

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR**

POLLIANA MÜLLER GIACOMIN

ESTUDO DAS CORTINAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

**FLORIANÓPOLIS
SETEMBRO 2012**

Polliana Müller Giacomini

Estudo das cortinas de proteção contra incêndios

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Orientador: Tenente Coronel BM Valdir Florença

**Florianópolis
Setembro 2012**

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

G429e Giacomini, Polliana Müller
Estudo das cortinas de proteção contra incêndios. / Polliana Müller Giacomini. – Florianópolis : CEBM, 2012.
70 f. : il.

Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2012.

Orientador : Tenente Coronel BM Florença

1. Cortinas de proteção contra incêndio. 2. Compartimentação.
3. Controle de fumaça. II. Título.

CDD 363.377

Polliana Müller Giacomini

Estudo das cortinas de proteção contra incêndios

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Florianópolis (SC), 18 de setembro de 2012.

Ten Cel BM Florença, Esp

Professor Orientador

1º Ten BM Gauana Elis Pozzan, Esp

Membro da Banca Examinadora

2º Ten BM Fábio Fregapani Silva, Esp

Membro da Banca Examinadora

Dedico este trabalho ao meu avô Werner Müller (in memoriam), exemplo de perseverança e atitude, fonte de inspiração nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a Deus, conhecedor da minha vida, dos momentos de alegria e de dor, dos meus esforços e das minhas decepções, por estar sempre presente.

Ao meu marido, Gustavo, que sempre esteve presente, compreendendo minhas ausências, acreditando nas minhas ideias e incentivando-me a seguir em frente. Obrigada pelo apoio e incentivo, dedicando-me carinho e amor em todos os momentos. Você foi peça fundamental nessa caminhada.

Aos meus pais, Jago e Denise, que acompanharam ansiosos e preocupados, porém orgulhosos, todas as etapas da minha formação até hoje e sempre. Vocês certamente foram os que mais sofreram com a falta de notícias e de visitas, mas foi necessário. Isso não significa que deixei de pensar e me preocupar com vocês, mas sim que voltei a minha atenção para a conquista dos objetivos que vocês me ajudaram a encontrar.

A minha irmã, Chalana, por ouvir minhas queixas nos momentos em que precisei e por ser também um exemplo de coragem e determinação.

A toda a minha família por também acreditarem em mim e por torcerem pela minha vitória.

Ao Tenente Coronel BM Florença, por ter aceitado a tarefa de orientar a elaboração desse trabalho, pelas horas dedicadas ao meu crescimento profissional.

Aos demais membros da banca examinadora pela atenção e contribuição para o aperfeiçoamento dessa pesquisa.

Ao Major BM Vanderlino, Major BM Biluk, Capitão BM Alexandre, Capitão BM Marcos, por terem contribuído com sugestões e opiniões. O conhecimento dos senhores engrandeceu muito o conteúdo do presente estudo.

E, por fim, aos meus colegas de turma, que contribuíram muito para a minha formação durante todos os dias que passamos juntos no Curso de Formação de Oficiais. Vocês foram a minha segunda família e como tal tivemos momentos alegres, tristes, estressantes, cômicos e encantadores. Que a união da nossa turma permaneça sempre.

“Quanto mais as pessoas acreditam em uma coisa, quanto mais se dedicam a ela, mais podem influenciar no seu acontecimento.”

(Dov Éden)

RESUMO

As cortinas de proteção contra incêndio são fabricadas com materiais têxteis resistentes a altas temperaturas. Dependendo do material de que são feitas, as cortinas podem assegurar a proteção contra fumaça, conter as chamas ou até mesmo compartimentar ambientes, como é o caso das cortinas corta-fogo. Por isso elas são uma alternativa para as situações em que outros sistemas de proteção contra incêndio tornam-se desvantajosos. O presente estudo teve como objetivo apontar quais os aspectos mínimos devem ser exigidos para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações catarinenses. Para alcançar este objetivo foi necessário fazer uma revisão dos conteúdos relacionados à segurança contra incêndios, bem como a classificação dos elementos para-chama e corta-fogo, o tempo requerido de resistência ao fogo, o controle de fumaça nas edificações e a compartimentação de ambientes; sempre embasados em normas nacionais e internacionais. Também foi preciso realizar um estudo das cortinas de proteção contra incêndio, definindo e caracterizando-as, verificando quais as possíveis utilizações e comparando as vantagens e desvantagens da sua utilização nas edificações. Dessa forma, pôde-se definir quais exigências devem ser levadas em consideração para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio. Com a realização do presente estudo concluiu-se que a utilização das cortinas requer uma avaliação criteriosa do projeto preventivo, devendo cada caso ser avaliado individualmente. Para facilitar essa avaliação foram reunidas informações de modo a elaborar algumas recomendações para a instalação das cortinas.

Palavras-chave: Cortinas de proteção contra incêndio. Compartimentação. Controle de fumaça

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Acantonamento.....	30
Figura 2- Barreiras de fumaça constituídas por cortinas.....	31
Figura 3- Compartimentação horizontal	36
Figura 4- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para verga e peitoril	39
Figura 5- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para abas.....	40
Figura 6- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para a fachada envidraçada	40
Figura 7- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para a composição entre a aba e a verga do peitoril	41
Figura 8- Elementos da cortina de proteção contra incêndio	49
Figura 9- Cortina de proteção contra incêndio protegendo escada.....	53
Figura 10- exemplos de utilização das cortinas de proteção contra incêndios.....	53
Figura 11- Abaulamento convexo na cortina de proteção contra incêndio.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF) em minutos conforme NBR 14432.....	24
Tabela 2- Classificação das edificações quanto a sua ocupação conforme NBR 14432	24
Tabela 3- Área máxima de compartimentação (m2)	34
Tabela 4- Classificação dos elementos da construção conforme a norma DIN EN 13501.....	44
Tabela 5- Tempos usados para a classificação de resistência ao fogo.....	45
Tabela 6- Classificação das portas corta-fogo.....	46

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CEN - Comitê Europeu de Normatização (Comité Européen de Normalisation)

DIN - Instituto Alemão de Normatização (Deutsches Institut für Normung)

EN – Norma Europeia (Europäische Norm)

ISO - Organização Internacional de Normatização (International Organization for Standardization)

NBR – Norma Brasileira de Referência

NFPA – Associação Nacional de Proteção ao Fogo (National Fire Protection Association)

TRRF – Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Justificativa	14
1.4 Hipóteses	15
1.5 Apresentação Geral	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 A segurança contra incêndios	17
2.2 Elementos para-chamas e corta-fogo	19
2.2.1 Estanqueidade	19
2.2.2 Isolamento Térmico.....	20
2.2.3 Resistência mecânica.....	20
2.3 Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF)	21
2.3.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 08	26
2.4 Controle da fumaça	28
2.4.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 15	31
2.5 Compartimentação	32
2.5.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 09	34
2.5.1.1 <i>Compartimentação horizontal</i>	35
2.5.1.2 <i>Compartimentação vertical</i>	37
2.5.1.3 <i>Cortinas corta-fogo</i>	41
2.6 Normas europeias	42
2.6.1 Deutsches Institut für Normung (1999) - DIN EN 1363-1 ¹	43
2.6.2 Deutsches Institut für Normung (2009) – DIN EN 1634-1 ¹	43
2.6.3 Deutsches Institut für Normung (2010) - DIN EN 13501	43
3 METODOLOGIA	47
4 ESTUDO E DISCUSSÃO DAS CORTINAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	49
4.1 Definição das cortinas de proteção contra incêndios	49
4.2 Classificação das cortinas de proteção contra incêndios	50

4.2.1 Cortinas contra fumaça.....	50
4.2.2 Cortinas para-chama.....	51
4.2.3 Cortinas corta-fogo.....	52
4.3 A utilização das cortinas de proteção contra incêndios	52
4.4 Manutenção das cortinas de proteção contra incêndios	54
4.5 Vantagens da utilização das cortinas de proteção contra incêndios.....	55
4.6 Desvantagens da utilização das cortinas de proteção contra incêndios.....	56
4.7 Custos da instalação	57
4.8 A normatização das cortinas.....	57
4.8.1 Discussão das instruções técnicas utilizadas no Brasil	59
4.9 Recomendações para a utilização das cortinas de proteção contra incêndio.....	62
5 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS.....	67
ANEXO A - Tempo Requerido de Resistência ao Fogo.....	70

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo teve início a partir de uma solicitação formal da Empresa Stöbich, fabricante de cortinas de proteção contra incêndio, na tentativa de aprovar a utilização desse tipo de sistema preventivo nas edificações catarinenses.

A empresa apresentou seu material de divulgação que inclui os diferentes tipos de cortinas fabricadas, bem como possíveis formas de utilização, além de relatórios de ensaios laboratoriais realizados na Alemanha.

Frequentemente o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina é questionado quanto às novidades tecnológicas do mercado da segurança contra incêndio. Os interesses são inúmeros, tanto por parte das empresas como dos engenheiros e proprietários de edificações. Por isso é de grande importância que o corpo técnico do CBMSC esteja preparado para manifestar sua opinião frente à utilização dos novos materiais e equipamentos.

Isso somente se torna possível através das pesquisas e trabalhos científicos que os bombeiros militares de Santa Catarina têm realizado. Este comprometimento da corporação frente às necessidades do mercado da segurança contra incêndio faz do CBMSC órgão de referência nacional no quesito segurança.

Sendo assim, são necessários estudos que busquem em normas nacionais e internacionais, relatórios de certificação, ensaios laboratoriais e publicações nos diversos meios disponíveis, os subsídios para garantir a atuação e posicionamento do corpo técnico do CBMSC.

Neste capítulo que segue, serão apresentados o problema da presente pesquisa, bem como objetivos, geral e específicos, justificativa, hipóteses e apresentação geral.

1.1 Problema

As cortinas de proteção contra incêndio são construídas com materiais têxteis resistentes a altas temperaturas e reforçadas por uma rede de filamentos de fibra de vidro que são dispostos em camadas. Conforme a necessidade de proteção será feita uma disposição de camadas diferente em cada tipo de cortina.

As cortinas permanecem enroladas dentro de um estojo protetor que é fixado no teto ou na parede do ambiente na qual é instalada. Em uma situação de incêndio elas são acionadas por um detector ou por uma central de incêndio e, dessa forma, são fechadas de modo a proteger o ambiente em questão.

As cortinas vêm sendo utilizadas em larga escala na Europa. Contudo, no Brasil o seu emprego é mais recente. Por esse motivo ainda não existem registros de ensaios laboratoriais, feitos no Brasil, utilizando as cortinas como sistema de proteção contra incêndio. Também não foram encontradas informações sobre o comportamento desse sistema em uma ocorrência dessa natureza. Sendo assim, pouco se sabe sobre o comportamento e a eficácia das cortinas.

Nota-se a necessidade de estudar as características físicas das cortinas, de modo a classificá-las e diferencia-las quanto às formas de utilização, além de estudar quais são as vantagens da utilização e comparar com as desvantagens desse sistema. Assim é possível abordar a relação custo-benefício da instalação nos diferentes ambientes de uma edificação.

O estudo das cortinas requer uma abordagem sobre a manutenção das mesmas. Sabe-se que a falta de manutenção em equipamentos que envolvem sistemas elétricos, eletrônicos e mecânicos influencia diretamente o seu adequado funcionamento. Como as cortinas são parte de um sistema de proteção, o funcionamento inadequado poderia colocar em risco os ocupantes da edificação.

Deve-se destacar ainda a importância de verificar quais exigências devem ser atendidas para a certificação desse tipo de produto. Sabe-se que no Brasil ainda não existem registros de ensaios realizados com as cortinas de proteção contra incêndio, ou seja, o padrão construtivo brasileiro ainda não foi levado em consideração para a instalação desse sistema.

São muitos os pontos que requerem atenção quanto se trata do tema Cortinas de Proteção Contra Incêndio. Por esse motivo, optou-se por não delimitar o título do presente trabalho, de modo a garantir que uma gama maior de informações pudesse ser obtida, possibilitando a realização de estudos mais específicos no futuro.

A partir do estudo realizado busca-se a resposta para a seguinte situação-problema: quais são as recomendações para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações catarinenses?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Com este trabalho objetiva-se realizar um estudo que aponte quais são as recomendações para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações catarinenses.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Revisar os conteúdos necessários para o aprofundamento do estudo acerca das cortinas de proteção contra incêndio;
- b) Definir e caracterizar as cortinas de proteção contra incêndio;
- c) Verificar quais as possíveis utilizações das cortinas de proteção contra incêndio;
- d) Comparar as vantagens e desvantagens das cortinas de proteção contra incêndio;
- e) Elencar as recomendações para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio.

1.3 Justificativa

Tradicionalmente, a compartimentação de ambientes é realizada por componentes e sistemas construtivos fixos das edificações tais como paredes de alvenaria, lajes de concreto, portas, entre outros. Nesse sentido e com grande frequência são utilizadas as portas corta-fogo, que são muito pesadas, e por este motivo, representam esforço à estrutura da edificação. (ONO; VALENTIN; VENEZIA, 2008).

Recentemente surgiram as cortinas de proteção contra incêndio, que são uma nova proposta para a compartimentação de ambientes e são fabricadas com um material muito mais leve, garantindo a contenção das chamas e fumaça. A National Fire Protection Association (2010, tradução nossa), na norma NFPA 80, no seu capítulo 20, descreve os materiais, a fabricação, a instalação, a operação, a conservação e o teste de segurança contra incêndios empregados para as cortinas de proteção de aberturas de boca de palco em palcos de teatros ou auditórios. Contudo, a norma indica que ainda se desconhece o desempenho desse tipo de montagem comparado à função das portas corta-fogo diante de uma situação de incêndio.

A National Fire Protection Association (2010, tradução nossa), através da norma NFPA 80, é o único órgão certificador, até o momento, a publicar uma definição das cortinas de segurança contra incêndio - instaladas em aberturas de boca de palco - e seus componentes, trazendo também os procedimentos necessários aos testes para a certificação de resistência contra o fogo. A norma indica que tais cortinas são projetadas para fornecer vinte minutos de proteção contra incêndio para que, assim, as pessoas presentes possam evacuar as salas de

teatro, cinemas e conferências. Por outro lado, em consultas realizadas na internet, nas quais se verificou os principais fornecedores de cortinas para proteção contra incêndio, e também em conversas com um dos fornecedores de cortinas, descobriu-se que estão sendo utilizadas normas elaboradas para padronização das portas corta-fogo para certificar a resistência térmica das cortinas de modo a classificá-las como corta-fogo, conforme os relatórios de ensaio MFPA Leipzig GMBH (2009) e MFPA Leipzig GMBH (2007) obtidos para a elaboração do presente estudo.

Sabe-se que a certificação de produtos tem se tornado uma exigência dos consumidores e garante a qualidade de determinado produto. Ela indica que o produto atende aos requisitos de normas e regulamentos técnicos específicos. (MENDES, 2010)

Tendo em vista que essas cortinas de proteção são uma nova opção para a segurança contra incêndios e sabendo que o seu uso requer a certificação de que o isolamento necessário será atendido, torna-se indispensável aprofundar o conhecimento a respeito das cortinas de proteção, estudar os dispositivos essenciais para o seu funcionamento, verificar junto aos laboratórios de certificação e corpos de bombeiros a existência de normatização sobre o assunto e definir, segundo um parecer técnico, quais exigências mínimas devem ser levadas em consideração para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações catarinenses.

1.4 Hipóteses

A ainda escassa existência de estudos relacionados às cortinas de proteção contra incêndio condiciona às seguintes hipóteses:

- a) As cortinas de proteção contra incêndio apresentam características que garantem a sua utilização com a finalidade de proteger contra a fumaça, conter as chamas ou compartimentar ambientes;
- b) A utilização das cortinas de proteção contra incêndio pode apresentar restrições para as finalidades a que se dispõem.
- c) As formas de utilização e as restrições apresentadas por esse sistema devem subsidiar a elaboração de uma lista de recomendações para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio.

1.5 Apresentação Geral

O presente trabalho será dividido em 5 capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução do trabalho, bem como definição do problema, objetivos (geral e específicos), justificativa e hipóteses.

O segundo capítulo contém a fundamentação teórica necessária para entendimento do trabalho. Serão abordados os temas segurança contra incêndios, elementos para-chamas e corta-fogo, tempo requerido de resistência ao fogo, controle de fumaça, compartimentação e uma discussão acerca das normas europeias.

O terceiro capítulo delimita a metodologia utilizada para a realização do estudo.

O quarto capítulo expõe o estudo das cortinas de proteção contra incêndio, com uma discussão embasada no conteúdo teórico apresentado.

O quinto capítulo apresenta a conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que seja possível embasar o conteúdo da presente pesquisa, será necessária a elucidação de vários termos, tais como: segurança contra incêndios, elementos para-chamas e elementos corta-fogo, tempo requerido de resistência ao fogo, controle de fumaça e compartimentação de ambientes, sempre fundamentados em normas e regulamentos nacionais e internacionais.

2.1 A segurança contra incêndios

Com a frase “incêndio se apaga no projeto”, é possível conscientizar as pessoas de que a importância do planejamento da construção de uma edificação é medida pelos sinistros que podem ser evitados, e não pelos incêndios que foram extintos. Nesse sentido, podem-se destacar os dois aspectos de maior importância dentro do universo da Segurança Contra Incêndios em Edificações Urbanas: a proteção da vida humana e a proteção dos bens (patrimônio). (BRASIL, 1995)

Os incêndios trazem consequências notórias à sociedade, pois produzem perdas sociais, econômicas e humanas. Devido a estes fatores, muito ainda deve ser estudado, pesquisado, planejado e introduzido nas regulamentações para que se possa alcançar um nível aceitável de segurança contra incêndio. Para que essa segurança seja alcançada, devem-se tomar ações coerentes e implantadas de forma conjunta e que contemplem o atendimento aos requisitos funcionais ligados à sequência de etapas de um incêndio. Isso se traduz no Sistema Global de Segurança Contra Incêndio, que é particular de cada edifício. (MITIDIARI, 2008)

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2006) define o termo Segurança Contra Incêndios como o “conjunto de medidas que visam evitar o surgimento do sinistro, possibilitar sua extinção e reduzir seus efeitos.”

A segurança contra incêndio vem se expandindo de maneira multidisciplinar, envolvendo os diversos campos da engenharia e requerendo uma integração de diferentes áreas e esforços. Para que a segurança seja garantida, torna-se necessário o desenvolvimento de projetos inteligentes e a utilização de materiais adequados na construção das edificações. (GERKEN, 2007)

Rodrigues (2009) disserta acerca da importância da padronização visando à segurança contra incêndio nas edificações:

Atualmente, existem inúmeras leis de prevenção contra incêndio com divergências no trato dos mesmos assuntos. Ante este quadro, a administração pública, onde estão

inseridos os Corpos de Bombeiros, bem como as instituições de ensino e pesquisa, associações normativas, dentre outros, buscam dentro de suas jurisdições, padronizarem as técnicas de construção e as ações de instalação de equipamentos visando à segurança contra incêndios nas edificações.

Em se tratando de segurança contra incêndio, podemos dividi-la em medidas preventivas e medidas de proteção. Dessa forma, as medidas de prevenção contra incêndio destinam-se a prevenir a ocorrência de incêndio. Já as medidas de proteção objetivam proteger a vida humana e os bens materiais dos efeitos nocivos do incêndio que já se desenvolve no edifício. As medidas de proteção incluem: limitação do crescimento do incêndio, extinção inicial, limitação da propagação, precaução contra a propagação entre edifícios, evacuação segura do edifício, precaução contra o colapso estrutural, além da rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate. (BERTO, 1991 apud ONO, 2004)

Ao falar especificamente das medidas de proteção é possível dividi-las em proteção ativa e proteção passiva. A proteção passiva é aquela incorporada ao edifício e que não necessita de um acionamento para o seu funcionamento em caso de incêndio. A proteção ativa, em contrapartida, é constituída de instalações de equipamentos de proteção contra incêndio que necessitam de um acionamento manual ou automático para garantir seu funcionamento em caso de incêndio. (ONO, 2004)

Para que uma edificação seja considerada segura, deverá atender alguns requisitos funcionais que estão ligados à sequência de etapas de um incêndio, a saber: início do incêndio, crescimento do incêndio no local de origem, combate, propagação para outros ambientes, evacuação do edifício, propagação para outros edifícios e ruína parcial e/ou total do edifício. Nesse sentido, o Sistema Global de Segurança Contra Incêndio visa garantir o atendimento a esses requisitos funcionais. (MITIDIERI; LOSHIMOTO, 1998)

Quando o incêndio efetivamente ocorre, ou seja, quando as medidas preventivas de segurança não foram suficientes e o fogo atinge a fase de inflamação generalizada no ambiente de origem, o calor liberado e as chamas originárias da fonte encarregam-se de propagar o fogo para os materiais combustíveis vizinhos, como uma reação em cadeia. Nessa fase é importante considerar a resistência ao fogo dos elementos construtivos (portas, vedações, selagens, etc.), aos quais é atribuída a função de compartimentação. (MITIDIERI, 2008)

2.2 Elementos para-chamas e corta-fogo

Dentre os elementos utilizados para garantir a segurança contra incêndios nas edificações existem os considerados para-chamas e os considerados corta-fogo. Essa diferenciação é importante para garantir a compartimentação de ambientes (como será descrito posteriormente). Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), na NBR 6479, no item 7.2 Categorias de Resistência ao Fogo, descreve as características dos elementos para-chamas e corta-fogo. Sendo assim, um corpo de prova será considerado para-chamas se atender aos requisitos de resistência mecânica e estanqueidade. Da mesma forma, um corpo de prova será considerado corta-fogo se atender aos requisitos de resistência mecânica, estanqueidade e isolamento térmico.

Para facilitar esse entendimento, as definições de estanqueidade, isolamento térmico e resistência mecânica serão apresentadas nos itens seguintes.

2.2.1 Estanqueidade

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001, p. 3), na NBR 14.432, estanqueidade pode ser definida como: “a capacidade de um elemento construtivo de impedir a ocorrência de rachaduras ou aberturas, através das quais podem passar chamas e gases quentes capazes de ignizar um chumaço de algodão”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), na NBR 6479, apresenta o método de ensaio e a avaliação de desempenho frente ao fogo dos componentes de construção destinados ao fechamento de aberturas em paredes e lajes. Assim, a International Organization for Standardization (1999, tradução nossa), através da ISO 834-1, especifica o método de ensaio para a determinação da resistência ao fogo de vários elementos da construção quando submetidos às condições padrão de exposição ao fogo. Essas duas normatizações indicam que o teste de estanqueidade deve ser verificado com o teste do chumaço de algodão.

Segundo a NBR 6479, o teste do chumaço de algodão deve ser realizado em fornalha que atenda aos padrões exigidos pelas normas citadas e consiste basicamente em aproximar um chumaço de algodão a uma distância entre 20 e 30 mm das aberturas dos corpos de prova utilizados no teste, aplicado a intervalos regulares e mantido na posição por 20 segundos. Cada chumaço de algodão deverá ser utilizado uma única vez durante o ensaio. Caso ocorra a inflamação do chumaço de algodão, deverá ser anotado o instante e local em

que o fato ocorreu. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

Também é muito importante que quaisquer ocorrências de aberturas no corpo de prova utilizado para teste sejam observadas e registradas. Da mesma forma a ocorrência de chamas na face não exposta e com duração superior a 10 segundos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

Desse modo, considera-se estanque o corpo de prova que, durante o ensaio, não apresentar trincas ou aberturas suficientes para permitir a passagem da face exposta para a não exposta ao fogo, de gases quentes ou chamas, revelados pela inflamação de um chumaço de algodão, ou de chamas com duração superior a 10 segundos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

2.2.2 Isolamento Térmico

Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001), NBR 14.432, “isolamento 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 140°C na média dos pontos de medida ou maiores que 180°C em qualquer ponto de medida”.

A NBR 6479 indica que para a realização do teste de resistência térmica, a temperatura é mensurada tanto no interior da fornalha (lado exposto ao fogo), como na superfície do corpo de prova e também no lado não exposto ao fogo. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

Para que o corpo de prova seja considerado satisfatório como isolante térmico, não poderá haver, na face não exposta ao fogo, temperatura média superior a $140^{\circ}\text{C} + T_0$ ou, em qualquer termopar da mesma face, temperatura superior a $180^{\circ}\text{C} + T_0$ (onde T_0 é a temperatura ambiente no início do ensaio). (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

2.2.3 Resistência mecânica

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), na NBR 6479, bem como a International Organization for Standardization (1999, tradução nossa), na ISO 834-1, indicam que qualquer destruição total ou parcial do corpo de prova utilizado no teste de resistência contra o fogo deve ser anotada; da mesma forma, as aberturas que podem decorrer da deficiência mecânica ou do mecanismo de fechamento do corpo de prova.

Deve ser considerado resistente, mecanicamente, o corpo de prova que não for destruído parcial ou inteiramente, nem apresentar abertura em razão de deficiência mecânica ou dos mecanismos de fechamento e sustentação. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992)

2.3 Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF)

Outro item importante que deve ser levado em consideração quando se trata de segurança contra incêndios é o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001, p. 3), na NBR 14.432, o TRRF “é o tempo mínimo de resistência ao fogo, preconizado por esta Norma, de um elemento construtivo quando sujeito ao incêndio-padrão”.

Assim também a resistência ao fogo dos materiais destinados a garantir a compartimentação é verificada pela integridade física que esses elementos de vedação, horizontal e vertical, apresentam e que devem manter durante um tempo preestabelecido para assegurar a fuga dos usuários em segurança. (COSTA; ONO; SILVA, 2005)

A resistência ao fogo também pode ser definida como o tempo que um componente da edificação resiste às chamas, impedindo a propagação do fogo, sem alterar seu desempenho original. O colapso, a fissuração, o aparecimento de fendas e aberturas por onde os gases quentes possam ser transferidos entre cômodos e a impossibilidade de minimizar o fluxo de calor entre ambientes são as situações que determinam a perda de desempenho. (BRASIL, 1995)

Segundo a NBR 14.432, o TRRF tem como objetivos: garantir a fuga dos ocupantes da edificação em condições de segurança, assegurar as operações de combate a incêndio e minimizar os danos às edificações adjacentes e à infraestrutura pública. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001)

A International Organization for Standardization (1999, tradução nossa), na ISO 834-1 apresenta os requisitos necessários para a elaboração de testes de resistência térmica. A mesma entidade especifica que esses testes devem ser realizados em uma fornalha especialmente projetada para a realização do teste relativo ao espécime estudado. Simultaneamente, o teste deverá ser realizado utilizando um equipamento para controle da temperatura da fornalha, de modo a atingir a curva-padrão de temperatura-tempo (ver Gráfico 1).

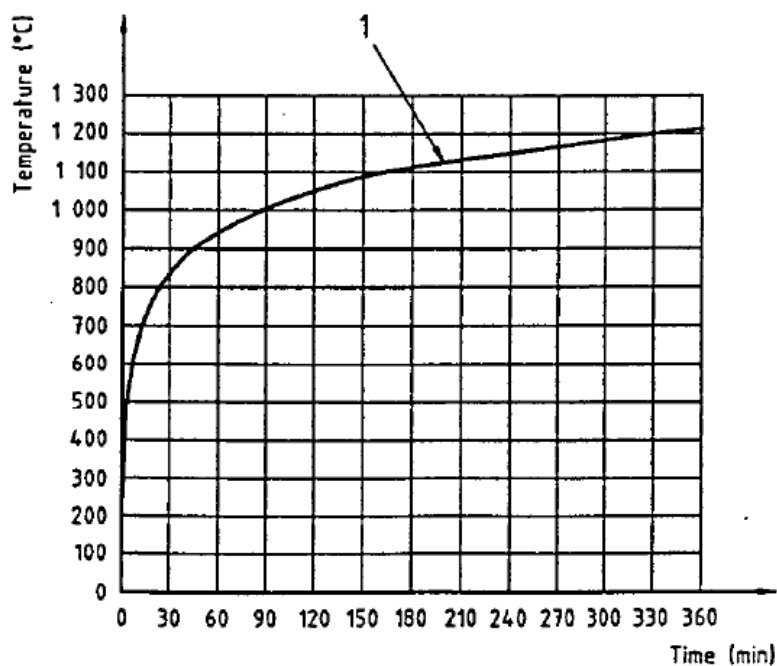
A International Organization for Standardization (1999, tradução nossa)

estabelece que a curva-padrão de temperatura-tempo siga o Gráfico 1, indicado abaixo, e que tem como base a seguinte fórmula:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

Onde T é a temperatura média da fornalha em graus Celsius e t é o tempo mostrado em minutos.

Gráfico 1 - Curva-padrão de temperatura-tempo conforme ISO 834-1



Fonte: International Organization for Standardization (1999)

Conforme Kaefer e Silva (2003), a curva temperatura-tempo, indicada pela International Organization for Standardization (1999, tradução nossa), é a mais conhecida internacionalmente e é caracterizada pelo aumento contínuo da temperatura ao longo do tempo na velocidade pré-estabelecida, como mostrado anteriormente. Por convenção, as normas internacionais utilizam as curvas temperatura-tempo para definir o TRRF no dimensionamento das estruturas.

Conforme a NBR 14.432, a resistência ao fogo dos materiais depende do TRRF, que é o tempo mínimo de resistência ao fogo de um elemento construtivo quando sujeito ao incêndio-padrão. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001)

Os critérios de resistência ao fogo apresentados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001) consideram a severidade ou potencial destrutivo dos incêndios,

condicionados por fatores associados ao tipo de ocupação, área, profundidade do subsolo, altura da edificação e facilidade de acesso para combate ao incêndio. Conforme a norma, os tempos requeridos de resistência ao fogo devem obedecer às tabelas 1 e 2 apresentadas adiante.

É importante destacar que, quando um elemento fizer parte de mais de um edifício ou compartimento, tal elemento deve atender ao maior dos tempos de resistência ao fogo entre os prescritos para as diversas situações. E quando um pavimento do subsolo possuir um lado aberto no nível térreo, permitindo exaustão de fumaça e acesso para combate do incêndio, pode-se adotar para os elementos construtivos deste pavimento o padrão de resistência ao fogo aplicável aos pavimentos acima do solo, desde que as ocupações sejam similares. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001, p. 5) indica que quando uma edificação apresentar ocupação mista devem ser aplicados os seguintes critérios para o estabelecimento dos tempos requeridos de resistência ao fogo:

- a) os tempos correspondentes à ocupação que leva às exigências mais rigorosas, se não houver compartimentação garantindo a separação destas ocupações;
- b) os tempos correspondentes a cada uma delas independentemente se houver compartimentação, garantindo a separação das ocupações.

Os elementos estruturais de cobertura, cujo colapso não comprometa a estabilidade da estrutura principal, estão isentos de requisitos de resistência ao fogo. Essa isenção não se aplica a coberturas que tenham função de piso, mesmo que seja apenas para saída de emergência. Nesse sentido, entende-se por elementos estruturais de cobertura exclusivamente aquelas peças estruturais que têm por função básica suportá-la, tais como tesouras, vigas de cobertura, terças, além das lajes e contraventamentos no plano da cobertura, não incluindo outros elementos tais como pilares e contraventamentos verticais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001)

A seguir será apresentada a Tabela 1, que é utilizada para a determinação do tempo requerido de resistência ao fogo em edificações. Nessa tabela, os tempos colocados entre parênteses podem ser usados em subsolo nos quais a área bruta de cada pavimento seja menor ou igual a 500 m² e em edificações nas quais cada pavimento acima do solo tenha área menor ou igual a 750 m². A Tabela 2, apresentada logo na sequência, traz a classificação das edificações que deve ser utilizada para interpretação da Tabela 1.

Tabela 1- Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF) em minutos conforme NBR 14432

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Profundidade do subsolo			Altura da edificação				
			Classe S2 hs > 10m	Classe S1 hs ≤ 10 m	Classe P1 h ≤ 6m	Classe P2 6 m < h ≤ 12 m	Classe P3 12m < h ≤ 23 m	Classe P4 23 m < h ≤ 30 m	Classe P5 h > 30 m	
A	Residencial	A-1 a A-3	90	60 (30)	30	30	60	90	120	
B	Hospedagem	B-1 e B-2	90	60	30	60 (30)	60	90	120	
C	Comercial Varejista	C-1 a C-3	90	60	60 (30)	60 (30)	60	90	120	
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1 a D-3	90	60 (30)	30	60 (30)	60	90	120	
E	Educacional e cultura física	E-1 a E-6	90	60 (30)	30	30	60	90	120	
F	Locais de reunião de público	F-1, F-2, F-5, F-6 e F-8	90	60	60 (30)	60	60	90	120	
G	Serviços automotivos	G-1 e G-2 não abertos lateralmente e G-3 a G-5	90	60 (30)	30	60 (30)	60	90	120	
		G-1 e G-2 abertos lateralmente	90	60 (30)	30	30	30	30	60	
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1 a H-5	90	60	30	60	60	90	120	
I	Industrial	I-1	90	60 (30)	30	30	60	90	120	
		I-2	120	90	60 (30)	60 (30)	90 (60)	120 (90)	120	
J	Depósitos	J-1	90	60 (30)	30	30	30	30	60	
		J-2	120	90	60	60	90 (60)	120 (90)	120	

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001)

Tabela 2- Classificação das edificações quanto a sua ocupação conforme NBR 14432

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

		E-3	Espaço para cultura física	cultura geral, de cultura estrangeira e outras Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e outros
		E-4	Centros de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escolas	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros
F	Locais de reunião pública	F-1	Locais onde há objetos de valor inestimável	Museus, centros de documentos históricos e outros
		F-2	Templos e auditórios	Igrejas, sinagogas, templos e auditórios em geral
		F-3	Centros esportivos	Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral
		F-4	Estações terminais de passageiros	Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros
		F-5	Locais de produção e apresentação de artes cênicas	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão e outros
		F-6	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados
		F-7	Construções provisórias	Circos e assemelhados
		F-8	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros
G	Serviços automotivos	G-1	Garagens sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas
		G-2	Garagens com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-3	Locais dotados de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviços de conservação, manutenção e reparos	Postos de serviço sem abastecimento, oficinas de conserto de veículos (exceto de carga e coletivos), borracharia (sem recauchutagem)
		G-5	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
H	Serviços de saúde e institucionais	H-1	Hospitais veterinários e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento)
		H-2	Locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, reformatórios sem celas e outros
		H-3	Hospitais e assemelhados	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e outros
		H-4	Prédios e instalações vinculadas às forças armadas, polícia civil e militar	Quarteis, centrais de polícia, delegacia distritais, postos policiais e outros
		H-5	Locais onde a liberdade	Hospitais psiquiátricos, reformatórios, prisões

		das pessoas sofre restrições	em geral e instituições assemelhadas
I	Industrial, comercial de médio e alto risco, atacadista	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados ou depositados apresentem médio potencial de incêndio
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados e/ou depositados apresentem grande potencial de incêndio
J	Depósitos	J-1	Depósitos de baixo risco de incêndio
		J-2	Depósitos de médio e alto risco de incêndio

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001)

Outra informação trazida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001), na NBR 14.432, se refere à severidade do incêndio. Quando este se apresentar comprovadamente mais brando do que se considerou para o estabelecimento dos requisitos da norma, em função especialmente de condições particulares assumidas pela carga de incêndio e pela ventilação, admite-se a utilização de curvas teóricas ou experimentais de elevação de temperatura durante o incêndio, das quais decorram tempos equivalentes de resistência ao fogo.

Os elementos estruturais podem ser considerados livres da ação do incêndio quando o seu afastamento das aberturas existentes na fachada for suficiente para garantir que a elevação de temperatura não o conduzirá ao colapso. Já o elemento estrutural confinado está livre da ação do incêndio, desde que o confinamento tenha resistência ao fogo pelo menos igual à que seria exigida para o elemento. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001)

2.3.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 08

O Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011a) elaborou a Instrução Técnica nº 08 – Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção – a qual foi construída a partir de uma revisão de normas, entre elas, a NBR 14432, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001). A Instrução Técnica nº 08 tem como objetivo estabelecer condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação, de forma que, em situação de

incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

Em comparação com o que determina a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001), a Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo acrescenta algumas informações na tabela de tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), como pode ser observado no Anexo 1.

Para comprovar os tempos requeridos de resistência ao fogo, o Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011a) aceita as seguintes metodologias:

- a) Pela execução de ensaios específicos de resistência ao fogo em laboratórios;
- b) Pelo atendimento a tabelas elaboradas a partir de resultados obtidos em ensaios de resistência ao fogo;
- c) Por modelos matemáticos (analíticos) devidamente normatizados ou internacionalmente reconhecidos.

Dessa forma, os elementos utilizados para a compartimentação devem adotar as metodologias a e b; já os elementos estruturais podem atender às três metodologias.

A instrução técnica nº 08 também prevê a adoção de tempo equivalente para redução do TRRF, limitada em 30 minutos. Contudo, tal redução não pode ser aplicada para edificações que disponham de armazenamento de explosivos, túneis, parques de tanques centrais de comunicação e energia.

Também são aprofundadas as especificações relacionadas ao dimensionamento de elementos estruturais em situação de incêndio, tais como aço, concreto e outros materiais estruturais, bem como elementos de cobertura, de compartimentação e paredes divisórias de unidades autônomas, mezaninos, materiais de revestimento contra fogo, subsolos, estruturas externas, estruturas encapsuladas ou protegidas por forro resistente ao fogo, edificações abertas lateralmente, ocupações mistas, vigas e estruturas principais, além de vigas e estruturas secundárias.

Abordar-se-á com maiores detalhes os aspectos relacionados aos elementos de compartimentação e paredes divisórias de unidades autônomas por ser assunto do presente estudo.

A instrução técnica nº 08 orienta que para as escadas e elevadores de segurança, os elementos de compartimentação, constituídos pelo sistema estrutural das compartimentações e vedações das caixas, dutos e antecâmaras, devem atender, no mínimo, ao TRRF igual ao estabelecido na tabela de TRRF da instrução técnica, porém, não podendo ser inferior a 120 minutos.

Além disso, os elementos de compartimentação (externa e internamente à edificação, incluindo as lajes, fachadas, paredes externas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações) e os elementos estruturais essenciais à estabilidade desta compartimentação devem ter, no mínimo, o mesmo TRRF da estrutura principal da edificação, não podendo ser inferior a 60 minutos, inclusive para as selagens dos *shafts* e dutos de instalações.

Assim também as vedações usadas como isolamento de riscos e os elementos estruturais essenciais à estabilidade destas vedações devem ter, no mínimo, TRRF de 120 minutos.

Já as paredes divisórias entre unidades autônomas e entre unidades e as áreas comuns, para as ocupações dos grupos que incluem como ocupação/uso habitações multifamiliares, habitações coletivas, serviços de hospedagem, educacional e cultura física, locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais, hospitais e assemelhados, devem possuir TRRF mínimo de 60 minutos, independentemente do TRRF da edificação e das possíveis isenções. Para as edificações com chuveiros automáticos, isenta-se desta exigência.

Por fim, as portas das unidades autônomas que dão acesso aos corredores e/ou hall de entrada das divisões de ocupação/uso como hotéis, hotéis residenciais, locais onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais, hospitais e locais onde a liberdade das pessoas sofre restrições, excetuando-se edificações térreas, devem ser do tipo resistente ao fogo (30 minutos). Para as edificações com sistema de chuveiros automáticos dispensa-se esta exigência.

2.4 Controle da fumaça

A fumaça é um produto da combustão composta por partículas sólidas finas, que não se queimaram totalmente, aerossóis e gases tóxicos em suspensão. Os materiais sintéticos usados no revestimento interno das edificações, bem como mobiliário, decoração, vestimentas, objetos de uso pessoal, entre outros, são capazes de alterar as características da fumaça gerada em um incêndio, aumentando sua concentração e toxicidade. (BENTRANO, 2007)

A maioria dos casos de óbito em incêndios são resultados da intoxicação e asfixia e não de queimaduras, quedas ou outras causas. Por esse motivo, o controle da fumaça tem papel fundamental na segurança contra incêndios. (BRASIL, 1995)

O efeito nocivo da fumaça decorrente de um incêndio pode se dar de várias formas, isso porque a fumaça impede a visibilidade, dificulta a saída com segurança, inviabiliza a aproximação para o socorro externo e o combate ao fogo, provoca pânico, causa intoxicação e asfixia e também corrói objetos frágeis, tais como componentes eletrônicos. Além disso, os gases provenientes são tóxicos e sua difusão proporciona a propagação do fogo. (BENTRANO, 2007)

A fumaça tende a trazer mais transtornos durante um incêndio do que o fogo propriamente dito. Por isso também é importante que se tenha conhecimento suficiente para prever a movimentação da fumaça durante a elaboração do projeto dos sistemas de segurança contra incêndios. (HADDAD; GUENTHER, 2002 apud SCHEER; BARANOSKI, 2007)

A fumaça se propaga dentro do edifício devido à força de ascensão, uma vez que apresenta temperatura maior que a temperatura do ar ambiente. Dessa forma, a fumaça flui em formato de cone invertido ou plume. A sua velocidade de propagação é maior no sentido vertical quando comparado ao horizontal. A fumaça invade os corredores da edificação, diminuindo a visibilidade e expondo as pessoas aos gases tóxicos por mais tempo. (VIEIRA, 2001)

Controle de fumaça de incêndio é o termo que se dá para designar todo o sistema utilizado na tentativa de confinar a fumaça e os gases e forçar sua circulação por caminhos predeterminados para o exterior da edificação por meio de aberturas de extração específicas. (BENTRANO, 2007)

Dessa forma, Bentrano (2007, p. 284) cita os objetivos do sistema de controle de fumaça de incêndio:

- a) Manter os seus ambientes mais seguros durante o tempo necessário para a saída com segurança dos ocupantes, evitando os perigos de intoxicação e de falta de visibilidade devido aos gases e fumaça;
- b) Controlar e reduzir a propagação dos gases quentes e da fumaça para outros ambientes e/ou pavimentos através de elementos construtivos e pela extração simultânea por meios naturais ou mecânicos;
- c) Prever condições, dentro e fora do ambiente sob a ação do fogo, para o acesso e auxílio nas operações de busca e resgate de pessoas e de localização e combate ao foco de incêndio.

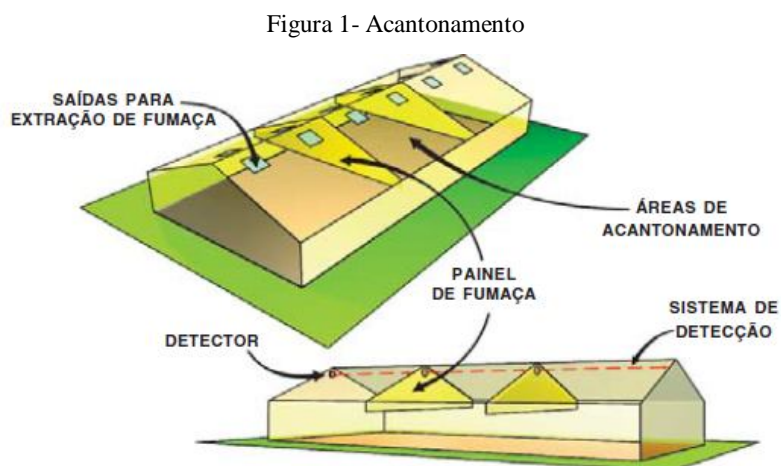
O sistema de controle de fumaça de incêndio é alcançado com a utilização de componentes que são utilizados dependendo dos objetivos necessários para cada projeto. Dentre esses componentes pode-se citar: aberturas de entrada de ar, aberturas de saída de fumaça, grelhas e venezianas, dutos e registros corta-fogo, acantonamento, barreiras de fumaça, sistema de detecção automático de fumaça e de calor, insufladores de ar, exaustores de fumaça, fontes de alimentação, quadros e comandos elétricos. (BENTRANO, 2007)

Dos componentes citados por Bentrano (2007), os de maior relevância para o presente estudo são o acantonamento e as barreiras de fumaça, devido a sua relação com a utilização das cortinas de proteção contra incêndio, conforme descrito a seguir.

O acantonamento é a divisão dos ambientes de modo a se ter áreas menores para a contenção da fumaça. Este pode ser livre entre o piso e o telhado e delimitado através de barreiras ou painéis incombustíveis. Dessa forma a fumaça fica confinada junto ao teto e possibilitando sua extração por meios naturais ou mecânicos. (BENTRANO, 2007)

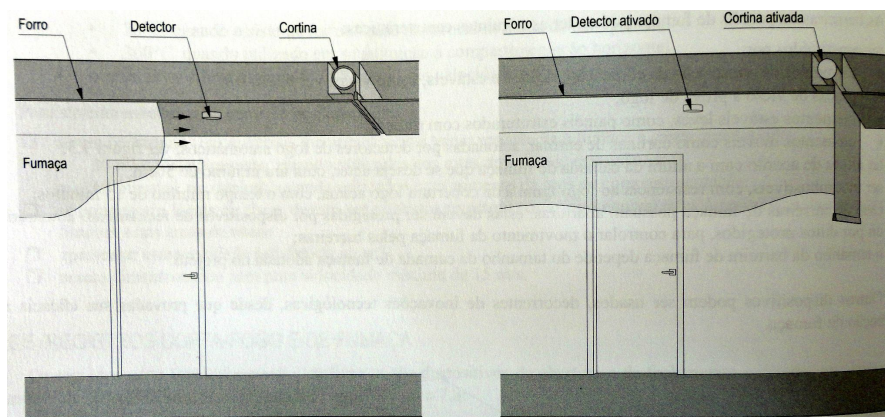
As barreiras ou painéis de fumaça ou ainda painéis de acantonamento são elementos estruturais de separação verticais localizados junto ao teto, seja de forma fixa, como é o caso de vigas, placas de materiais incombustíveis, vidro, entre outros, ou móveis, tais como as cortinas incombustíveis. Esses materiais necessitam apresentar uma altura mínima e características de resistência ao fogo de modo a impedir a propagação do incêndio. (BENTRANO, 2007)

A figura 1, a seguir, mostra um exemplo de acantonamento e a figura 2 mostra um exemplo de barreira de fumaça utilizando cortinas:



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011b)

Figura 2- Barreiras de fumaça constituídas por cortinas



Fonte: (OBL, 2005 apud BENTRANO, 2007)

2.4.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 15

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo (2011b), através da Instrução Técnica nº 15, apresenta regras gerais para o controle da fumaça visando à manutenção de ambientes seguros de forma a garantir o abandono do local em caso de incêndio, controlar a redução da propagação de gases quentes e fumaça para áreas adjacentes e prever as condições que podem auxiliar nas operações de busca e resgate.

As características dos materiais utilizados para o sistema de controle de fumaça dependem da aplicação a que este se destina. Além disso, o sistema funcionará de forma que a área sinistrada apresente pressão negativa em relação às áreas adjacentes.

A eficiência do sistema de controle de fumaça requer:

- a) divisão dos volumes de fumaça a extrair por meio da compartimentação de área ou pela previsão de área de acantonamento;
- b) extração adequada da fumaça, não permitindo a criação de zonas mortas onde a fumaça possa vir a ficar acumulada, após o sistema entrar em funcionamento;
- c) permitir um diferencial de pressão, por meio do controle das aberturas de extração de fumaça da zona sinistrada, e fechamento das aberturas de extração de fumaça das demais áreas adjacentes à zona sinistrada, conduzindo a fumaça para as saídas externas ao edifício. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO, 2011b, p. 315-316)

Conforme a Instrução Técnica nº 15, esse sistema deve ser empregado nas seguintes situações: espaços amplos (grandes volumes), átrios, *malls* e corredores, rotas de fugas horizontais e subsolos.

2.5 Compartimentação

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001, p. 2), na NBR 14.432, define o termo compartimentação como: “medida de proteção passiva por meio de vedos, fixos ou móveis, destinados a evitar ou minimizar a propagação de fogo, calor e gases, interna ou externamente ao edifício, no mesmo pavimento ou para outros pavimentos e riscos a edifícios vizinhos”.

Assim também Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997, p. 4), na NBR 13.860, classifica a compartimentação em horizontal e vertical:

Compartimentação horizontal: subdivisão de pavimento em duas ou mais unidades autônomas, executada por meio de paredes e portas resistentes ao fogo, objetivando dificultar a propagação do fogo e facilitar a retirada de pessoas e bens.

Compartimentação vertical: conjunto de medidas de proteção contra incêndios que tem por finalidade evitar a propagação de fogo, fumaça ou gases de um pavimento para outro, interna ou externamente.

Para Costa, Ono e Silva (2005, p. 23), os objetivos da compartimentação são: proteger as unidades adjacentes e outras propriedades vizinhas do dano, permitir a desocupação dos usuários da edificação em segurança durante um tempo suficiente e, que as ações de combate e salvamento se procedam em segurança, inclusive para proteger a propriedade.

Dessa forma, a compartimentação assegura que o incêndio não deve se propagar além do seu compartimento de origem e, para isso, deve apresentar uma característica denominada tecnicamente de corta-fogo. (COSTA; ONO; SILVA, 2005)

O estudo realizado por Costa, Ono e Silva (2005) faz uma revisão sobre o tema compartimentação, apresentando as principais normas, regulamentações e livros técnicos, além de fornecer subsídios a discussões para elaboração de uma norma específica. Dentre os itens de maior importância elencados pelos autores acima citados pode-se referenciar:

- a) Os edifícios comerciais que usam painéis de fechamento (fachadas envidraçadas) podem não ter a compartimentação eficiente, pois as bordas das lajes são recuadas para permitir a fixação de um único painel ao longo de toda a fachada; os painéis de vidro são vulneráveis às temperaturas elevadas e se quebram, facilitando a propagação das chamas de um pavimento para o outro e de um edifício para o outro;
- b) As janelas largas e os forros altos favorecem o crescimento vertical das chamas, enquanto janelas estreitas e forros baixos interferem no comprimento e na largura das chamas, “afastando-as” da fachada. Sendo assim, saliências

- horizontais na fachada, separando um pavimento do outro, podem dificultar, embora em menor grau, a propagação de chamas para pavimentos superiores;
- c) Quando a compartimentação física não é possível de ser conseguida, sugere-se o uso de um acessório de proteção ativa, o chuveiro automático, por exemplo, como medida alternativa de confinamento do incêndio;
 - d) As rotas de fuga, poços (*shafts*) de serviços, escadas enclausuradas, dutos de ventilação e forros, devem ser protegidos de modo a impedir que o incêndio se alastre para áreas adjacentes, por meio dessas aberturas;
 - e) A princípio, as chamas propagadas através dos “espaços escondidos” não são perigosas, mas a existência de quantidades significativas de cargas de incêndio, tais como tubulações plásticas, fiação elétrica e de comunicação, materiais combustíveis para o isolamento térmico e acústico, podem propagar o incêndio horizontalmente quando essas cargas encontram-se agrupadas. O confinamento do incêndio em compartimentos contendo esses espaços imperceptíveis é conseguido por meio da selagem;
 - f) A selagem (*firestopping*) é qualquer meio de vedação que impede a liberação de fumaça e calor através de “aberturas invisíveis” e “espaços escondidos”. Para evitar a liberação de fumaça por meio de dutos e bandejas de cabos, os vazios anulares devem ser preenchidos com argamassas do tipo *grout*, de cimento ou de fibras minerais. Os vazios entre paredes e forros podem ser preenchidos por placas de gesso, folhas de metal, argamassa de gesso ou cimento, tijolos;
 - g) Para edifícios contíguos, a separação entre eles deve resistir à severidade máxima do incêndio previsto para essas construções. As paredes que separam um edifício do outro, em duas áreas compartimentadas, devem manter a estabilidade estrutural mesmo após a queima completa do material combustível, evitando que o colapso estrutural na fase de resfriamento coloque em risco o edifício adjacente;
 - h) A separação de edifícios ou a divisão horizontal de um edifício, por meio de uma parede, limita a propagação do incêndio, desde que a parede tenha estabilidade estrutural suficiente para assegurar a sua função de compartimentação durante todo o tempo de exposição ao fogo;
 - i) As portas e janelas são as partes mais vulneráveis da compartimentação;

- j) As portas e janelas corta-fogo são aceitas para proteção de aberturas em paredes resistentes ao fogo e seu desempenho deve ser comprovado por testes realizados em laboratórios reconhecidos.

2.5.1 Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo - Instrução Técnica nº 09

A Instrução Técnica nº 09 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c) estabelece os parâmetros para a compartimentação horizontal e vertical conforme será apresentado a seguir.

Essa instrução técnica apresenta, em uma tabela, a área máxima para que seja exigida a compartimentação conforme a ocupação das edificações, como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3- Área máxima de compartimentação (m2)

GRUPO TIPO Denominação	TIPO DE EDIFICAÇÕES					
	I Edificação térrea	II Edificaçã o baixa	III Edificação de baixa-média altura	IV Edificação de média altura	V Edificação mediamente alta	VI Edificação alta
Altura	Um pavimento	H ≤ 6 m	6 m < H ≤ 23 m	12m < H ≤ 23m	23 m < H ≤ 30 m	Acima de 30 m
A-1, A-2, A-3	-	-	-	-	-	-
B-1, B-2	-	5.000	4.000	3.000	2.000	1.500
C-1, C-2	5.000	3.000	2.000	2.000	1.500	1.500
C-3	5.000	2.500	1.500	1.000	2.000	2.000
D-1, D-2, D-3, D-4	5.000	2.500	1.500	1.000	800	2.000
E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6	-	-	-	-	-	-
F-1, F-2, F-3, F-4, F-7, F-9	-	-	-	-	-	-
F-5, F-6	5.000	4.000	3.000	2.000	1.000	800
F-8	-	-	-	-	-	-
F-10	5.000	2.500	1.500	1.000	1.000	800
G-1, G-2, G-3, G-45	-	-	-	-	-	-
G-4	10.000	5.000	3.000	2.000	1.000	1.000
H-1, H-2, H-4, H-5	-	-	-	-	-	-
H-3	-	5.000	3.000	2.000	1.500	1.000
H-6	5.000	2.500	1.500	1.000	800	2.000
I-1, I-2	-	10.000	5.000	3.000	1.500	2.000
I-3	7.500	5.000	3.000	1.500	1.000	1.500
J-1	-	-	-	-	-	-
J-2	10.000	5.000	3.000	1.500	2.000	1.500
J-3	4.000	3.000	2.000	2.500	1.500	1.000
J-4	2.000	1.500	1.000	1.500	750	500
M-2	1.000	500	500	300	300	200
M-3	5.000	3.000	2.000	1.000	500	500

Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c)

2.5.1.1 *Compartimentação horizontal*

A instrução técnica nº 09 informa que a compartimentação horizontal pode ser realizada utilizando os seguintes elementos construtivos ou de vedação: paredes corta-fogo, portas corta-fogo, vedadores corta-fogo, registros corta-fogo (*dampers*), selos corta-fogo, cortina corta-fogo, afastamento horizontal entre aberturas.

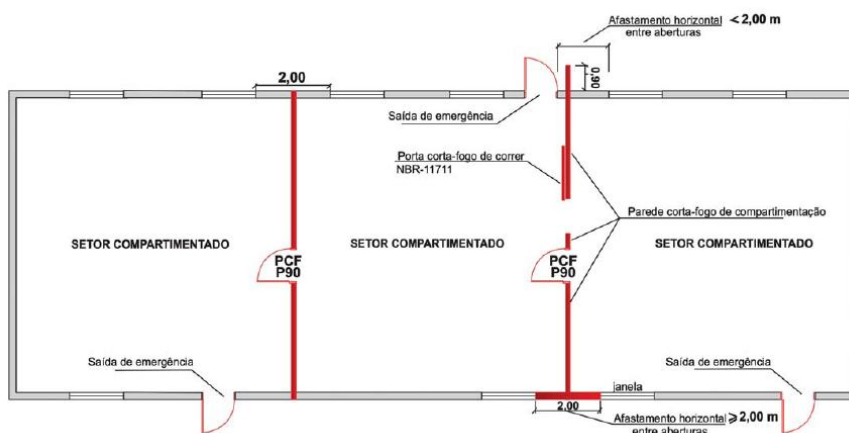
No item 5.2 da instrução técnica em questão – Características de construção – são apresentados os seguintes requisitos para a compartimentação horizontal:

- a) A parede de compartimentação deve ter a propriedade corta-fogo, sendo construída entre o piso e o teto, devidamente vinculada à estrutura do edifício, com reforços estruturais adequados;
- b) No caso de edificações que possuam coberturas combustíveis (telhados), a parede de compartimentação deve estender-se, no mínimo, um metro acima da linha de cobertura (telhado);
- c) Se as telhas combustíveis, translúcidas ou não, estiverem distanciadas pelo menos dois metros da parede de compartimentação, não há necessidade de estender a parede um metro acima do telhado;
- d) As aberturas situadas na mesma fachada, em lados opostos da parede de compartimentação, devem ser afastadas horizontalmente entre si por trecho de parede com dois metros de extensão devidamente consolidada à parede de compartimentação e apresentando a mesma resistência ao fogo;
- e) A distância mencionada no item anterior pode ser substituída por um prolongamento da parede de compartimentação, externo à edificação, com extensão mínima de 0,90 metros;
- f) As aberturas situadas em fachadas ortogonais, pertencentes a áreas de compartimentação horizontal distintas do edifício devem estar distanciadas quatro metros na projeção horizontal, de forma a evitar a propagação do incêndio por radiação térmica;
- g) As aberturas situadas em fachadas paralelas, coincidentes ou não, pertencentes a áreas de compartimentação horizontal distintas dos edifícios situados no mesmo lote ou terreno, devem estar distanciadas de forma a evitar a propagação do incêndio por radiação térmica;

- h) As distâncias requeridas nos itens f e g (apresentados acima) podem ser reduzidas pela metade caso as aberturas sejam protegidas por elementos construtivos para-chama;
- i) As distâncias requeridas nos itens f e g podem ser suprimidas caso as aberturas sejam protegidas por elementos construtivos corta-fogo;
- j) As paredes de compartimentação devem ser dimensionadas estruturalmente de forma a não entrarem em colapso caso ocorra a ruína da cobertura do edifício do lado afetado pelo incêndio;
- k) A resistência ao fogo dos materiais constitutivos da parede de compartimentação sem função estrutural deve ser comprovada por meio do teste previsto pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 10636 (1989);
- l) A compartimentação horizontal deve ser compatibilizada com o atendimento da Instrução Técnica nº 11 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011) – Saídas de emergência –, quanto às distâncias máximas a serem percorridas, de forma que cada área compartimentada seja dotada de no mínimo uma saída para local de segurança.

As aberturas existentes nas paredes de compartimentação devem ser devidamente protegidas por elementos corta-fogo de modo a não serem comprometidas suas características de resistência ao fogo. Para tanto, a Instrução Técnica especifica as características das portas corta-fogo, vedadores corta-fogo, selos corta-fogo e registros corta-fogo. E também salienta a importância de se atender aos tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) dos elementos da construção. A Figura 3 apresenta um modelo de compartimentação horizontal.

Figura 3- Compartimentação horizontal



2.5.1.2 *Compartimentação vertical*

A instrução técnica nº 09 indica que a compartimentação vertical é constituída dos seguintes elementos construtivos ou de vedação: entrepisos corta-fogo, enclausuramento de escadas por meio de parede de compartimentação, enclausuramento de poços de elevador e de montacarga por meio de parede de compartimentação, selos corta-fogo, registros corta-fogo (*dampers*), vedadores corta-fogo, elementos construtivos corta-fogo de separação vertical entre pavimentos consecutivos, selagem perimetral corta-fogo, cortina corta-fogo.

O item 6.2 dessa instrução técnica – Características de construção – apresenta distinções para a compartimentação vertical na envoltória do edifício (fachadas) e para a compartimentação vertical no interior do edifício.

Sendo assim, no que se refere à fachada tem-se:

- a) Deve existir elemento corta-fogo na fachada, com tempo de resistência conforme Instrução Técnica nº 08 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011a), separando aberturas de pavimentos consecutivos, que podem se constituir de vigas e/ou parapeito ou prolongamento dos entrepisos, além do alinhamento da fachada;
- b) Quando a separação for provida por meio de vigas e/ou parapeitos, estes devem apresentar altura mínima de 1,2 metros separando aberturas de pavimentos consecutivos;
- c) Quando a separação for provida por meio dos prolongamentos dos entrepisos, as abas devem se projetar, no mínimo, 0,9 metros além do plano externo da fachada;
- d) Para efeito de compartimentação vertical externa das edificações de baixo risco (até 300 MJ/m²), podem ser somadas as dimensões da aba horizontal e a distância da verga até o piso da laje superior, totalizando o mínimo de 1,20 metros;
- e) Nas edificações exclusivamente residenciais, as sacadas e terraços utilizados na composição da compartimentação vertical podem ser fechados com vidros de segurança, desde que sejam constituídos por materiais de acabamento e revestimento incombustíveis (piso, parede e teto);
- f) Os elementos corta-fogo de separação entre aberturas de pavimentos consecutivos e as fachadas cegas devem ser consolidadas de forma adequada

aos entrespisos, a fim de não comprometer a resistência destes elementos ao fogo.

- g) As fachadas pré-moldadas devem ter seus elementos de fixação devidamente protegidos contra a ação do incêndio e as frestas com as vigas e/ou lajes devidamente seladas, de forma a garantir a resistência do conjunto ao fogo.
- h) Os caixilhos e os componentes transparentes ou translúcidos das janelas devem ser compostos por materiais incombustíveis, exceção feita aos vidros laminados.
- i) Todas as unidades envidraçadas devem atender aos critérios de segurança previstos pela Associação Brasileira de Normas técnicas (1989) na norma NBR 7199.
- j) Os revestimentos das fachadas das edificações devem atender ao contido na Instrução Técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo – Controle de material de acabamento e de revestimento.
- k) Nas edificações com fachadas totalmente envidraçadas ou “fachadas-cortina” são exigidas as seguintes condições: 1) Se a própria fachada não for constituída de vidros corta-fogo, devem ser previstos atrás destas fachadas elementos corta-fogo de separação, ou seja, parapeitos, vigas ou prolongamentos dos entrespisos precisam ser instalados; 2) As frestas ou as aberturas entre a “fachada-cortina” e os elementos de separação devem ser vedados com selos corta-fogo em todo perímetro. Tais selos devem ser fixados aos elementos de separação de modo que sejam estruturalmente independentes dos caixilhos da fachada não sendo danificados em caso de movimentação dos elementos estruturais da edificação; 3) Devem ser atendidos os itens h e i.

E com relação à compartimentação vertical no interior do edifício tem-se:

- a) A compartimentação vertical no interior dos edifícios é provida por meio de entrespisos, cuja resistência ao fogo não deve ser comprometida pelas transposições que intercomunicam pavimentos;
- b) Os entrespisos podem ser compostos por lajes de concreto armado ou protendido ou por composição de outros materiais que garantam a separação física dos pavimentos;

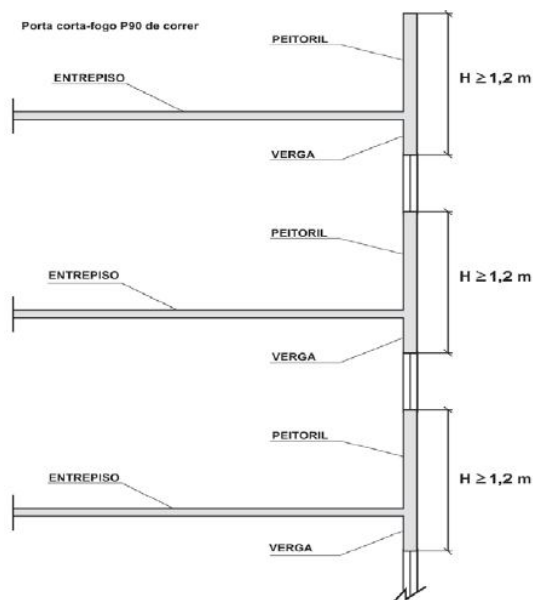
- c) A resistência ao fogo dos entrepisos deve ser comprovada por meio de ensaio segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001) na norma NBR 5628 ou dimensionada de acordo com norma brasileira pertinente;
- d) As aberturas existentes nos entrepisos devem ser devidamente protegidas por elementos corta-fogo de forma a não serem comprometidas suas características de resistência ao fogo;

A instrução técnica também apresenta com maiores detalhes as características necessárias para a compartimentação nas seguintes aberturas dos entrepisos: escadas, elevadores, monta-cargas, prumadas das instalações de serviço, aberturas de passagem de dutos de ventilação, ar-condicionado e exaustão, abertura de passagem de materiais, átrios, prumadas enclausuradas e prumadas de ventilação permanente.

Mais uma vez a instrução técnica nº 09 indica a necessidade de atendimento à instrução técnica nº 08, no que se refere aos tempos requeridos de resistência ao fogo.

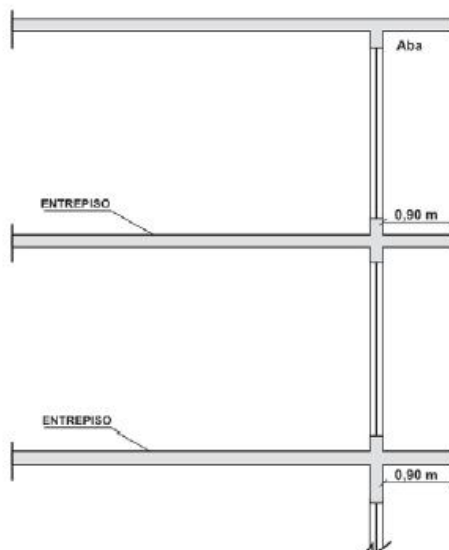
As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam detalhes relacionados à compartimentação vertical.

Figura 4- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para verga e peitoril



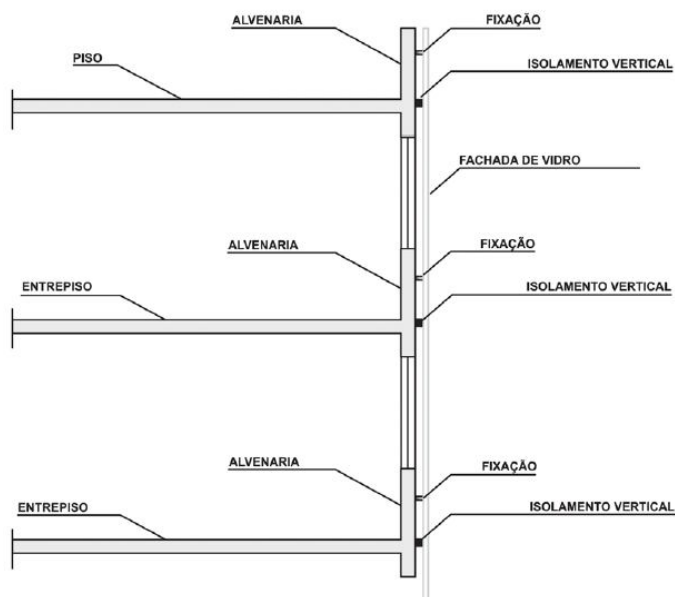
Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c)

Figura 5- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para abas



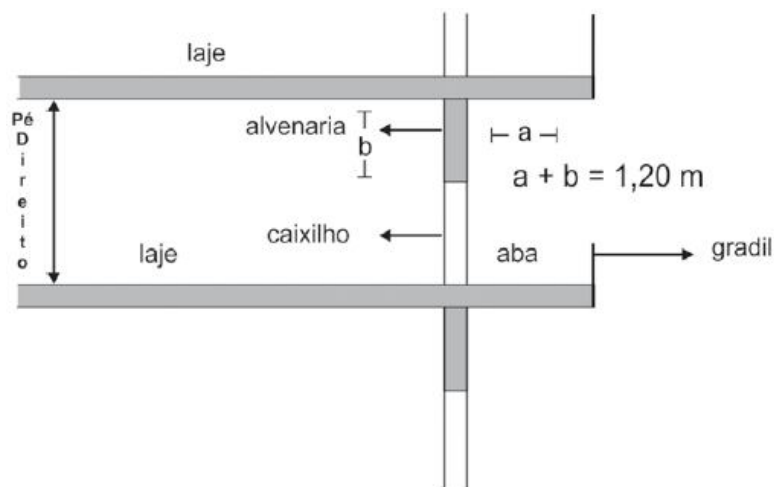
Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c)

Figura 6- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para a fachada envidraçada



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c)

Figura 7- Modelo de compartimentação vertical com detalhe para a composição entre a aba e a verga do peitoril



Fonte: Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c)

2.5.1.3 Cortinas corta-fogo

Um capítulo especial, com nome de Cortinas corta-fogo, foi incluído na instrução técnica nº 09 para tratar especificamente das cortinas de proteção contra incêndio.

Segundo a instrução técnica nº 09 as cortinas automatizadas corta-fogo podem ser utilizadas para a compartimentação horizontal ou vertical, em edificações protegidas por chuveiros automáticos, nas seguintes situações:

- a) Interligação de até dois pavimentos consecutivos situados acima do piso de descarga, através de escadas ou rampas secundárias, e átrios. Apenas uma abertura entre os pavimentos pode ser implementada por meio deste sistema;
- b) Entre o pavimento com uso exclusivo de estacionamento, situado acima ou abaixo do piso de descarga, e os demais pavimentos ocupados das edificações dos grupos A, C, D, E e G;
- c) Proteção de abertura situada no mesmo pavimento, entre uma edificação considerada existente e a parte ampliada, devendo esta medida ser analisada por meio de Comissão Técnica.

Além disso, para a sua utilização, as cortinas deverão obedecer aos seguintes itens:

- a) As cortinas automatizadas não devem ser utilizadas nas rotas de fuga e saídas de emergência, e não podem interferir ou inviabilizar o funcionamento dos sistemas de proteção existentes na edificação;

- b) A utilização da cortina automatizada não exclui a necessidade de compartimentação das fachadas, selagens dos *shafts* e dutos de instalações;
- c) As condições de fechamento das cortinas não devem oferecer risco de acidentes e ferimentos nas pessoas;
- d) Os materiais de construção da interligação devem ser incombustíveis e não pode haver nenhum material combustível a menos de dois metros da cortina corta-fogo;
- e) As cortinas automatizadas devem ser acionadas por sistema de detecção automática e por acionamento alternativo manual, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010) na NBR 17240;
- f) Os integrantes da Brigada de Incêndio precisam receber treinamento específico para a operacionalização deste sistema, sobretudo no que se refere à restrição para saída dos ocupantes;
- g) O equipamento deve ser certificado por laboratório idôneo, de acordo normas nacionais e/ou internacionais.

2.6 Normas europeias

Uma revisão das normas europeias do Comitê Europeu de Normatização (Comité Européen de Normalisation) relacionadas aos requisitos de resistência ao fogo e sua classificação faz-se necessária nesse momento. O objetivo é possibilitar um melhor entendimento das cortinas de proteção contra incêndio que serão discutidas no Capítulo 4.

O Comitê Europeu supracitado organiza a normatização para todo o mercado europeu, porém cada país pode fazer suas considerações. Sendo assim, serão utilizadas nesse estudo as normas do Instituto Alemão de Normatização (Deutsches Institut für Normung – DIN EN)

Algumas cortinas com tentativa de comercialização no Brasil estão sendo fabricadas na Europa e por isso apresentam certificação com base nessas normas. Desse modo, uma revisão das normas europeias permitirá a comparação com a normatização empregada no Brasil.

2.6.1 Deutsches Institut für Normung (1999) - DIN EN 1363-1 ¹

A norma DIN EN 1363-1 – Ensaio de resistência ao fogo: requisitos gerais –, padroniza o ensaio para avaliação em relação aos seguintes comportamentos: capacidade de resistência, estanqueidade às chamas e gases e isolamento térmico.

De modo geral, esta norma é similar ao que prescreve a International Organization for Standardization (1999, tradução nossa), ISO 834-1, norma conhecida internacionalmente por estabelecer os princípios gerais para a determinação da resistência ao fogo de vários elementos da construção quando submetidos à situação de incêndio. A norma define que, quando o critério de capacidade resistente falha, assim também os critérios de isolamento térmico e estanqueidade são considerados sem cumprimento. Além disso, considera-se que o critério de isolamento térmico não tem cumprimento quando o critério de estanqueidade não é satisfeito. (JESUS, 2008)

2.6.2 Deutsches Institut für Normung (2009) – DIN EN 1634-1 ¹

A norma DIN EN 1634-1 trata do ensaio de resistência ao fogo para conjuntos de portas e sistemas de fecho. É importante destacar que a sua utilização requer também o atendimento às condições orientadas pela Deutsches Institut für Normung (1999).

A norma DIN EN 1634-1 é compatível com o que determina a International Organization for Standardization (2007, tradução nossa) – ISO 3008, Testes de resistência ao fogo: portas e sistemas de fecho –, bem como com a National Fire Protection Association (2010, tradução nossa), – NFPA 80, Normas para portas corta-fogo e outras proteções de aberturas –, e também com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992) – NBR 6479, Portas e vedadores: determinação da resistência ao fogo.

2.6.3 Deutsches Institut für Normung (2010) - DIN EN 13501¹

A norma DIN EN 13501 apresenta a classificação dos materiais segundo os ensaios de resistência ao fogo.

Segundo Jesus (2008), tais classes são identificadas por letras que se referem a uma característica do comportamento de resistência ao fogo. Essa forma de organização facilita o entendimento dos requisitos, interpretando-os para os distintos grupos de elementos

¹ As traduções das normas europeias do Deutsches Institut für Normung foram feitas pela autora.

construtivos e explicando o método para obtenção da classificação em função dos resultados do ensaio dos elementos individuais.

Para classificar os elementos de construção, a norma DIN EN 13501 utiliza as seguintes letras, conforme a Tabela 4:

Tabela 4- Classificação dos elementos da construção conforme a norma DIN EN 13501

Classificação	Significado	Características
R	Capacidade de suporte de carga	É o tempo, em minutos, durante o qual a amostra continua a manter a sua capacidade de suporte da carga de ensaio.
E	Integridade	É o tempo, em minutos, durante o qual a amostra continua a manter a sua função de compartimentação, sem se verificar a presença de: ignição do tampão de algodão, penetração do calibre de abertura e chamas constantes. Uma falha do critério da capacidade suporte de carga deve também ser considerada como falha de integridade.
I	Isolamento térmico	É o tempo, em minutos, durante o qual a amostra continua a manter a sua função separadora durante o ensaio, sem desenvolver temperaturas elevadas na face não exposta, de acordo com: a) O aumento da temperatura média sobre a temperatura média inicial não seja superior a 140°C; ou b) O aumento da temperatura em qualquer ponto (incluindo aqueles em que se utiliza o termopar móvel) não ultrapasse a temperatura inicial mais de 180°C. Uma falha no critério de integridade significa falha também do isolamento térmico.
W	Radiação	É a capacidade de um elemento de construção resistir à exposição ao fogo numa face, reduzindo a possibilidade de transmissão de fogo da face não exposta aos materiais adjacentes. Um elemento que satisfaça o critério de isolamento térmico – I, I ₁ , I ₂ – satisfaz também o requisito radiação – W. A radiação não poderá exceder 15 kW/m ² . Uma falha do critério de integridade também significa falha do critério radiação.
M	Ação mecânica	É a capacidade de suportar impactos, representa uma falha estrutural ou um impacto sobre o elemento durante o incêndio.
C	Fecho automático	É a capacidade de uma porta fechar automaticamente. Aplica-se a elementos acionados automaticamente que normalmente estão abertos e que em caso de incêndio devem estar fechados. O fecho automático deve funcionar em todos os casos, sem o funcionamento da energia primária.
S	Estanqueidade à fumaça	É a capacidade de um elemento reduzir ou eliminar a passagem de gases ou fumo.
G	Resistência ao fogo e à fuligem	É a capacidade de chaminés e produtos associados resistirem ao fogo de fuligem. Inclui aspectos de isolamento térmico e de estanqueidade.
K	Capacidade de proteção contra incêndios	É a proteção que um revestimento de parede ou teto oferece frente a uma situação de incêndio.

Fonte: Adaptado de Deutsches Institut für Normung (2010) e Jesus (2008)

Segundo Jesus (2008), a classificação I (isolamento) apresenta duas subdivisões. Sendo assim, para se obter a classificação de I₁, a elevação da temperatura média na face não exposta da porta deve ser limitada a 140°C e a temperatura máxima, em qualquer ponto da porta, limitada a 180°C. Não se deve ter em conta medições da temperatura em pontos situados a menos de 25 milímetros do limite visível da porta. Já para se obter a classificação de I₂, as temperaturas média e máxima medidas na porta devem possuir os mesmos limites acima descritos. A única diferença é o limite de 360°C na caixilharia, medida nos mesmos locais utilizados para o I₁.

Na norma DIN EN 13501, a classificação do comportamento de resistência ao fogo é dada através da combinação das letras acima citadas. Essa informação é complementada pelo tempo durante o qual se cumprem os requisitos de comportamento expresso em minutos (ver tabela 5) e conforme a classe imediatamente inferior ao tempo obtido no ensaio.

Tabela 5- Tempos usados para a classificação de resistência ao fogo

Tempo em minutos										
10	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

Fonte: Jesus (2008)

A norma DIN EN 13501 apresenta algumas combinações possíveis de letras para indicar a resistência dos materiais. Sendo assim, se um elemento apresentar classificação REItt entende-se que ele atende aos critérios de capacidade de suporte de carga, integridade e isolamento térmico por um determinado período de tempo que será indicado no lugar de “tt”. Da mesma forma, um elemento com classificação REtt atenderá aos critérios de capacidade de suporte de carga e integridade durante o tempo definido em “tt”. E, também, um elemento classificado como E atenderá o critério de integridade durante um tempo definido em “tt”. Essa é a classificação dada de forma geral.

Outra classificação é apresentada na norma DIN EN 13501 para especificar os elementos de compartimentação. Desse modo, um elemento que satisfaça os critérios EItt atende por determinado tempo “tt” os critérios integridade e isolamento térmico, e um elemento que satisfaça o critério Ett por determinado tempo “tt” atende o critério de integridade.

Quando os critérios, indicados pelas letras, são combinados para indicar a classificação, esta corresponderá ao tempo imediatamente inferior relativo ao critério que

falhou primeiro, conforme a Tabela 5. Por exemplo, um elemento construtivo que apresenta uma capacidade resistente (R) de 155 minutos, uma estanqueidade (E) de 80 minutos e um isolamento (I) de 42 minutos, deve ser classificado assim: R 120 / RE 60 / REI 30.

A norma DIN EN 13501 tem como objetivo classificar, de forma harmonizada, os elementos de construção e sua aplicação. Será abordada a seguir apenas a classificação das portas corta-fogo incluindo seus dispositivos de fechamento, por ser um item de relevância para a presente pesquisa.

Conforme a norma DIN EN 13501, as portas corta-fogo devem ser classificadas quanto aos seguintes critérios de desempenho: integridade (E), isolamento térmico (I), radiação (W) e fecho automático (C). Dessa forma, as seguintes classes são definidas – tabela 6.

Tabela 6- Classificação das portas corta-fogo

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW		20	30		60				

Fonte: Deutsches Institut für Normung (2010)

O critério para classificação do autofechamento é tratado em outra norma específica, a EN 14600, pelo Comité Européen de Normalisation. Esse critério é dependente do uso que é pretendido para a porta.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa teve como objetivo realizar um estudo para apontar quais são as recomendações para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações catarinenses. Para alcançar este objetivo foram revisados os conteúdos necessários para o aprofundamento do estudo acerca das cortinas de proteção contra incêndio, além de ser preciso também traçar um panorama em relação às exigências para a certificação das cortinas de proteção contra incêndio, bem como definir e caracterizar as cortinas, verificar quais as possíveis utilizações e comparar as vantagens e desvantagens da sua utilização nas edificações.

Dessa forma foi possível definir, segundo um parecer técnico, quais exigências devem ser levadas em consideração para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio.

Quanto ao método de abordagem, este trabalho de conclusão de curso utilizou o método dedutivo, que apresenta uma conexão descendente, partindo de teorias e leis mais abrangentes para fenômenos particulares. (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Quanto aos objetivos, a pesquisa em questão pode ser classificada como exploratória, que, para Selltiz et al (1997) apud Gil (2009 p. 41),

tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que “estimulem a compreensão”.

Esta pesquisa acadêmica utilizou-se da técnica de documentação indireta, incluindo uma pesquisa bibliográfica acerca do material já existente sobre o assunto. Quanto aos procedimentos técnicos, foi ainda considerada como pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica é exigida em quase todos os estudos e é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. (GIL, 2009).

Também é importante destacar a entrevista realizada com o Engenheiro Antônio Fernando Berto, responsável pelo laboratório de segurança ao fogo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Nessa ocasião foram discutidos os temas relacionados às cortinas tais como compartimentação e tempo requerido de resistência ao fogo, bem como foi obtida a opinião desse profissional, que é referência no assunto, acerca do tema do presente estudo.

O senhor Dirk Mueller, representante das cortinas Stöbich no Brasil, também foi ouvido e questionado por diversas vezes, pessoalmente e via nota de e-mail, contribuindo

sobremaneira para a realização desse trabalho. O senhor Dirk Mueller foi o elo de ligação que possibilitou um entendimento comparativo entre as normas e situações brasileiras e europeias.

4 ESTUDO E DISCUSSÃO DAS CORTINAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

O presente capítulo objetiva aprofundar o estudo das cortinas de proteção contra incêndio através de informações obtidas em estudos e artigos científicos, entrevistas e relatos. Além disso, será feita uma discussão dos itens relevantes para a utilização das cortinas nas edificações.

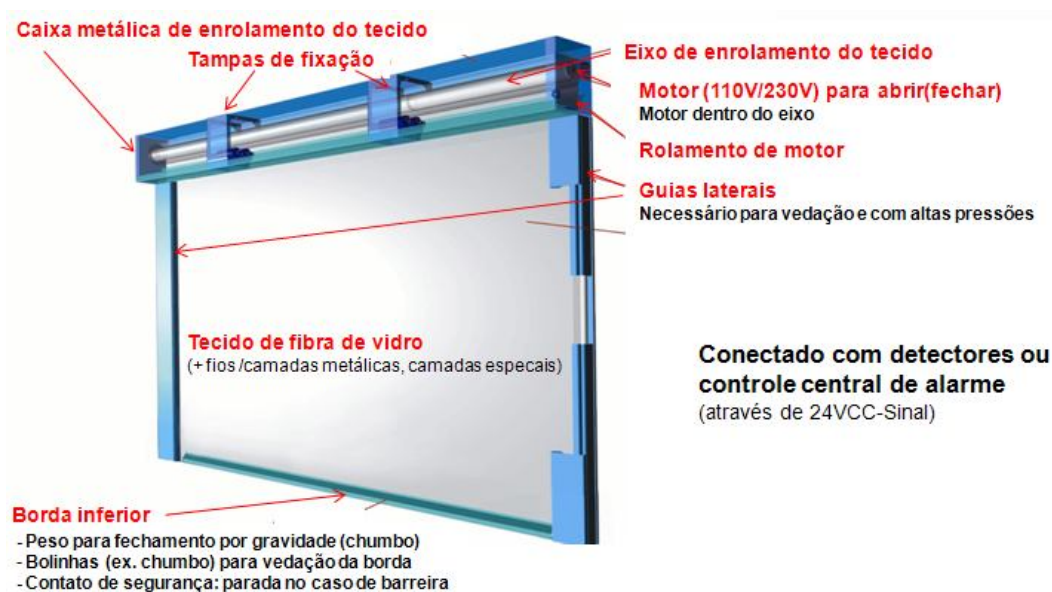
4.1 Definição das cortinas de proteção contra incêndios

A cortina de proteção contra incêndio é fabricada com materiais têxteis resistentes a altas temperaturas. Esse material é reforçado por uma rede de filamentos de fibra de vidro dispostos em camadas; disposição esta feita conforme os requisitos para a classificação da cortina. (KEIL, 2011, tradução nossa)

As cortinas permanecem enroladas em um eixo de transmissão, que é acionado por haste ou rolamento, e fica preso por rebites dentro de um estojo protetor de alumínio fixado no teto ou na parede do ambiente na qual é instalada. Já na lateral existe um sistema de condução por haste ou rolamento. (KEIL, 2011, tradução nossa)

A Figura 8 apresenta os princípios de construção de uma cortina de proteção contra incêndio.

Figura 8- Elementos da cortina de proteção contra incêndio



Fonte: Mueller (2012)

O motor interno é utilizado para a abertura da cortina, enquanto o fechamento ocorre por gravidade, mediante energia auxiliar acumulada mecânica ou eletricamente, por exemplo, através de energia potencial acumulada por contrapesos, carretéis de mola, cabos de trilhos, entre outros. No caso de uma situação de incêndio, as cortinas são trancadas por uma trava de metal fundido que não permite a sua reabertura. (KEIL, 2011, tradução nossa)

O acionamento das cortinas é realizado através de unidades de detecção de incêndio automáticas ou não automáticas ao alcance direto das cortinas de proteção contra incêndio e/ou acionadas por um dispositivo de alarme contra incêndios. (KEIL, 2011, tradução nossa)

Em caso de incêndio, a trava contra desenrolamento é liberada por meio de um impulso do elemento de detecção de incêndio, e a cortina se desenrola por gravidade ou mediante acionamento de um motor. A velocidade de desenrolamento é próxima a 0,12 m/s. (MFPA LEIPZIG GMBH, 2009)

4.2 Classificação das cortinas de proteção contra incêndios

Tendo como base os ensaios laboratoriais da MFPA Leipzig GMBH (2007) e MFPA Leipzig GMBH (2009) obtidos para elaboração do presente estudo, bem como os esclarecimentos dos fabricantes de cortinas e entrevistas realizadas, optou-se pela diferenciação das cortinas de proteção contra incêndio da forma indicada a seguir, de modo a facilitar a compreensão.

A classificação das cortinas de proteção contra incêndio depende dos critérios necessários para a proteção contra o incêndio. Dessa forma, os fabricantes disponibilizam no mercado cortinas contra fumaça, para-chamas e corta-fogo. O atendimento a esses critérios dependerá do tipo de material utilizado, do tamanho da cortina e do seu formato.

4.2.1 Cortinas contra fumaça

As cortinas contra fumaça são utilizadas em conjunto com outros sistemas de exaustão, de modo a criar uma camada livre de fumaça acima do piso. Conforme a Deutsches Institut für Normung (2005, tradução nossa) na norma DIN EN 12101, os sistemas de ventilação e exaustão são capazes de melhorar as condições para a saída segura da edificação em chamas, além de protegerem a propriedade permitindo que o fogo seja combatido ainda nas fases iniciais. Na Europa, a utilização de elementos destinados ao controle de fumaça

deve estar em conformidade com essa norma.

Conforme Mueller (2012), na Alemanha as cortinas contra fumaça podem ser utilizadas para proteger as rotas de fuga. Essas cortinas resistem ao fogo, porém não há estanqueidade às chamas. Mueller (2012) também informa que cinco cortinas contra fumaça foram instaladas na empresa MERCK no Rio de Janeiro.

4.2.2 Cortinas para-chama

Algumas cortinas de proteção contra incêndio recebem a classificação para-chama, garantindo resistência mecânica e estanqueidade de modo a evitar a propagação de gases e chamas, além de evitar fissuras que possam inflamar os materiais que estejam próximos.

No Brasil, é considerado para-chama o elemento que atender aos critérios de resistência e estanqueidade, conforme já mencionado no Capítulo 2, no item 2.2 – Elementos para-chama e corta-fogo. Sendo assim, para que uma cortina seja classificada como para-chama, deverá atender os critérios das normas indicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, conforme disposto também no capítulo 2 do presente estudo.

Na Europa é adotada a classificação por letras, conforme já mencionado no item 2.6 - Normas europeias, assim, para que uma cortina atenda a característica de ser para-chama, deverá apresentar a classificação E.

Na Europa, as cortinas com classificação EW, que no Brasil corresponderiam a uma cortina para-chama, são aceitas para a classificação corta-fogo. Uma cortina EW, além de conter a propagação das chamas, é capaz de limitar a radiação térmica, porém o critério isolamento térmico não é atendido nos mesmos moldes como preveem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Essas cortinas evitam que materiais como madeira, algodão e papelão inflamem no lado não exposto ao incêndio a uma distância de 50 cm, contudo, como a expansão dos gases durante o incêndio faz com que ocorra um abaulamento convexo (barriga) na cortina, recomenda-se não colocar materiais inflamáveis a uma distância de 1 metro desta. (MUELLER, 2012)

Ainda levando em consideração o item afastamento dos materiais, um relatório de ensaio realizado no laboratório MFPA, na cidade de Leipzig, na Alemanha, recomenda a utilização das seguintes distâncias mínimas conforme o tempo de exposição ao fogo para as cortinas com classificação EW 120 minutos: 20 centímetros para situações em que o tempo requerido de resistência ao fogo for de 30 minutos, 30 centímetros para situações em que o

tempo requerido de resistência ao fogo for de 60 minutos e 50 centímetros para situações em que o tempo requerido de resistência ao fogo for maior que 90 minutos. (MFPA LEIPZIG GMBH, 2007)

4.2.3 Cortinas corta-fogo

Algumas cortinas de proteção contra incêndio recebem a classificação corta-fogo e, dessa forma, são capazes de garantir a resistência mecânica, a estanqueidade e o isolamento térmico.

No Brasil, é considerado corta-fogo o elemento que atender aos critérios de resistência, estanqueidade e isolamento térmico, conforme já mencionado no item 2.2 do Capítulo 2. Sendo assim, para que uma cortina seja classificada como corta-fogo, no Brasil, deverá atender os critérios das normas indicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ou norma similar.

Na Europa é adotada a classificação por letras, conforme já mencionado também no Capítulo 2, item 2.6. Fazendo uma analogia às normas brasileiras, para que um elemento destinado ao fechamento de aberturas (sem a função estrutural, como é o caso das portas corta-fogo) atenda a essa característica, deverá apresentar a classificação EI.

Conforme Mueller (2012), as cortinas EI são utilizadas na Alemanha somente para áreas de altíssimo risco, na qual serão dispostos materiais que poderiam inflamar a uma distância menor que um metro de uma cortina para-chama. Uma cortina com classificação EI tem preço mais elevado e limitações nas suas dimensões, pois poderá ter no máximo 25 m². O fechamento da cortina com classificação EI não acontece por gravidade, necessitando do acionamento de um motor.

4.3 A utilização das cortinas de proteção contra incêndios

As cortinas de proteção contra incêndios originaram-se das cortinas de boca de palco – que faziam a separação entre o palco e a plateia nos teatros. As atuais cortinas de proteção contra incêndios são produtos arquiteturais inovadores, pois não requerem um tipo de instalação estática, representam menor peso para a estrutura de edificação, exigem menos espaço e apresentam maior flexibilidade para o projeto. (KEIL, 2011, tradução nossa)

As cortinas podem ser utilizadas para separar ambientes, isolar um risco específico, proteger escadas, elevadores e esteiras rolantes, proteger a fachada da edificação,

compartimentar ambientes tanto horizontal como verticalmente e isolar a fumaça durante a ocorrência de um incêndio.

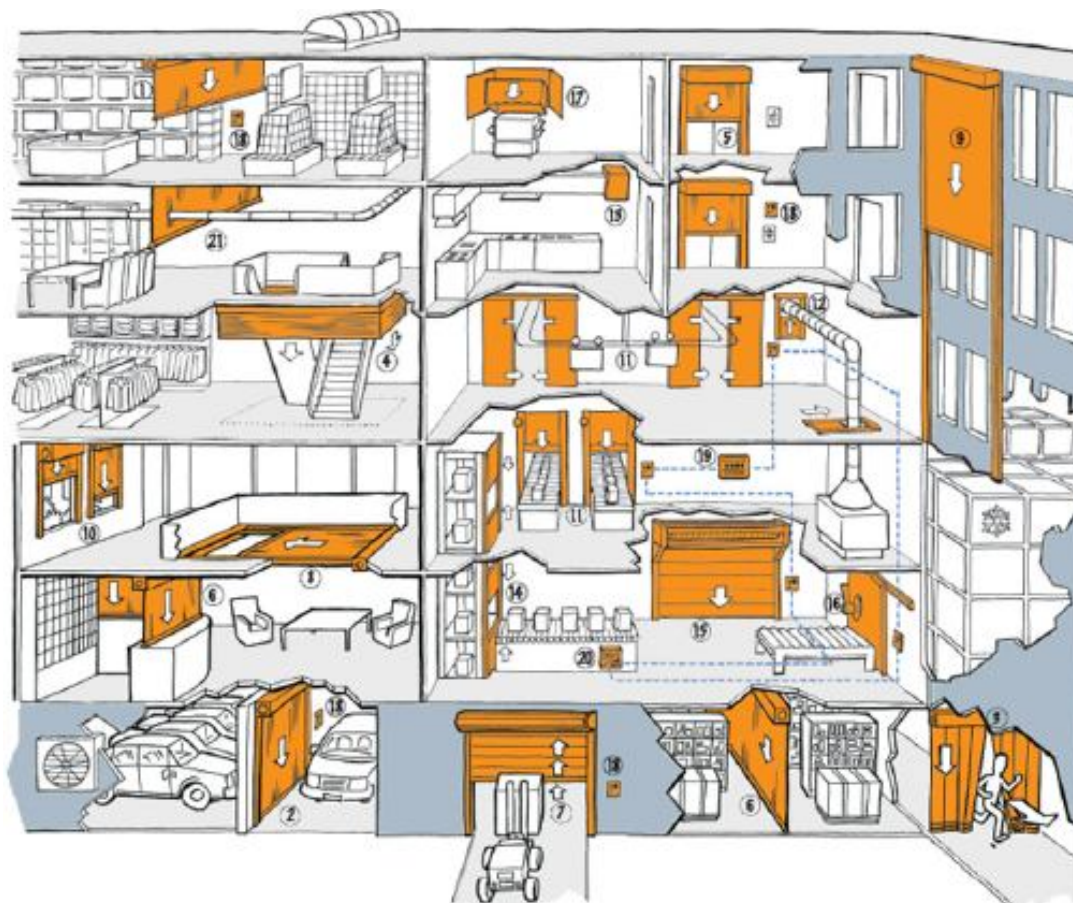
As Figuras 9 e 10 a seguir demonstram algumas formas de utilização das cortinas de proteção contra incêndio.

Figura 9- Cortina de proteção contra incêndio protegendo escada



Fonte: Keil (2011, p. 10)

Figura 10- exemplos de utilização das cortinas de proteção contra incêndios



Fonte: Müller (2010, p.64)

As cortinas de proteção contra incêndio poderiam ser utilizadas para prevenir a propagação de incêndios para edificações anexas, de modo a compensar a pequena distância de separação dos prédios adjacentes, ou em aberturas horizontais, como as aberturas laterais de escadas rolantes, e ainda para aplicações especiais, como em trechos de acesso limitado em um edifício. (KEIL, 2011, tradução nossa)

A utilização dessas cortinas deve respeitar o tempo requerido de resistência ao fogo específico de cada edificação. (informação verbal)²

4.4 Manutenção das cortinas de proteção contra incêndios

Conforme Mueller (2012), a empresa Stöbich recomenda algumas medidas para a realização da manutenção das suas cortinas. A empresa indica que devem ser realizados testes a cada três meses, na qual o próprio cliente deve acionar a cortina para verificar o seu funcionamento. Também é recomendada uma manutenção preventiva, que deve ser feita uma vez ao ano por um especialista.

A Stöbich [201-] indica, no manual de manutenção para barreiras têxteis de proteção contra incêndio, as seguintes etapas para a manutenção das cortinas que devem ser realizadas anualmente por um especialista:

- a) Avaliação do estado geral, na qual são verificadas as placas de avisos, os equipamentos de segurança, as peças como consoles, suspensões e guias, as conexões elétricas e cabos. É feita também uma verificação dos possíveis desgastes;
- b) Avaliação da funcionalidade do sistema. É verificado se o tecido se desloca livremente e sem problemas ao longo das guias, e se os interruptores finais desligam quando é atingida a posição final superior;
- c) Verificação das conexões do eixo de enrolamento, todas as conexões entre o tecido e eixo devem estar firmes;
- d) Verificação do estado do acortinado. Deve ser verificado se o tecido está limpo e se as costuras do tecido estão corretas;
- e) Avaliação do comportamento de enrolamento do acortinado. Deve ser verificado se o tecido enrola e desenrola da forma correta e livre de dobras;

² Entrevista com o Engenheiro Antônio Fernando Berto realizada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, na cidade de São Paulo, no dia 4 de maio de 2012.

- f) Verificação da suspensão do acortinado. São verificados os roletes da suspensão flutuante e da suspensão fixa;
- g) Verificação das condições das guias laterais. As guias devem estar livres de torções e ressaltos na área de deslizamento;
- h) Verificação da barra de arremate. O encaixe da barra na caixa deve ser perfeito, além disso o tensionamento deve garantir uma posição correta e o tecido deve proporcionar o arremate adequado.
- i) Realização de teste de funcionamento na controladora. São feitas as verificações para garantir o perfeito fechamento da cortina. Essas verificações envolvem os sensores, interruptores finais ou magnéticos, alarmes e detectores de fumaça.

Já para Müller (2010, tradução nossa), é importante que seja feita uma verificação mensal do funcionamento da cortina. Essa verificação consiste na realização de um ciclo de operação, o qual começa com a ativação do botão de disparo no controlador, após isso a cortina fecha. Depois é acionado o botão abrir, que aciona o motor e a cortina volta à posição inicial.

Em laboratório, antes de submeter uma cortina de proteção contra incêndio ao teste de resistência ao fogo, são realizados testes de funcionamento. Nessa situação chegam a ser realizados até 10.000 ciclos de operação em uma mesma cortina. Sendo assim, se na prática for realizada uma verificação mensal em uma edificação que disponha de uma cortina de proteção contra incêndios, chega-se à conclusão de que essas verificações mensais não são capazes de danificar as cortinas. Contudo, fenômenos como a corrosão e o envelhecimento dos materiais acontecem e por isso indica-se a utilização de materiais galvanizados. (MÜLLER, 2010, tradução nossa)

4.5 Vantagens da utilização das cortinas de proteção contra incêndios

Keil (2011, tradução nossa) elenca algumas vantagens da utilização das cortinas de proteção contra incêndio:

- a) Montagem flexível e durável dentro ou fora das edificações;
- b) Menor peso para a estrutura;
- c) Em algumas situações consistem na única possibilidade de proteção contra incêndio;

- d) Podem ser instaladas verticalmente, horizontalmente, encurvada ou nos cantos de uma sala, podendo abrir em todas as direções;
- e) Podem ser instaladas de forma a cobrir grandes superfícies;
- f) Apresentam qualidade de utilização superior às aplicações de vidro resistente ao fogo.

Para o engenheiro Antônio Fernando Berto, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, a vantagem da utilização das cortinas de proteção contra incêndio seria a contenção das chamas e a possibilidade de utilização destas em situações especiais, nas quais outros sistemas preventivos poderiam não funcionar adequadamente, um exemplo interessante seria a sua utilização em edificações com átrios ou vãos centrais. (informação verbal)³

4.6 Desvantagens da utilização das cortinas de proteção contra incêndios

A principal desvantagem das cortinas de proteção contra incêndios é a falta de proteção contra a difusão do calor, pois a maioria das cortinas disponíveis no mercado europeu não atende ainda a classificação corta-fogo. Na prática, essa situação é solucionada com medidas de compensação, como a instalação de equipamentos sobressalentes para combate ao fogo, frequentemente pela combinação das cortinas de proteção contra incêndios com *sprinklers* instalados nas proximidades. Contudo, estes foram concebidos para impedir a propagação do incêndio em seus pontos de origem e para a circunscrição do alcance do incêndio, e não como meios de refrigeração auxiliar para as proteções contra incêndio mais convencionais. (KEIL, 2011, tradução nossa)

As cortinas de proteção contra incêndios consideradas para-chama foram classificadas quanto à passagem de irradiação do calor calculada em 15 kW/m² a uma distância de um metro do local de deslocamento do fogo. Essa situação poderia permitir a expansão do fogo e colocar pessoas em perigo. Por esse motivo, as cortinas de proteção contra incêndio somente podem ser instaladas nos locais para que se destinam, não permanecendo dúvidas sobre seus alvos de proteção. (KEIL, 2011, tradução nossa)

Outro problema é a falta de estabilidade mecânica que pode ocorrer com a passagem do tempo. Os tecidos empregados nas cortinas de proteção contra incêndios são mantidos em compartimentos fechados e poderão ser levemente danificados ao serem girados contra quinas mais agudas ou por objetos circundantes e, desse modo, perderão a capacidade

3 Entrevista com o Engenheiro Antônio Fernando Berto realizada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, na cidade de São Paulo, no dia 4 de maio de 2012.

de separação protetora requerida. (KEIL, 2011, tradução nossa)

Outra possível desvantagem das cortinas é o seu custo, que ainda é muito elevado, como pode ser observado no item a seguir.

4.7 Custos da instalação

Inicialmente, o custo da instalação de uma cortina de proteção contra incêndios pode ser inferior a outros meios convencionais, contudo, na Europa, as cortinas necessitam de um teste de instalação com base na classificação de permissão individual. Os mecanismos convencionais não exigem custos dessa inspeção. (KEIL, 2011, tradução nossa)

Um custo adicional para a instalação das cortinas de proteção contra incêndio pode ocorrer caso exista a necessidade de se tomar providências para a compensação provocada pela falha de proteção contra a difusão de calor. Por isso, nem sempre as cortinas têm aplicabilidade geral. (KEIL, 2011, tradução nossa)

Para a instalação de uma cortina no Brasil, os preços variam conforme o tamanho, a classificação (contra fumaça, para-chama ou corta-fogo), pois o tecido é diferente para cada classificação, e a cidade em que será instalada (devido aos custos do frete). O cliente também arca com os custos da importação e frete (uma vez que ainda não existem fabricantes no Brasil). Atualmente o custo da cortina instalada varia entre R\$ 1.000,00 à R\$ 7.500,00 por m². (MUELLER, 2012)

4.8 A normatização das cortinas

A preocupação acerca da resistência das construções ao fogo originou uma série de diretivas de segurança contra incêndios que são dadas por normas prescritivas ou por normas baseadas em desempenho. As normas prescritivas trazem informações sobre materiais, dimensões mínimas e métodos de cálculo para o desenvolvimento dos projetos. Já as normas voltadas para o desempenho são baseadas nas respostas que um produto deverá apresentar, independentemente dos materiais de que é feito e dos meios de produção. (MORAES, 2006)

O Brasil dispõe de uma série de normas que determinam os bons procedimentos que devem ser utilizados para a produção e testes dos mais variados produtos. A elaboração dessas normas requer grande discussão técnica e comprovação científica acerca dos assuntos tratados. Quando uma norma tratar do tema segurança contra incêndio e pânico, para que

tenha a merecida credibilidade, nela deverão constar os detalhamentos construtivos e materiais a serem utilizados e suas resistências às altas temperaturas, bem como referências científicas sobre a funcionalidade desses frente a uma situação de incêndio e sua proteção contra a propagação. (RODRIGUES, 2009)

As empresas que fabricam as cortinas de proteção contra incêndio têm procurado o Instituto de Pesquisas Tecnológicas na tentativa de divulgar esse produto, contudo, nenhum teste de resistência ao fogo ou de funcionamento das cortinas foi realizado até o momento no Brasil. A divulgação das cortinas, por parte dos representantes das empresas fabricantes, apenas possibilitou discussões entre os pesquisadores da área de segurança contra incêndio. (informação verbal)⁴

Na Europa são adotadas determinações gerais dos modelos de construção. No ano de 2002 essas determinações estabeleceram uma distinção entre os produtos e as técnicas de construção regulamentados e não regulamentados. (BEYMEL, 2005; KEIL, 2011, tradução nossa)

Segundo Keil (2011, tradução nossa), para a utilização de produtos e técnicas de construção não regulamentados, na Europa, é exigido um dos três tipos de determinação legal a seguir:

- a) Certificado de inspeção geral da construção;
- b) Permissão geral para a construção;
- c) Requisições de aprovação individual.

As cortinas de proteção contra incêndio são produtos não regulamentados na Europa, tendo sua venda permitida, porém com necessária aprovação individual. Essa permissão individual deve ser detalhada, correspondendo a todas as exigências para instalação e aplicabilidade. Após a inspeção será emitida uma autorização de instalação individual, válida somente para a cortina inspecionada daquele projeto, não se aplicando para outras situações. A permissão individual não serve como garantia de que o produto a ser instalado não irá necessitar de compensação ou de elementos de proteção adicionais. Além disso, não serve como garantia de que a classificação obtida por determinada cortina de proteção contra incêndio para sua instalação em um lugar específico do prédio seja suficiente para prover toda a proteção necessária. Isso significa que, por meio da concessão da permissão individual, a principal autoridade competente para inspecionar a construção não concede prova de que houve uma inspeção individual detalhada do produto e não garante, desse modo, o

4 Entrevista com o Engenheiro Antônio Fernando Berto realizada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, na cidade de São Paulo, no dia 4 de maio de 2012.

procedimento legal da licença de aprovação, mas somente a autorização individual para um caso específico, sem afirmar que os alvos de proteção autorizados por essa inspeção tenham sido efetivamente atingidos. (KEIL, 2011, tradução nossa)

O relatório obtido com o teste de uma cortina de proteção contra incêndio, realizado pelo laboratório MFPA, situado em Leipzig, na Alemanha, resultou numa importante informação para a área. Tal relatório indica que atualmente não existem exigências explícitas referentes à capacidade de desempenho desse tipo de sistema de proteção contra incêndio, sendo assim, não é possível a concessão de uma comprovação de aplicabilidade por parte dos órgãos de supervisão em forma de autorização. Dessa forma, uma comissão de peritos colaborou com a antecipação aos princípios gerais de autorização e derivou condições gerais de inspeção para as cortinas de proteção contra incêndio. É importante destacar que o ensaio realizado com essa cortina foi precedido de um ensaio de função contínua com 5.000 ciclos de fechamento. (MFPA LEIPZIG GMBH, 2009)

Dentro do que foi exposto, pode-se concluir que ainda não existe uma norma que trate especificamente da regulamentação das cortinas de proteção contra incêndio. Por isso, o que tem sido empregado é a utilização de um conjunto de normas que certificam a resistência ao fogo desse tipo de material. Sendo assim, para que seja utilizada em uma edificação, uma cortina de proteção contra incêndios deverá atender às normas para certificação do tempo requerido de resistência ao fogo, com ensaios realizados por laboratórios acreditados.

4.8.1 Discussão das instruções técnicas utilizadas no Brasil

O Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011c) faz as considerações sobre a utilização das cortinas corta-fogo. Essas recomendações foram citadas no item 2.5.1.3 do presente estudo e precisam ser novamente discutidas a fim identificar conflitos, possíveis falhas e aprimorar o estudo das cortinas de proteção contra incêndio.

A instrução técnica citada acima indica que as cortinas podem ser utilizadas nas edificações protegidas por chuveiros automáticos. Essa exigência sugere que o Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo não considera as cortinas como sendo corta-fogo, pois exige que sejam instalados chuveiros automáticos juntamente com as cortinas.

Por esse motivo, no presente estudo, optou-se pela definição de cortinas de proteção contra incêndio e não cortinas corta-fogo, como sugerem as instruções técnicas já citadas. Dessa forma, torna-se mais fácil empregar as diferentes classificações das cortinas (cortinas contra fumaça, para-chama e corta-fogo) e fazer outras exigências quando for

necessário.

Na sequência, a instrução técnica indica as possíveis utilizações das cortinas. Contudo, algumas restrições são feitas. A que se devem essas restrições? As cortinas de proteção contra incêndio são uma alternativa para situações em que outros sistemas de proteção contra incêndio tornam-se menos eficazes. Sendo assim, é muito difícil limitar as condições para a sua utilização, no entanto, é importante avaliar cada projeto de forma individual de modo a alcançar o objetivo proposto – a segurança. Segundo Müller (2010, tradução nossa), uma das grandes vantagens das cortinas é a gama de possibilidades para a instalação, conforme as necessidades de cada projeto.

Seguindo nas recomendações feitas pela instrução técnica identifica-se a importância de não utilizar as cortinas nas rotas de fuga e saídas de emergência. Além disso, as cortinas não podem interferir ou inviabilizar o funcionamento dos sistemas de proteção existentes na edificação. Essas recomendações são coerentes, pois, se uma cortina for utilizada na rota de fuga, ela deverá ter aberturas para a passagem das pessoas, o que certamente afetará o seu funcionamento. Além disso, é perfeitamente plausível admitir que uma cortina de proteção não possa, em hipótese alguma, interferir em outro sistema de segurança.

É importante destacar que a utilização das cortinas automatizadas não exclui a necessidade de compartimentação das fachadas, selagens dos shafts e dutos de instalações.

A instrução técnica indica que as condições de fechamento das cortinas não devem oferecer risco de acidentes e ferimentos nas pessoas. Esse tópico é importante e pode ser complementado com a indicação de instalação de sensores e sinalização compatível no piso ou na parede lateral à instalação da cortina. (informação verbal)⁵ Já Mueller (2012) informa que, na Alemanha, são recomendados dispositivos sonoros e luminosos que indicam o fechamento das cortinas de modo a não causar pânico para a população.

Outro requisito que deixa dúvida na instrução técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo se refere ao fato de não serem permitidos materiais combustíveis a menos de 2 metros das cortinas corta-fogo. Qual é o sentido dessa exigência? Entende-se que certa distância é necessária, afinal, a expansão dos gases formará um abaulamento convexo (barriga) na cortina, aproximando-a de materiais combustíveis. Como pode ser observado na figura 11.

5 Entrevista com o Engenheiro Antônio Fernando Berto realizada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas, na cidade de São Paulo, no dia 4 de maio de 2012.

Figura 11- Abaulamento convexo na cortina de proteção contra incêndio



Fonte: Müller (2010, p. 2)

A instrução técnica indica que as cortinas automatizadas devem ser acionadas por sistema de detecção automática e por acionamento alternativo manual, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010) na norma NBR 17249. Essa é uma exigência importante para garantir o acionamento da cortina da forma correta.

A instrução técnica menciona a importância de treinar as brigadas de incêndio para a operacionalização do sistema, além disso, pode-se acrescentar que os ocupantes da edificação também precisam ser informados sobre o funcionamento da cortina, de modo a evitar o pânico durante o seu acionamento.

Por fim, a instrução técnica indica que as cortinas devem ser certificadas por laboratório independente, de acordo com as normas nacionais e/ou internacionais, porém não indicam qual certificação é exigida, qual é o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo, ou ainda como deve ser o funcionamento da cortina.

Conclui-se, com essas informações, que as recomendações do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo ainda é insuficiente para garantir a segurança da edificação que adota o sistema cortinas de proteção contra incêndio.

4.9 Recomendações para a utilização das cortinas de proteção contra incêndio

As informações coletadas para a elaboração do presente estudo sugerem a apresentação de algumas recomendações para a utilização das cortinas de proteção contra incêndio nas edificações.

- 1) As cortinas de proteção contra incêndios podem ser utilizadas de forma a garantir mais um meio de proteção ativa ao sistema de segurança contra incêndio de uma edificação. Elas são uma alternativa para as edificações que necessitam de compartimentação ou isolamento de risco que não seriam obtidos por outra maneira ou poderia ainda ser esta a opção com melhor relação custo-benefício.
- 2) A instalação desse tipo de recurso nas edificações catarinenses necessita da aprovação da Diretoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.
- 3) Para que sejam devidamente instaladas, deverão apresentar no projeto preventivo os motivos para a escolha desse sistema de proteção, bem como a finalidade da instalação – proteção contra fumaça, para-chama ou corta-fogo.
- 4) As cortinas de proteção contra incêndio devem ser fabricadas com materiais têxteis resistentes a altas temperaturas e reforçadas de modo a garantir a sua característica contra fumaça, para-chama ou corta-fogo. Todas essas informações devem constar no projeto preventivo e comprovadas através de um relatório de ensaio produzido por um laboratório idôneo. Toda edificação que utilizar as cortinas deverá apresentar esse relatório que deve indicar também as distâncias seguras para existência de materiais inflamáveis. A cortina deve apresentar sistema de certificação (selo) que atenda às normas citadas nesse estudo (enquanto não se produza uma norma específica para as cortinas).
- 5) Enquanto novos estudos não forem publicados de forma a oferecer maiores informações sobre a utilização das cortinas de proteção contra incêndio, todo projeto que as utilizar deverá ser submetido a um parecer da Diretoria de Atividades Técnicas.
- 6) As paredes que garantem a sustentação da cortina devem ser incombustíveis com resistência ao fogo conforme o tempo requerido de resistência ao fogo da edificação.

- 7) A resistência ao fogo das cortinas de proteção contra incêndio irá variar conforme o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo indicado para cada edificação.
- 8) As cortinas de proteção contra incêndio não devem ser utilizadas nas rotas de fuga e saídas de emergência, muito menos poderão interferir ou inviabilizar o funcionamento dos sistemas de proteção existentes na edificação.
- 9) A utilização das cortinas de proteção contra incêndio não exclui a necessidade de compartimentação (das fachadas, selagens dos *shafts*, dutos de instalações, etc.), conforme exigências do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.
- 10) As cortinas devem ser acionadas através de um sinal de detectores ou comando de uma central de controle de incêndio e devem dispor também de um botão para acionamento manual. Os dispositivos automáticos utilizados devem estar em conformidade com as exigências do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.
- 11) O acionamento das cortinas se dá por gravidade para as cortinas contra fumaça e para-chama e por motor para as cortinas corta-fogo.
- 12) A instalação das cortinas de proteção contra incêndio deve ser condicionada à instalação concomitante de sinalização de aviso e instruções de operação, bem como dispositivos sonoros e/ou luminosos que indiquem que a cortina está sendo acionada.
- 13) As condições de fechamento das cortinas devem ser avaliadas, pois não poderão oferecer risco de acidentes e ferimentos às pessoas. As cortinas deverão dispor de sensores nas barras inferiores de modo a parar o fechamento caso exista algum tipo de bloqueio no trajeto da descida.
- 14) As edificações que utilizarem as cortinas de proteção contra incêndio deverão manter um manual de inspeções onde serão registradas falhas operacionais, atividades de manutenção e existência de danos no sistema. Observação: algumas cortinas dispõem de sistema eletrônico de registro dessas informações.
- 15) As edificações que dispuserem de cortinas de proteção contra incêndio deverão realizar a verificação de funcionamento mensal com um ciclo de operações e registrar as informações necessárias no manual de inspeções.
- 16) Também será exigida a manutenção anual atestada por um engenheiro responsável pela instalação e funcionamento da cortina.

- 17) A vistoria para funcionamento da edificação somente será realizada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina com a presença do engenheiro responsável pela cortina de proteção contra incêndio e com a apresentação da Anotação de Responsabilidade Técnica de funcionamento e do manual de inspeções.
- 18) Os integrantes da Brigada de Incêndio devem receber treinamento específico para a operacionalização desse sistema, sobretudo no que se refere à restrição para saída dos ocupantes, bem como os ocupantes da edificação devem ser instruídos sobre o funcionamento das cortinas.

Outras exigências poderão ser realizadas a critério do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

5 CONCLUSÃO

As cortinas de proteção contra incêndio, fabricadas com materiais têxteis resistentes a altas temperaturas, representam uma nova opção para garantir a segurança das edificações e vêm sendo empregadas com maior frequência nos países europeus. No Brasil, algumas empresas já adotam esse sistema, por isso, é de grande importância que se tenha o conhecimento necessário para a aprovação de projetos que façam uso das cortinas como sistemas preventivos.

Dependendo do material de que são feitas, as cortinas podem assegurar a proteção contra fumaça, conter as chamas ou até mesmo compartimentar ambientes, como é o caso das cortinas corta-fogo.

As cortinas são uma alternativa para situações em que outros sistemas de proteção contra incêndio tornam-se desvantajosos. A sua utilização é vantajosa, pois uma gama de possibilidades para a instalação pode ser feita, dependendo das necessidades de cada projeto.

Porém, a instalação inadequada das cortinas ou a falta de cuidados adicionais, tais como a sinalização e a manutenção periódica, podem representar perigo aos ocupantes da edificação, uma vez que os objetivos de proteção necessários podem não ser atendidos.

Deve-se destacar também que as legislações vigentes no Brasil não estão totalmente de acordo com as normas europeias. Na prática isso representa um limite para a aplicação das cortinas de proteção contra incêndio, tendo em vista que oficialmente não se dispõe de conhecimento acerca de até que ponto sua instalação é autorizada. Como exemplo pode-se citar a grande utilização das cortinas com classificação EW, que na Europa são consideradas corta-fogo e, no Brasil, atendendo ao que determinam as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, são consideradas para-chama. Na Europa a cortina que recebe classificação EW é considerada corta-fogo desde que seja mantida uma distância segura de materiais inflamáveis.

Devido à falta de conhecimento das normas nacionais e internacionais, alguns corpos de bombeiros estão aceitando a utilização de cortinas para-chamas como sendo corta-fogo. E essa é uma situação que pode colocar uma edificação em risco, pois o objetivo da instalação pode não ser atendido.

O termo corta-fogo induz o ocupante de uma edificação a pensar que aquele elemento construtivo não permitirá a propagação do incêndio. Ao considerar uma cortina com classificação europeia EW como corta-fogo e utilizá-la no Brasil, pode-se colocar os ocupantes da edificação em risco, pois estes certamente não respeitarão a distância segura

para colocação de materiais inflamáveis. Isso porque as normas empregadas nesse país são divergentes das normas europeias. Tal situação pode oferecer maiores riscos se forem levados em consideração outros sistemas preventivos, como é o caso da proteção por extintores. Muitas pessoas colocam materiais sob ou próximo dos extintores de incêndio, sem respeitar a sinalização e as recomendações dos Corpos de Bombeiros. O mesmo problema poderia ocorrer com as cortinas de proteção contra incêndio com limitação da distância de materiais inflamáveis.

Deve-se levar em consideração que até mesmo na Europa a legislação específica para as cortinas ainda não foi aprovada. Além disso, estudos indicam que por não proteger totalmente a edificação contra a difusão do calor, as cortinas de proteção contra incêndio não podem ser consideradas como substitutas das paredes corta-fogo.

Sendo assim, a utilização das cortinas de proteção contra incêndio requer a avaliação criteriosa do projeto preventivo, devendo cada caso ser avaliado individualmente. Por isso, o presente estudo reuniu informações de modo a elaborar algumas recomendações para a utilização dessas cortinas. Essas recomendações devem ser levadas em consideração ainda na análise do projeto e também durante as vistorias realizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Com a realização do presente estudo, sugere-se a realização de testes para a certificação das cortinas adaptados às normas brasileiras. Dessa forma, o padrão construtivo brasileiro seria levado em consideração e as exigências estariam sendo adaptadas às realidades desse país.

Uma grande dificuldade encontrada durante a elaboração desse estudo foi a inexistência de instruções normativas que englobassem os temas tempo requerido de resistência ao fogo, controle de fumaça e compartimentação, por parte do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Dessa forma, foi necessário recorrer ao Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo para o embasamento teórico.

Nota-se que seria de grande valia se os bombeiros militares catarinenses utilizassem seus conhecimentos, adquiridos ao decorrer de vários anos, publicando-os em artigos, monografias, apostilas, instruções, entre outros, de modo a contribuir para o aperfeiçoamento técnico e científico da corporação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6479**: Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 13.860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndios. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 14.432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

BENTRANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. Porto Alegre: T Edições, 2007.

BEYMEL, O. **Auswirkungen der europäischen harmonisierung auf Bauteile des baulichen Brandschutzes die einem verwendbarkeitsnachweis unterliegen**. 2005. 45 f. Tese (Doutorado) - Hochschule Magdeburg, Stendal (DE), 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Condições de Segurança Contra Incêndio**. Brasília, 1995. (Série Saúde & Tecnologia - Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde).

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa nº 002**: Terminologias de Segurança contra Incêndio. Santa Catarina, 2006.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica nº 08/2011**: Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção. São Paulo, 2011a.

_____. **Instrução Técnica nº 15/ 2011**: Controle de Fumaça – Parte 1 - Regras Gerais. São Paulo, 2011b.

_____. **Instrução Técnica nº 09/2011**: Compartimentação Horizontal e Compartimentação vertical. São Paulo, 2011c.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ. **Norma de Procedimento Técnico nº9**: Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical. Paraná, 2012.

COSTA, C. N.; ONO, R; SILVA, V. P. A importância da compartimentação e suas implicações no dimensionamento das estruturas de concreto para situação de incêndio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 47, 2005, Recife. **Anais...** Recife, 2005, p. 1-26, 2005.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN EN 1363-1**: Fire resistance tests: general requirements. Berlin, 1999.

_____. **DIN EN 1634-1**: Fire resistance and smoke control tests for door, shutter and openable window assemblies and elements of building hardware. Part 1: Fire resistance tests for doors, shutters and openable windows. Berlin, 2009.

_____. **DIN EN 13501-2**: Fire classification of construction products and building elements. Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services. Berlin, 2010.

_____. **DIN EN 12101-1**: Smoke and heat control Systems – Part 1: Specification for smoke barriers. Berlin, 2006.

GERKEN, A. L. R. **Materiais de proteção térmica para sistemas construtivos de baixo custo estruturais em aço**. 2007. 236 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 834-1**: Fire-resistance tests – Elements of building construction. Switzerland, 1999.

_____. **ISO 3008**: Fire-resistance tests – Door and Shutter assemblies. Switzerland, 2007.

JESUS, A.S.C.S de. **Ensaio de resistência ao fogo de elementos de compartimentação**. 2008, 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro (PT), 2008.

KAEFER, E. C.; SILVA, V. P. Análise paramétrica de um incêndio conforme o novo Eurocode 1. In: CONGRESSO IBERO LATINO AMERICANO DE MÉTODOS COMPUTACIONAIS EM ENGENHARIA, 24, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: CILAMCE, 2003, p. 1-14. Disponível em: <http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/?page_id=19> acesso em: 7 de jan. 2012.

KEIL, C. Der Feuerschutzvorhang: eine neue Bauart?: Gesetzliche Grundlagen, Leistungsfähigkeit und Grenzen. **Brandschutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung**, [S.l.], p. 10-17, set. 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Atlas, 2011.

MENDES, E. B. **Ensaio de avaliação da conformidade de produto com vistas à certificação**. 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MFPA LEIPZIG GMBH. **Relatório de Ensaio**: UB III/08-033 Tradução Werner Paulo Oesterle. Leipzig (DE), 2009.

_____. **Relatório de Ensaio**: UB III/B 07-003 Tradução Werner Paulo Oesterle. Leipzig (DE), 2007.

MITIDIARI, M. L. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo: reação ao fogo. In: SEITO, A.I. et al (Org) **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008, p. 55-92.

MITIDIARI, M. L.; LOSHIMOTO, E. **Proposta de classificação de materiais e**

componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo: reação ao fogo. São Paulo: EPUSP, 1998. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/222).

MORAES, P. D. Projeto de edificações visando a segurança contra incêndio. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10, 2006, São Pedro (SP). **Anais...** São Pedro (SP): ENBRAMEM, jul/ago, 2006.

MUELLER, D. **Cortinas** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <polliana@cbm.sc.gov.br> em 17 jun. 2012.

MÜLLER, M. **Innovationspotenzial bei textilen Feuerschutzabschlüssen**. 2010. 315 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Maschinenbau, Coburg (DE), 2010.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 80**: Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives 2010 edition. Quincy, 2010.

ONO, R. **Proteção do patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação**. 2004. Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa, dentro do Ciclo de Palestras “Memória & Informação”, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.casaruibarbosa.gov.br/dados/DOC/palestras/memo_info/mi_2004/FCRB_MemorialInformacao_RosariaOno.pdf> acesso em: 12 set. 2011.

ONO, R.; VALENTIN, M.V.; VENEZIA, A.P.P.G. Arquitetura e urbanismo. In: SEITO, A.I. et al (Org) **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008, p. 123-134.

RODRIGUES, E. E. C. **Análise da eficiência dos sistemas de compartimentação vertical externa por afastamento entre janelas e por projeções horizontais segundo as exigências normativas brasileiras**. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTA CATARINA. Decreto Estadual n. 4909, de 18 out de 1994. **Normas de Segurança Contra Incêndio**. Florianópolis, EDEME, 1994.

SCHEER, S.; BARANOSKI, E. L. A utilização de simuladores de incêndio como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento de projetos de arquitetura e de prevenção de incêndio. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007, p 1-7.

STÖBICH. **Manual de manutenção para barreiras têxteis de proteção contra incêndio**. Goslar (DE), [201-].

VIEIRA, A. **Pressurização de Escadas**. 2001. 220f. Monografia (Especialização de Bombeiros para Oficiais) - Centro de Ensino Polícia Militar, Corpo de Bombeiros, Florianópolis, 2001.

