

## COMPARTIMENTAÇÃO NA PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO: UM ESTUDO

### *Compartmentation in fire protection: a study*

Edson de Melo Junior

*Cabo do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Auxiliar da Diretoria de Segurança Contra Incêndio. Engenheiro Civil pela Universidade do Vale do Itajaí e Especialista em Gestão de Pessoas pelo Instituto Catarinense de Pós-Graduação. Email: edsonmj@cbm.sc.gov.br*

Marco Aurelio Stimamiglio Timmermann

*2º Tenente do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Subchefe do Serviço de Segurança Contra Incêndio – 10ºBMM (São José). Engenheiro Mecânico e Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Email: timmermann@cbm.sc.gov.br*

#### **RESUMO**

A proteção contra incêndio em edificações é um assunto em frequente evolução no setor da construção civil e da arquitetura. Dentre as medidas de proteção, destaca-se a proteção passiva, que opera independente de ação causada pelos ocupantes da edificação. Este artigo apresenta um levantamento dos princípios e procedimentos encontrados na literatura sobre segurança passiva contra incêndio provida pela compartimentação horizontal e vertical de ambientes. É realizado um levantamento das principais vantagens e características de compartimentação horizontal e vertical, seus componentes, requisitos, bem como os benefícios obtidos em termos de proteção e recuperação de edificações sinistradas pelo uso correto de tais medidas.

**Palavras-chave:** Compartimentação; Incêndios; Segurança contra incêndio.

#### **ABSTRACT**

Fire protection is a frequently evolving issue in the construction and architecture industry. Among the protection measures, passive protection stands out, which operates independently of the action caused by the building's occupants. This article presents the principles and procedures found in the literature on passive fire safety provided by the horizontal and vertical compartmentation of environments. The main horizontal and vertical compartmentation characteristics and advantages are presented, as well as the benefits obtained in terms of protection and recovery of buildings by the correct use of the passive measures.

**Keywords:** Compartmentation; Measures; Fire safety.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas edificações o projeto preventivo contra incêndio e pânico deve satisfazer as necessidades funcionais, estéticas, econômicas e tecnológicas estabelecidas pelo proprietário, em consonância com a legislação vigente relativa à segurança contra incêndio e pânico. Em Santa Catarina, parte dos profissionais responsáveis técnicos da área de segurança contra incêndios enxergam os sistemas de proteção como um entrave, obstáculo ou até mesmo como uma barreira para o setor de construção no desenvolvimento dos projetos de edificações.

Ainda persiste esta mentalidade com relação a segurança das edificações, bens e principalmente das pessoas. Os projetistas entendem o significativo aumento de qualidade e segurança agregado aos ambientes constituídos quando atendidas as normativas de segurança contra incêndios e pânico. A dificuldade ainda está em convencer os proprietários e principalmente o usuário final da importância das benesses incorporadas na edificação, na proteção aos bens e na proteção à vida.

Em vários países, incluindo o Brasil, existe uma preocupação crescente sobre a segurança contra incêndio das construções. No Brasil mais fortemente a partir da década de 70, quando dois incêndios catastróficos que ocorreram na cidade de São Paulo nos Edifícios Andraus (1972) e Joelma (1974), levaram quase duzentas pessoas à morte e feriram mais de seiscentas. Tais fatos abalaram significativamente a opinião pública e suscitaram o debate sobre a segurança contra incêndios em edifícios (TAVARES; SILVA; DUARTE, 2002).

Em Santa Catarina a partir de meados da década de 70 acompanhando o desenvolvimento da consciência prevencionista que ocorria na sociedade brasileira, o CBMSC - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, da mesma forma que os seus congêneres em outros estados, passou a fiscalizar os projetos preventivos contra incêndios, bem como a realizar vistorias nas edificações, utilizando por base a Norma Regulamentadora nº 21 da Superintendência dos Seguros Privados e as Normas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. Em seguida, surge a primeira legislação estadual: Normas e Especificações de Proteção Contra Incêndios (Portaria nº 083/SSI/01/02/1983); posteriormente é sancionada a Norma de Segurança Contra Incêndio, por meio do Decreto Estadual nº 1.029, de 03 de dezembro de 1987; e, em 18 de outubro de 1994, o Decreto nº 4.909 revogou o anterior, em face das inúmeras atualizações que se fizeram necessárias, permanecendo o mesmo título: Norma de Segurança Contra Incêndio – NSCI, sendo que esta havia sido editada em 1992.

Este trabalho tem por objetivo discutir os requisitos relacionados à compartimentação de ambientes, uma das medidas preventivas adotadas para evitar a propagação de um incêndio em uma edificação. Dentro do contexto catarinense, a norma que trata do assunto é a Instrução Normativa 14 - Compartimentação, Tempo de Resistência ao Fogo e Isolamento de Risco (CBMSC, 2020a), cuja última atualização foi publicada em 14 de fevereiro de 2020. Em São Paulo, a norma é a Instrução Técnica Nº 09/2019 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical (CBPMESP, 2019).

## **2 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS**

Os objetivos de proteção e segurança contra incêndio e pânico considerados no projeto de uma edificação são: a prevenção ao início do incêndio, o combate, a proteção da vida e aos bens. Com a evolução das normas de segurança contra incêndio a relação de objetivos vem sendo amplamente alargada. No estudo da disciplina observamos dentre vários trabalhos alguns objetivos em comum: a prevenção ao fogo a fim de evitar o seu início; o retardo de seu crescimento e propagação; o controle do incêndio; proteção dos ocupantes da edificação dos efeitos do incêndio; minimização do impacto do incêndio; abandono da edificação através da rota de fuga contemplada pela saída de emergência, sinalização, iluminação e locais de refúgio; detecção e acionamento de alarme; resgate de vítimas; retardo da propagação; sistemas de combate sem intervenção humana; sistemas de combate prevendo utilização pela população da edificação e por equipe especializada; locais para resgate aéreo, entre outros.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece a segurança pública como dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, sendo exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, especificando os Corpos de Bombeiros Militares como um dos órgãos com essa atribuição, adotando como principais objetivos, dentre outros, o socorrimento de pessoas e bens e o combate ao incêndio.

Dentro deste contexto existem vários sistemas e medidas preventivas com objetivos específicos para atendimento desse propósito, sendo um deles a compartimentação. A compartimentação de ambientes é uma medida de proteção passiva contra incêndio, que se relaciona diretamente às definições arquitetônicas na fase de projeto, possuindo como objetivo primário impedir a propagação de incêndios em imóveis, mantendo o incêndio em seu ambiente de origem através dos próprios elementos construtivos da edificação.

No estudo dos sistemas passivos de proteção contra incêndio, buscou-se definir as características de proteção passiva contra incêndio utilizadas principalmente no cenário catarinense e paulista.

## **3 PROJETO PREVENTIVO CONTRA INCÊNDIO**

O processo de concepção do projeto preventivo é complexo e carece da interação de várias áreas de conhecimento, relacionando-se, inclusive, com os demais projetos necessários para a construção de uma edificação, como elétrico, hidrossanitário, lógico, entre outros. Nesse tópico, são abordados os principais aspectos que devem ser analisados para alcançar um desempenho mínimo quanto a segurança contra incêndios que estão relacionados ao PPCI e a compartimentação de uma edificação. A síntese dos princípios e requisitos de proteção passiva por compartimentação contra incêndio é a principal contribuição deste trabalho.

### 3.1 MEDIDAS PASSIVAS DE PROTEÇÃO

Os Corpos de Bombeiros de todo o mundo estão constantemente adquirindo experiência sobre incêndios, suas formas de ignição, crescimento, propagação e extinção. Isso ocorre em quatro fases principais, que juntas são conhecidas como Ciclo da Atividade Operacional. De forma resumida, são elas: fase normativa, na qual as normas de segurança contra incêndio são elaboradas; fase estrutural, onde são executados os sistemas preventivos nas edificações; fase ativa, na qual o incêndio, se iniciado, é combatido e; fase investigativa, na qual é realizada a perícia de incêndio, visando identificar as suas causas e consequências.

Todas as fases do ciclo contribuem para a evolução dos conhecimentos sobre como os incêndios ocorrem e como devem ser prevenidos. A experiência adquirida ao longo do tempo demonstra que os danos mais significativos dos incêndios poderiam ser evitados se a fase normativa e estrutural fossem elaboradas com os cuidados necessários. É vital que o incêndio seja prevenido e, caso ocorra, seja prontamente combatido. Para que isso ocorra é necessário pensar preventivamente. Para combater o fogo é necessário que haja equipamentos de combate em locais devidamente sinalizados, que sejam de conhecimento dos ocupantes do local. Ainda, é necessário que haja quem saiba utilizar os equipamentos.

Dentre as formas de proteção contra incêndio, destacam-se os sistemas e medidas de proteção passivas. Conforme Berto (1991):

As medidas passivas de proteção contra incêndio são aquelas incorporadas diretamente ao sistema construtivo. Funcionais em situação de uso normal do edifício, reagem passivamente ao desenvolvimento do incêndio, não estabelecendo situações propícias ao seu crescimento e propagação; não permitindo o colapso estrutural do edifício; facilitando a fuga dos usuários e garantindo a aproximação e ingresso no edifício para o desenvolvimento das ações de combate (BERTO, 1991).

Observa-se que as medidas passivas de proteção correspondem àquelas que são intrínsecas aos materiais de construção, à arquitetura e correta execução da obra. Por sua natureza, essas estratégias de proteção devem ser definidas na fase de projeto da edificação, sendo praticamente inviáveis alterações posteriores à construção. Prevenir o início do incêndio é a melhor estratégia para evitar perdas humanas e materiais. Mas o que é necessário para que isso aconteça? É possível evitá-lo? Independente da quantidade de sistemas e medidas implantadas, sabe-se que é impossível reduzir a zero os riscos de ocorrência de incêndio, pois as possibilidades dependem de inúmeros fatores, tais como falha de equipamentos, descargas atmosféricas, erro humano e até mesmo a ação humana intencional.

Entretanto, é possível reduzir drasticamente as chances de um incêndio iniciar. Para tanto, as medidas e sistemas passivos possuem grande relevância, na medida em que contribuem em fatores como a propriedades dos materiais de revestimento e acabamento, a compartimentação adequada para contenção, controle de crescimento e propagação do fogo, controle da fumaça

gerada, entre outros.

### 3.2 PROTEÇÃO DOS OCUPANTES DA EDIFICAÇÃO

Deve-se ter em mente que ocupante da edificação caracteriza-se tanto pelo morador ou usuário da edificação quanto aqueles encarregados do combate ao incêndio. A segurança de todos os ocupantes sempre deve ser o objetivo principal na elaboração do projeto de segurança contra incêndios. Todas as edificações devem ser projetadas seguindo essa premissa. Caso ocorra um sinistro os ocupantes devem permanecer onde estão, se deslocar para um local seguro dentro da edificação, mas protegido dos efeitos do incêndio ou, preferencialmente, abandoná-la através das rotas de fuga. Estas ações irão variar de acordo com o caso específico, conforme as possibilidades de fuga das pessoas que estão na edificação. Na concepção do projeto deve-se prever ainda que crianças, idosos e pessoas com restrições não possam ser evacuadas com a mesma velocidade que a maioria dos ocupantes, e ainda as pessoas que por si não conseguem se locomover, necessitando de resgate.

Desta forma, o projetista deve prever rotas de fuga, áreas de refúgio e sistemas que informem os ocupantes sobre a emergência assim que esta se inicie. As rotas de fuga e saídas de emergência constituem o principal sistema preventivo das edificações no que tange a proteção dos ocupantes da edificação. É o sistema preventivo mais importante, visto que se os ocupantes conseguirem evacuar a edificação rapidamente e com segurança, os demais danos serão materiais. Aliado a isto, outros sistemas preventivos poderão auxiliar a restringir as perdas de patrimônio.

### 3.3 REDUÇÃO E LIMITAÇÃO DO IMPACTO DO INCÊNDIO

Na elaboração do PPCI deve-se prever a redução do impacto de um incêndio e suas consequências, no intuito de facilitar a recuperação da edificação com o menor custo possível. Uma das formas para o projetista atender estes objetivos é através da compartimentação por unidade/setor, por ocupação, por ambiente e por pavimentos visando manter a integridade estrutural da edificação, ou ainda por meio de compartimentação vertical e horizontal.

A integridade estrutural é adquirida por meio de projetos estruturais corretamente dimensionados. Para isso deve ser considerada a natureza do incêndio e os cenários possíveis no seu desenvolvimento em uma edificação. Estes cenários devem considerar o início, o crescimento, a propagação para outros ambientes e a diminuição/resfriamento. Ainda, não se pode restringir apenas a integridade estrutural da própria edificação, como também deve ser realizada a análise e proteção das edificações adjacentes. Outro ponto que concerne à duração do incêndio é a quantidade, repartição de materiais combustíveis e a ventilação como parâmetros importantes para o dimensionamento. Quanto maior a carga de incêndio presente no interior de uma edificação, mais elevadas tendem a ser as consequências do incêndio.

### 3.4 COMBATE, RESGATE E SALVAMENTO

A prioridade em caso de incêndio é a evacuação da edificação. Os sistemas de detecção e alarme são imprescindíveis para iniciar a evacuação da edificação sinistrada o mais rápido possível. Sistemas de detecção, plano de evacuação e saídas de emergência bem dimensionados são de fundamental importância para garantir a segurança das pessoas em incêndios. Na elaboração de projetos para prevenção contra incêndios deve-se apresentar condições de modo facilitar as operações de combate e resgate de vítimas, sem esquecer que os veículos utilizados no combate ao incêndio devem poder se aproximar do edifício.

## 4 COMPARTIMENTAÇÃO

A compartimentação consiste em criar barreiras físicas com características de estanqueidade e resistência ao fogo que separam ambientes contíguos, no intuito de impedir que um incêndio iniciado em um determinado ambiente se propague para outro. A compartimentação pode ainda ocorrer pelo distanciamento entre aberturas ortogonais da mesma edificação. Trata-se de um sistema do tipo passivo amplamente utilizado para evitar a propagação de incêndios em um imóvel. Aliado à compartimentação está o chamado isolamento de risco, que tem por objetivo evitar a propagação de um incêndio entre duas ou mais edificações através da separação física entre elas. Ambas as medidas possuem critérios que precisam ser cumpridos para que um ambiente ou edificação possam ser considerados compartimentados ou com riscos isolados. A compartimentação é amplamente utilizada como medida de segurança em todos os locais onde normas de segurança contra incêndio são exigidas. Conforme Jackman e Passey (1998):

A divisão da edificação em zonas discretas oferece talvez o meio mais eficaz de limitar os danos do fogo. Projetado para conter o incêndio dentro da zona de origem, esta abordagem fornece pelo menos alguma proteção para o resto do edifício e seus ocupantes, mesmo se medidas de combate a incêndio e de primeiros socorros forem usadas e falharem. Também atrasa a propagação do fogo até a chegada do corpo de bombeiros (JACKMAN; PASSEY, 1998).

Tanto a compartimentação quanto o isolamento de risco são medidas passivas de proteção contra incêndio. Estão presentes na edificação e oferecem proteção independente de ação humana. A concepção destas medidas ocorre na fase de projeto arquitetônico, momento no qual o arquiteto ou engenheiro responsável pelo projeto define as características destas medidas. Voltada para a segurança contra incêndio, toda a fase de projeto arquitetônico deve ser minuciosamente pensada, tendo em vista que a compartimentação está entre as medidas mais importantes para a segurança contra incêndio nas edificações. Os elementos de compartimentação deverão ser representados nos demais projetos básicos da edificação, de forma que sejam compatibilizados e possam ser executados e utilizados corretamente. Na verdade, por serem exigidos

pelos órgãos reguladores também no projeto preventivo contra incêndio (PPCI), a compartimentação e o isolamento de risco tornam-se parte de dois tipos distintos de projetos em uma edificação.

Deste modo, cabe ao projetista definir os parâmetros que irão garantir o funcionamento dessas medidas durante uma ocorrência de incêndio. Quando corretamente elaboradas, as definições de projetos impedem, ou pelo menos retardam, a propagação de um incêndio de um ambiente para outro, ou de uma edificação para outra.

Entretanto, o projeto corretamente elaborado não basta para que a segurança seja garantida. Tão importante quanto o projeto é a sua correta execução. A experiência mostra que a mão de obra qualificada é vital para a execução de um projeto de uma edificação. Do ponto de vista da SCI, mesmo com um PPCI que atende a todos os critérios dos órgãos reguladores locais, caso a execução não seja correta, a compartimentação pode ser prejudicada e não funcionar durante um sinistro, causando riscos adicionais aos ocupantes da edificação incendiada.

Deste modo, o profissional responsável pelo projeto deve acompanhar a obra e garantir que aquilo que foi previsto está sendo executado. Caso seja necessária alguma alteração após a finalização da obra, é provável que sua execução será dispendiosa e economicamente inviável.

A compartimentação entre ambientes de uma edificação pode ocorrer na direção horizontal ou vertical. A compartimentação horizontal ocorre quando são adotadas medidas que visam impedir a propagação de chamas, calor e fumaça entre ambientes que se encontram no mesmo pavimento de uma edificação. Por outro lado, a compartimentação vertical visa impedir a propagação entre ambientes que estão em pavimentos diferentes.

#### 4.1 DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA COMPARTIMENTAÇÃO

A proteção contra incêndio em edificações é objeto de estudo em diversos locais do planeta. Dentre os órgãos mais conhecidos estão a National Fire Protection Association - NFPA, a Society of Fire Protection Engineers - SFPE, entre outros. Estes órgãos realizam pesquisa e estabelecem padronização em diversos aspectos relacionados a incêndios, sejam eles quanto a equipamentos de segurança, viaturas de combate ou SCI em edificações. Entretanto, cada país estabelece critérios próprios nas suas normas de segurança contra incêndio, sendo que na maior parte das vezes as normas de órgãos internacionais servem como referência para a elaboração de normas locais. No Brasil, as normas são definidas pelos Corpos de Bombeiros Militares de cada estado e do Distrito Federal, que possuem autonomia para revisá-las e cobrar seu cumprimento.

As normativas apresentam grandes divergências entre si, fato que pode ser explicado por diversos motivos: diferenças culturais, características locais, nível de maturidade no uso das normas, nível de conhecimento técnico, entre outros. Entretanto, pode-se afirmar que os critérios adotados em diversos locais do mundo para a compartimentação horizontal e vertical são bastante similares, sendo que as alterações mais significativas ocorrem principalmente devido ao desenvolvimento e introdução de novas tecnologias no mercado.

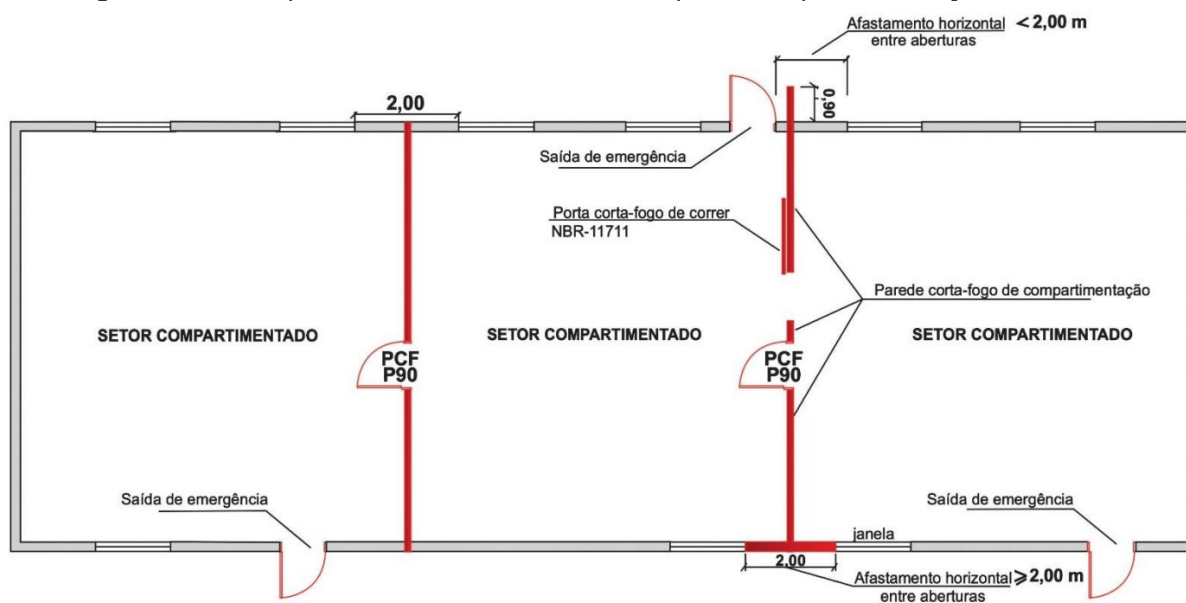
## 4.2 COMPARTIMENTAÇÃO HORIZONTAL

A compartimentação horizontal consiste em dividir um pavimento de uma edificação de tal forma que um incêndio iniciado em um ambiente não se propague para um ambiente no mesmo pavimento (contíguo ou não), ou que o tempo para que a propagação ocorra seja longo o suficiente para que as ações de evacuação da edificação e combate ao incêndio sejam executadas. Desta forma, criam-se barreiras físicas que impedem a passagem de calor, fumaça e chamas entre ambientes, confinando o incêndio no local onde este se iniciou dentro de edificação e diminuindo as chances de ocorrências de vítimas, bem como limitando os danos materiais.

A compartimentação horizontal pode ser projetada utilizando os seguintes elementos construtivos ou de vedação: i) paredes de compartimentação; ii) portas corta-fogo; iii) vedadores corta-fogo; iv) registros corta-fogo; v) selos corta-fogo; vi) dispositivos automatizados de enrolar corta-fogo e/ou; vii) afastamento horizontal entre aberturas. A Figura 1 mostra um exemplo de pavimento de uma edificação com compartimentação horizontal entre três ambientes adjacentes, bem como os elementos utilizados.

É comum que uma das características mais relevantes para o dimensionamento de sistemas e medidas de proteção contra incêndio seja a área da edificação em questão. No projeto de uma edificação, o responsável técnico precisa definir as áreas que serão compartimentadas, bem como de que forma a compartimentação será garantida.

Figura 1 - Exemplos de elementos utilizados para compartimentação horizontal



Fonte: CBPMESP (2019)

Normalmente as normas de segurança contra incêndio preveem uma área máxima que pode ser projetada sem compartimentação. Esta área varia consideravelmente de acordo com o tipo de edificação e de acordo com o fim para a qual ela será usada. No Estado de Santa Catarina, a Instrução

Normativa 14 (CBMSC, 2020a) em seu anexo C define a área máxima permitida sem compartimentação, variando de acordo com a ocupação e a altura da edificação em questão. Verifica-se que em casos específicos não é exigida compartimentação e, quanto mais alta a edificação, menores são as áreas que podem ser construídas sem serem compartimentadas.

No interior da edificação, o elemento mais relevante utilizado na compartimentação horizontal é a parede de compartimentação. As principais exigências quanto às paredes que separam os ambientes compartimentados entre si são a sua capacidade de resistência ao fogo, estanqueidade e o isolamento térmico que ela proporciona. A resistência a estes três fatores é determinante para impedir a propagação de um incêndio de um ambiente para o outro. Ademais, é necessário que a parede seja construída inteiramente entre o piso e o teto, estando vinculada à estrutura do edifício com reforços suficientes.

As aberturas existentes em uma parede de compartimentação devem possuir elementos que protejam e mantenham o ambiente adjacente livre de risco de propagação de incêndio. Para tanto, utilizam-se portas, vedadores, registros, selos e dispositivos automatizados de enrolar nas aberturas das paredes, desde que estes elementos possuam características corta-fogo. O mais comum é a existência de aberturas para o trânsito de pessoas entre os ambientes, nas quais devem ser instaladas as portas corta-fogo. A depender da ocupação da edificação e do ambiente que está sendo compartimentado, admite-se também portas automatizadas de enrolar com características corta-fogo. Ambas são mostradas na Figura 2.

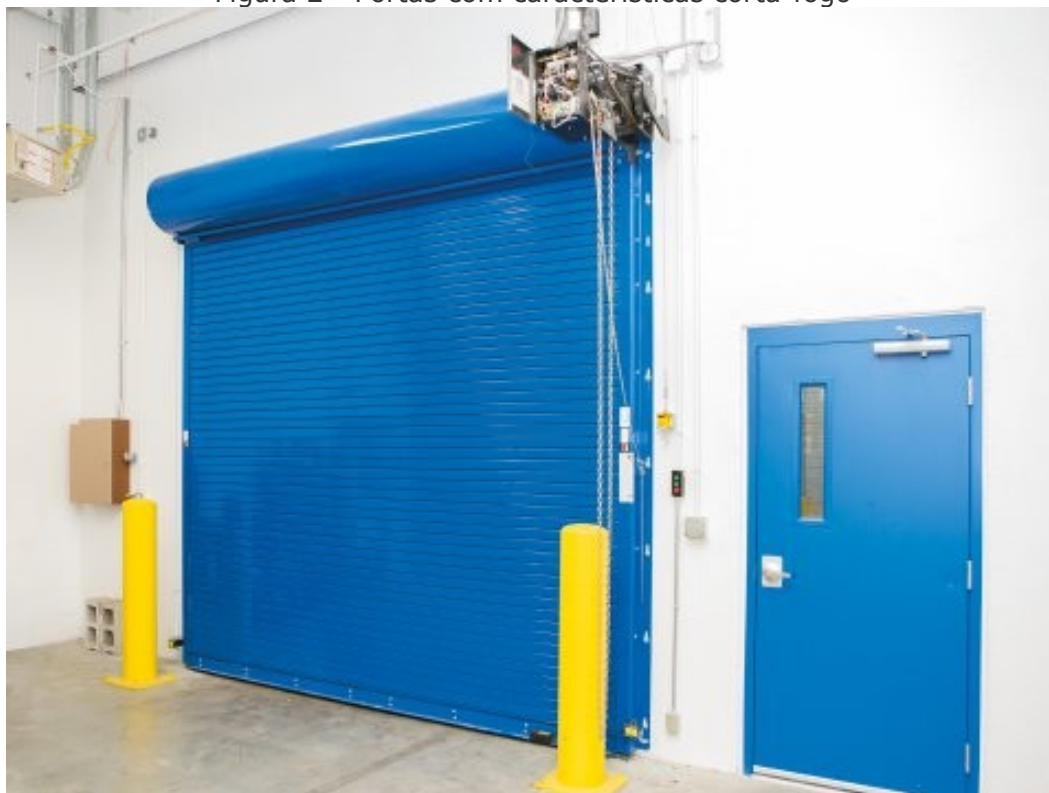
As portas corta-fogo são os dispositivos mais utilizados entre as aberturas. Existe uma ampla gama de fabricantes, porém as características exigidas internacionalmente são bastante similares, limitando-se a estipular um tempo mínimo de resistência do elemento até que perca as características corta-fogo. No Brasil, o critério de tempo é dado em minutos, variando de trinta a cento e oitenta minutos de resistência em um teste de incêndio-padrão, conforme:

- NBR 6479:1992: Esta Norma prescreve o método de ensaiar e avaliar o desempenho quanto à resistência ao fogo de componentes de construção destinados ao fechamento de aberturas em paredes e lajes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

- NBR 11711:2003: Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para fabricação, instalação, funcionamento e manutenção de portas e vedadores corta-fogo, de acionamento manual e com sistemas de fechamento automático em caso de incêndio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

- NBR 11742:2018: Esta Norma especifica os requisitos exigíveis para classificação, fabricação, identificação, unidade de compra, conteúdo do manual técnico, armazenamento, instalação, funcionamento, manutenção e ensaios de portas corta-fogo do tipo de abrir, com eixo vertical, para saída de emergência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Figura 2 - Portas com características corta-fogo



Fonte: Smith's Garage Door (2021)

Os dispositivos de enrolar são equipamentos que, quando na posição aberta, permanecem enrolados em torno de um eixo, permitindo o uso regular da edificação. Caso seja detectado um incêndio ou o dispositivo seja acionado, ele se desenrola, fechando a abertura sobre a qual está instalado, oferecendo proteção corta-fogo.

Um detalhe importante a respeito da maior parte dos dispositivos de proteção contra incêndio, principalmente os passivos, é que caso estes venham a falhar, a falha ocorra na posição de segurança, ou seja, uma falha no sistema deverá liberar o fechamento automático de uma porta ou dispositivo de enrolar, oferecendo a proteção contra incêndio planejada.

De acordo com o CBPMESP (2019):

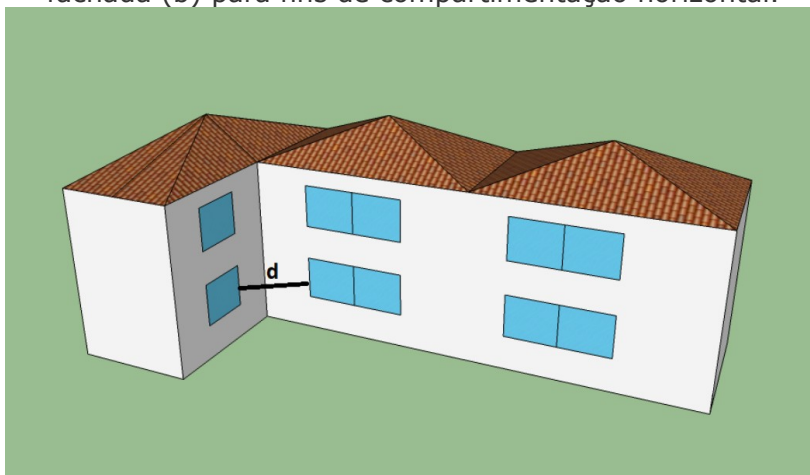
Quaisquer aberturas existentes nas paredes de compartimentação destinadas à passagem de instalações elétricas, hidrossanitárias, telefônicas e outros que permitam a comunicação direta entre áreas compartimentadas devem ser seladas de forma a promover a vedação total corta-fogo (CBPMESP, 2019).

Essa exigência destina-se a garantir que a estanqueidade à fumaça, fuligem e calor do incêndio não seja perdida devido à passagem dos dutos pelas paredes dos ambientes compartimentados. A selagem é obtida por sistemas compostos por meios e estruturas de suporte de materiais de proteção passiva, que juntos fornecem um tempo mínimo de resistência ao fogo. Para este fim, são utilizados os seguintes tipos de materiais nos vãos deixados pelos dutos: i) materiais intumescentes: quando expostos ao calor,

expandem-se e formam uma camada isolante de proteção, podendo fechar aberturas; ii) materiais endotérmicos: quando expostos ao calor, absorvem a energia e liberam água, esfriando sua própria superfície; iii) materiais ablativos: quando expostos ao calor, têm sua superfície endurecida, com características de isolamento térmico.

A compartimentação horizontal também deve ser garantida na envoltória da edificação. Normalmente esta exigência se aplica a edificações residenciais, hotéis, motéis, flats, quartos de hospitais e enfermarias, nas quais exige-se que haja compartimentação entre as unidades autônomas. Para tanto, algumas normas determinam que haja o distanciamento entre as aberturas das paredes para o ambiente externo com pelo menos um metro, ou então que uma aba vertical com características corta-fogo de no mínimo 0,5m seja instalada entre as aberturas. No caso de fachadas ortogonais da mesma edificação, as normativas tratam de exigir um distanciamento mínimo entre as aberturas, que dependem do tamanho que estas possuem. Em Santa Catarina, este distanciamento é de quatro metros entre os lados mais próximos entre si das aberturas. A Figura 3 (CBMSC, 2020) mostra o distanciamento necessário para a mesma fachada e fachadas ortogonais da mesma edificação.

Figura 3 - Distanciamento necessário entre aberturas em fachadas ortogonais (a) e na mesma fachada (b) para fins de compartimentação horizontal.



Fonte: CBMSC (2020a)

#### 4.3 COMPARTIMENTAÇÃO VERTICAL

A compartimentação vertical consiste em projetar uma edificação com mais de um pavimento de tal forma que um incêndio iniciado em um pavimento fique restrito ao pavimento de origem, ou que o tempo necessário para a sua propagação para outro pavimento seja longo o suficiente para que as ações de evacuação da edificação e combate ao incêndio sejam executadas. As decisões de projeto devem reconhecer os elementos construtivos utilizados, as aberturas existentes nos entrespisos e as características externas da edificação no intuito de garantir que haja proteção suficiente que assegure a permanência do incêndio no pavimento em que se iniciou.

Para isto, a compartimentação vertical pode ser projetada utilizando os seguintes elementos construtivos ou de vedação: i) os entrespisos corta-fogo;

ii) o enclausuramento de escadas por meio de parede e portas corta-fogo de compartimentação; iii) o enclausuramento de poços de elevador e de montacarga por meio de parede de compartimentação; iv) os selos corta-fogo; v) os registros corta-fogo (dampers); vi) os vedadores corta-fogo; vii) os elementos construtivos corta-fogo de separação vertical entre pavimentos consecutivos; viii) a selagem perimetral corta-fogo e/ou; ix) os dispositivos automatizados de enrolar corta-fogo.

O projeto de uma edificação com mais de um pavimento apresenta uma série de dificuldades a serem superadas para que a compartimentação na direção vertical seja alcançada. Durante a ocorrência de um incêndio, a elevada temperatura e a grande quantidade de fumaça gerada farão com que estes produtos tendam a se infiltrar em qualquer orifício, fresta ou espaço disponível e se propagar na direção vertical, por dentro e por fora da edificação.

Da mesma forma que na compartimentação horizontal, a área é variável importante no dimensionamento da segurança contra incêndio para efeitos de compartimentação vertical. Conforme o CBPMESP (2019), "A inexistência ou a simples quebra da compartimentação vertical, por qualquer meio, implica na somatória das áreas dos pavimentos, para fins de cálculo da área máxima compartimentada [...]". Esta é uma exigência comum a diversas normativas no mundo inteiro.

#### **4.3.1. Compartimentação no interior da edificação**

O elemento básico para promover a compartimentação na direção vertical em qualquer edificação é o entrepiso, que promove uma separação física entre os pavimentos. Geralmente são construídos em lajes de concreto armado ou concreto protendido, entretanto as normativas brasileiras atuais permitem a utilização de diversos outros materiais. Conforme o CBMSC (2020a):

Podem ser empregados quaisquer materiais para a composição dos elementos construtivos, tais como alvenaria, gesso acartonado, vidro e outros, desde que a medida de proteção seja testada e aprovada em seu conjunto, atendendo às características de resistência ao fogo (CBMSC, 2020a).

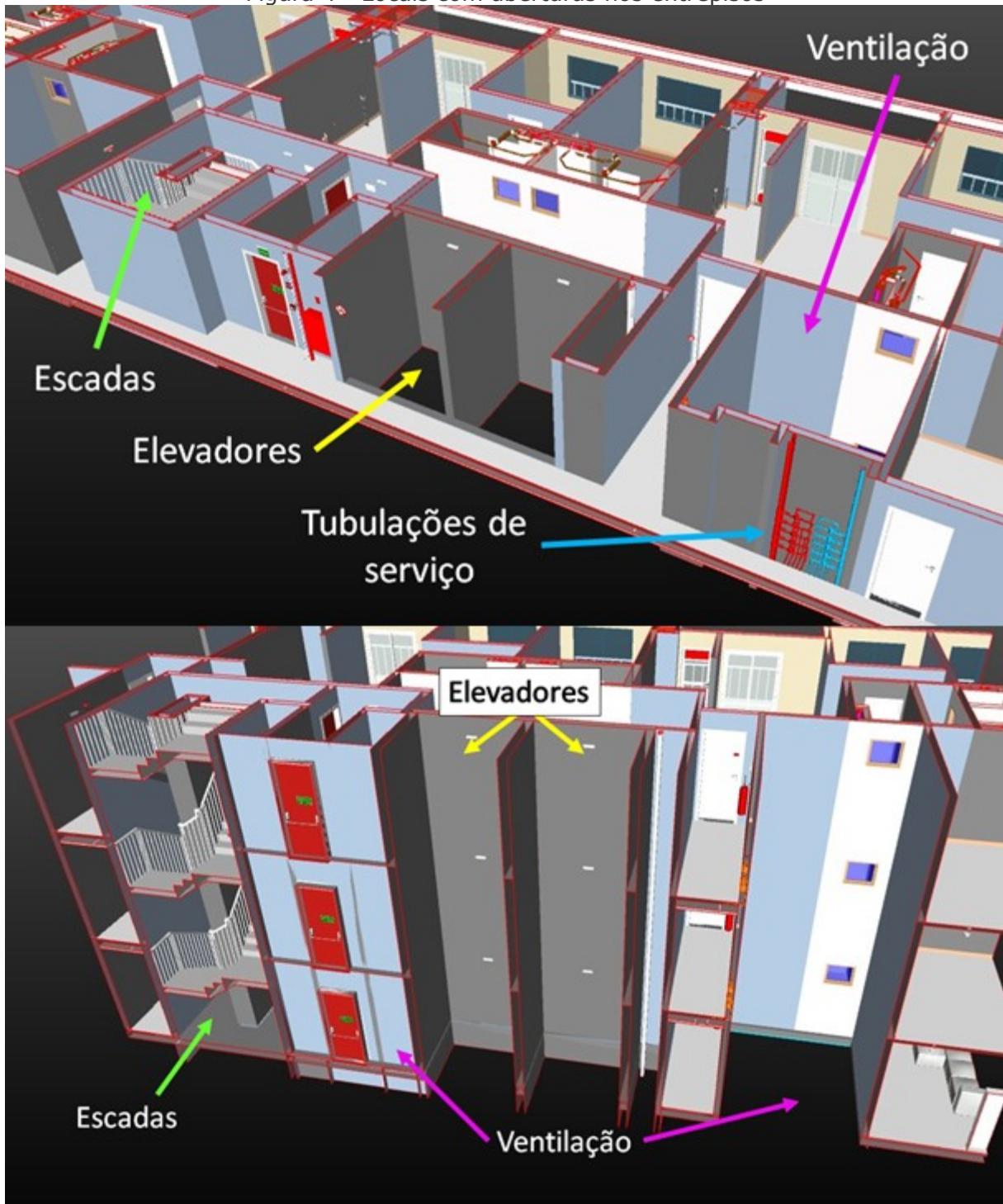
O entrepiso deve ser eficientemente engastado nos elementos estruturais da edificação no intuito de manter a sua integridade e resistência durante a ocorrência de um incêndio.

Os projetos atuais de edificações preveem uma série de possíveis aberturas entre os entrespisos. É considerada abertura qualquer descontinuidade existente no plano do entrepiso que permita a comunicação direta entre os pavimentos. Desta forma, as aberturas podem promover a passagem de fumaça, fuligem e ar aquecido provenientes de um incêndio de um pavimento para outro, geralmente o pavimento imediatamente superior, facilitando a propagação do incêndio e colocando em risco a vida de ocupantes que não conseguiram deixar a edificação.

Quando a compartimentação vertical é exigida, as normativas de diversos locais fazem exigências quanto ao enclausuramento e selagem das

aberturas nos entrespisos, no intuito de impedir a passagem dos produtos do incêndio. Os casos mais comuns, conforme Figura 4, são as aberturas feitas para os elevadores (seta amarela), escadas (seta verde), ventilação (seta vermelha), passagem de tubulações de serviço como água, esgoto, eletricidade, comunicação e rede lógica (seta azul).

Figura 4 - Locais com aberturas nos entrespisos



Fonte: Première Engenharia

Em quase a totalidade dos casos, as escadas fazem parte da saída de emergência das edificações verticalizadas. O assunto "saídas de emergência" é

extremamente amplo e complexo, sendo que o debate a respeito de requisitos para esta medida de segurança é constante e as normativas evoluem continuamente a favor da facilidade de evacuação de uma edificação sinistrada. As saídas de emergência não fazem parte do escopo deste trabalho, mas faz-se necessário abordar a importância de garantir a compartimentação vertical na abertura deixada pelas escadas. Não se pode admitir que a fumaça, fuligem e ar aquecido sejam transportados verticalmente por uma abertura destinada ao escape da população que se encontra na edificação. Por este motivo, as normativas preveem que os elementos que compõe as escadas de emergência sejam capazes de impedir que a fumaça chegue aos pavimentos superiores, bem como evitar ao que as escadas sejam atingidas, pois trata-se de um ambiente que deve permanecer seguro para os ocupantes durante o abandono da edificação.

As escadas devem ser protegidas por, no mínimo, paredes resistentes ao fogo e portas corta-fogo que as mantenham seguras dentro do limite de tempo estabelecido para o tipo de edificação em questão. Ainda, existe a previsão de instalação de dutos para extração de fumaça e entrada de ar nas escadas, bem como escadas pressurizadas por conjunto de ventiladores. Vale salientar que esta exigência se aplica àquelas edificações onde as escadas protegidas são exigidas, podendo variar de acordo com as normas locais. Há edificações onde as escadas não são protegidas contra a fumaça (escadas comuns), na qual este tipo de exigência não faz sentido.

As aberturas deixadas para os elevadores e monta-cargas também devem ser protegidas para que haja compartimentação entre os pavimentos. Devido à finalidade e a forma construtiva destes ascensores, as portas geralmente são em metal, que possui alta condutividade térmica. Por este motivo, as normas exigem que sejam elementos pára-chamas ao invés de corta-fogo, e que permaneçam fechadas, independentemente de a cabine estar no pavimento. As paredes dos poços destes equipamentos devem ser corta-fogo. Caso não seja possível garantir a estanqueidade das portas, pode-se enclausurar o hall dos elevadores por meio de paredes e portas corta-fogo. Neste caso, existe a possibilidade de utilizar o elevador como rota de fuga (elevador de emergência) para a edificação.

As instalações de serviços que cruzam os entrespisos, como rede hidrossanitária, elétrica, lógica, entre outras, devem ser seladas de forma que possuam vedação corta-fogo. As normas normalmente exigem que a selagem de tubulações com diâmetros maiores que um valor determinado (usualmente 40mm) sejam capazes de automaticamente fechar o buraco deixado caso a tubulação seja consumida. Ainda, além da selagem corta-fogo, as aberturas nos entrespisos para passagem de dutos de ventilação, ar-condicionado e exaustão devem possuir registros corta-fogo, dispositivos que fecham e promovem a vedação da tubulação em caso de incêndio.

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina define o conceito de átrio na Instrução Normativa nº 9 (CBMSC, 2020b), como um:

Espaço descompartimentado, geralmente com dois ou mais pavimentos que se comunicam internamente, dentro do qual a fumaça proveniente de um incêndio, tanto no espaço amplo como no espaço comum, pode mover-se ou se acumular sem restrições (CBMSC, 2020b).

A definição dada ao termo é suficiente para entender que os átrios presentes em edificações tendem a quebrar a compartimentação existente entre pavimentos. Por este motivo sugere-se que a presença de átrios seja compensada por outras medidas, como chuveiros automáticos (sprinklers). Ainda, diversas normas exigem que átrios cobertos possuam proteção em suas laterais por elementos pára-chamas, como vidros ou dispositivos automáticos de enrolar, ou ainda outros elementos que garantam a proteção. A obtenção de compartimentação na presença de átrios é dificultosa e o mais comum é que as áreas dos diversos pavimentos atingidos pelos átrios sejam somadas para fins de dimensionamento de sistemas de segurança contra incêndio.

#### **4.3.2 Compartimentação na envoltória da edificação**

Para evitar a propagação de um incêndio na direção vertical de uma edificação, deve-se atentar também para a possibilidade deste chegar a pavimentos superiores externamente à edificação, através da fachada. As edificações verticalizadas apresentam desafios a serem superados para evitar este tipo de propagação, tendo em vista que preocupações arquitetônicas, especialmente estéticas, influenciam fortemente no projeto da edificação e com frequência demandam novas soluções quanto à segurança contra incêndio.

A maior preocupação quanto à propagação de um incêndio na envoltória da edificação é a que ocorre pelas janelas, tendo em vista que a maior parte dos cômodos apresenta este tipo de abertura. Ainda, as janelas geralmente são aberturas grandes que permitem a entrada de grandes quantidades de ar atmosférico, além de permitir a manutenção de chamas que podem se aproximar dos pavimentos superiores, alimentadas pelos combustíveis existentes dentro dos cômodos sinistrados.

Como não existe uma separação física efetiva entre os pavimentos na envoltória, são adotados alguns parâmetros para que pavimentos consecutivos sejam considerados compartimentados. As soluções adotadas são bastantes similares em diversas normativas em todo o mundo, sendo as principais a separação provida por meio de anteparos verticais e por anteparos horizontais (possuindo dimensão mínima) e o somatório das dimensões dos anteparos horizontais com as dimensões dos anteparos verticais. A Figura 5a (CBPMESP, 2019) mostra como ocorre cada um dos casos.

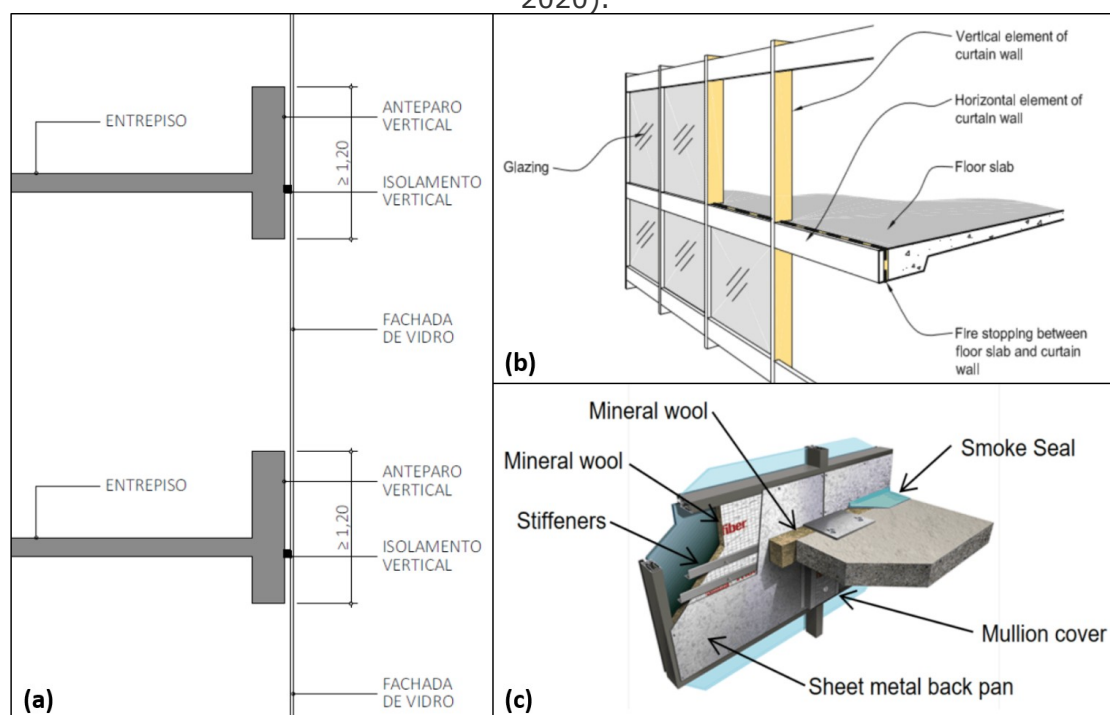
A arquitetura moderna utiliza com crescente frequência a chamada “pele de vidro”, principalmente em edificações verticalizadas com fins comerciais. Este tipo de acabamento na envoltória da edificação apresenta um risco adicional para a propagação do incêndio para outros pavimentos, tendo em vista que cria uma barreira física que mantém as chamas mais próximas à edificação, direcionando-as aos pavimentos superiores. Um exemplo de incêndio em local que possui a pele de vidro ocorreu em 4 de maio de 1988, no First Interstate Bank Tower, em Los Angeles. O incêndio deixou uma vítima em óbito, quarenta feridos, destruiu cinco pavimentos inteiros e causou cerca de U\$ 50 milhões em prejuízo (Gregerson, 1989).

Desta forma, faz-se necessário adotar medidas especiais de proteção

para que haja compartimentação vertical em edificações com este tipo de revestimento. A Figura 5b (ORIGINFIRE, 2020) mostra a exigência da IT 9 do CBPMESP, no qual é instalado um isolamento entre o anteparo vertical ligado ao entrepiso do pavimento e a fachada de vidro.

Entretanto, estas edificações apresentam um risco que pode ser negligenciado pelo construtor. A maior parte dos locais que adotam esta técnica utilizam as armações dos vidros em alumínio, metal que tem ponto de fusão próximo a 600°C. Esta temperatura é facilmente atingida em incêndios em edificações, podendo derreter a moldura em alumínio, fato que gera, entre outros, dois principais problemas: i) desprendimento das peça de vidro, que poderão cair, colocando em risco pedestres e bombeiros que se encontram no local; e ii) desprendimento da proteção corta-fogo entre os pavimentos, quebrando assim a compartimentação vertical. Uma solução adotada é mostrada na Figura 5c (ORIGINFIRE, 2020), na qual são utilizadas fibras minerais para proteção corta-fogo dos elementos em vidro, bem como dos elementos em alumínio. Utiliza-se também uma selagem corta-fogo para evitar a propagação da fumaça entre os pavimentos.

Figura 5 - (a) Separação provida por meio de anteparos (CBPMESP, 2019); (b) Isolamento na fachada de vidro (ORIGINFIRE, 2020); (c) Isolamento na fachada de vidro (ORIGINFIRE, 2020).



Fonte: (a) CBPMESP (2019); (b) Originfire (2020); (c) Originfire (2020)

#### 4.4 RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO IMÓVEL

A crescente tendência de verticalização das edificações tem levado os projetistas a se preocuparem com a SCI da mesma forma que com o projeto estrutural, sendo a estabilidade da construção elemento vital para a obra. Caso um incêndio ocorra, seus efeitos devem ser previstos e o dimensionamento das estruturas deverá prever a necessidade de suportá-los, de forma a evitar o

colapso.

O crescente desenvolvimento e pesquisa dos materiais que são incorporados na construção (aditivos, fibras, entre outros) são realidades na concepção e execução de projetos de edificações. Essas tecnologias em muito têm auxiliado o processo construtivo, possibilitando agregar à arquitetura valores necessários à segurança, conforto, acabamento e lazer. Saber como utilizar o elemento concreto nas mais variadas aplicações, como protegê-lo dos aspectos patológicos e das altas temperaturas, verificar alterações das seções e cobrimento de armadura, entre outros, é imprescindível para fazer frente às solicitações que ocorrem na estrutura durante um incêndio.

Sistemas de detecção e alarme, saídas de emergência e compartimentação devem estar integrados na concepção do projeto de arquitetura da edificação a fim de se desenvolver um projeto econômico e eficaz. Notadamente se observa a complexidade e a interdisciplinaridade existente quanto a compatibilização de projetos (arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e preventivo) na elaboração do projeto de edificações visando a segurança contra incêndios. Essa característica fica ainda mais evidente no momento em que o responsável técnico projeta a compartimentação horizontal e vertical da edificação, uma vez que as instalações de outros tipos de projetos para a edificação exigem que sejam feitas aberturas nas paredes e entrepisos, as quais deverão ser fechados com elementos corta-fogo, conforme comentado na seção 4. Cabe salientar que esta fase de compatibilização de projetos que enaltece a importância de analisar as possibilidades de recuperação do imóvel após a ocorrência de um incêndio. Essa análise deverá levar em consideração a facilidade de recuperação do edifício pós-sinistro diante de vários cenários previstos, como também custo para essa recuperação.

Outro aspecto relevante quando da ocorrência de incêndios é a preservação do imóvel, não somente no sentido monetário, mas no sentido de preservar o local para perícia, que em alguns casos pode até ser uma cena de crime. O bombeiro combatente deve ter em mente o cuidado na preservação do local durante o combate e assim que este se encerra, no intuito de, no momento seguinte ao sinistro, possibilitar que a equipe de perícia colete a maior quantidade possível de informações. Estas ações, muitas vezes subestimadas, colaboram por exemplo com construtoras, madeireiras, empresas fabricantes de concreto e seus agregados, entre diversos outros, que poderão usufruir do feedback oferecido pela perícia para alterar produtos que não se comportaram conforme previsto ou até mesmo desenvolver tecnologias para uma situação não prevista, mas encontrada durante o sinistro.

## 5 CONCLUSÃO

As medidas de proteção passiva em projetos preventivos contra incêndio e pânico de edificações talvez representem a maior influência para a manutenção da vida durante a ocorrência de incêndios. A cada novo sinistro, fica evidente que projetá-las e executá-las corretamente representa significativas benesses quanto a resistência da edificação, segurança contra incêndios e principalmente a proteção à vida. A segurança contra incêndios em edificações é responsabilidade do proprietário, do usuário e do responsável

técnico, o qual detém do conhecimento e o dever de orientar e conscientizar o contratante a respeito da segurança da edificação. Este trabalho visou concatenar as principais características relativas à compartimentação horizontal e vertical em edificações, sendo possível observar que há diversas medidas que podem ser adotadas visando uma maior segurança aos ocupantes.

**REFERÊNCIAS**

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11711:2003: Portas e vedadores corta-fogo com núcleo de madeira para isolamento de riscos em ambientes comerciais e industriais**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11742:2018: Porta corta-fogo para saída de emergência**. Rio de Janeiro, 2018.

BERTO, Antonio Fernando. **Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios**. São Paulo: FAUUSP, 1991.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CBMSC. **IN 9 - Sistema de Saídas de Emergência**. 2020b. Disponível em: <https://dsci.cbm.sc.gov.br/index.php/pt/cidadao/instrucoes-normativas-in>. Acesso em: 10 set. 2021.

CBMSC. **IN 14 - Compartimentação, Tempo de Resistência ao Fogo e Isolamento de Risco**. 2020a. Disponível em: <https://dsci.cbm.sc.gov.br/index.php/pt/cidadao/instrucoes-normativas-in>. Acesso em: 10 set. 2021.

CBPMESP. **IT Nº 09/2019 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical**. 2019. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2021.

Gregerson, John. **How L.A.'s worst high-rise fire spread. (First Interstate Tower)**. Building Design & Construction. 1989.

JACKMAN, Peter; PASSEY, Howard. **The Sleeping Policeman: Role of Compartmentation in Fire Protection**. 1998. Disponível em: <https://www.buildingconservation.com/articles/compart/sleeping.htm>. Acesso em: 10 set. 2021

Originfire. **Curtain Wall Firestopping: The two standards**. 2020. Disponível em: <https://www.originfire.co.nz/curtain-wall-firestopping-the-two-standards/>. Acesso em: 10 set. 2021.

Smith's Garage Door. **Rolling Steel Garage Doors**. Disponível em: <https://www.smithsgaragedoortn.com/commercial/rolling-steel-garage-doors/>. Acesso em: 14 set. 2021.

Ignis: revista técnico científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, v. 6, n. esp., 2021. ISBN 2525-6262.

TAVARES, Rodrigo Machado; SILVA, Andreza Carla Procoro; DUARTE, Dayse. CÓDIGOS PRESCRITIVOS x CÓDIGOS BASEADOS NO DESEMPENHO: QUAL É A MELHOR OPÇÃO PARA O CONTEXTO DO BRASIL? In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002.