência podem ser instaladas no interior de um globo de iluminação normal, atendendo ao efeito estético desejado pelos empreendedores. NOTA: caso não seja necessária a instalação de luminária a prova de explosão.

A lógica de funcionamento é a mesma, a diferença é que necessita de apenas uma bateria para o estado de funcionamento do sistema, um *carregador*, um sensor de falha da rede alternada e um painel com *Leds* de controle de supervisão. Todo esse conjunto é coletivo e está centralizado normalmente numa sala técnica que deve ser ligada ao quadro geral de energia protegida por disjuntores termomagnéticos, do contrário, uma sobrecarga pode danificar qualquer um dos componentes centralizados e comprometer todo o sistema.



Figura 7.4 – Bateria e quadro de iluminação de emergência  
Fonte: CBMDF.

Essa é a desvantagem deste e do sistema 3, uma falha na sala técnica determina falha em toda a iluminação de emergência. DADOS TÉCNICOS: deve carregar em até 12h (flutuação→vigília) (item 4.3); não deve alimentar outros circuitos ou equipamentos <sup>3</sup> (item 4.3.2) e o tempo máximo de comutação é de 05" (5 segundos) do estado de vigília para o estado de funcionamento (item 4.3.3).

### 7.2.3 – SISTEMA CENTRALIZADO COM GRUPOS MOTOGERADORES

É um sistema complexo e encontrado apenas em grandes edificações como Shopping, edifícios e outros que a necessidade da manutenção da alimentação da rede é vital para a não interrupção dos trabalhos (hospitais e centros de informação, por exemplo). No caso de um incêndio, a primeira atitude da equipe de combate é o desligamento da chave geral, contudo, o gerador, além de alimentar a iluminação de emergência, alimentará os demais circuitos de interesse funcional (ex. computadores). Levanta-se então uma polêmica: os geradores podem ou não alimentar outros circuitos? O assunto será discutido em breve.

Os grupos motogeradores apresentavam dificuldade em atender o tempo máximo de comutação que é de 12"(12 segundos), porém a opção de instalação de um dispositivo de

---

<sup>3</sup> Na prática, este circuito atende também o sistema de detecção e alarme. Nesse caso, deve estar contido no projeto de ambos os sistemas essa ligação assim como o memorial de cálculo a fim de garantir que o sistema de alimentação fornecerá a autonomia mínima da iluminação e do acionamento das sirenes no tempo mínimo conforme prescreve a NBR específica.

preaquecimento em estado de vigília é atualmente adotada. As peculiaridades desse sistema são as seguintes (item 4.4.1) :

1. botão de arranque manual;
2. dispositivo de proteção elétrico por sobrecarga;
3. indicador de quantidade de combustível;
4. supervisão da temperatura da água de resfriamento;
5. base de apoio com isoladores de vibrações e ter um dreno com cascalho para absorver a perda de óleo; e
6. dispositivos gerais como escapamento, silenciador, etc.

Como será visto adiante, a iluminação de emergência deve possuir autonomia de 1 hora, contudo, é exigido que os geradores possuam reserva de combustível por igual período a fim de prever possíveis falhas, mas deve-se ater ao seguinte detalhe: os tanques acima de 200 litros devem ser instalados em bacias de contenção com cascalho e, ainda, atender o isolamento exigido na NR nº 20 (item 4.4.2).



Figura 7.5 – grupo motogerador



Figura 7.6 – tanque de diesel para alimentação do gerador

Fonte: CBMDF.

### 7.2.4 –DEMAIS SISTEMAS

Como não são utilizados no DF, serão desconsiderados os demais sistemas citados no título 7.2, n°s 4, 5 e 6. O motivo é simples: os equipamentos transportados manualmente (ex. lanternas) não podem indicar as saídas de emergência, permitir aclaramento de ambientes nem servir como balizamento (sinalização) das rotas de fuga, isto é, servem apenas como complemento dos outros sistemas (item 4.5).

### 7.3 – FONTE DE ENERGIA E LUMINÁRIAS

Para os sistemas 2 e 3, a localização da fonte de energia é vital para o funcionamento de todo o sistema. Desta forma, itens de segurança foram definidos a seguir (item 4.6):

1. A sala da fonte de energia deve ser exclusiva para esse fim e deve possuir acesso restrito sem passar por áreas com material combustível, ventilada e dotada de dispositivos para saída do ar para o exterior da edificação.

2. As paredes devem ser resistentes ao fogo por 2h;
3. Devem possuir painéis de controle localizados ao lado da entrada da sala.

As luminárias utilizadas são as mais diversas: incandescentes (devem ser evitadas pela pequena vida útil), fluorescentes, mistas, blocos autônomos, e até projetores e faróis. a utilização dos faróis deve ser em último caso, quando não for possível a instalação das demais luminárias. Apesar disso, é **proibida** em escadas ou áreas de desnível, pois a formação de sombras ou ofuscamento pode causar acidentes.

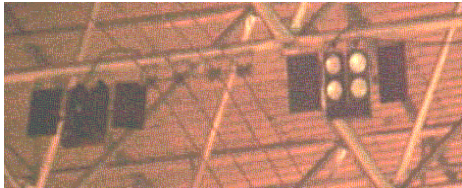


Figura 7.7 – Projetores em pé direito alto

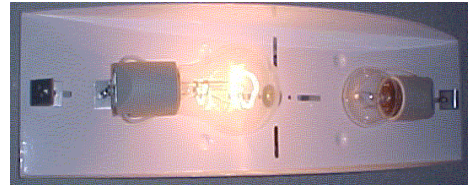


Figura 7.8 – Lâmpada incandescente acesa (uso normal a 220V) e apagada (emergência a 12V)



Figura 7.9 – Lâmpada Florescente em Bloco autônomo  
Fonte: CBMDF.

A figura 7.11 demonstra a utilização adequada dos faróis, pois a utilização de outra luminária é inviável pela altura do pé direito e pelo vão do salão, pois o primeiro causa pequeno nível de iluminação e o segundo inviabiliza outros pontos de instalação. Nesse caso, somente os faróis aclaram adequadamente o ambiente.



Figura 7.10 – Bloco de faróis



Figura 7.11 – Aplicação adequada para faróis  
Fonte: CBMDF.

Apesar da grande variedade de luminárias, todas devem possuir características exigidas não só para a evacuação do público como para o combate a incêndio. Dessa forma, a luminária deve possuir autonomia de 1 hora, resistir o impacto d'água proveniente do combate a incêndio sem se danificar ou se desprender e resistir uma temperatura de 70 °C, dado este que nem sempre está disponível no corpo da luminária (item 4.7).

#### 7.4 – CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO

A rede elétrica de Brasília é de 220 Volts Corrente Alternada (Vca); tensão que deve ser gerada pela fonte do sistema de iluminação de emergência por grupo moto gerador a fim de substituir a alimentação normal e alimentar as luminárias em caso de incêndio. É de conhecimento que o incêndio provoca curto-circuito (CC) na fiação 220Vca que estiver energizada devido ao aquecimento ou derretimento do isolamento entre os pólos do condutor. Em virtude disso, essa alimentação deve ser feita por circuitos especiais que podem conduzir a corrente na tensão de 220 Vca somente em áreas protegidas para escoamento do público que estão livres de materiais combustíveis e separadas por porta corta fogo. Nesse caso, são excluídos salas, lojas, salões, cinemas e outros locais que não possuem essas características.

Além disso, esses locais não podem ser penetrados por vapores do combate ao incêndio, pois, se assim for, haverá condensação na fiação e curto-circuito entre os pólos negativo e positivo. Conclui-se daí que somente as escadas de emergência enclausuradas podem manter essa tensão, pois quaisquer outras áreas como corredores e escadas comuns, por exemplo, apesar de não possuírem material combustível, captam os vapores emanados do local do incêndio que provocarão o “CC” e conseqüente queda da iluminação de emergência, choques elétricos e ampliação dos focos de incêndio.

A tensão de alimentação permitida para as outras áreas é de 30Vcc conduzida por circuitos de baixa tensão, pois a corrente gerada por ela é menos perigosa e possui menor poder de geração de fogo. Esses circuitos de baixa tensão são inviáveis e dispendiosos em caso de edificação já existente que não os possuam, dessa forma, a saída para esses casos é a adoção de disjuntores diferenciais nesses circuitos especiais de iluminação de emergência de 2 a 5 miliAmpère (mA). Os disjuntores desarmam o circuito local na ocorrência da corrente de fuga causadora desses efeitos indesejáveis (eletrocussão e descarga para fora do circuito), impedindo suas conseqüências, contudo não há como manter a iluminação de emergência naquele setor, o que ocorre também com circuitos a 30Vcc (item 4.8.1). Para minimizar esse efeito colateral, o projetista e executor devem adotar circuitos paralelos alimentando luminárias intercaladas em um mesmo setor ou pavimento, quando for necessário mais de um laço de circuito, de modo a manter parcialmente a iluminação no ambiente na ocasião de queda de um dos circuitos, conforme a fig. 7.12.

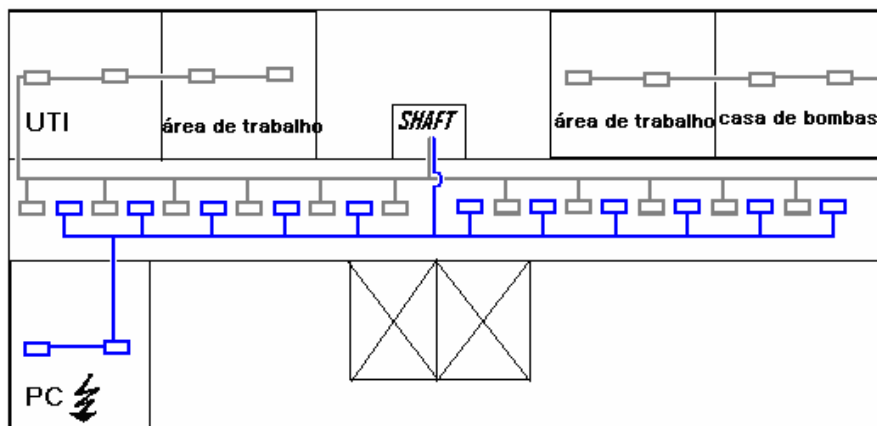


Figura 7.12 – Dois circuito de iluminação em um mesmo setor  
Fonte: CBMDF.



Agora, a questão anterior de que os geradores podem ou não alimentar outros circuitos deve ser reformulada para: o que fazer então com as edificações que necessitam de geradores para o caso de falha na rede?

Para o dimensionamento do sistema de geradores e distribuição elétrica deve-se ter em mente exatamente essas duas situações: de falha na rede ou desligamento voluntário em caso de incêndio, contudo, vê-se que não há dimensionamento que preveja a segunda situação. A previsão de incêndio é ignorada e os geradores sempre alimentam indiscriminadamente todos os circuitos.

A solução seria a adoção de dois grupos moto geradores, um para suprir a alimentação normal como iluminação comum, tomadas elétricas, ar condicionado, circuito interno de TV e outro somente para a iluminação de emergência.

É nessa lógica que se apresenta uma solução viável: a adoção de um circuito de 220Vca para a alimentação normal e outro circuito de 30Vcc transformado e retificado por aparelhos específicos, ambos os circuitos ligados por um mesmo grupo motogerador. Na ocorrência de um incêndio, a equipe de socorro desligaria a chave geral e, no funcionamento do gerador, a equipe também desligaria o circuito de alimentação comum do gerador. Outras soluções podem ser adotadas contanto que mantenham essa lógica.

Entendida a necessidade da limitação da tensão máxima, deve-se exigir também a proteção adequada da fiação sem a qual os cuidados anteriores não surtiriam efeito. A fiação deve ser protegida por eletrodutos e caixas de passagem, independente se aparente ou não, e sendo aparente, esses eletrodutos devem ser metálicos. Mesmo os protegidos por eletrodutos metálicos, se estes passarem por áreas de risco, devem ser isolados contra calor a fim de evitar que o superaquecimento externo provoque curto-circuito na fiação ou que um possível “CC” interno seja fonte de calor para o ambiente externo (item 4.8.8).

O dimensionamento dos circuitos deve atender, no máximo, 25 luminárias por laço de forma que cada fiação conduza uma corrente de 12 A. o que implica em uma bitola mínima de  $1,5\text{mm}^2$  (itens 4.8.3 e 4.8.10).

As grandes edificações normalmente terão de dividir seus circuitos em vários laços em um mesmo ambiente para a ultrapassar o número máximo de luminárias por laço. Para diminuir seus custos, o projetista deverá dividir a edificação em quadrantes a fim de mandar um laço para cada um o que é prejudicial.

Como identificar, então, a tensão, o tipo e quantidade de corrente e a tensão na iluminação de emergência no ato da fiscalização? Com um aparelho chamado **multímetro** se mede a tensão e a corrente em qualquer ponto do circuito, inclusive se a corrente é alternada ou não. É nesse ponto que se esbarra numa realidade: a falta de logística prejudica e até inviabiliza a vistoria. Dessa forma, para assegurar o atendimento à norma, toma-se uma anotação de responsabilidade técnica (ART) do engenheiro responsável pela execução do sistema atestando o atendimento da NBR em lide, contudo isso só responsabiliza alguém após uma tragédia, pois não há como assegurar que o responsável técnico realmente acompanhou a execução das instalações.

O mínimo pode ser averiguado pela vistoria, basta inspecionar os circuitos de iluminação de emergência por meio de etiqueta de dados técnicos, a tensão e a corrente exigida pela luminária. Mais simples e seguro seria se fosse adotada pelo executor do sistema a padronização de cores da fiação conforme a norma: ambos os condutores **pretos** para a corrente alternada (CA); e **vermelho** ou **branco** para o pólo positivo e; **cinza** ou **azul** para o pólo negativo de corrente contínua (CC) (item 4.8.12).

### 7.5 – OPERACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA

Dois conceitos devem estar esclarecidos para a abordagem deste tema: o **Nível de Iluminamento** (E) que é a quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área dado em LUX e o **Fluxo Luminoso** ( $\phi$  “fi”) que é a quantidade de luz emitida por unidade de tempo dado em *Lumens* (Lm). Esse assunto será amplamente abordado no dimensionamento do sistema, mas é necessário para o entendimento deste capítulo.

No subitem 7.3, foi abordado que as luminárias devem iluminar por uma hora, agora, acrescenta-se que essa iluminação não deve ter sua capacidade diminuída em mais de 10% de sua capacidade total com uma hora de atuação (item 4.9). Quer dizer que, se numa *área plana*, o nível de iluminamento mínimo no piso é de **3 lux**, ao completar 1 hora; o “E” não deve ser inferior a 2,7 lux. Da mesma forma, para *locais de desnível e escadas*, como o nível de iluminamento mínimo no piso é de **5 lux**, o “E” não deve ser inferior a 4,5 lux (item 5.1.1.3 e .2).

Esse nível de nivelamento é medido por meio do luxímetro, na ausência do aparelho, deve ser realizado o seguinte cálculo:  $E = 0,0936 * \phi / h^2$ , no qual h é a altura de instalação da luminária. É evidente que esse cálculo não vai informar qual a porcentagem de nível de iluminamento que foi perdido após uma hora, pode-se então solicitar um certificado atestando tais dados fornecidos por um laboratório nacional credenciado (item 5.1.15).

Tão importante quanto essa exigência é a observação criteriosa da *não formação de sombras* em degraus ou obstáculos (item 5.1.1.4) causados pela má localização da luminária como mostra a figura 7.13. Isso ocorreu devido à instalação inadequada das luminárias, as quais não foram suficientes para iluminar o espelho dos degraus. Dessa forma, a angulação do piso em relação à luz emitida pela luminária será repetida no próximo piso, formando sombras.

Para evitar o ocorrido, o modo correto da instalação em escadas é mostrado na fig. 7.14. Deve-se instalar uma luminária nos patamares intermediários da escada e mais uma lâmpada em cada lance de escada, ou seja, no acesso e na descarga de cada lance, pois luminária do patamar intermediário ilumina uma parte do piso e a do patamar de acesso ilumina o espelho e a outra parte do piso.



Figura 7.13 – Formação de sombras

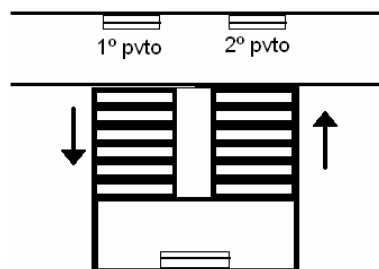


Figura 7.14 – Localização adequada das luminárias em escadas

Fonte: CBMDF.

Veja agora um exemplo da utilização da fórmula do nível de iluminamento:

Um bloco autônomo possui duas lâmpadas, cada uma com 60 lm, qual a altura máxima de instalação em locais planos e em locais desnivelados?

$$E = 0,0936 * \varphi / h^2 > h^2 = 0,0936 * 120 \text{ lm} / 5 \text{ lux} > h = \sqrt{(0,0936 * 24)} > h = \sqrt{(2,2464)} > h \cong 1,50 \text{ (para ambientes desnivelados)}$$

$$E = 0,0936 * \varphi / h^2 > h^2 = 0,0936 * 120 \text{ lm} / 3 \text{ lux} > h = \sqrt{(0,0936 * 40)} > h = \sqrt{(3,744)} > h \cong 1,93 \text{ (para ambientes planos)}$$

Nota: observe que, em locais desnivelados, a lâmpada deve ficar mais próxima do piso a fim de proporcionar maior aclaramento.

No subitem 7.8, você pode consultar duas tabelas que trazem os resultados dessa fórmula aplicada a diversos valores de fluxo luminoso, constando além da altura, a área máxima de iluminamento de cada luminária e a distância máxima entre elas.

As luminárias de aclaramento de ambiente possuem uma distância máxima de cobertura que é definida como sendo quatro vezes a altura de instalação da luminária (**4xh**), sendo que ilumina radialmente duas vezes a altura de instalação em ambientes amplos e, por analogia, 2xh para a direita e 2xh para a esquerda em corredores (item 8.1.1.17).

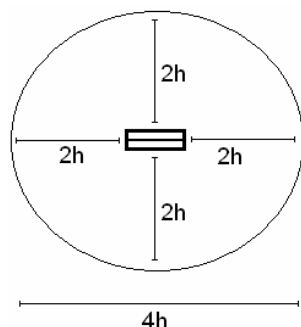


Figura 7.15 – Vista em planta baixa da área de iluminamento

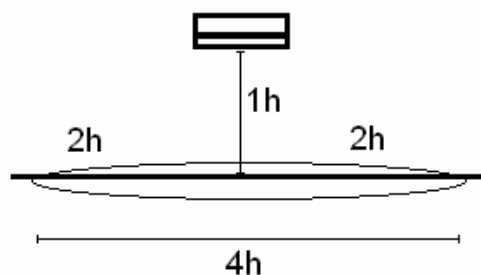


Figura 7.16 – Vista vertical da área de iluminamento

Fonte: CBMDF.

Vê-se, então, que os parágrafos anteriores ditam uma regra para altura de instalação: enquanto o último sugere instalar a luminária o mais alto possível para obter maior área de iluminação e, conseqüentemente, menor número de luminárias, os demais a amarram na exigência de iluminação mínimo nos ambientes.

Sendo assim, não se deve aumentar indiscriminadamente a altura das luminárias, deve-se primeiro calcular a altura máxima de instalação conforme o nível de iluminação mínimo exigido.

Entendido esse confronto, deve-se observar agora quanto à realidade do incêndio: a fumaça produzida forma um colchão de ar (estratificação) no teto e na parte superior das paredes, de forma a obstruir a iluminação de emergência. Dessa forma, duas são as opções para garantir o iluminação mínimo: ou se adota um sistema de iluminação único, tanto para previsão de falha de energia (quando não há fumaça) quanto para incêndio, instalando a luminária mais baixo do que aberturas como fossos de ventilação, portas ou janelas; ou instalam-se dois sistemas de iluminação de emergência, uma para cada caso, de forma que a iluminação, em caso de incêndio, atenda os critérios mínimos de iluminação (item 8.1.18).

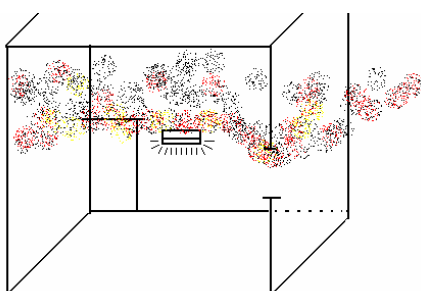


Figura 7.17 – luminária abaixo do nível da abertura de portas e janelas  
Fonte: CBMDF.

A adoção de 2 sistemas superpostos é oneroso e até antiestético, daí o projetista e/ou executor podem apelar para o superdimensionamento do fluxo luminoso das luminárias prevendo a obstrução por parte da fumaça.

A iluminação de emergência está intimamente ligada ao sistema de sinalização de emergência, tanto que se tornam um só quando se fala em **iluminação por sinalização**. Trata-se de luminárias de emergência que possuem na tampa a inscrição “SAÍDA DE EMERGÊNCIA” ou símbolos, como setas indicativas, ou mesmo apostos com adesivos com o objetivo de indicar a rota de fuga, mudanças de direção, portas de saída, escadas e obstáculos (item 5.1.2).

Essa iluminação por sinalização compõe o *sistema de iluminação de emergência por balizamento* e é amplamente utilizado em cinemas e teatro e em países em que a consciência da segurança contra incêndio do público em geral é mais apurada. O fluxo luminoso desta deve ser, no mínimo, de **30 lm** (item 5.1.2.2), luminosidade suficiente para atender a sinalização que deve permanecer ligada 24h por dia.

As luminárias devem possuir fundo branco e símbolo/texto verde ou **vermelho** em ambos os casos, luminárias pré-montadas ou com símbolos apostos, sendo que para este último admite-se ainda fundo transparente (item 5.1.2.3.3). Em ambientes como cinemas e teatros que necessitam da

escuridão para a execução do espetáculo, algumas luminárias possuem o fundo muito grande clareando em excesso o ambiente, o que faz com que a luminária seja desligada. Uma solução seria reduzir a área do fundo a fim de proporcionar menor clareamento no ambiente, pois o objetivo é o balizamento.

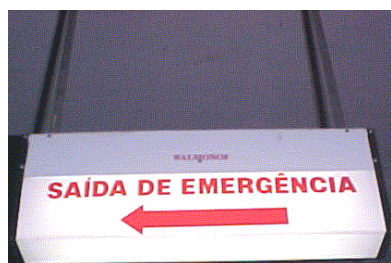


Figura 7.18 – Luminária de balizamento no teto



Figura 7.19 – Sinalização iluminada instalada acima da porta com texto apostro

Fonte: CBMDF.

Como há similaridade entre os dois sistemas citados, a distância máxima entre essas luminárias é de **15 metros** (item 8.1.15) variando de acordo com o *layout* do local, de forma que a rota de fuga seja inconfundível.



Figura 7.19 – Distância entre luminárias

Fonte: CBMDF.

Em eventos a céu aberto, a NT-09 exige esse sistema para aclaramento das placas de saídas de emergência caso elas não sejam fotoluminescentes (item 6.3.6 da NT 09).

Essa exigência vai de encontro ao item 6.6 da mesma norma que exige o sistema de forma a garantir a saída do público em eventos noturnos, ou seja, aclarar todas as rotas de fuga. Se partir do princípio que a iluminação é necessária só em eventos noturnos, a iluminação das placas também deve ser cobrada só para noite.

A NBR nº 10898 logo em sua introdução, deixa evidente que, em locais que a iluminação natural se faz presente, o sistema pode ser isentado. A dificuldade em se aplicar esse item em edificações é que não fica evidente o nível de iluminamento mínimo para a iluminação natural. À noite, a iluminação natural é proveniente da lua e das estrelas. Por assim ser, o CBMDF não considera essa iluminação e exige a iluminação independente se as paredes são ou não envidraçadas.

Já os eventos noturnos a céu aberto utilizam a iluminação natural citada mesmo que seja inadequada. Na realidade, esses eventos são alimentados por geradores de energia que garantem a

iluminação normal do evento, quer seja ele mal iluminado como shows ou com boa iluminação como feiras. Em ambos os casos, está sendo admitido o nível de iluminamento de funcionamento normal do evento, mesmo que ocorram na penumbra.

### 7.6 – MANUTENÇÃO DO SISTEMA

Tão importante quanto a perfeita execução do sistema é a manutenção periódica que garante o funcionamento em caso de necessidade. Por assim ser, é que o proprietário, síndico, ou possuidor de qualquer título da edificação é responsável pelo perfeito funcionamento do sistema (item 9.1). Daí a necessidade do esclarecimento da comunidade sobre a responsabilidade e de que deve recorrer ao CBMDF, CREA, ABNT, INMETRO e outros órgãos, a fim de verificar o credenciamento de instaladores ou fabricantes e exigir destes um manual de manutenção (item 9.16). Estes dois são apenas co-responsáveis, isso se forem observadas as condições de instalação por parte do instalador ao fabricante, e de manutenção por parte do responsável ao instalador (item 9.2).

Essas orientações de manutenção devem ser instaladas próximas ao aparelho com informações de manutenção de 1º escalão como conferir fusíveis ou disjuntores, teste de lâmpada, nível de eletrólito entre outros, e devida anotação em caderno de controle (itens 9.4 e 9.7). Devem ser lançados ainda as verificações e ensaios periódicos:

- ❑ Blocos autônomos (item 9.10.1):
  - Mensal: passagem do estado de vigília para o estado de funcionamento e vice-versa.
  - Semestral: teste de 1 hora para verificar a carga.
  - Anual: verificação de todos os contatos elétricos do sistema.
  
- ❑ Centralizados com bateria (item 9.10.2):
  - Mensal: passagem do estado de vigília para o estado de funcionamento e vice-versa;
  - Semestral: teste de 1 hora para verificar a carga, verificar as tensões individuais das baterias após o teste e o nível de eletrólito.
  - Anual: verificação da capacidade de armazenamento de energia elétrica.
  
- ❑ Grupo motogerador: (item 9.10.3)
  - Quinzenalmente: acionamento do gerador por meio de dispositivo de supervisão da rede pública e inspeções visuais (nível de óleo, etc).
  - Semestral: teste de 1 hora para verificar a carga com avaliações dos sistemas do gerador.
  - Anual: verificar todos os contatos elétricos do sistema.

Essas manutenções devem ser atestadas por meio de laudo de manutenção podendo possuir a seguinte codificação:

1. Apresentar laudo de manutenção do sistema de iluminação de emergência, devidamente visado no CREA, informando os resultados encontrados especificados nos itens 9.10.1 a 9.10.4 e 9.13.1 da NBR nº 10898/99 da ABNT.

A fiscalização do funcionamento do sistema é, muitas vezes incompleta devido à falta de recursos ou por falta de condições de teste como excesso de luminosidade, pois deveria ser realizada a noite, e por dificuldade interposta por parte do usuário. Dessa forma, cabe a exigência de laudo de aferição do sistema constando nele, além das características do sistema, os resultados encontrados conforme os itens 10.1 a 10.9. A exigência pode possuir a seguinte codificação:

2. Apresentar laudo de aferição do sistema de iluminação de emergência, devidamente visado no CREA, informando os resultados encontrados especificados nos itens 10.1 a 10.9 da NBR nº 10.898/99 da ABNT. Deve constar ainda a quantidade de luminárias por circuito, tensão e amperagem de cada circuito, tempo de comutação, de recarga e de autonomia, devendo estes atenderem aos valores especificados na NBR n ° 10.898/99 da ABNT.

### 7.7 – APLICAÇÃO FINAL

O sistema de iluminação de emergência bem dimensionado só é amplamente valorizado na ocorrência de um sinistro. A mentalidade de imediatismo e a falta de cultura prevencionista são fatores determinantes para essa valorização, idealismo que deve ser construído a cada dia por parte dos órgãos do governo e a comunidade em geral.

Apesar de estarmos longe de uma fiscalização detalhada e de sistemas executados conforme a normalização, o CBMDF e os demais órgãos de normalização e fiscalização estão buscando caminhos para alcançar esse nível de segurança.

### 7.8 – TABELAS DE DIMENSIONAMENTO

**Tabela 1** - Dimensionamento em locais planos

Fluxo numinoso ( $\varphi$ ) dado em Lm	Altura máx(h) Dado em m	Locais planos		
		Área (A) (em m <sup>2</sup> ) (aplicável em vãos)	Distância (D) (em m) (aplicável em corredores)	
			individual	Entre luminárias
30	0,97	11,8	1,94	3,88
60	1,37	23,6	2,74	5,48
80	1,58	31,4	3,16	6,32
100	1,77	39,4	3,54	7,08
120	1,93	46,8	3,86	7,72
160	2,23	62,5	4,46	8,92
180	2,37	70,6	4,74	9,48
200	2,50	78,5	5,00	10,00
400	3,53	156,6	7,06	14,12
600	4,33	235,6	8,66	17,32
800	4,99	312,9	9,98	19,96
1000	5,58	391,3	11,16	22,32

Fonte: CBMDF.

**Tabela 2** - Dimensionamento em locais desnivelados

<b>Locais desnivelados (escadas, degraus e rampas)</b>			
<b>Fluxo numinoso (<math>\varphi</math>) dado em Lm</b>	<b>Altura máx(h) Dado em m</b>	<b>Distância (D) (em m) (aplicável em rampas)</b>	
		<b>Individual</b>	<b>Entre luminárias</b>
30	0,75	1,5	3,0
60	1,0	2,0	4,0
80	1,22	2,44	4,88
100	1,37	2,74	5,48
120	1,50	3,00	6,00
160	1,73	3,46	6,92
180	1,83	3,66	7,32
200	1,93	3,86	7,72
400	2,74	5,48	10,96
600	3,35	6,70	13,40
800	3,87	7,74	15,48
1000	4,33	8,66	17,32

Fonte: CBMDF.

#### **7.9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 10.898 – Sistema de iluminação de emergência. 1999.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. NT nº 09 – Atividades eventuais. 2002.



# 8

## SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

### 8.1- HISTÓRICO

O raio sempre existiu, fazendo parte da própria evolução e formação da Terra. No início, há milhões de anos, no processo de resfriamento do planeta, tempestades violentas existiam em abundância. Com o resfriamento da Terra, as tempestades se estabilizaram, mantendo-se num equilíbrio natural.

O raio é um fenômeno natural que sempre impôs temor aos homens, tanto pelo ruído do trovão como pelos incêndios e destruições que causa. Foi longo o caminho percorrido para se descobrir a natureza elétrica das descargas atmosféricas e para se chegar a regras confiáveis de proteção para propriedades, aparelhos, equipamentos, objetos, animais e, principalmente, para as pessoas.

Na bibliografia, encontra-se referência a gravuras representando símbolos mitológicos e ritos desde 2.200 a.C. quando o Deus do Tempo, na Babilônia, era representado nas gravuras segurando três raios em cada mão.

Na antigüidade, o raio estava sempre associado a deuses e divindades, sendo fartamente apresentado na literatura grega de 700 a.C, na qual onde os registros mitológicos mostram Zeus como sendo o deus do raio. Na mitologia chinesa, a deusa Tien Mu cuidava das trovoadas, e Lien Tsu era o deus do trovão.

Somente mais tarde, no século XVIII, os pesquisadores começaram a associar os raios às descargas que os físicos obtinham em laboratório e, mais ou menos ao mesmo tempo, na Europa e nos EUA, foram realizadas experiências demonstrando o caráter elétrico dos raios e que, por ocasião das tempestades, era possível captar eletricidade e carregar os corpos da mesma maneira que se fazia com as já então conhecidas máquinas eletrostáticas.

A experiência mais famosa (já no século XVIII) foi a de Benjamin Franklin, que conseguiu obter faíscas elétricas entre um fio metálico de uma pipa e objetos metálicos aterrados.

Na Europa, pesquisadores procuraram determinar as reações dos seres vivos à eletricidade captada na atmosfera por meio de balões com fios metálicos amarrados em animais, tendo constatado que os eqüinos reagiam violentamente (davam coices) enquanto os ovinos pareciam nada sentir (ou suportavam sem reagir). Que todas essas experiências eram perigosas ficou demonstrado quando um pesquisador russo, Richman, faleceu ao ser atingido por uma violenta descarga ao procurar captar eletricidade no alto da catedral de S. Petersburgo.

Franklin propôs, pela primeira vez, um método de proteção contra raios de um edifício: colocando-se uma ponta metálica pontiaguda, 2,5 a 3,0 metros acima da casa e em contato com a terra, ela deverá descarregar silenciosamente a nuvem antes que ocorra o raio, ou conduzirá a descarga para a terra, sem que o edifício sofra danos. A primeira parte (descarga silenciosa da nuvem) estava errada, mas a segunda parte ainda hoje é a base do sistema de proteção pelo método do ângulo de proteção, também chamado método Franklin.

Faraday propôs, posteriormente, a utilização do princípio da gaiola de condutores percorridos por corrente elétrica. Esse princípio é atualmente utilizado no método denominado da gaiola ou da malha.

Hoje, para estudar o raio, usa-se um processo mais sofisticado, como o de criar, entre o laboratório e a nuvem, um caminho de ar ionizado produzido pelo lançamento de foguetes. Por meio do caminho de ar ionizado, a probabilidade do raio escoar para a terra é maior. Dessa maneira, pode-se examinar melhor o raio por meio de máquinas fotográficas rotativas especiais de alta velocidade, que foram desenvolvidas para congelar várias tomadas sucessivas do raio, e oscilógrafos especiais podem acompanhar sua *performance*.

## 8.2- FORMAÇÃO DE CARGAS NAS NUVENS

As correntes de ar ascendentes carregam grande quantidade de umidade. Essa umidade, encontrando nas regiões mais altas uma temperatura baixa, se condensa formando várias gotículas de água, que ficam suspensas no ar. Essas gotículas aglomeram-se formando gotas maiores e, pela influência da gravidade, começam a cair. Ao caírem encontram outras gotículas, aumentando o seu tamanho. Assim, a gota já tendo um tamanho considerável e o solo da terra sendo negativo, recebe cargas positivas na parte inferior, e cargas negativas na parte superior.

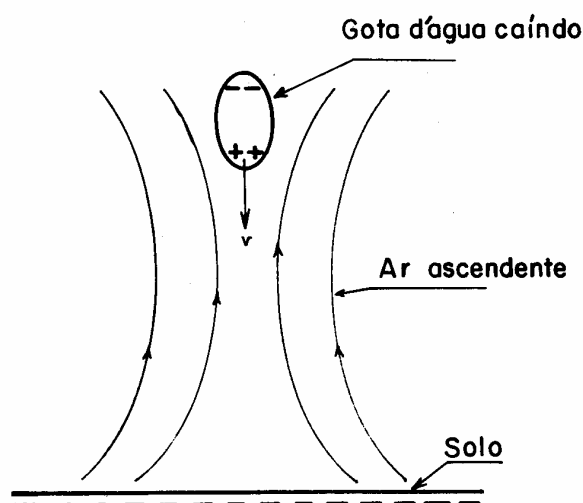


Figura 8.1 – Polarização de gotículas de água.

A gota aumenta de tamanho até ficar com um diâmetro de, aproximadamente, 5mm, tornando-se instável e fragmentando-se em várias gotículas menores. No momento da fragmentação, há formação de íons positivos, na parte inferior, e negativos na superior.

Os íons positivos encontram grande quantidade de gotículas de água arrastadas pelo ar ascendente. A gota ascendente (neutra), durante o choque, entrega elétrons aos íons positivos descendentes. Dessa maneira, a gota ascendente se torna positiva e o íon fica neutralizado.

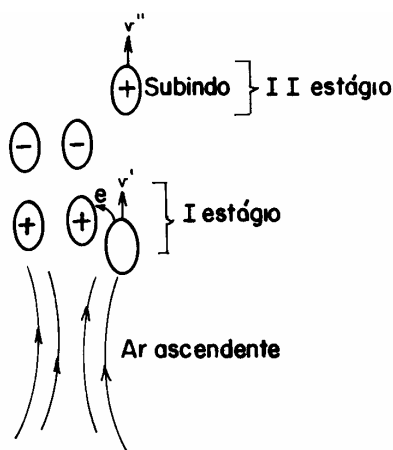


Figura 8.2 – Fragmentação das gotículas de água.

Como essas gotas ascendentes (agora positivas) estão dotadas de grande energia cinética, conseguem subir até a parte superior da nuvem. Os íons negativos resultantes da fragmentação de uma grande gota descem até parar, subindo em seguida, também arrastados pelo ar ascendente. Os íons têm menor energia cinética que as gotículas positivas e, por isso, elas aglomeram-se na parte inferior da nuvem, deixando-a carregada positivamente, na parte superior e negativamente na inferior.

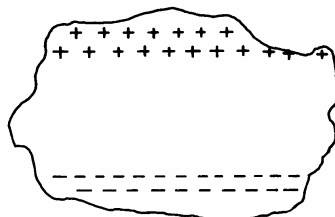


Figura 8.3 – Polarização das nuvens.

Aproximadamente, 95% das nuvens ficam carregadas como indicado na figura 8.3. Apesar de o fenômeno não ser bem compreendido, verifica-se que algumas nuvens ficam carregadas ao contrário, isso é, com cargas positivas embaixo e negativas em cima.

Muitas nuvens, por serem grandes e extensas, podem ter várias ilhas de cargas elétricas. Desse modo, durante uma tempestade, a nuvem pode se fragmentar, formando nuvens menores, com possibilidade de diversas combinações de cargas, tais como:

- a) nuvens menores com cargas positivas e negativas;
- b) nuvem com cargas positivas;
- c) nuvem com cargas negativas;
- d) nuvem com cargas positivas e negativas não equilibradas.

Essa dissociação, formando diversas nuvens com cargas distintas, vem contribuir ainda mais com a tempestade. Isso ocorre devido à formação de diversos raios entre nuvens e deslocamentos entre nuvens de modo aleatório, ocasionados pelas forças de atração e repulsão das cargas elétricas e pelas forças eletromagnéticas devido à descarga.

Decorrente dessa complexidade, os fenômenos concernentes à formação de cargas, polaridades e raios não estão ainda bem esclarecidos. Aliado a esse fato, há um fenômeno que intriga os pesquisadores: a razão de a nuvem não se descarregar internamente, neutralizando suas cargas positivas e negativas.

### 8.3- FORMAÇÃO DOS RAIOS

O raio é uma gigantesca faísca elétrica, dissipada rapidamente sobre a terra, causando efeitos danosos. Relâmpago é a luz gerada pelo arco elétrico do raio. Trovoada é o ruído (estruído) produzido pelo deslocamento do ar devido ao súbito aquecimento causado pela descarga do raio.

A nuvem carregada induz, no solo, cargas positivas, que ocupam uma área correspondente ao tamanho da nuvem. Como a nuvem é arrastada pelo vento, a região de cargas positivas no solo acompanha o seu deslocamento, formando uma sombra de cargas positivas que segue a nuvem.

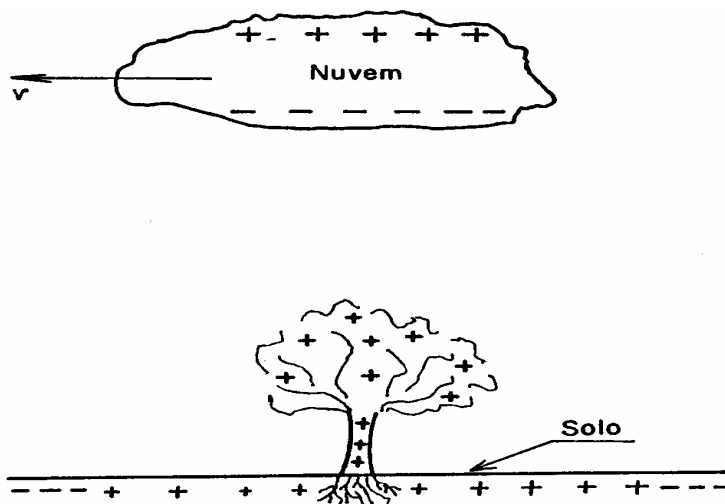


Figura 8.4 – Indução de cargas positivas no solo devido à presença de nuvem carregada.

Nesse deslocamento, as cargas positivas induzidas vão escalando árvores, pessoas, pontes, edifícios, pára-raios, morros, ou seja, o solo sob a nuvem fica com carga positiva. Entre a nuvem e a terra formam-se diferenças de potenciais que variam de 10 a 1.000.000 KV, sendo que a nuvem se encontra entre 300 e 5.000 metros de altura. Note-se que, para a descarga se efetuar, não é necessário que o gradiente de tensão (campo elétrico) seja superior à rigidez dielétrica de toda a camada de ar entre a nuvem e o solo, bastando, para isso, um campo elétrico bem menor. Sendo explicado pelo fato de o ar entre a nuvem e a terra não ser homogêneo, pois contém grande quantidade de impurezas, umidade e ar ionizado, que estão em constante agitação. Com isso, o ar entre a nuvem e a terra fica muito enfraquecido e um campo elétrico já é suficiente para que o raio consiga perfurar o ar e descarregar na terra.

A queda do raio se dá devido ao fato de a camada de ar, durante uma tempestade, estar enfraquecida. Primeiramente, pequenos túneis de ar ionizado ficam, pelo poder das pontas, com alta concentração de cargas que vão, aos poucos, furando a camada de ar à procura dos caminhos de menor resistência, isso é, os túneis ionizados, tentando se aproximar das cargas positivas do solo.

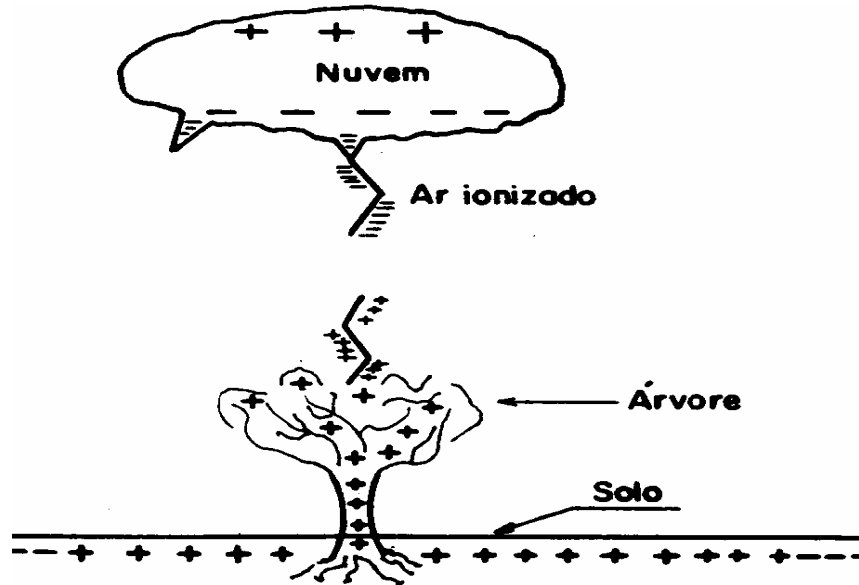


Figura 8.5 – Formação do raio.

Note-se que os galhos das árvores formam pontas, que acumulam cargas elétricas, propiciando, assim, a ionização do ar. Quando os dois túneis estão perto, a rigidez do ar é vencida, formando o raio piloto (líder), descarregando parte da carga da nuvem para o solo numa velocidade de 1.500Km/s. Depois de formado o raio piloto, existe, entre a nuvem e a terra, um túnel (canal) de ar ionizado, de baixa resistência elétrica, isso é, a nuvem está literalmente curto-circuitada à terra. Desse modo, ocorre o raio principal ou descarga de retorno, que vai da terra para a nuvem por meio do túnel ionizado, com uma velocidade de 30.000Km/s. No raio de retorno, as correntes são elevadíssimas, da ordem de 2.000 a 200.000 ampères. Após essas duas descargas, pode existir uma terceira, de curta duração, com correntes de 100 a 1.000 ampères. Estas três descargas, formam o chamado raio, que acontece em frações de micro segundos, dando a impressão da existência de apenas uma descarga. Existe, além do já descrito, o raio de múltiplas descargas, isso é, nuvens grandes precisam de várias descargas para se descarregarem.

A maioria dos raios ocorre entre nuvens, formando descargas paralelas à superfície do solo. Isso se dá durante uma tempestade, quando nuvens se aproximam a uma distância tal que a rigidez do ar é quebrada pelo alto gradiente de tensão, com a conseqüente formação do raio, ocorrendo a neutralização das nuvens. Próximo do Equador, da totalidade de raios de uma tempestade a maioria ocorre entre nuvens do que entre nuvens e a terra. Já com o aumento da latitude essa tendência diminui.

O raio, de um modo geral, cairá sempre nos pontos mais elevados em relação aos demais pontos, tais como: topo de morros, montanhas, sobre árvores isoladas, na ponta de pára-raios, em casas, etc.

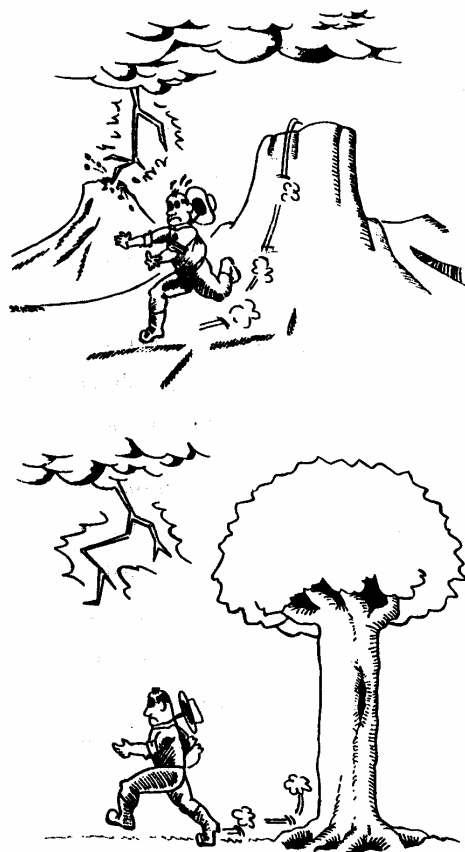


Figura 8.6 – O raio atinge, em geral, o ponto mais alto da região.  
Fonte: Nunes (1999).

#### 8.4- EFEITOS DA DESCARGA ATMOSFÉRICA SOBRE OS SERES VIVOS

*Parada cardíaca* – ocorre em consequência da exposição aos campos eletromagnéticos, que geram correntes de circulação no tronco, as quais podem causar fibrilação ventricular caso a corrente passe pelo coração na fase “T” do ciclo cardíaco. A fase “T” ocorre entre a diástole e a sístole e tem a duração média de 0,15 segundos, enquanto o ciclo cardíaco tem a duração média de 0,75 segundos. Existe, pois, uma possibilidade razoável (4 em 5) de escapar aos campos eletromagnéticos.

*Tensão de passo* – um ser vivo, com os apoios (pés ou patas) separados, fica sujeito a uma tensão que provocará a circulação de corrente pelo tronco. Nos bípedes isso, raramente causa a morte, pois a parcela da corrente que passa pelo coração é muito pequena; já para os quadrúpedes, a totalidade da corrente passa pelo tronco e é a causa mais freqüente de morte durante as tempestades.

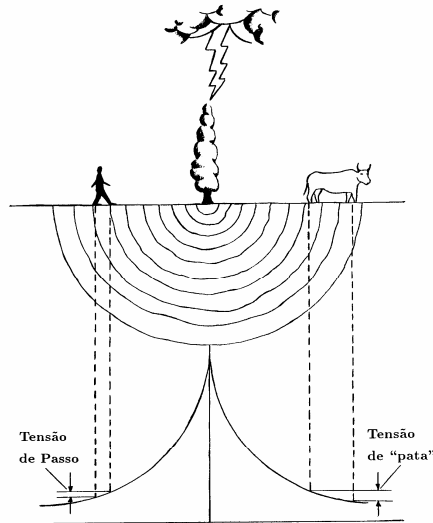


Figura 8.7 – Tensão de passo e tensão de pata.  
Fonte: Leite (2001).

*Tensão de toque* – quando o condutor da corrente do raio tem uma alta impedância, são geradas tensões ao longo dele, e uma pessoa que o toque ficará sujeita a uma tensão que, aplicada entre uma ou as duas mãos e os pés, provocará a passagem de corrente pelo tronco, causando freqüentemente a morte. É possível também que a causa da corrente seja o campo magnético no laço formado entre a pessoa e o condutor.



Figura 8.8 – Tensão de toque.  
Fonte: Nunes (1999).

*Descarga lateral* – entre o condutor da corrente e a cabeça da vítima aparece uma tensão tão alta que ocorre uma descarga disruptiva, causando freqüentemente a morte. Essa é a causa mais freqüente de morte, pois as pessoas procuram se abrigar da chuva embaixo das árvores e são atingidas pelas descargas, ou sofrem os efeitos dos campos magnéticos no laço formado entre elas e a árvore.

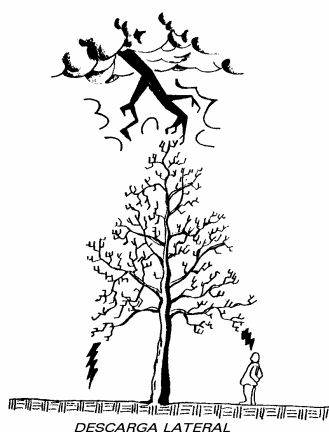


Figura 8.9 – Descarga lateral.  
Fonte: Nunes (1999).

*Descarga direta* – uma pessoa andando em campo aberto pode se tornar o alvo e receber diretamente o impacto do raio, caso em que raramente resiste às queimaduras e aos efeitos da corrente sobre o cérebro e sobre o coração. Os poucos sobreviventes são vítimas que foram atingidas por um ramo ou braço menor do raio, com corrente de baixa intensidade.



Figura 8.10 – Descarga direta.  
Fonte: Nunes (1999).

#### 8.5 – DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

A NBR nº 5.419/01 define, em seu anexo B, um método para determinar a necessidade de instalação de SPDA em edificações, levando em consideração a incidência de raios por região, entre outros critérios. Porém, o CBMDF adota a NT nº 01 – exigências para compor os sistemas de proteção para as edificações de acordo com sua destinação, área e altura.

#### 8.6 – DEFINIÇÕES

**Descarga atmosférica:** descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloampères.

**Raio:** um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.



**Ponto de impacto:** ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (uma descarga atmosférica pode ter vários pontos de impacto).

**Volume a proteger:** volume de uma estrutura ou de uma região que requer proteção contra os efeitos das descargas atmosféricas.

**Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA):** 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.

**Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas:** sistema que consiste em captosres, condutores de descida e subsistema de aterramento.

**Sistema interno de proteção contra descargas atmosféricas:** conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger.

**Ligação equipotencial:** ligação entre o SPDA e as instalações metálicas, destinadas a reduzir as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica.

**Captor:** parte do SPDA externo destinado a interceptar as descargas atmosféricas.



Figura 8.11 – Captor de descargas atmosféricas.  
Fonte: [www.tel.com.br](http://www.tel.com.br)

**Condutor de descida:** parte do SPDA externo destinado a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o captor até o sistema de aterramento. Esse elemento pode também estar embutido na estrutura.



Figura 8.12 – Condutor de descida.  
Fonte: [www.tel.com.br](http://www.tel.com.br)

**Sistema de aterramento:** parte do SPDA externo destinado a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra.

**Eletrodo de aterramento:** elemento ou conjunto de elementos do sistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica na terra.

**Eletrodo de aterramento em anel:** eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura, na superfície da terra ou enterrado.

**Eletrodo de aterramento de fundação:** eletrodo de aterramento embutido nas fundações da estrutura.



Figura 8.13 – Eletrodo de aterramento de fundação  
Fonte: [www.tel.com.br](http://www.tel.com.br)

**Componente natural de um SPDA:** componente da estrutura que desempenha uma função de proteção contra descargas atmosféricas, mas não é instalado para esse fim (coberturas metálicas, pilares metálicos, armações de aço das fundações etc).

**Instalações metálicas:** elementos metálicos situados no volume a proteger, que podem constituir um trajeto da corrente de descarga atmosférica, tais como estruturas, tubulações, escadas, trilhos de elevadores, dutos de ventilação e de ar-condicionado e armações de aço interligadas.

**Massa (de um equipamento ou instalação):** conjunto das partes metálicas não destinadas a conduzir corrente, eletricamente interligadas e isoladas das partes vivas, tais como invólucros de equipamentos elétricos.

**Barra de ligação equipotencial:** barra condutora na qual se interligam ao SPDA as instalações metálicas, as massas e os sistemas elétrico, eletrônico e de telecomunicação.



Figura 8.14 – Armações de aço interligadas  
Fonte: [www.tel.com.br](http://www.tel.com.br)

**Armações de aço (interligadas):** armações de aço embutidas numa estrutura de concreto, que asseguram continuidade elétrica para as correntes de descarga atmosférica.

**Centelhamento perigoso:** descarga elétrica inadmissível, provocada pela corrente de descarga atmosférica no interior do volume a proteger.

**Distância de segurança:** distância mínima entre dois elementos condutores no interior do volume a proteger, que impede o centelhamento perigoso entre eles.

**Conexão de medição:** conexão instalada de modo a facilitar os ensaios e medições elétricas dos componentes de um SPDA.

**SPDA externo isolado do volume a proteger:** SPDA no qual o captor e os condutores de descida são instalados suficientemente afastados do volume a proteger, de modo a reduzir a probabilidade de centelhamento perigoso.

**SPDA externo não isolado do volume a proteger:** SPDA no qual o captor e os condutores de descida são instalados de modo que o trajeto da corrente de descarga atmosférica pode estar em contato com volume a proteger.

**Estruturas comuns:** estruturas utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residenciais.

**Nível de proteção:** termo de classificação de um SPDA que denota sua eficiência. Esse termo expressa a probabilidade de um SPDA proteger um volume contra os efeitos das descargas atmosféricas.

**NÍVEL I:** é aquele na qual uma falha no SPDA poderá causar danos às estruturas vizinhas ou ao meio ambiente.

**NÍVEL II:** é aquele no qual uma falha no SPDA poderá causar danos elevados ou destruir bens insubstituíveis, porém com os danos restritos à estrutura e seu conteúdo. Também se incluem nessa classificação os locais onde haja aglomeração de público.

**NÍVEL III:** é aquele destinado a estruturas de uso comum (residências, escritórios, etc).

NÍVEL IV: é aquele destinado a estruturas de material não inflamável, com pouco acesso de pessoas e que não armazene material inflamável.

Tabela 8.1 – Nível de proteção.

Classificação da Estrutura	Tipo da Estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas	Nível de Proteção
Estruturas comuns (ver Nota "a")	Residências	Perfuração da isolação de instalações elétricas, incêndio, e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio.	III
	Fazendas	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas.	III ou IV (ver Nota "b").
	Estabelecimento agropecuários	Risco indireto devido à interrupção de energia, e risco de morte para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros.	
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos às instalações elétricas (p. ex.: iluminação) e possibilidade de pânico. Falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro.	II
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais, e outros	Como acima, além de efeitos indiretos com a perda de comunicações, falhas dos computadores e perda de dados.	II
	Hospitais, casa de repouso e prisões	Como para escolas, além de efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo, e dificuldade de resgate de pessoas imobilizadas.	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de danos pequenos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção.	III
	Museus, locais arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível.	II
Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicação usinas elétricas Indústrias	Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo. Risco indireto para as imediações devido a incêndios, e outros com risco de incêndio.	I
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores.	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com conseqüências perigosas para o local e para o meio ambiente.	I

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

a) ETI (equipamentos de tecnologia da informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas, não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR nº 5.410) de modo a limitar os prejuízos em níveis aceitáveis.

b) Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pós de grãos) sujeitos a explosão são considerados com risco para arredores.

### 8.7 – CONDIÇÕES GERAIS

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, gostaríamos de fazer os seguintes esclarecimentos:

a) a descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração etc.), como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

b) nada, em termos práticos, pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

c) a implantação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas é normalizada internacionalmente pela *International Electrotechnical Commission* (IEC) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).

d) somente os projetos elaborados com base em disposições dessas normas podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, essa eficiência nunca atingirá os 100%, estando, mesmo essas instalações, sujeitas a falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas de edifícios ou de quinas da edificação ou ainda de trechos de telhados. A norma brasileira prevê eficiência de 98% para nível I, 95% para nível II, 90% para nível III e 80% para nível IV.

e) não é função do sistema proteger equipamentos eletro-eletrônicos (comando de elevadores, interfones, portões eletrônicos, centrais telefônicas, subestações etc.), pois mesmo uma descarga captada e conduzida à terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar esses equipamentos. Para sua proteção, deverá ser contratado um projeto adicional, específico para instalação de supressores de surto individuais (protetores de linha).

f) os sistemas implantados de acordo com a norma, visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas atmosféricas que a atinjam de forma direta, tendo a NBR nº 5.419 da ABNT como norma básica.

g) é de fundamental importância que, após a instalação, haja uma inspeção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas inspeções após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

### 8.8 – CAPTAÇÃO DA DESCARGA ATMOSFÉRICA

A captação da descarga atmosférica tem a finalidade de reduzir ao mínimo a probabilidade da 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.

Os seguintes elementos constituem os captadores:

- hastes;

- cabos esticados; e
- condutores em malha.

Os seguintes métodos podem ser usados na captação da descarga atmosférica:

- método Franklin (ângulo de proteção);
- método eletrogeométrico (esfera rolante ou fictícia); e
- método Faraday (condutores em malha ou gaiola).

### Método Franklin

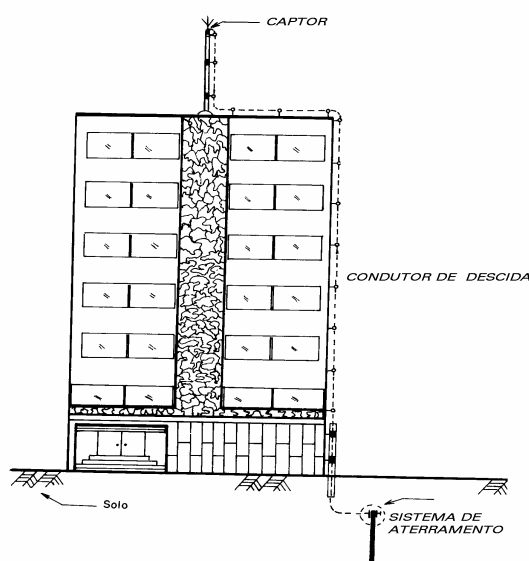


Figura 8.15 – Sistema de proteção utilizando captor tipo Franklin.  
Fonte: Nunes (1999).

É baseado na proposta inicial feita por Benjamin Franklin, tendo sofrido várias propostas de alteração quanto ao ângulo ou ao volume de proteção. Pelo método uma haste vertical protege contra a queda de raios o volume de um cone abaixo da haste, com ângulo no vértice, de acordo com a altura.

Tabela 8.2 – Ângulo de proteção

ALTURA (m)	< 20	< 30	< 45	< 60
NÍVEL				
I	25°	*	*	*
II	35°	25°	*	*
III	45°	35°	25°	*
IV	55°	45°	35°	25°

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

\* Não se aplica o método de Franklin.

O raio de proteção dar-se-á da seguinte maneira:  $r = \text{tg } \alpha \cdot h$ , na qual  $r$  é o raio,  $h$  a altura da haste captora em relação ao plano horizontal a ser protegido e  $\alpha$  o ângulo de proteção. É importante notar que se deve calcular a proteção em nível do telhado da estrutura e não ao nível do solo, ou seja,  $h$  é a altura apenas da haste.

Devido às limitações impostas, o método vem caindo em desuso, sendo substituído pelo método eletrogeométrico.

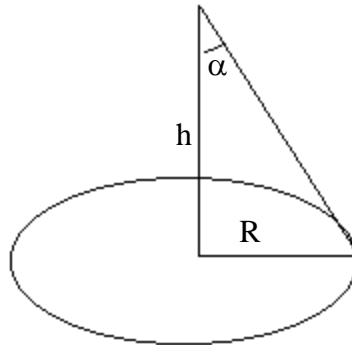


Figura 8.16 – Raio de proteção do método Franklin.  
Fonte: CBMDF.

#### Método Eletrogeométrico

É a mais moderna ferramenta com que contam os projetistas do SPDA para estruturas. É baseado em estudos feitos a partir de registros fotográficos, da medição dos parâmetros dos raios, dos ensaios em laboratórios de alta tensão, do emprego das técnicas de simulação e da modelagem matemática.

Dividindo-se o trajeto da descarga atmosférica em etapas, teríamos, por esse modelo, que a próxima etapa (caminho que o raio poderia tomar) estaria contida numa esfera de raio  $R$  a partir da extremidade do raio. Ao se aproximar da terra, a descarga dar-se-á no ponto em que a esfera tocar primeiro, quer seja uma edificação ou a terra.

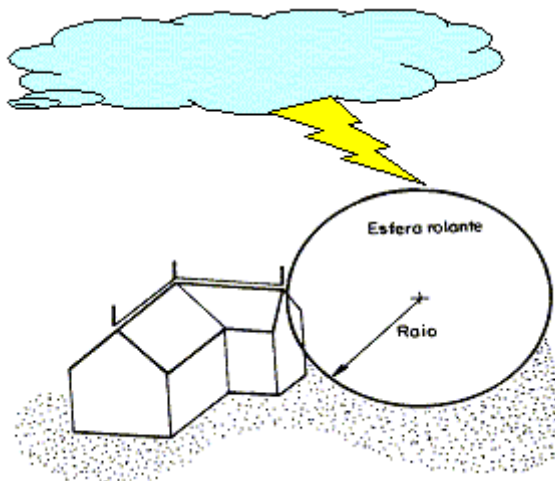


Figura 8.17 – Raio da esfera rolante do método eletrogeométrico.  
Fonte: CBMDF.

O raio da esfera está relacionado com a corrente do raio por uma equação do tipo:

$$R_a = 2.i_{máx} + 30 (1 - e^{-i_{máx}})$$

As normas estabeleceram os valores de crista máximo da corrente do primeiro raio negativo e, a partir da equação acima, foram determinados os raios das esferas fictícias correspondentes. A cada raio de atração corresponde um nível de proteção. A partir da probabilidade de ocorrência das correntes, calculou-se a eficiência esperada para a proteção, obedecidas a todas as prescrições das normas.

Tabela 8.3 – Raio da esfera rolante

NÍVEL	I	II	III	IV
RAIO DA ESFERA (m)	20	30	45	60
CORRENTE (kA)	3,7	6,1	10,6	16,5

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

Uma vez determinado o raio da esfera rolante pela tabela 8.3, verificam-se as zonas de proteção estabelecidas conforme mostrado abaixo.

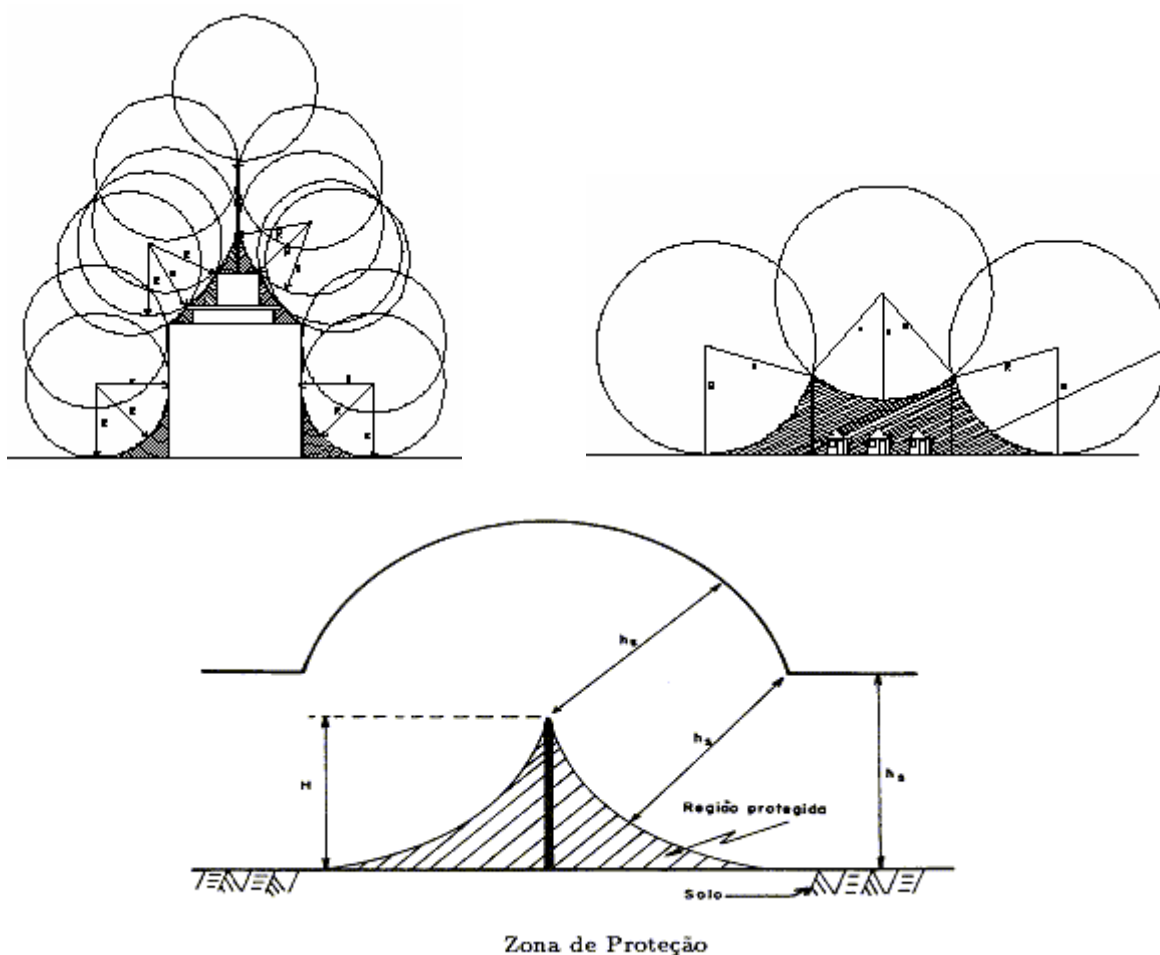


Figura 8.18 – Exemplo de aplicação do modelo eletrogeométrico.  
Fonte: CBMDF.



### Método da gaiola de Faraday

É baseado na teoria de Faraday, segundo a qual o campo elétrico no interior de uma gaiola condutora é nulo, mesmo quando passa por seus condutores uma corrente de valor elevado. Para que o campo seja nulo é preciso que a corrente se distribua uniformemente por toda a superfície.

Quando um raio se aproxima da estrutura na qual há uma malha fechada de condutores, circula nessa malha uma corrente que cria um campo que se opõe àquele proveniente do raio, impedindo a entrada do raio na malha.

As normas adotaram tamanhos dos módulos de malha baseadas na experiência, de tal modo que obtivessem eficiência equivalente ao proporcionado pelo método eletrogeométrico.

Tabela 8.4 – Largura do módulo de malha

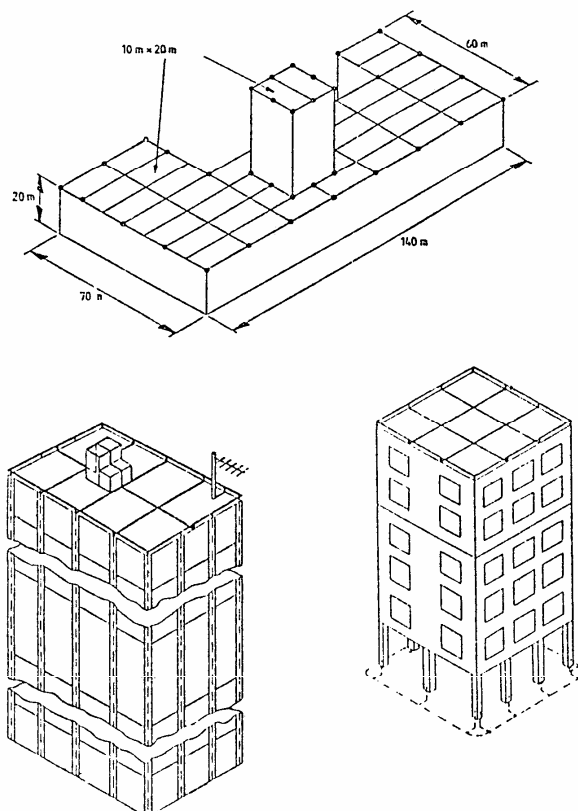
NÍVEL	LARGURA DO MÓDULO DA MALHA* (m)
I	5
II	10
III	10
IV	20

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

\* O módulo da malha deverá constituir um anel fechado com comprimento não superior ao dobro da sua largura.

1

GAIOLA DE FARADAY



Gaiola de Faraday

Figura 8.19 – Aplicação da gaiola de Faraday.  
Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

### Captor natural



Figura 8.20 – Cobertura metálica funcionando como captor natural.

Quaisquer elementos condutores expostos, isso é, que do ponto de vista físico possam ser atingidos pelos raios, devem ser considerados como parte do SPDA. Logo, são considerados captos naturais:

- coberturas metálicas sobre o volume a proteger com espessura não inferior a 0,5 mm, sem revestimento de material isolante, com continuidade elétrica entre as suas diversas partes;
- os elementos metálicos da construção do teto (treliças, armações de aço interligadas e outros), recobertos de materiais não metálicos, desde que estes possam ser excluídos do volume a proteger;
- as partes metálicas, tais como calhas, ornamentos, parapeitos, rufos, e outros, cuja seção não seja inferior àquela especificada para os captos; e
- os tubos e tanques metálicos, desde que construídos em material compatível com os especificados na norma e cuja perfuração não implique em situação perigosa.

Elementos condutores expostos que não possam suportar o impacto direto do raio devem ser colocados dentro da zona de proteção de captos específicos. É o caso de antenas nas coberturas.

### 8.9 – CONDUTORES DE DESCIDA

O subsistema de descidas visa conduzir convenientemente para a terra a corrente recebida pelo subsistema de captação. Para edificações com altura superior a 20m, as descidas funcionarão também como captação de descargas laterais, portanto devem ser dimensionadas como tal.

O dimensionamento (material, seção, número, afastamentos) das descidas deve levar em conta o efeito térmico e o efeito mecânico nos condutores. Além disso, deve reduzir os campos eletromagnéticos no interior da estrutura e o risco de descargas laterais nas pessoas, assim como não causar danos às paredes, se estas forem inflamáveis.

Para que as descidas cumpram sua função devemos observar os requisitos normativos:

- a) estruturas metálicas de torres, postes e mastros, assim como as armaduras de aço interligadas de postes de concreto, constituem descidas naturais até as suas bases, dispensando a necessidade de condutores de descida paralelos ao longo da sua extensão.

b) em construções de alvenaria, ou de qualquer tipo sem armadura metálica interligada, deverá ser implantado um SPDA com descidas externas, que podem ser embutidas.

c) para diminuir o risco de centelhamento perigoso, os condutores de descida devem ser dispostos de modo que a corrente percorra diversos condutores em paralelo e o comprimento desses condutores seja o menor possível.

### Posicionamento das descidas para os SPDA não isolados

Os condutores de descida devem ser distribuídos ao longo do perímetro do volume a proteger, de modo que seus espaçamentos médios não sejam superiores aos indicados na tabela abaixo. Se o número mínimo de condutores assim determinado for inferior a dois, devem ser instaladas duas descidas.

Tabela 8.5 – Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção

Nível de proteção	Espaçamento médio (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

Notas:

a) a distância média entre condutores de descida está relacionada com a distância de segurança. Se os espaçamentos médios forem maiores que os especificados na tabela 5, as distâncias de segurança podem resultar consideravelmente aumentadas.

b) os condutores de descida devem ser, na medida do possível, espaçados regularmente em todo o perímetro, devendo ser instalado, sempre que possível, um condutor de descida em cada vértice da estrutura.

c) em estruturas cobrindo grandes áreas com larguras superiores a 40 metros, são necessários condutores de descida no interior do volume a proteger (requisito que será naturalmente atendido no caso de estruturas metálicas ou com armaduras de aço interligadas).

Os condutores de descida não naturais devem ser interligados por meio de condutores horizontais, formando anéis. O primeiro deve ser o anel de aterramento e na impossibilidade deste, um anel próximo do nível do solo (até 4m acima do solo) e os outros a cada 20m de altura. São aceitos como captos de descargas laterais, elementos condutores expostos, naturais ou não (por ex. caixilhos de janelas), desde que se encontrem aterrados ou interligados com espaçamento horizontal não superior a 6 metros, mantendo-se o espaçamento máximo vertical de 20 metros.

Os condutores de descida não naturais devem ser instalados a uma distância mínima de 0,5m de portas, janelas e outras aberturas e fixados a cada metro de percurso.

Condutores de descida em alumínio, mesmo com capa isolante, não devem ser instalados dentro de calhas ou tubos de águas pluviais, para evitar problemas de corrosão.

A instalação dos condutores de descida deve levar em consideração o material da parede onde eles serão fixados:

a) se a parede for de material não inflamável, os condutores de descida podem ser instalados na sua superfície ou nela embutidos;

b) se a parede for de material inflamável e a elevação de temperatura causada pela passagem da corrente de descarga atmosférica não resultar em risco para esse material, os condutores de descida podem ser instalados na sua superfície;

c) se a parede for de material inflamável e a elevação de temperatura dos condutores de descida resultar em risco para esse material, a distância entre os condutores e o volume a proteger deve ser de, no mínimo, 10cm (os suportes metálicos dos condutores de descida podem estar em contato com a parede).

### **Construção das descidas não naturais**

Condutores de descida devem ser retilíneos e verticais, de modo a prover o trajeto mais curto e direto para a terra.

Não são admitidas emendas nos cabos utilizados como condutores de descida, a menos que efetuadas com solda exotérmica, exceto na interligação entre o condutor de descida e o condutor do aterramento, na qual deverá ser utilizado um conector de medição.

Os cabos de descida devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5m acima do nível do solo. A proteção deve ser por eletroduto rígido de PVC ou metálico; sendo que neste último caso, o cabo de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

### **Conexão de medição**

Cada condutor de descida (com exceção das descidas naturais ou embutidas) deve ser provido de uma conexão de medição, instalada próxima do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento. A conexão deve ser desmontável por meio de ferramenta, para efeito de medições elétricas, mas deve permanecer normalmente fechada.

### **Condutores de descida naturais**

Os pilares metálicos da estrutura podem ser utilizados como condutores de descida naturais, assim como os elementos metálicos das fachadas, as instalações metálicas da estrutura e as tubulações metálicas (exceto de gás), desde que possuam a seção mínima exigida, satisfaçam às condições de trajeto mais curto e vertical e seja garantida a continuidade elétrica.

As armaduras de aço interligadas das estruturas de concreto armado podem ser consideradas descidas naturais, desde que estejam firmemente amarradas com arame de aço e as barras apresentem, na região de trespasse, comprimento de sobreposição de, no mínimo, 20 diâmetros. Alternativamente, podem ser embutidos na estrutura condutores de descida específicos, com continuidade elétrica assegurada e interligados às armaduras de aço para equalização de potencial.

### 8.10- SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

Do ponto de vista da proteção contra o raio, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades (ou seja, proteção contra o raio, sistemas de potência de baixa tensão e sistemas de sinal).

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto, recomenda-se, para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de aproximadamente 10 ohms, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. No caso de solo rochoso ou de alta resistividade, poderá não ser possível atingir valores próximos dos sugeridos. Nesses casos a solução adotada, deverá ser tecnicamente justificada no projeto.

Sistemas de aterramento distintos devem ser interligados por meio de uma ligação equipotencial. A ligação equipotencial deve ocorrer mediante uma barra chata de cobre nu, de largura maior ou igual a 50 mm, espessura maior ou igual a 6 mm e comprimento de acordo com o número de conexões, com o mínimo de 15 cm.

No projeto e execução do subsistema de aterramento, deve-se considerar que a interligação de metais diferentes, sem precauções adequadas, pode causar problemas graves de corrosão eletrolítica.

Os seguintes tipos de eletrodo de aterramento podem ser utilizados:

- a) aterramento natural pelas fundações, em geral as armaduras de aço das fundações;
- b) condutores em anel;
- c) hastes verticais ou inclinadas;
- d) condutores horizontais radiais;

#### **Arranjo “A”**

Esse arranjo é composto de eletrodos radiais (verticais, horizontais ou inclinados) sendo indicado para solos de baixa resistividade (até  $100\Omega\text{m}$ ) e para pequenas estruturas (com perímetro até 25m). Cada condutor de descida deve ser conectado, no mínimo, a um eletrodo distinto.

#### **Arranjo “B”**

Esse arranjo é composto de eletrodos em anel ou embutidos nas fundações da estrutura e é obrigatório nas estruturas de perímetro superior a 25 metros. A maioria das edificações deve configurar o aterramento com esse tipo de arranjo.

#### **Eletrodos de aterramento naturais**

As armaduras de aço embutidas nas fundações das estruturas, cujas características satisfaçam às prescrições de condições de aplicação dos materiais do SPDA, devem ser preferencialmente utilizadas como eletrodo de aterramento natural nas seguintes condições:

- a) as armaduras de aço das estacas, dos blocos de fundação e das vigas baldrame devem ser firmemente amarradas com arame recozido em cerca de 50% de seus cruzamentos ou soldadas.

As barras horizontais devem ser sobrepostas por, no mínimo 20 vezes o seu diâmetro, e firmemente amarradas com arame recozido ou soldadas.

b) em fundação de alvenaria, pode servir como eletrodo de aterramento, pela fundação, uma barra de aço de construção, com diâmetro mínimo de 8mm, ou uma fita de aço de 25mm x 4mm disposta com a largura na posição vertical, formando um anel em todo o perímetro da estrutura. A camada de concreto que envolve estes eletrodos deve ter uma espessura mínima de 5cm.

c) as armaduras de aço das fundações devem ser interligadas com as armaduras de aço dos pilares da estrutura, utilizados como condutores de descida naturais, de modo a assegurar continuidade elétrica equivalente à prescrita para as descida naturais.

d) o eletrodo de aterramento natural assim constituído deve ser conectado à ligação equipotencial principal por meio de uma barra de aço com diâmetro mínimo de 8mm ou uma fita de aço de 25mm x 4mm. Em alternativa, a ligação equipotencial principal deve simplesmente ser aterrada a uma armação de concreto armado próxima, quando essas são constituintes do SPDA.

e) no caso de se utilizarem as armaduras como constituintes do SPDA, sempre que possível, deve ser prevista a avaliação do aterramento da edificação, por injeção de corrente por meio da terra, entre a barra TAP, desligada da alimentação exterior, e um eletrodo externo ao edifício.

f) além da verificação do aterramento, se a execução da construção não tiver sido acompanhada pelo responsável pelo aterramento, deverá fazer-se a verificação da continuidade elétrica das armaduras, por injeção de corrente entre pontos afastados tanto na vertical como na horizontal. Os valores de impedância medidos costumam situar-se entre alguns centésimos e poucos décimos de ohm, respeitando-se o limite máximo de  $1\Omega$ .

### **Eletrodos de aterramento não naturais**

Com exceção dos eletrodos de aterramento naturais prescritos anteriormente, os eletrodos de aterramento preferencialmente devem ser instalados externos ao volume a proteger, a uma distância da ordem de 1m das fundações da estrutura.

Eletrodos de aterramento formados por condutores em anel, ou condutores horizontais radiais, devem ser instalados a uma profundidade mínima de 0,5m. Nos eletrodos radiais, o ângulo entre dois condutores adjacentes não deve ser inferior a  $60^\circ$ .

As hastes de aterramento verticais (ou inclinadas) instaladas em paralelo devem ser espaçadas entre si por uma distância não inferior ao seu comprimento e espaçadas uniformemente no período da estrutura.

### **8.11 – CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DO SPDA**

As normas em geral permitem o uso da ferragem do concreto armado como componente natural do SPDA, tanto como captor quanto como descida ou, ainda, como aterramento. Isso facilita sobremaneira a elaboração do projeto e minimiza custos, mas obriga a existência de um controle rigoroso de execução das conexões para se garantir a continuidade elétrica das ferragens.

A passagem de corrente elétrica pela ferragem do concreto armado pode afetar a ligação entre o concreto e o ferro por meio do aquecimento, dos arcos elétricos e do destacamento por efeito

eletromecânico. Mas, segundo Duílio (2001), devemos considerar os seguintes aspectos para as descargas atmosféricas: as intensidades de corrente a serem consideradas são da ordem de 100kA a 200kA com duração de dezenas de microssegundos a poucos milissegundos. Logo, o aquecimento é desprezível, pois, embora as correntes sejam altas, os tempos são muito curtos. Quanto aos arcos e conexões, se houver um mau contato ( $R > 4$  a  $10\Omega$ ) e se as correntes forem maiores que 50kA é possível que haja rompimento do concreto, porém, mantendo-se as conexões com resistências inferiores a  $1\Omega$  não haverá risco para a integridade do concreto.

Das ponderações expostas anteriormente, observa-se que o SPDA que utiliza os elementos estruturais atinge a condição de máxima eficiência e segurança. No entanto, há casos em que não se poderá utilizar tais elementos, optando-se por fazer uso de elementos externos à estrutura. Em todo caso devem ser respeitadas as características e seções mínimas dos materiais especificados nas tabelas abaixo.

Tabela 8.6 – Seções mínimas dos materiais do SPDA

Material	Captor e descidas (para estruturas de altura superior a 20m)	Descidas (para estruturas de altura inferior a 20m)	Eletrodo de Aterramento
Cobre	35mm <sup>2</sup>	16mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>
Alumínio	70mm <sup>2</sup>	25mm <sup>2</sup>	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>	50mm <sup>2</sup>

Fonte: NBR 5419 – ABNT.

Tabela 8.7 – Espessuras mínimas dos componentes do SPDA

Material	CAPTORES			DESCIDAS	ATERRAMENTO
	NPQ	NPF	PPF		
Aço Galvanizado a quente	4	2.5	0,5	0,5	4
Cobre	5	2.5	0,5	0,5	0,5
Alumínio	7	2.5	0,5	0,5	-----
Aço Inox	4	2.5	0,5	0,5	5

Notas: Unid. mm NPQ = não gera ponto quente NPF = não perfura PPF = pode perfurar

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

Tabela 8.8 – Materiais do SPDA e condições de aplicação

Material	Aplicação				Corrosão		
	Ao ar livre	Enterrado	Embutido no concreto	Embutido no reboco	Resistência	Risco Agravado	Eletrolítica
Cobre	Maciço, encordoado ou como revestimento de haste de aço		-	Maciço ou encordoado	A mais substâncias	Cloretos altamente concentrados, compostos sulfúricos, materiais orgânicos	
Aço de construção comum ou galvanizado a quente	Maciço ou encordoado	Maciço ou encordoado	Maciço ou encordoado	-	Boa, mesmo em solos ácidos	-	Com o cobre
Aço inoxidável	Maciço ou encordoado	Maciço ou encordoado	-	Maciço ou encordoado	A muitas substâncias	Água com cloretos dissolvidos	-
Alumínio	Maciço ou encordoado	-	-	-		Agentes básicos	Com o cobre
Chumbo	Como revestimento		-	-	Altas concentrações de sulfatos	Solos ácidos	-

Fonte: NBR nº 5.419 – ABNT.

### 8.12- EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS

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, 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.

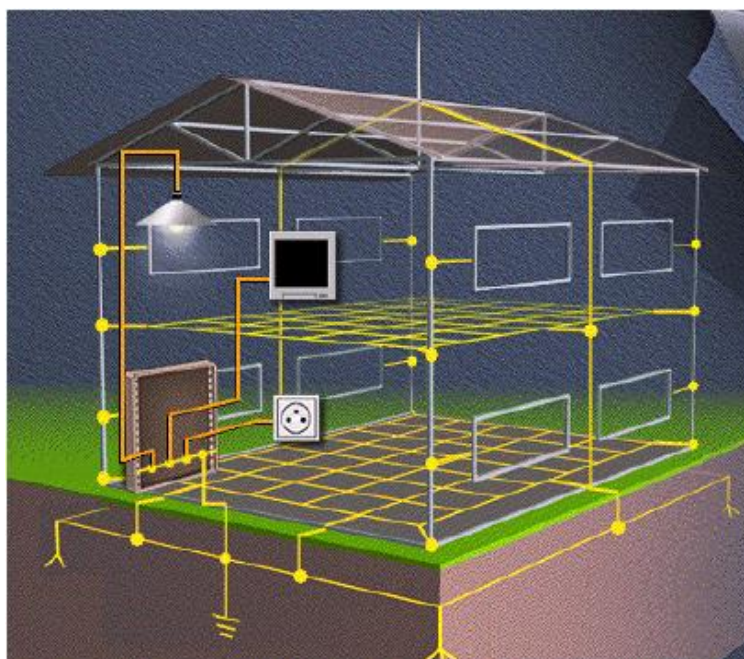


Figura 8.21 – Esquema ilustrativo da equalização de potenciais: SPDA, telefonia, dados e elétrica.

Fonte: Schneider Electric.



As equalizações de potenciais internos à estrutura seguem o mesmo critério do sistema externo. Isso significa que, próximo ao solo e, no máximo, a cada 20 metros de altura, todas as massas metálicas (tubulações, esquadrias metálicas, trilhos etc.) deverão ser ligadas diretamente a uma armadura local (de pilar, viga ou laje). Os sistemas elétricos de potência e de sinal deverão ser referenciados a um barramento de equalização (TAP/LEP), o qual deverá ser ligado a uma armadura local e/ou ao eletrodo de aterramento. Uma ligação equipotencial principal, como prescreve a NBR nº 5.410, é obrigatória em qualquer caso. Nota-se, nesse ponto, a interface entre a proteção contra descargas atmosféricas e a segurança nas instalações elétricas de baixa tensão.

Em geral, componentes metálicos exteriores a um volume a ser protegido podem interferir com a instalação do SPDA exterior e, em consequência, devem ser considerados no estudo do SPDA. Poderá ser necessário estabelecer ligações equipotenciais entre esses elementos e o SPDA.

Em estruturas que não possuem SPDA externo, mas requerem proteção contra os efeitos das descargas atmosféricas sobre as instalações internas, deve ser efetuada uma equalização de potencial.

Uma ligação equipotencial das instalações metálicas e das massas deve ser efetuada:

a) no subsolo, ou próximo ao quadro geral de entrada de baixa tensão. Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial principal, construída e instalada de modo a permitir fácil acesso para inspeção. Essa barra de ligação equipotencial deve estar conectada ao subsistema de aterramento.

b) acima do nível do solo, em intervalos verticais não superiores a 20m, para estruturas com mais de 20m de altura. As barras secundárias de ligação equipotencial devem ser conectadas às armaduras do concreto no nível correspondente, mesmo que estas não sejam utilizadas como componentes naturais do SPDA.

Em estruturas providas de SPDA isolados, a ligação equipotencial deve ser efetuada somente ao nível do solo.

Nas canalizações e outros elementos metálicos que se originam do exterior da estrutura, a conexão à ligação equipotencial deve ser efetuada o mais próximo possível do ponto em que elas penetram na estrutura. Uma grande parte da corrente de descarga atmosférica pode passar por essa ligação equipotencial, portanto as seções mínimas dos seus condutores devem atender aos esforços solicitados.

A ligação equipotencial dos sistemas elétricos de potência e de sinal deve satisfazer às prescrições da NBR nº 5.410.

Se os condutores são blindados, é suficiente, em geral, conectar apenas as blindagens à ligação equipotencial, desde que sua resistência ôhmica não provoque uma queda da tensão perigosa para o cabo ou para o equipamento associado. Eletrodutos metálicos devem ser conectados à ligação equipotencial.

Todos os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal devem ser direta ou indiretamente conectados à ligação equipotencial. Condutores vivos devem ser conectados somente por meio de DPS. Em esquemas de aterramento TN (definidos na NBR nº 5.410), os condutores de

proteção PE ou PEN devem ser conectados diretamente à ligação equipotencial principal. O condutor de proteção pode e, em geral, deve ser ligado a eventuais outras ligações equipotenciais, porém o condutor neutro só deve ser ligado à ligação equipotencial principal. Em edifícios comerciais com mais de 20 m de altura, os condutores de proteção devem obedecer às ligações equipotenciais secundárias. Nesse caso, é recomendável prever a ligação mais freqüente dos condutores de proteção às armaduras em todos os andares por insertos ligados à ferragem na coluna correspondente ao *shaft*. O uso da ferragem não dispensa o emprego do condutor PE ou PEN.

Em estruturas em que um SPDA externo não for exigido, as instalações metálicas, as massas e os sistemas elétricos de potência e de sinal devem ser conectados, em nível do solo, a um subsistema de aterramento.

### 8.13- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Normando Virgílio Borges. SPDA – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Apostila orientativa para projetistas. Termotécnica. 4ª edição. Belo Horizonte. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 5.410 – Instalações elétricas de baixa tensão. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 5.419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. 2001.

LEITE, Duílio Moreira; LEITE, Carlos Moreira. Proteção contra descargas atmosféricas. Oficina de Mydia. 5ª edição. São Paulo – SP. 2001.

NUNES, Mário Lúcio de Deus. Apostila do Estágio de Análise de Projetos de Incêndio. Brasília. 1999.

SCHNEIDER ELETRIC. Proteção contra descargas atmosféricas. Apostila do Programa de formação técnica continuada da Schneider Eletric.

# 9

## INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### 9.1 – A ELETRICIDADE NO BRASIL

A sociedade moderna utiliza a eletricidade em todos os campos de atuação, basta adentrar em qualquer edificação para se surpreender com essa grande dependência, desde o acendimento de uma lâmpada e do fogão até movimento de máquinas e motores.

A dependência se tornou obsessão ampliando o uso da eletricidade de forma desenfreada por meio do desenvolvimento da tecnologia, contudo a prevenção de acidentes e incêndio não acompanhou seu desenvolvimento. Essa falta culminou em vários incidentes custando vidas e bens.

Somente a partir de 1930, é que o assunto começa a ser estudado a fundo; e em 1974, foi publicada a norma internacional IEC nº 479 (Efeitos da corrente passando por meio do corpo humano) abordando pioneiramente todos os aspectos de proteção à eletricidade. No Brasil, foi publicada em 1990 e atualizada em 1997, a NBR nº 5.410 (instalações elétricas de baixa tensão), fruto de estudos e de adoção de parâmetros da atualização da IEC nº 479, entre outras, que expandiu o conhecimento e padronizou procedimentos.

Até então, o conhecimento era restrito e o manuseio da eletricidade ficou na maioria dos casos nas mãos de eletricitistas práticos, instalando sistemas mal dimensionados. Por esse atraso, até os equipamentos produzidos no mundo inteiro não possuíam os recursos de prevenção hoje adotados. A bola de neve criada prejudica até hoje, inclusive na formação de profissionais na área, quer seja na má formação, quer seja na pequena demanda de profissionais que atendem satisfatoriamente ao mercado. Esse tabu deve ser, aos poucos, vencido por meio da união dos órgãos, da exigência de sistemas bem dimensionados e da sociedade, na valorização do bom profissional.

### 9.2 – DEFINIÇÕES

O assunto em questão terá como finalidade garantir o funcionamento adequado das instalações elétricas e atender a segurança de pessoas, animais e a conservação de bens. Uma instalação bem executada e mantida reduzirá ao máximo o risco de choques elétricos e princípios de incêndio que são as maiores preocupações do CBMDF.

Deve-se ter em mente que o bombeiro não projetará nem terá condições de verificar o dimensionamento do sistema por um todo, mas procurará sinais de má proteção do sistema e seus riscos, daí terá condições de exigir as condições de segurança. Deve-se observar ainda que essa abordagem é superficial devendo ser complementada por outros estudos.

A norma se aplica em instalações elétricas de tensão nominal menor ou igual a 1000 V (volt) com frequência de 400 Hz em corrente alternada (Ica) ou 1500 V (volt) em corrente contínua (Icc) (item 1.2). Por assim ser, os casos encontrados no Distrito Federal estarão em conformidade com essa norma, pois são normalmente de 380 Vca transformados a 220 Vca na frequência entre 50 e 60 Hz.

Todas as instalações estão enquadradas nessa (inclusive as temporárias), devendo ser adotada não só para edificações novas como também em reformas. Cabe ressaltar que o Sistema de Proteção contra Descargas atmosféricas (SPDA) só será mencionado na previsão dos efeitos de sobretensão. (itens 1.2.1 e .4)

O corpo humano é comandado por estímulos elétricos os quais convivem em perfeita harmonia. Uma corrente elétrica externa provoca um distúrbio interno gerando desde um pequeno "formigamento" até no prejuízo nas funções dos órgãos, dá-se a ele então o termo choque elétrico. A parte do corpo mais susceptível ao choque é a mão, e é por meio dela que ocorre um fenômeno chamado tetanização. Os feixes musculares são comandados por meio de pulsos elétricos em períodos de frações de segundo; se uma corrente externa interfere nesse estímulo, haverá uma contração muscular que se encerrará no final desse pulso. Caso haja estímulos sucessivos por essa corrente, esses se somarão ao período de contração muscular havendo a tetanização.

Esse fenômeno é produzido pela corrente alternada (Ica) por ser uma onda com inversão de polaridade na metade de seu ciclo. Já a corrente contínua (Icc) só possui uma polaridade e será capaz da contração muscular de acordo com a intensidade e a duração do período de contato. Outra diferença é a intensidade de corrente que faz com que a pessoa consiga largar o ponto energizado, enquanto na Icc esse valor é de 51 mA para mulheres e 76 mA para homens, na Ica esse valor é de apenas 6 a 14 mA para mulheres e de 9 a 23 mA para homens. Essas e outras vantagens fazem com que a corrente contínua seja preferida a alimentar alguns sistemas de emergência, apesar de possuir a desvantagem de produzir efeito eletrolítico do sangue dependendo da intensidade da corrente.

O ponto fraco do choque elétrico não é a preocupação com o efeito de largar, mas, sim, a interferência da corrente na função do nódulo sinoatrial que é responsável por controlar os batimentos cardíacos. Esses são controlados por estímulos elétricos de ciclos periódicos que a corrente externa, ao passar pelo coração, torna os pulsos aleatórios e inconstantes, provocando a fibrilação e a estagnação sanguínea. Essa fibrilação é irreversível sem aparelho de eletro choque.

Outras conseqüências do choque elétrico, além da contração muscular e a fibrilação, são a parada cardiopulmonar e a carbonização de células e tecidos.

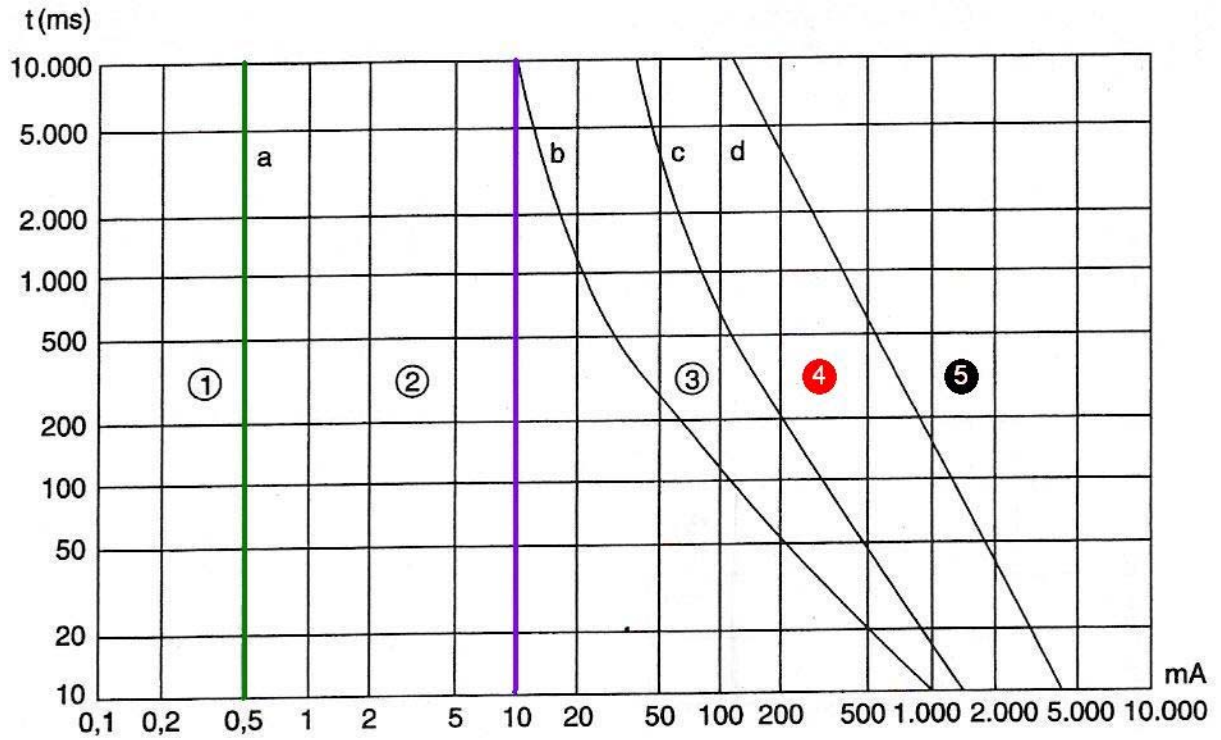


Figura 9.1 – Reações do corpo humano sob ação da eletricidade

- Zona 1:** Em geral nenhuma reação.
- Zona 2:** Em geral nenhum efeito patofisiológico perigoso.
- Zona 3:** Em geral nenhum risco de fibrilação.
- Zona 4:** Fibrilação possível (<50%).
- Zona 5:** Risco de fibrilação (>50%).

Trabalha-se então na definição do limite admissível da tensão de contato por meio da fórmula  $U = R \times I$ , na qual  $U$  é a tensão,  $I$  é a corrente e  $R$  é a resistência a passagem da corrente em que, nesse caso, será considerado como a impedância do corpo humano.

Na tabela abaixo, verifica-se que, para uma tensão de contato de 50 V, a impedância do corpo humano, em 95% dos casos, pode atingir 4375 ohms; enquanto em 5% pode baixar até cerca de 1450 ohms. Em 220V, a situação é bem mais desfavorável, uma vez que em 95% dos casos a impedância pode atingir 2125 ohms. Enquanto que em 5% pode reduzir para 1000 ohms.

Tabela 9.1 – Impedâncias do corpo humano conforme IEC nº 479-1

Tensão de contato (V)	Valores de impedância total em ohms do corpo humano que não são ultrapassados por:		
	5%	50%	95%
	da população		
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
Valor assintótico	650	750	850

Fonte: Silva, 2003.

Os valores indicados na tabela são válidos para seres vivos, considerando uma corrente de mão a mão ou de mão a pé, superfícies de contato de tamanho razoável, em condições secas e correntes alternadas. Para tensões de contato até 50 V, os valores medidos são de 75% a 95% dos valores indicados caso as superfícies de contato estejam molhadas. Esses dados serão úteis a fim de compreender a exigência de disjuntores residuais diferenciais em áreas molhadas e corrente contínuas a 30V no sistema de iluminação de emergência.

A norma exige que as instalações elétricas possuam proteção contra choques, quer seja por contatos diretos nas partes vivas (energizadas) ou por contatos indiretos em massas que acidentalmente estão sob tensão. Dentre outras, destacam-se as seguintes proteções:

- contra os efeitos térmicos resultantes de arco voltaico ou por inflamabilidade de materiais devido à alta temperatura.
- contra sobre correntes, de sobrecarga ou de curto circuito; e
- contra sobre tensões por falta elétrica de partes vivas de circuitos com tensões nominais diferentes (inclui efeitos atmosféricos ou de manobra).

Essas proteções serão discutidas ao longo desse manual.

No projeto e execução de instalações elétricas, muitas são as variáveis para definir os tipos de proteção, bitola do cabeamento, entre outros. Essas variáveis são as seguintes:

- ❑ temperatura do local, altitude, presença de água e corpos sólidos, corrosivos ou poluentes, solicitação mecânica, flora, mofo e fauna;
- ❑ influências eletromagnéticas, eletrostáticas e ionizantes, radiações solares e raios;
- ❑ competência das pessoas, resistência do corpo humano, contato das pessoas, condições de fuga em emergência e natureza dos materiais presentes; e
- ❑ materiais de construção da edificação, destacamento da estrutura da edificação ao risco de incêndio e de movimentos.

Além dessas, a norma apresenta tabelas de classificação das diversas instalações e destinações, para posterior confronto na tabela de seções mínimas (bitola), a fim de verificar se a fiação elétrica suporta ou não a amperagem solicitada pelos equipamentos instalados.

Pelo exposto, o CBMDF possui condições de atuar superficialmente na fiscalização da execução de uma instalação elétrica, na simples averiguação visual a fim de verificar se uma instalação está sub dimensionada. No caso de dúvida, deve ser solicitado o laudo de manutenção das instalações elétricas com ênfase na capacidade de carga dos cabeamentos conforme a NBR nº 5.410.

Uma forma simplista de verificar se a fiação suporta a amperagem solicitada pelo equipamento seria por meio de um pequeno cálculo.

$P = U \times I$ , na qual P é a potência em Wats (W) coletado a partir da etiqueta de dados técnicos do equipamento;

U é a tensão da rede em Volts (V) que em Brasília é de 220 V.

I é a corrente que será calculada e confrontada com a tabela.

De acordo com a tabela do fabricante do cabeamento que leva em consideração o material do elemento isolante e do condutor, e de posse da corrente calculada, o confronto dos dados seria, teoricamente, suficiente para determinar se a fiação suporta a corrente.

Independente da capacidade de carga da fiação, a corrente máxima em tomadas de uso de hóspedes em hotéis, motéis e similares deve ser de 10 A, sendo que cada uma deve possuir circuitos independentes (item 4.2.4.6) <sup>1</sup>.

### 9.3 – CONTATOS DIRETOS

As partes vivas da instalação elétrica (tais como tomadas, interruptores, quadros de energia, transformadores, contatos elétricos) devem ser protegidas adequadamente a fim de evitar o contato direto de pessoas.

A exigência de invólucros (como ex.: espelhos de tomada) e barreiras (como ex.: tampa interna do quadro de energia) é indispensável para que pessoas não toquem acidentalmente as partes vivas, para tanto só é possível abri-las por meio de chave ou ferramenta, ou seja, só tem o acesso a essas partes pessoas habilitadas ou autorizadas (item 5.1.2.2).

O item específico da norma que exige espelhos para interruptores e tomadas é o item 6.2.11.1.6.

Uma proteção parcial é adotada em caso de transformadores, subestação, entre outros para dificultar a aproximação física ao contato elétrico. Essa proteção é obtida por meio de obstáculos tais como telas, arames, corrimão etc. (item 5.1.2.3).

Além dessas proteções, em alguns casos são recomendados o uso de proteção complementar por dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (dispositivo DR). Esse dispositivo compara constantemente a corrente de entrada com a corrente de saída de um circuito, as quais devem ser as mesmas caso não haja perda de corrente, denominada corrente de fuga, como no caso de choque elétrico. Nesse caso, a corrente perdida ao ambiente não retorna ao circuito, sendo detectada pelo DR. Esse dispositivo desarmará o contato e interromperá a corrente evitando um choque com efeito patológico.

Em outros casos, é exigido a proteção por DR que possua esse limiar de desarmamento na corrente diferencial-residual nominal (IDn) igual ou inferior a 30 mA, como a seguir (item 5.1.2.5):

- a) em circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- b) em circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação ou no caso de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior; e
- c) os circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado.

---

<sup>1</sup> Toda citação de item nesse capítulo refere-se à NBR nº 5.410/97 – ABNT, de onde proveio o texto do Manual.

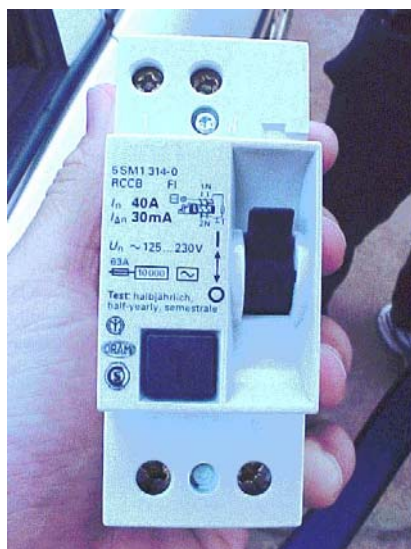


Figura 9.2 – Disjuntor diferencial residual  
Fonte: CBMDF.

A preocupação evidencia os dados anteriores de diminuição da impedância corpórea em áreas molhadas que determinam os casos mais perigosos de choques elétricos. É evidente que clubes e outros locais que possuam piscinas devem proteger seus circuitos elétricos por meio de DR, que também é eficiente contra contatos indiretos.

Experiências internacionais revelaram que muitos acidentes – choques por contato direto e indireto e princípios de incêndio – já foram evitados, salvando não só vidas como equipamentos e propriedades. As causas da maioria desses acidentes foram as seguintes:

- falta de aterramento e de instalação elétrica adequada em chuveiros elétricos;
- faltas em aparelho eletrodomésticos e de iluminação;
- umidades em eletrodutos por lavagem, inundações ou condensações;
- introdução de grampos e análogos em tomadas de corrente; e
- falha no isolamento de condutores.

#### 9.4 – CONTATOS INDIRETOS

Conforme definido, as massas que acidentalmente estão sob tensão podem provocar choques elétricos a partir do momento que a corrente encontra um ponto de escoamento, nesse caso, o corpo humano. A proteção por contato indireto a ser discutida é aquela por meio dos esquemas de aterramento.

Sua função é prover um ponto de escoamento caso haja essa falha elétrica a fim de que a corrente possua uma opção de percurso até o potencial elétrico inferior melhor que o corpo humano oferece. Isso não significa que o corpo não será percorrido por corrente, mas se for usado como condutor será por uma corrente infinitamente menor que a corrente ao aterramento.

O aterramento oferece também proteção ao equipamento por meio do controle da compatibilidade eletromagnética, pois o equipamento pode ser fonte ou receptor de ruído externo provocado por um campo magnético positivo ou negativo. Dessa forma, com o aterramento, se evita o dano ao equipamento quanto o comando de ações indesejáveis.



Imagine uma prensa mecânica não aterrada em que uma pessoa, sem desligar a força, faz manutenção. Um ruído magnético colhido por meio da rede ou da fiação do próprio equipamento é reconhecido pelo circuito como comando de pensar, o que será do operador?

Toda alimentação elétrica depende dos condutores de fase (positivo) e de neutro (negativo) na qual sem um ou outro o circuito não funciona. É como o interruptor, bloqueia a fase, mas não o neutro. Aliás, alguns eletricitistas fazem o contrário, o que pode provocar choque devido à constante energização da lâmpada aguardando apenas um contato à terra.

Uma das formas mais utilizadas de aterramento é a ligação do fio terra (condutor de proteção) ao neutro da rede pública, caso haja uma falta direta fase-massa será gerada uma corrente de curto circuito que será aterrada no neutro. Apesar dessa eficiência, esse aterramento é uma prática não recomendável. Caso uma fase caia no neutro, toda a tensão indesejada será passada a instalação elétrica interna que sofrerá curtos e choques. Apesar disso, essa prática é menos perigosa que um mal terra.

Esse esquema é chamado aterramento TN, além de outras variações (item 4.2.2.2.1), conforme figura 9.3.

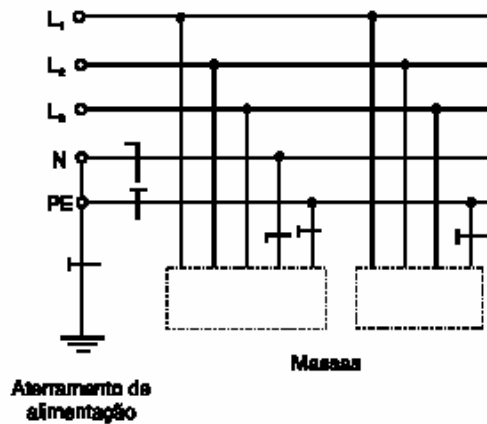


Figura 9.3 – Esquema TN  
Fonte: Silva (2003).

Outra forma de aterramento é a utilização de um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.

Esse esquema de aterramento é chamado aterramento TT (item 4.2.2.2.2), conforme figura 9.4.

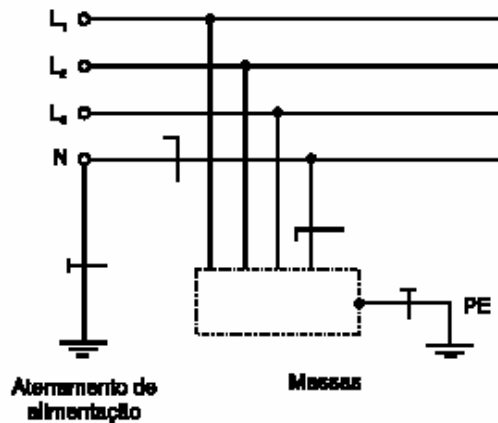


Figura 9.4 – Esquema TT  
Fonte: Silva (2003).

Nesse esquema, as correntes de falta direta fase-massa devem ser inferiores a uma corrente de curto-circuito, sendo porém suficientes para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas.

O terceiro tipo de aterramento é o esquema IT, que é restrito a casos específicos. Nesse esquema não há qualquer ponto da alimentação diretamente aterrado, estando aterradas apenas as massas da instalação; a corrente resultante de uma única falta fase-massa não deve ter intensidade suficiente para provocar o surgimento de tensões de contato perigosas (item 4.2.2.2.3.1), conforme figura 9.5.

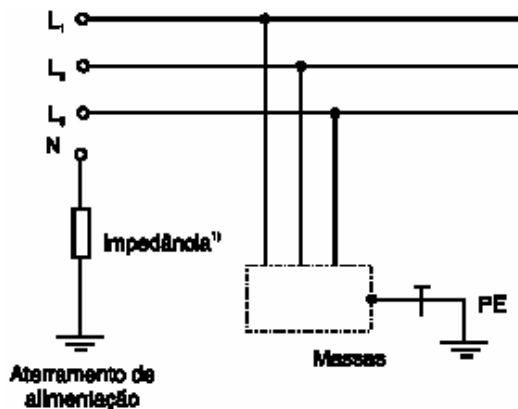


Figura 9.5 – Esquema IT  
Fonte: Silva (2003).

Outra proteção se dá por seccionamento automático da alimentação a fim de evitar que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas.

Essa medida de proteção requer a coordenação entre o esquema de aterramento adotado e as características dos condutores de proteção e dos dispositivos de proteção. Um exemplo desse é o DR cuja aplicação já foi discutida (item 5.1.3.1).

Em qualquer esquema alimentado em baixa tensão, o neutro deve estar sempre aterrado para a melhoria da equalização do potencial propiciando melhor segurança.

O aterramento de proteção é obrigatório em qualquer prédio por meio da equipotencialidade das massas. Para tanto, deve haver um terminal de aterramento principal (barramento equipotencial), fig. 9.6, na qual todos os aterramentos são ligados. Os principais são:

- terra da instalação telefônica;
- terra de calefação do ar condicionado;
- terra da antena (se não aterrada ao SPDA;)
- terra da tubulação de GLP;
- terra da tubulação de água e esgoto (hidrante de parede);
- neutro da concessionária;
- terra do SPDA; e
- condutores de proteção.

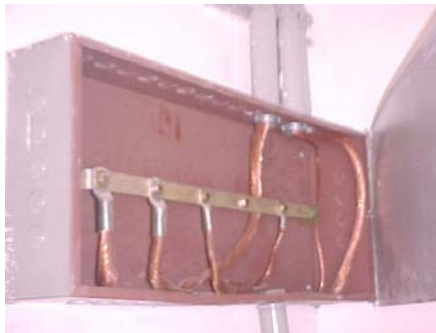


Figura 9.6 – Barramento equipotencial  
Fonte: CBMDF.

Com essas informações, levanta-se a seguinte questão: por que não utilizar a canalização de GLP para conduzir corrente? São várias as respostas, mas a presença de componentes isolantes e a oxidação da canalização proveniente da amperagem são boas respostas.

### 9.5 – EFEITOS TÉRMICOS

Conforme já exposto, a instalação elétrica deve possuir proteção para que a radiação térmica produzida não ocasione risco de queimaduras nem combustão ou deterioração dos materiais adjacentes (item 5.2.1).

A simples separação dos equipamentos elétricos ou a sua contenção dentro de um compartimento de material resistente é uma medida eficaz para proteção contra incêndio em materiais adjacentes.

Medida semelhante deve ser adotada em equipamentos elétricos que utilizam líquido inflamável acima de 25 litros, a diferença é que o tanque é contido em fosso com drenagem ou a adoção de câmara para o equipamento, com peitoris, ventilado ao exterior. Há porém, equipamentos elétricos que produzem fagulhas ou arcos elétricos. Nesse caso, deve-se envolver o equipamento em material resistente a efeitos elétricos (item 5.2.2.2 .3 e .4).

### 9.6 – SOBRECORRENTES

Os condutores vivos devem ser protegidos por um ou mais dispositivos de seccionamento automático contra sobrecargas e contra curtos-circuitos. Esses dispositivos são amplamente utilizados, tais como disjuntores (fig. 9.7), dispositivos fusíveis ou a associação dos dois.

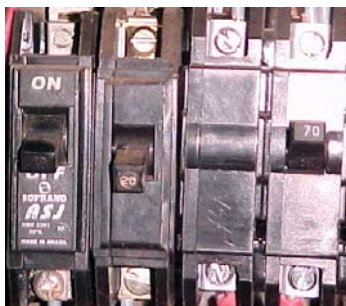


Figura 9.7 – Disjuntores termomagnéticos  
Fonte: CBMDF.

O mercado oferece dois tipos de disjuntores termomagnéticos: o da fig. 9.7 e outro disjuntor na cor branca. Não há norma nacional válida, até o momento, que assegure o funcionamento adequado do disjuntor ilustrado na figura anterior, pois, em análise da sua curva de corrente de seccionamento, o elemento térmico não apresentou desarmamento satisfatório.

Essa discussão está mais aflorada no nível comercial entre os fabricantes, contudo o que se há de concreto é que o disjuntor eletrônico possui norma nacional e confiabilidade assegurada.

Na proteção contra a sobrecarga, a alimentação deve ser interrompida antes do prejuízo do isolamento da fiação, dos contatos elétricos e outros, sendo que a corrente de interrupção é inferior a corrente de curto circuito.

Já na proteção contra corrente de curto circuito, o desarmamento da alimentação se dá no valor de corrente igual ou inferior à corrente de curto presumida (item 5.3).

### 9.7 – SOBRETENSÕES

Essas podem ser causadas por faltas de partes vivas de circuitos com tensões diferentes ou por interferência externa como por descarga atmosférica. No mercado, há diversos dispositivos para evitar as sobretensões, são os Dispositivos de Proteção contra Sobretensões Transitórias (DPST), comumente chamados de supressores de surto, os quais possuem a função de limitar a tensão no valor pré-definido ignorando ao neutro ou terra o excesso da tensão advindo de surto elétrico (item 5.4).

A falta de informação da população torna comum o ilustrado na fig. 9.8, pois o chamado filtro de linha é utilizado para proteger os equipamentos contra sobretensões. Isso é errado pois esse aparelho só é útil para corrigir leves alterações de tensão, corrigindo assim a onda elétrica e garantindo uma energia mais “limpa” para os eletrodomésticos.



Figura 9.8 – Filtro de linha  
Fonte: Manual Clamper.

O DPST (fig. 9.9) é instalado no quadro de energia geral e ainda no local, devendo, de acordo com os critérios, ser instalado um dispositivo a cada fase, com modelo de acordo com a localidade. O modelo é definido se a zona é urbana ou rural, alta ou baixa densidade populacional; e quantidade de ocorrência de raios.

Contudo, esse dispositivo não é capaz de suprimir a sobretensão advinda de outras fiações, como da linha telefônica ou do cabo de TV. A solução é a adoção de dispositivos instalados nas tomadas dos equipamentos a fim de evitar esse efeito indesejável (fig. 9.10). Outros equipamentos necessitam de um estabilizador de tensão, por exemplo, um computador, pois necessita de uma linha de alimentação contínua e filtrada de variações indesejáveis.



Figura 9.9 – DPST de rede

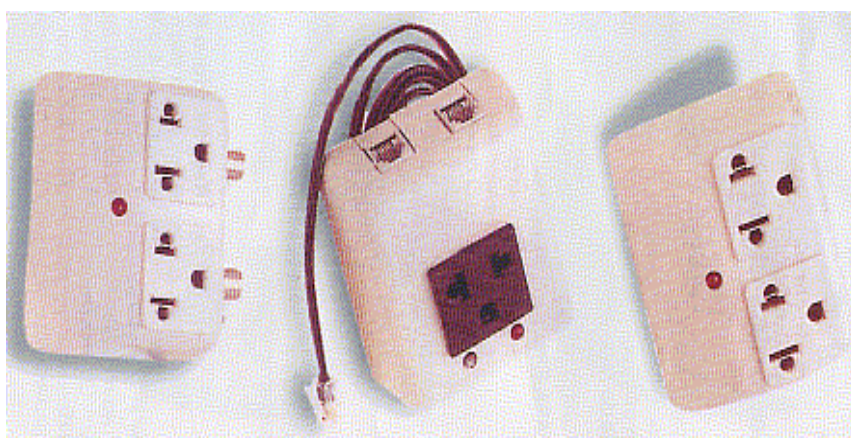


Figura 9.10 – DPST de linha telefônica e Eletrodoméstico  
Fonte: Manual Clamper

### 9.8 – RELAÇÃO DE CUSTO DOS ACESSÓRIOS

Em consulta ao manual de instalação de alguns supressores de surto, apresenta-se na tabela 9.11 uma tabela de custo dos supressores de surto de rede. O objetivo é que o usuário tenha noção do investimento que terá de fazer a fim de proteger sua edificação, loja ou residência. Com essa idéia, poderá fazer a relação custo x benefício de cada dispositivo. Vejamos a seguir:

Um supressor de surto para TV de 20”, citado na 2ª linha, custa por volta de R\$ 30,00. A “sabedoria doméstica” afirma que a manutenção de uma TV avariada por uma sobretensão, (normalmente *queima-se* a fonte de energia do aparelho), custa, no mínimo, R\$ 80,00. Isso

desconsiderando o tempo que ficará sem o aparelho, os aborrecimentos provenientes do serviço e o frete de busca e entrega do aparelho.

Com toda essa análise, fica evidente o benefício que o investimento nesses dispositivos é vantajoso e custa pouco.

Equipamentos	Dispositivos de Proteção Contra Sobretensões			
	Modelo	Quant.	Valor Unitário de referência (maio/2001)	Percentual do valor da proteção com relação ao equip. protegido
Quadro de Luz Trifásico Alimentando: Refrigerador duplex 358 litros (R\$ 1.300,00) Forno Microondas (R\$ 430,00) Aparelho de som 4.000W (R\$ 1.270,00) Freezer 168 litros (R\$ 810,00) e outros eletrodomésticos de menor porte conectados somente à rede elétrica.	Pára-Raio Eletrônico 275V40KA (1 por fase)	03	R\$ 83,00	6,53%
TV 20" (com antena externa) (R\$ 592,00)	TV Cable Protector	01	R\$ 30,00	5,07%
TV 29" com conversor e videocassete (com antena externa) (R\$ 1.050,00)	TV Cable Protector	01	R\$ 30,00	2,87%
Computador com placa fax modem (R\$ 2.353,00)	Fax/Modem Protector	01	R\$ 25,00	1,07%
Telefone sem fio 900 MHZ (R\$ 218,00) Aparelho de Fax (R\$ 450,00)	Fax/Modem Protector	02	R\$ 25,00	7,48%
Aparelho de som portátil (R\$ 235,00)	Electronic Protector	01	R\$ 12,00	5,11%

Tabela 9.2 – Custo dos acessórios  
Fonte: Manual Clamper.

A tabela seguinte apresenta a finalidade de cada dispositivo mencionado. Nota-se que a quarta coluna informa qual dispositivo é obrigatório por norma.

## Quadro Resumo dos Dispositivos Elétricos

Veja no quadro abaixo a finalidade de vários dispositivos elétricos disponíveis no mercado:

Nome Vulgar	Nome Técnico	Sigla	Obrigatoriedade pela Norma Técnica	Finalidade
Chave	Disjuntor ou fusível	D ou F	Sim - NBR 5410 NBR 5361 (disjuntor) NBR 1184C (fusível)	Proteger instalações elétricas contra curto-circuitos e sobrecorrentes.
Interruptor diferencial	Dispositivo a corrente diferencial residual	DR	Sim NBR 5410	Proteger pessoas de choques e instalações elétricas contra fugas de corrente e incêndio de origem elétrica.
Pára-raios	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas	SPDA	Sim - NBR 5419	Edificações e seu conteúdo (incêndios).
Fio Terra	Condutor de segurança	PE	Recomendável NBR 5410	Proteger as pessoas contra choques elétricos.
Neuro, negativo, terra	Condutor neutro	N	Sim NBR 5410	Servir de referência para os condutores energizados quando necessário.
Estabilizador de voltagem	Estabilizador de tensão	-	Não	Minimizar, onde necessário, variações lentas e pequenas da tensão (voltagem) na rede elétrica. (Em 90% dos casos não é necessária a utilização).
No-break	Sistema ininterrupto de energia	-	Não	Fornecer energia por determinado tempo na falta do suprimento normal da rede.
Filtro de linha	Filtro de interferências eletromagnéticas e de radiofrequência	-	Não	Eliminar ou atenuar interferência (ruídos) de radiofrequência e eletromagnéticos.
Pára-raios Eletrônico, protetores de tomada	Dispositivo de Proteção contra sobretensões transitórias	DPST	Sim NBR 5419 Recomendável NBR 5410	Proteger aparelhos eletroeletrônicos e redes internas contra sobretensões transitórias.

Tabela 9.3 – Descrição dos dispositivos elétricos  
Fonte: Manual Clamper.

### 9.9 – ELETRODUTOS

Tem a função de conter o cabeamento elétrico e impedir a inserção lateral, protegendo a fiação de riscos externos ou a esses por radiação térmica dos condutores. Podem ser circulares ou não, inclusive canaletas e perfilados.



Figura 9.11 – Eletroduto tipo perfilado  
Fonte: CBMDF.

O condutor nu deve possuir eletroduto isolante exclusivo, já o condutor isolado, uni ou multipolar deve ser contido no eletroduto de forma a possuir facilidade em colocar e retirar os fios. Por assim ser, deve possuir taxa de ocupação desde 40% para mais de três condutores até 53% para um só condutor. Outra questão técnica é o comprimento máximo dos trechos contínuos que é de 15 metros sem caixa de derivação ou passagem, caso contrário, haverá dificuldade de instalação, manutenção e ampliação da rede (item 6.2.11).

Essas caixas de derivação (fig. 9.12 e 9.13) devem estar presentes em todos os pontos de entrada e saída de fios, emenda do condutor ou divisão de tubulação. Já no caso de cabeamento em linha aberta para o eletroduto, esse deve ser fechado por bucha a fim de evitar que corpos estranhos adentrem na tubulação. (item 6.2.11)



Figura 9.12 – Eletroduto em PVC



Figura 9.13 – Eletroduto metálico

Fonte: CBMDF.

Os eletrodutos são utilizados tanto para instalações aparentes como embutidos. Na construção civil, é comum a utilização de mangueira corrugada (fig. 9.14), para conduzir a fiação elétrica na alvenaria. Dessa forma, a exigência de que todos os conduítes que propagam chama devem ser revestidos por materiais combustíveis é atendida nesse caso por ser na alvenaria. Mas nos demais casos, como em forros, o eletroduto deve possuir revestimento incombustível (item 6.2.11.1.17).



As instalações aparentes devem possuir conduítes que não propaguem chama (item 6.2.11.1.15). Por efeito estético, os conduítes aparentes mais utilizados são as canaletas e perfilados, fig. 9.15 e 9.11, desde que possuam essa especificação e que contenham condutores isolados, uni ou multipolares (item 6.2.11.4).



Figura 9.14 – Mangueira corrugada



Figura 9.15 – Canaletas

Fonte: CBMDF.

As linhas de alimentação podem ser ainda enterradas ou ao ar livre. No primeiro caso, os únicos cabos permitidos são os uni ou multipolares e deve possuir profundidade mínima de 70 cm ou 1 metro caso passe por linhas de tráfego. Uma fita zebreada de sinalização deve ser enterrada a 20 cm do cabo, já no cruzamento entre linhas deve haver 10 cm de distância entre elas (item 6.2.11.6). Os cabos isolados podem ser utilizados apenas no nível do piso, desde que encaixados a ele.

No segundo caso, os condutores podem ser fixados diretamente na parede ou no teto não sendo obrigatório o uso de eletrodutos (item 6.2.11.3).

A instalação elétrica mais preocupante é aquela realizada em instalações temporárias em virtude de não haver um estudo apropriado do *layout*, distribuição de materiais combustíveis e por serem efetuadas normalmente por pessoas não habilitadas. O outro fato é que a norma permite que essas instalações e as estações de trabalho possuam distribuição elétrica não enquadradas nas exigências desse capítulo. A única exigência é que as tomadas com extensão devem ser fixadas para impedir a separação do equipamento com a respectiva tomada (item 4.7.1).

Há uma exceção a essa regra: para gozar da vantagem de não se enquadrarem nessas exigências, essas instalações temporárias não devem possuir inflamáveis ou explosivos. Por conveniência, o CBMDF pode exigir, baseado no art. 3º do RSCIP, ou enquadrar todas as instalações que utilizarem botijões de GLP como possuidores de inflamáveis.

O mesmo ocorre com as instalações semipermanentes, porém, caso possuam periodicidade de instalação, é necessário que haja um quadro fixo com os dispositivos de proteção e comando.

Essas três instalações, temporárias, estações de trabalho e semipermanentes, estão desobrigadas a atender também o seguinte:

- ✓ fixação de dispositivos de comando e proteção;
- ✓ previsão para queda de tensão; e
- ✓ atender distância das canalizações de vizinhança.

### 9.10 – VISTORIA

O CBMDF se depara todos os dias com instalações elétricas precárias, com a presença de gambiarras, extensões e tomadas inadequadas, dispositivos danificados e sem proteção, entre outros.

As fig. 9.12 a 9.15 são um retrato disso, a impressão que se tem é que tudo é permitido ou que as instalações são realizadas geralmente por pessoas não habilitadas.

As atividades eventuais normalmente utilizam instalações provisórias normalmente mal dimensionadas. A vistoria observa principalmente os seguintes itens:

- ✓ se a fiação está protegida ou em contato com a estrutura metálica;
- ✓ se há falha nas emendas de cabos elétricos;
- ✓ se o cabo de distribuição, quando solto, está enterrado ou aéreo (prática disseminada culturalmente);
- ✓ se a fiação passa por áreas de materiais combustíveis ou inflamáveis (botijão);
- ✓ se o isolante do condutor está gasto ou ressecado;



Figura 9.16 – Fiação desprotegida e com falhas em emendas



Figura 9.17 – Fiação desprotegida, solta, em local inapropriado e danificado

Fonte: CBMDF.

- ✓ se tomadas e interruptores possuem espelho e se estão bem fixados; e
- ✓ se existem barreiras e obstáculos aos quadros de energia;
- ✓ se há excesso de equipamentos em uma só tomada ou num só circuito;
- ✓ se o circuito possui os dispositivos de proteção como disjuntores e se eles estão desprotegidos;
- ✓ se os quadros elétricos não possuem acesso ao público e sua sinalização;



Figura 9.18 – Tomada solta e extensão danificada

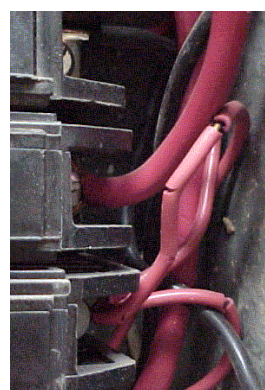


Figura 9.19 – Fios ressecados e quadro elétrico sem proteção adequada

Fonte: CBMDF.

- ✓ se as estruturas metálicas possuem aterramento;
- ✓ além de todos os itens, solicita-se, caso necessário, um laudo de distribuição elétrica do evento visado no CREA.

As vistorias, nas demais edificações, se atêm a outros detalhes de relevância como os seguintes:

- se os chuveiros elétricos possuem aterramento;
- se há disjuntor específico para cada aparelho de ar condicionado;
- a tensão e corrente nos sistemas de iluminação de emergência;
- o esquema de aterramento da instalação elétrica (fig. 9.3 a 9.4);
- o barramento equipotencial com aterramento do SPDA, da concessionária, telefônica, do esquema de aterramento; das canalizações metálicas, e outros (fig. 9.6);
- a presença de tomadas baixas sem protetor especialmente em locais que abrigam ou transitam crianças;
- a distância de 40cm das luminárias às pilhas de arquivo ou depósitos (NR nº 10 / MT);
- se as estruturas metálicas possuem aterramento;
- se as bombas de postos de revenda de combustíveis possuem aterramento e se há ponto de aterramento próximo à boca de descarga de combustível para aterramento de cargas eletrostáticas dos caminhões tanque.



Figura 9.20 – Distância da luminária



Figura 9.21 – Instalação adequada em locais de risco

Fonte: CBMDF.

Conforme a NT nº 08/02, a instalação elétrica de depósitos ou lojas de venda de fogos de artifício devem ser a prova de explosão. Isso quer dizer que não deve haver centelhamento tampouco aquecimento do ambiente por parte da instalação.

Dessa forma, as tomadas e interruptores devem ser blindados, ou seja, deve ser aplicada unidade seladora nas conexões dos eletrodutos (item 4.3.3 da NBR nº 5.418). As fiações aparentes devem possuir eletrodutos metálicos, revestidos com isoladores térmicos. Inclusive as lâmpadas devem ser do tipo a prova de explosão (fig. 9.21). Com essas medidas, diminui-se o risco de centelhamento perigoso e o aquecimento do ambiente por parte de curto ou sobrecarga.

Deve-se ter cuidado também com os equipamentos elétricos, os quais devem possuir todos os dispositivos de proteção contra sobrecarga e sobrecorrente, como também que seus plugues sejam fixados nas respectivas tomadas a fim de evitar o centelhamento, caso o equipamento esteja com a chave de força ligada. Além disso, os equipamentos devem ser adequados a atmosfera explosiva conforme a NBR nº 8.370.

Toda essa instalação elétrica deve ser submetida a ensaio de pressão para verificar se suporta a pressão resultante de uma explosão interna (item 18.1 da 5.363/98).

Por fim, toda a instalação elétrica deve ser protegida por dispositivos de seccionamento de corrente como disjuntores termomagnéticos e DRs, pois nenhuma corrente de fuga nem de curto circuito é admitida nesse ambiente.

Outros componentes eletrônicos serão do cotidiano da vistoria. Dentre outros, destacam-se os seguintes:

- válvulas de fluxo (HP e SPK, fig. 9.20). Possuem palhetas na canalização que são movimentados pelo fluxo da água fechando um contato elétrico que aciona, simultaneamente, a motobomba, e a central de informação entre outros.
- pressostato (HP e SPK, fig. 9.21) é um dispositivo mecânico que envia pulso elétrico ao quadro de bombas, quando da queda ou ganho de pressão d'água na canalização por meio de contato elétrico.



Figura 9.20 – válvula de fluxo



Figura 9.21 – pressostato com regulagem aparente

Fonte: CBMDF.

- quadro de bombas (HP e SPK fig. 9.22) - possui chaves de alimentação interna, chave de seleção b1/B2 e Man/Aut, e circuito capaz do acionamento/desligamento das bombas.
- barramento independente (HP e SPK) - quadro de energia das bombas, normalmente situado próximo ao quadro geral com ligação antes da chave de desligamento geral da edificação.
- acionadores manuais de alarme - são os mais diversos que possuem variantes de acionamento da central de alarme, mas se restringe a cortar ou enviar pulso elétrico ou binário à central de alarme. Esses possuem LEDs de supervisão de *STANDBY* e de acionamento.
- detectores de incêndio - funcionamento semelhante ao item anterior.
- chave comando bombeiro - são chaves existentes no térreo de edifícios destinados a ignorar todos os comandos de chamada dos elevadores e trazer a cabina do elevador ao térreo (exigido pela norma do Merco Sul NM nº 207).



Figura 9.22 – quadro de bombas



Figura 9.23 – chave comando bombeiro  
Fonte: CBMDF.

### **9.11– APLICAÇÃO FINAL**

Segundo estatísticas do CIPI, os peritos apuraram que dos incêndios ocorridos no Distrito Federal, 13,87 % foram causados por fenômenos termoeletricos, sem contar os 19,65% de causas não apuradas. A responsabilidade pelos incêndios incide no projetista e executor da instalação elétrica, contudo o CBMDF deve buscar todos os meios para evitar um incêndio. Dessa forma, cabe-nos a fiscalização e a exigência do correto dimensionamento do sistema elétrico a fim de minimizar essa estatística.

### **9.12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 5.410 – Instalações elétricas de baixa tensão. 2004.

CLAMPER. Manual.

SILVA, Alcides Leandro da. Apostila de segurança em eletricidade do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Brasília. 2003.



# 10 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

## 10.1 – GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

O gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido popularmente como gás de cozinha, é um combustível formado pela mistura de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono (propano 50% e butano 50%) extraídos do petróleo, podendo apresentar-se em mistura entre si e com pequenas frações de outros hidrocarbonetos.

Ele possui a característica de ficar sempre em estado líquido quando submetido a uma certa pressão, sendo por isso chamado de gás liquefeito. De fácil combustão, o GLP é inodoro, mas, por motivo de segurança, uma substância do grupo Mercaptan é adicionada ainda nas refinarias. Ela produz o cheiro característico percebido quando há algum vazamento de gás.

Além de inodoro, ele não é corrosivo, poluente e nem tóxico, mas se inalado em grande quantidade produz efeito anestésico. Por ser mais pesado que o ar, ocupa as camadas inferiores do ambiente podendo até penetrar em fossos.

Outra opção de gás é o gás combustível natural que também é inflamável, mais leve que o ar, composto principalmente de metano com uma quantidade menor de etano, propano e butano. Outra diferença ao GLP é o risco de explosão por combustão e incêndio quando escapa para o ambiente. Contudo, após vários testes, constatou-se que os vazamentos de gás natural não estão expostos a explosões a céu aberto.

A combustão do GLP depende do nível de concentração de comburente em relação ao gás, o qual é definido como faixa de explosividade ou inflamabilidade. Esta possui valores de concentração dos gases entre os limites de inflamabilidade inferior (LIE) e superior (LSE) expressado em porcentagem de volume de um vapor ou gás na atmosfera ambiente, onde, acima ou abaixo dos limites, a combustão não ocorre.

A explicação a esse fenômeno é que a temperatura de ignição do gás está amarrada a esses limites, pois se a mistura dos gases não alcançar o LIE não se chegará à temperatura de ignição, algo semelhante ocorre acima do LSE, onde não haverá oxigênio suficiente para combustão. Esse conhecimento será aplicado quando da exigência de detector de GLP calibrado a 1/10 do LIE nos casos de postos de revenda de GLP (LIE: 2,12% e LSE: 9%).

Na pressão atmosférica, a temperatura de ebulição do GLP é de -30° C em estado gasoso. Outra peculiaridade é que 1 m<sup>3</sup> de GLP pesa 2,2 kg, isso explica o porquê do acúmulo a partir do chão, em eventuais vazamentos, expulsando assim o oxigênio e preenchendo o ambiente. Em estado líquido o GLP é mais leve que a água, pesando 0,54 kg por litro.

Tabela 10.1 – Fatores de conversão.

	ESTADO LÍQUIDO	ESTADO GASOSO	
	Massa Específica (Kg/l)	Massa Específica (Kg/m <sup>3</sup> )	Densidade
GLP	0,54	2,23	1,80
ÁGUA	1,00	---	---
AR	---	1,22	1,00
Ou seja:			
	1m <sup>3</sup> de ar = 1,22 kg	1 litro de água = 1kg	
	1m <sup>3</sup> de GLP = 2,2 kg	1 litro de GLP = 0,54kg	

Fonte: POP - PMSP.

### 10.2 – VANTAGENS DO GLP

Comparado a outros combustíveis, o GLP apresenta vantagens técnicas e econômicas, associando a superioridade dos gases na hora da queima com a facilidade de transporte e armazenamento dos líquidos. Como gás, sua mistura com o ar é mais simples e completa, o que permite uma combustão limpa, não poluente e de maior rendimento. Liquefeito, sob suave pressão na temperatura ambiente, pode ser armazenado e transportado com facilidade, inclusive em grandes quantidades.

O rendimento do GLP e seu poder calorífico também são comparativamente mais elevados.

Tabela 10.2 – Poder calorífico do GLP.

Poder Calorífico do GLP em Relação a Outros Combustíveis		
QUANTIDADE	COMBUSTÍVEL	PODER CALORÍFICO
<b>1 Kg</b>	<b>GLP</b>	<b>11.500 kcal</b>
1kg	óleo diesel	10.200 kcal
1kg	carvão	5.000 kcal
1kw	energia elétrica	860 kcal
1m <sup>3</sup>	nafta	4.200 kcal
1m <sup>3</sup>	gás natural	9.400 kcal
<b>1kg de GLP corresponde a cerca de:</b>		
4 Kg de lenha seca	1,8 Kg de coque	1,3 litro de óleo diesel
3 Kg de bagaço de cana	1,4 litro de gasolina	3 m <sup>3</sup> de gás de rua
2 Kg de carvão de lenha	1,4 litro de querosene	14 KW/h

Fonte: POP - PMSP.

### 10.3 – ARMAZENAMENTO DE GLP

O gás de cozinha é amplamente conhecido na forma dos botijões P-13, chamado de gás de cozinha. Pelas vantagens citadas, ampliou-se o seu uso em restaurantes, lavanderias, entre tantos outros, contudo, esses necessitam de grande quantidade de gás e menor perda de tempo possível na troca do recipiente. Por tudo isso, aliado à segurança, foi estabelecida a alimentação de GLP por meio de centrais que atendessem essa demanda, podendo ser de recipientes fixos ou transportáveis.

A necessidade é que define se o armazenamento de GLP será em recipientes de grande ou de pequeno porte. Os recipientes com capacidade até 0,25 metro cúbicos são classificados como recipientes transportáveis, que podem ser deslocados cheios, manualmente ou por qualquer outro meio.

Os Recipientes com capacidade superior a 0,25 metro cúbicos são classificados como estacionários, pois são recipientes fixos, devendo ser abastecidos “in loco”, ou seja, a granel.



A escolha do tipo de recipiente e da estrutura das instalações depende do uso que se pretende dar ao GLP. Os diferentes conjuntos técnicos são definidos por normas técnicas e de segurança, que orientam tanto a fabricação de seus componentes como sua instalação.

Os botijões são fabricados com chapas de aço capazes de suportar altas pressões, conforme prevê as normas técnicas de segurança da Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT). O gás dentro dos botijões encontra-se no estado líquido e no de vapor. Do volume do botijão, 85% é de gás em fase líquida e 15% em fase de vapor, o que constitui um espaço de segurança que evita uma pressão elevada dentro do botijão.

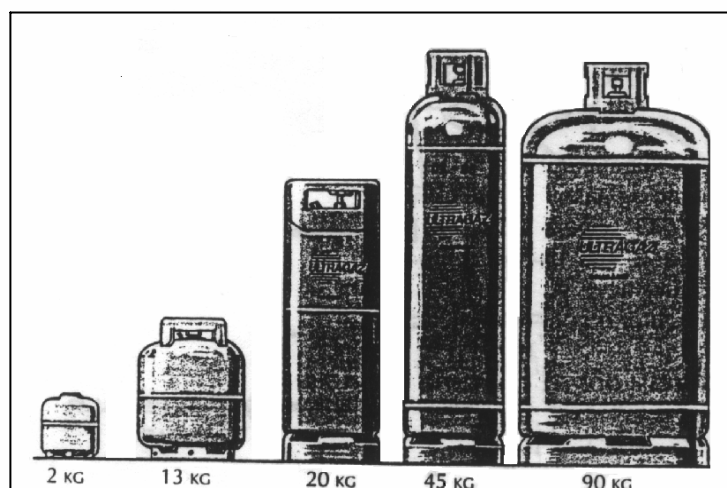


Figura 10.1 – ilustração dos recipientes transportáveis.  
Fonte: POP - PMSP.

### **P-2:**

As botijas de 2 kg (P-2) foram concebidas para operar sem regulador de pressão. 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. Quando aquecido, há aumento da temperatura interna e grande risco de explosão, pois não possui uma válvula de segurança.

### **P-5 e P-13:**

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 também é acionada por uma mola, que retorna automaticamente quando da desconexão, mas nesse caso existe uma válvula de segurança, o plugue-fusível. Ele é fabricado com uma liga metálica de bismuto que derrete quando a temperatura ambiente atinge 78°C. O P-5 é idêntico ao P-13, mas é pouco conhecido.

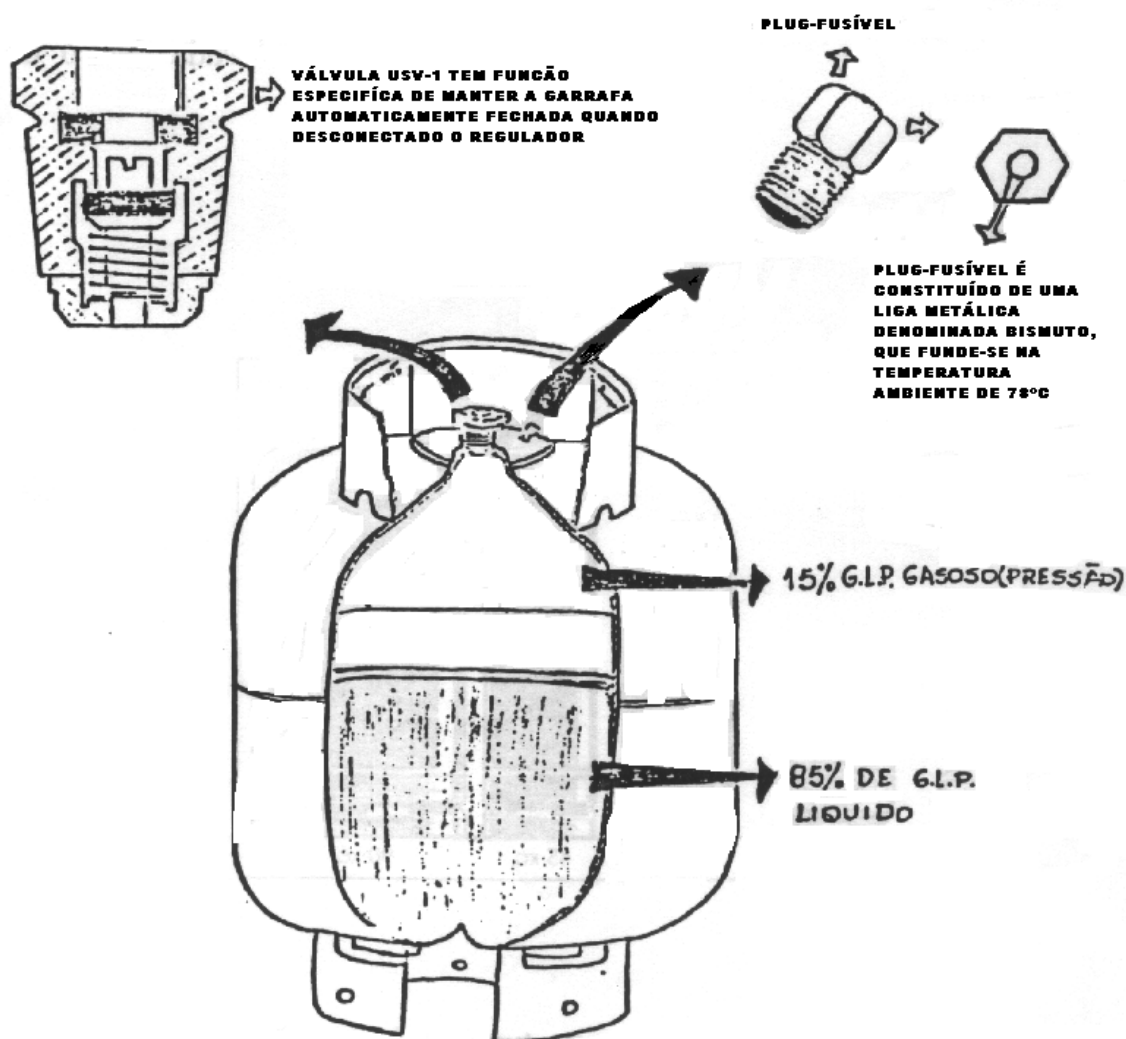


Figura 10.2 – Botijão P-13.  
Fonte: POP - PMSP.

#### P-20

O GLP também pode ser utilizado como combustível para motores de veículos a combustão, como as empilhadeiras, que 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. A partir desse recipiente, todos possuem registro de corte na saída de gás.

#### P-45 e P-90

Os botijões de 45 e 90 kg (P-45 e P-90) são indicados para as instalações centralizadas de gás que 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. O P-45 é utilizado em residências, condomínios, restaurantes, lavanderias e indústrias ou para consumidores institucionais,

como hospitais ou escolas. Os botijões de 90 kg são empregados pelo mesmo tipo de consumidores, mas de maior porte.

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 (aprox. 78° C).

### **P-125, P-180 e P-190**

Os botijões de 180 e 190 kg, e agora o mais recente de 125 Kg (apesar de este último ser um recipiente transportável) são preferidos como centrais estacionárias devido à dificuldade de remoção. Também possuem válvula de passagem de gás de fechamento manual, válvula de segurança para aumento de pressão e alguns são dotados ainda com indicador de nível do GLP.

### **10.4 – CENTRAIS DE GLP**

Para tratar desse assunto, o CBMDF adota três normas: a NBR nº 13.523/95 (CENTRAL PREDIAL de GLP); a NBR nº 13.932/95 (INSTALAÇÕES INTERNAS de GLP); e a NT nº 05/02-CBMDF, que define parâmetros gerais a serem adotados no DF. Além dessas, a NBR nº 14.570 e a NR nº 13 do Ministério do Trabalho serão citadas.

Pelo próprio título das NBRs, elas não se aplicam à instalação de um aparelho a um só recipiente com capacidade inferior a 0,032 m<sup>3</sup>, quer seja ligado por mangueira ou tubo flexível (item 1 da 13.932 e 2.3 da 13.523). Nesse caso, adota-se apenas a NT nº 05, a exceção de residência unifamiliar. Outra restrição é que a NBR nº 13.523 é aplicada a centrais transportáveis até 4.000 Kg e estacionárias até 8.000 Kg (item 1.1 da 13523).

As centrais possuem três classificações:

1. Quanto ao transporte:
  - Transportável (P-45 e P-125).
  - Estacionário (P-180 a P-4000).
2. Quanto ao abastecimento:
  - Troca (transportáveis).
  - A granel (estacionários).
3. Quanto à posição em relação ao solo:
  - Aérea (transportável ou estacionária).
  - Subterrânea: Enterrada (abaixo da superfície do solo circundante).
  - Atterrada (acima do nível do solo circundante).

A central de GLP é a área delimitada que contém os recipientes e acessórios destinados ao abastecimento da edificação. Além desses, fazem parte do sistema: tubulação, válvulas, medidores de consumo e componentes ligados a ela.

A localização da central é uma escolha estratégica, pois deve ser no exterior da edificação para propiciar um ambiente ventilado e um acesso fácil e desimpedido, não só para a carga e

descarga de botijões/GLP, mas principalmente para o socorro (item 5.1.5 da NBR nº 13.523). O mesmo ocorre com a localização das tomadas de descarga caso não esteja na central a granel, pois o local de estacionamento do caminhão abastecedor deve ser de forma que a mangueira de abastecimento não passe em locais de concentração de público (item 5.2.18 da NBR nº 13.523).

Essa exigência de que seja no exterior da edificação pode ser dispensada no caso de edificações existentes em que for oficialmente comprovado que não há espaço físico exterior para a instalação da central. Nesse caso, a central poderá ficar dentro da projeção horizontal da edificação desde que atenda as condições de segurança, exigidas pelo CBMDF, e de boa ventilação (item 4.2.2 da NT nº 05).



Figura 10.3 – central dentro da projeção da edificação  
Fonte: CBMDF.

Apesar dessa vantagem, não é permitido que essas centrais sejam instaladas em forros, terraços de coberturas ou sob as edificações. Dessa forma, e pelo critério de ventilação, só resta como opção o pavimento do nível do logradouro público (item 5.2.5 e 5.2.14.1 da NBR nº 13.523).

A área da central aérea transportável é delimitada pelo abrigo, constituído de material “incombustível” (item 5.1.3 da NBR nº 13.523) que suporte ao fogo (Tempo de Resistência ao Fogo-TRF), no mínimo, por duas horas (item 4.2.7 da NT nº 05). A NT nº 05 admite que o abrigo seja de concreto com espessura mínima de 03 cm (item 4.2.1 da NT nº 05), ou seja, define o padrão para TRF 2h.



Figura 10.4 – abrigo da central de GLP para recipientes transportáveis.  
Fonte: CBMDF.

O piso também possui características próprias: deve ser firme, nivelado e de material “incombustível”. A estabilidade dos recipientes é atendida por esses critérios, contudo, para que seja atendido o da ventilação, deve ter ainda nível superior ao piso circundante, de forma que não haja rebaixamentos que acumulem água ou gás (itens 5.1.9 e 5.1.11 da NT nº 05).

A maior preocupação da fiscalização, projeto e execução deve ser a ventilação do ambiente, requisito que será mencionado inúmeras vezes. Além da ventilação por meio da localização, os abrigos devem possuir ventilação lateral nas partes superior e inferior devidamente protegidas por telas metálicas com abertura de malha entre 3 a 7mm (três a sete milímetros). Também deve haver ventilação frontal por meio de porta do tipo veneziana ou porta telada com as mesmas características citadas anteriormente (item 4.2.7 da NT nº 05).

Foi pensando nessa necessidade de ventilação e na facilidade do corte do fornecimento de GLP por meio de um só registro que não se aplica no DF o item 5.1.8 da NBR nº 13.523 que permite a subdivisão da central em centrais menores. (item 4.2.8 da NT nº 05)

A área da central aérea estacionária é delimitada por uma cerca de tela, gradil ou elemento vazado com 1.8 m de altura, contendo, no mínimo, dois portões em lados opostos assegurando a ventilação na área (item 5.2.15 da NBR nº 13.523).

As centrais subterrâneas não necessitam nem de abrigo nem de cercas de proteção, tendo sua área delimitada apenas com estacas e correntes (item 5.2.16 da NBR nº 13.523). A única proteção é que ambas (enterrada e aterrada) devem distar de 30 cm da superfície do solo a contar do costado do tanque. Dessa forma, os taludes de terra compactada da central aterrada também devem atender os 30 cm.



Figura 10.5 – centrais de GLP enterrada e aterrada.

Os tanques possuem identificação por meio de placa metálica, afixada em local visível, com as seguintes informações (item 5.2.2 da 13523):

- **identificação** da norma de construção; (garantia do atendimento da legislação etc.);
- marca do fabricante e data de fabricação (para calcular vida útil, testes e responsabilização);
- **capacidade** volumétrica; (para determinar afastamentos, extintores, abastecimento); e
- **pressão** de projeto e de ensaio; (deve ser de 1,7 MPa e de ensaio a 150 kPa para redes primárias e 5kPa para as secundárias) (item 5.2.3 da NBR nº 13.523 e 5.6.2 da NBR nº 13.932).

Uma característica dessas centrais é que os acessórios devem estar contidos em caixas que os protejam de danos oriundos de trânsitos ou outras causas. Centrais antigas contêm essas caixas com portas de visita ao nível do solo circundante, ou seja, caso haja vazamento, uma quantidade considerável de GLP ficará confinada.

Atualmente, as centrais estão providas de caixas de superfícies protegidas por telas a fim de atender o critério de ventilação (item 5.2.14da NBR nº 13.523).



Figura 10.6 – caixas de inspeção de superfície e enterrada.  
Fonte: CBMDF.

### 10.5 – AFASTAMENTOS DE SEGURANÇA

A segunda maior preocupação da fiscalização, tanto no projeto quanto na execução, deve ser a exigência dos afastamentos mínimos do sistema aos riscos em potencial e desníveis devido à densidade de GLP, assunto já discutido.

Serão apresentados a seguir, de forma simples e de boa visualização, os afastamentos a serem exigidos:

Tabela 10.3 – Afastamentos da edificação e dos limites da propriedade.

Recipientes transportáveis		Recipientes estacionários aéreos e aterrados
Quantidade de GLP (kg)	Afastamento (m)	Capacidade do reservatório (m <sup>3</sup> )
Até 540	0	Até 1,0 (500kg)
De 540 a 1.080	1,5	De 1,1 a 2,0 (De 550 a 1.000 kg)
De 1.080 a 2.520	3,0	De 2,1 a 5,5 (1.050 a 2.750 kg)
De 2.520 a 4.000	7,5	De 5,6 a 8,0 (2800 a 8.000kg)

Fonte: CBMDF.

Os afastamentos das centrais enterradas equivalem à metade do valor informado na tabela 10.3. A explicação é simples, um incidente é menos desastroso nesse tipo de central do que nas demais (nota b da 13.523).

Acidentes em centrais aterradas também são menos desastrosos do que em centrais aéreas, no entanto, por erro na construção do texto, a ABNT não utilizou o mesmo critério de redução dos afastamentos. Apesar dessa explicação, o CBMDF aplica o texto literal da NBR. O mesmo vale para a medição da distância do local de segurança até o costado do tanque, pois faltou no texto que, no caso de subterrâneas, seriam medidas a partir da boca das válvulas.

Tabela 10.4 – Afastamentos de desníveis e riscos em potencial.

Risco em relação a Central	Afastamento (m)	Item da norma	Observação
Aberturas inferiores (ralo, canaleta, poço etc.)	1,5 *	4.11 e 4.20 da 13523	---
Subsolo	3 *	4.2.4 da NT 05/02	---
Materiais de fácil combustão	3 *	4.12 e 5.2.17 da 13523	Não se aplica à subterrânea.
Fonte de ignição (estacionamento etc.)	3 *	4.13 da 13523	---

Rede elétrica	3	4.21 da 13523	---
Depósitos de inflamáveis/comburentes	6 *	4.14 da 13523	---
Depósitos de hidrogênio	15	4.15 da 13523	---
* Pode reduzir à metade com parede TRF 2h (item 4.16 da NBR nº 13.523 e 4.2.4.1 da NT nº 05/02)			

Fonte: CBMDF.

A altura da parede resistente ao fogo também passou despercebida pelo texto, dessa forma, projeta-se uma altura suficiente para impedir que a irradiação de calor atinja os tanques. No DF, ficou definida a altura mínima de 1 metro que foi adotada como padrão para redução da distância ao subsolo, conforme item 4.2.4.1 da NT nº 05, generalizando os demais casos de centrais subterrâneas.

Caso a central subterrânea e a aérea estacionária sejam compostas de mais de um recipiente, deve ser instalado um ao lado do outro, em grupos de, no máximo, 6 recipientes afastados entre si de, no mínimo, 1 metro, caso a capacidade unitária seja superior a  $1\text{m}^3$ . Na necessidade de instalar mais de um grupo de recipientes, eles deverão estar afastados entre si 7,5m (item 5.2.13 da NBR nº 13.523).



Figura 10.7 – afastamento entre tanques  
Fonte: CBMDF.

Outro afastamento a ser atendido pela central aérea é em relação à cerca de proteção. O afastamento mínimo depende da capacidade unitária do recipiente conforme a seguir (item 5.2.15 da NBR nº 13.523):

- 1.5 m dos recipientes com capacidade unitária até  $5.5\text{m}^3$ .
- 3.0 m dos recipientes com capacidade unitária entre  $5.6$  e  $8\text{m}^3$ .



Figura 10.8 – afastamentos da central conforme tabela 10.3.  
Fonte: CBMDF.

## 10.6 – CANALIZAÇÃO

A canalização aparente deve ter um afastamento mínimo de 0,50 m de condutores de eletricidade. Se esses condutores forem protegidos por conduíte a prova de explosão (item 4.3 da NBR nº 13.523) a distância mínima passa a ser 0,30 m. Já em relação aos sub-sistemas de pára-raios e seus respectivos pontos de aterramento, o afastamento mínimo é de 2m. (item 4.1.8 da NBR nº 13.932)

A canalização é responsável por conduzir o GLP até o ponto de consumo. Para que a distância não interfira na vazão e pressão necessárias, a canalização é dividida em dois trechos pelo regulador de pressão: a **rede de alimentação** de alta pressão (do recipiente até o regulador de 1º estágio) e a **rede de distribuição** (do regulador de 1º estágio ou de estágio único ao ponto de consumo). Esta última se divide ainda em rede primária e rede secundária.

O regulador de pressão é um dispositivo mecânico responsável em regular a pressão do fluido para cada trecho da rede. A rede primária de distribuição é o trecho de entrada na edificação que deve possuir pressão máxima de 150 kPa (1,53 kgf/cm<sup>2</sup>), tendo sido regulado pelo chamado regulador de 1º estágio (item 4.1.3 de NBR nº 13.932). Esse limite se faz necessário para que não se corra o risco do gás se liquefazer na rede.

A rede primária termina no regulador de 2º estágio, quando se inicia a rede secundária de pressão máxima de 5kPa (0,05 kgf/cm<sup>2</sup>). Essa rede, por ser a que alimenta o ponto de consumo, possui pressão nominal suficiente para atender a demanda, pois, o uso doméstico está normalizado em 2,80 kPa (0,027 kgf/cm<sup>2</sup>), sendo a pressão mínima final, no ponto de utilização, de 2,6 kPa (item 5.1.2 da NBR nº 13.932).

Caso a rede não seja extensa, algumas instalações possuem apenas o regulador de estágio único, que regula a alta pressão da central para a pressão de consumo.

Dessa forma, podemos resumir:

- **rede de alimentação:** trecho de alta pressão que parte dos recipientes até o regulador de 1º estágio ou do regulador de estágio único, normalmente situado na central.
- **rede de distribuição:** é o conjunto de tubulações e acessórios após o regulador de 1º estágio ou do regulador de estágio único, a qual se divide em rede primária e rede secundária conforme citado.

Além dos reguladores de 1º e 2º estágios, o sistema deve estar provido de:

- **válvulas de bloqueio:** são válvulas de corte do fornecimento que deve se situar em locais de fácil acesso. Deve haver uma o mais próximo possível do recipiente (item 5.4.2.1 da NBR nº 13.523) e outra na rede de distribuição interna do gás (no aparelho, por exemplo). (item 4.4.3 da NBR nº 14.570)





Figura 10.9 – válvula de bloqueio (registro de corte)  
Fonte: CBMDF.

- válvulas de excesso de fluxo: corta o suprimento de GLP caso haja um excesso de fluxo em um único sentido (item 5.4.3 da NBR nº 13.523).
- válvulas de segurança: válvula de alívio que descarrega o excesso de GLP à atmosfera caso haja uma sobre pressão (item 5.4.4 da NBR nº 13.523).

As redes de alimentação e de distribuição se diferem pela pressão e pelo material utilizado na confecção da tubulação, justamente devido à pressão. Um exemplo disso, é que a rede de alimentação só pode utilizar tubos de aço carbono sem costura flange ou rosca ou de cobre de, no mínimo, 0,8mm. Suas conexões são de ferro fundido maleável ou de aço forjado. Nas juntas de dilatação do prédio, são utilizadas mangueiras de borracha para alta pressão (item 5.3 da NBR nº 13.523).

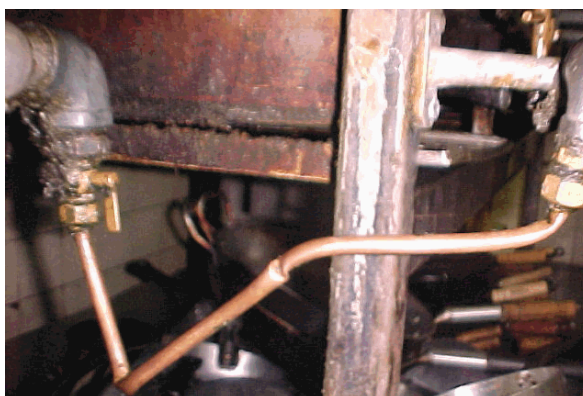


Figura 10.10 – tubo de cobre maleável danificado por aplicação inadequada.  
Fonte: CBMDF.

A rede de distribuição, por ser projetada para pressões menores, pode utilizar tubos de aço carbono com ou sem costura ou de cobre rígido. Admite como conexões, além das anteriores, as de cobre ou de bronze para tubulações de cobre. Os equipamentos de consumo podem ser ligados à rede secundária por meio de mangueiras de PVC ou de material sintético compatível de, no máximo, 80 cm de comprimento; ou por tubos de cobre recozido de, no mínimo, 0,79mm (itens 5.2.1 e 4.1.11 da NBR nº 13.932).

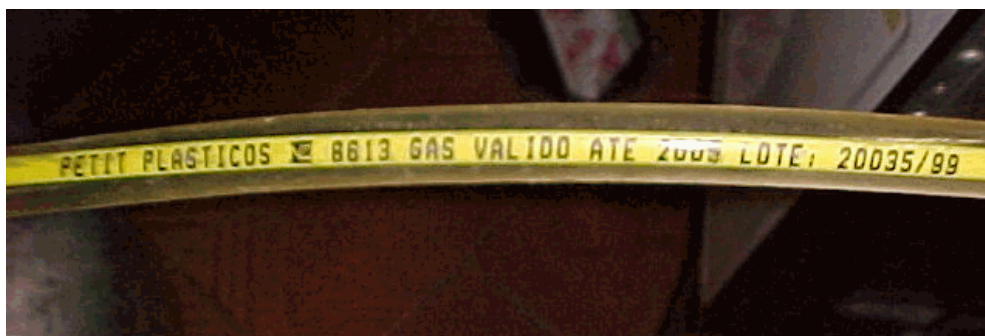


Figura 10.11 – mangueira adequada ao uso de equipamentos de consumo.  
Fonte: CBMDF.

É necessária atenção na definição dos materiais, pois a NT nº 05 exige que a mangueira seja revestida em malha de aço no caso de liberação do uso de P-13 no térreo acompanhada de válvula, registro e detector de gás. Dessa forma, as NBRs não exigem que o uso dessa mangueira seja generalizado (item 4.1.5 da NBR nº 13.523). Em ambos os casos, deve haver registro de corte local (item 4.1.11 da NBR nº 13.932).



Figura 10.12 – mangueira revestida em malha de aço.  
Fonte: CBMDF.

Os elementos fixadores da canalização devem atender a compatibilidade eletrolítica, para evitar que o fixador e a canalização sejam de materiais diferentes por formação de bipólos que geram corrosão galvânica. Caso contrário, a solução seria a adoção de elemento isolante entre os materiais.

A terceira grande preocupação deve ser a observância do trajeto que a canalização faz no interior das edificações. É proibido passar a canalização de GLP em locais onde um eventual vazamento acarrete acúmulo de gás, ocasionando risco de explosão. Esse risco será ainda maior caso o GLP seja conduzido na forma líquida dentro da edificação, pois, um pequeno vazamento de GLP na fase líquida (sob pressão na tubulação) representa uma considerável quantidade de GLP na forma gasosa (lembre-se: 1l de GLP líquido equivale a 250l de GLP gasoso).

A rede de distribuição pode ser embutida, aparente ou enterrada, desde que, da mesma forma das centrais subterrâneas, recebam tratamento adequado conforme o caso (item 4.1.1 da NBR nº 13.932).



Figura 10.13 – tubulação aparente.  
Fonte: CBMDF.

É simples entender os locais permitidos, basta se ter em mente o requisito de ventilação. Sendo assim, a rede de distribuição não poderá passar em local sem ventilação, tais como forro e piso falso, dutos de lixo, de ar condicionado, de ventilação, de água pluvial, *shafts* elétricos sem a devida distância ou contendo inflamáveis ou outros locais que possam possibilitar o acúmulo do GLP, acarretando, dessa forma, um risco de explosão (item 4.1.5 da NBR nº 13.932 e 4.2.5 da NT nº 05).

É interessante observar que o mesmo item admite que a canalização passe por alguns dutos, para isso deve possuir exaustão adequada.

Em algumas situações, a canalização necessita transpassar uma laje ou ser embutida na alvenaria a fim de alcançar o ponto de consumo. A tubulação deve ser coberta com camada de 3 cm de concreto (item 4.2.6 da NT nº 05) ou ser envolvida por outra tubulação como se uma luva fosse. Esses procedimentos são chamados de envelopamento e de tubo luva, respectivamente.

A intenção é que o gás, ao escapar da tubulação por qualquer motivo, não penetre na alvenaria, pois o envelopamento impediria seu escape; já no caso do tubo luva, o gás seria conduzido pela “luva” para o exterior da edificação.

Para que o tubo luva funcione, é evidente que suas extremidades estejam fora da edificação e que, além de possuir resistência mecânica e proteção contra corrosão, devem ser constituídas de material “incombustível” (item 4.1.9 da NBR nº 13.932). No caso de transpasse de laje/parede, o tubo luva é admitido como proteção, já que não possui as extremidades para o exterior.

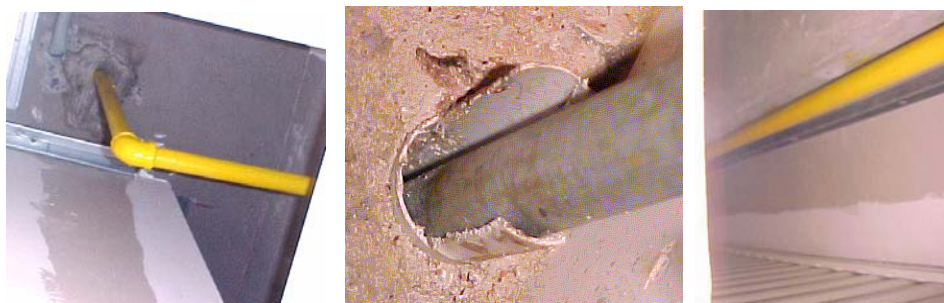


Figura 10.14 – detalhes do envelopamento, tubo-luva e caixa com grelha.  
Fonte: CBMDF.

Além desse cuidado, as redes de distribuição devem estar sempre abaixo de outras tubulações, subposição esta que deve ser atentada pelo executor do projeto. Isso se dá devido peso do GLP, para que não atinja outras canalizações, como a elétrica.

No Distrito Federal, é comum a instalação de caixa com grelhas para acondicionar a tubulação em forros de pilotis. Essa caixa seria como tubo luva que impede que o gás se espalhe no forro o conduzindo para fora por meio das grelhas.

Outra peculiaridade é que o botijão e o registro de corte nas edificações, quando não embutidos em armários, estejam com acesso impedido e pior, a mangueira passando por trás do forno. No caso do botijão embutido, deve-se retirá-lo do armário se possível. Caso contrário, deve-se vazar a porta ou instalar grelha na parte inferior da porta.



Figura 10.15 – registro de corte e detector de vazamento no ponto de consumo.  
Fonte: CBMDF.

Os fogões mais modernos possuem a opção de se instalar o bico de admissão da mangueira em ambos os lados do aparelho. Essa é a solução para que a mangueira não passe por trás do fogão.

### 10.7 – MEDIDORES DE CONSUMO

Assim como a Companhia Energética de Brasília (CEB) e a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), dispõem de medidores de consumo de energia e água consumida, os fornecedores de GLP dispõem de medidores de consumo para cada unidade da edificação.



Figura 10.16 – cabine de medidores  
Fonte: CBMDF.

A locação da cabine dos medidores de consumo deve obedecer às seguintes características:

- fácil acesso e espaço suficiente para manuseio;
- iluminação e ventilação adequadas, dotada de, no mínimo, 10% de aberturas mínimas inferiores da área da tampa;
- não possuir no seu interior dispositivos capazes de produzir chama, calor ou centelha.

Os medidores de consumo de um pavimento devem estar agrupados e localizados de forma semelhante para todos os pavimentos devendo os grupos homólogos ser alimentados por uma única prumada (item 4.2.10 da NT nº 05). A única exigência é que não estejam situados em escadas, para a NT nº 05, e nas antecâmaras ou em escadas de emergência para a NBR nº 13.932, item 4.2.7.

A altura de instalação da cabine deve ser de 30 (trinta) cm a 1,50 m (um metro e cinqüenta centímetros) do piso acabado. (item 4.2.12 da NT nº05 e 4.2.4 da NBR nº 13.932)

### 10.8 – SINALIZAÇÃO

É possível confundir a canalização aparente de GLP, na cor amarela, com as demais. Isso ocorre porque, em algumas edificações, outras tubulações (de ar condicionado, ar comprimido, água quente etc.) também são pintadas na cor amarela. Cabe ao CBMDF exigir que apenas a canalização de GLP seja sinalizada com essa cor. Essa diferenciação é importante para os usuários, mas, é essencial para as guarnições de socorro que necessitam dessa informação em caso de acidentes ou vazamentos (itens 4.1.2 da NBR nº 13.932 e 4.2.14 da NT nº 05).

Outra sinalização praticamente não aplicável no DF é o uso de cores de tubulações e conexões da rede de alimentação, que varia entre branco, laranja e amarelo, dependendo do estado do GLP e se a central é estacionária ou transportável.

Já a sinalização da central não é ignorada, contudo atende normalmente só a NBR nº 13.523, que menciona no item 5.6 as seguintes mensagens:

PERIGO

INFLAMÁVEL

PROIBIDO FUMAR



Figura 10.17 – sinalização da canalização e da central.

Fonte: CBMDF.

Essa sinalização deve possuir símbolos para atender também os analfabetos, assunto que está amplamente discutido no capítulo 6 (sinalização de segurança). Essas placas devem ser visualizáveis de qualquer direção de acesso à central, com letras não menores que 50mm de altura (item 5.6.1 da NBR nº 13.523).

### 10.9 – EXTINTORES

Os extintores de incêndio para proteção da central de GLP devem ser dimensionados de acordo com o que prescreve a norma técnica específica do CBMDF, que seria a NT nº 03/2000. Contudo, essa norma não especifica o caso de central de GLP, apontando para a NBR nº 12.693 (extintores). Apesar disso, o CBMDF adota a tabela 3 do item 5.6.2 da NBR nº 13.523 abaixo descrita:

Tabela 10.5 – dimensionamento de extintores para centrais de GLP.

Quantidade de GLP (Kg)	Quantidade e capacidade dos extintores
até 270	2 x 4Kg
271 a 1800	2 x 6Kg
acima de 1800	2 x 12Kg

Fonte: NBR nº 13.523 – ABNT.



Figura 10.18 – extintores da central de GLP  
Fonte: CBMDF.

### 10.10 – OBRIGATORIEDADE DO USO DE CENTRAIS DE GLP

Estão obrigadas a fazerem uso de centrais de GLP as seguintes edificações:

- 1) residenciais multifamiliares acima de 15 m (quinze metros) de altura (item 4.1.1 NT nº 05/02); e
- 2) com destinação comercial, hospitalar, escolar, de reunião de público, residenciais coletivas ou transitórias, ou qualquer outra que estimule ou provoque a concentração de público (item 4.1.2 NT nº 05/02).

### Isenções

Estão isentas da obrigatoriedade do uso da central de GLP as edificações citadas em 2 que não utilizem GLP ou que venham a utilizar o GLP para abastecimento de pequenos pontos, como

copas, cozinhas particulares não industriais e sem fim comercial, podendo ser utilizado, nesses casos, um máximo de 39 kg (trinta e nove quilogramas) de GLP, limitados a três pontos de consumo distintos em toda a edificação com altura máxima de 12 metros (item 4.1.4 NT nº 05/02).

Será autorizado também o uso de botijões P-13 quando o estabelecimento se enquadrar no item 4.1.5 NT nº 05/02:

- situar-se no térreo;
- ser risco isolado;
- utilizar um máximo de 3 botijões não interligados;
- utilizar mangueira revestida em aço, válvula redutora de pressão e conseqüente válvula de bloqueio incluindo sistema de detecção de GLP.

Em edificações mistas, será permitido o uso de botijões de GLP na área residencial, desde que a edificação possua altura de, no máximo, 12 m (doze metros) (item 4.1.6 NT nº 05/02).

### Proibição

Nas edificações novas ou antigas dotadas de central de GLP e/ou instalação de gás canalizado é proibida a utilização de (GLP) em botijões ou cilindros no interior da edificação (item 4.1.7 NT nº 05/02).

### 10.11 – DOCUMENTOS

Para verificar se o sistema de abastecimento de GLP está de acordo com as normas em vigor, o CBMDF exige 3 documentos:

- 1) anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de execução do sistema;
- 2) laudo de teste de estanqüidade a fim de verificar se há vazamento nas instalações prediais, por meio da aplicação da pressão de ensaio que garante que a de trabalho será suportada (item 5.7 da NBR nº 13.523); e
- 3) relatório de inspeção do tanque de GLP, a fim de verificar o estado do tanque (item 13.10.3 da NR nº 13).

O teste que trata o item 3 é exigido pela NR nº 13 do Ministério do Trabalho que versa sobre caldeiras e vasos de pressão. São três inspeções: exame externo, interno e teste hidrostático. Esses obedecem a uma tabela (tabela 10.5) que relaciona categoria dos vasos definidos pelo volume e pressão de trabalho do recipiente e tipo de exame.

Tabela 10.6 – Validade dos testes em vasos de pressão.

Categoria do Vaso	Exame Externo		Exame Interno		Teste Hidrostático	
	A	B	A	B	A	B
I	1 ano	3 anos	3 anos	6 anos	6 anos	12 anos
II	2 anos	4 anos	4 anos	8 anos	8 anos	16 anos
III	3 anos	5 anos	6 anos	10anos	12 anos	a critério
IV	4 anos	6 anos	8 anos	12 anos	16 anos	a critério
V	5 anos	7 anos	10 anos	a critério	20 anos	a critério

LEGENDA:

**A** > não possui serviço próprio de inspeção. **B** > possui serviço próprio de inspeção.

Fonte: NR nº 13 - MTE.

A categoria do vaso será definida em grupos de potencial de risco em função do produto "PV", na qual "P" é a pressão máxima de operação, em MPa, e "V" o seu volume geométrico interno, em m<sup>3</sup>, conforme segue (item 1.2 da NR nº 13):

Tabela 10.7 – Classificação da categoria dos vasos de pressão.

Grupo 1 - PV ≥ 100	Grupo 2 - PV < 100 e PV ≥ 30	Grupo 3 - PV < 30 e PV ≥ 2.5
Grupo 4 - PV < 2.5 e PV ≥ 1		Grupo 5 - PV < 1

Fonte: CBMDF.

Observa-se que quanto maior a pressão e/ou volume mais curto será o período de validade da inspeção, conforme visto na tabela 10.5.

Em alguns casos, pode ser argumentado que há impossibilidade física para os exames interno e externo, como, por exemplo, o caso de centrais subterrâneas, dessa forma, esses exames podem ser substituídos pelo teste hidrostático, considerando-se as limitações ressaltadas a seguir (item 13.10.3.1 da NR nº 13).

As limitações são argumentos contrários ao teste hidrostático que é, muitas vezes, considerado inviável, como, por exemplo, o argumento de comprometimento do tanque causado por esse teste. Quando for tecnicamente inviável e mediante anotação no "registro de segurança" pelo "profissional habilitado", o teste hidrostático pode ser substituído por outra técnica de ensaio não-destrutivo ou inspeção que permita obter segurança equivalente (item 13.10.3.4 da NR nº13).

Considera-se como razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático (item 13.10.3.5 da NR nº 13):

- a) resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria usada no teste;
- b) efeito prejudicial do fluido de teste a elementos internos do vaso;
- c) impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema;
- d) existência de revestimento interno;
- e) influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.
- f) vasos com revestimento interno higroscópico (item 13.10.3.3 da NR nº13)
- g) vasos com temperatura de operação inferior a 0°C (zero graus centígrados) ficam dispensados do teste hidrostático periódico, sendo obrigatório exame interno a cada 20 (vinte) anos e exame externo a cada 2 (dois) anos (item 13.10.3.6 da NR nº 13);

A solução para se obter o Relatório de Inspeção é, quando não houver outra alternativa, o teste pneumático desde que supervisionado pelo "profissional habilitado" e cercado de cuidados especiais por tratar-se de atividade de alto risco (item 13.10.3.7 da NR nº 13).

O "relatório de inspeção" deve conter no mínimo: (item 13.10.8 da NR nº 13):

- a) identificação do vaso de pressão;
- b) fluidos de serviço e categoria do vaso de pressão;
- c) tipo do vaso de pressão;



- d) data de início e término da inspeção;
- e) tipo de inspeção executada;
- f) descrição dos exames e testes executados;
- g) resultado das inspeções e intervenções executadas;
- h) conclusões;
- i) recomendações e providências necessárias;
- j) data prevista para a próxima inspeção;
- k) nome legível, assinatura e número do registro no conselho profissional do "profissional habilitado", e nome legível e assinatura de técnicos que participaram da inspeção.,

Por fim, as válvulas de segurança são também atestadas por ocasião desse exame interno e pode constar no relatório de inspeção (item 13.10.4 da NR nº 13). Também é uma boa oportunidade para exigir a desmontagem, inspeção e recalibragem das demais válvulas e acessórios como os manômetros.

### **10.12 – APLICAÇÃO FINAL**

Apesar de ser um sistema complexo e não acessível por um todo na maioria das vezes pela fiscalização, as centrais e instalações internas de GLP apresentam grande segurança e boa credibilidade perante o CBMDF. Isso é devido especialmente pela boa execução do sistema e pela vistoria criteriosa que utiliza todos os meios para que a legislação seja atendida.

### **10.13 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.523 – Central predial de gás liquefeito de petróleo (GLP). 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 13.932 – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projeto e execução. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 14.570 – Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP – Projeto e execução. 2000.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. NT nº 05 – Central predial de gás liquefeito de petróleo. 2002.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO. Procedimento Operacional Padrão (POP).

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR nº 13 – Caldeiras e vasos de pressão. 1994.



Este manual é uma fonte de consulta técnica para profissionais da área de segurança contra incêndio e pânico (bombeiros militares, engenheiros, arquitetos e técnicos). O texto é baseado nas normas técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, nas normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas e nas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

A obra aborda, no capítulo 1, aspectos legais e funcionais do sistema de engenharia de segurança contra incêndio e pânico quanto ao projeto e execução de edificações seguras e fiscalização dos diversos órgãos relacionados. No capítulo 2, o objeto de estudo, o incêndio, é caracterizado. O pleno domínio sobre a dinâmica do incêndio é pré-requisito para a efetividade das medidas de segurança contra incêndio e pânico estudadas no capítulo 3. Outro pilar da segurança contra incêndio é o conhecimento do comportamento das estruturas em situação de incêndio, que é abordado no capítulo 4. Os capítulos 5 a 10 tratam detalhadamente dos critérios normativos das saídas de emergência, da sinalização de segurança, da iluminação de emergência, da proteção contra descargas atmosféricas, da segurança nas instalações elétricas e do uso de gás liquefeito de petróleo (GLP).