

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Felipe Soares Pagnussatt**

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL UTILIZANDO A NORMA DE DESEMPENHO  
NBR 15.575 E A LEGISLAÇÃO DO ESTADO DO RIO  
GRANDE DO SUL**

Porto Alegre  
dezembro 2017

**FELIPE SOARES PAGNUSSATT**

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO A NORMA  
DE DESEMPENHO NBR 15.575 E A LEGISLAÇÃO DO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Ângela Gaio Graeff**

Porto Alegre  
dezembro 2017

Dedico este trabalho aos meus pais, Gilmar e Sirlei, que me apoiaram do início ao fim desta jornada, com muito amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me possibilitado a conclusão de mais uma etapa na vida, com muitos conhecimentos e experiências adquiridos.

Agradeço a minha família, meus pais Gilmar e Sirlei e meu irmão Rafael, por todo suporte, incentivo e amor que puderam me oferecer durante esta jornada e ao longo da vida, sempre me proporcionando as melhores condições para que eu me dedicasse da melhor forma possível.

Agradeço também a minha amada Suelen, incrível namorada que nunca deixou de me incentivar e me apoiar nos meus objetivos, me dando carinho e amor, e foi a pessoa que decidi ter ao meu lado pelo resto da vida.

Agradeço a Professora Ângela Gaio Graeff, por ter se disponibilizado a me orientar e por todos os auxílios prestados durante este trabalho e ao longo da vida acadêmica.

Por fim, não citarei nomes porque são muitos, mas aos(às) amigos(as), colegas e professores (da UFRGS e da vida) que me apoiaram de diversas maneiras, deixo um grande abraço em forma de agradecimento. Pois a colaboração de cada um também foi fundamental para que este projeto ganhasse forma.

.

Quem sabe concentrar-se numa coisa e insistir nela como único objetivo, obtém a capacidade de fazer qualquer coisa.

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

No Rio Grande do Sul, a Lei Complementar 14.376/2013, que rege a segurança contra incêndio no Estado, foi elaborada um ano após a tragédia na boate Kiss, de uma maneira rápida, que culminou em diversas normativas novas e atualizações constantes nas mesmas, causando problemas nos projetos de proteção contra incêndios. Juntamente nesse período, entrou em vigor a norma de desempenho NBR 15.575/2013, que trouxe um capítulo exclusivo sobre segurança contra incêndios das edificações residenciais e habitações unifamiliares, trazendo mais imposições de projeto das edificações. Este trabalho tem o objetivo elaborar um projeto de segurança contra incêndio de uma edificação residencial, comparando as exigências da Norma de Desempenho e da legislação do Rio Grande do Sul, visando comparar os principais itens divergentes e as exigências de reação ao fogo dos materiais, resistência ao fogo dos sistemas construtivos e o dimensionamento dos sistemas de segurança contra incêndio. A metodologia de pesquisa está baseada no levantamento e comparação das exigências de reação e resistência ao fogo dos materiais, juntamente com os demais critérios de dimensionamento dos sistemas de SCI, pela Norma de Desempenho e legislação do Rio Grande do Sul. Por fim, foi possível verificar que para a edificação alvo deste estudo, a Norma de Desempenho e a legislação do Rio Grande do Sul trazem exigências diferentes e conflitantes para a especificação de reação ao fogo dos materiais empregados e do tempo de resistência ao fogo de alguns elementos construtivos e de compartimentação, sendo a Norma de Desempenho, de uma maneira geral, mais rígida que a legislação do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Segurança Contra Incêndio, Norma de Desempenho. Lei Complementar 14.376.

# SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>  | <b>2</b>  |
| 2.1      | QUESTÃO DE PESQUISA .....   | 2         |
| 2.2      | OBJETIVOS DE PESQUISA .....   | 2         |
| 2.2.1    | <i>Objetivo principal.....</i>  | <i>2</i>  |
| 2.2.2    | <i>Objetivos secundários.....</i>   | <i>2</i>  |
| 2.3      | PRESSUPOSTO.....  | 3         |
| 2.4      | LIMITAÇÕES .....  | 3         |
| 2.5      | DELINEAMENTO .....  | 3         |
| <b>3</b> | <b>CONCEITOS BÁSICOS.....</b>   | <b>6</b>  |
| 3.1      | SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO .....   | 6         |
| 3.2      | FOGO .....  | 7         |
| 3.3      | INCÊNDIO.....   | 8         |
| 3.4      | PROPAGAÇÃO DO CALOR .....   | 10        |
| 3.5      | RESISTÊNCIA AO FOGO .....   | 10        |
| 3.6      | REAÇÃO AO FOGO.....   | 11        |
| 3.6.1    | <i>Ensaios de reação ao fogo.....</i>   | <i>12</i> |
| 3.6.1.1  | <i>ISO 1.182 – Fire tests – Building materials: non-combustibility test.....</i>  | <i>13</i> |
| 3.6.1.2  | <i>ABNT NBR 9.442 – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.....</i>   | <i>14</i> |
| 3.6.1.3  | <i>ASTM E 662 – Specific optical density of smoke generated by solid materials.....</i>   | <i>16</i> |
| 3.6.1.4  | <i>EN 13.823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI).....</i> | <i>17</i> |
| 3.6.1.5  | <i>ISO 11.925-2 – Reaction to fire testes for building products – Part 2: Ignitability when subjected to direct impingement of flame.....</i>                             | <i>18</i> |
| 3.6.1.6  | <i>ABNT NBR 8.660 – Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor.....</i>                | <i>19</i> |
| 3.6.2    | <i>Classificação dos materiais.....</i>   | <i>20</i> |
| 3.7      | TIPOS DE PROTEÇÃO .....   | 24        |
| 3.7.1    | <i>Proteção ativa.....</i>  | <i>24</i> |
| 3.7.2    | <i>Proteção passiva.....</i>  | <i>24</i> |
| <b>4</b> | <b>APRESENTAÇÃO DA NORMA DE DESEMPENHO.....</b>   | <b>25</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.1        | CONSIDERAÇÕES GERAIS.....   | 25        |
| 4.2        | NECESSIDADE DE DIFICULTAR O PRINCÍPIO DE INCÊNDIO .....                         | 26        |
| 4.2.1      | <i>Proteção contra descargas atmosféricas .....</i>                             | 27        |
| 4.2.2      | <i>Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas.....</i>          | 29        |
| 4.2.3      | <i>Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás.....</i>          | 30        |
| 4.3        | EQUIPAMENTOS DE EXTINÇÃO, SINALIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....          | 32        |
| 4.4        | FACILIDADE DE FUGA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO .....                                | 34        |
| 4.4.1      | <i>Cálculo populacional .....</i>   | 34        |
| 4.4.2      | <i>Dimensionamento das saídas de emergência.....</i>                            | 35        |
| 4.4.3      | <i>Tipo de escada.....</i>  | 36        |
| 4.4.4      | <i>Guarda-corpo e corrimão .....</i>  | 37        |
| 4.4.5      | <i>Distância máxima a ser percorrida.....</i>                                   | 39        |
| 4.5        | DESEMPENHO ESTRUTURAL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO.....                              | 41        |
| 4.5.1      | <i>Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação .....</i> | 41        |
| 4.5.2      | <i>Resistência ao fogo de elementos de cobertura.....</i>                       | 42        |
| 4.5.3      | <i>Resistência ao fogo de entrepisos.....</i>                                   | 43        |
| 4.6        | EXIGÊNCIAS PARA DIFICULTAR INFLAMAÇÃO GENERALIZADA E LIMITAR A FUMAÇA.....      | 44        |
| 4.6.1      | <i>Reação ao fogo – faces internas e miolo de paredes .....</i>                 | 44        |
| 4.6.2      | <i>Reação ao fogo – fachadas.....</i>   | 45        |
| 4.6.3      | <i>Reação ao fogo – sistema de cobertura.....</i>                               | 45        |
| 4.6.3.1    | <i>Reação ao fogo – faces internas do sistema de cobertura .....</i>            | 45        |
| 4.6.3.2    | <i>Reação ao fogo – faces externas do sistema de cobertura.....</i>             | 46        |
| 4.6.4      | <i>Reação ao fogo – sistema de piso.....</i>                                    | 46        |
| 4.6.4.1    | <i>Reação ao fogo – face inferior do sistema de piso.....</i>                   | 47        |
| 4.6.4.2    | <i>Reação ao fogo – face superior do sistema de piso .....</i>                  | 47        |
| 4.7        | SELAGEM CORTA-FOGO EM <i>SHAFTS</i> , PRUMADAS ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS .....    | 48        |
| 4.8        | SELAGEM CORTA-FOGO EM TUBULAÇÕES DE MATERIAIS POLIMÉRICOS .....                 | 48        |
| 4.9        | REGISTROS CORTA-FOGO NAS TUBULAÇÕES DE VENTILAÇÃO .....                         | 49        |
| 4.10       | PRUMADAS ENCLAUSURADAS .....  | 50        |
| 4.11       | PRUMADAS DE VENTILAÇÃO PERMANENTES .....  | 51        |
| 4.12       | PRUMADAS DE LAREIRAS, CHURRASQUEIRAS, VARANDAS GOURMET E SIMILARES .....        | 51        |
| 4.13       | ESCADAS, ELEVADORES E MONTA-CARGAS.....   | 51        |
| <b>5</b>   | <b>NORMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NO RIO GRANDE DO</b>                      |           |
| <b>SUL</b> | <b>.....</b>  | <b>53</b> |
| 5.1        | LEGISLAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL.....  | 53        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.2      | CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES .....  | 55        |
| 5.2.1    | <i>Classificação quanto à ocupação.....</i>  | 55        |
| 5.2.2    | <i>Classificação quanto à altura.....</i>  | 55        |
| 5.2.3    | <i>Classificação quanto à carga de incêndio .....</i>                                | 56        |
| 5.3      | EXIGÊNCIAS .....   | 57        |
| 5.3.1    | <i>Acesso de viaturas na edificação.....</i>   | 57        |
| 5.3.2    | <i>Segurança estrutural em incêndio.....</i>   | 58        |
| 5.3.2.1  | <i>Elementos estruturais .....</i>   | 58        |
| 5.3.2.2  | <i>Coberturas .....</i>  | 59        |
| 5.3.2.3  | <i>Elementos de compartimentação e paredes divisórias de unidades autônomas.....</i> | 59        |
| 5.3.2.4  | <i>TRRF das edificações em função da ocupação e altura .....</i>                     | 60        |
| 5.3.3    | <i>Compartimentação vertical.....</i>  | 60        |
| 5.3.3.1  | <i>Compartimentação vertical na envoltória do edifício.....</i>                      | 61        |
| 5.3.3.2  | <i>Compartimentação vertical no interior do edifício.....</i>                        | 62        |
| 5.3.3.3  | <i>Características de resistência ao fogo .....</i>                                  | 62        |
| 5.3.4    | <i>Sinalização de Emergência .....</i>   | 63        |
| 5.3.5    | <i>Controle de materiais de acabamento e revestimento.....</i>                       | 64        |
| 5.3.6    | <i>Saídas de emergência.....</i>   | 66        |
| 5.3.6.1  | <i>Cálculo populacional .....</i>  | 66        |
| 5.3.6.2  | <i>Dimensionamento das saídas de emergência.....</i>                                 | 67        |
| 5.3.6.3  | <i>Tipo de escada.....</i>   | 67        |
| 5.3.6.4  | <i>Guarda-corpo e corrimão .....</i>   | 69        |
| 5.3.6.5  | <i>Distância máxima a ser percorrida.....</i>  | 69        |
| 5.3.7    | <i>Brigada de incêndio.....</i>  | 72        |
| 5.3.8    | <i>Iluminação de emergência.....</i>   | 73        |
| 5.3.9    | <i>Alarme de incêndio.....</i>   | 73        |
| 5.3.10   | <i>Extintores.....</i>   | 74        |
| 5.3.11   | <i>Hidrantes e mangotinhos.....</i>  | 75        |
| <b>6</b> | <b>ELABORAÇÃO DO PROJETO.....</b>  | <b>77</b> |
| 6.1      | ESCOPO DO PROJETO.....   | 77        |
| 6.2      | SISTEMAS DE SCI COM REGULAMENTAÇÃO EQUIVALENTE.....                                  | 79        |
| 6.2.1    | <i>Sinalização de emergência .....</i>   | 79        |
| 6.2.1.1  | <i>Sinalização de proibição .....</i>  | 79        |
| 6.2.1.2  | <i>Sinalização de alerta .....</i>   | 80        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 6.2.1.3  | <i>Sinalização de orientação e salvamento</i> .....                  | 80         |
| 6.2.1.4  | <i>Sinalização de combate a incêndio</i> .....                       | 80         |
| 6.2.1.5  | <i>Sinalização da central de gás</i> .....                           | 81         |
| 6.2.2    | <i>Hidrantes e mangotinhos</i> .....                                 | 83         |
| 6.2.2.1  | <i>Tipo de sistema</i> .....   | 83         |
| 6.2.2.2  | <i>Reserva técnica de incêndio (RTI)</i> .....                       | 84         |
| 6.2.2.3  | <i>Localização dos pontos de abrigos e tomadas de incêndio</i> ..... | 85         |
| 6.2.3    | <i>Iluminação de emergência</i> .....                                | 87         |
| 6.2.4    | <i>Alarme de incêndio</i> .....                                      | 89         |
| 6.2.5    | <i>GLP</i> .....   | 91         |
| 6.2.6    | <i>SPDA</i> .....  | 91         |
| 6.3      | <b>SISTEMAS SCI COM REGULAMENTAÇÃO DISTINTA</b> .....                | 92         |
| 6.3.1    | <i>Extintores de incêndio</i> .....                                  | 92         |
| 6.3.2    | <i>Saídas de emergência</i> .....                                    | 96         |
| 6.3.3    | <i>Resistência ao fogo</i> .....                                     | 99         |
| 6.3.4    | <i>Compartimentação Vertical</i> .....                               | 106        |
| 6.3.5    | <i>Reação ao fogo</i> .....  | 108        |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                                    | <b>116</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

O fogo fora a maior conquista do ser humano na pré-história. A partir deste fato, o homem passou a aproveitar-se dos seus benefícios, extraindo energia dos materiais, moldando a natureza em seu benefício, servindo de proteção contra os ataques de predadores e utilizando-o para o cozimento de alimentos. Entretanto, desde a sua descoberta, o fogo vem gerando a perda de inúmeras vidas e bens materiais.

Segundo Brentano (2007, p. 89), o homem sempre conviverá com o fogo, e para que esta ferramenta não deixe de ser usada ela deve ser controlada e estudada. Para isso, é necessário um estudo rigoroso do comportamento do fogo, das edificações, dos materiais constituintes da edificação e comportamento humano frente às situações de perigo.

Levando em consideração isso, a norma de desempenho NBR 15.575 estabelece critérios que a edificação deve possuir para que estejam de acordo com os princípios básicos de segurança contra incêndio.

A norma visa em primeiro lugar, a integridade física das pessoas, depois a segurança patrimonial. Os requisitos de desempenho possuem exigências para dificultar o princípio de incêndio e sua propagação, como o tempo requerido de resistência ao fogo dos elementos construtivos e componentes da construção, as rotas de fuga e acessos, propagação da fumaça e os equipamentos de extinção.

Todos os itens citados acima devem estar em comum acordo com as diretrizes estabelecidas pelas normativas vigentes referentes ao plano de proteção contra incêndio da edificação. Estando de acordo, tudo converge para que os princípios de incêndio sejam sanados da maneira mais eficiente possível ou que a resistência dos elementos garanta um tempo mínimo sem instabilização ou ruína da edificação, garantindo o mais importante, a vida humana.

Diante desse panorama, este trabalho pretende realizar o projeto de segurança contra incêndio de uma edificação residencial comparando os itens estabelecidos pela Norma de Desempenho NBR 15.575 aos estabelecidos pela legislação do Rio Grande do Sul. Será levada em consideração as exigências para dificultar a inflamação generalizada, de resistência ao fogo dos sistemas construtivos, facilidade de fuga em situação de incêndio e o dimensionamento dos demais itens de SCI.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para o desenvolvimento do trabalho serão descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho: Quais são as principais diferenças nas exigências impostas pela Norma de Desempenho NBR 15.575 e pela legislação do Rio Grande do Sul no quesito da segurança contra incêndio para uma edificação residencial?

### **2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA**

Os objetivos de pesquisa podem ser classificados em principal e secundários, e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal do trabalho é comparar os requisitos estabelecidos pela norma de desempenho NBR 15.575 no quesito segurança contra incêndio e a legislação do Estado do Rio Grande do Sul que regulamenta a elaboração de um plano de proteção contra incêndios aplicados em uma edificação residencial.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) Especificar os sistemas construtivos de elementos estruturais e de compartimentação, sistema de cobertura e entrespisos de uma edificação padrão, para possuírem resistência ao fogo desejada.
- b) Atender às exigências para dificultar a inflamação generalizada e limitar a propagação da fumaça para a edificação em questão.
- c) Atender às normativas para que a facilidade de fuga em situação de incêndio seja respeitada.
- d) Dimensionar os sistemas de combate a incêndio levando em consideração as exigências das respectivas normas.

- e) Especificar os materiais de revestimento que atendam à norma de desempenho NBR 15.575 para a edificação em questão.

## 2.3 PRESSUPOSTO

Considera-se que as informações contidas nas normas e nas bibliografias utilizadas são verdadeiras e condizem com a realidade.

Considera-se também que a edificação em estudo está dimensionada de acordo com a ABNT NBR 15.200/2004 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

## 2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) Não foram analisadas as outras especificações técnicas exigidas pela norma de desempenho NBR 15.575, somente a segurança estrutural contra incêndio.
- b) Não foram levadas em consideração se as propriedades dos materiais especificados atendem ou não as outras especificações exigidas pela Norma de Desempenho.

## 2.5 DELIMITAÇÕES

- a) Foi utilizada uma única geometria e disposição arquitetônica para a edificação em análise. A edificação possui 10 pavimentos, com: térreo não habitado e cobertura com espaço destinado a reservatórios, casa de máquinas e terraço. A altura descendente da edificação é de 24,30 metros, pé direito de 2,70 metros e com área de pavimento igual a 327,31 m<sup>2</sup>.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado com base nas etapas a seguir, também descritas nos próximos parágrafos, e apresentadas na Figura 1.

- a) Definições de conceitos básicos;

- b) Apresentação da norma de desempenho;
- c) Apresentação das normas que regulamentam os projetos de proteção contra incêndio do estado do Rio Grande do Sul;
- d) Elaboração do projeto;
- e) Análise dos resultados;

A **definição dos conceitos básicos** decorrerá da pesquisa bibliográfica e consulta às normas vigentes, a fim de possibilitar o bom entendimento dos conceitos fundamentais para o seguimento do trabalho.

A **apresentação da norma de desempenho** será feita no âmbito da segurança contra incêndio, demonstrando quais são os principais aspectos a serem levados em consideração no projeto para que ela seja atendida na íntegra.

A **apresentação das normas que regulamentam os projetos de proteção contra incêndio** no estado do Rio Grande do Sul será feita apresentando as leis, decretos, resoluções técnicas, instruções técnicas e outras normas que são utilizadas para a elaboração de um projeto de proteção contra incêndio de um edifício residencial.

Será **elaborado um projeto** de uma edificação residencial, que atenda todas as exigências da norma de desempenho NBR 15.575 e do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul no âmbito dos projetos de proteção contra incêndio. O projeto levará em consideração os aspectos arquitetônicos, especificação dos materiais e dos sistemas construtivos a serem utilizados. Para a representação e projeto da edificação será utilizado o software Revit, que utiliza a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), este tipo de ferramenta auxilia na melhor veiculação da informação de projeto e visualização.

Finalmente, será feita uma **análise dos resultados** objetivando analisar o trabalho como um todo, e para avaliar se os objetivos do trabalho foram atendidos e quais as principais dificuldades durante a realização do trabalho de conclusão.

Figura 1 – Etapas do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

### 3 CONCEITOS BÁSICOS

Uma vez que para o bom entendimento do tema abordado é necessária a compreensão de alguns conceitos básicos, estes serão explanados antes do desenvolvimento do tema central. Serão abordados os conceitos: segurança contra incêndio, fogo, incêndio, propagação do calor, resistência ao fogo, reação ao fogo e tipos de proteção.

#### 3.1 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

De acordo com Berto (1989, p. 118) a SCI é uma prática que deve ser desenvolvida e imposta sem ser menosprezada, desde as fases iniciais de um edifício, como a elaboração do projeto e a sua execução, até as fases de operação e manutenção, a fim de que sejam evitados prejuízos resultantes de possíveis inadequações de segurança.

A segurança contra incêndio vem tomando a sua devida importância no cenário da engenharia, e segundo Brentano (2007, p. 38), além das pessoas preocupadas com a segurança de toda ordem nas edificações, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), governos federal, estadual e municipal, empresários, CREA, corpos de bombeiros e outras entidades, têm feito esforços contínuos para gerar novas normas e leis, para que, de uma forma compulsória, as edificações tenham realmente mais segurança para as vidas humanas e o patrimônio.

A norma de desempenho NBR 15.575/2013 destinou o capítulo 8, constante em todas as suas partes (1, 2, 3, 4, 5 e 6) para as orientações que devem ser tomadas no projeto em relação à segurança contra incêndio das edificações, remetendo determinados itens para as normas brasileiras, mostrando que o paradigma da inobservância das questões referentes à proteção contra incêndio está mudando.

A norma de desempenho visa, em primeiro lugar, a integridade física das pessoas, e, depois, a própria segurança patrimonial. A norma versa principalmente sobre os requisitos de desempenho que contemplem exigências para dificultar o princípio de incêndio e a sua propagação, tempo de resistência requerido ao fogo dos elementos e componentes da construção, propagação da fumaça, equipamentos de extinção e também a facilidade dos acessos dos bombeiros para o combate a incêndio.

## 3.2 FOGO

Conforme a Resolução Técnica número 02 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2014b), fogo é uma reação química de oxidação, caracterizada pela emissão de calor, luz e gases tóxicos.

De acordo com NBR 13.860 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 6) “fogo é um processo de combustão que libera luz e calor. Ocorre através da combinação de combustível, oxigênio e uma fonte de calor, coexistindo em proporções adequadas e ativadas através de uma reação em cadeia”.

Este processo pode ser associado a uma figura geométrica de um quadrilátero, cujos lados possuem o mesmo tamanho e atribuem os elementos que o compõe: combustível, comburente, calor e reação em cadeia (figura 2).

Figura 2 – Quadrilátero do fogo



(fonte: Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações / Telmo Brentano – 3º ed, 2007, p. 39)

De acordo com Brentano (2007, p. 40) combustível é toda matéria suscetível a queimar. O combustível pode ser sólido, líquido ou gasoso.

Comburente são as substâncias que sustentam a combustão. O comburente mais comum é o oxigênio do ar. Brentano (2007, p. 40), afirma que o oxigênio do ar é o agente químico que ativa e conserva a combustão, combinando-se com os gases ou vapores do combustível, formando uma mistura que é inflamável.

Calor é o elemento responsável pelo início do processo de combustão e que mantém a propagação do fogo, em outras palavras “[...] é o provocador da reação química da mistura inflamável, proveniente da combinação dos gases ou vapores do combustível e do comburente” (BRENTANO 2007, p. 40).

A reação em cadeia é o processo de sustentabilidade da combustão, novas reações são geradas entre os elementos mantidas pelo calor produzido pela própria reação, é quando o fogo se auto alimenta, mantendo o processo de queima.

De acordo com Brentano (2007, p. 93, grifo do autor), a composição química dos materiais combustíveis é determinante para a formação dos produtos resultantes da combustão, que atuam sob forma de:

- a. **Vapores** – os vapores os produtos resultantes da combustão que se encontram no estado gasoso quando produzidos, porém, se tornam sólidos ou líquidos ao serem resfriados à temperatura normal do ambiente;
- b. **Gases** – os gases são os produtos resultantes da combustão que se mantêm na forma gasosa mesmo que sejam resfriados à temperatura normal do ambiente. O monóxido de carbono (CO) é usualmente o principal produto tóxico resultante do fogo. Ele está tipicamente presente nos gases da pirólise e nos produtos resultantes da combustão incompleta. O monóxido de carbono é um gás muito perigoso, porque além de ser muito tóxico, ele não é percebido pelas pessoas por ser, também, incolor, inodoro e insípido, por isso, é chamado de assassino silencioso;
- c. **Fumaça** – a fumaça é constituída pela mistura de três elementos: vapores, gases e fuligem, e sua toxicidade é a que apresenta maior risco à vida humana numa situação de incêndio. Os vapores condensados e as partículas de matérias sólidas muito finas formam a parte visível dos produtos resultantes da combustão. A cor da fumaça é determinada pelo maior ou menor teor dos seus componentes: a fumaça negra apresenta alto teor de partículas sólidas devido á combustão incompleta do combustível sólido ou líquido, e a fumaça branca é rica em aerossóis e vapores de água.

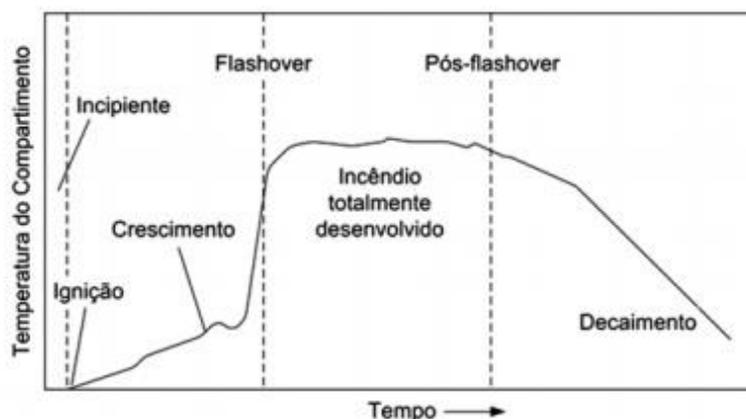
### 3.3 INCÊNDIO

Conforme a Resolução Técnica número 02 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2014b), incêndio é o fogo sem controle, intenso, o qual causa danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Brentano (2015, grifo nosso) explica que para que haja um incêndio devem concorrer, de forma simultânea, a presença de um combustível, um comburente, uma fonte de calor e uma reação química em cadeia **não controlada**. Diferencia-se da definição de fogo, que é uma reação em cadeia controlada, como por exemplo, um queimador a gás de uma boca de fogão comum.

O desenvolvimento genérico pode ser representado por uma curva temperatura x tempo, que é a representação da temperatura em função do tempo de desenvolvimento de um incêndio real do fogo (figura 3). (BRENTANO, 2015).

Figura 3 – Quadro de evolução de um incêndio



(fonte: SEITO *et al.*, 2008, p. 146)

A fase de pré-ignição pode ser caracterizada como o incêndio incipiente, tendo um crescimento lento e gradual, em geral com duração entre cinco e vinte minutos até a ignição. (SEITO *et al.*, 2008, p. 44). Nesta fase inicial, para se evitar a propagação do fogo para todo o ambiente, deve haver a proteção ativa através do combate ao fogo por intervenção humana, com equipamentos como extintores de incêndio, mangotinhos, hidrantes, etc., ou por sistemas automáticos, como o de chuveiros automáticos. (BRENTANO, 2015).

A fase de crescimento e propagação do fogo é a fase caracterizada pelas chamas que começam a crescer aquecendo o ambiente (SEITO *et al.*, 2008, p. 44). Nesta fase há o súbito espalhamento das chamas a todo material combustível presente no local, este fenômeno é chamado de *flashover*<sup>1</sup>. Ocorre uma inflamação generalizada, caracterizada pelo envolvimento de grande parte do material combustível.

A fase de incêndio desenvolvido é a fase em que ocorre uma inflamação generalizada, caracterizada pelo envolvimento de grande parte do material combustível existente no ambiente, a temperatura sobre elevação acentuada, não sendo possível a sobrevivência no recinto. (SEITO *et al.*, 2008, p. 60). Nesta etapa, o fogo está fora de controle.

A fase de decaimento “[...] é caracterizada pela diminuição gradual da temperatura do ambiente e das chamas, isso ocorre por exaurir o material combustível” (SEITO *et al.*, 2008, p. 45). Esta fase representa a decadência do fogo, com a redução progressiva das chamas até o

---

<sup>1</sup>*Flashover*: transição de um incêndio localizado para todas as superfícies expostas dos combustíveis dentro de um compartimento. Ou seja, é uma transição entre dois estados. (BUNCHANAN, 2002, p.60, tradução nossa)

seu completo desaparecimento, restando brasas, que, posteriormente, se transformam em cinzas. (BRENTANO, 2015).

### 3.4 PROPAGAÇÃO DO CALOR

As formas de transferência de calor entre objetos para a manutenção de um equilíbrio térmico de qualquer ambiente poderá ocorrer de três maneiras, de acordo Flores (2016, p. 13 e 14):

- a. **Condução** – A condução ocorre nos sólidos e é feita molécula a molécula de um corpo contínuo. Como exemplo, podemos citar uma barra de ferro aquecida em uma das extremidades. O aquecimento acontecerá gradualmente pelo corpo da barra até chegar à outra face, ou seja, moléculas da extremidade aquecida absorverão calor, então, vibrarão mais vigorosamente e se chocarão com as moléculas vizinhas, transferindo-lhes calor.
- b. **Convecção** – A convecção ocorre pelo movimento ascendente das massas de fluidos (gases ou líquidos). Isso ocorre devido à diferença de densidade no mesmo fluido. Um exemplo disso ocorre quando a água é aquecida num recipiente de vidro. Podemos observar um movimento, dentro do próprio líquido, de baixo para cima. Na medida em que a água é aquecida, ela se expande e fica menos densa (mais leve) provocando um movimento para cima. Da mesma forma, o ar aquecido se expande e tende a subir para as partes mais altas do ambiente, enquanto o ar frio toma lugar nos níveis mais baixos.
- c. **Irradiação** - A irradiação é a propagação do calor por ondas de energia que se deslocam através do espaço. Estas ondas se deslocam em todas as direções e a intensidade com que afeta os corpos diminui ao passo que se aumenta a distância entre eles.

### 3.5 RESISTÊNCIA AO FOGO

De acordo com Pignatta (2003, p.16), “[...] a resistência ao fogo é a propriedade de um elemento estrutural resistir à ação do fogo por determinado período de tempo, mantendo sua segurança estrutural, estanqueidade e isolamento térmico, onde aplicável”.

Os conceitos são definidos por Brentano (2016, p. 125, grifo do autor):

- a. **Resistência mecânica:** [...] assegurar, em caso de incêndio, a estabilidade mecânica do conjunto durante um período de tempo considerado suficiente, isto é, eles devem conservar suas funções mecânicas, não sofrendo rupturas ou deslocamentos transversais quando sob os efeitos das ações do fogo e dos carregamentos.
- b. **Estanqueidade** às chamas e aos gases inflamáveis: [...] devem manter a estanqueidade sob ação do fogo, isto é, não devem apresentar fissuras, frestas ou aberturas suficientes para permitir a passagem de chamas, gases quentes inflamáveis e fumaça.

- c. **Isolamento térmico:** [...] devem ser capazes de suportar a ação do fogo de tal forma que o aquecimento médio na face não exposta ao fogo não seja superior a 140 °C, podendo atingir até 180 °C em alguns pontos quaisquer somente.

Brentano (2016) comenta que os elementos podem ser caracterizados de acordo com sua capacidade de conservar características funcionais durante um período de tempo considerado suficiente frente à ação do fogo, como segue:

- a. **Estável ao fogo:** Quando atende a exigência de resistência mecânica;
- b. **Para-chamas:** Quando atende a exigências de resistência mecânica e estanqueidade às chamas e aos gases inflamáveis;
- c. **Corta-fogo:** Quando atende a exigências de resistência mecânica, estanqueidade às chamas e aos gases inflamáveis e isolamento térmico.

“A exigência de resistência ao fogo é estabelecida em forma de tempo, seja por meio do TRRF (tempo requerido de resistência ao fogo) ou do tempo equivalente”. (PIGNATTA, 2003, p. 18).

Segundo Silva *et al.* (2008, p. 146) define o TRRF como:

[...] o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) pode ser entendido como o tempo mínimo (descrito em minutos e fruto do consenso de uma dada sociedade) que os elementos construtivos devem resistir (com respeito à integridade, estanqueidade e isolamento, onde aplicável) a uma ação térmica padronizada, em um ensaio laboratorial.

### 3.6 REAÇÃO AO FOGO

De acordo com (SEITO *et al.*, 2008, p. 62) a reação ao fogo diz respeito à facilidade com que os materiais sofrem ignição, à capacidade de sustentar a combustão, à rapidez com que as chamas se propagam pelas superfícies, à quantidade e taxa de desenvolvimento de calor liberados no processo de combustão, ao desprendimento de partículas em chama/brasa e ao desenvolvimento de fumaça e gases nocivos.

As principais características do material que contribuem e estão relacionadas diretamente com o fogo, são:

**Inflamabilidade** é a capacidade de um material ou produto queimar em chamas sob condições específicas de ensaio (ISSO/GUIDE52/TAG5, 1990, grifo nosso). Depende essencialmente da radiação em que o material está exposto, da constituição física do material,

ou seja, da facilidade com que os gases desprendem do material para seu exterior e da temperatura de ignição do material.

**Poder calorífico** segundo Seito (*apud* MARTIN e PERIS, 1982, grifo nosso) é a quantidade de calor que o material libera por unidade de peso quando submetido a uma combustão completa.

A **combustibilidade** “corresponde à quantidade de calor suscetível de ser liberada em função do seu poder calorífico” (BRENTANO, 2016, p. 124, grifo nosso). Mitidieri (2008) afirma que a verificação se um material pode sofrer ou não ignição e, como consequência, contribuir para o crescimento do fogo é de extrema importância.

A **propagação da chama** caracteriza como o fogo avança sobre a superfície do material. ROSSO (1975, grifo nosso) apresenta três tipos de propagação: transversal, superficial e pós-combustão:

- a. A **propagação transversal** é aquela que se desenvolve no sentido da profundidade e se dá por condução, atingindo as sucessivas camadas do material.
- b. A **propagação superficial**, considerada fundamental variável da reação ao fogo, é dada como o alastramento da combustão na superfície do material.
- c. A **pós-combustão** ocorre com frequência em materiais com estrutura alveolar, depois de finalizada a combustão viva, e envolve uma série de fenômenos notadamente complexos. É uma característica pouco conhecida para servir de critério de caracterização da reação ao fogo, porém deve ser considerada quando na operação de rescaldo do incêndio.

A **produção de fumaça** é importante de ser conhecida, pois é uma das maiores causadoras de vítimas em um incêndio. De acordo com (ISO/GUIDE52/TAG5, 1990, grifo nosso), “[...] fumaça é uma concentração visível de partículas de sólidos e/ou líquidos em suspensão gasosa resultantes de uma combustão ou pirólise”.

**Densidade ótica da fumaça** de acordo com Peris (1982):

É a mensuração da fumaça produzida por um corpo de prova de uma determinada amostra de material ou produto, tendo-se conhecimento da densidade ótica e dos fatores característicos do método de ensaio especificado.

### 3.6.1 Ensaios de reação ao fogo

No início dos anos 40, iniciou-se o estudo da reação dos materiais de construção frente ao fogo, cujos ensaios eram realizados em ambientes abertos, sendo chamados de ensaios livres.

Com o avanço da tecnologia, eles passaram a serem realizados em ambientes fechados e controlados, que simulavam de uma forma mais real o possível incêndio, assim, passaram a ser chamados de ensaios enclausurados ou ensaios de caixa. Estes se mostram mais severos, porque o calor gerado na combustão permanece retido no ambiente, afetando ainda mais os materiais (MITIDIERI, 2008).

Brentano (2016, p. 170) também comenta sobre o assunto:

[...] os materiais de revestimento e de acabamento empregados devem receber uma atenção especial, pois devem atender padrões mínimos de reação ao fogo para não proporcionar condições propícias para o seu crescimento e propagação, bem como para a geração de fumaça e gases nocivos.

### 3.6.1.1 ISO 1.182 – *Fire tests – Building materials: non-combustibility test*

Esse ensaio é realizado para analisar se o material pode ou não contribuir no crescimento do fogo, determinando assim se ele é combustível ou não combustível.

De acordo com Brentano (2016, p. 124):

**Não combustíveis:** São os materiais, quando submetidos diretamente ao calor ou a chamas, podem sofrer modificações no seu estado físico, que podem ser acompanhados ou não de reações químicas endotérmicas, isto é, que recebem energia ou calor, mas não emitem gases combustíveis, em nenhuma circunstância, capaz de se inflamar ou carbonizar, como tijolos, concretos, pedras, produtos cerâmicos, ferro, etc.

**Combustíveis:** Que podem ser divididos em:

- a. Inflamáveis: Os materiais que geram chamas e continuam a queimar sem adição suplementar de calor.
- b. Não inflamáveis: Os materiais que se decompõem sem chamas ou, em outras palavras, se carbonizam, sem emissão sensível de calor e sem liberação apreciável de gases combustíveis capazes de gerar chamas.

Caso seja classificado como combustível, deve-se determinar o quão combustível é e quais os efeitos da combustão, devendo ser realizados os demais ensaios que a legislação competente recomenda (ONO, 2007).

O objetivo do ensaio é verificar o poder de combustão de materiais e produtos homogêneos, bem como de seus componentes, quando submetidos a uma temperatura normativamente definida de 750°C. Verifica-se, nestas condições de exposição da amostra, a liberação de calor do material, o desenvolvimento de chamas e a sua perda de massa. (ITT UNISINOS, 2017)

O material é dito incombustível se a variação de temperatura no interior do forno for menor ou igual a 30 °C, a variação da massa do corpo de prova for menor ou igual a 50% e se o tempo de flamejamento do corpo de prova for menor ou igual a 10 segundos. (Figura 4)

Figura 4 – Equipamento para ensaio de combustibilidade



(fonte: UNISINOS, 2017)

### 3.6.1.2 ABNT NBR 9.442 – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante

Este ensaio é utilizado para determinar o índice de propagação superficial de chama em materiais, exceto para os de revestimento de piso.

Segundo a NBR 9.442 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986, p. 1):

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

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da classificação dos materiais é a NBR 9.442 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986), que estabelece a determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Entretanto, a instrução técnica n° 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, específica quando este método não é apropriado:

- a. Quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- b. Quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- c. Materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25 mm;
- d. Materiais que na instalação formam juntas, através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar.

De acordo com o IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS), considera-se que esse é um ensaio completo porque o índice de propagação superficial ( $I_p$ ) obtido envolve a determinação e composição dos fatores de evolução do calor (Q) e de propagação de chama ( $P_C$ ) (equação 1).

$$I_p = Q \cdot P_C \quad (1)$$

Os corpos de prova, com dimensões de  $150 \pm 5$  mm de largura e  $460 \pm 5$  mm de comprimento, são inseridos em um suporte metálico e colocados em frente a um painel radiante poroso, com 300 mm de largura e 460 mm de comprimento, alimentado por gás propano e ar. O conjunto (suporte e corpo de prova) é posicionado em frente ao painel radiante com uma inclinação de  $60^\circ$ , de modo a expor o corpo de prova a um fluxo radiante padronizado. Uma chama piloto é aplicada na extremidade superior do corpo de prova. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017).

O **índice de propagação de chama** é obtido no ensaio (figura 5) por meio do produto entre o fator propagação de chama desenvolvida na superfície do material ( $P_c$ ), medido através do tempo para atingir as distâncias padronizadas no suporte metálico com o corpo de prova, e o fator de evolução de calor desenvolvido pelo material (Q), medido através de sensores de temperatura (termopares) localizados em uma chaminé sobre o painel e o suporte com o corpo de prova. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017, grifo do autor).

Figura 5 – Equipamento para ensaio propagação superficial de chama



(fonte: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017)

### 3.6.1.3 ASTM E 662 – *Specific optical density of smoke generated by solid materials*

Segundo Seito (*apud* Robertson, 2008, p. 50) o conceito de densidade ótica específica foi introduzido para determinar dois parâmetros, que são:

- a. Estimar o potencial de produção de fumaça de diversos materiais;
- b. Estimar a densidade fotométrica quando a fumaça se expande em diferentes salas ou partes do edifício.

Essa propriedade é característica da produção de fumaça de um material de uma dada espessura quando submetido às condições térmicas especificadas em norma. (MITIDIERI, 2008).

Mitidieri (2008, p. 66) complementa:

A toxicidade da fumaça gerada pelos materiais quando em combustão é um tópico que vem sendo discutido há alguns anos, porém até hoje não se tem métodos suficientemente precisos e efetivos para uma correta qualificação e quantificação dos gases desprendidos numa situação de incêndio.

O método de ensaio definido na norma ASTM E 662 utiliza uma câmara de densidade ótica fechada (figura 6), onde é medida a fumaça gerada por materiais sólidos. A medição é feita pela atenuação de um raio de luz em razão do acúmulo da fumaça gerada na decomposição

pirolítica sem chama e na combustão com chama. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017).

Os corpos de prova são testados na posição vertical, expostos a um fluxo radiante de calor. São realizados ensaios com aplicação de chama piloto, descritos como “com chama”, visando garantir a condição de combustão com chama e sem aplicação de chama, descritos como “sem chama”, visando garantir a condição de decomposição pirolítica. A pior média de resultados obtidas é utilizada para caracterizar o material ensaiado. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017).

Figura 6 – Câmara de densidade óptica



(fonte: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017)

#### 3.6.1.4 EN 13.823 – *Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI)*

O método de ensaio especificado na norma ISO 13823/2002 é utilizado para a determinação do desempenho quanto à reação ao fogo de materiais de construção, com exceção daqueles empregados em pisos, quando expostos a uma chama padrão singular (SBI – *Single Burning Item*). (INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNICAS, 2017).

Os corpos de prova são formados por duas partes denominadas “asas” que são montadas em forma de “L” no carrinho que faz parte do equipamento. Um queimador localiza-se no canto de junção entre as duas asas no carrinho (figura 7). Este queimador produz uma chama padrão à qual o corpo de prova é submetido. São determinados então, a partir da queima do corpo de

prova, os dados de ensaio, por meio de instrumentação do equipamento localizada no duto de extração dos gases gerados. (INSTITUTO DE PESQUISAS TÉCNICAS, 2017).

Os resultados são expressos da seguinte forma:

- a) FIGRA = Índice da taxa de desenvolvimento de fogo;
- b) SMOGRA = Índice da taxa de desenvolvimento de fumaça;
- c) LFS = Propagação lateral de chama;
- d)  $TSP_{600s}$  = Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 segundos de exposição às chamas.
- e)  $THR_{600s}$  = Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 segundos de exposição às chamas.

Figura 7 – Equipamento utilizado para o ensaio SBI



(fonte: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017)

### 3.6.1.5 ISO 11.925-2 – *Reaction to fire testes for building products – Part 2: Ignitability when subjected to direct impingement of flame*

O método de ensaio descrito na norma EN ISO 11925-2 é utilizado para determinar a ignitabilidade dos materiais, quando expostos à chama de queimador padrão dentro de uma câmara de ensaio fechada. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017).

Os corpos de prova são presos no suporte dentro da câmara de ensaio (figura 8) e colocados em contato com a chama do queimador, com um filtro (lenço) de papel posicionado abaixo do corpo de prova. É verificada, então, a propagação da chama, medindo se as chamas atingiram ou não a marca de 150 mm, em um determinado período de tempo, medida a partir da

extremidade inferior do corpo de prova. São realizados dois tipos de aplicação de chama: de superfície e de borda. (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017).

Figura 8 – Ensaio de ignitabilidade



(fonte: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017)

### 3.6.1.6 ABNT NBR 8.660 – Ensaio de reação ao fogo em pisos – Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor

Este ensaio é utilizado apenas para materiais de revestimento de pisos. Foi inspirada na ISO 9.239-1/2010 (*Reaction to fire tests for floorings - Part 1: Determination of the burning behavior using a radiant heat source*).

Segundo a NBR 8.660 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 1):

As medições neste método de ensaio fornecem uma base para se estimar um aspecto do comportamento com relação à exposição ao fogo de pisos. O fluxo radiante imposto simula os níveis de radiação térmica prováveis aos quais o piso de um corredor cujas superfícies superiores estejam aquecidas por chamas ou gases quentes, ou ambos, seria exposto durante os estágios iniciais de um incêndio em desenvolvimento em uma sala adjacente ou compartimento sob condições de propagação de chama oposta ao vento.

Os corpos de prova, com dimensões de  $230 \pm 5$  mm de largura e  $1.050 \pm 5$  mm de comprimento, são colocados em posição horizontal e abaixo de um painel radiante poroso inclinado a  $30^\circ$  em relação a sua superfície, sendo expostos a um fluxo radiante padronizado.

Uma chama piloto é aplicada na extremidade do corpo de prova mais próxima do painel radiante e a propagação de chama desenvolvida na superfície do material é verificada, medindo-se o tempo para atingir as distâncias padronizadas, indicadas no suporte metálico onde o corpo de prova é inserido (figura 9).

Figura 9 – Equipamento utilizado no ensaio de densidade crítica do fluxo de energia térmica



(fonte: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2017)

### 3.6.2 Classificação dos materiais

De acordo com a Instrução Técnica número 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2011b), o método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da classificação dos materiais é a NBR 9.442, entretanto para as situações mencionadas abaixo este método não é apropriado:

- a. Quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-a da chama-piloto;
- b. Quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- c. Materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25 mm;
- d. Materiais que na instalação formam juntas, através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar.

A Instrução Técnica número 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (2011b, p. 220) complementa que para os casos enquadrados nas situações acima, a classificação dos materiais deverá ser feita de acordo com o padrão indicado na tabela 3.

Os métodos de ensaio que devem ser utilizados para classificar os materiais com relação ao seu comportamento frente ao fogo (reação ao fogo) seguirão os padrões indicados nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Classificação dos materiais de revestimento de piso

| Classe |   | Método de ensaio | ISO 1182  | NBR 8660                                | EM ISO 11925-2<br>(exposição = 15 s)   | ASTM E 662     |
|--------|---|------------------|---|---|--|----------------|
| I      |   |                  | Incombustível<br>$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ ;<br>$\Delta m \leq 50\%$ ;<br>$t_f \leq 10\text{ s}$ | -                                       | -                                      | -              |
| II     | A |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 8,0\text{ kW/m}^2$  | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m \leq 450$ |
|        | B |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 8,0\text{ kW/ m}^2$ | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m > 450$    |
| III    | A |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 4,5\text{ kW/m}^2$  | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m \leq 450$ |
|        | B |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 4,5\text{ kW/ m}^2$ | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m > 450$    |
| IV     | A |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 3,0\text{ kW/m}^2$  | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m \leq 450$ |
|        | B |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 3,0\text{ kW/ m}^2$ | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m > 450$    |
| V      | A |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 3,0\text{ kW/m}^2$  | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m \leq 450$ |
|        | B |                  | Combustível   | Fluxo crítico $\geq 3,0\text{ kW/m}^2$  | FS $\leq 150\text{ mm em }20\text{ s}$ | $D_m > 450$    |

(fonte: SÃO PAULO, 2011)

Onde:

- a) Fluxo crítico = Fluxo de energia radiante necessário à manutenção de chama no corpo de prova;
- b) FS = tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado;
- c)  $D_m$  = Densidade ótica específica máxima corrigida.
- d)  $\Delta_t$  = Variação da temperatura no interior do forno.
- e)  $\Delta_m$  = Variação da massa no corpo de prova
- f)  $t_f$  = Tempo de flamejamento do corpo de prova.

Tabela 2 – Classificação dos materiais exceto revestimento de pisos

| Método de ensaio |   | ISO 1182  | NBR 9442             | ASTM E 662     |
|------------------|---|---|----------------------|----------------|
| Classe           |   |   |                      |                |
| I                |   | Incombustível<br>$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ ;<br>$\Delta m \leq 50\%$ ;<br>$t_f \leq 10\text{ s}$ | -                    | -              |
| II               | A | Combustível   | $l_p \leq 25$        | $D_m \leq 450$ |
|                  | B | Combustível   | $l_p \leq 25$        | $D_m > 450$    |
| III              | A | Combustível   | $25 < l_p \leq 75$   | $D_m \leq 450$ |
|                  | B | Combustível   | $25 < l_p \leq 75$   | $D_m > 450$    |
| IV               | A | Combustível   | $75 < l_p \leq 150$  | $D_m \leq 450$ |
|                  | B | Combustível   | $75 < l_p \leq 150$  | $D_m > 450$    |
| V                | A | Combustível   | $150 < l_p \leq 400$ | $D_m \leq 450$ |
|                  | B | Combustível   | $150 < l_p \leq 400$ | $D_m > 450$    |
| VI               |   | Combustível   | $l_p > 400$          | -              |

(fonte: SÃO PAULO, 2011).

Onde:

- a)  $I_p$  = Índice de propagação superficial de chama.
- b)  $D_m$  = Densidade específica ótica máxima.
- c)  $\Delta_t$  = Variação da temperatura no interior do forno.
- d)  $\Delta_m$  = Variação da massa no corpo de prova
- e)  $t_f$  = Tempo de flamejamento do corpo de prova.

Tabela 3 – Classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da NBR 9442 exceto revestimentos de piso

| Método de ensaio |   | ISO 1182   | EN 13823 (SBI)  | EN ISO 11925-2 (exp. = 30 s)     |
|------------------|---|--|---|----------------------------------|
| Classe           |   |  |   |                                  |
| I                |   | Incombustível<br>$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ ;<br>$\Delta m \leq 50\%$ ;<br>$t_f \leq 10 \text{ s}$ | -   | -                                |
| II               | A | Combustível  | FIGRA $\leq 120 \text{ W/s}$<br>LSF < canto do corpo de prova<br>THR600s $\leq 7,5 \text{ MJ}$<br>SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$ | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
|                  | B | Combustível  | FIGRA $\leq 120 \text{ W/s}$<br>LSF < canto do corpo de prova<br>THR600s $\leq 7,5 \text{ MJ}$<br>SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$      | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
| III              | A | Combustível  | FIGRA $\leq 250 \text{ W/s}$<br>LSF < canto do corpo de prova<br>THR600s $\leq 15 \text{ MJ}$<br>SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$  | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
|                  | B | Combustível  | FIGRA $\leq 250 \text{ W/s}$<br>LSF < canto do corpo de prova<br>THR600s $\leq 15 \text{ MJ}$<br>SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$       | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
| IV               | A | Combustível  | FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$<br>SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$   | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
|                  | B | Combustível  | FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$<br>SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$  | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s |
| V                | A | Combustível  | FIGRA $> 750 \text{ W/s}$<br>SMOGRA $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$  | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s |
|                  | B | Combustível  | FIGRA $> 750 \text{ W/s}$<br>SMOGRA $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ou TSP600s $> 200 \text{ m}^2$   | FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s |
| VI               |   | -  | -   | FS $> 150 \text{ mm}$ em 20 s    |

(fonte: SÃO PAULO, 2011).

## 3.7 TIPOS DE PROTEÇÃO

A proteção contra incêndio na edificação deve ser analisada sob dois aspectos distintos: a proteção ativa e a proteção passiva.

### 3.7.1 Proteção ativa

De acordo com a Resolução Técnica número 02 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2014b), proteção ativa são as medidas de segurança contra incêndio que dependem de uma ação inicial para o seu funcionamento, seja ela manual ou automática.

A definição de Brentano (2007, p.38, grifo do autor):

A **proteção ativa** envolve todas as formas de detecção, de alarme e de controle do crescimento do fogo até a chegada do corpo de bombeiros ou, então, a extinção de um princípio de incêndio já instalado. Estas ações são executadas por equipamentos de detecção, de alarme e de combate ao fogo, como sensores, detectores de fumaça e calor, sistemas de hidrantes, mangotinhos e chuveiros automáticos (“sprinklers”), extintores de incêndio, entre outros.

### 3.7.2 Proteção passiva

Conforme a Resolução Técnica número 02 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2014b), proteção passiva são as medidas de segurança contra incêndio que não dependem de ação inicial para o seu funcionamento.

A definição de Brentano (2007, p.38, grifo do autor):

A **proteção passiva** envolve todas as formas de proteção que devem ser consideradas no projeto arquitetônico para que não haja o surgimento ou, então, a redução da probabilidade de propagação e dos efeitos do incêndio já instalado, por causa das atividades desenvolvidas na edificação, com o objetivo de evitar a exposição dos ocupantes e da própria edificação ao fogo. Essas medidas são tomadas na fase de projeto edificação, através da localização adequada dos equipamentos capazes de provocar incêndios, compartimentação horizontal e vertical, proteção das aberturas entre ambientes, materiais adequados utilizados nos elementos estruturais e nos revestimentos, escadas protegidas, etc.

## 4 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE ACORDO COM A NORMA DE DESEMPENHO

A NBR 15.575/2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho), conhecida como norma de desempenho, objetiva atender as exigências dos usuários de edificações habitacionais em relação aos sistemas construtivos que as compõem.

Ela não se aplica a obras já concluídas, em andamento na data de entrada em vigor da respectiva norma, julho de 2013, a obras de reformas, a obras de *retrofit*<sup>2</sup> ou a edificações provisórias.

A forma de estabelecimento do desempenho é feita em função da definição de requisitos (qualitativos), de critérios (quantitativos), avaliados por métodos de avaliação, que permitem a mensuração do seu cumprimento. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

A exigência da norma, que visa sempre ao atendimento das exigências dos usuários, estabelece requisitos relativos ao desempenho térmico, acústico, lumínico e de **segurança contra incêndio**, que devem ser atendidos individualmente e isoladamente pela própria natureza conflitante dos critérios de medições. Devem ser considerados e atendidos os requisitos mínimos de desempenho para os diferentes sistemas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, grifo nosso).

### 4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os requisitos da norma de desempenho NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 15-16) possui um capítulo específico referente à segurança contra incêndio, que tem como objetivos:

- a. Proteger a vida dos ocupantes das edificações, em caso de incêndio;
- b. Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- c. Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;

---

<sup>2</sup> Revitalização de edificações antigas.

- d. Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

A norma também traz os objetivos principais para garantir a resistência ao fogo dos elementos estruturais NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 16):

- a. Possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança;
- b. Garantir condições para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (rescaldo e extinção);
- c. Evitar ou minimizar danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente.

## 4.2 NECESSIDADE DE DIFICULTAR O PRINCÍPIO DE INCÊNDIO

HARMATHY (1984 *apud* BERTO, 1991, p. 3) diz que “um edifício seguro contra incêndio pode ser definido como aquele em que há alta probabilidade de que todos os ocupantes sobrevivam a um incêndio sem sofrer qualquer ferimento e no qual os danos à propriedade serão confinados às vizinhanças imediatas ao local em que o fogo se iniciou”.

Dentro do sistema global de segurança contra incêndio, as medidas de proteção se manifestam quando as medidas de prevenção falham, ocasionando o surgimento do incêndio. (MITIDIARI, 2008, p.55).

Portanto, é de extrema importância garantir o funcionamento de medidas de proteção que dificultem o princípio de incêndio e controlem as principais fontes de surgimento de incêndios.

Duarte (2008) apresenta duas tabelas, uma com as possíveis causas de incêndios em São Paulo no ano de 2006 (tabela 4) e a outra com a natureza de incêndios em São Paulo no mesmo ano (tabela 5):

Tabela 4 – Causas possíveis de incêndio em São Paulo - 2006

| CAUSA POSSÍVEL   | INCÊNDIOS | PERCENTUAL |
|--|-----------|------------|
| OUTRAS CAUSAS  | 26.652    | 52,7%      |
| ATO INCENDIÁRIO  | 13.653    | 27,0%      |
| INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INADEQUADAS                      | 3.677     | 7,3%       |
| DISPLICÊNCIA AO COZINHAR                               | 1.059     | 2,0%       |
| PRÁTICA DE AÇÕES CRIMINOSAS                            | 966       | 1,9%       |
| IGNIÇÃO ESPONTÂNEA                                     | 909       | 1,8%       |
| BRINCADEIRA DE CRIANÇAS                                | 705       | 1,4%       |
| DISPLICÊNCIA DE FUMANTES COM PONTAS DE CIGARRO/FÓSFORO | 696       | 1,3%       |
| SUPERAQUECIMENTO DE EQUIPAMENTO                        | 591       | 1,2%       |

(Fonte: Anuário estatístico do CBPMESP).

Tabela 5 – Natureza de incêndios no Estado de São Paulo - 2006

| OCORRÊNCIA                            | TOTAL         | PERCENTUAL    |
|---------------------------------------|---------------|---------------|
| INCÊNDIO EM EDIFICAÇÃO                | 10.257        | 20,3%         |
| INCÊNDIO EM GLP DENTRO DE EDIFICAÇÃO  | 453           | 0,9%          |
| INCÊNDIO EM GLP FORA DE EDIFICAÇÃO    | 203           | 0,4%          |
| INCÊNCIO EM OBJETO FORA DE EDIFICAÇÃO | 792           | 1,6%          |
| INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO CULTIVADA       | 1.611         | 3,2%          |
| INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO NATURAL         | 19.123        | 37,9%         |
| INCÊNDIO EM VEÍCULO                   | 4.574         | 9,0%          |
| INCÊNDIOS DIVERSOS                    | 13.515        | 26,7%         |
| <b>TOTAL DE INCÊNDIO</b>              | <b>50.258</b> | <b>100,0%</b> |

(Fonte: Anuário estatístico do CBPMESP).

Ou seja, incêndios causados no sistema de GLP e em instalações elétricas inadequadas correspondem a uma parcela significativa das principais causas de incêndio em edificações, portanto, devem ser conduzidas com tal importância.

#### 4.2.1 Proteção contra descargas atmosféricas

Braga (2008) afirma que os incêndios podem ser ocasionados por fenômenos naturais, ou seja, todo incêndio cuja causa está relacionada com comportamentos da natureza ou anomalias da edificação, como por exemplo: raios.

De acordo com a NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 16), os edifícios multifamiliares devem ser providos de proteção contra descargas atmosféricas, atendendo ao estabelecido na ABNT NBR 5.419.

Para uma avaliação de necessidade de instalação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, uma análise de risco deve ser feita levando em consideração o número anual de

descargas atmosféricas que influenciam na estrutura, a probabilidade de dano por uma descarga atmosférica e a quantidade média de perdas causadas.

De acordo com a NBR 5.419 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015) esses fatores dependem basicamente de:

- a. Número de descargas atmosféricas: depende das dimensões e das características das estruturas e das linhas<sup>3</sup> conectadas, das características do ambiente da estrutura e das linhas, assim como da densidade de descargas atmosféricas para a terra na região onde estão localizadas a estrutura e linhas.
- b. Probabilidade de dano: depende da estrutura, das linhas conectadas, e das características da corrente da descarga atmosférica, assim como do tipo e da eficiência das medidas de proteção efetuadas.
- c. Quantidade média de perda: depende da extensão dos danos e dos efeitos consequentes, os quais podem ocorrer como resultado de uma descarga atmosférica.

Os principais tipos de SPDA utilizados são:

- a) Tipo Franklin: Consiste na utilização de um ou mais mastros com captadores de modo que todo volume da edificação a ser protegido fique dentro de uma zona espacial de proteção do sistema (figura 10), no interior do cone de proteção criado pelo para-raios.

Figura 10 – Zona espacial de proteção do SPDA tipo Franklin



Fonte: Endereço eletrônico Saber Elétrica<sup>4</sup>

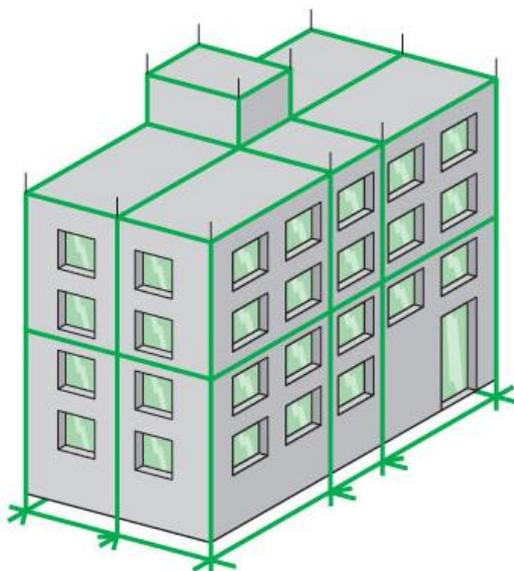
- b) Tipo Gaiola de Faraday: Consiste em instalar um sistema de captadores formado por condutores horizontais interligados em forma de malha, formando uma rede modular de condutores envolvendo todos os lados do volume a proteger

<sup>3</sup> Linha é a linha de energia ou linha de sinal conectada à estrutura a ser protegida (NBR 5.419-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015b, p.3)).

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.sabereletrica.com.br/projeto-de-spda/>> Acesso em setembro de 2017.

(cobertura e fachadas), criando assim uma espécie de "gaiola" (figura 11). Graças a essa disposição temos um campo elétrico nulo em seu interior, pois as cargas se distribuem de forma homogênea na parte mais externa da superfície condutora.

Figura 11 – Representação da Gaiola de Faraday



Fonte: Endereço eletrônico Sindiconet<sup>5</sup>

Recomenda-se a contratação de um profissional habilitado e capacitado para analisar se a unidade em estudo necessita ou não da instalação de um sistema de SPDA. Deverá ser elaborado o cálculo de necessidade do sistema, analisando sua viabilidade ou não e caso seja confirmado a necessidade do sistema, o projeto deverá atender na íntegra a NBR 5.419 do ano de 2015.

#### **4.2.2 Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas**

As instalações elétricas das edificações habitacionais devem ser projetadas de acordo com a ABNT NBR 5.410.

De acordo com Moreno (2008, p. 184):

---

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.sindiconet.com.br/informese/inspecao-dos-pararaios-manutencao-checkup-e-inspecao-predial>> Acesso em setembro de 2017.

A edição 2004 da ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão apresentam requisitos que influenciam diretamente a seleção das linhas elétricas em alguns tipos de locais, particularmente no que se refere à proteção contra incêndio.

A norma brasileira NBR 5.410 estabelece as condições mínimas a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de que sejam garantidas a segurança das pessoas e a preservação do patrimônio. No caso das pessoas, deseja-se evitar as consequências danosas de choques elétricos e queimaduras, enquanto que, em relação ao patrimônio, pretende-se evitar incêndios e seus resultados devastadores. (MORENO, 2008, p. 183).

### **4.2.3 Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás**

Conforme a NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 16), as instalações de gás devem ser projetadas e executadas de acordo com as NBR 13.523 e NBR 15.526.

Segundo o item 4.16, (letra c) da Resolução Técnica de Transição (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL, 2017, p. 11) há obrigatoriedade da instalação de central predial de gás liquefeito de petróleo no seguinte caso:

- c. Nas edificações residenciais, quando utilizada capacidade instalada superior a 39 kg, por unidade autônoma, ou para utilização de recipiente com capacidade nominal superior a 13 kg, e sempre que a altura da edificação for superior a 12 m.

A NBR 13.523 “estabelece os requisitos mínimos para projeto, montagem, alteração, localização e segurança das centrais de gás liquefeito de petróleo (GLP), para edificações comerciais, residenciais, industriais [...]” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 2).

De acordo com a NBR 13.523 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 4) “os recipientes estacionários e transportáveis de GLP devem estar situados no exterior das edificações, em ambientes ventilados” e devem obedecer aos afastamentos mínimos constantes na tabela 6 para recipientes individuais e tabela 7 para recipientes transportáveis.

Tabela 6 – Afastamento mínimo de segurança de recipientes individuais

| Afastamento de segurança de recipientes individuais<br>m   |  |                                     |                                 |                                      |  |           |   |                  |  |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|-----------|---|------------------|--|
| Capacidade individual do recipiente<br>m <sup>3</sup><br>h | Divisa de propriedades edificáveis /edificações <sup>d, f, n</sup> |                                     | Passeio público <sup>k, d</sup> | Entre recipientes                    | Aberturas abaixo da descarga da válvula de segurança |           | Fontes de ignição e outras aberturas (portas e janelas) e materiais combustíveis <sup>j</sup> |                  | Produtos tóxicos, perigosos, inflamáveis, chama aberta e ponto de captação de ar forçado <sup>i, m</sup> |
|  | Superfície <sup>a, c, e</sup>                                      | Enterrados / aterrados <sup>b</sup> |                                 |                                      | Abastecidos no local                                 | Trocáveis | Abastecidos no local  | Trocáveis        |  |
| Até 0,5 <sup>l</sup>                                       | 0 <sup>g, j</sup>  | 3 <sup>j</sup>                      | 3 <sup>j</sup>                  | 0                                    | 1  | 1         | 3 <sup>k</sup>  | 1,5 <sup>k</sup> | 6  |
| > 0,5 a 2  | 1,5 <sup>g, j</sup>  | 3 <sup>j</sup>                      | 3 <sup>j</sup>                  | 0                                    | 1,5  | –         | 3   | –                | 6  |
| > 2 a 5,5  | 3 <sup>g</sup>   | 3                                   | 3                               | 1                                    | 1,5  | –         | 3   | –                | 6  |
| > 5,5 a 8  | 7,5 <sup>g</sup>   | 3                                   | 7,5                             | 1                                    | 1,5  | –         | 3   | –                | 6  |
| > 8 a 120  | 15   | 15                                  | 15                              | 1,5                                  | 1,5  | –         | 3   | –                | 6  |
| > 120  | 22,5   | 15                                  | 22,5                            | 1/4 da soma dos diâmetros adjacentes | 1,5  | –         | 3   | –                | 6  |

(Fonte: NBR 13.523 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 5)).

Sendo que (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 10):

As distâncias de afastamento das edificações não consideram as projeções de complementos ou partes destas, como telhados, balcões e marquises.

Nos recipientes de superfície, as distâncias apresentadas são medidas a partir da superfície externa do recipiente mais próximo. A válvula de segurança dos recipientes estacionários deve estar fora das projeções da edificação, como telhados, balcões, marquises.

Para recipientes contidos em abrigos, com paredes laterais e cobertura resistente ao fogo, que se interpõe entre os recipientes e o ponto considerado, a distância pode ser reduzida à metade.

A parede resistente ao fogo deve ser totalmente fechada (sem aberturas) com resistência mecânica, construída com materiais aprovados, atendendo aos requisitos de estanqueidade e isolamento térmico da ABNT NBR 10.636, com tempo de resistência ao fogo mínimo de 2 h (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 10).

Tabela 7 – Afastamento mínimo de segurança para agrupamento de recipientes transportáveis

| Central de capacidade volumétrica total <sup>a</sup><br>m <sup>3</sup> | Divisa de propriedades edificáveis / edificações <sup>c, d</sup><br>m | Passeio público <sup>b, d</sup><br>m | Quantidade total de recipientes transportáveis |                         |                         |                         |
|--|---|--------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|  |   |                                      | P-45   | P-90                    | P-125                   | P-190                   |
|  |   |                                      | (0,108 m <sup>3</sup> )                        | (0,216 m <sup>3</sup> ) | (0,300 m <sup>3</sup> ) | (0,450 m <sup>3</sup> ) |
| Até 2,0  | 0   | 3                                    | 18   | 9                       | 6                       | 4                       |
| 2,1 a 3,5  | 1,5   | 3                                    | 19 a 32  | 10 a 16                 | 7 a 11                  | 5 a 7                   |
| 3,51 a 5,5   | 3   | 3                                    | 33 a 50  | 17 a 25                 | 12 a 18                 | 8 a 11                  |
| 5,51 a 8,0   | 7,5   | 3                                    | 51 a 74  | 26 a 37                 | 19 a 26                 | 12 a 16                 |
| Acima de 8 até 10  | 15  | 15                                   | 75 a 92 máximo                                 | 38 a 46 máximo          | 27 a 33 máximo          | 17 a 22 máximo          |

(Fonte: NBR 13.523 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 6)).

Para a tabela 7, observam-se os seguintes itens contidos nas notas de rodapé (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 11):

Caso o local destinado à instalação da central que utilize recipientes transportáveis não permita os afastamentos acima, a central pode ser subdividida com a utilização de paredes divisórias resistentes ao fogo com TRRF mínimo de 2 h, com comprimento e altura de dimensões superiores ao recipiente. Neste caso, deve se adotar o afastamento mínimo referente à capacidade total de cada subdivisão.

Para recipientes contidos em abrigos, com paredes laterais e cobertura resistente ao fogo interpondo-se entre os recipientes e o ponto considerado, a distância pode ser reduzida à metade.

Devem ser considerados também os afastamentos mínimos com relação à projeção das redes elétricas no plano horizontal, conforme tabela 8.

Tabela 8 – Afastamento para redes elétricas

| <b>Nível de tensão<br/>kV</b> | <b>Distância mínima<br/>m</b> |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ≤ 0,6                         | 1,8                           |
| Entre 0,6 e 23                | 3,0                           |
| ≥ 23                          | 7,5                           |

(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 12, adaptado pelo autor).

Os requisitos de proteção por extintores de incêndio e sinalização da central de GLP serão expostos no capítulo 6, que é o capítulo destinado ao projeto da edificação.

#### 4.3 EQUIPAMENTOS DE EXTINÇÃO, SINALIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

De acordo com a NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 18), os edifícios habitacionais multifamiliares devem dispor de sistemas de alarme (NBR 17.240), extinção por meio de extintores de incêndio e hidrantes ou mangotinhos (NBR 12.693 e NBR 13.714), sinalização de emergência (NBR 13.434 - Partes 1, 2 e 3) e iluminação de emergência (NBR 10.898) <sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Como as normas regulamentadoras são as mesmas para os sistemas de alarme de incêndio, iluminação de emergência, sinalização de emergência e sistemas de hidrantes e mangotinhos, tanto pela legislação do Estado do Rio Grande do Sul, quanto pela ABNT NBR 15.575, elas serão explanadas nos capítulos 5 e 6.

Os sistemas de prevenção e proteção contra incêndio de extintores de incêndio, iluminação de emergência e sinalização de emergência são obrigatórias para todas as edificações residenciais multifamiliares, independente do número de pavimentos ou altura descendente. Os procedimentos normativos que regulamentam os sistemas também são os mesmos usados no Rio Grande do Sul, só diferindo em relação aos extintores de incêndio<sup>7</sup>, que no Estado do Rio Grande do Sul é regulamentado pela Resolução Técnica número 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Sul.

Os sistemas de alarme de incêndio e hidrantes e mangotinhos, de acordo com a Tabela 6A do Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p.66), só são obrigatórios para edificações residenciais com altura descendente maior que 12 metros (tabela 9).

Tabela 9 – Edificações do grupo A com área maior que 750 m<sup>2</sup> ou altura superior a 12m.

| Grupo de ocupação e uso                            | GRUPO A – RESIDENCIAL                     |       |            |                |                |                |
|--|---|-------|------------|----------------|----------------|----------------|
| Divisão  | A-2, A-3 e Condomínios Residenciais       |       |            |                |                |                |
| Medidas de segurança contra incêndio               | Classificação quanto à altura (em metros) |       |            |                |                |                |
|  | Térea                                     | H ≤ 6 | 6 < H ≤ 12 | 12 < H ≤ 23    | 23 < H ≤ 30    | Acima de 30    |
| Acesso de Viaturas na Edificação                   | X   | X     | X          | X              | X              | X              |
| Segurança Estrutural em Incêndio                   | -   | -     | -          | X              | X              | X              |
| Compartimentação Vertical                          | -   | -     | -          | X <sup>1</sup> | X <sup>1</sup> | X <sup>1</sup> |
| Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento | -   | -     | -          | X              | X              | X              |
| Saídas de Emergência                               | X   | X     | X          | X              | X              | X <sup>2</sup> |
| Brigada de Incêndio                                | X   | X     | X          | X              | X              | X              |
| Iluminação de Emergência                           | X   | X     | X          | X              | X              | X              |
| Alarme de Incêndio                                 | -   | -     | -          | X <sup>3</sup> | X              | X              |
| Sinalização de Emergência                          | X   | X     | X          | X              | X              | X              |
| Extintores   | X   | X     | X          | X              | X              | X              |
| Hidrantes e Mangotinhos                            | -   | -     | -          | X              | X              | X              |

(Tabela 6.A: Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 66)).

<sup>7</sup> O sistema de extintores de incêndio possui normativas distintas, mas as peculiaridades de cada e a forma que foi levada em consideração no projeto também serão explicadas nos capítulos 5 e 6.

#### 4.4 FACILIDADE DE FUGA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

O objetivo fundamental das saídas de emergência é permitir que os ocupantes da edificação possam se deslocar por seus próprios meios, com segurança, tranquilidade e rapidez para um lugar livre da ação do fogo, calor, gases tóxicos e fumaça por ocasião de um incêndio, a partir de qualquer ponto da edificação, independentemente do local de origem do fogo. (BRENTANO, 2016).

As rotas de saída de emergência dos edifícios devem atender ao disposto na NBR 9.077, de acordo com a NBR 15.575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 16). A legislação estadual solicita a utilização da Resolução Técnica 11 parte 01 do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Sul.

No capítulo 6 será destinado um subcapítulo exclusivo para tratar das principais diferenças presentes no dimensionamento das saídas de emergência pela NBR 9.077 e pela legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul.

##### 4.4.1 Cálculo populacional

Para o dimensionamento das saídas de emergência é fundamental conhecer a população da edificação. O cálculo é realizado levando em consideração o tipo de ocupação em questão, conforme tabela 10.

Tabela 10 – Dados para o dimensionamento das saídas – NBR 9.077

| Ocupação |          | População <sup>(A)</sup>   | Capacidade da U. de passagem |                                 |        |
|----------|----------|--|------------------------------|---------------------------------|--------|
| Grupo    | Divisão  |  | Acessos e descargas          | Escadas <sup>(B)</sup> e rampas | Portas |
| A        | A-1, A-2 | Duas pessoas por dormitório <sup>(C)</sup>   | 60                           | 45                              | 100    |
|          | A-3      | Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento <sup>(D)</sup> |                              |                                 |        |
| B        | -        | Uma pessoa por 15,00 m <sup>2</sup> de área <sup>(E) (G)</sup>                                     |                              |                                 |        |

(Tabela 5: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 29)).

É importante atentar para as notas, pois elas especificam o cálculo e os parâmetros que devem ser utilizados para determinada ocupação, como segue, por exemplo para o cálculo da população de uma edificação residencial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011, p. 30):

(C) Em apartamentos de até dois dormitórios, a sala deve ser considerada como dormitório; em apartamentos maiores (três e mais dormitórios), as salas de costura, gabinetes e outras dependências que possam ser usadas como dormitórios (inclusive para empregadas) são consideradas como tais. Em apartamentos mínimos, sem divisões em planta, considera-se uma pessoa para cada 6 m<sup>2</sup> de área de pavimento;

(D) Alojamento = dormitório coletivo, com mais de 10,00 m<sup>2</sup>.

Para o cálculo da população de uma edificação residencial, não são consideradas as áreas de terraços, sacadas e assemelhados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

#### 4.4.2 Dimensionamento das saídas de emergência

O dimensionamento das saídas de emergência compreende os seguintes itens (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 5):

- a. Acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- b. Escadas ou rampas;
- c. Descarga.

Devem ser observados os seguintes critérios para o dimensionamento das saídas de emergência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 5):

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

A largura das saídas, isto é, dos acessos, escadas, descargas, e outros, é dada pela fórmula (2):

$$N = \frac{P}{C} \quad (2)$$

- a) N = Número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro;
- b) P = População, conforme coeficientes da tabela 8;
- c) C = Capacidade da unidade de passagem, conforme tabela 8.

A unidade de passagem é a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55 m, ou seja, é o número de pessoas que passa por esta unidade em 1 min. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 4).

A largura mínima das saídas e das descargas, em qualquer caso, deve ser de 1,10 m, correspondendo a duas unidades de passagem.

#### 4.4.3 Tipo de escada

A NBR 9.077 faz algumas exigências para as escadas de emergência da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 8):

- a. Quando enclausuradas, serem constituídas com material incombustível;
- b. Quando não enclausuradas, além da incombustibilidade, oferecer nos elementos estruturais resistência ao fogo de, no mínimo, 2 h;
- c. Ter os pisos dos degraus e patamares revestidos com materiais resistentes à propagação superficial de chama, isto é, com índice "A" da NBR 9442;
- d. Ser dotados de guardas em seus lados abertos, conforme 4.4.4;
- e. Ser dotadas de corrimãos, conforme 4.4.4;
- f. Atender a todos os pavimentos, acima e abaixo da descarga, mas terminando obrigatoriamente no piso desta, não podendo ter comunicação direta com outro lanço na mesma prumada;
- g. Os acessos devem permanecer livres de quaisquer obstáculos, tais como móveis divisórias móveis, locais para exposição de mercadorias, e outros, de forma permanente, mesmo quando o prédio esteja supostamente fora de uso;
- h. Ter os pisos com condições antiderrapantes, e que permaneçam antiderrapantes com o uso.

Serão abordadas as especificações das escadas enclausuradas protegidas, que serão o objeto de análise deste trabalho.

As escadas enclausuradas protegidas são escadas devidamente ventiladas situadas em ambiente envolvido por paredes corta-fogo e dotadas de portas resistentes ao fogo e que devem seguir alguns critérios de acordo com a NBR 9.077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, grifo nosso):

- a. Ter suas caixas isoladas por paredes resistentes a 2 h de fogo, no mínimo;
- b. Ter as portas de acesso a esta caixa de escada resistente ao fogo por **30 min (PRF)**, e, preferencialmente, dotado de vidros aramados transparentes com 0,50 m<sup>2</sup> de área, no máximo;

- c. Ser dotadas, em todos os pavimentos (exceto no da descarga, onde isto é facultativo), de janelas abrindo para o espaço livre exterior;
- d. Ser dotadas de alçapão de alívio de fumaça (alçapão de tiragem) que permita a ventilação em seu término superior, com área mínima de 1,00 m<sup>2</sup>.

As escadas das janelas enclausuradas protegidas deverão respeitar os seguintes requisitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001):

- a. Estar situadas junto ao teto, estando o peitoril, no mínimo, a 1,10 m acima do piso do patamar ou degrau adjacente e tendo largura mínima de 80 cm;
- b. Ter área de ventilação efetiva mínima de 0,80 m<sup>2</sup>, em cada;
- c. Ser dotadas de vidros de segurança aramados ou temperados, com área máxima de 0,50 m<sup>2</sup> cada um, quando distarem menos de 3,00 m, em projeção horizontal, de qualquer outra abertura no mesmo prédio, no mesmo nível ou em nível inferior ao seu ou à divisa do lote, podendo esta distância ser reduzida para 1,40 m, no caso de aberturas no mesmo plano de parede e no mesmo nível;
- d. Ser construídas em perfis reforçados de aço, com espessura mínima de 3 mm, sendo vedado o uso de perfis ocos, chapa dobrada, alumínio, madeira, plástico, e outros;
- e. Ter, nos caixilhos móveis, movimento que não prejudique o tráfego da escada e não ofereça dificuldade de abertura ou fechamento, em especial da parte obrigatoriamente móvel junto ao teto, sendo que de preferência do tipo basculante, sendo vedados os tipos de abrir com o eixo vertical e “maximar”.

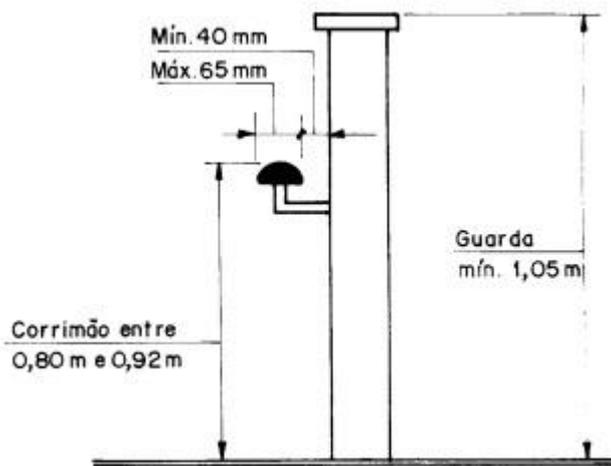
#### **4.4.4 Guarda-corpo e corrimão**

Guarda-corpos são barreiras protetoras verticais, maciça ou não, que delimitam as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, balcões, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

Toda saída de emergência deve ser protegida de ambos os lados por paredes ou guarda-corpos contínuos, sempre que houver qualquer desnível maior de 19 cm, para evitar quedas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

A altura das guardas, internamente, deve ser, no mínimo, de 1,05 m ao longo dos patamares, corredores, mezaninos, e outros (figura 12), podendo ser reduzida para até 92 cm nas escadas internas, quando medida verticalmente do topo da guarda a uma linha que una as pontas dos bocéis ou quinas dos degraus.

Figura 12 – Dimensões de guarda-corpos e corrimãos



(Fonte: NBR 9.077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 17)).

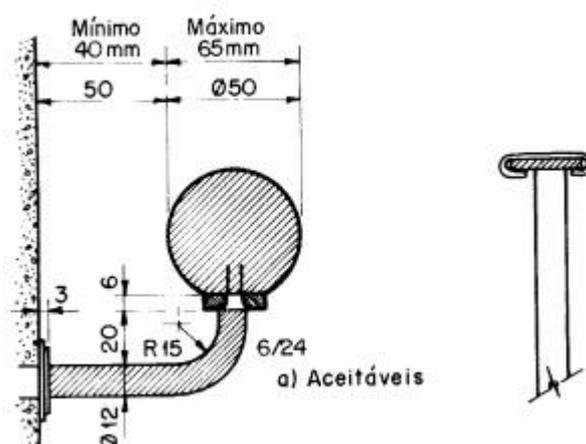
As guardas constituídas por balaustradas, grades, telas e assemelhados, isto é, as guardas vazadas, devem:

- a. Ter balaústres verticais, longarinas intermediárias, grades, telas, vidros de segurança laminados ou aramados e outros, de modo que uma esfera de 15 cm de diâmetro não possa passar por nenhuma abertura;
- b. Ser isentas de aberturas, saliências, reentrâncias ou quaisquer elementos que possam enganchar em roupas;
- c. Ser constituídas por materiais não estilhaçáveis, exigindo-se o uso de vidros aramados ou de segurança laminados, se for o caso.

Corrimão é uma “barra, cano ou peça similar, com superfície lisa, arredondada e contínua, localizada junto às paredes ou guardas de escadas, rampas ou passagens para as pessoas nela se apoiarem ao subir, descer ou se deslocar”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

Os corrimãos devem ser projetados de forma a poderem ser agarrados fácil e confortavelmente, permitindo um contínuo deslocamento da mão ao longo de toda a sua extensão, sem encontrar quaisquer obstruções, arestas ou soluções de continuidade. No caso de secção circular, seu diâmetro varia entre 38 mm e 65 mm (figura 13). Os corrimãos devem estar afastados 40 mm, no mínimo, das paredes ou guardas às quais forem fixados. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 17).

Figura 13 – Pormenores do corrimão



(Fonte: NBR 9.077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 18)).

Não são aceitáveis, em saídas de emergência, corrimãos constituídos por elementos com arestas vivas, tábuas largas, e outros. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 17).

#### 4.4.5 Distância máxima a ser percorrida

A adoção de distâncias máximas a serem percorridas tem como objetivo a proteção da vida humana com a diminuição do tempo de exposição aos produtos resultantes da combustão, como as chamas, o calor, a fumaça e os gases tóxicos. (BRENTANO, 2016).

A característica construtiva da edificação, a ocupação, o número de saídas e a presença de sistemas automáticos de extinção de incêndio influenciam a distância máxima a ser percorrida (tabela 11) por um usuário até a saída da edificação em um local seguro.

Tabela 11 – Distâncias máximas a serem percorridas NBR 9.077

| Tipo de edificação | Grupo e divisão de ocupação     | Sem chuveiros automáticos |                   | Com chuveiros automáticos |                   |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|                    |                                 | Saída única               | Mais de uma saída | Saída única               | Mais de uma saída |
| X                  | Qualquer                        | 10,00 m                   | 20,00 m           | 25,00 m                   | 35,00 m           |
| Y                  | Qualquer                        | 20,00 m                   | 30,00 m           | 35,00 m                   | 45,00 m           |
| Z                  | C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I | 30,00 m                   | 40,00 m           | 45,00 m                   | 55,00 m           |
|                    | A, B, G-1, G-2, J               | 40,00 m                   | 50,00 m           | 55,00 m                   | 65,00 m           |

(Fonte: NBR 9.077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 30)).

A característica construtiva é determinada de acordo com a tabela 12:

Tabela 12 – Classificação das edificações quanto a sua característica construtiva

| Código | Tipo  | Especificação  | Exemplos   |
|--------|---|--|--|
| X      | Edificações em que a propagação do fogo é fácil   | Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis  | Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros  |
| Y      | Edificações com mediana resistência ao fogo       | Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos | Edificações com paredes-cortinas de vidro ("cristaleiras"); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros |
| Z      | Edificações em que a propagação do fogo é difícil | Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos                             | Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com abas prolongando os entrepisos e outros                                |

(Fonte: NBR 9.077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 29)).

Para enquadramento na característica construtiva Z, a NBR 9.077 exige os seguintes requisitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 6-7):

- a. Tenha paredes externas com resistência ao fogo igual ou superior à da estrutura, resistindo, pelo menos, a 2h de fogo;
- b. Tenha isolamento entre pavimentos, o qual é obtido por afastamentos mínimos de 1,20 m entre vergas e peitoris de aberturas situadas em pavimentos consecutivos, com parede ou viga com resistência ao fogo igual à exigida para a laje de entepiso e nunca inferior a 2 h; esta distância entre aberturas pode ser substituída por aba horizontal que avance 0,90 m da face da edificação, solidária com o entepiso e com mesma resistência ao fogo deste;
- c. Tenha isolamento entre unidades autônomas.

Para que as unidades autônomas sejam consideradas isoladas entre si, devem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001, p. 7):

- a. Ser separadas entre si e das áreas de uso comum por paredes resistentes a 2 h de fogo; 4 h de fogo se em edifício alto (tipo 0<sup>8</sup>);
- b. Ser dotadas de portas resistentes ao fogo quando em comunicação com os acessos;
- c. Ter as aberturas situadas em lados opostos de paredes divisórias entre unidades autônomas e afastamentos de 1,00 m entre si; esta distância pode ser substituída por moldura vertical, perpendicular ao plano das aberturas, com 0,50 m de saliência sobre ele e ultrapassando 0,30 m a verga da abertura mais alta;
- d. Ter as aberturas situadas em paredes paralelas, perpendiculares ou oblíquas entre si, que pertençam a unidades autônomas distintas; afastamento mínimo de 1,50 m.

#### 4.5 DESEMPENHO ESTRUTURAL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Entende-se como um dos riscos à vida humana em uma situação de incêndio, o desabamento dos elementos construtivos constituintes da edificação sob os usuários ou equipe de combate ao incêndio. Para que essa possibilidade seja minimizada, é de fundamental importância garantir a resistência ao fogo dos elementos principais de sustentação do edifício e de áreas destinadas à evacuação do local, principalmente em edifícios de maior porte, onde o tempo estimado para desocupação é difícil de ser avaliado.

A NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) especifica os tempos requeridos de resistência ao fogo dos principais elementos constituintes de uma edificação.

##### 4.5.1 Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação

De acordo com a NBR 15.575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 21):

Os sistemas ou elementos de vedação vertical que integram as edificações habitacionais devem atender à ABNT NBR 14.432 para controlar os riscos de propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação em situação de incêndio.

---

<sup>8</sup> Altura descendente maior que 30 metros.

As paredes estruturais devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 min, assegurando neste período condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, no caso de edificações habitacionais de até cinco pavimentos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 21).

As paredes de geminação (paredes entre unidades) de casas térreas geminadas e de sobrados geminados, bem como as paredes entre unidades habitacionais e que fazem divisa com as áreas comuns nos edifícios multifamiliares, são elementos de compartimentação horizontal e devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 min, considerando os critérios de avaliação relativos à estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, no caso de edifícios até cinco pavimentos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 21).

O tempo requerido de resistência ao fogo deve ser considerado, entretanto, conforme a ABNT NBR 14.432, considerando a altura da edificação habitacional, para os demais casos. (tabela 13)

Tabela 13 – Tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF), em minutos.

| Grupo | Ocupação/uso                                | Divisão  | Profundidade do subsolo                        |  | Altura da edificação             |   |  |  |                                   |
|-------|---|--|--|--|----------------------------------|---|--|--|-----------------------------------|
|       |   |  | Classe S <sub>2</sub><br>h <sub>s</sub> > 10 m | Classe S <sub>1</sub><br>h <sub>s</sub> ≤ 10 m | Classe P <sub>1</sub><br>h ≤ 6 m | Classe P <sub>2</sub><br>6 m < h ≤ 12 m | Classe P <sub>3</sub><br>12 m < h ≤ 23 m | Classe P <sub>4</sub><br>23 m < h ≤ 30 m | Classe P <sub>5</sub><br>h > 30 m |
| A     | Residencial                                 | A-1 a A-3                                      | 90   | 60 (30)  | 30                               | 30                                      | 60                                       | 90                                       | 120                               |
| B     | Serviços de 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                               |

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 7).

#### 4.5.2 Resistência ao fogo de elementos de cobertura

Entende-se como elemento estrutural de cobertura, conforme NBR 14.432 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 5), “aquelas peças que têm por função

básica suportá-la, tais como tesouras, vigas de cobertura, terças, etc., além das lajes e contraventamentos no plano da cobertura, não incluindo outros elementos tais como pilares e contraventamentos verticais”.

Brentano (2016, p. 132) afirma que as coberturas também merecem atenção, pois através delas pode haver a propagação do fogo entre edificações.

A resistência ao fogo da estrutura do sistema de cobertura deve atender aos requisitos da NBR 14.432, considerando um **valor mínimo de 30 min.** (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 18, grifo do autor).

No caso de unidade habitacional unifamiliar geminada de até dois pavimentos, devem ser atendidas as seguintes condições:

- a. Na cozinha e ambiente fechado que abriguem o equipamento de gás, o valor da resistência ao fogo mínima do SC é de 30 min;
- b. Se nos demais ambientes o SC não atender a esta condição, deve ser previsto um septo vertical entre as unidades habitacionais ao fogo mínima de 30 min.

No caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada, de até dois pavimentos, é requerida resistência ao fogo de 30 min. somente na cozinha e em ambiente fechado que abriguem equipamento de gás. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 18).

A resistência ao fogo é comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5.628.

### **4.5.3 Resistência ao fogo de entrepisos**

Os entrepisos propriamente ditos, bem como as vigas que lhe dão sustentação, devem atender aos critérios de resistência ao fogo conforme definido a seguir, destacando-se que os tempos requeridos referem-se à categoria corta-fogo, onde são considerados os critérios de isolamento térmico, estanqueidade e estabilidade (ABNT NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 12)).

- a. Unidades habitacionais assobradas, isoladas ou geminadas: 30 min;
- b. Edificações multifamiliares até 12 m de altura: 30 min;
- c. Edificações multifamiliares com altura acima de 12 m e até 23 m: 60 min;

- d. Edificações multifamiliares com altura acima de 23 m e até 30 m: 90 min;
- e. Edificações multifamiliares com altura acima de 30 m e até 120 m: 120 min;
- f. Edificações multifamiliares com altura acima de 120 m: 180 min;
- g. Subsolos: no mínimo igual ao dos pisos elevados da edificação e não menos que 60 min para alturas descendentes até 10 m e não menos que 90 min para alturas descendentes superiores a 10 m.

As lajes corta-fogo podem ser de concreto armado ou protendido ou pela composição de outros materiais que garantam a estabilidade e a separação física dos pavimentos, garantindo que todas as aberturas sejam protegidas por elementos corta-fogo (BRENTANO, 2015).

## 4.6 EXIGÊNCIAS PARA DIFICULTAR INFLAMAÇÃO GENERALIZADA E LIMITAR A FUMAÇA

Silva (2008, p. 135) afirma que “a principal causa de óbitos, em incêndios, é a exposição à fumaça tóxica ou asfíxiante que ocorre nos primeiros momentos do sinistro”.

Marcatti (2008) complementa que para retardar o crescimento do incêndio (inflamação generalizada) e impedir uma grande emissão de fumaça dos materiais, é fundamental a utilização de proteções passivas incorporadas à edificação, como o controle de materiais de acabamento e revestimento.

### 4.6.1 Reação ao fogo – faces internas e miolo de paredes

A ABNT NBR 15.575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 18-19) especifica que para as superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e ambas as superfícies das vedações verticais internas devem classificar-se como:

- a. I, II-A ou III-A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- b. I, II-A, III-A ou IV-A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- c. I ou II-A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;
- d. I ou II-A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com  $D_m$  inferior a 100.

Os materiais empregados no meio das paredes (miolo) – externas ou internas – devem ser classificados como I, II-A ou III-A.

## 4.6.2 Reação ao fogo – fachadas

De acordo com a ABNT NBR 15.575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 21) as superfícies externas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como:

- b. I ou II-B.

A classe II-B é permitida somente para revestimentos externos de fachada por tratar-se de ambiente externo, onde a fumaça ocasionada do incêndio não é tão prejudicial à segurança dos ocupantes da edificação.

## 4.6.3 Reação ao fogo – sistema de cobertura

### 4.6.3.1 Reação ao fogo – faces internas do sistema de cobertura

A NBR 15.575-5 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 14) determina que para a superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros, ambas as superfícies de materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos e outros incorporados, devem classificar-se como:

- a. I, II-A ou III-A;
- b. I, II-A, para os espaços de cozinhas.

O método de ensaio utilizado como base de avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o especificado na NBR 9.442, devendo ser feito o ensaio de acordo com a EN 13.823 quando ocorrer alguma das situações especificadas no item 3.6.2.

Na impossibilidade de classificação conforme a NBR 9.442 ou conforme a tabela 2, pode ser realizado ensaio por meio do método UBC 26.3, sendo os requisitos estabelecidos em termos por meio do índice de propagação superficial de chamas.

A NBR 15.575-5 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 14) também determina algumas premissas de projeto:

- a. As circulações (corredores) que dão acesso às saídas de emergência enclausuradas devem possuir classificação Classe I ou Classe II-A e as saídas de emergência (escadas, rampas, etc.), Classe I ou Classe II-A, com  $D_m$  inferior à 100.

- b. Os materiais utilizados como revestimento, acabamento, isolamento térmico e absorvente acústico no interior dos poços de elevadores, montacargas e *shafts*, devem ser enquadrados na Classe I ou Classe II-A, com Dm inferior a 100.

#### 4.6.3.2 Reação ao fogo – faces externas do sistema de cobertura

A ABNT NBR 15.575-5 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 17) determina que para a face externa do sistema de cobertura, devem classificar-se como:

- a. I, II ou III

O método de ensaio utilizado como base de avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o especificado na NBR 9.442, não podendo ser enquadrado pelas tabelas 2 e 3 quando ocorrer alguma das situações especificadas no item 3.6.2.

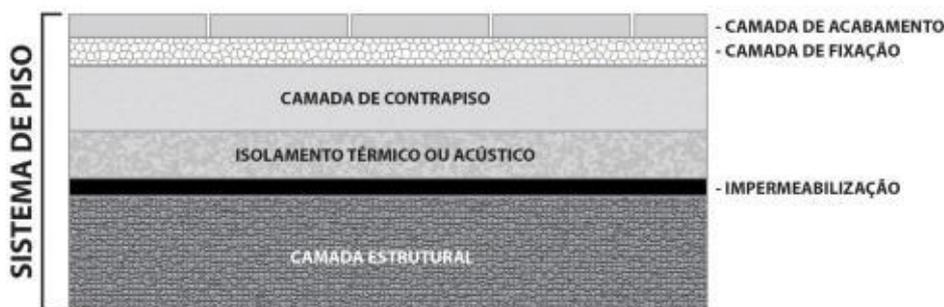
Para estes casos os critérios de avaliação são (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, p.17):

- a. Propagação de chama interna e externa no sentido ascendente deve ser inferior a 700 mm;
- b. Propagação de chama interna e externa no sentido descendente deve ser inferior a 600 mm;
- c. Comprimento máximo interno e externo queimado deve ser inferior a 800 mm;
- d. Ocorrências de aberturas isoladas na cobertura devem ser inferiores ou iguais a 25 mm<sup>2</sup>;
- e. Soma de todas as aberturas na cobertura deve ser inferior a 4500 mm<sup>2</sup>;
- f. Propagação lateral não pode alcançar as extremidades do corpo de prova;
- g. Não pode ocorrer o desprendimento de gotas ou partículas em chamas;
- h. Não pode ocorrer a penetração de partículas em chamas no interior do sistema;
- i. Não pode ocorrer abrasamento interno do material da cobertura.

#### 4.6.4 Reação ao fogo – sistema de piso

O sistema de piso, definido na NBR 15.575-3, é composto por um conjunto parcial ou total de camadas (por exemplo, camada estrutural, camada de contrapiso, camada de fixação, camada de acabamento) destinado a atender sua função de estrutura, vedação e tráfego (figura 14).

Figura 14 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c, p. 4).

#### 4.6.4.1 Reação ao fogo – face inferior do sistema de piso

De acordo com a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 8), a face inferior do sistema de piso (camada estrutural<sup>9</sup>) deve classificar-se como:

- a. I ou II-A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- b. I, II-A ou III-A, quando estiverem associadas a outros locais interno da habitação, exceto cozinhas;
- c. I ou II-A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;
- b. I ou II-A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, de poços de elevadores e monta-cargas e de átrios, porém, com Dm igual ou inferior a 100.

#### 4.6.4.2 Reação ao fogo – face superior do sistema de piso

Segundo a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 8), a face superior do sistema de piso, composto pela camada de acabamento, incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, devem classificar-se como:

- a. I, II-A, III-A ou IV-A em todas as áreas da edificação, com exceção do interior das escadas;
- b. I ou II-A, quando estiverem associados ao interior das escadas, com Dm menor ou igual a 100.

<sup>9</sup> Constitui o elemento resistente às diversas cargas do sistema de pisos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 5).

#### 4.7 SELAGEM CORTA-FOGO EM *SHAFTS*, PRUMADAS ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS

Todas as aberturas que pode haver nas lajes e paredes de uma edificação, por menores que sejam, como frestas e rachaduras, espaços perimetrais entre canalizações e paredes e lajes, juntas de dilatação espaços entre cabos elétricos e feixes de cabos, entre marcos de portas e paredes, etc., aparentemente inofensivas por serem quase imperceptíveis e, por isso, desconsideradas no projeto de proteção contra o fogo, mais por desconhecimento que por omissão dos profissionais, também devem ser bem vedados com produtos de proteção apropriados (BRENTANO, 2015, p. 161).

A NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 13, grifo nosso), preconiza:

As aberturas existentes nos pisos para as transposições das instalações elétricas e hidráulicas devem ser dotadas de selagem corta-fogo, apresentando tempo de resistência ao fogo **idêntico ao requerido para o sistema de piso**, levando em consideração a altura da edificação.

Brentano (2015, p. 166) ressalta que como os materiais das canalizações são rígidos, diferentes e com coeficientes de dilatação térmica variados, a vedação destas aberturas deve ser feita com materiais flexíveis, que permitam pequenos movimentos diferenciados.

A resistência da selagem corta-fogo, considerada como um tipo de vedador, deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a ABNT NBR 6.479.

#### 4.8 SELAGEM CORTA-FOGO EM TUBULAÇÕES DE MATERIAIS POLIMÉRICOS

As tubulações de materiais poliméricos com diâmetro interno superior a 40 mm que passam através do sistema de piso devem receber proteção especial representada por selagem capaz de fechar o buraco deixado pelo tubo ao ser consumido pelo fogo abaixo do piso. Tais selos podem ser substituídos por prumadas enclausuradas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 13).

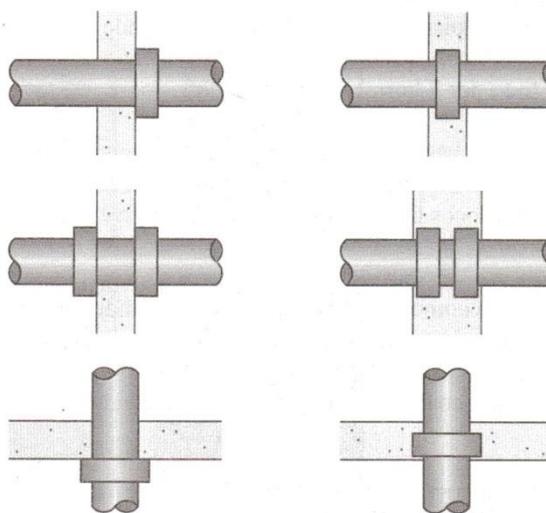
De acordo com Brentano (2015, p. 162):

É necessário aplicar materiais intumescentes nos espaços perimetrais nas aberturas entrepisos ou paredes corta-fogo e os tubos e eletrodutos combustíveis (PVC,

CPVC, ABS, PEX e PPR), porque à medida que as paredes dos tubos forem sendo consumidas pelo calor ou fogo, o selante se expande, ocupando todos os espaços criados, mantendo a vedação.

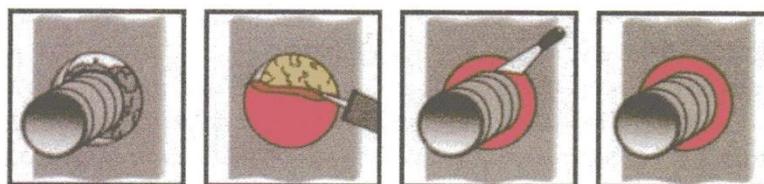
Brentano (2015, p. 163) também recomenda que para canalizações com diâmetro interno superiores a 40 mm devem ser encaixados anéis ou luvas com corpo em aço e preenchidos com selante intumescente no entorno das canalizações nas entradas e saídas das aberturas de passagem em paredes e lajes corta-fogo, capaz de fechar o buraco deixado pelo tubo ao ser consumido pelo fogo de um dos lados ou em ambos os lados da parede ou entrepisso (figura 15 e 16).

Figura 15 – Anéis e luvas com selante intumescentes



(fonte: BRENTANO, 2015, p. 163).

Figura 16 – Selagem corta-fogo para tubos de plástico



(fonte: BRENTANO, 2015, p. 163).

#### 4.9 REGISTROS CORTA-FOGO NAS TUBULAÇÕES DE VENTILAÇÃO

“As tubulações de ventilação e ar-condicionado que transpassarem os pisos devem ser dotadas de registros corta-fogo, devidamente instalados no nível de cada piso, apresentando

resistência ao fogo igual à requerida para o sistema de piso” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 14).

Brentano (2015) comenta que essas tubulações devem receber especial atenção, pois possuem área seccional maior, tornando-se um grande caminho para a passagem rápida do fogo de um setor ou ambiente compartimentado para outro.

A NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 15, grifo nosso) ressalta que “caso o registro não possa ser instalado em algum tipo de tubulação, como é o caso daquelas destinadas à pressurização de escadas, toda a tubulação deve apresentar tempo de resistência ao fogo de no **mínimo 120 min**, porém não inferior ao tempo de resistência ao fogo requerido para a edificação”.

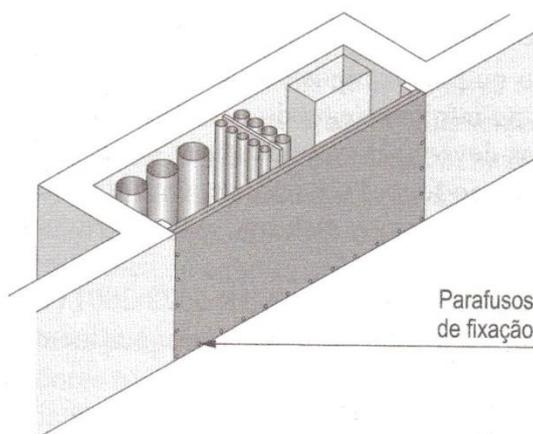
#### 4.10 PRUMADAS ENCLAUSURADAS

Conforme a NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 15):

As prumadas totalmente enclausuradas por onde passam as instalações de serviço, como esgoto e águas pluviais, não necessitam ser seladas, desde que as paredes que as compoñham sejam corta-fogo e apresentem resistência ao fogo no mínimo idêntica àquela requerida para o piso (figura 17).

Entretanto, as derivações das instalações localizadas nestas prumadas devem ser seladas, considerando tempo de resistência ao fogo idêntico ao requerido para o sistema de piso.

Figura 17 – Proteção de *shaft* por parede corta-fogo e uma placa de vedação de silicato de cálcio



(fonte: BRENTANO, 2015, p. 167).

#### 4.11 PRUMADAS DE VENTILAÇÃO PERMANENTES

A NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 14) especifica:

Os dutos de ventilação e exaustão permanentes de banheiros, integralmente compostos por materiais incombustíveis, ou seja, classe I, e cujas paredes ou tubulações que os constituam sejam corta-fogo, apresentando resistência ao fogo, no mínimo idêntica ao sistema de piso, devem ter todas as suas derivações nos banheiros protegidas por grades de material intumescente, cuja resistência ao fogo mínima seja idêntica à do sistema de piso.

Caso estas condições não sejam atendidas, as tomadas de ar em cada derivação devem ser protegidas por registros corta-fogo, atendendo aos critérios de 4.9.

O enquadramento dos materiais na categoria I (incombustíveis) é feita com base no método de ensaio ISO 1.182. A resistência ao fogo das paredes corta-fogo deve ser comprovada por meio de ensaios conforme a NBR 10.636. A resistência ao fogo das grades, consideradas como um tipo de vedador deve ser comprovado por meio de ensaios conforme a NBR 6.479.

#### 4.12 PRUMADAS DE LAREIRAS, CHURRASQUEIRAS, VARANDAS GOURMET E SIMILARES

Os dutos de exaustão de lareiras, churrasqueiras, varandas *gourmet* e similares devem ser integralmente compostos por materiais incombustíveis, e devem ser dispostos de forma a não implicarem risco de propagação de incêndio entre pavimentos, ou no próprio pavimento onde se originam. Devem também atender somente uma lareira ou churrasqueira e/ou as conexões com aprumada coletiva. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 15).

#### 4.13 ESCADAS, ELEVADORES E MONTA-CARGAS

As caixas de corrida ou poços de elevadores comuns e os poços destinados a monta-cargas devem ser fechados por paredes corta-fogo de compartimentação, devidamente consolidadas aos entrepisos com as mesmas condições de resistência ao fogo que as caixas de escada e antecâmaras (BRENTANO, 2016).

A ABNT NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), faz as seguintes recomendações quanto à resistência das paredes das escadas enclausuradas:

- a. 120 min. – Altura da edificação não superar 120 m;
- b. 180 min. – Altura da edificação superior a 120 m.

Também especifica o tempo de requerido de resistência ao fogo das portas corta-fogo, quando o *hall* de acesso à escada for isento de carga de incêndio:

- a. 60 min. – Para escadas com antecâmara;
- b. 90 min. – Para escadas sem antecâmara.

Quando houver carga de incêndio no *hall* de acesso à escada, as portas corta-fogo deverão apresentar resistência, de no mínimo, 120 minutos.

A ABNT NBR 15.575-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), também faz menção quanto à resistência das portas de andar de elevadores e monta-cargas, quando estiverem localizados em *hall*, isento de carga de incêndio:

- a. 30 min. – Tipo para-chamas, para *hall* de acesso isento de carga de incêndio;
- b. Tipo corta-fogo, com resistência igual ao sistema de entrepisos, para *hall* de acesso com de carga de incêndio;

## 5 NORMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NO RIO GRANDE DO SUL

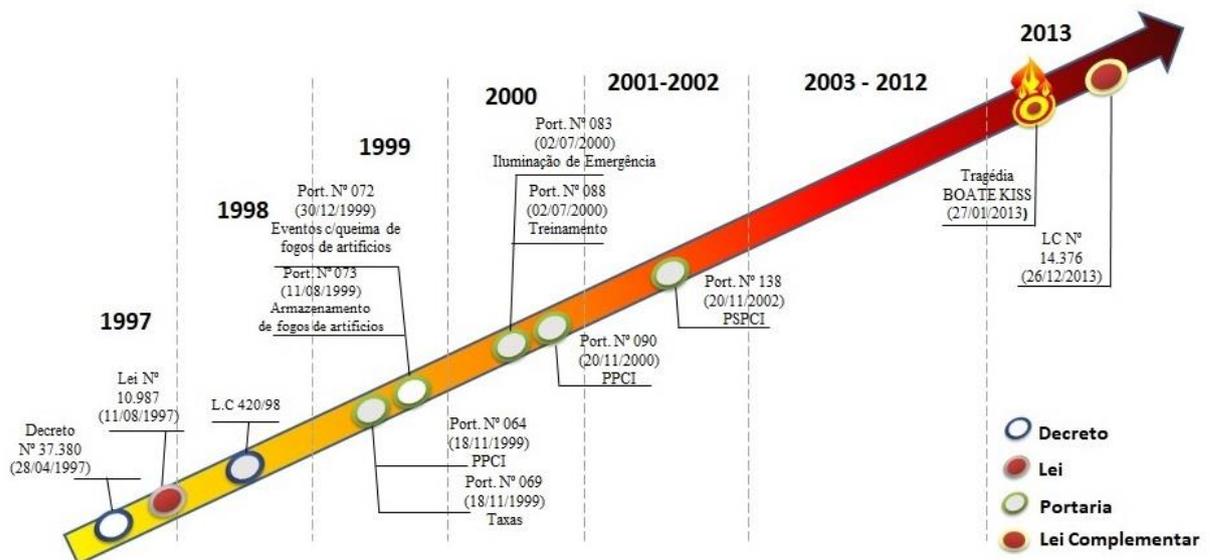
### 5.1 LEGISLAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL

A legislação mais recente publicada no Estado do Rio Grande do Sul é o Decreto nº 53.280 de 1º de novembro de 2016, que regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013.

A Lei Complementar nº 14.376, estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. É conhecida também como *Lei Kiss* e foi elaborada uma no após a tragédia na boate, sendo baseada na legislação de São Paulo.

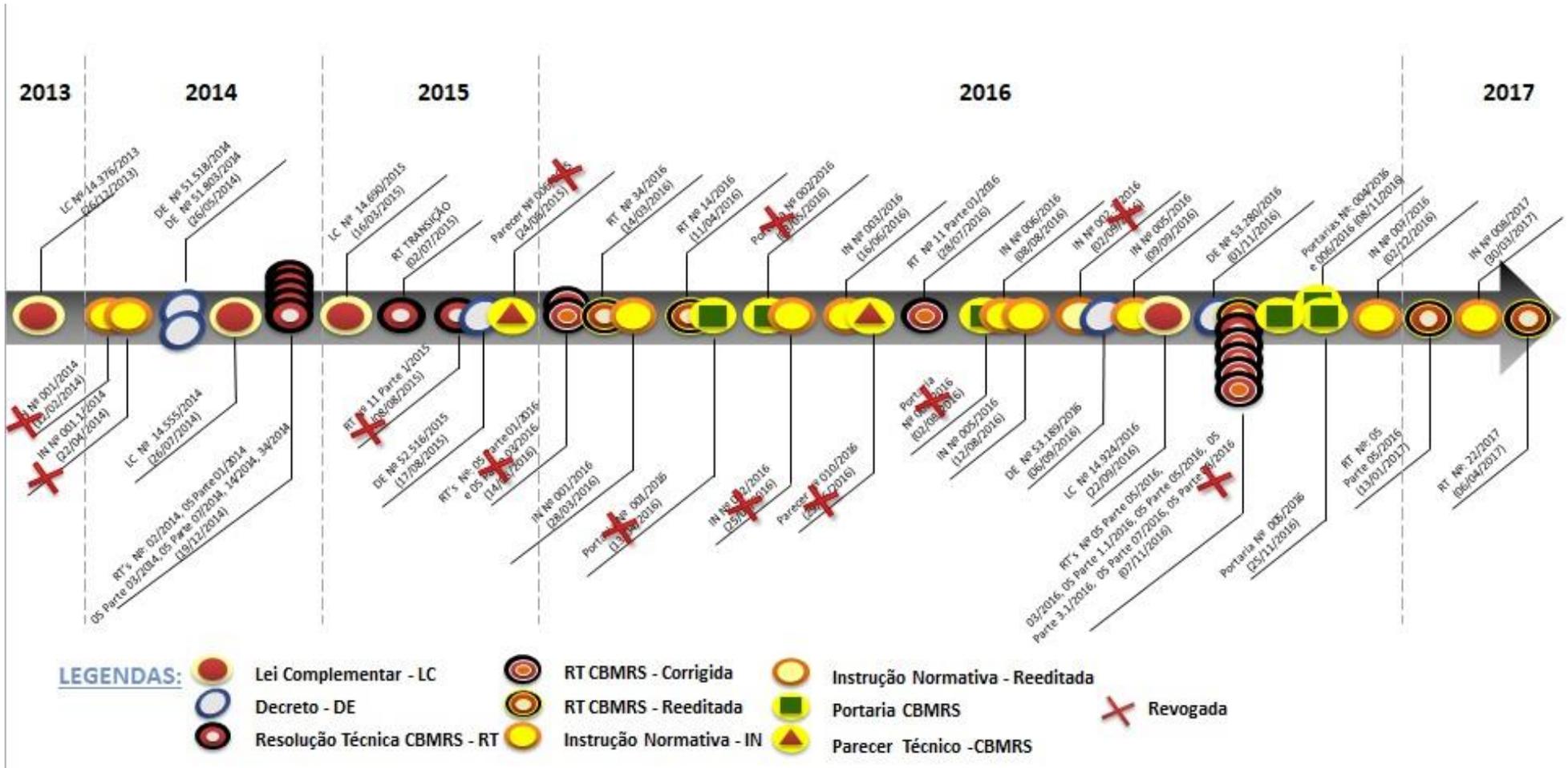
A seguir serão apresentadas duas figuras (figura 18 e 19) que mostram a evolução da legislação no Estado do Rio Grande do Sul ao longo dos anos, com destaque para a mudança constante de legislações após o incidente em Santa Maria/RS.

Figura 18 – Evolução da legislação de SCI no RS até 26 de dezembro de 2013



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 19 – Evolução da legislação de SCI no RS após 26 de dezembro de 2013



(fonte: elaborado pelo autor)

## 5.2 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

As edificações podem ser caracterizadas de acordo com a sua ocupação, altura e grau de risco de incêndio, bem como às medidas de segurança a serem instaladas na edificação que também são influenciadas pela área construída e capacidade de lotação.

### 5.2.1 Classificação quanto à ocupação

De acordo com a Lei Complementar 14.376 (RIO GRANDE DO SUL, 2013a, p.6), artigo 6º, inciso XXIV, ocupação ou uso é a atividade ou uso de uma edificação.

As ocupações são definidas na Tabela 1 (tabela 14) do Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p.10-13):

Tabela 14 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto à ocupação, com ênfase para a ocupação do tipo residencial

| Grupo | Ocupação/Uso | Divisão | Descrição               | Exemplos   |
|-------|--------------|---------|-------------------------|--|
| A     | Residencial  | A-1     | Habitação unifamiliar   | Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais  |
|       |              | A-2     | Habitação multifamiliar | Edifícios de apartamento em geral  |
|       |              | A-3     | Habitação coletiva      | Pensionatos, internatos, alojamentos, vestiários, mosteiros, conventos, residências geriátricas.<br>Capacidade máxima de 16 leitos |

(Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p.10-13)).

### 5.2.2 Classificação quanto à altura

Esta classificação é dada pela maior altura entre a altura ascendente<sup>10</sup> e descendente<sup>11</sup> da edificação. É utilizada para a caracterização dos sistemas a serem instalados e classificados de acordo com a Tabela 2 do Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p.10-13). (tabela 105)

<sup>10</sup> É a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível de descarga, sob projeção do paramento externo da parede da edificação, ao ponto mais baixo do nível do piso do pavimento mais baixo da edificação. Lei Complementar (RIO GRANDE DO SUL. 14.376, 2013a, p. 4).

<sup>11</sup> É a medida de em metros entre o ponto que caracteriza a saída ao nível da descarga, sob a projeção do paramento externo da parede da edificação, ao ponto mais alto do piso do último pavimento. Lei Complementar (RIO GRANDE DO SUL. 14.376, 2013a, p. 4).

Tabela 15 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quando à altura

| <b>Tipo</b> | <b>Altura</b>                      |
|-------------|------------------------------------|
| I           | Térrea                             |
| II          | $H \leq 6,00$ m                    |
| III         | $6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m  |
| IV          | $12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m |
| V           | $23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m |
| VI          | Acima de 30,00 m                   |

(Tabela 2: Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 13)).

### 5.2.3 Classificação quanto à carga de incêndio

Segundo a Lei Complementar 14.376 (RIO GRANDE DO SUL, 2013a, p.7), artigo 6º, inciso X:

Carga de incêndio é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis contidos num ambiente, pavimento ou edificação, inclusive o revestimento das paredes, divisórias, pisos e tetos.

As edificações e áreas de risco de incêndio terão as suas cargas de incêndio específicas determinadas conforme Tabela 3.1 do Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016), de acordo com a sua ocupação e código nacional de atividade econômica. (tabela 16)

Tabela 16 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto à carga de incêndio específica por classificação nacional de atividades econômicas – CNAE, com ênfase para a ocupação do tipo residencial

| <b>Grupo</b> | <b>Ocupação/Use</b> | <b>Descrição</b>                                   | <b>CNAE</b> | <b>Divisão</b> | <b>Carga de Incêndio em MJ/m<sup>2</sup></b> |
|--------------|---------------------|--|-------------|----------------|--|
| <b>A</b>     | <b>Residencial</b>  | Casas térreas ou sobrados                          | -           | A-1            | 300  |
|              |                     | Condomínios prediais                               | 8112-5/00   | A-2            | 300  |
|              |                     | Pensões (alojamento)                               | 5590-6/03   | A-3            | 300  |
|              |                     | Outros alojamentos não especificados anteriormente | 5590-6/99   | A-3            | 300  |

(Tabela 3.1: Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 14)).

O grau do risco de incêndio é classificado em função da carga de incêndio obtida pela tabela acima e classificado conforme Tabela 3 do Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 13). (tabela 17)

Tabela 17 – Classificação das edificações e áreas de risco de incêndio quanto ao grau de risco de incêndio

| GRAU DE RISCO DE INCÊNDIO | CARGA DE INCÊNDIO MJ/m <sup>2</sup>      |
|---------------------------|--|
| Baixo                     | Até 300 MJ/m <sup>2</sup>                |
| Médio                     | Acima de 300 até 1.200 MJ/m <sup>2</sup> |
| Alto                      | Acima de 1.200 MJ/m <sup>2</sup>         |

(Tabela 3: Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 13)).

### 5.3 EXIGÊNCIAS

O Decreto 53.280 (RIO GRANDE DO SUL, 2016) que regulamenta a Lei Complementar 14.376 (RIO GRANDE DO SUL, 2013a) estabelece os sistemas de proteção e prevenção contra incêndio que são exigidos numa edificação residencial, conforme já apresentado anteriormente na tabela 9.

A seguir serão expostos os itens fundamentalmente necessários para uma edificação residencial com altura superior a 12 metros.

#### 5.3.1 Acesso de viaturas na edificação

O acesso de viaturas é regulamentado pela instrução técnica nº 06 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, até regulamentação do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul.

De acordo com instrução técnica 06, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 175), o acesso de viaturas tem como objetivo estabelecer as condições mínimas para o acesso de viaturas de bombeiros nas edificações e áreas de risco, visando o emprego operacional do corpo de bombeiros.

Brentano afirma (2015, p. 288):

O acesso livre à edificação dos membros do corpo de bombeiros para auxiliar no salvamento das pessoas e continuar o combate ao fogo e, também, de outros serviços de apoio necessários numa situação de incêndio, é um elemento extremamente importante no plano de proteção contra incêndios de uma edificação.

### 5.3.2 Segurança estrutural em incêndio

A segurança estrutural em incêndio é regulamentada pela instrução técnica n° 08 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, até regulamentação do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul.

De acordo com instrução técnica 08, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 194), a segurança estrutural tem como objetivo:

Estabelecer as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações, quanto aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), para 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.

#### 5.3.2.1 Elementos estruturais

Para o dimensionamento de elementos em concreto armado, adota-se a NBR 15.200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Se aceita também o dimensionamento através de ensaios de resistência ao fogo de acordo com a NBR 5.628 – Componentes construtivos estruturais (SÃO PAULO, 2011, p. 194).

Os ensaios devem ser realizados em laboratórios reconhecidos, de acordo com as normas técnicas nacionais ou, na ausência destas, de acordo com normas ou especificações estrangeiras internacionalmente reconhecidas. (SÃO PAULO, 2011, p. 194).

Segundo Bayon (1978), quando um elemento de concreto armado está submetido à ação do fogo, seus elementos sofrem modificações importantes:

- a. Água do seu interior começa a evaporar a partir dos 100 °C, retardando seu aquecimento;
- b. A partir dos 400 °C uma parte do cimento se transforma em cal viva;
- c. Os agregados, que não tem o mesmo coeficiente de dilatação térmica, se dilatam fortemente aos 600 °C.
- d. O aço se dilata com a elevação da temperatura, diminuindo seu limite elástico e de ruptura, até o limite de 500 °C.
- e. A aderência do concreto diminui, chegando à ruptura de aderência.

Brentano (2015, p. 127) sugere que:

Para atender as exigências de resistência ao fogo dos elementos estruturais de concreto armado para os limites mínimos desejáveis, eles podem receber revestimentos não combustíveis, como argamassas de cal e areia ou de cimento com areia, etc.

Essas alternativas servem para suprir o incremento de peso próprio de estruturas com cobrimentos superiores a 2,5 cm, que segundo Bayon (1978) garantem um aumento de resistência de mais de meia hora, para cobrimentos maiores, o ganho conseguido de resistência é pequeno.

### 5.3.2.2 Coberturas

De acordo com instrução técnica 08, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 194), as estruturas da cobertura que não atendam aos requisitos de isenção, devem ter, no mínimo, o mesmo TRRF das estruturas principais da edificação (tabela 12).

Estão dispensadas as coberturas que atendam aos requisitos abaixo (SÃO PAULO, 197):

- a. Não tiverem função de piso;
- b. Não forem usadas como rota de fuga;
- c. O seu colapso estrutural não comprometa a estabilidade das paredes externas e da estrutura principal da edificação.

### 5.3.2.3 Elementos de compartimentação e paredes divisórias de unidades autônomas

A instrução técnica 08, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 194, grifo do autor), propõe as condições mínimas dos tempos de resistência ao fogo dos elementos de compartimentação e existentes dentro de uma edificação:

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 13, porém, **não podendo ser inferior a 120 min.**

Os elementos de compartimentação (externa e internamente à edificação, incluindo as lajes, as fachadas, paredes externas e as 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 min**, inclusive para as selagens dos shafts e dutos de instalações.

As paredes divisórias entre unidades autônomas e entre unidades e as áreas comuns, para as ocupações dos Grupos A (A2 e A3), B, E e H (H2; H3; H5 e H6), devem possuir TRRF **mínimo de 60 min**, independente do TRRF da edificação e das

possíveis isenções. Para as edificações com chuveiros automáticos, isenta-se desta exigência.

#### 5.3.2.4 TRRF das edificações em função da ocupação e altura

A instrução técnica 08, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 194) apresenta, também, os valores, dos tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) dos elementos estruturais e de compartimentação das edificações, de acordo com as suas ocupações e alturas (tabela 18).

Tabela 18 – Tempos requeridos de resistência ao fogo dos elementos estruturais para alguns tipos de ocupações

| Grupo | Ocupação/Uso                                | Divisão   | Profundidade do subsolo $h_s$       |  | Altura da edificação $h$            |   |  |  |  |   |  |  |
|-------|---|-----------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|--|--|--|---|--|--|
|       |   |           | Classe $S_2$<br>$h_s > 10\text{ m}$ | Classe $S_1$<br>$h_s \leq 10\text{ m}$ | Classe $P_1$<br>$h \leq 6\text{ m}$ | Classe $P_2$<br>$6\text{ m} < h \leq 12\text{ m}$ | Classe $P_3$<br>$12\text{ m} < h \leq 23\text{ m}$ | Classe $P_4$<br>$23\text{ m} < h \leq 30\text{ m}$ | Classe $P_5$<br>$30\text{ m} < h \leq 80\text{ m}$ | Classe $P_6$<br>$80\text{ m} < h \leq 120\text{ m}$ | Classe $P_7$<br>$120\text{ m} < h \leq 150\text{ m}$ | Classe $P_8$<br>$150\text{ m} < h \leq 250\text{ m}$ |
| A     | Residencial                                 | A-1 a A-3 | 90                                  | 60                                     | 30                                  | 30  | 60   | 90   | 120  | 120   | 150  | 180  |
| B     | Serviços de hospedagem                      | B-1 e B-2 | 90                                  | 60                                     | 30                                  | 60  | 60   | 90   | 120  | 150   | 180  | 180  |
| C     | Comercial varejista                         | C-1       | 90                                  | 60                                     | 60                                  | 60  | 60   | 90   | 120  | 150   | 150  | 180  |
|       |   | C-2 e C-3 | 90                                  | 60                                     | 60                                  | 60  | 60   | 90   | 120  | 150   | 150  | 180  |
| D     | Serviços profissionais, pessoais e técnicos | D-1 a D-3 | 90                                  | 60                                     | 30                                  | 60  | 60   | 90   | 120  | 120   | 150  | 180  |

(Fonte: SÃO PAULO, 2011a, p.198).

#### 5.3.3 Compartimentação vertical

É regulamentada pela instrução técnica nº 09 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e pela resolução técnica de transição do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Sul, de forma complementar, até regulamentação do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul.

“A compartimentação vertical é uma medida de proteção passiva constituída por elementos de construção resistentes ao fogo, separando pavimentos consecutivos, de tal modo que o incêndio fique contido no local de origem e dificulte a sua propagação para outros pavimentos.” (SEITO et. al., 2008, p. 170).

De acordo com Seito (et. al., apud ROSSO, 2008, p. 173), “[...] essa função já é desempenhada pelas lajes de concreto armado e outros elementos com resistência compatível ao fogo, porém é necessário assegurar a estanqueidade, de forma que todos os vãos abertos e

instalações que atravessam os vedos (*shafts*, dutos, eletrodutos, etc.) sejam protegidos por materiais resistentes ao fogo”.

A compartimentação vertical é constituída dos seguintes elementos construtivos ou de vedação, de acordo com a instrução técnica 09, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 208).

- a. Entrepisos corta-fogo;
- b. Enclausuramento de escadas por meio de parede de compartimentação;
- c. Enclausuramento de poços de elevador e de monta-carga por meio de parede de compartimentação;
- d. Selos corta-fogo;
- e. Registros corta-fogo (*dampers*);
- f. Vedadores corta-fogo;
- g. Elementos construtivos corta-fogo de separação vertical entre pavimentos consecutivos;
- h. Selagem perimetral corta-fogo;
- i. Cortina corta-fogo.

### 5.3.3.1 Compartimentação vertical na envoltória do edifício

Deve existir elemento corta-fogo na fachada, com tempo de resistência determinado pela instrução técnica 08, separando aberturas de pavimentos consecutivos, que podem se constituir de vigas e/ou parapeito ou prolongamento dos entrepisos, além do alinhamento da fachada, de acordo com a instrução técnica 09, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 208).

A instrução técnica também especifica como deve ser a disposição arquitetônica da edificação para caracterizar a compartimentação vertical (SÃO PAULO, 2011, p. 208):

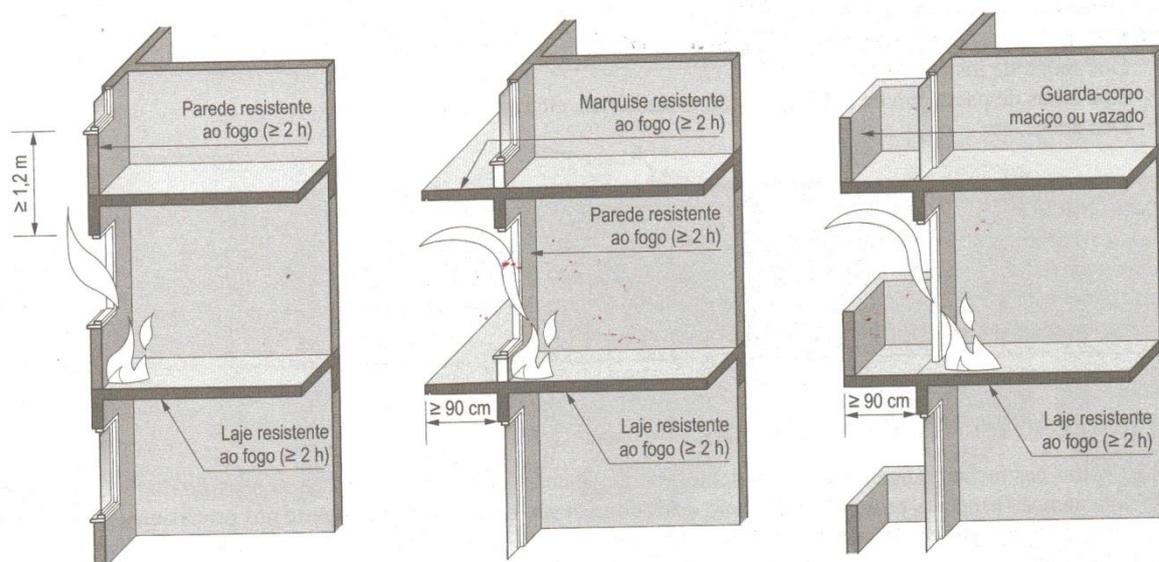
Quando a separação for provida por meio de vigas e/ou parapeitos, estes devem apresentar altura mínima de 1,2 m separando aberturas de pavimentos consecutivos;

Quando a separação for provida por meio dos prolongamentos dos entrepisos, as abas devem se projetar, no mínimo 0,9 m além do plano externo da fachada.

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).

Para efeito de compartimentação vertical externa das edificações de baixo risco (até 300 MJ/m<sup>2</sup>), 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 m.

Figura 20 – Modelo de compartimentação vertical externa de fachadas



(Fonte: Brentano, 2015, p.156).

### 5.3.3.2 Compartimentação vertical no interior do edifício

A compartimentação vertical no interior dos edifícios é provida por meios de entrepisos, cuja resistência ao fogo não deve ser comprometida pelas transposições que intercomunicam pavimentos, conforme instrução técnica 09, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 208).

Segundo a instrução técnica 09 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 208):

Os entrepisos podem ser compostos por lajes de concreto armado ou protendido ou por composição de outros materiais que garantam a separação física dos pavimentos;

A resistência ao fogo dos entrepisos deve ser comprovada por meio de ensaio segundo a NBR 5628/01 ou dimensionada de acordo com a norma brasileira pertinente.

### 5.3.3.3 Características de resistência ao fogo

De acordo com a instrução técnica 09, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, grifo do autor), todos os elementos devem possuir um TRRF mínimo, conforme:

Os elementos de proteção das transposições nos entrepisos (selagens corta-fogo), os elementos de compartimentação vertical na envoltória do edifício, incluindo as fachadas sem aberturas (cegas), e a proteção dos átrios, **devem atender aos TRRF**

**conforme a Instrução Técnica 08** do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (tabela 12);

As paredes de Enclausuramento das escadas e elevadores de segurança , constituídos pelo sistema estrutural das compartimentações e vedações das caixas, dutos e antecâmaras, devem atender, no mínimo, ao TRRF igual ao estabelecido na tabela 18, porém, **nunca inferior a 60 min**;

As selagens das prumadas das instalações de serviços e os registros protegendo aberturas de passagem de dutos de ventilação, ar-condicionado e exaustão e prumadas de ventilação permanente devem apresentar, no mínimo, os tempos requeridos de resistência ao fogo conforme a Instrução Técnica 08 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo, porém **nunca inferior a 60 min**;

As portas corta-fogo de ingresso nas escadas em cada pavimento devem apresentar resistência mínima ao fogo de **90 min quando forem únicas** (escadas sem antecâmaras) e **de 60 min quando a escada for dotada de antecâmara**;

Os dutos de ventilação, ar condicionado ou exaustão, quando não podem ser dotados de registros corta-fogo na transposição dos entrespisos devem ser protegidos em toda a extensão de forma a garantir a resistência **mínima ao fogo de 120 min**, porém **nunca inferior ao TRRF estabelecido na IT 08/11**.

As paredes e registros corta-fogo (prumadas de ventilação permanente) devem apresentar resistência mínima ao fogo de, respectivamente, **60 min e 30 min**;

Brentano (2015) complementa afirmando que a compartimentação é uma das formas mais eficazes e econômicas para fazer o controle do tamanho e da intensidade de um incêndio numa edificação.

### 5.3.4 Sinalização de Emergência

A sinalização de emergência ou sinalização de segurança contra incêndio e pânico é regulamentada pela NBR 13.434 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), que é dividida em parte 1 (princípios de projeto), parte 2 (símbolos e suas formas, dimensões e cores) e parte 3 (requisitos e métodos de ensaio).

De acordo com Brentano (2015):

A sinalização de emergência é um conjunto de sinais visuais, constituídos por símbolos, mensagens e cores, convenientemente instaladas no interior da edificação, com o objetivo de reduzir o risco de incidência de incêndio, alertando para os locais com riscos potenciais de fogo e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, como indicar, de forma rápida, eficaz e segura, a localização das rotas de saída de emergência, a localização dos equipamentos de segurança e a orientação para as ações de combate ao fogo.

A sinalização básica é constituída por quatro categorias, de acordo com a sua função (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004<sup>a</sup>, p. 2, grifo do autor):

- a. **Sinalização de proibição**, cuja função básica é proibir ou coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento;
- b. **Sinalização de alerta**, cuja função é alertar para áreas e materiais com potencial de risco;
- c. **Sinalização de orientação** e salvamento, cuja função é indicar as rotas de saída e ações necessárias para o seu acesso;
- d. **Sinalização de equipamentos de combate e alarme**, cuja função é indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndios disponíveis.

A padronização das formas de apresentação da simbologia da sinalização de segurança utilizada no projeto e posterior instalação nas edificações é definida pela NBR 14.434-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004b, p. 5).

As principais premissas de projeto serão explanadas no capítulo 6.

### 5.3.5 Controle de materiais de acabamento e revestimento

O controle de materiais de acabamento e revestimento é regulamentado pela instrução técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e tem como objetivo estabelecer as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça. (SÃO PAULO, 2011b).

As definições de materiais de acabamento e revestimento encontram-se na instrução técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo:

**Materiais de acabamento:** todo material ou conjunto de materiais utilizados como arremates entre elementos construtivos (rodapés, mata-juntas, golas etc.).

**Materiais de revestimento:** todo material ou conjunto de materiais empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como nos externos, com finalidades de atribuir características estéticas, de conforto, de durabilidade etc. Incluem-se como material de revestimento, os pisos, forros e as proteções térmicas dos elementos estruturais.

O controle de materiais de acabamento e revestimento deve ser exigido em função da ocupação da edificação (tabela 19), e em função da posição dos materiais de acabamento, materiais de revestimento e materiais termo acústicos, visando: pisos, paredes/divisórias, teto/forro e cobertura.

Tabela 19 – Classe dos materiais a serem utilizados considerando a ocupação

|                   |   | FINALIDADE do MATERIAL                          |  |   |
|-------------------|---|---|--|---|
|                   |   | Piso<br>(Acabamento <sup>1</sup> /Revestimento) | Parede e divisória<br>(Acabamento <sup>2</sup><br>/Revestimento) | Teto e forro<br>(Acabamento<br>/Revestimento) |
| GRUPO/<br>DIVISÃO | A3 <sup>6</sup> e Condomínios residenciais <sup>6</sup>             | Classe I, II-A, III-A, IV-A ou V-A <sup>8</sup> | Classe I, II-A, III-A ou IV-A <sup>9</sup>                       | Classe I, II-A ou III-A <sup>7</sup>          |
|                   | B, D, E, G, H, I1, J1 <sup>4</sup> e J2                             | Classe I, II-A, III-A ou IV-A                   | Classe I, II-A ou III-A <sup>10</sup>                            | Classe I ou II-A                              |
|                   | C, F <sup>5</sup> , I-2, I-3, J-3, J-4, L-1, M-2 <sup>3</sup> e M-3 | Classe I, II-A, III-A ou IV-A                   | Classe I ou II-A   | Classe I ou II-A                              |

**Notas específicas:**

1 – Incluem-se aqui cordões, rodapés e arremates;

2 – Excluem-se aqui portas, janelas, cordões e outros acabamentos decorativos com área inferior a 20% da parede onde estão aplicados;

3 – Somente para líquidos e gases combustíveis e inflamáveis acondicionados;

4 – Exceto edificação térrea;

5 – Obrigatório para todo o grupo F, sendo que a divisão F-7, no que se refere a edificações com altura superior a 6 metros, será submetida à Comissão Técnica para definição das medidas de segurança contra incêndio;

6 – Somente para edificações com altura superior a 12 metros;

7 – Exceto para cozinhas que serão Classe I ou II-A;

8 – Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A, III-A ou IV-A;

9 – Exceto para revestimentos que serão Classe I, II-A ou III-A;

10 – Exceto para revestimentos que serão Classe I ou II-A.

(fonte: SÃO PAULO, 2011b, p. 223).

De acordo com a tabela 20, é possível verificar que para uma edificação residencial é necessário materiais com classificação:

Tabela 20 – Classe dos materiais para uma edificação residencial

| Tipo               | Classe                |
|--------------------|-----------------------|
| Piso               | I, II-A, III-A e IV-A |
| Paredes/divisórias | I, II-A e III-A       |
| Teto/forro         | I, II-A e III-A       |

(fonte: elaborada pelo autor)

Com atenção aos materiais de teto/forro que serão empregados na cozinha, pois de acordo com as notas da tabela 14, deve possuir classe mínima II-A.

Alguns aspectos também são de extrema importância para o projeto da edificação, de acordo com a instrução técnica 06, do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2011, p. 223, notas genéricas da tabela B.1):

- a. Os materiais de acabamento e de revestimento das fachadas das edificações devem enquadrar-se entre as Classes I a II-B;

- b. Os materiais de acabamento e de revestimento das coberturas de edificações devem enquadrar-se entre as Classes I a III-B [...].
- c. Os materiais isolantes termo acústicos não aparentes, que podem contribuir para o desenvolvimento do incêndio, como por exemplo: espumas plásticas protegidas por materiais incombustíveis, lajes mistas com enchimento de espumas plásticas protegidas por forro ou revestimentos aplicados diretamente, forros em grelha com isolamento termo acústico envoltos em filmes plásticos e assemelhados; devem enquadrar-se entre as Classes I a II-A quando aplicados junto ao teto/forro ou paredes, exceto para os grupos/divisões A2, A3 e condomínios residenciais que será classe I, II-A ou III-A quando aplicados nas paredes;
- d. As circulações (corredores) que dão acesso às saídas de emergência enclausuradas devem possuir CMAR classe I ou classe II – A e as Saídas de emergência (escadas, rampas, etc.), classe I ou classe II – A, com  $D_m \leq 100$ ;
- e. Os materiais utilizados como revestimento, acabamento e isolamento térmico-acústico no interior dos poços de elevadores, monta-cargas e *shafts*, devem ser enquadrados na Classe I ou Classe II – A, com  $D_m \leq 100$ .

### 5.3.6 Saídas de emergência

No Estado do Rio Grande do Sul, anteriormente a agosto de 2015, as saídas de emergência eram regulamentadas pela NBR 9.077. Com o advento de tornar a legislação mais específica à realidade do Estado, passou a vigorar após esse período, a Resolução Técnica específica para as saídas de emergência.

A legislação atual que vigora no Estado referente ao assunto é a Resolução Técnica 11 datada de novembro de 2016, que “estabelece os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência para que a população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, protegida em sua integridade física, e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada das pessoas” (RIO GRANDE DO SUL, 2016a, p. 3).

No capítulo 6 será destinado um subcapítulo exclusivo para tratar das principais diferenças presentes no dimensionamento das saídas de emergência pela NBR 9.077 e pela legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul.

#### 5.3.6.1 Cálculo populacional

O cálculo é realizado levando em consideração o tipo de ocupação em questão, conforme tabela 21.

Tabela 21 – Dados para o dimensionamento das saídas – RT CBMRS nº 14, com enfoque para a ocupação do tipo residencial

| Ocupação |           | População<br>(A) (B) (L) (P)  | Capacidade da Unidade de Passagem |                    |        |
|----------|-----------|---|-----------------------------------|--------------------|--------|
| Grupo    | Divisão   |   | Acessos/<br>Descargas             | Escadas/<br>Rampas | Portas |
| A        | A-1 e A-2 | Duas pessoas por dormitório (C) (R)   | 60                                | 45                 | 100    |
|          | A-3       | Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m <sup>2</sup> de área de alojamento (D) |                                   |                    |        |
| B        |           | Uma pessoa por 15 m <sup>2</sup> de área (F) (H)  |                                   |                    |        |

(Tabela 1: RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 30).

Atentando para as notas específicas para o cálculo populacional para uma edificação residencial (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 31):

(C) Outras dependências usadas como dormitórios (inclusive para empregadas) serão consideradas como tais. Em apartamentos mínimos, sem divisões em planta, considerar 3 pessoas por apartamento;

(R) Para fins de dimensionamento de saídas de emergência, os salões de festa de uso exclusivo de condomínios residenciais multifamiliares serão considerados como ocupação F-8.

### 5.3.6.2 Dimensionamento das saídas de emergência

A largura das saídas deverá ser dimensionada em função do número de pessoas que por elas deva transitar, observados os seguintes critérios (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 4):

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

A fórmula de cálculo é exatamente idêntica a da estabelecida pela NBR 9.077 (fórmula 2).

### 5.3.6.3 Tipo de escada

Alguns itens são de extrema importância no dimensionamento das escadas de emergência, eles são exigências da Resolução Técnica 11 (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 10):

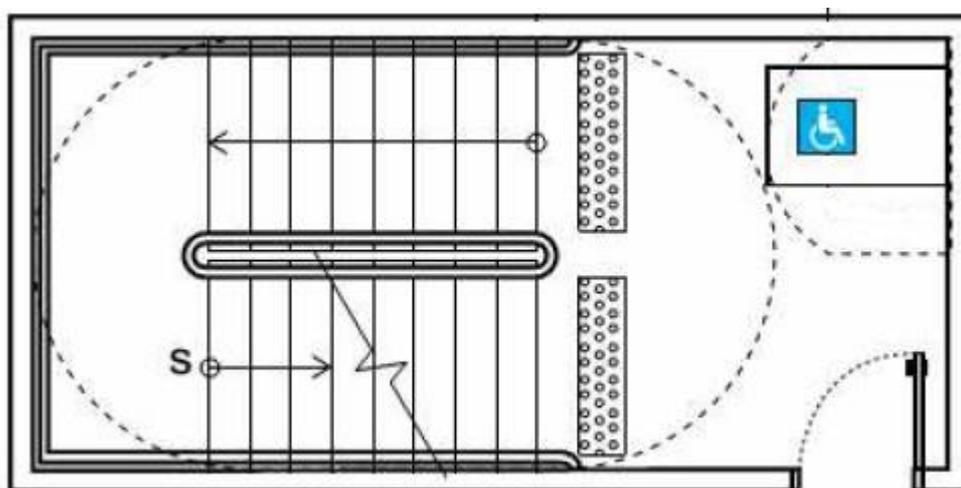
Em qualquer edificação, os pavimentos sem saída em nível para o espaço livre exterior térreo deverão ser dotados de escadas, enclausuradas ou não, as quais deverão:

- a. Ser constituídas de material incombustível, classe I, ou classe II-A com  $D_m < 100$ , conforme a Instrução Técnica n.º 10/2011, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo e demais especificações desta, até a entrada em vigor de Resolução Técnica específica do CBMRS;
- b. Ter os pisos em condições antiderrapantes, com no mínimo 0,4 de coeficiente de atrito dinâmico, conforme norma brasileira ou internacionalmente reconhecida, e que permaneçam antiderrapantes com o uso.

Outro item que difere da NBR 9.077 é a presença de áreas de resgate em escadas enclausuradas, item fundamental para a evacuação de pessoas com deficiência física, de acordo com o seguinte (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 10):

- a. Estar localizada fora do fluxo principal de circulação;
- b. Garantir área mínima de circulação e manobra, conforme ABNT NBR 9050;
- c. Ser posicionada no patamar de acesso à escada de emergência e/ou na sua respectiva antecâmara, quando houver;
- d. Ser provida de dispositivo de comunicação de emergência, intercomunicador ou dispositivo de emergência com alerta e sinalização específicos, ligada a uma central localizada em áreas de fácil acesso, salas de controle ou salas de segurança, portaria principal ou entrada de edifícios;
- e. Ser provida de dispositivo de comunicação de emergência, intercomunicador ou dispositivo de emergência com alerta e sinalização específicos, ligada a uma central localizada em áreas de fácil acesso, salas de controle ou salas de segurança, portaria principal ou entrada de edifícios.
- f. Possuir no mínimo um espaço reservado e demarcado, a cada 500 pessoas de lotação, por pavimento, sendo no mínimo um por pavimento e um para cada escada;
- g. Possuir o espaço reservado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas sinalizado conforme figura 20.

Figura 20 – Área de resgate em escada enclausurada – RT CBMRS nº 11



(Fonte: adaptado pelo autor com base em RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 32).

Os requisitos para as escadas enclausuradas protegidas de acordo com a Resolução Técnica 11 (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 14):

- a. Ter suas caixas isoladas por paredes resistentes a 120 minutos de fogo, no mínimo;
- b. Ser dotadas, em todos os pavimentos (exceto no da descarga, onde isto é facultativo), de janelas abrindo para o espaço livre exterior.
- c. Ser dotadas de janela ou alçapão que permita a ventilação em seu término superior, com área mínima de 0,80 m<sup>2</sup>, devendo estar localizada junto ao teto ou, no máximo, a 0,20 m deste;
- d. A escada enclausurada protegida deverá possuir ventilação permanente inferior com área mínima de 1,20 m<sup>2</sup>, devendo estar localizada junto ao solo da caixa da escada, podendo ser no piso do pavimento térreo ou no patamar intermediário entre o pavimento térreo e o pavimento imediatamente superior, permitindo a entrada de ar puro, em condições análogas à tomada de ar dos dutos de ventilação.

As janelas de ventilação das escadas enclausuradas protegidas deverão atender às seguintes exigências (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 15):

- a. Estar situadas junto ao teto ou, no máximo, a 0,20 m deste, estando o peitoril, no mínimo, a 1,10 m acima do piso do patamar ou degrau adjacente e tendo largura mínima de 0,80 m, podendo ser aceitas na posição centralizada, acima dos lances de degraus, deverão pelo menos uma das faces da janela estar a, no máximo, 0,20 m do teto;
- b. Ter área de ventilação efetiva mínima de 0,80 m<sup>2</sup> em cada pavimento;
- c. Ser dotadas de venezianas ou outro material que assegure a ventilação permanente, devendo distar pelo menos 3 m, em projeção horizontal, de qualquer outra abertura da mesma edificação, no mesmo nível ou em nível inferior ao seu

#### **5.3.6.4 Guarda-corpo e corrimão**

Os critérios de dimensionamento dos guarda-corpos e corrimãos especificados pela Resolução Técnica 11 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul são exatamente iguais aos estabelecidos pela NBR 9.077, portanto, quaisquer informações sobre os mesmo podem ser encontradas no item 4.4.4.

#### **5.3.6.5 Distância máxima a ser percorrida**

De acordo com a Resolução Técnica número 11 (RIO GRANDE DO SUL, 2016b,) a característica construtiva da edificação, a ocupação, o número de saídas e a presença de

sistemas automáticos de extinção de incêndio e de detecção, influenciam a distância máxima a ser percorrida (tabela 22) por um usuário até a saída da edificação em um local seguro.

A distância máxima a ser percorrida ainda varia para o nível onde encontra-se o ocupante que necessita sair da edificação. No piso de descarga essa distância é levemente superior devido ao fato de não contar com o tempo de descida ou subida para saída da edificação. A distância é inferior nos andares que não são de descarga justamente para abranger este tempo de deslocamento.

Tabela 22 – Distâncias máximas a serem percorridas – RT CBMRS nº 11, com enfoque para ocupações do tipo residencial e serviços de hospedagem

| Grupo e divisão de ocupação | Andar                                     | Sem chuveiros automáticos           |                                     |                                     |                                     | Com chuveiros automáticos           |                                     |                                     |                                     |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                             |   | Saída única                         |                                     | Mais de uma saída                   |                                     | Saída única                         |                                     | Mais de uma saída                   |                                     |
|                             |   | Sem detecção automática de incêndio | Com detecção automática de incêndio | Sem detecção automática de incêndio | Com detecção automática de incêndio | Sem detecção automática de incêndio | Com detecção automática de incêndio | Sem detecção automática de incêndio | Com detecção automática de incêndio |
| A e B                       | De Saída da edificação (piso de descarga) | 45 m                                | 55 m                                | 55 m                                | 65 m                                | 60 m                                | 70 m                                | 80 m                                | 95 m                                |
|                             | Demais andares                            | 40 m                                | 45 m                                | 50 m                                | 60 m                                | 55 m                                | 65 m                                | 75 m                                | 90 m                                |

(Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 32)).

O enquadramento da edificação na característica construtiva é de acordo com a tabela 23, levando em consideração o sistema construtivo dos entrepisos e coberturas.

Tabela 23 – Características construtivas – RT CBMRS nº 11

| CÓDIGO | TIPO   | ESPECIFICAÇÃO  |
|--------|--|--|
| X      | Edificações em que a propagação do fogo é fácil.   | <p>a) edificações estruturadas ou com entrepiso em madeira, aço e assemelhados;<br/> b) edificações com cobertura em madeira, aço e assemblado, com função estrutural.</p> <p>Excetuam-se as edificações previstas nas alíneas “a” e “b”, se as estruturas, entrepisos e coberturas especificadas possuem o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) conforme Instrução Técnica n.º 08/2011 Resistência ao fogo dos elementos de construção, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, até a entrada em vigor de Resolução Técnica específica do CBMRS.</p>  |
| Y      | Edificações com mediana resistência ao fogo.       | Todas as edificações não enquadradas em "X" e "Z".   |
| Z      | Edificações em que a propagação do fogo é difícil. | <p>Edificações com classificação “Y”, onde não for obrigatório "Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento - CMAR" e "Segurança Estrutural Contra Incêndio", conforme tabelas do Anexo "B" do Decreto Estadual n.º 51.803/2014, com a adoção desses sistemas por opção do proprietário/responsável técnico, poderá ser considerada "Z".</p> <p>Edificações com classificação “Y”, onde for obrigatório "Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento - CMAR" e "Segurança Estrutural Contra Incêndio", conforme tabelas do Anexo "B" do Decreto Estadual n.º 51.803/2014, com a adoção do Sistema de Controle de Fumaça, poderá ser considerada "Z".</p> |

(Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 32).

Devendo se atentar as notas de rodapé da tabela, como seguem (RIO GRANDE DO SUL, 2016b, p. 34):

(C) Para que ocorram as distâncias previstas na Tabela 3 e Notas, é necessária a apresentação do layout definido em planta baixa, exceto para os Planos Simplificados de Prevenção e Proteção Contra Incêndio - PSPCI. Caso não seja apresentado o layout definido em planta baixa, as distâncias definidas devem ser reduzidas em 30%;

(D) Para edificações com características construtivas com classificação “X”, reduzir as distâncias a percorrer da Tabela 3 em 30% (trinta por cento), exceto para edificações com área total construída de até 750 m<sup>2</sup>;

(E) Para edificações com características construtivas com classificação “Z”, aumentar as distâncias a percorrer da Tabela 3 em 30% (trinta por cento);

### 5.3.7 Brigada de incêndio

A Resolução Técnica número 14/BM-CCB (2009, p. 1) “[...] capacita o aluno a atender rapidamente e com técnica, os princípios de incêndios de forma a extingui-los ou mesmo diminuir sua propagação e danos até a chegada do socorro especializado”.

De acordo com a Resolução Técnica número 14/BM-CCB (2009, p. 1):

Brigada de Incêndio é um grupo organizado de pessoas preferencialmente voluntárias ou indicadas, treinadas e capacitadas para atuar na prevenção e no combate ao princípio de incêndio, abandono de área e primeiros socorros, dentro de uma área pré-estabelecida.

O quantitativo de pessoas treinadas na edificação varia de acordo com o risco, na tabela abaixo (tabela 24):

Tabela 24 – Quantidade de pessoas com TPCI

| RISCO   | Nº DE PESSOAS               |
|---------|-----------------------------|
| Pequeno | 1 a cada 750 m <sup>2</sup> |
| Médio   | 2 a cada 750 m <sup>2</sup> |
| Grande  | 3 a cada 750 m <sup>2</sup> |

(fonte: Resolução Técnica número 14/BM-CCB (2009, p. 2))

As notas de rodapé da tabela fazem menção ao número máximo e mínimo de pessoas treinadas:

§ 1º - A exigência mínima será de 02 (duas) pessoas treinadas por ocupação e no máximo de 50 % (cinquenta por cento) do quantitativo total da população fixa da ocupação.

§ 2º - Para os efeitos desta RT, considera-se população fixa aquela que exerce atividade laboral e que permanece regularmente na edificação, considerando-se os turnos de trabalho e a natureza da ocupação, bem como o pessoal pertencente a uma empresa prestadora de serviço nas mesmas condições.

§ 3º - Além do síndico, considera-se ainda que exerça atividade laboral em uma ocupação: zelador, porteiro, segurança, auxiliar de serviços gerais.

As classificações de risco utilizadas na presente Resolução Técnica são as constantes na Tarifa de Seguro de Incêndio do IRB – Brasil Resseguros S.A.

### **5.3.8 Iluminação de emergência**

A iluminação de emergência é regulamentada pela NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 1) que fixa as características mínimas exigíveis para as funções a que se destina o sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações, ou em outras áreas fechadas sem iluminação natural.

De acordo com a NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 2), o sistema de iluminação deve:

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

O tempo de funcionamento do sistema de iluminação de emergência deve garantir a segurança pessoal e patrimonial de todas as pessoas nesta área, até o restabelecimento da iluminação normal, ou até que outras medidas de segurança sejam tomadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 2).

As principais premissas de projeto do sistema da iluminação de emergência serão explanadas no capítulo 6.

### **5.3.9 Alarme de incêndio**

As exigências para projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas manuais e automáticos de detecção e alarme de incêndio são definidos pela NBR 17.240 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a, p.1).

De acordo com a NBR 17240 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a, p.7), “[...] devem ser definidos o tipo de sistema de detecção e o tipo de detector apropriado para cada ambiente a ser protegido [...]”.

Brentano (2015, p. 436) ressalta:

Uma vez descoberto o princípio de incêndio, deve-se alertar o controle central da edificação e os seus ocupantes através do alarme manual para iniciar a saída imediata, tranquila e com segurança da edificação [...].

O alarme para os ocupantes de uma edificação é imprescindível, pois o fator tempo é o mais importante em uma situação de incêndio. As principais premissas de projeto serão explanadas no capítulo seguinte.

### **5.3.10 Extintores**

O sistema de proteção ativo por meio de extintores de incêndio, no Rio Grande do Sul, é regulamentado pela Resolução Técnica número 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2016b).

De acordo com Brentano (2015, p. 461):

Os extintores de incêndio são equipamentos fundamentais para extinguir vários tipos de fogos quando estão no seu estágio inicial. O extintor de incêndio constitui uma parte importante do sistema de proteção contra incêndios de uma edificação, porque é o primeiro equipamento a ser utilizado no combate a um princípio de fogo por ser portátil, relativamente leve, disponível em vários pontos da edificação e fácil de ser manejado por qualquer pessoa, sem maiores perdas de tempo em preparativos para colocá-lo em operação, mas, mesmo assim, sempre os operadores devem contar com um treinamento básico.

Brentano complementa que para que haja sucesso no combate ao princípio de incêndio, algumas condições devem ser satisfeitas:

- a. O fogo ser descoberto em seu início;
- b. Distribuição e localização corretas dos extintores de incêndio na edificação;
- c. Uso correto do tipo de agente extintor para a respectiva classe de incêndio;
- d. O combate ao fogo deve ser feito por pessoa treinada e pronta para entrar em ação;
- e. Manutenção periódica dos equipamentos

No capítulo 6 serão abordadas as principais diferenças no dimensionamento e projeto do sistema entre o disposto na Resolução Técnica vigente no estado e na NBR 12.693 que é indicada pela NBR 15.575.

### 5.3.11 Hidrantes e mangotinhos

A NBR 13.714 fixa as condições mínimas exigíveis para dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características dos componentes de sistemas de hidrantes e mangotinhos para uso exclusivo de combate a incêndios.

Os sistemas sob comando são sistemas fixos, formados por uma rede de canalizações e abrigos ou caixas de incêndio, que contêm tomadas de incêndio com uma ou duas saídas de água, válvulas de bloqueio, mangueiras de incêndios, esguichos e outros equipamentos, instalados em locais estratégicos da edificação, a partir dos quais os seus ocupantes, geralmente, fazem manualmente o combate ao foco do incêndio lançando água sob as formas de jato sólido, de chuveiro ou de neblina, para extinguir ou, então, controlar o fogo até a chegada do corpo de bombeiros (BRENTANO, 2007).

De acordo com Brentano (2007, p. 48):

Mangotinhos é um sistema constituído por tomadas de incêndio, que são estrategicamente distribuídas em locais da edificação, nas quais há uma (simples) saída de água, contendo válvula de abertura rápida, de passagem plena, permanentemente acoplada nela uma mangueira semirrígida, com diâmetro nominal de 25 ou 32 mm em cuja extremidade tem um esguicho regulável acoplado.

Hidrantes é um sistema constituído por tomadas de incêndio, que são estrategicamente distribuídas em locais da edificação nas quais pode haver uma (simples) ou duas (dupla) saídas de água. As tomadas de incêndio são tomadas por válvulas angulares de 40 mm (1 1/2") ou 65 mm (2 1/2") de diâmetro nominal, de acordo com o diâmetro da mangueira de hidrante, com seus respectivos adaptadores e tampões. Elas podem estar abrigadas em caixas de incêndio que já contém as mangueiras de hidrantes e esguichos, que são acoplados somente por ocasião de um incêndio.

O tipo de sistema e os componentes a serem utilizados são apresentados na NBR 13.714:2000 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos e varia de acordo com a ocupação da edificação (tabela 25).

Tabela 25 – Tipos de sistemas

| Sistema     | Tipo | Mangueiras |             | Esguichos             |          | Número de saídas | Vazão<br>l/min |
|-------------|------|------------|-------------|-----------------------|----------|------------------|----------------|
|             |      | Diâmetro   | Comprimento | Tipo de jato          | Diâmetro |                  |                |
|             |      | mm         | m           |                       | mm       |                  |                |
| Mangotinhos | 1    | 25 ou 32   | 30          | Regulável             | -        | 1                | 80 ou 100      |
| Hidrantes   | 2    | 40         | 30          | Regulável ou Compacto | -        | 2                | 300            |
|             |      |            |             |                       | 16       |                  |                |
| Hidrantes   | 3    | 60         | 30          | Regulável ou Compacto | -        | 2                | 900            |
|             |      |            |             |                       | 25       |                  |                |

(fonte: NBR 13714:2000 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio)

Os componentes para cada tipo de sistema (tabela 26) devem receber manutenção e inspeção periódica para que seja verificado a sua funcionalidade e se os elementos não foram retirados do local, pois é muito comum o furto destes elementos.

Tabela 26 - Componentes para cada hidrante simples ou mangotinho

| Materiais                            | Tipos de sistemas |     |     |
|--------------------------------------|-------------------|-----|-----|
|                                      | 1                 | 2   | 3   |
| Abrigo(s)                            | Sim               | Sim | Sim |
| Mangueira(s) de incêndio             | Não               | Sim | Sim |
| Chaves para hidrantes, engate rápido | Não               | Sim | Sim |
| Esguicho(s)                          | Sim               | Sim | Sim |
| Mangueira semi-rígida                | Sim               | Sim | Não |

(fonte: NBR 13714:2000 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio)

Cabe ressaltar que os sistemas sob comando devem ser operados por **pessoas treinadas**, que formam a brigada de incêndio da edificação (BRENTANO, 2015, grifo do autor).

No capítulo 6 serão abordadas as principais premissas de projeto dos sistemas sob comando de hidrantes e mangotinhos, de acordo com o exigido para a edificação em análise.

## 6 ELABORAÇÃO DO PROJETO

Este capítulo tem como objetivo a elaboração do projeto de segurança contra incêndio de uma edificação residencial que atenda tanto aos requisitos impostos pela Norma de Desempenho NBR 15.575 quanto aos da legislação do Estado do Rio Grande do Sul.

Para os sistemas de proteção que possuem regulamentação por normativas distintas, será elaborada uma comparação visando analisar quais as principais diferenças e qual é a normativa que oferece uma maior proteção ao usuário, sendo esse, utilizado na elaboração do projeto.

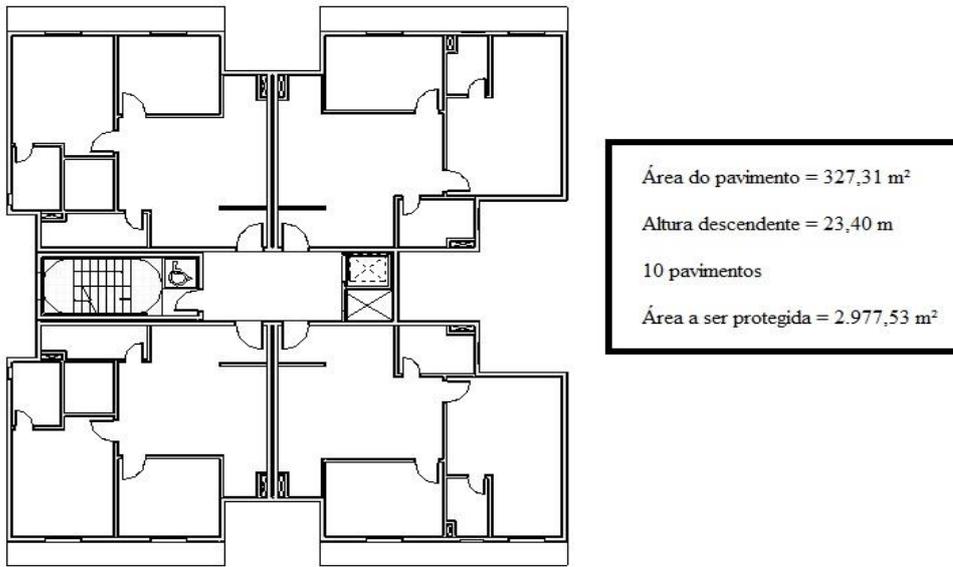
### 6.1 ESCOPO DO PROJETO

Para a elaboração do projeto de segurança contra incêndio da edificação residencial (figura 22), foi utilizada a ferramenta computacional Revit, que utiliza a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), permitindo um melhor entendimento da informação relacionada ao projeto e da especificação dos materiais e métodos.

Todas as especificações de segurança contra incêndio referem-se a uma edificação residencial com 10 pavimentos e altura descendente de 23,40 metros, que de acordo com a tabela 9, necessita dos sistemas de proteção contra incêndio de: acesso de viaturas na edificação, segurança estrutural contra incêndio, controle de materiais de acabamento e revestimento, compartimentação vertical, extintores de incêndio, iluminação de emergência, sinalização de emergência, saídas de emergência, brigada de incêndio, alarme de incêndio e hidrantes e mangotinhos.

A planta baixa do pavimento tipo e os dados da edificação de área do pavimento, altura descendente, área total a ser protegida desconsiderando a cobertura encontram-se na figura 21.

Figura 21 – Dados da edificação



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 22 – Edificação residencial



(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.2 SISTEMAS DE SCI COM REGULAMENTAÇÃO EQUIVALENTE

Neste capítulo, estão dispostos os sistemas de proteção contra incêndio que possuem a mesma regulamentação em relação ao disposto pela Norma de Desempenho e pela legislação do Rio Grande do Sul.

### 6.2.1 Sinalização de emergência

Para o dimensionamento das placas de sinalização de emergência de orientação e salvamento, foi utilizada a fórmula constante na normativa que regulamenta o dimensionamento das placas de sinalização. Segundo a NBR 13.434-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 2) as dimensões básicas das placas de sinalização de emergência devem atender à relação (equação 2):

$$A > \frac{L^2}{2000} \quad (2)$$

- a)  $A$  = Área da placa em  $m^2$ ;
- b)  $L$  = Distância de um observador à placa, em metros. Essa relação é válida para:  $4\text{ m} \leq L \leq 50\text{ m}$ , isto é, distâncias iguais ou inferiores a 50 metros, devendo ser observadas de uma distância mínima de 4 metros.

#### 6.2.1.1 Sinalização de proibição

A sinalização de proibição apropriada deve ser instalada em local visível e a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização. A mesma sinalização deve estar distribuída em mais de um ponto dentro da área de risco, de modo que pelo menos uma delas seja claramente visível de qualquer posição dentro da área, e devem estar distanciadas entre si em no máximo 15 metros. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 3).

### *6.2.1.2 Sinalização de alerta*

A sinalização de alerta apropriada deve ser instalada em local visível e a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização, próxima ao risco isolado ou distribuída ao longo da área de risco generalizado. Neste último caso, cada sinalização deve estar distanciada entre si em no máximo 15 metros. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 3).

### *6.2.1.3 Sinalização de orientação e salvamento*

De acordo com a NBR 13.434-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 4), a sinalização de saída de emergência (figura x) apropriada deve assinalar todas as mudanças de direção ou sentido, saídas, escadas etc., e deve ser instalada segundo sua função, a saber:

- a. A sinalização de portas de saída de emergência deve ser localizada imediatamente acima das portas, no máximo a 0,10 m da verga; ou na impossibilidade desta, diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização;
- b. A sinalização de orientação das rotas de saída deve ser localizada de modo que a distância de percurso de qualquer ponto da rota de saída até a sinalização seja de no máximo 7,5 m. Adicionalmente, esta sinalização também deve ser instalada de forma que no sentido de saída de qualquer ponto seja possível visualizar o ponto seguinte, distanciados entre si em no máximo 15,0 m. A sinalização deve ser instalada de modo que a sua base esteja no mínimo a 1,80 m do piso acabado;
- c. A sinalização de identificação dos pavimentos no interior da caixa de escada de emergência deve estar a uma altura de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização, instalada junto à parede, sobre o patamar de acesso de cada pavimento;
- d. Se existirem rotas de saída específicas para uso de deficientes físicos, estas devem ser sinalizadas para tal uso.

### *6.2.1.4 Sinalização de combate a incêndio*

A sinalização de equipamentos de combate a incêndio deve estar a uma altura mínima de 1,80 m, medida do piso acabado à base da sinalização e imediatamente acima do equipamento sinalizado e ainda (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004a, p. 4):

- a. Quando houver, na área de risco, obstáculos que dificultem ou impeçam a visualização direta da sinalização básica no plano vertical, a mesma sinalização deve ser repetida a uma altura suficiente para a sua visualização;

- b. Quando o equipamento se encontrar instalado em uma das faces de um pilar, todas as faces visíveis do pilar devem ser sinalizadas;
- c. Quando existirem situações onde a visualização da sinalização não seja possível apenas com a instalação da placa acima do equipamento, deve-se adotar posicionamento para placa adicional em dupla face perpendicularmente à superfície da placa instalada na parede ou pilar.

### 6.2.1.5 Sinalização da central de gás

De acordo com a NBR 13.523 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017):

Deve ser colocada sinalização alertando que somente pessoas autorizadas devem ter acesso às centrais de GLP.

Devem ser colocados na central de gás, avisos com letras não menores que 50 mm, em quantidade tal que possam ser visualizados de qualquer direção de acesso à central de GLP com os seguintes dizeres: a) PERIGO; b) INFLAMÁVEL; c) NÃO FUME.

Deve existir uma placa adicional com dimensões que permitam a visualização e a identificação da sinalização a uma distância mínima de 3 m, com a descrição do procedimento de abastecimento nas centrais que possuem operação de transferência de GLP para recipiente montado em empilhadeiras ou equipamentos industriais de limpeza movidos a motores de combustão interna.

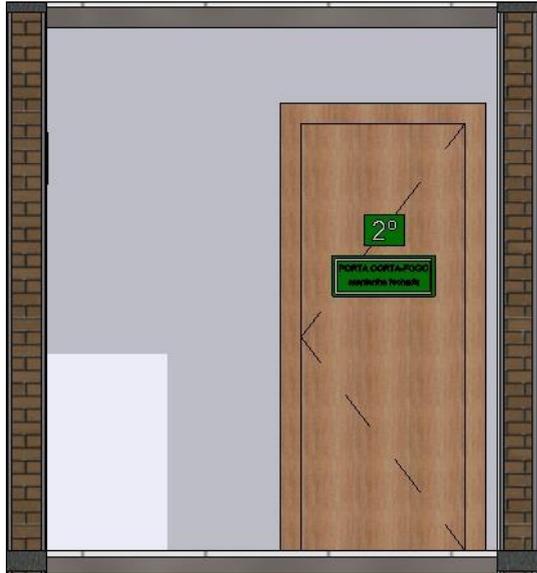
A seguir, nas figuras 23, 24, 25, 26 e 27 estão representadas as sinalizações de emergência utilizadas na edificação.

Figura 23 – Detalhe da sinalização da central de GLP



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24 – Detalhe da sinalização da porta da rota de saída vista do interior da escada



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 25 – Detalhe da porta da rota de saída vista da área de uso comum



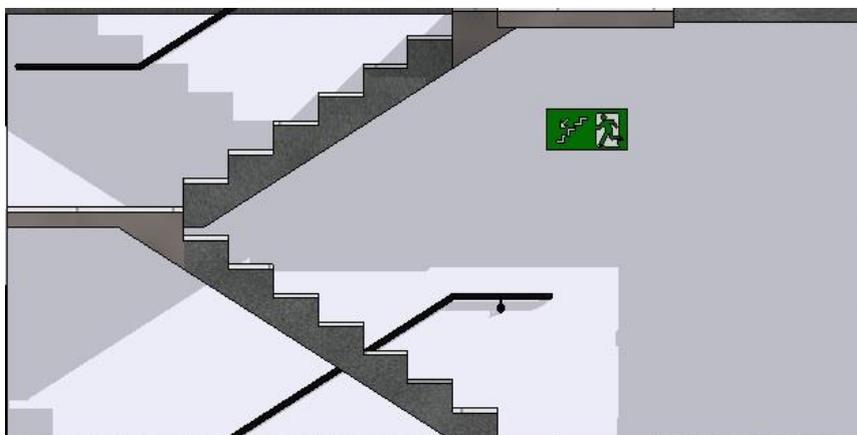
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 26 – Detalhe da sinalização de equipamentos e proibição



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 27 – Detalhe da sinalização da escada de emergência



(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.2.2 Hidrantes e mangotinhos

Neste item será abordada a escolha do tipo de sistema a ser utilizado na edificação, o cálculo da reserva técnica de água para o combate ao incêndio e o posicionamento dos abrigos e pontos de tomadas de água.

### 6.2.2.1 Tipo de sistema

O tipo de sistema hidráulico sob comando a ser adotado na edificação é determinado através da NBR 13.714, tabela D.1 (tabela 27). A especificação de cada tipo de sistema encontra-se na tabela 25 e os componentes de cada sistema na tabela 26.

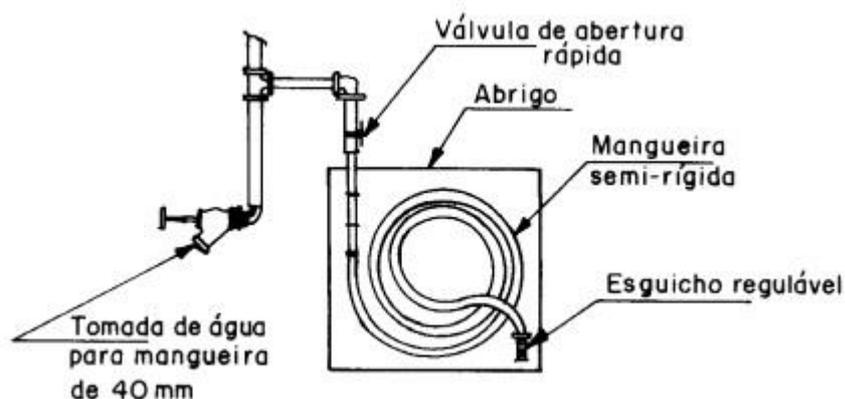
Tabela 27 – Aplicabilidade do sistema

| Grupo | Ocupação/uso           | Sistema         | Divisão | Descrição                  | Exemplos   |
|-------|------------------------|-----------------|---------|----------------------------|--|
| A     | Residencial            | 1 <sup>1)</sup> | A-1     | Habitações multifamiliares | Edifícios de apartamentos em geral   |
| B     | Serviços de hospedagem | 1 <sup>2)</sup> | 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, hotéis residenciais) |

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 23).

Para uma edificação residencial (divisão A-1), o tipo de sistema proposto pela NBR 13.714 é o tipo 1<sup>1)</sup>, ou seja, devem ser protegidas por sistemas tipo 1 com vazão de 80 L/min, dotados de pontos de tomada de água de engate rápido para mangueiras de diâmetro 40 mm (1 ½"), conforme figura 28.

Figura 28 – Mangotinho com ponto de água para mangueira de 40 mm



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 24).

O sistema de mangotinhos é interessante em edificações de risco baixo, principalmente residenciais, escolares, hospitalares, etc., porque este equipamento é simples, prático, seguro e fácil de ser utilizado sem perda de tempo pelos próprios ocupantes da edificação para realizar o primeiro combate ao foco de fogo, que é o objetivo do equipamento (BRENTANO, 2015).

Optou-se pelo sistema embutido na parede para não reduzir a largura efetiva das saídas de emergência.

#### 6.2.2.2 Reserva técnica de incêndio (RTI)

A reserva de incêndio deve ser prevista para permitir o primeiro combate, durante determinado tempo. Após esse tempo, considera-se que o Corpo de Bombeiros mais próximo

atuará no combate, utilizando a rede pública, caminhões-tanque ou fontes naturais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 8).

Não é admitida a interligação dos compartimentos ou células do reservatório de incêndio por vasos comunicantes com sucção da bomba de incêndio conectada em apenas um deles, e nem dividir o volume da reserva técnica de incêndio entre os reservatórios superior e inferior, isto é, a RTI deve ficar armazenada totalmente **somente em um dos dois reservatórios** (BRENTANO, 2015, grifo nosso).

De acordo com a NBR 13.714 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 8) para qualquer sistema de hidrante ou de mangotinho, o volume mínimo de água da reserva de incêndio deve ser determinado conforme indicado:

$$V = Q \cdot t \quad (3)$$

- a)  $Q$  = Vazão de duas saídas do sistema aplicado, em litros por minuto;
- b)  $t$  = É o tempo de 60 minutos para os sistemas do tipo 1 e 2, e de 30 minutos para o sistema de tipo 3;
- c)  $V$  = É o volume da reserva, em litros;

Conclui-se que a reserva técnica de incêndio para uma edificação residencial é de 12.000 litros.

### *6.2.2.3 Localização dos pontos de abrigos e tomadas de incêndio*

De acordo com a NBR 13.714 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 6) a localização dos abrigos e pontos de tomada de incêndio devem ser posicionados:

- a. Nas proximidades das portas externas e/ou acessos à área a ser protegida, a não mais de 5 metros.
- b. Em posições centrais nas áreas protegidas;
- c. Fora das escadas ou antecâmaras de fumaça;
- d. De 1 metro a 1,50 metros do piso acabado.

A utilização do sistema não deve comprometer a fuga dos ocupantes da edificação, portanto, deve ser projetado de tal forma que dê proteção em toda a edificação sem que haja a necessidade de adentrar as escadas, antecâmaras ou outros locais determinados exclusivamente para servirem de rota de fuga dos ocupantes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000).

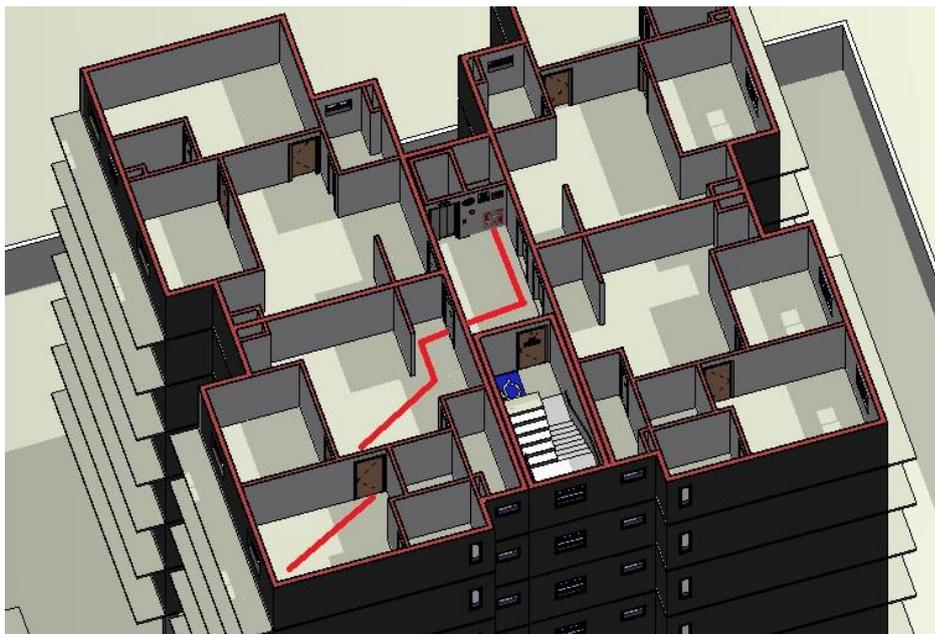
É fundamental para o projeto, considerar o alcance do jato como um círculo de raio igual ao comprimento da mangueira de hidrante (30 metros) ou mangotinhos (30 metros na legislação do RS), no seu trajeto real, descontando os contornos e os possíveis obstáculos, de tal forma que o ponto mais distante da edificação seja alcançado pelo jato da água (BRENTANO, 2015). Entretanto, para o dimensionamento do sistema, o jato de água é desconsiderado.

Brentano (2015, p. 508) acrescenta:

Os abrigos de hidrantes e mangotinhos devem ser projetados embutidos nas paredes das rotas de saída de emergência. Não é concebível um projeto arquitetônico bem analisado e elaborado sem esta medida, pois as larguras efetivas dos corredores não podem ser projetadas para serem reduzidas por verdadeiros obstáculos interpostos.

A figura 29 demonstra o caminho real a ser percorrido pelo mangotinho até o foco de fogo mais distante, com uma distância de percurso de 18,42 metros, não ultrapassando o limite estabelecido de 30 metros e desconsiderando o jato, o equipamento encontra-se posicionado a não mais de 5 metros da saída principal da edificação.

Figura 29 – Caminho a ser percorrido pelo sistema hidráulico sob comando



(fonte: elaborado pelo autor)

É interessante comentar que o sistema de mangotinhos permite uma mobilidade de utilização do equipamento muito superior ao do sistema de hidrantes, que provavelmente seria um caso fosse instalado em uma área de uso comum dessas dimensões.

### 6.2.3 Iluminação de emergência

O sistema considerado no projeto da edificação foi o sistema centralizado com baterias, que é definido pela NBR 10.898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

O sistema centralizado com bateria de acumuladores elétricos deve ser composto por circuito carregador com recarga automática, de modo a garantir a autonomia do sistema de iluminação de emergência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 3).

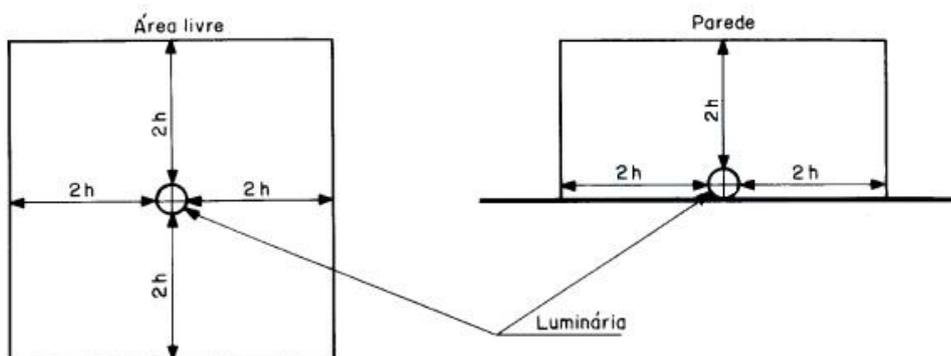
O sistema centralizado de iluminação de emergência com baterias não pode ser utilizado para alimentar quaisquer outros circuitos ou equipamentos e para a proteção das baterias deve haver um sistema de proteção através de disjuntores termomagnéticos que permita a desconexão dos circuitos de iluminação em caso de correntes excessivas ou para manutenção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 4).

A NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 5) também estabelece onde devem ser instalados os componentes da fonte de energia centralizada de alimentação do sistema de iluminação de emergência, bem como seus comandos:

- a. Seja de uso exclusivo, não se situe em compartimento acessível ao público e com risco de incêndio;
- b. Que o local seja protegido por paredes resistentes ao fogo de 2h;
- c. Tenha fácil acesso e espaço de movimentação ao pessoal especializado para inspeção e manutenção;
- d. Os painéis de controle devem estar ao lado da entrada da sala do(s) gerador (es) para facilitar a comunicação entre pessoas com o equipamento em funcionamento.

A distribuição dos pontos de iluminação de emergência obedeceu à NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 10) que define que a distância de instalação deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso, conforme demonstrado na figura 30.

Figura 30 – Raio de iluminação de emergência



(fonte: ABNT NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, p.16))

De acordo com a NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 8):

A iluminação de emergência deve garantir um nível mínimo de iluminamento no piso, de:

- a. 5 lux em locais com desnível: escadas ou passagens com obstáculos;
- b. 3 lux em locais planos: corredores, *halls* e locais de refúgio.

Para o projeto de iluminação de emergência, foram inseridos pontos de iluminação na área de acesso comum aos ocupantes, dois pontos dentro da caixa da escada de emergência, um no patamar de acesso e outro no patamar intermediário, garantindo o nível de iluminação necessário. Na área do térreo, foram previstos dois pontos de iluminação na área de uso comum e oito pontos da área de estacionamento.

A central de iluminação de emergência está situada em compartimento de uso exclusivo no térreo, protegido por paredes resistentes ao fogo de 2 horas, em alvenaria convencional com revestimento argamassado em ambos os lados.

#### **6.2.4 Alarme de incêndio**

O sistema considerado no projeto é o sistema de detecção endereçável com acionadores manuais<sup>12</sup>, que se caracteriza por um sistema composto por um ou mais circuitos de detecção, em que cada dispositivo de detecção recebe um endereço que permite à central identificá-lo individualmente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a).

Brentano (2015, p. 436) complementa:

Os acionadores manuais são dispositivos destinados a dar o alarme quando acionados por decisão humana. Eles devem ser instalados mesmo em edificações já dotadas de sistema de detecção e/ou de extinção automática, já que o incêndio pode ser percebido pelos seus ocupantes antes de seus efeitos sensibilizarem os detectores automáticos ou os chuveiros automáticos.

A NBR 17.240 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) estabelece onde deve ser instalada a central de alarme e detecção, bem como seus comandos:

- a. A central deve ser localizada em áreas de fácil acesso, salas de controle, salas de segurança ou bombeiros, portaria principal ou entrada de edifícios. A central deve ser monitorada, local ou remotamente, 24 h por dia, por operadores treinados;
- b. Caso a central não esteja localizada junto à entrada da edificação, recomenda-se a instalação de um painel repetidor ou painel sinóptico próximo da entrada da edificação;
- c. A central não pode ser instalada próxima a materiais inflamáveis ou tóxicos. O local deve ser ventilado e protegido contra a penetração de gases e fumaça;

---

<sup>12</sup> Dispositivo para a iniciação manual de um alarme. (NBR 17.240 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010a, p.2)).

- d. O local de instalação da central deve possuir rotas de fuga seguras para os operadores;
- e. Deve-se prever um espaço livre mínimo de um m<sup>2</sup> em frente à central, destinado à sua operação e manutenção preventiva e corretiva.

A NBR 17.240 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) também menciona o critério de posicionamento dos acionadores manuais ao longo do pavimento:

O acionador manual deve ser instalado em local de trânsito de pessoas em caso de emergência, como saídas de áreas de trabalho, áreas de lazer, corredores, saídas de emergência para o exterior, etc.;

Deve ser instalado a uma altura entre 0,90 m e 1,35 m do piso acabado, na forma embutida ou de sobrepor, na cor vermelho segurança;

A distância máxima a ser percorrida por uma pessoa, de qualquer ponto da área protegida até o acionador manual mais próximo, não pode ser superior a 30 m;

Nos edifícios com mais de um pavimento, cada pavimento da edificação deve possuir pelo menos um acionador manual. Os mezaninos só estarão dispensados desta exigência se a distância percorrida por uma pessoa, do ponto mais desfavorável do mezanino até o acionador manual mais próximo, for inferior a 30 m;

Foram previstos pontos de alarme, um em cada pavimento, respeitando a distância máxima de 30 metros a ser percorrida para um ocupante até o acionamento. Na figura 31, está representado o caminho mais longo a ser percorrido por um ocupante da edificação até o acionamento da botoeira de alarme, totalizando uma distância de 18,43 metros. As alturas de instalação dos pontos de alarme também foram respeitadas.

Figura 31 – Distância a ser percorrida até o acionador do alarme



(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.5.1 GLP

A central de gás foi dimensionada em função das exigências constantes nas tabelas 6 e 7, para uma capacidade de gás representativa de quatro cilindros P-190 kg, que corresponde a uma capacidade volumétrica de 1,80 m<sup>3</sup>. Não é escopo do trabalho o dimensionamento e representação das tubulações de distribuição e GLP, apenas da central de armazenamento.

As paredes de proteção da central de GLP (figura 32) foram construídas em blocos vazados de concreto com dimensões de 14 cm x 19 cm x 39 cm, com revestimento argamassado em ambos os lados, que de acordo com a tabela 40, garantem o TRRF de 2 horas.

Figura 32 – Detalhe da central de GLP



(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.5.2 SPDA

O projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas não será abordado neste trabalho, entretanto, é de extrema importância que seja previsto de acordo com as exigências normativas e dimensionado corretamente de acordo com elas por profissional habilitado e capacitado para tal atividade.

## 6.3 SISTEMAS SCI COM REGULAMENTAÇÃO DISTINTA

Neste capítulo estão dispostos os sistemas de proteção contra incêndio que possuem a diferente regulamentação em relação ao disposto pela norma de desempenho e pela legislação de proteção e combate a incêndios do Rio Grande do Sul.

### 6.3.1 Extintores de incêndio

Para o projeto, foram levadas em consideração as definições constantes em ambas as regulamentações, a ABNT NBR 12.693 e a Resolução Técnica número 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul, optando pelas medidas que gerassem o maior nível de segurança na edificação.

A definição da NBR 12.693 de que “os extintores devem ser selecionados para o fogo de classe específica do risco a ser protegido.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010b, p.17) remete a uma análise mais crítica da edificação e verificação dos materiais existentes no local, uma edificação residencial, por exemplo, possui materiais da classe A<sup>13</sup> e da classe C<sup>14</sup>.

A Resolução Técnica número 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2016b) determina como deve ser feita a distribuição e dimensionamento das unidades extintoras na edificação, os principais itens que devem ser levados em consideração no dimensionamento para uma edificação residencial são os seguintes:

5.2.2 Os extintores devem estar em locais facilmente acessíveis e prontamente disponíveis numa ocorrência de incêndio. Preferencialmente, devem estar localizados nos caminhos normais de passagem, incluindo saídas das áreas, não podendo ser instalados em escadas ou rampas.

5.2.10 Deve haver, no mínimo, um extintor de incêndio adequado a(s) classe(s) de incêndio existente(s) no local, distante a não mais de 5 m da porta de acesso da entrada principal da edificação, entrada do pavimento ou entrada da área de risco de incêndio.

5.2.11 Para proteção de locais fechados, tais como: salas elétricas, compartimentos de geradores/transformadores, salas de máquinas, casa de bombas, pequenas salas

---

<sup>13</sup> Fogo em materiais combustíveis sólidos, que queimam em superfície e profundidade através do processo de pirólise, deixando resíduos. (Resolução Técnica CBMRS nº14, 2016b, p. 2).

<sup>14</sup> Fogo em materiais, equipamentos e instalações elétricas energizadas. (Resolução Técnica CBMRS nº14, 2016b, p. 2).

ou depósitos entre outros, os extintores devem ser instalados no lado externo, próximo à entrada destes locais,

5.4.1.3 Em edificações residenciais multifamiliares, para fins de dimensionamento do número mínimo de unidades extintoras necessárias, deve ser computada apenas a área de uso comum contínua de cada pavimento. Aplica-se aos residenciais multifamiliares com área de uso comum contínua inferior a 50 m<sup>2</sup> em cada pavimento [...].

Essa distribuição pode ser complementada pelas instruções da NBR 12.693 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 6):

- a. Haja menor probabilidade de o fogo bloquear seu acesso;
- b. Seja visível, para que todos os usuários fiquem familiarizados com a sua localização;
- c. Permaneça protegido contra intempéries e danos físicos com potencial;
- d. Não fique obstruído por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
- e. Esteja junto ao acesso dos riscos;
- f. Sua remoção não seja dificultada por suporte, base, abrigo, etc.;
- g. Não fique instalado em escadas.

A distribuição das unidades extintoras também deve respeitar, então, as tabelas da Resolução Técnica 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul (2016b) e as tabelas da NBR 12.693 no que se refere às distâncias máximas a serem percorridas para a extinção do princípio de incêndio.

Para a classe de incêndio A, deverá ser observado o que consta nas tabelas 28 e 29:

Tabela 28 – Distância máxima a ser percorrida para a classe de risco A (RT 14/2016).

| Classe de risco | Capacidade extintora mínima | Distância máxima a ser percorrida |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Baixo           | 2 A                         | 25 m                              |
| Médio           | 2 A                         | 20 m                              |
| Alto            | 4 A                         | 15 m                              |

(Fonte: Resolução Técnica CBMRS número 14 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 7)).

Tabela 29 – Distância máxima a ser percorrida para a classe de risco A (NBR 12.693)

|  | Risco Pequeno      | Risco Médio        | Risco Grande       |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Unidade extintora  | 2 A                | 2 A                | 4 A                |
| Área máxima a ser protegida pela capacidade extintora 1 <sup>a</sup> | 270 m <sup>2</sup> | 135 m <sup>2</sup> | 90 m <sup>2</sup>  |
| Área máxima protegida por extintor                                   | 800 m <sup>2</sup> | 800 m <sup>2</sup> | 800 m <sup>2</sup> |
| Distância máxima a ser percorrida                                    | 20 m               | 20 m               | 20 m               |

(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 5, adaptado pelo autor).

Ou seja, para a classe de fogo A, deve ser considerada a distância máxima a ser percorrida da NBR 12.693 para a classe de risco de incêndio baixa, que é de 20 metros.

Os extintores para risco classe C devem ser distribuídos com base na proteção do risco principal da edificação ou da área de risco de incêndio, ou seja, acompanhando a mesma distribuição dos riscos classe A ou B.

A NBR 12.693 não determina a distância máxima a ser percorrida para extinguir a classe de risco C, portanto, foram considerados os requisitos (tabela 30) da Resolução Técnica 14 do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul.

Tabela 30 – Distância máxima a ser percorrida para a classe de risco C

| Classe de risco | Capacidade extintora mínima | Distância máxima a ser percorrida |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Baixo           | C                           | 25 m                              |
| Médio           | C                           | 20 m                              |
| Alto            | C                           | 15 m                              |

(Fonte: Resolução Técnica CBMRS número 14 (RIO GRANDE DO SUL, 2016, p. 8)).

Portanto, como solução adotada, optou-se por um extintor do tipo ABC de 8 kg, contemplando todos os riscos existentes, em área de uso comum, distante não mais de 5 metros do acesso a escada de emergência, conforme figura 33:

Figura 33 – Extintor de incêndio em área de uso comum



(Fonte: elaborado pelo autor).

Para o dimensionamento do número e capacidade extintora dos extintores destinados a proteção da central de GLP, deverá ser observada a tabela 31:

Tabela 31 – Extintores da central de GLP

| <b>Quantidade de armazenamento total de GLP</b> | <b>Quantidade e capacidade extintora</b> |
|---|--|
| Até 270 kg                                      | 1 Extintor 20:BC                         |
| 271 kg até 1.800 kg                             | 2 Extintores 20:BC                       |
| Acima de 1.800 kg                               | 2 Extintores 20:BC e 1 extintor 80:BC    |

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017, p. 31, adaptado pelo autor).

Para a central de gás em questão, foram requeridos dois extintores de incêndio com capacidade extintora de 20:BC, destinados exclusivamente para a proteção da mesma (figura 34).

Figura 34 – Extintores de incêndio destinados a central de GLP



(Fonte: elaborado pelo autor).

### 6.3.2 Saídas de emergência

O cálculo da população seguindo a NBR 9.077 (tabela 10) estabelece um número maior de pessoas na edificação, o cálculo foi realizado para 10 pavimentos, considerando o primeiro pavimento sem permanência de pessoas (tabela 34):

Tabela 34 – População total da edificação

| Ocupação | Taxa                 | Dependências            | População   |
|----------|----------------------|-------------------------|-------------|
| A-2      | 2 pessoas/dormitório | 8 dormitórios/pavimento | 144         |
|          | 1 pessoa/sala        | 4 salas/pavimento       | 36          |
|          | Total                |                         | 180 pessoas |

(fonte: elaborado pelo autor).

A população do maior pavimento é calculada para apenas um pavimento da edificação, desconsiderando o pavimento térreo (tabela 35):

Tabela 35 – População do maior pavimento

| Ocupação | Taxa de ocupação     | Dependências            | População  |
|----------|----------------------|-------------------------|------------|
| A-2      | 2 pessoas/dormitório | 8 dormitórios/pavimento | 16         |
|          | 1 pessoa/sala        | 4 salas/pavimento       | 4          |
|          | Total                |                         | 20 pessoas |

(fonte: elaborado pelo autor).

Os acessos e as portas de acesso à escada são dimensionados em função da população que acessa os mesmos e as escadas são dimensionadas em função do pavimento de maior população, ou seja, 20 pessoas.

Para o dimensionamento das saídas de emergência (portas, escada e acessos) é utilizada a tabela 21 e a fórmula 2, que possuem os valores de capacidade de unidade de passagem para uma edificação residencial e a metodologia de cálculo, respectivamente como segue:

Tabela 36 – Dimensionamento das saídas de emergência

|                              | Número de UP | Largura [m] | Observação   |
|------------------------------|--------------|-------------|--|
| <b>Acesso/Descarga</b>       | 1 UP         | 1,10        | -  |
| <b>Escada</b>                | 1 UP         | 1,10        | -  |
| <b>Portas da escada</b>      | 1 UP         | 0,80        | Largura da porta de acesso à escada enclausurada.  |
| <b>Porta final da escada</b> | 2 UP         | 1,00        | Largura da porta do pavimento térreo de saída da escada que atende a toda população. A RT CBMRS nº 11 permite a largura de 1 metro para duas unidades de passagem de portas. |

(fonte: elaborado pelo autor).

A característica construtiva da edificação varia levando em consideração as duas normativas analisadas (tabela 37):

Tabela 37 – Característica construtiva

| <b>Normativa</b> | <b>Característica Construtiva</b> |
|------------------|-----------------------------------|
| NBR 9.077        | Z                                 |
| RT CBMRS nº 11   | Y                                 |

(fonte: elaborado pelo autor).

A forma de caracterização levada em consideração pela NBR 9077 e pela Resolução Técnica CBMRS nº 11 diferem no seu princípio, enquanto a primeira preza pela real caracterização da metodologia construtiva da edificação, a segunda é comprovada pro meio documental, apresentando os laudos de controle de materiais e segurança estrutural, e quando estes já são obrigatórios, executando a medida de controle de fumaça, que é praticamente inviável para uma edificação residencial de médio porte.

A distância máxima a ser percorrida para o abandono da edificação é igual seguindo as duas normativas, atentando-se ao detalhe da característica construtiva, acima citados. A edificação possui apenas uma saída de emergência e não possui equipamentos de proteção ativa como detecção automática e rede de *sprinklers*. As distâncias máximas permitidas o trajeto real a ser percorrido encontram-se na tabela 38:

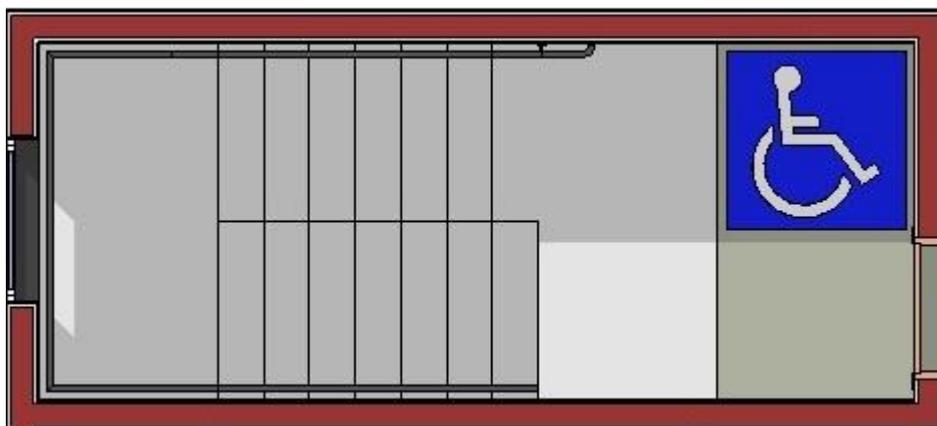
Tabela 38 – Distâncias de abandono da edificação

| <b>Normativa</b> | <b>Distância máxima permitida</b> | <b>Distância real</b> |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| NBR 9077         | 40 metros                         | 4,25 m                |
| RT CBMRS nº 11   | 40 metros                         |                       |

(fonte: elaborado pelo autor).

A disposição arquitetônica da escada será de acordo com a Resolução Técnica nº 11 (item 5.3.6.3), pois não apresenta nenhuma característica que se diferencie e ocasione uma perda da segurança dos ocupantes da edificação, somente possui o acréscimo da área de resgate destinada aos portadores de deficiência física, conforme figura 35.

Figura 35 – Escada de emergência com área de resgate



(fonte: elaborado pelo autor).

Como detalhe construtivo do corrimão (figura 34), foi utilizada a terminação em curva fixada na parede, prevista pela norma de acessibilidade ABNT NBR 9.050, este detalhe impede que objetos ou roupas prendam-se no corrimão, no momento da fuga.

### 6.3.3 Resistência ao fogo

Diante da variabilidade e fragmentação das leis que regulamentam a especificação e determinação dos tempos de resistência ao fogo requerido para os elementos estruturais das edificações residenciais, foi elaborada uma tabela comparativa (tabela 39) demonstrando as exigências de TRRF dos elementos estruturais pela norma de desempenho e pela legislação do Rio Grande do Sul, representada pela instrução técnica número 09 e número 08 de São Paulo, aplicados especificamente para uma edificação residencial com altura descendente entre 23 e 30 metros.

Tabela 39 – Comparação da resistência dos elementos da edificação

| <b>Comparação da resistência ao fogo dos elementos de acordo com a legislação do RS e a norma de desempenho</b> | <b>NBR 15.575/2013</b> | <b>L.C 14.376/2013<br/>(IT n° 08 e 09/SP)</b> |
|---|------------------------|---|
| <b>Elementos estruturais e de compartimentação</b>  | <b>TRRF</b>            | <b>TRRF</b>                                   |
| Paredes entre unidades habitacionais  | 90                     | 60  |
| Paredes de divisa com a área de uso comum   | 90                     | 60  |
| Paredes estruturais   | 90                     | 90  |
| Entrepisos  | 90                     | 90  |

| <b>Sistema de cobertura</b>                    | <b>TRRF</b> | <b>TRRF</b> |
|--|-------------|-------------|
| Coberturas estruturais                         | 30          | 90          |
| <b>Escadas, elevadores e monta-cargas</b>      | <b>TRRF</b> | <b>TRRF</b> |
| Escada enclausurada                            | 120         | 120         |
| Porta da escada – Hall sem carga de incêndio   | PCF-60      | PCF-90      |
| Porta da escada – Hall com carga de incêndio   | PCF-120     | PCF-90      |
| Porta do elevador – Hall sem carga de incêndio | PRF-30      | PPC-30      |
| Porta do elevador – Hall com carga de incêndio | PCF-90      | PPC-30      |
| Monta-carga – Hall sem carga de incêndio       | PRF-30      | PRF-30      |
| Monta-carga – Hall com carga de incêndio       | PCF-90      | PRF-30      |
| <b>Outros</b>                                  | <b>TRRF</b> | <b>TRRF</b> |
| Selagem corta-fogo em <i>shafts</i> e prumadas | 90          | 90          |
| Prumadas enclausuradas                         | 90          | 90          |
| Dutos de ventilação                            | 90          | 90          |
| Paredes de ventilação permanente               | 90          | 60          |
| Registros corta-fogo de ventilação permanente  | 120         | 30          |

(fonte: elaborado pelo autor).

Percebe-se que não há grandes distinções em relação ao tempo de resistência ao fogo dos elementos estruturais, entretanto, há uma grande diferença em relação à especificação das portas de acesso às escadas e aos elevadores. A maior alteração em relação aos elementos estruturais é no sistema de cobertura, em que a instrução técnica número 08 de São Paulo especifica que o TRRF deve ser o mesmo das estruturas principais da edificação enquanto que a norma de desempenho define um valor fixo.

Outro fator importante a ser considerado é em relação ao tempo de resistência ao fogo das paredes de divisa das unidades habitacionais e da área comum do edifício, a legislação do Rio Grande do Sul contempla valores de TRRF menores para este tipo de vedação.

As maiores distinções encontram-se na especificação do tipo de porta divisória entre os ambientes enclausurados e protegidos dos ambientes comuns. A tipologia de porta varia desde a PPC (porta para-chama) até a PCF (porta corta-fogo). Percebe-se que a norma de

desempenho é mais rígida em todos os aspectos, exceto na porta de acesso a escada enclausurada situada em hall sem carga de incêndio.

Os TRRF's dos elementos que serão utilizados no projeto são os que garantem a maior segurança aos usuários da edificação, de acordo tabela 40:

Tabela 40 – Definição dos elementos utilizados no projeto

| <b>Elemento</b>                                | <b>TRRF</b> | <b>Normativa utilizada</b>   |
|--|-------------|------------------------------|
| Paredes entre unidades habitacionais           | 90          | NBR 15.575/2013              |
| Paredes de divisa com a área de uso comum      | 90          | NBR 15.575/2013              |
| Paredes estruturais                            | 90          | Ambas                        |
| Entrepisos                                     | 90          | Ambas                        |
| Coberturas estruturais                         | 90          | Lei Complementar 14.376/2013 |
| Escada enclausurada                            | 120         | Ambas                        |
| Porta da escada – Hall sem carga de incêndio   | PCF-90      | Lei Complementar 14.376/2013 |
| Porta da escada – Hall sem carga de incêndio   | PRF-30      | NBR 15.575/2013              |
| Selagem corta-fogo em <i>shafts</i> e prumadas | 90          | Ambas                        |
| Prumadas enclausuradas                         | 90          | Ambas                        |

(fonte: elaborado pelo autor).

Para a especificação dos sistemas dos elementos construtivos da edificação, é importante que tenhamos as informações referentes aos principais sistemas utilizados no mercado da construção civil, alguns deles são disponibilizados para ajudar os projetistas de prevenção contra incêndios.

A instrução técnica número 8 do Corpo de Bombeiros de São Paulo apresenta os TRRF's para alguns sistemas construtivos de alvenaria convencional (tabela 41) e paredes em chapas de gesso para *drywall* (tabela 42). As especificações das alvenarias variam em função do tipo de bloco e do traço da argamassa de assentamento, enquanto que as estruturas em chapas de gesso *drywall* variam em função da espessura total da parede, largura da chapa de aço e da quantidade, tipo e espaçamento das chapas de gesso.

Tabela 41 – Tabela de resistência ao fogo para alvenarias

| Paredes ensaiadas (*)   |   | Características das paredes                  |     |       |   |  |       |         |     |       |     | Resultado dos ensaios                                   |                                |                         |   |               |                  |                             |
|---|---|--|-----|-------|---|--|-------|---------|-----|-------|-----|---|--------------------------------|-------------------------|---|---------------|------------------|-----------------------------|
|   |   | Traço em volume da argamassa do assentamento |     |       | Espessura média da argamassa de assentamento (cm) | Traço em volume de argamassa de revestimento |       |         |     |       |     | Espessura de argamassa de revestimento (cada face) (cm) | Espessura total da parede (cm) | Duração do ensaio (min) | Tempo de atendimento aos critérios de avaliação (horas) |               |                  | Resistência ao fogo (horas) |
|   |   |  |     |       |   | Chapisco                                     |       | Emboço  |     |       |     |   |                                |                         | Integridade   | Estanqueidade | Isolação térmica |                             |
|   |   | Cimento                                      | Cal | Areia |   | Cimento                                      | Areia | Cimento | Cal | Areia |     |   |                                |                         |   |               |                  |                             |
| Parede de tijolos de barro cozido (dimensões nominais dos tijolos)<br><br>5 cm x 10 cm x 20 cm: Massa: 1,5 kg   | Meio tijolo sem revestimento  | -  | 1   | 5     | 1   | -  | -     | -       | -   | -     | -   | 10  | 120                            | ≥ 2                     | ≥ 2   | 1½            | 1½               |                             |
|   | Um tijolo sem revestimento  | -  | 1   | 5     | 1   | -  | -     | -       | -   | -     | -   | 20  | 395 (**)                       | ≥ 6                     | ≥ 6   | ≥ 6           | ≥ 6              |                             |
|   | Meio tijolo com revestimento  | -  | 1   | 5     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 2,5 | 15  | 300                            | ≥ 4                     | ≥ 4   | 4             | 4                |                             |
|   | Um tijolo com revestimento  | -  | 1   | 5     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 2,5 | 25  | 300 (**)                       | ≥ 6                     | ≥ 6   | ≥ 5           | > 6              |                             |
| Parede de blocos vazados de concreto (2 furos) blocos com dimensões nominais:<br><br>14 cm x 19 cm x 39 cm e 19 cm x 19 cm x 39 cm, e massas de 13 kg e 17 kg respectivamente | Bloco de 14 cm sem revestimento   | 1  | 1   | 8     | 1   | -  | -     | -       | -   | -     | -   | 14  | 100                            | ≥ 1½                    | ≥ 1½  | 1½            | 1½               |                             |
|   | Bloco de 19 cm sem revestimento   | 1  | 1   | 8     | 1   | -  | -     | -       | -   | -     | -   | 19  | 120                            | ≥ 2                     | ≥ 2   | 1½            | 1½               |                             |
|   | Bloco de 14 cm com revestimento   | 1  | 1   | 8     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 1,5 | 17  | 150                            | ≥ 2                     | ≥ 2   | 2             | 2                |                             |
|   | Bloco de 19 cm com revestimento   | 1  | 1   | 8     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 1,5 | 22  | 185                            | ≥ 3                     | ≥ 3   | 3             | 3                |                             |
| Paredes de tijolos cerâmicos de 8 furos (dimensões nominais dos tijolos 10 cm x 20 cm x 20 cm (massa 2,9 Kg))   | Meio tijolo com revestimento  | -  | 1   | 4     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 1,5 | 13  | 150                            | ≥ 2                     | ≥ 2   | 2             | 2                |                             |
|   | Um tijolo com revestimento  | -  | 1   | 4     | 1   | 1  | 3     | 1       | 2   | 9     | 1,5 | 23  | 300 (**)                       | ≥ 4                     | ≥ 4   | ≥ 4           | > 4              |                             |
| Paredes de concreto armado monolítico sem revestimento  | Traço do concreto em volume, 1 cimento: 2,5 areia média: 3,5 agregado graúdo (granizo pedra nº 3): armadura simples posicionada à meia espessura das paredes, possuindo malha de lados 15 cm, de aço CA - 50A diâmetro ¼ polegada |  |     |       |   |  |       |         |     |       |     | 11,5  | 150                            | 2                       | 2   | 1             | 1½               |                             |
|   |   |  |     |       |   |  |       |         |     |       |     | 16  | 210                            | 3                       | 3   | 3             | 3                |                             |

(\*) Paredes sem função estrutural ensaiadas totalmente vinculadas dentro da estrutura de concreto armado, com dimensões 2,8m x 2,8m totalmente expostas ao fogo (em uma face);

(\*\*) Ensaio encerrado sem ocorrência de falência em nenhum dos 3 critérios de avaliação.

(fonte: SÃO PAULO, 2011, p. 199).

Tabela 42 – Tabela de resistência ao fogo de paredes em chapas *drywall*

| Itens | Paredes ensaiadas conforme normas ABNT (ver Item 3) | Características das paredes    |                                  |                                      |   | Resultado dos ensaios                           |               |                  |                                     |
|-------|---|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|---|---------------|------------------|-------------------------------------|
|       |   | Espessura total da parede (mm) | Largura da estrutura de aço (mm) | Espaçamento da estrutura de aço (mm) | Qtd. tipo e esp. (mm) da chapa de gesso de cada lado da estrutura | Tempo de atendimento aos critérios de avaliação |               |                  | Resistência ao fogo CF (corta-fogo) |
|       |   |                                |                                  |                                      |   | Integridade                                     | Estanqueidade | Isolação térmica |                                     |
| 1     | 73/48/600/ 1 ST 12,5 - 1 ST 12,5                    | 73                             | 48                               | 600                                  | 1 ST 12,5   | 30  | 30            | 30               | CF 30                               |
| 2     | 95/70/600/ 1 ST 12,5 - 1 ST 12,5                    | 95                             | 70                               | 600                                  | 1 ST 12,5   | 30  | 30            | 30               | CF 30                               |
| 3     | 100/75/600/ 1 ST 12,5 - 1 ST 12,5                   | 100                            | 75                               | 600                                  | 1ST 12,5  | 30  | 30            | 30               | CF 30                               |
| 4     | 115/90/600/ 1 ST 12,5 - 1 ST 12,5                   | 115                            | 90                               | 600                                  | 1 ST 12,5   | 30  | 30            | 30               | CF 30                               |
| 5     | 98/48/600/ 2 ST 12,5 - 2 ST 12,5                    | 98                             | 48                               | 600                                  | 2 ST 12,5   | 60  | 60            | 60               | CF 60                               |
| 6     | 120/70/600/ 2 ST 12,5 - 2 ST 12,5                   | 120                            | 70                               | 600                                  | 2 ST 12,5   | 60  | 60            | 60               | CF 60                               |
| 7     | 140/90/600/ 2 ST 12,5 - 2 ST 12,5                   | 140                            | 90                               | 600                                  | 2 ST 12,5   | 60  | 60            | 60               | CF 60                               |
| 8     | 98/48/600/ 2 RF 12,5 - 2 RF 12,5                    | 98                             | 48                               | 600                                  | 2 RF 12,5   | 90  | 90            | 90               | CF 90                               |
| 9     | 120/70/600/ 2 RF 12,5 - 2 RF 12,5                   | 120                            | 70                               | 600                                  | 2 RF 12,5   | 90  | 90            | 90               | CF 90                               |
| 10    | 140/90/600/ 2 RF 12,5 - 2 RF 12,5                   | 140                            | 90                               | 600                                  | 2 RF 12,5   | 90  | 90            | 90               | CF 90                               |
| 11    | 108/48/600/ 2 RF 15 - 2 RF 15                       | 108                            | 48                               | 600                                  | 2 RF 15   | 120   | 120           | 120              | CF 120                              |
| 12    | 130/70/600/ 2 RF 15 - 2 RF 15                       | 130                            | 70                               | 600                                  | 2 RF 15   | 120   | 120           | 120              | CF 120                              |
| 13    | 135/75/600/ 2 RF 15 - 2 RF 15                       | 135                            | 75                               | 600                                  | 2 RF 15   | 120   | 120           | 120              | CF 120                              |
| 14    | 150/90/600/ 2 RF 15 - 2 RF 15                       | 150                            | 90                               | 600                                  | 2 RF 15   | 120   | 120           | 120              | CF 120                              |

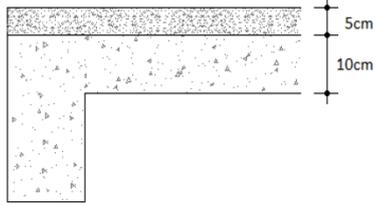
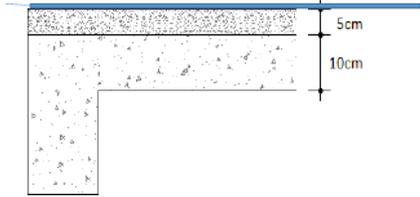
(fonte: SÃO PAULO, 2011, p. 200).

Por iniciativa do Ministério das Cidades, em parceria com a Caixa, entidades públicas e privadas, foi desenvolvida uma documentação técnica para apoiar incorporadores, construtores, projetistas, fabricantes de componentes, empreendedores em geral, na obtenção de edificações que atendam aos requisitos, critérios e parâmetros de desempenho

O Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais (SiNAT), tem como objetivo a harmonização de procedimentos de procedimentos para a avaliação técnica de sistemas inovadores e convencionais.

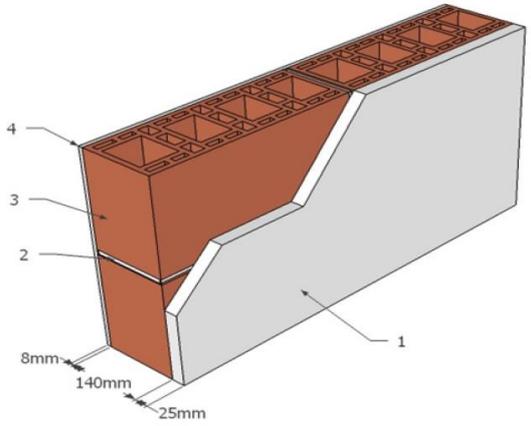
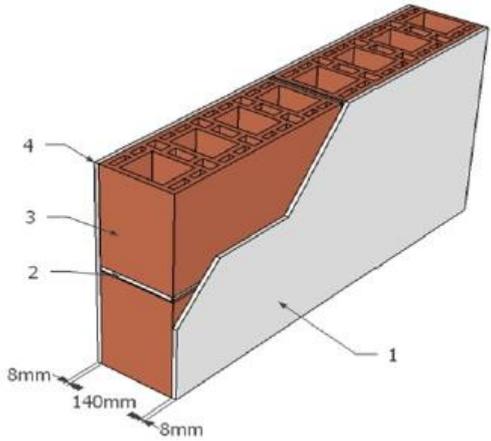
São apresentados alguns resultados de ensaio de resistência ao fogo de acordo com a NBR 15.575 para os sistemas de piso (tabela 43) e de alvenarias de vedação (tabela 44), com os seguintes resultados:

Tabela 43 – Resistência ao fogo dos sistemas de pisos

| Sistema   | Descrição  |
|---|--|
|  | <p>Sistema de piso composto por laje maciça de concreto armado com 100 mm de espessura e contrapiso de argamassa convencional de 50 mm de espessura.</p>                   |
| <b>TRRF = 90 minutos</b>  |  |
|  | <p>Sistema de piso composto por laje maciça de concreto armado com 100 mm de espessura, contrapiso de argamassa convencional de 50 mm de espessura e placas cerâmicas.</p> |
| <b>TRRF = 90 minutos</b>  |  |

(fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, adaptado pelo autor).

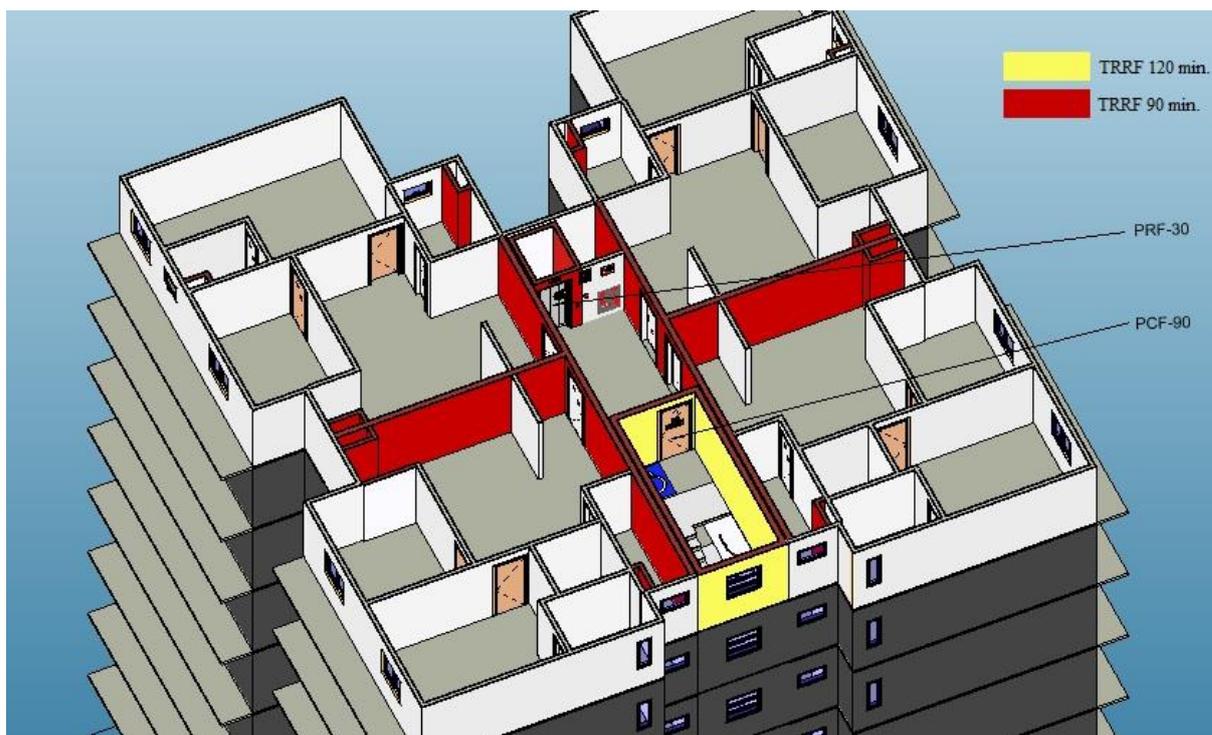
Tabela 44 – Resistência ao fogo de paredes internas e externas

| Sistema   | Descrição   |
|---|---|
|    | <p>Parede externa constituída por alvenaria em blocos cerâmicos vazados de vedação, assentados com furos na vertical, com dimensões aproximadas de 140 mm x 190 mm x 390 mm, com revestimento interno de gesso (8 mm) e externo de argamassa (25 mm).</p> |
| <b>TRRF = 90 minutos</b>  |   |
|  | <p>Parede interna constituída por alvenaria em blocos cerâmicos vazados de vedação, assentados com furos na vertical, com dimensões aproximadas de 140 mm x 190 mm x 390 mm, revestimento de gesso (8 mm) em ambas as faces.</p>                          |
| <b>TRRF = 90 minutos</b>  |   |

(fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES, adaptado pelo autor).

Para uma melhor compreensão dos elementos a serem protegidos e seus respectivos tempos de resistência ao fogo, foi elaborada a figura 36.

Figura 36 – Representação dos elementos a serem protegidos contra o fogo



(fonte: elaborado pelo autor)

### 6.3.4 Compartimentação Vertical

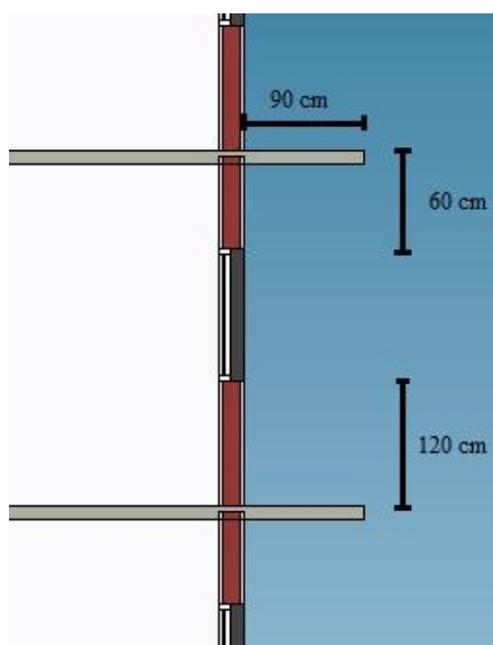
Para a disposição arquitetônica de compartimentação vertical da fachada externa, optou-se por adotar duas soluções:

Entre as aberturas dos quartos, que possuem janelas maiores, optou-se pela solução combinada da projeção horizontal de 90 centímetros com o afastamento entre aberturas de 120 centímetros e 60 centímetros (figura 37), que segundo o estudo de Estevam (2009, p. 166):

“[...] somente a configuração combinada de projeção horizontal de 90 cm com o afastamento de 1,2 metros e aberturas estreitas pode ser considerado como isolamento de risco, devido à invariabilidade das temperaturas no compartimento superior. As demais são consideradas como retardantes da propagação”.

Portanto, é a única solução que pode ser considerada como compartimentação vertical, devido à invariabilidade das temperaturas no pavimento superior, não sendo esta uma das soluções encontradas na Instrução Técnica nº 08 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, mas sim uma combinação de duas.

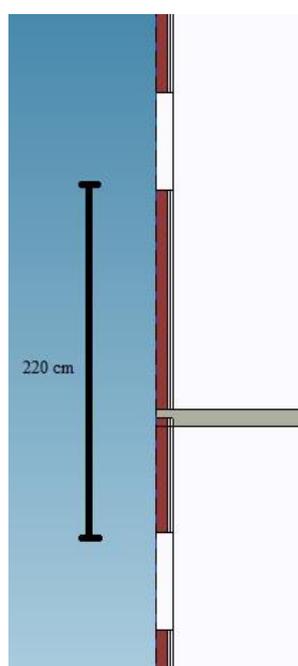
Figura 37 – Compartimentação vertical, modelo 1



(fonte: elaborado pelo autor)

Entre as aberturas de janelas dos sanitários, optou-se somente pelo afastamento entre aberturas de 2,20 metros (figura 38), por tratar-se de aberturas de menor dimensão e onde a probabilidade de risco de incêndio é muito baixa e não e a combustibilidade dos materiais empregados é baixa.

Figura 38 – Compartimentação vertical, modelo 2



(fonte: elaborado pelo autor)

Como premissa do trabalho, considera-se que as lajes e os elementos estruturais foram dimensionados de acordo com a NBR 15.200 – Dimensionamento de estruturas de concreto sob situação de incêndio.

Para os *shafts*, adotou-se o modelo enclausurado em alvenaria convencional, com TRRF de 90 minutos conforme tabela 41, e janelas de inspeção e manutenção em gesso acartonado incombustível, firmemente vinculadas à parede de alvenaria e com as derivações preenchidas com selagem corta-fogo com a resistência ao fogo de 90 minutos.

### 6.3.5 Reação ao fogo

As definições dos elementos submetidos a especificações variam da norma de desempenho em relação à instrução técnica número 10. Enquanto que a norma de desempenho preza por uma avaliação de um sistema construtivo a IT nº 10 refere-se ao material ou conjunto de materiais.

As especificações mínimas de reação ao fogo dos materiais também variam, para compreender todas essas variações, foi elaborada uma tabela comparativa (tabela 42) das exigências mínimas de reação ao fogo dos materiais:

Tabela 42 – Comparação da reação ao fogo dos elementos da edificação

| <b>Comparação da reação ao fogo dos elementos de acordo com a legislação do RS e a norma de desempenho</b> | <b>NBR 15.575/2013</b> | <b>L.C 14.376/2013<br/>(IT nº 08 e 09/SP)</b> |
|--|------------------------|---|
| <b>Face interna de parede externa</b>  | <b>Classe</b>          | <b>Classe</b>                                 |
| Cozinha  | I, II-A, III-A         | I, II-A, III-A                                |
| Locais internos da habitação   | I, II-A, III-A, IV-A   | I, II-A, III-A                                |
| Locais de uso comum da habitação   | I, II-A                | I, II-A, III-A                                |
| Interior das escadas   | I, II-A (Dm < 100)     | I, II-A (Dm < 100)                            |
| <b>Face externa da parede externa</b>  | <b>Classe</b>          | <b>Classe</b>                                 |
| Fachada  | I, II-B                | I, II-B                                       |
| <b>Miolo das paredes</b>   | <b>Classe</b>          | <b>Classe</b>                                 |
| Internas e externas  | I, II-A, III-A         | -   |

| <b>Face interna do sistema de cobertura</b> | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
|---|----------------------|----------------------|
| Cozinhas                                    | I, II-A              | I, II-A              |
| Demais ambientes                            | I, II-A, III-A       | I, II-A, III-A       |
| <b>Face externa do sistema de cobertura</b> | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
| Coberturas                                  | I, II-A/B, III-A/B   | I, II-A/B, III-A/B   |
| <b>Face superior do sistema de piso</b>     | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
| Interior das escadas                        | I, II-A              | I, II-A              |
| Demais ambientes                            | I, II-A, III-A, IV-A | I, II-A, III-A, IV-A |
| <b>Face inferior do sistema de piso</b>     | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
| Cozinha                                     | I, II-A              | -                    |
| Locais internos da habitação                | I, II-A, III-A       | -                    |
| Área de uso comum                           | I, II-A              | -                    |
| Interior da escada                          | I, II-A (Dm < 100)   | -                    |
| <b>Prumada de ventilação permanente</b>     | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
| Dutos de ventilação                         | I                    | -                    |
| <b>Outros</b>                               | <b>Classe</b>        | <b>Classe</b>        |
| Poços de elevadores                         | I, II-A (Dm < 100)   | I, II-A (Dm < 100)   |
| Monta-cargas                                | I, II-A (Dm < 100)   | I, II-A (Dm < 100)   |
| <i>Shafts</i>                               | I, II-A (Dm < 100)   | I, II-A (Dm < 100)   |

(fonte: elaborado pelo autor).

Percebe-se que há uma convergência de ambas as normas em relação aos critérios mínimos de reação ao fogo, entretanto, existem pequenas divergências em relação aos materiais da face interna das paredes externas da edificação, para locais de uso comum e no interior da unidade autônoma, onde a norma de desempenho permite a classe IV-A para a primeira e a Instrução Técnica nº 10 somente a classe III-A para a segunda.

A norma de desempenho também cita a reação ao fogo dos materiais dos miolos da parede, face inferior do sistema de piso em cozinhas, locais internos da habitação e os dutos de ventilação, que não são mencionados na Instrução Técnica nº 10.

Outra divergência é em relação aos materiais da face inferior do sistema de piso (camada estrutural), onde a NBR 15.575 permite somente até a classe II-A, enquanto que as instruções técnicas não preveem classificação alguma.

As prumadas de ventilação permanente também não são citadas pela Instrução Técnica nº 10 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

As especificações de reação ao fogo dos materiais utilizadas no projeto serão as que garantem o maior nível de segurança aos usuários e de menor índice de propagação de um incêndio, de acordo com a com a tabela 43:

Tabela 43 – Definição dos elementos utilizados no projeto considerando a reação ao fogo

| <b>Local</b>                                | <b>Classe</b>        | <b>Normativa utilizada</b>   |
|---|----------------------|------------------------------|
| <b>Face interna de parede externa</b>       |                      |                              |
| Cozinha                                     | I, II-A, III-A       | Ambas                        |
| Locais internos da habitação                | I, II-A, III-A       | Lei Complementar 14.376/2013 |
| Locais de uso comum da habitação            | I, II-A              | NBR 15.575/2013              |
| Interior das escadas                        | I, II-A (Dm < 100)   | Ambas                        |
| <b>Face externa da parede externa</b>       |                      |                              |
| Fachada                                     | I, II-B              | Ambas                        |
| <b>Miolo das paredes</b>                    |                      |                              |
| Internas e externas                         | I, II-A, III-A       | NBR 15.575/2013              |
| <b>Face interna do sistema de cobertura</b> |                      |                              |
| Cozinhas                                    | I, II-A              | Ambas                        |
| Demais ambientes                            | I, II-A, III-A       | Ambas                        |
| <b>Face externa do sistema de cobertura</b> |                      |                              |
| Coberturas                                  | I, II-A/B, III-A/B   | Ambas                        |
| <b>Face superior do sistema de piso</b>     |                      |                              |
| Interior das escadas                        | I, II-A              | Ambas                        |
| Demais ambientes                            | I, II-A, III-A, IV-A | Ambas                        |
| <b>Face inferior do sistema de piso</b>     |                      |                              |
| Cozinha                                     | I, II-A              | NBR 15.575/2013              |
| Locais internos da habitação                | I, II-A, III-A       | NBR 15.575/2013              |
| Área de uso comum                           | I, II-A              | NBR 15.575/2013              |

|                     |                    |                 |
|---------------------|--------------------|-----------------|
| Interior da escada  | I, II-A (Dm < 100) | NBR 15.575/2013 |
| <b>Outros</b>       |                    |                 |
| Poços de elevadores | I, II-A (Dm < 100) | Ambas           |
| Monta-cargas        | I, II-A (Dm < 100) | Ambas           |
| <i>Shafts</i>       | I, II-A (Dm < 100) | Ambas           |

(fonte: elaborado pelo autor).

Coutinho e Corrêa (2016) apresentaram uma relação de materiais (tabela 44, 45 e 46) cujos fabricantes informaram suas características de reação ao fogo e sua classificação conforme a instrução técnica número 10 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, a fim de auxiliar os profissionais que trabalham na área de projeto, como segue:

Tabela 44 – Materiais e revestimento de piso

| <b>Classificação</b> | <b>Materiais ensaiados</b>   | <b>Materiais similares</b>                   |
|----------------------|--|--|
| Classe I             | Painel Mezanino 40 mm  | Pisos cerâmicos, pedras e concreto           |
| Classe II-A          | Piso de borracha Eckofloor e piso vinílico (revestimento laminado) | Pisos vinílicos, de borracha e de madeira    |
| Classe II-B          | Não encontrado   | -  |
| Classe III-A         | Carpete coleção Itapema  | Carpetes 100% poliéster e alguns sintéticos. |
| Classe III-B         | Piso Laminado Eucafloor  | Pisos laminados em geral                     |
| Classe IV-A          | Carpete coleção Bouclê tricolor                                    | Carpetes 100% sintéticos                     |
| Classe IV-B          | Carpete Etrurial 100% Prolipropilen                                | Carpetes                                     |

(fonte: Coutinho e Corrêa, p. 38, adaptado pelo autor).

Tabela 45 – Materiais e revestimento de parede

| <b>Classificação</b> | <b>Materiais ensaiados</b>  | <b>Materiais similares</b>                                   |
|----------------------|---|--|
| Classe I             | Placa cimentícia Gypsum   | Cerâmicas, alvenaria, metal, bloco de concreto e lã de vidro |
| Classe II-A          | Painel Wall Eternit CKC-2020 retardante de chamas para fibras celulósicas | Placas de gesso com ou sem película PVC ou melanímico        |

|              |                                    |                                   |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Classe II-B  | Não encontrado                     | -                                 |
| Classe III-A | Painel acústico linha Sonique Wood | Painel MDF revestido com melamina |
| Classe III-B | Painel MDF revestido com laminado  | -                                 |
| Classe IV-A  | Tinta Verniz Corta-Chama Firecoat  | -                                 |

(fonte: Coutinho e Corrêa, p. 38, adaptado pelo autor).

Tabela 46 – Materiais e revestimento de teto

| <b>Classificação</b> | <b>Materiais ensaiados</b>   | <b>Materiais similares</b>  |
|----------------------|--|---|
| Classe I             | Telha de fibrocimento e forro de fibra mineral Armstrong   | Lã de vidro, telhas cerâmicas, metálicas e placas cimentíceas   |
| Classe II-A          | Forro acústico linhas: Sonique Clean, Cleanline Fireproof e Decor;<br>Forro Attuale modular em PVC | Forro Hunter Douglas composto por: madeira, fibra têxtil e fibra mineral (vide site);<br>Gesso acartonado |
| Classe II-B          | Painéis de lã mineral para forros, linha THERMATE X  | Forros de lã mineral (vide site)  |
| Classe III-A         | Forro acústico linha Sonique Wave  | Forro em MDF Standart (OWA Sonex)   |

(fonte: Coutinho e Corrêa, p. 39, adaptado pelo autor).

De acordo o estudo realizado por Gomes (2017), que levantou os dados de reação ao fogo dos materiais mais comumente utilizados no interior das edificações (tabela 47, 48 e 49), obteve-se:

Tabela 47 – Classe de reação ao fogo dos revestimentos de piso

| <b>Revestimento de piso</b> | <b>Classificação</b> |
|-----------------------------|----------------------|
| Piso laminado               | Classe III-A         |
| Piso vinílico               | Classe II-A e III-A  |

(fonte: GOMES, p. 77-78, adaptado pelo autor).

Tabela 48 – Classe de reação ao fogo dos revestimentos de parede

| <b>Revestimento de parede</b> | <b>Classificação</b> |
|-------------------------------|----------------------|
| Papel de parede               | Classe II-A          |

(fonte: GOMES, p. 79, adaptado pelo autor).

Tabela 49 – Classe de reação ao fogo dos revestimentos de teto

| <b>Revestimento de teto</b> | <b>Classificação</b> |
|-----------------------------|----------------------|
| Forro de PVC                | Classe II-A          |

(fonte: GOMES, p. 80, adaptado pelo autor).

Diante dos dados acima obtidos de pesquisas, fabricantes e outros trabalhos sobre o assunto reação ao fogo dos materiais optou-se pela seguinte solução, que contempla os parâmetros exigidos para a reação ao fogo dos materiais:

Tabela 50 – Escolha dos materiais de reação ao fogo para utilização no projeto

| <b>Local</b>   | <b>Classe</b>  | <b>Materiais permitidos</b>  |
|--|----------------|--|
| <b>Faces internas de paredes externas</b>                |                |  |
| Cozinha<br>Locais internos da habitação                  | I, II-A, III-A | Revestimento cerâmico<br>Revestimento argamassado<br>Placas de gesso com ou sem película de PVC<br>Papel de parede<br>Painel em MDF com melamina |
| Locais de uso comum da habitação<br>Interior das escadas | I, II-A        | Revestimento cerâmico<br>Revestimento argamassado<br>Placas de gesso com ou sem película de PVC<br>Papel de parede                               |
| <b>Miolos das paredes</b>                                |                |  |
| Internas e externas                                      | I, II-A        | Incombustíveis<br>Lã de vidro  |
| <b>Face externa do sistema de cobertura</b>              |                |  |

|   |                      |  |
|---|----------------------|--|
| Coberturas  | I, II-B              | Lajes de concreto<br>Telhas de fibrocimento  |
| <b>Face superior do sistema de piso</b>                             |                      |  |
| Todas as áreas da edificação  | I, II-A, III-A, IV-A | Piso cerâmico<br>Piso porcelanato<br>Piso laminado<br>Piso vinílico<br>Piso de madeira<br>Piso de borracha<br>Piso de carpete 100% sintético |
| Interior das escadas  | I, II-A              | Piso cerâmico<br>Piso porcelanato<br>Piso de borracha  |
| <b>Face inferior do sistema de piso</b>                             |                      |  |
| Cozinha<br>Locais de uso comum da habitação<br>Interior das escadas | I, II-A              | Placas cimentíceas<br>Forros minerais<br>Gesso acartonado<br>Forro em PVC  |
| Locais internos da habitação  | I, II-A, III-A       | Placas cimentíceas<br>Gesso acartonado<br>Forro em PVC<br>Forro em MDF   |
| <b>Outros</b>   |                      |  |
| Poços de elevadores<br><i>Shafts</i>                                | I, II-A (Dm<100)     | Revestimentos argamassados   |

(fonte: elaborado pelo autor).

Os materiais especificados na tabela 50 atendem de uma maneira empírica (sem ensaios), os requisitos de reação ao fogo, para dificultar a inflamação generalizada e limitar a propagação da fumaça.

Entretanto, é de fundamental importância que os materiais sejam avaliados por meio de ensaios ou que sejam escolhidos materiais e fornecedores que possuem os mesmos em mãos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se comparar os requisitos de SCI exigidos pela norma de desempenho NBR 15.575 com os da legislação do Estado do Rio Grande do Sul, aplicados a uma edificação residencial, especificando os materiais que poderiam ser utilizados para o cumprimento dos requisitos de reação e resistência ao fogo e dimensionando os sistemas de prevenção e proteção contra incêndios.

A escolha adequada dos materiais de revestimento e acabamento, o correto dimensionamento dos sistemas de proteção contra incêndio e o projeto e execução corretos dos elementos construtivos de compartimentação dificultam de uma maneira eficaz a inflamação generalizada e o desenvolvimento do incêndio, aumentando o tempo de evacuação dos ocupantes da edificação, a probabilidade de extinção de um foco de incêndio e a chegada do corpo de bombeiros. Todos esses processos são fundamentais para salvar vidas e o patrimônio, portanto, deve-se conhecer a legislação a fim de garantir o maior nível de segurança aos usuários da edificação.

No Rio Grande do Sul, a Lei Complementar 14.376/2013, que rege a segurança contra incêndio no Estado, foi elaborada um ano após a tragédia na boate Kiss, de uma maneira rápida, que culminou em diversas normativas novas e atualizações constantes nas mesmas, causando problemas nos projetos de proteção contra incêndios. Juntamente nesse período, entrou em vigor a norma de desempenho NBR 15.575, que traz um capítulo exclusivo, em todas as suas partes, sobre a segurança contra incêndios das edificações residenciais e habitações unifamiliares, trazendo mais imposições de projeto das edificações.

No que tange superficialmente as diferenças encontradas na comparação entre as normativas, estão: a divergência na normativa a ser utilizada no dimensionamento dos sistemas de extintores de incêndio e saídas de emergência, ficando a cargo das Normas Brasileiras Técnicas para as exigências da Norma de Desempenho e para as resoluções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Sul para a Lei Complementar 14.376/2013.

Outra diferença encontrada é a exigência dos sistemas de alarme de incêndio e instalações hidráulicas sob comando para todos os edifícios residenciais, enquanto que na legislação do Rio Grande do Sul esses sistemas são obrigatórios para edificações residenciais com mais de 12 metros de altura.

Em relação às exigências de reação ao fogo, algumas diferenças são encontradas tanto na concepção quanto nas classes de reação ao fogo empregadas. Enquanto a Norma de Desempenho avalia o sistema construtivo, a Instrução Técnica de São Paulo nº 10 foca no material de acabamento e revestimento empregados. A Norma de Desempenho é, em geral, mais completa e rígida quanto à reação ao fogo dos sistemas construtivos e materiais, abrangendo o miolo das paredes de vedação externa, dutos de ventilação, prumadas de ventilação permanente e a camada estrutural do sistema de piso. Em linhas gerais, para os outros sistemas que possuem exigências por ambas as normativas das classes de reação ao fogo não divergem muito.

Para os requisitos de resistência ao fogo dos elementos construtivos, existe pouca variabilidade para os tempos de resistência requeridos das divisas entre a área de uso comum e as unidades habitacionais, entresobos e paredes da escada enclausurada, entretanto, a variabilidade para os tempos requeridos das portas de acesso às escadas enclausuradas e dos elevadores é alta. A Norma de Desempenho também traz a exigência de resistência ao fogo para as paredes entre unidades habitacionais.

É importante salientar que a legislação de segurança contra incêndio do Rio Grande do Sul utiliza faixas de altura como um dos parâmetros para determinar as exigências de segurança, e que este trabalho foi elaborado para um edifício residencial com altura entre 23 metros e 30 metros. Para qualquer outra faixa de altura da edificação, o profissional deverá analisar novamente as legislações aplicando às suas especificidades.

Diante de cada vez mais variedades de sistemas construtivos e materiais de acabamento e revestimentos empregados nas edificações, é de fundamental importância ampliar o conhecimento acerca das propriedades de reação ao fogo dos materiais e nos princípios de segurança contra incêndio.

Nota-se que o acesso às informações técnicas referentes às características de reação dos materiais e dos sistemas construtivos é escasso, não havendo informações prestadas pelos fabricantes nem mesmo um banco de dados dos materiais mais convenientemente usados nas edificações.

Percebe-se também, que no Brasil, há um problema em que o país não acompanha o desenvolvimento na área de segurança contra incêndios, não somente ao baixo investimento em pesquisas, mas também pela escassez de laboratórios e equipamentos habilitados para

realizar os ensaios. Outro fator que contribui é a ausência de uma certificação nacional obrigatória, pois muitos produtos não atendem e realizam ensaios pela não obrigatoriedade.

É de fundamental importância que os profissionais da área de engenharia de segurança contra incêndios possuam o conhecimento de todas as legislações da área, pois há uma grande fragmentação das normas e inúmeras variáveis de projeto, é necessário o conhecimento de todas para garantir um projeto que ofereça o maior nível de segurança para os usuários de uma edificação, pois as vidas não têm preço.

## REFERÊNCIAS

BERTO, A.F. Segurança contra incêndio no projeto arquitetônico de edifícios. In: **au: Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: Pini, ano 8, n. 27, dez. 1989/jan. 1990. P. 118-121.

BRENTANO, T. **A Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 1. Ed. Porto Alegre: T, 2007.

SEITO, A.I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: GILL, A.A; PANNONI, F.D; ONO, R, SILVA, S.B, DEL CARLO, U, SILVA, V.P e (Coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008. P. 35-70.

\_\_\_\_\_. **NBR 13860**: glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Estado dos Negócios da Segurança Pública. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **Instrução Técnica n. 10**, de 2011. Controle de materiais de acabamento e de revestimento. São Paulo, 2011b. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/>.

\_\_\_\_\_. Instituto Tecnológico em Desempenho da Construção Civil, ITT Performance. Disponível em: <http://unisinis.br/itt/ittperformance/servicos/incombustibilidade>. Acesso em 18 de ago. de 2017.

\_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT. Disponível em: [http://www.ipt.br/solucoes/complementos/25/316-reacao\\_ao\\_fogo\\_dos\\_materiais.htm](http://www.ipt.br/solucoes/complementos/25/316-reacao_ao_fogo_dos_materiais.htm). Acesso em 18 de ago. de 2017.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais – desempenho. Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-3**: Edificações habitacionais – desempenho. Parte 3: requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013c.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-4**: Edificações habitacionais – desempenho. Parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013d.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.575-5**: edificações habitacionais – desempenho. Parte 5: requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013e.

\_\_\_\_\_. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

CARLO, U. D. Papel do corpo de bombeiros na segurança contra incêndio. In: SEITO, A. I. (coord.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008a.

MITIDIERI, M. L. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo – reação ao fogo. In: SEITO, A. I. (coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 55-75.

SEITO, A. I. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, A. I. (coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 35-54

SILVA, V. P.; VARGAS, M. R.; ONO, R. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura**. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.

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

ARAÚJO, M. A. S. A segurança contra incêndio no Brasil. In: SEITO, A. I. (coord.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 297-310.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO. **Manual de Combate a Incêndios em edifícios altos**. São Paulo: Comando do Corpo de Bombeiros, 2006. v. 16.

\_\_\_\_\_. **Resolução Técnica nº 02**: terminologia aplicada a segurança contra incêndio. Porto Alegre, 2014b.

\_\_\_\_\_. **Resolução Técnica nº 11 – Parte 1**: Saídas de emergência. Porto Alegre, 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução Técnica nº 14**: Extintores de Incêndio. Porto Alegre, 2016a.

GILL, A. A.; NEGRISOLO, W.; OLIVEIRA, S. A. Aprendendo com os grandes incêndios. In: SEITO, A. I. (coord.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVA, V. P.; PANNONI, F. D.; PINTO, E. M.; SILVA, A. A. A segurança das estruturas em situação de incêndio. In: SEITO, A. I. (coord.). **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 135-167;

MITIDIERI, M. L. O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo – reação ao fogo. In: SEITO, A. I. (coord.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 55-75;

BAYON, R. **La proteccion contra incendios la construccion**. 1. ed. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1978;

Silva, Valdir Pignatta e. Estruturas de aço em situação de incêndio. São Paulo: Zigarette Editora, 2004. 247 p.;

GOMES, Felipe Gabbardo. Reação ao fogo de materiais de revestimento e de acabamento internos: Verificação de laudo dos principais produtos vendidos em Porto Alegre (RS). Dissertação (Graduação em engenharia civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre. 2017.

RODRIGUES, Eduardo Estêvam Camargo. Análise da eficiência dos sistemas de compartimentação externa por afastamento entre janelas e por projeções horizontais segundo normativas brasileiras. 2009. 178 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2017.

Coutinho & Corrêa, E&S - Engineering and Science. 2016. A Interpretação do Controle de Materiais de Acabamentos e de Revestimento no Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico.