

**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS**  
**CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

Enrico Fernandes Barreiros  
MATRÍCULA: 2150636/7

**ANÁLISE DE DIMENSIONAMENTO DE HIDRANTES A LUZ DOS  
REGRAMENTOS DE TRÊS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES DO BRASIL**

Brasília  
2018

ENRICO FERNANDES BARREIROS

**ANÁLISE DE DIMENSIONAMENTO DE HIDRANTES A LUZ DOS  
REGRAMENTOS DE TRÊS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado como um dos requisitos  
para a conclusão do curso de  
Engenharia Civil do UniCEUB– Centro  
Universitário de Brasília

Orientador: Eng<sup>o</sup> Civil Honório Assis  
Filho Crispim

Brasília  
2018

ENRICO FERNANDES BARREIROS

**ANÁLISE DE DIMENSIONAMENTO DE HIDRANTES A LUZ DOS  
REGRAMENTOS DE TRÊS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES DO BRASIL**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB– Centro Universitário de Brasília

Orientador: Eng<sup>o</sup> Civil Honório Assis Filho Crispim.

Brasília, 2018.

**Banca Examinadora**

---

Eng<sup>o</sup>. Civil: Honório Assis Filho Crispim.  
Orientador

---

Dr. Marcos Rafael Guassi  
Examinador I

---

Eng<sup>o</sup>. Civil: Calvin Mariano Rêgo Crispim.  
Examinador Externo

## RESUMO

Esta monografia visa analisar a aplicação prática das normas estaduais de incêndio. Para tal, será estudado como os incêndios ocorrem, seus tipos, a dinâmica do fogo e os métodos de prevenção e combate, para assim iniciar a análise sobre as normas de dois Estados (São Paulo e Santa Catarina) e do Distrito Federal. Estes representarão três grupos, conforme suas características normativas. Por meio de comparativo, as normas de cada um dos três representantes serão analisadas e testadas na prática com um projeto de hidrantes para uma edificação tipo com arquitetura definida, visando assim conhecer o funcionamento de cada norma. Serão analisados os resultados de cada um, verificando assim os aspectos legislativos delas com relação a similaridades e diferenças de aplicação no respectivo estudo.

Palavras-chave: incêndio, combate, hidrante, fogo, segurança.

## **ABSTRACT**

This monograph aims to analyze the practical application of state fire regulations. To this end, it will be studied how fires occur, their types, fire dynamics and methods of prevention and combat, to begin the analysis of the standards of two states (São Paulo and Santa Catarina) and the Federal District. These will represent three groups, according to their normative characteristics. By comparative, the standards of each of the three representatives will be analyzed and tested in practice with a fire project for a type building with a defined architecture, in order to know the operation of each standard. The results of each one will be analyzed, thus verifying the legislative aspects of them with respect to similarities and differences of application in the respective study.

Keywords: fire, combat, fire hydrant, fire, safety.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
SUMÁRIO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABELAS .....	viii
ÍNDICE DE ABREVIACÕES.....	ix
ÍNDICE DE SÍMBOLOS .....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Formação de Incêndio .....	5
3.1.2 Fogo e Incêndio .....	6
3.1.3 Fumaça .....	6
3.1.4 Fases do incêndio .....	7
3.1.5 Propagação do fogo.....	8
3.2 Medidas de proteção.....	9
3.2.1 Medidas Passivas e Preventivas de Incêndio.....	10
3.2.2 Sistemas de combate de incêndio.....	14
3.3 Legislação.....	26
3.3.1 Caracterização das Normas Estaduais.....	26
3.4 Projeto do sistema de hidrantes.....	28
3.4.1 Classificação da edificação.....	29
3.4.2 Dimensionamento do Sistema de Hidrantes.....	33

4	METODOLOGIA .....	41
4.1	Escolha do edifício .....	41
4.2	Execução do Projeto no Software .....	43
4.2.1	CBMDF .....	44
4.2.2	CBMSC .....	45
4.2.3	CBMSP .....	47
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....	50
5.1	CBMDF .....	50
5.2	CBMSC .....	50
5.3	CBMSP .....	51
6	CONCLUSÃO .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Tetraedro do Fogo.....	5
Figura 2 – Fases do Incêndio.....	8
Figura 3 - Classe de fogo conforme o tipo de combustível. ....	18
Figura 4 – Agentes Extintores conforme tipo de combustível.....	19
Figura 5 – Hidrante Urbano .....	21
Figura 6 – Hidrante de Recalque.....	21
Figura 7 – Hidrante Industrial.....	22
Figura 8 – Hidrante de Parede.....	22
Figura 9 – Mangotinho com Carretel.....	23
Figura 10 – Componentes de um Sprinkler. ....	25
Figura 11 – Sprinkler acionado. ....	25
Figura 12 – Divisão Regional Normativa.....	28
Figura 13 – Tabela 2 NT 02 – CBMDF.....	31
Figura 14 – Tabela 1 IT 14 – CBMSP.....	33
Figura 15 – Tabela 1 IN 007 – CBMSC.....	36
Figura 16 – Tabela 3 IN 007 – CBMSC.....	36
Figura 17 – Tabela 4 IN 007 – CBMSC.....	37
Figura 18 – Tabela 3 IT 22 – CBMSP.....	39
Figura 19 – Tabela 2 IT 22 – CBMSP.....	40
Figura 20 – Tabela 4 IT 22 - CBMSP.....	40
Figura 21 – Fachada do Edifício Padrão.....	41
Figura 22 – Pavimento Tipo.....	41
Figura 23 – Pavimento Térreo.....	42
Figura 24 – Localização do Hidrante.....	42
Figura 25 – Reservatório.....	43
Figura 26 – Reposicionamento do Hidrante na Arquitetura. ....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de risco e RTI. ....	34
Tabela 2– RTI Excedente. ....	34
Tabela 3 – Vazão mínima ....	35
Tabela 4 – Dimensões da Mangueira conforme o Risco. ....	35
Tabela 5 – Caracterização da Edificação pelo CBMDF. ....	45
Tabela 6 – Caracterização da Edificação pelo CBMSC. ....	46
Tabela 7 – Caracterização da Edificação pelo CBMSP. ....	49

## ÍNDICE DE ABREVIações

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CMB.....	Corpo de Bombeiros
CMBDF.....	Corpo de Bombeiros do Distrito Federal
CMBSC.....	Corpo de Bombeiros de Santa Catarina
CMBSP.....	Corpo de Bombeiros de São Paulo
IT.....	Instrução Técnica
NT.....	Norma Técnica
NBR.....	Norma Brasileira
RTI.....	Reserva Técnica de Incêndio

## ÍNDICE DE SÍMBOLOS

°C.....	Graus Celsius
cm.....	Centímetros
H.....	Hora
HP.....	<i>Horse power</i> (cavalos de força)
Kg.....	Quilograma
Kg/m <sup>2</sup> .....	Quilograma por metro quadrado
kgf/cm <sup>2</sup> .....	Quilograma-força por centímetro quadrado
L.....	Litros
m.....	Metros
m <sup>2</sup> .....	Metros quadrados
m <sup>3</sup> .....	Metros cúbicos
mca.....	Metros de coluna d' água
MPa.....	Mega Pascal
Pç.....	Peça
Un.....	Unidade

## 1. INTRODUÇÃO

A segurança e combate de incêndio é uma área do conhecimento que não possui muitos profissionais, além de que seus assuntos são tratados por pessoas que não possuem a qualificação adequada. Essa carência de profissionais pode se dar devido ao fato de que as próprias faculdades de engenharia civil e arquitetura raramente tratam de administrar disciplinas de incêndio em suas grades curriculares, e quando o fazem, tratam o tema de maneira genérica. Essa negligência gera problemas graves, resultando assim em catástrofes como são os casos da Boate Kiss (2013) e o do Museu Nacional (2018), mais recentemente.

A situação se torna mais crítica quando se depara com a existência dos fatores legislativos necessários para o planejamento e execução do projeto de incêndio em edificações. Estes fatores sobrepõem os fatores físicos (hidráulica e teorias do fogo), cujo estudo é de suma importância para o projeto. De acordo com Brentano (2015), a legislação de incêndio normalmente é formada por profissionais não qualificados, gerando assim uma carência sobre a física do incêndio propriamente dito. Brentano (2015, p.82) também dizia que “Um projeto de proteção contra incêndio de uma edificação não é um mero desenho num papel, pois ele tem muita ciência por trás!”.

No âmbito físico, o foco do projeto de prevenção e combate ao incêndio de edificações é a proteção da vida humana, do patrimônio e a da produção, no caso de edifícios comerciais ou industriais. Para chegar a tal fim, são necessárias medidas de proteção, sendo estas preventivas e de combate ao foco de fogo, procurando sempre evitar o início do fogo, e caso este ocorra, o edifício deve ser evacuado o mais rápido e seguro possível e o fogo deve ser combatido da maneira mais eficaz, evitando sua propagação. As medidas por sua vez são classificadas como passivas e ativas.

As medidas passivas são aquelas tomadas durante o planejamento do projeto arquitetônico. São exemplos desta o afastamento entre edificações, proteção estrutural contra incêndio, saídas de emergência, controle de materiais de

revestimento e acabamento, SPDA, controle das possíveis fontes de incêndio, entre outras. De acordo com Brentano (2015, p. 102) “O Projeto arquitetônico é o primeiro a ser iniciado, mas o último a ser concluído! A proteção passiva contra incêndio de uma edificação começa com o projeto arquitetônico!”

As medidas ativas são aquelas que reagem ao fogo, combatendo-o diretamente, sendo estes ativados de forma manual ou automática, com objetivo de extinguir o incêndio ou contê-lo, mantendo-o sobre controle até a chegada da Brigada de Incêndio local. As medidas utilizadas para tal exercício são os sistemas de detecção de incêndio, controle de fumaça, hidrantes ou mangotinhos, extintores de incêndio, sprinklers e a própria Brigada de Incêndio.

A questão legislativa é mais complexa, influenciando no dimensionamento das medidas de prevenção e combate ao incêndio, sendo composta por legislações nacionais, estaduais e municipais.

A nacional é representada pelas normas da ABNT, com suas diversas NBR. A estadual é composta por normas ou instruções técnicas, sendo estas definidas pelos Corpos de Bombeiros Militares existentes nos vinte e seis Estados e no Distrito Federal. Cada uma dessas Corporações trabalha ou com sua própria norma, ou segue a de outro, ou não possui uma, sendo assim necessário adaptar o projeto de incêndio de um mesmo edifício para cada Estado no qual ele for executado. A municipal não será abordada aqui, por se tratar de um caso particular do Rio Grande do Sul.

A existência de diversas normas nos Estados causa problemas no planejamento de projetos de incêndio e na compatibilização destes por meio de softwares aplicados à área.

Nesse contexto, esse trabalho visa desenvolver uma análise sobre cada uma das duas normas estaduais e uma distrital escolhidas de forma arbitrária (SP, SC e DF) com intuito de desenvolver e verificar as idiossincrasias de cada uma delas aplicada ao software em estudo. Após a análise será proposta uma ideia de tópicos comuns a todas as normas para todos os Estados e Distrito Federal.

A visão do trabalho é buscar o desenvolvimento da sensibilidade de integração e padronização das normas atinentes, inicialmente, ao cálculo de hidrantes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Implementar em software os cálculos de um sistema de hidrantes de acordo com as normas dos Estados de São Paulo, Santa Catarina e Distrito Federal.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar uma breve análise de normas relativas aos dois Estados e Distrito Federal;
- Apresentar o motivo da escolha de cada um dos dois Estados e Distrito Federal;
- Pormenorizar as respectivas normas relativas a hidrantes de cada um dos dois Estados e Distrito Federal;
- Apresentar os resultados na tecnologia BIM, naturalmente disponível no software em questão;
- Apresentar os resultados calculados em software, para os hidrantes menos e mais favoráveis.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

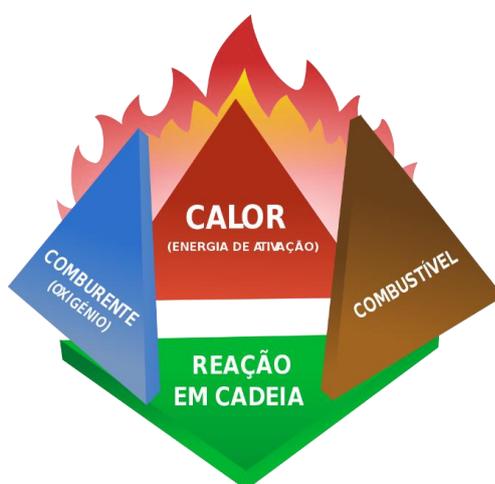
#### 3.1 Formação de Incêndio

Para se entender como prevenir um incêndio é preciso, primeiramente, entender como este ocorre e analisar seus componentes separadamente.

**Fogo e combustão:** Pela NBR 13860/1997: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio, fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. A combustão é definida como uma reação química em cadeia que consiste na combinação de três elementos essenciais para ocorrência do fogo, conhecidos como triângulo do fogo.

O triângulo é a combinação dos três elementos essenciais do fogo: combustível, comburente e calor. O fogo, da reação de combustão, por gerar calor no sistema, permite que ocorra uma nova combustão, causando assim uma reação em cadeia. Essa reação em cadeia mais o triângulo do fogo formam o tetraedro do fogo, visto na Figura 1.

Figura 1- Tetraedro do Fogo.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/6022146/>. Acessado em: 27/11/18.

### **3.1.2 Fogo e Incêndio**

Carrasco (1999) diferencia incêndio de fogo, sendo o primeiro composto pelo tetraedro do fogo com reação química não controlada e o segundo composto pelo tetraedro do fogo com a reação química sobre controle, sendo este realizado pelo controle de um dos três elementos essenciais do fogo. Ou seja, um fogo não é um incêndio.

### **3.1.3 Fumaça**

Um dos produtos finais da combustão, a fumaça é formada de vapores (água normalmente), gases (tóxicos, como o monóxido de carbono) e fuligem (partículas sólidas em suspensão no ar).

O controle da fumaça no projeto de incêndio é de grande importância, pois este é o fator mais responsável pelo pânico (devido à falta de visibilidade) e pelas mortes dos usuários da edificação (devido aos gases tóxicos).

Os materiais utilizados na edificação podem gerar diversos gases tóxicos e altamente letais, como é o caso do ácido cianídrico, que causa morte quase imediata após sua inalação, portanto, é necessário evitar o uso desses materiais, e caso não possam ser evitados, prevenir e controlar a fumaça da maneira melhor possível em caso de incêndio.

O controle adequado da fumaça em um incêndio facilita o acesso ao corpo de bombeiros para o combate ao incêndio e permite uma evacuação mais eficiente da edificação. O controle da fumaça protege a propriedade, segura a vida a vida dos empregados, dos bombeiros e do negócio. O sistema aumenta a visibilidade durante

o incêndio, diminui a ocorrência de propagação do fogo e reduz os prejuízos causados por este.

Tendo em vista os benefícios citados, existem dois tipos de sistema de ventilação: a natural e a monitorada.

- Ventilação Natural: É baseada na movimentação do ar por meio de forças naturais. Possui como benefícios a ventilação silenciosa, não necessidade de manutenção, propósito duplo (ventilação de incêndio e diária), fácil instalação e custo zero com energia elétrica.
- Ventilação Monitorada: Utiliza motores e exaustores elétricos para direcionar o fluxo de ar. Suas vantagens são a independência dos fatores climáticos e naturais, desempenho repetitivo e previsível e a possibilidade de direcionar o ar em temperaturas e velocidade ótimos.

### **3.1.4 Fases do incêndio**

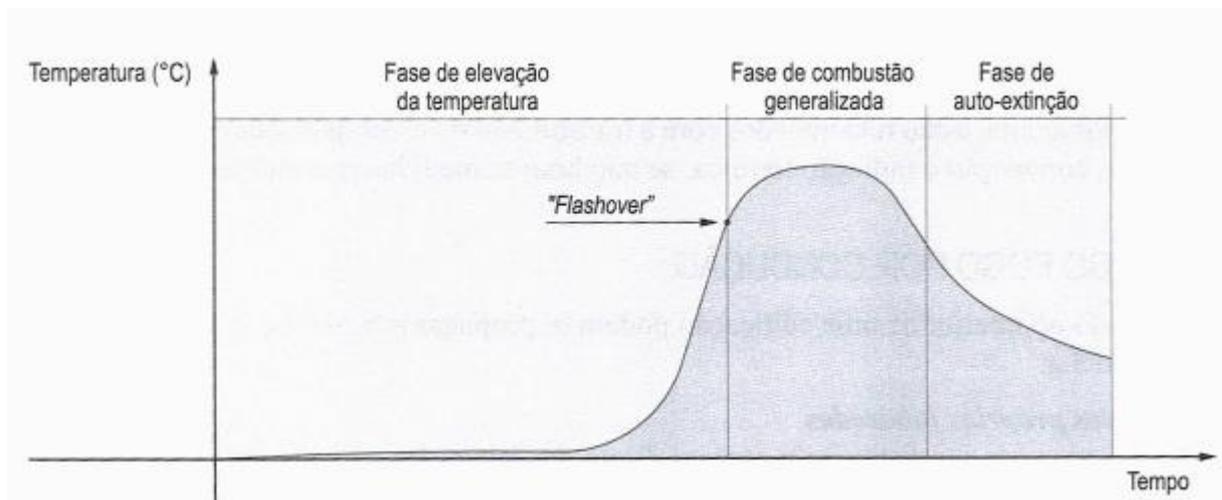
O desenvolvimento do incêndio se dá por uma curva em função da temperatura e do tempo. Watts apud Alves (2003) divide essa curva em três fases: inicial de crescimento de temperatura, de combustão generalizada e de auto extinção.

Na fase inicial de crescimento de temperatura o incêndio começa em um foco de fogo, geralmente no mobiliário local, e sua temperatura aumenta gradativamente conforme o tempo. Esse aumento de temperatura pode causar a ignição de outros materiais em torno do foco, sendo o calor levado por meios de propagação do fogo, sendo eles: condução (contato direto entre algum mobiliário do foco ou com o próprio fogo), irradiação (emissão de ondas eletromagnéticas) ou convecção (aquecimento do ar no ambiente). Esse fase é evitada com uso de proteções ativas, tais como sprinklers, hidrantes, mangotinhos ou extintores de incêndio.

Com a continuação do aumento de temperatura, ocorre a fase de combustão generalizada, fase na qual o fogo alcança seu auge e ocorre a maior chance de propagação deste para os ambientes ou edifícios vizinhos. O que irá impedir sua propagação serão as medidas passivas adotadas no projeto arquitetônico do edifício.

Por último, a fase de auto extinção é causada pela falta de combustíveis no ambiente, resultando assim na extinção do fogo, resultando apenas brasas que irão se tornar cinzas. Essas fases são demonstradas graficamente pela Figura 2.

Figura 2 – Fases do Incêndio.



Fonte: Brentano (2015)

### 3.1.5 Propagação do fogo

A propagação do fogo ocorre por meio de três formas fundamentais: condução, convecção e radiação, sendo possível este ser propagado pelas três formas simultaneamente. A necessidade de medidas preventivas é visível neste estudo da

propagação, pois a ausência delas, ou sua ineficácia, tornam a propagação do fogo inevitável, causando assim mais danos ao patrimônio e mais riscos a vida.

**Condução:** A propagação por indução, ou contato, se dá de duas maneiras: contato direto com as labaredas ou condução por um meio físico (Metais aquecidos de canalizações, por exemplo).

**Convecção:** o calor se propaga por meio dos gases, fumaça, vapores e ar super aquecidos, que incitam a combustão de materiais voláteis em outras regiões do local. As fagulhas também podem ser levadas pelo vento, causando assim uma propagação simultânea entre convecção (vento) e condução (fagulha).

**Radiação:** A propagação por meio de radiação térmica, ou irradiação, ocorre devido as ondas eletromagnéticas infravermelhas emitidas por corpos aquecidos, que irradiam calor ao ambiente. É possível calcular o alcance da radiação térmica, por meio de métodos físicos.

### **3.2 Medidas de proteção**

Brentano (2015) define que existem três momentos importantes no plano de proteção contra incêndios, antes do início, onde as medidas passivas atuam, durante a ocupação, onde as medidas preventivas atuam e após o início do fogo, onde atuam as medidas ativas.

Portanto, serão analisados cada uma das medidas por ele citadas.

### 3.2.1 Medidas Passivas e Preventivas de Incêndio

As medidas passivas e preventivas são medidas que evitam a propagação do fogo e reagem passivamente a este, prevenindo a ocorrência de incêndio, sendo planejadas inicialmente a partir da elaboração do projeto arquitetônico.

Um estudo de suma importância para as medidas passivas é o conhecimento sobre os materiais da construção e seus elementos de construção, sendo os primeiros reativos ao fogo e os outros resistentes. Esses materiais são testados em instituições de pesquisa e laboratórios, sendo uma delas a Pontifícia Universidade Católica do Chile (PUC Chile) que possui um dos laboratórios de resistência ao fogo mais completo da América do Sul.

O projetista deve utilizar materiais que não contribuam para a toxicidade da fumaça, projetar paredes que impeçam a propagação do fogo e deve projetar uma estrutura resistente ao fogo, de tal modo que esta não entre em colapso durante um incêndio. Porém, esse conhecimento pouco é tratado em normas brasileiras, e os ensaios não são padronizados, o que dificulta a possibilidade de uma edificação de fato ser seguramente projetada para incêndio.

**Elementos Reativos:** Os elementos reativos ao fogo são classificados pela sua inflamabilidade (capacidade de emitir gases inflamáveis) e combustibilidade (quantidade de calor capaz de emitir ou absorver durante a queima), sendo classificados em:

- **Combustíveis:** Inflamáveis são os que emitem os gases inflamáveis; os não inflamáveis são aqueles que não liberam gases, apenas carbonizam e liberam calor;
- **Não combustíveis:** São aqueles que absorvem o calor das chamas, sendo assim não inflamam e nem carbonizam.

**Elementos Resistentes:** Os elementos resistentes ao fogo são caracterizados por três características, sendo estas a Resistência mecânica ao fogo, Estanqueidade às chamas e aos gases inflamáveis e Isolamento térmico. Portanto, os elementos de construção são divididos em:

- Estáveis ao fogo: Aqueles que apresentam resistência mecânica ao fogo, podendo estes serem pilares, vigas e lajes;
- Para-chamas: São aqueles que possuem tanto resistência mecânica como estanqueidade, podendo ser constituídos de paredes divisórias, pisos e portas.
- Corta-fogo: São aqueles que além de apresentar estanqueidade e resistência mecânica ao fogo apresentam também o isolamento térmico. São exemplos as paredes divisórias, pisos e portas corta-fogo que apresentem essas características.

A resistência dos elementos construtivos é definida pela NBR 14.432/2001: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações, e pela NBR 5.628/2001: Componentes construtivos estruturais: determinação da resistência ao fogo. Essas normas definem os Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), sendo este o tempo necessário para a evacuação completa da edificação e necessário para que o Corpo de Bombeiros de Combate ao Incêndio possa chegar para extinguir o fogo.

O TRRF sempre deverá ser maior que o tempo de evacuação da edificação, podendo esta ser evacuada de forma segura, sem comprometer a vida humana. Os valores do TRRF para a estrutura principal são definidos como maiores ou iguais à 120 minutos de incêndio.

- **TRRF  $\geq$  120 min** (Estrutura Principal)

**Estruturas de concreto:** A NBR 15200/2012: Projeto de estrutura de concreto em situação de incêndio, define os parâmetros mínimos para o dimensionamento correto de estruturas de concreto armado que resistam ao incêndio por, no mínimo, o TRRF de duas horas.

A NBR 12.655/2015: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação, define o concreto como um material homogêneo formado pela mistura de cimento, agregados miúdo, graúdo e água com e sem incorporação de componentes, que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento Portland e água).

O concreto apresenta, em situações de incêndio, mudanças em sua composição química, conforme o aumento da temperatura, comprometendo assim sua resistência estrutural, podendo gerar assim um colapso. A 500 °C a estrutura de concreto armado perde metade de sua resistência, e, se for resfriado rapidamente, a degradação ocorrerá de forma acelerada.

Segundo Bayon (1978), um cobrimento de 25mm aumenta em meia hora a resistência da estrutura, porém, não convém aumentar o cobrimento mais, pois o ganho é mínimo e o aumento da carga é significativo. Convém utilizar de tintas e argamassas resistentes ao fogo.

**Estrutura de aço:** A NBR 14323/2013: Dimensionamento de estrutura de aço em edifício em situação de incêndio, define como dimensionar uma estrutura metálica resistente ao fogo. Por serem excelentes condutores de calor e perderem a resistência muito mais que o concreto em situação de incêndio, essas estruturas requerem cuidados especiais.

A perda de resistência do aço ocorre rapidamente, muito mais do que no concreto armado. Portanto, são utilizadas para a proteção da estrutura diversos tipos de cobrimento, tais como: concreto, forros de gesso, tintas intumescente, placas e mantas incombustíveis.

### **3.2.1.1 Isolamento de Risco**

A medida passiva de Isolamento de Risco é divididas em duas classes:

- Afastamento mínimo entre edificações: Afastamento necessário para que o fogo não se propague para a edificação vizinha, seja por condução, convecção ou irradiação;
- Compartimentação entre edificações e interna e externa às edificações: Consiste na separação física por paredes e portas corta-fogo em um edifício que possua ambientes com diferentes classes de risco.

Brentano (2015) comenta que a compartimentação é a forma mais econômica e eficaz de se proteger passivamente do fogo em uma edificação. A compartimentação, por sua vez, é subdividida em: interna (horizontal ou vertical) e externa (horizontal ou vertical). As edificações isoladas ou suas áreas isoladas devem apresentar saídas de emergência independentes das outras.

### **3.2.1.2 Saídas de Emergência**

As saídas de incêndio são medidas de proteção que garantem a evacuação dos habitantes da edificação em segurança. Para isso, é necessário que estas sejam simples e bem sinalizadas, para a reação durante o pânico seja a mais ordenada possível. A NBR 9077/2001: Saídas de emergência em edifícios regulamenta as saídas de incêndio, porém, essa encontra-se em revisão devido a algumas lacunas existentes. Além dela, existem as diversas normas estaduais vigentes.

O dimensionamento das saídas de emergência é feita, primeiramente, considerando as dimensões medias de uma pessoa, considerando sua largura ombro a ombro e sua área de elipse corporal, que varia conforme a direção da evacuação (subida ou descida) e ao tipo de pessoa (mulher, homem ou criança). O sucesso da evacuação consiste nestes parâmetros.

Em seguida são calculados a velocidade de evacuação, densidade, dimensões das saídas, tempo de evacuação em local mais desfavorável entre outros fatores que afetem os meios de escape.

**Iluminação de emergência:** Definida pela NBR 10898/2013: Sistema de Iluminação de emergência, a iluminação necessária para a evacuação segura de pessoas deve apresentar valores mínimos para amenizar o pânico e facilitar a saída do edifício em segurança. A iluminação deve estar permanentemente instalada e deve ser ativada automaticamente em situação de incêndio, permanecendo acesas durante todo o período de evacuação.

**Sinalização de emergência:** Regulamentada pela NBR 1334-2/2004: Símbolos gráficos para sinalização contra incêndio e pânico - simbologia, define os símbolos necessários para permitir uma evacuação mais ordenada e com menos pânico, portanto, mais segura e eficaz. A utilização de símbolos de segurança reduz a confusão e traz uma comunicação mais rápida e segura, porém, devido a uma falta de padronização geral para estes, podem trazer confusão em relação a sua interpretação. Porém, os símbolos devem ser visíveis durante a ocorrência de fumaça.

A NBR 9077/2001: Saídas de Emergência em edifícios também define os tipos de escada a serem utilizadas, sendo elas de três tipos: escada não enclausurada, ou comum; escada enclausurada protegida; escada enclausurada à prova de fumaça. Cada uma deve respeitar os parâmetros definidos por norma e suas respectivas características construtivas. A norma também recomenda e ensina sobre a pressurização de escadas, que auxilia na reposição do oxigênio das escadas durante a evacuação e retira os gases tóxicos e fumaça, maiores responsáveis pelas mortes em incêndios.

### **3.2.2 Sistemas de combate de incêndio**

Os sistemas de combate de incêndio são aqueles que dimensionados especificamente para extinguir o tipo de fogo resultante da queima dos tipos de

combustíveis contidos na edificação, conforme seu grau de risco. Os principais sistemas são:

- Extintores de incêndio
- Hidrantes e mangotinhos
- Sprinklers
- Projetores de água
- Sistema de espuma mecânica
- Sistema fixo de gases

Para entender como funcionam os sistemas, é necessário primeiro conhecer os métodos de extinção.

**Extinção do incêndio:** Para evitar ou extinguir um incêndio, deve-se retirar um dos elementos do tetraedro do fogo: combustível, comburente, calor ou a reação em cadeia não-controlada. A retirada de cada um desses elementos requer um método diferente, sendo essas formas de extinção apresentadas a seguir:

- Isolamento: Consiste em retirar o combustível, quando for possível.
- Abafamento: Consiste em retirar o comburente do ambiente.
- Resfriamento: Consiste em retirar o calor da reação.
- Química: Consiste em adicionar produtos químicos que quebrem a reação em cadeia.

Além dos métodos de extinção, convém analisar as características e classes dos combustíveis, pois estes queimam de forma diferente, portanto, são extintos de forma diferente.

**Classificação dos combustíveis:** Os combustíveis são divididos em tais classes.

- Classe A: Fogo resultante de queima de materiais comuns como madeiras, papéis, plásticos, tecidos, entre outros.
- Classe B: Fogo resultante da queima de fluidos inflamáveis, sejam estes líquidos (como a gasolina) ou gasosos (como o GLP).
- Classe C: Fogo resultante de curtos-circuitos, envolvendo diretamente energia elétrica.
- Classe D: Fogo resultante da queima de metais combustíveis, tais como magnésio, titânio, fósforo, entre outros.
- Classe K: Do inglês *Kitchen*, é o fogo resultante da queima de óleos e gorduras.

**Agentes Extintores:** Os agentes extintores são aqueles que retiram no mínimo um dos elementos do tetraedro do fogo, tornando assim possível controlá-lo e extingui-lo. Os principais agentes serão apresentados.

- Água: Chamada também de agente extintor universal. Trata-se de um elemento abundante, não reativo, seguro, econômico e estável. Pode ser usada no estado líquido para o resfriamento e/ou abafamento e no estado gasoso para abafamento. É utilizada para as classes de combustíveis A e B.
- Espuma Aquosa: é uma solução aquosa formada por um agente líquido especial, água e ar. Por ser mais leve que os líquidos inflamáveis, este extingue o fogo por abafamento. É mais utilizada nas classes de combustíveis B.

- Gás Inerte: Composto por gases inertes, tais como monóxido ou dióxido de carbono, nitrogênio, entre outros. É utilizado para extinção por abafamento, sendo muito utilizado nas classes C e K.
- Pós químicos: Mistura de aditivos e sais. São utilizados para quebrarem a reação química do fogo, e por consequência, acabam abafando e resfriando o local. Seu uso é restrito apenas a Classe A e devem ser evitados para a Classe C, pois podem corroer circuitos caso entrem em contato com umidade.

### **3.2.2.1 Sistema de Extintores de Incêndio**

Os extintores de incêndio são equipamentos de segurança simples e eficazes no combate ao incêndio inicial, evitando a propagação dos danos. Os extintores portáteis só necessitam de carrinhos caso seu peso seja superior a 245N (25kgf). São regulamentados pela NBR 12693/2013: Sistema de proteção por extintores de incêndio, que define seus aspectos de distância de jato, forma de descarga do jato, operacionalidade, acessibilidade, sinalização e classe de fogo (A, B, C, D e K). A classificação do risco da edificação é definida em classes A, B e C, sendo os riscos referenciados pela Tarifa de Seguro Incêndio do Brasil (TSIB).

O tipo de extintor a ser utilizado dependerá do ambiente e da classe de risco dos combustíveis envolvidos no local, sendo ele capaz de combater o foco de fogo caso seja operado corretamente e pelo tipo de extintor correto para o tipo de combustível combatido. O sistema de extintores não combate um incêndio, apenas o foco do fogo. A NBR 15808/2017: Extintores Portáteis, representa com símbolos as diferentes classes de combustíveis que o extintor em uso combate, sendo estes símbolos demonstrados pela Figura 3.

Figura 3 - Classe de fogo conforme o tipo de combustível.



Fonte: Seito (2008).

Os extintores são utilizados para combater o incêndio por meio de abafamento, resfriamento ou quebra da reação química em cadeia. Para tal, são utilizados diversos tipos de extintores.

- Extintor de Água Pressurizada;
- Extintor de Espuma Mecânica;
- Extintor de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>);
- Extintor de Pó Químico;
- Extintores Halogenados.

A Figura 4 demonstra o uso de cada um. Para a classe K são utilizados pó especial para óleos, feitos com metais alcalinos, ou líquido PRX, tipo de gás halogênio.

Figura 4 – Agentes Extintores conforme tipo de combustível.

CLASSE DE FOGO	AGENTE EXTINTOR					
	ÁGUA	ESPUMA MECÂNICA	DIÓXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )	PÓ BC	PÓ ABC	HALOGENADOS
A	(A)	(A)	(NR)	(NR)	(A)	(A)
B	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
C	(P)	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)
D	Deve ser verificada a compatibilidade entre o metal combustível e o agente extintor					

(A) apropriado à classe de fogo | (NR) não recomendado à classe de fogo | (P) proibido à classe de fogo

Fonte: Seito (2008).

### 3.2.2.2 Sistema de hidrantes

Os sistemas de hidrantes e mangotinhos são sistemas hidráulicos que direcionam a água de forma manual para o combate ao incêndio. São sistemas que dependem da ação do homem para o uso, utilizados pelos ocupantes, normalmente, que necessitam de treinamento e educação adequada para o uso do sistema, devido a suas altas pressões e vazões, que o tornam de difícil manuseio.

O sistema de hidrantes e mangotinho é um sistema fixo de combate ao incêndio que funciona sob o comando de água sobre o foco de incêndio em vazão compatível ao risco do local que visa proteger, de forma a extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial. (SEITO, *et al.* 2008)

São normatizados nacionalmente pela NBR 13714/2000: Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos para combate a incêndio. A norma fixa as exigências mínimas para dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio dos sistemas. A norma se assemelha com a IT 22 do CBMSP.

O objetivo dos sistemas de hidrantes e mangotinhos é de auxiliar o corpo de bombeiros no combate ao incêndio da edificação. O hidrante tratado na norma é o hidrante de parede, que possui como itens obrigatórios os abrigo, tomada d'água,

altura e equipamentos, tais como a chave storz e esguicho (regulável ou não), padronizados pela norma estadual vigente. Seu manuseio requer treinamento, devido a quantidade de equipamentos e ferramentas necessárias para o manuseio correto e devido as altas pressões e vazões.

O mangotinho é um sistema que possui abrigo, carretel de mangotinho e esguicho regulável. Seu uso é simples, se assemelhando com o uso de uma mangueira doméstica de jardim. Porém, não é encontrado em muitos edifícios e normas estaduais devido ao seu alto custo, sendo cerca de duas vezes maior que o dos hidrantes de parede. Seu uso requer um treinamento básico.

O tempo é um fator de extrema importância no combate ao incêndio, portanto, o mangotinho, devido ao fácil manuseio e rapidez no manuseio, é o mais recomendado para combate ao incêndio em edificações residenciais.

No projeto de incêndio um dos principais fatores a ser analisado é o correto dimensionamento dos hidrantes ou de mangotinhos. Para analisar a validade do sistema, além dos diâmetros de tubulações, cores e equipamentos necessários, é importante analisar as vazões mínimas exigidas e pressões, máximas e mínimas. Para tal, são analisados no projeto os hidrantes mais e menos favoráveis da edificação, sendo estes o com maior e menor pressão, respectivamente.

As mangueiras dos dois sistemas são normatizadas pela NBR 11861/1998: Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio. As mangueiras de incêndio, normalmente, apresentam diâmetro nominal de 40mm (1 ½”). O esguicho, por sua vez, é padronizado pela NBR 14870-1/2013: Esguicho para combate a incêndio – Parte 1: Esguicho básico de jato regulável.

Além dos hidrantes de parede (Figura 8) existem os hidrante de recalque (Figura 6), cuja responsabilidade pertence a edificação e, em caso de falta d'água no reservatório da edificação, são abastecidos pelo caminhão do corpo de bombeiros; os hidrantes urbanos (Figura 5), os mais conhecidos e vistos em vias públicas e que só podem ser utilizados pelo corpo de bombeiros, pois somente eles possuem a chave

específica para utilizá-los; por fim, os hidrantes industriais (Figura 7), que consistem em uma coluna com duas tomadas d'água e não possuem mangueiras, sendo as mangueiras do Corpo de Bombeiros a ser utilizada. Os industriais são encontrados em parques industriais, porém, não são citadas na IT 22 do CBMSP e nem da NBR 13714. A Figura 9 apresenta o Sistema de Mangotinhos.

Figura 5 – Hidrante Urbano



Fonte: O autor.

Figura 6 – Hidrante de Recalque.



Fonte: <https://www.gcbrasil.com.br/hidrantes/hidrante-de-recalque/>. Acessado em 27/11/2018.

Figura 7 – Hidrante Industrial.



Fonte:  
<http://www.protectorfire.com.br/hidrante-de-coluna-industrial/>. Acessado em: 27/11/18.

Figura 8 – Hidrante de Parede.



Fonte: O autor (2018).

Figura 9 – Mangotinho com Carretel.



Fonte: <http://arquiteturadeseguranca.blogspot.com/2013/08/mangotinhos.html>. Acessado em: 27/11/18.

### 3.2.2.3 Sistema de Chuveiros Automáticos (Sprinklers)

O sistema de chuveiros automáticos ou, sprinklers, é um sistema fixo a edificação que combate ativamente o incêndio com uso de água em uma quantidade adequada a área de risco na qual a edificação foi classificada. Esse sistema opera de modo automático, por meio de um termossensível, que após atingir uma temperatura pré-determinada (temperatura de operação) sua solda derrete e este entra em funcionamento. Os chuveiros são formados por um elemento termossensível, obturador, corpo e difusor de água.

A norma nacional utilizada é a NBR 10897/2014: Proteção contra incêndio por chuveiro automático, que fixa os parâmetros mínimos para o dimensionamento,

instalação e adequação do sistema. Os chuveiros automáticos são normatizados pela NBR 16400/2018: Chuveiros automáticos para controle e supressão de incêndios.

A NBR 10897 classifica os sprinklers em diferentes sistemas:

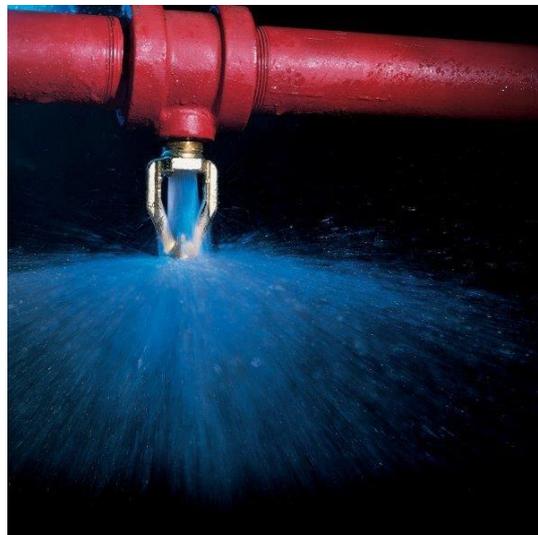
- Sistema de tubo molhado: Seu funcionamento ocorre com água pressurizada nas tubulações que é liberada pelos detectores de fogo, que combatem e soam o alarme simultaneamente. Não é recomendado o seu uso em locais com risco de congelamento de água.
- Sistema de tubo seco: A tubulação se mantém com ar comprimido ou nitrogênio sobre pressão que é liberado após a detecção de fogo. Após o alarme soar e após a liberação dos gases, a água combate o foco de fogo. É recomendado o uso desse sistema em locais com risco de congelamento da água.
- Sistema de ação prévia: É um sistema de tubo seco melhora, pois o acionamento do sistema e do alarme ocorre por meio de um detector automático mais sensível. A água é descarregada diretamente sobre o fogo.
- Sistema dilúvio: Possui uma válvula-dilúvio conectada na entrada da rede de abastecimento do sistema. Quando acionada, a válvula permite a entrada d'água em todos os chuveiros, que permanecem sempre abertos. Pode ser acionado manualmente ou automaticamente, por meio de detecção de fogo. As Figuras 10 e 11 mostram as partes componentes de um Sprinkler e seu funcionamento.

Figura 10 – Componentes de um Sprinkler.



Fonte: <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/161/sprinklers-anti-incendio-tubulacao-pode-ser-de-aco-carbono-tubos-de-333896-1.aspx>. Acessado em: 27/11/18.

Figura 11 – Sprinkler acionado.



Fonte: <http://www.a.rieping.com.br/sistema-contra-incendio-sprinkler>. Acessado em: 27/11/18

#### 3.2.3.4 Brigada de Incêndio

A brigada de incêndio é composta por um grupo de brigadistas, pessoas treinadas qualificadas para combater o incêndio, auxiliar na evacuação segura de pessoas da edificação e, caso necessário, prestar primeiros socorros em vítimas.

A NBR 14276/2006: Brigada de incêndio e NBR 15219/2005: Plano de Emergência contra Incêndio, são as normas que regulamentam o funcionamento da Brigada e suas ações em situações de incêndio, sendo ainda, em alguns Estados, complementadas pelas normas estaduais.

As brigadas de incêndio devem possuir brigadistas, líder de brigada, chefe de brigada e coordenador geral, sendo a quantidade de cada um variante conforme a NBR 14276 ou a legislação Estadual defina.

Para compor a brigada, os candidatos devem possuir conhecimentos sobre a área, sabendo lidar assim com as várias ações de prevenção e de emergência. O número necessário de brigadistas é calculado conforme o número de habitantes na edificação.

Devido à falta de conhecimento da maior parte da população sobre a ciência por traz do fogo é difícil conseguir o número de brigadistas recomendado por norma, tornando assim o uso da brigada raro na maioria das edificações.

### **3.3 Legislação**

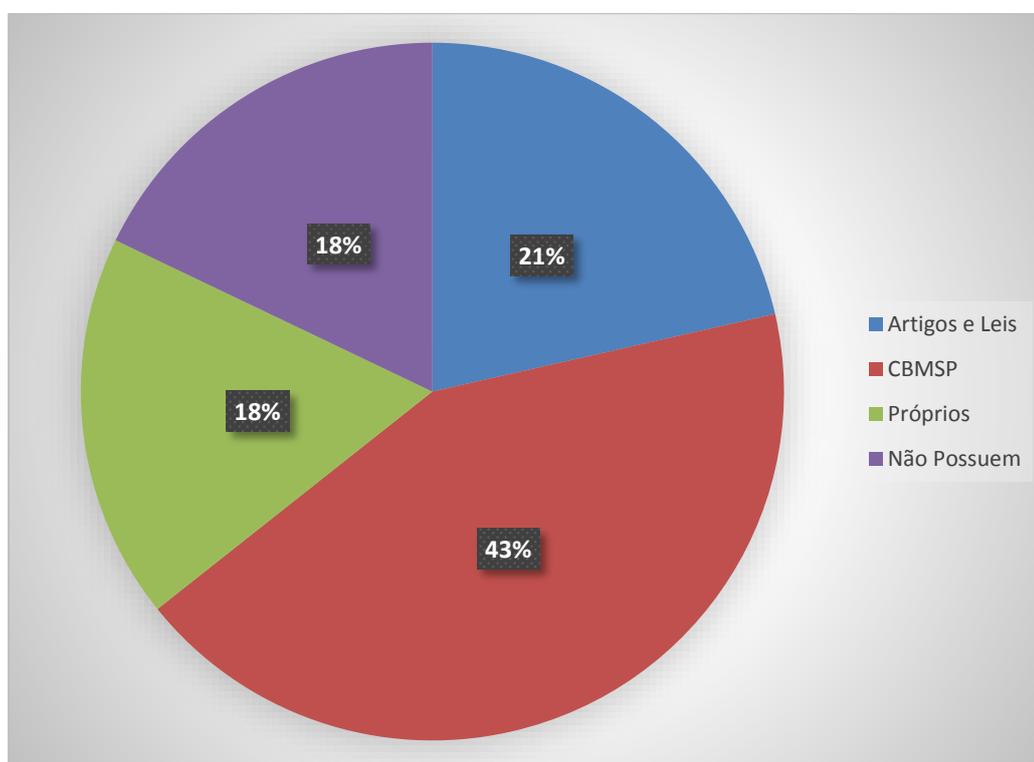
A legislação nacional é representada pelas normas da ABNT, sendo esta composta pelas Normas Regulamentadoras Brasileiras (NBR). As mais importantes foram tratadas anteriormente. Porém, ainda existem as diversas normas estaduais, tornando a execução de um projeto de incêndio mais complicada. Portanto, cabe analisar e caracterizar as normas estaduais, definindo assim seus parâmetros de dimensionamento e suas características.

#### **3.3.1 Caracterização das Normas Estaduais**

A legislação vigente dos Corpos de Bombeiros Militar (CBM) é segregada em diversas normas Estaduais, fato que torna necessário a análise de cada qual para classificá-las e separá-las em grupos, com intuito de facilitar a caracterização e classificação dos grupos. Com auxílio dos grupos é possível ter um melhor entendimento da situação atual no qual estas normas se encontram.

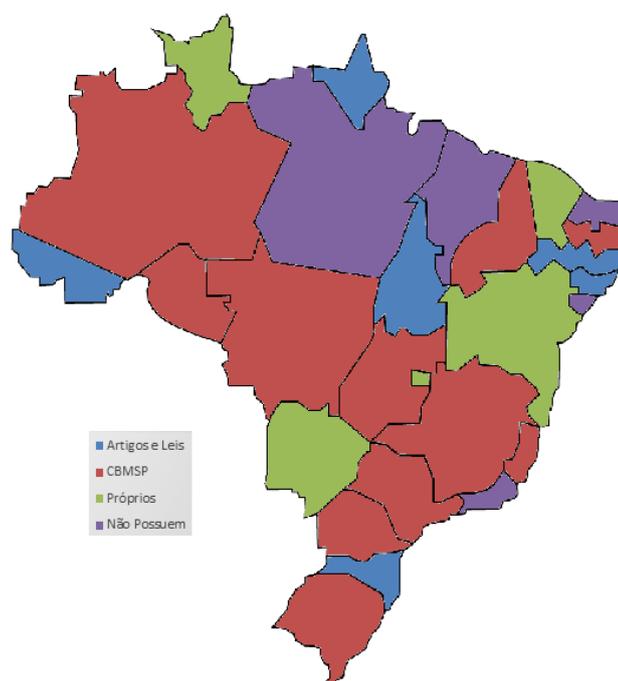
Após a procura, análise e separação das normas, foram criados quatro grandes grupos de normas técnicas, os com Norma Própria, os que fazem referência explícita ou implícita a CBMSP, os Sem Norma e os que utilizam de Artigos e Leis como Normas técnicas. O Gráfico 1 mostra a proporção de cada grupo e a Figura 12 demonstra a distribuição Estatal normativa.

Gráfico 1 – Divisão Estadual de Normas Técnicas.



Fonte: O autor (2018).

Figura 12 – Divisão Regional Normativa.



Fonte: O autor (2018).

Após a análise foi, devidamente arbitrado pelo orientador, utilizada para a metodologia do estudo um representante de cada grupo, sendo o CBMSP o representante dele mesmo, CBMDF representando o grupo dos Próprios e o CBMSC representando o grupo de Artigos e Leis.

### **3.4 Projeto do sistema de hidrantes**

Para a execução de um projeto de sistema de proteção de hidrantes é necessário inicialmente classificar a edificação, conforme as normas estaduais, para então determinar o sistema a ser utilizado na edificação, respeitando suas exigências normativas requeridas.

### **3.4.1 Classificação da edificação**

A classificação do risco da edificação é de suma importância para a execução do projeto de prevenção de incêndio, pois permite dimensionar os sistemas de proteção de maneira correta, controlando assim tanto a segurança e os custos do projeto. As edificações são classificadas segundo as suas seguintes características: ocupação, altura, área, carga de incêndio e, em alguns estados como o Rio Grande do Sul, capacidade de lotação (Brentano, 2015). Todas as características variam de Estado em Estado, sendo necessário primeiramente analisado os aspectos gerais.

A ocupação é determinada pelo uso, ou destino, da edificação, sendo essa uma biblioteca, museu, residencial multifamiliar, boate, comercial, entre outros, tendo cada um destes um risco maior ou menor que o outro. Esta definição varia de Estado para Estado.

A altura da edificação determina o risco da edificação, sendo este influenciado por três parâmetros: as alturas descendente, ascendente e real ou total. A descendente é definida como a altura do último pavimento habitável da edificação até o pavimento seguro mais próximo para evacuação do edifício. A ascendente é aquela entre o piso mais baixo da edificação (normalmente um subsolo) e o pavimento de evacuação mais próximo. A total é o desnível entre o nível mais alto da edificação (normalmente um reservatório) e o pavimento de evacuação mais baixo. O número de pavimentos-tipo, ou altura da edificação para classificar o risco varia conforme a norma do Estado vigente.

A área é de fundamental importância para o dimensionamento de saídas de emergência, iluminação de emergência e a quantidade de hidrantes ou sprinklers. A área é definida diferentemente nos diversos Estados brasileiros.

O cálculo da carga de incêndio é de suma importância, pois trabalha diretamente com um dos elementos principais da reação em cadeia do fogo: o combustível. É a mais importante, pois define os materiais utilizados no edifício, sendo

assim possível analisar a fumaça resultante e sua toxicidade, velocidade de expansão do incêndio e a carga deste. Cada edifício é analisado conforme cada Estado diferentemente, porém, todos disponibilizam caracterizações gerais das edificações e planilhas de cálculo de carga de incêndio, para cálculos manuais.

Somente após a classificação da edificação que é possível definir as medidas de proteção ao incêndio necessárias à edificação e dimensionar os sistemas de combate ao incêndio.

#### **3.4.1.1 CBMDF**

A classificação da edificação se dá inicialmente pela análise da necessidade do sistema de hidrantes. De acordo com a NT 01 do CBMDF, Medidas de segurança contra incêndio no Distrito Federal, seção 4.1, define que o sistema é obrigatório em edificações cuja altura supere 9m ou cuja área seja superior a 1200m<sup>2</sup>.

A NT 02, Risco de Incêndio e Carga de Incêndio, por sua vez, é utilizada para classificar o risco da edificação conforme a carga de incêndio, uso e ocupação desta, sendo classificada em Baixo, Médio ou Alto Risco. O risco é definido pela Tabela 2 (Figura 13) da norma conforme uso e ocupação.

Figura 13 – Tabela 2 NT 02 – CBMDF.

Ocupação/uso <sup>1,2</sup>	Risco				
	Baixo	Médio		Alto	
	A	B-1	B-2	C-1	C-2
Residenciais	-casas térreas e assobradas, isoladas ou não; -condomínios horizontais de residências unifamiliares; -condomínios verticais de apartamentos.	-	-	-	-
Transitórias	-conventos; -mosteiros.	-albergues; -alojamentos; -casa de cômodos; -hotéis; -internatos; -motéis; -pensionatos; -pousadas.	-apart-hotéis; -flats; -hotéis e assemelhados com cozinha própria; -hotéis residenciais.	-	-
Comerciais	-comércio com área até 750 m <sup>2</sup> , e: -armarinhos; -butiques; -drogarias; -mercearias; -frutarias; -sacolões; -açougues; -tabacarias; -restaurantes, e bares sem concentração de público	-comércio com área entre 750 m <sup>2</sup> e 1000 m <sup>2</sup> , e: -edifícios de lojas; -galerias comerciais; -lojas de departamento; -magazines; -mercados e supermercados; -padarias.	-comércio com área superior a 1000 m <sup>2</sup> , e: -centros comerciais; -feiras permanentes; -hipermercados; -loja de armas e munições; -loja de colchões; -marcenarias; -madeireiras; -shopping centers.	-	-

Fonte: CBMDF/NT 02 (2016).

Finaliza-se assim a classificação do risco da edificação pelo CBMDF.

### 3.4.1.2 CBMSC

Inicialmente, a IN 001/CMBSC foi utilizada para verificar a necessidade do sistema de hidrantes. O art. 25º, seção II da norma define que Projeto de Proteção ao Combate de Incêndio (PPCI) é obrigatório para imóveis de baixa complexidade, cuja área seja superior a 200m<sup>2</sup>. O art. 26º, seção VI, subseção a, demonstra que o PPCI deverá conter a planilha de dimensionamento para Sistema Hidráulico Preventivo (SHP).

A classificação de risco da edificação é definida pela IN003/CMBSC pelos seus art.4º e art.5º. Estes classificam o risco da edificação analisando sua carga de incêndio e seu tipo de ocupação, nesta ordem, respectivamente, classificando-os em Risco Leve, Médio e Elevado. Após a classificação do risco é possível dar continuidade ao projeto de hidrantes.

### **3.4.1.3 CBMSP**

A IT 01/CBMSP define que as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco devem ser apresentadas ao CBMSP para análise por meio de: Projeto Técnico (PT), Projeto Técnico Simplificado (PTS), Projeto Técnico para Instalação e Ocupação Temporária (PTIOT) e Projeto Técnico para Ocupação Temporária em Edificação Permanente (PTOTEP). O foco desse estudo é apenas em Projetos Técnicos.

A edificação necessita apresentar o Projeto Técnico caso sua área construída seja maior que 750 m<sup>2</sup> ou possua altura superior a 3 pavimentos. Se atender esses parâmetros, independente da área e do risco, o Projeto Técnico deverá apresentar o Memorial de cálculo, incluindo nesse o Memorial de Cálculo de Hidrantes.

A IT 14/CBMSP, Carga de Incêndio, classifica as edificações conforme a sua Ocupação/Uso e pela sua Carga de Incêndio, em MJ/m<sup>2</sup>, conforme Tabela 1 do Anexo A (Figura 14). Com isso obtém-se a classificação da edificação.

Figura 14 – Tabela 1 IT 14 – CBMSP.

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio ( $q_f$ ) em MJ/m <sup>2</sup>
<b>Residencial</b>	Alojamentos estudantis	A-3	300
	Apartamentos	A-2	300
	Casas térreas ou sobrados	A-1	300
	Pensionatos	A-3	300
<b>Serviços de hospedagem</b>	Hotéis	B-1	500
	Motéis	B-1	500
	Apart-hotéis	B-2	500
<b>*Comercial varejista, Loja</b>	Açougue	C-1	40
	Antiquidades	C-2	700
	Aparelhos eletrodomésticos	C-1	300
	Aparelhos eletrônicos	C-2	400
	Armarinhos	C-2	600
	Armas	C-1	300
	Artigos de bijouteria, metal ou vidro	C-1	300
	Artigos de cera	C-2	2100
	Artigos de couro, borracha, esportivos	C-2	800
	Automóveis	C-1	200
	Bebidas destiladas	C-2	700
	Brinquedos	C-2	500
	Calçados	C-2	500
	Couro, artigos de	C-2	700
	Drogarias (incluindo depósitos)	C-2	1000
	Esportes, artigos de	C-2	800
	Ferragens	C-1	300
	Floricultura	C-1	80

Fonte: CBMSP/IT 14 (2010).

### 3.4.2 Dimensionamento do Sistema de Hidrantes

#### 3.4.2.1 CBMDF

A NT 04, Sistema de Proteção por Hidrantes, define os parâmetros necessários para o dimensionamento correto do sistema de hidrantes. As seções 4.4, 4.5 e 4.6, juntamente com as Tabelas 1 e 2, definem, pela área, a Reserva Técnica de Incêndio ou RTI da edificação, em litros (l). A Tabela 1 calcula a RTI, pelo risco, de edifícios que possuam área construída menor ou igual a 2500m<sup>2</sup>. Caso seja maior, a cada 100m<sup>2</sup> a mais de edificação serão acrescentados a RTI os valores da Tabela 2, conforme o risco da edificação. A fórmula I demonstra o cálculo da RTI.

Tabela 1 – Relação de risco e RTI.

Classe de Risco	Volume (litros)
A	4200
B1	6600
B2	9000
C1	15000
C2	22500

Fonte: O autor (2018).

Tabela 2– RTI Excedente.

Classe de Risco	Volume (litros)
A	100
B1	120
B2	140
C1	180
C2	220

Fonte: O autor (2018).

$$\Rightarrow I = V_1 + V_2 * (A_t - 2500)/100$$

- Sendo:

$V_1$ : Volume definido na Tabela 1, em litros;

$V_2$ : Volume definido na Tabela 1, em litros;

$A_t$ : Área total construída da edificação, em  $m^2$ , não podendo ser menor que  $2500m^2$ .

A seção 4.8 define as pressões máxima (40 mca) e mínima (10 mca). A seção 4.9, juntamente com a Tabela 3, definem a vazão mínima do hidrante, em litros por minuto (l/min), de acordo com sua classe de risco de incêndio da edificação.

Tabela 3 – Vazão mínima

Classe de Risco	Vazão (litros/minuto)
A	140
B1	220
B2	300
C1	500
C2	750

Fonte: O autor (2018).

Por último, é definido na mesma norma, pela seção 4.26.1 e Tabela 4, o comprimento e diâmetro da mangueira do hidrante, sendo este definido a partir das classes de risco da edificação.

Tabela 4 – Dimensões da Mangueira conforme o Risco.

Classe de Risco	Linhas de Mangueira	
	Comprimento Máximo (m)	Diâmetro (mm)
A, B1 E B2	30	38
C1 E C2	30	38 ou 63

Fonte: O autor (2018).

### 3.4.2.2 CBMSC

O sistema de hidrantes propriamente dito é definido pela IN 007/CBMSC, norma esta que trata de dimensionar e detalhar os parâmetros do sistema. O art.9º, define o diâmetro mínimo da tubulação do SHP, sendo este definido como igual a 65mm (2 ½”) para tubulação metálica e 50mm (2”) para tubulação de cobre. O art.14º e a Tabela 1 (Figura 15) definem o tipo de mangueira a ser utilizado no sistema, tendo como parâmetros de escolha a aplicação desta.

Figura 15 – Tabela 1 IN 007 – CBMSC.

Mangueira	Aplicação	Diâmetro	Pressão de trabalho	Descrição
Tipo 1	Destina-se a edifícios de ocupação residencial.	40 mm (1½")	100 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 2	Destina-se a edifícios comerciais ou industriais.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil.
Tipo 3	Destina-se à área naval ou industrial.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	150 mca	Mangueira flexível, de borracha, com reforços têxteis duplos sobrepostos.
Tipo 4	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma maior resistência à abrasão.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de PVC + borracha.
Tipo 5	Destina-se à área industrial, onde é desejável uma alta resistência à abrasão e a superfícies quentes.	40 mm (1½") 65 mm (2½")	140 mca	Mangueira flexível, de borracha, com um reforço têxtil, acrescida de um revestimento externo de borracha.
Tipo 6	Destina-se às edificações que utilizam mangotinhos.	25 mm (1")	140 mca	Mangueira semirrígida, de borracha, com um reforço têxtil.

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm<sup>2</sup> = 100 mca = 145 psi

Fonte: CBMSC/IN 007 (2017).

O art.17º define o diâmetro da mangueira para hidrante pelo risco. O art.24º define que a válvula de abertura do hidrante deve ser do tipo globo angular, com diâmetro mínimo de 65mm (2 ½"). O art.25 º define a cota do centro geométrico da tomada d'água, estando ela entre as cotas de 100cm até 150cm, tendo o piso como referencial. Por fim, o art.26 º define que os hidrantes deverão apresentar adaptador rosca x storz, com saída de 40mm (1 ½"), para edificações classificadas em risco leve.

As Tabelas 3 (Figura 16) e 4 (Figura 17) definem o tipo de sistema preventivo adotado e o valor do RTI, em m<sup>3</sup>.

Figura 16 – Tabela 3 IN 007 – CBMSC.

Tipo	Característica	Risco de incêndio	Diâmetro da mangueira	Nº de saídas	Tipo de esguicho	Vazão mínima no esguicho
I	Hidrante	Leve	40 mm (1½")	Simples	Agulheta (Ø requinte = ½")	70 L/min
II	Mangotinho	Leve	25 mm (1")	Simples	Regulável	80 L/min
III	Hidrante	Médio	40 mm (1½")	Simples	Regulável	300 L/min
IV	Hidrante	Elevado	65 mm (2½")	Dupla	Regulável	600 L/min

Adota-se: 1 MPa = 10 bar = 10 kgf/cm<sup>2</sup> = 100 mca = 145 psi

Fonte: CBMSC/IN 007 (2017).

Figura 17 – Tabela 4 IN 007 – CBMSC.

Risco de incêndio	Área ≤ 2.500m <sup>2</sup>	2.500m <sup>2</sup> < Área ≤ 5.000m <sup>2</sup>	5.000m <sup>2</sup> < Área ≤ 10.000m <sup>2</sup>	10.000m <sup>2</sup> < Área ≤ 25.000m <sup>2</sup>	25.000m <sup>2</sup> < Área ≤ 50.000m <sup>2</sup>	Área > 50.000m <sup>2</sup>
Leve	RTI = 5 m <sup>3</sup>	RTI = 10 m <sup>3</sup>	RTI = 15 m <sup>3</sup>	RTI = 20 m <sup>3</sup>	RTI = 25 m <sup>3</sup>	RTI = 30 m <sup>3</sup>
Médio	RTI = 18 m <sup>3</sup>	RTI = 36 m <sup>3</sup>	RTI = 54 m <sup>3</sup>	RTI = 72 m <sup>3</sup>	RTI = 90 m <sup>3</sup>	RTI = 108 m <sup>3</sup>
Elevado	RTI = 36 m <sup>3</sup>	RTI = 72 m <sup>3</sup>	RTI = 108 m <sup>3</sup>	RTI = 144 m <sup>3</sup>	RTI = 180 m <sup>3</sup>	RTI = 216 m <sup>3</sup>

Fonte: CBMSC/IN 007 (2017).

### 3.4.2.3 CBMSP

Para o dimensionamento de hidrantes foi utilizada a IT 22/CBMSP, Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para combate a incêndio. Sua seção 5.5.1 define que as válvulas dos hidrantes devem ser do tipo globo angulares de diâmetro de 65 mm (2 ½”), devem possuir junta de união de engate rápido, devem possuir todos os itens listados na Tabela 4, de acordo com seu tipo de sistema adotado e as vazões da Tabela 2 devem ser obtidas nas saídas das válvulas dos hidrantes mais desfavoráveis, sendo estes aqueles que proporcionam menor pressão dinâmica em sua saída.

A seção 5.7.3 define que a utilização do sistema de hidrantes não deve comprometer a fuga dos habitantes da edificação, sendo necessário posicioná-los em locais que não sejam escadas, antecâmaras ou outros locais que sejam rotas de fuga.

A seção 5.8.6 define a pressão máxima de esguicho na saída dos hidrantes como sendo de 100mca (1.000kPa), porém, os jatos devem ter um alcance horizontal mínimo de 10m, sendo o esguicho lançado a 1,20m do solo, paralelo a este.

A seção 5.8.8 define que o cálculo da perda de carga total do sistema de hidrantes deverá ser feita por meio das equações de Darcy-Weisbach ou por Hazen-Williams.

A seção 5.8.10 define que a velocidade máxima da água na tubulação não ultrapasse 5 m/s, que será calculado pela fórmula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

- Onde:

V é a velocidade da água em m/s;

Q é a vazão em m<sup>3</sup>/s;

A é a área em m<sup>2</sup>.

A seção 5.11.6.1 define que a tubulação não poderá ter diâmetro nominal inferior a 65 mm (2 ½”), exceto nos sistemas Tipo 1 e 2, que, caso seja comprovado o desempenho hidráulico tecnicamente por meio de ensaios laboratoriais oficiais e competentes, poderá ser utilizado um diâmetro de 50 mm (2”). Por fim, a seção 5.11.6.4 define que as tubulações aparentes de incêndio deverão estar na cor vermelha.

A Tabela 3 (Figura 18) será utilizada para determinar o tipo de sistema a ser utilizado, conforme o risco da edificação, classificado previamente. Vale ressaltar que o sistema do Tipo 1 é sistema de Mangotinho, sendo os demais sistemas de Hidrante.

Figura 18 – Tabela 3 IT 22 – CBMSP.

Área das edificações e áreas de risco	A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/m <sup>2</sup> ), D-2, D-3 (até 300 MJ/m <sup>2</sup> ), D-4 (até 300 MJ/m <sup>2</sup> ), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m <sup>2</sup> ), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3		D-1 (acima de 300 MJ/ m <sup>2</sup> ), D-3 (acima de 300 MJ/ m <sup>2</sup> ), D-4 (acima de 300 MJ/ m <sup>2</sup> ), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m <sup>2</sup> ), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m <sup>2</sup> ), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m <sup>2</sup> ), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m <sup>2</sup> )	C-2 (acima de 1000 MJ/m <sup>2</sup> ), I-2 (acima de 800 MJ/m <sup>2</sup> ), J-3 (acima de 800 MJ/ m <sup>2</sup> ), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3
	Tipo 1 RTI 5 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 8 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 12 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 28 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 32 m <sup>3</sup>
Até 2.500 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 5 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 8 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 12 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 28 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 32 m <sup>3</sup>
Acima de 2.500 m <sup>2</sup> até 5.000 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 8 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 12 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 18 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 32 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 48 m <sup>3</sup>
Acima de 5.000 m <sup>2</sup> até 10.000 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 12 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 18 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 25 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 48 m <sup>3</sup>	Tipo 5 RTI 64 m <sup>3</sup>
Acima de 10.000 m <sup>2</sup> até 20.000 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 18 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 25 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 35 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 64 m <sup>3</sup>	Tipo 5 RTI 96 m <sup>3</sup>
Acima de 20.000 m <sup>2</sup> até 50.000 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 25 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 35 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 48 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 96 m <sup>3</sup>	Tipo 5 RTI 120 m <sup>3</sup>
Acima de 50.000 m <sup>2</sup>	Tipo 1 RTI 35 m <sup>3</sup>	Tipo 2 RTI 48 m <sup>3</sup>	Tipo 3 RTI 70 m <sup>3</sup>	Tipo 4 RTI 120 m <sup>3</sup>	Tipo 5 RTI 180 m <sup>3</sup>

Fonte: CBMSP/IT 22 (2011).

A Tabela 2 (Figura 19) será utilizada para caracterizar o tipo de Sistema adotado, sendo o tipo 1 exclusivo para mangotinhos.

Figura 19 – Tabela 2 IT 22 – CBMSP.

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (L/min)	Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Fonte: CBMSP/IT 22 (2011).

A Tabela 4 (Figura 20) determinará os componentes que farão parte do sistema escolhido, finalizando assim o dimensionamento do sistema.

Figura 20 – Tabela 4 IT 22 - CBMSP.

Materiais	Tipos de sistemas				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira(s) de incêndio	Não	Tipo 1 (residencial) ou tipo 2 (demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate rápido	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira semirrígida	Sim	Não	Não	Não	Não

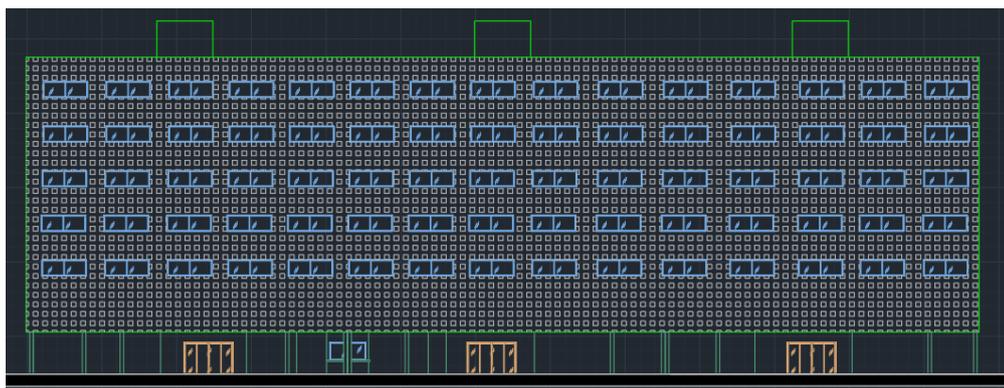
Fonte: CBMSP/IT 22 (2011).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Escolha do edifício

Foi utilizado nesta pesquisa um edifício padrão (Figura 21) de 6 pavimentos, sendo composto por térreo, cinco pavimentos tipos, além de um pavimento de reservatório. Cada pavimento possui 853 m<sup>2</sup>, totalizando uma área construída de 5118 m<sup>2</sup> e 23,78 m de altura. O edifício em questão contém três prumadas, demonstradas na Figura 22 e 23, cada uma com seu próprio reservatório (Figura 24). Como as normas não recomendam ligar os reservatórios com barriletes, cada prumada teve seu sistema de hidrantes calculado individualmente. A Reserva Técnica de Incêndio da edificação foi dividida por três em cada um dos Estados.

Figura 21 – Fachada do Edifício Padrão.



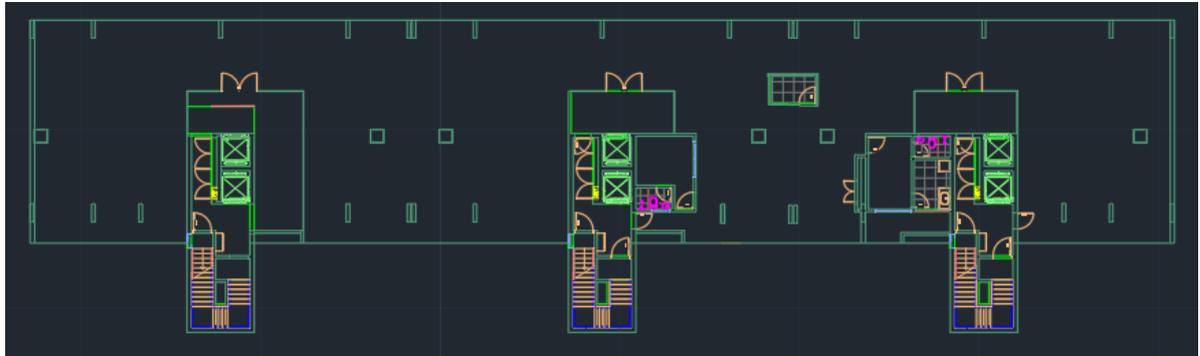
Fonte: O autor (2018).

Figura 22 – Pavimento Tipo.



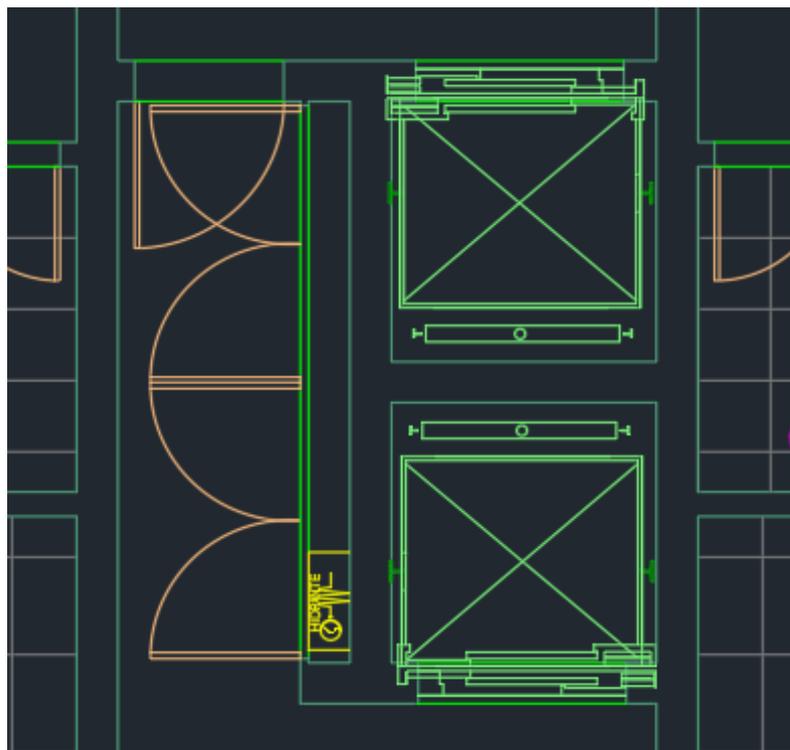
Fonte: O autor (2018).

Figura 23 – Pavimento Térreo.



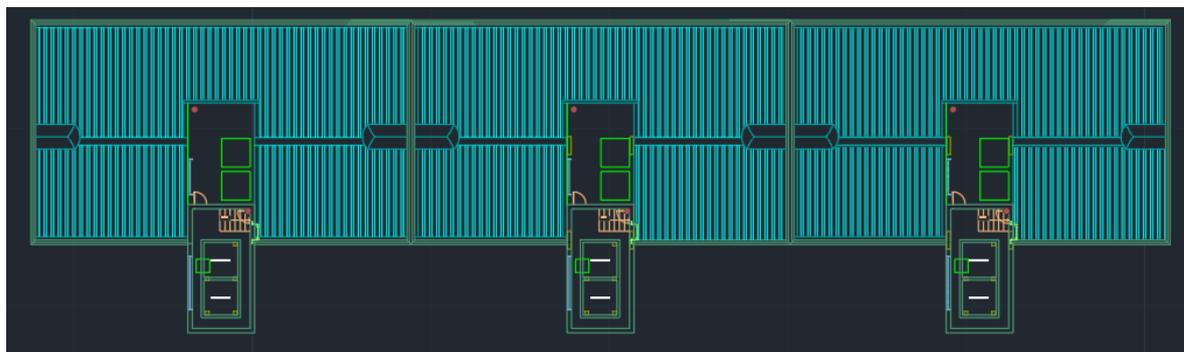
Fonte: O autor (2018).

Figura 24 – Localização do Hidrante.



Fonte: O autor (2018).

Figura 25 – Reservatório.



Fonte: O autor (2018).

## 4.2 Execução do Projeto no Software

O edifício em questão teve seu sistema de proteção de hidrantes dimensionado no software QIBuilder Incêndio, da AltoQI, para cada um dos três Estados. Foi utilizado no software o método de perda de carga por Hazen-Williams, exemplificado na Fórmula II.

$$\rightarrow hf = \frac{10,65 * Q^{1,85} * L}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

- Sendo:

hf: Perda de Carga em metros;

L: Comprimento da tubulação, em metros;

Q: Vazão, em metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s);

D: Diâmetro da tubulação, em metros;

C: Coeficiente de rugosidade. Depende do material da tubulação. Para tubulações de ferro fundido novo seu valor é de 130.

O projeto foi dividido em quatro passos: caracterização da edificação, formatação dos croquis, lançamento dos condutos e registros e verificação das pressões e vazões dos hidrantes mais e menos favoráveis. Com exceção da formatação dos croquis, cada um dos passos será detalhado a seguir. A verificação das pressões será apresentada na análise dos resultados.

#### **4.2.1 CBMDF**

##### **4.2.1.1 Caracterização da Edificação**

O projeto foi iniciado fora do software, utilizando-se das normas técnicas do CBMDF para caracterização do edifício em questão. Pela seção 4.1 da NT 01 foi definido a obrigatoriedade do sistema de hidrantes, pois a edificação possui tanto altura maior que 9 m e área maior que 1200 m<sup>2</sup>.

O risco foi definido pela Tabela 2 da NT 02, sendo classificada em Baixo Risco, por se tratar de uma ocupação de uso residencial multifamiliar. Com a Tabela 1 e 2 da NT 04 foi calculado a Reserva Técnica de Incêndio da edificação, e com auxílio da fórmula I, resultando assim em uma RTI de 6900 litros. A Tabela 3 da NT 04 definiu a vazão mínima necessária ao sistema.

Pela seção 4.8 foram definidas as pressões máxima (40 mca) e mínima (10 mca). A Tabela 4 da NT 07 definiu o comprimento e diâmetro da mangueira. Todos esses dados se encontram na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização da Edificação pelo CBMDF.

<b>Risco</b>	A	
<b>Vazão (l/min)</b>	140	
<b>Pressão (mca)</b>	Máxima	40
	Mínima	10
<b>RTI (I)</b>	(4200 +100* 27)=6900	
<b>Mangueira</b>	Diâmetro (mm)	38
	Comprimento (m)	30

Fonte: O autor (2018).

Terminada a caracterização do edifício, foi feita a formatação dos croquis e o parâmetro de cálculo utilizado foi o da pressão mínima, de 10mca. Após essa etapa foram realizados os lançamentos dos condutos e registros.

#### 4.2.1.2 Lançamento das Peças

O primeiro passo foi o lançamento das colunas em cada um dos croquis, nos locais previamente referenciados na arquitetura do edifício. Em seguida foram lançados os condutos entre colunas e colunas, e colunas e hidrantes, sendo os condutos escolhidos os de ferro galvanizado de 2 ½” de diâmetro. Por último foram selecionados os hidrantes, sendo estes de 2x15m de requinte de 13mm, como foi exigido por norma.

Em seguida foram colocados as peças pendentes, sendo estas os cotovelos de 90° e as junções para união (T). Por fim, o projeto foi processado e foram analisadas as planilhas de pressão dos hidrantes mais e menos favoráveis.

#### 4.2.2 CBMSC

O projeto de incêndio para o CBMSC foi realizado nas mesmas quatro etapas do CBMDF, porém, com algumas particularidades. Essas etapas serão detalhadas a seguir.

#### 4.2.1.1 Caracterização da Edificação

O primeiro passo foi verificar pela IN 001/CBMSC, art. 25º a necessidade do PPCI, sendo este necessário, pois o edifício apresenta área maior que 200 m<sup>2</sup>. Em seguida, a classificação de risco da edificação foi obtida com auxílio da IN003/CMBSC, art.4º, classificando esta como Risco Leve, pois sua carga apresenta-se menor que 60kg/m, e como Risco Leve pelo art.5º, por se tratar de uma ocupação tipo Residencial privativa multifamiliar.

O diâmetro mínimo da tubulação de SHP foi definido pela IN 007/CBMSC, art.9º, igual a 65mm (2 ½”) para tubulação metálica e 50mm (2”) para tubulação de cobre. A Tabela 1 da norma definiu o tipo de mangueira como sendo Mangueira Tipo 1. Com o auxílio da Tabela 3 da norma com o sistema definido como sendo do Tipo I, a vazão mínima de esguicho é de 70l/min. A RTI foi definida pela Tabela 4 da norma, sendo igual a 15 m<sup>3</sup>, pois a área da edificação encontra-se entre os valores de 5.000 m<sup>2</sup> e 10.000m<sup>2</sup>. Os resultados encontrados em todas as Tabelas da norma foram colocados e disponibilizados na Tabela 6.

Tabela 6 – Caracterização da Edificação pelo CBMSC.

<b>Risco</b>	Leve	
<b>Vazão (l/min)</b>	70	
<b>RTI (m<sup>3</sup>)</b>	15	
<b>Pressão máxima (mca)</b>	100	
<b>Mangueira Tipo I</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	40

Fonte: O autor (2018).

Após a caracterização da edificação, foi iniciado o QiBuilder Incêndio para o dimensionamento do sistema.

#### **4.2.1.2 Lançamento das Peças**

O lançamento das peças se deu do mesmo modo que o CBMDF, diferindo apenas nas peças escolhidas devido às diferentes exigências normativas.

O conduto utilizado foi também o de ferro maleável de diâmetro igual a 65 mm (2 ½”), estando ele dentro do normativo definido pelo art. 9 da IN 007/CBMSC. O hidrante escolhido foi o de 1. ½” com 13 mm (1/2”) 2x15m de requinte de 13mm, como foi definido pela Tabela 3 da IN 007/CBMSC.

O artº 44 da IN 007 define uso simultâneo de 1 hidrante para Tipo I da Tabela 3. O artº 45 define a pressão máxima de 100mca.

Foram lançados na saída do reservatório uma válvula de retenção horizontal e um registro bruto de gaveta feitos do mesmo material e com o mesmo diâmetro da tubulação do SHP, respeitando os artº 55, 56 e 65.

#### **4.2.3 CBMSP**

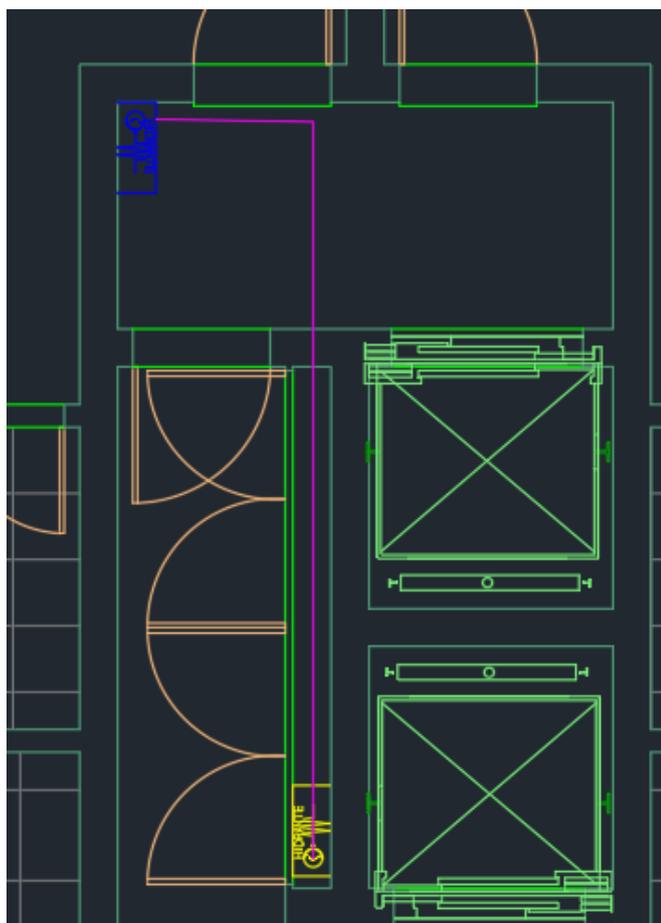
O projeto para o CBMSP foi dividido nas mesmas quatro etapas, porém, com características bastante diferentes dos outros dois, portanto, cabe detalhá-los a seguir.

##### **4.2.3.1 Caracterização da edificação**

A IT 001/CBMSP define que as medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco devem ser apresentadas ao CBMSP para análise por meio de: Projeto Técnico (PT), Projeto Técnico Simplificado (PTS), Projeto Técnico para Instalação e Ocupação Temporária.

Diferentemente do CBMDF e CBMSC, o CBMSP em sua IT 001, proíbe o posicionamento de hidrantes em locais que comprometam a evacuação dos habitantes, locais tais como aqueles perto de elevadores. Portanto, o hidrante foi realocado conforme demonstrado na Figura 26.

Figura 26 – Reposicionamento do Hidrante na Arquitetura.



Fonte: O autor (2018).

A edificação necessita apresentar o Projeto Técnico, pois sua área é maior que 750 m<sup>2</sup> e possui altura superior a 3 pavimentos. Portanto é necessário o Memorial de cálculo de hidrantes, que será apresentado na seção de cálculos manuais.

Com a IT 14/CBMSP, anexo A, a classificação de risco de incêndio da edificação foi definida pela Tabela 1 como sendo de risco A-2 (Residencial – Apartamentos). A Tabela 2 definiu as dimensões da mangueira como DN 40, 30m de comprimento e vazão mínima de 150l/min. A Tabela 3 definiu a Reserva Técnica de Incêndio (RTI) da edificação pelo tipo de sistema adotado e classificação de risco sendo igual a 18 m<sup>3</sup>. Os valores encontrados são disponibilizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização da Edificação pelo CBMSP.

<b>Risco</b>	A-2	
<b>Vazão (l/min)</b>	150	
<b>Pressão (mca)</b>	Máxima	100
	Mínima	30
<b>RTI (m<sup>3</sup>)</b>	18	
<b>Mangueira Tipo 2</b>	Diâmetro (mm)	40
	Comprimento (m)	30

Fonte: O autor (2018).

#### 4.2.3.2 Lançamento das Peças

Após o rearranjo das posições, foi iniciado o projeto no software de incêndio, sendo o conduto utilizado o de ferro maleável de 65 mm ou 2 ½”, como prioriza a seção 5.11.6.1 da IT 22/CBMSP. Hidrante utilizado foi o de 2x15m de requinte de 13mm, como foi exigido pela norma.

## **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **5.1 CBMDF**

Os resultados encontrados no projeto para o CBMDF para os hidrantes mais e menos favoráveis inicialmente, calculados pelo software, com o parâmetro de pressão mínima, não atingiram a vazão mínima necessária. Ao alterar o parâmetro de pressão mínima para vazão mínima, os valores de vazão e pressão máxima e mínima exigidos pela NT 04 foram atendidos, sendo adicionada assim uma bomba de incêndio de 3 CV (cavalo-vapor) de potência, tornando assim os valores dos hidrantes mais e menos favoráveis de mca 26,33 e 17,44 mca, respectivamente nesta ordem, com uma vazão mínima de 144 l/min.

Os resultados foram calculados pela equação da perda de carga por Hazen-Williams, via software, sendo assim consistentes com a realidade. As normas do CBMDF atendem aos requisitos mínimos físicos de segurança contra o incêndio.

### **5.2 CBMSC**

Os valores encontrados para pressão máxima e vazão mínima definidos pela IN 007 foram atendidos com o auxílio de uma bomba de 4 CV de potência, utilizando como parâmetro inicial de vazão mínima. Porém, a bomba calculada automaticamente pelo software se mostrou excessiva, portanto, a fim de otimizar o sistema e diminuir os custos com a bomba, foi escolhida uma bomba de 0,625 CV de potência. Os valores encontrados foram de 22,33 mca e 13 mca para os hidrantes mais e menos favoráveis, nesta ordem, respectivamente, com uma vazão mínima de 124 l/min.

Por não apresentar parâmetro de pressão mínima, as normas do CBMSC parecem ser inconsistentes com a real necessidade em um incêndio, sendo necessário e adequado uma revisão para tal.

### **5.3 CBMSP**

No CBMSP foi verificado que os critérios de vazão mínima e pressão máxima e mínima foram atendidos. Os hidrantes mais e menos favoráveis apresentaram os valores de 51,24 mca e 34,77 mca, nesta ordem, respectivamente, com o auxílio de uma bomba de incêndio de 7,5 CV de potência e vazão mínima de 204 l/min.

## 6 CONCLUSÃO

Com auxílio da Tabela 8, os resultados foram comparados e analisados.

Tabela 8 – Tabela de Resultados Finais.

<b>Corpo de Bombeiro Militar</b>		<b>DF</b>	<b>SP</b>	<b>SC</b>
<b>Bomba Utilizada (CV)</b>		3	7.5	0.625
<b>Hidrante Mais favorável</b>	Pressão (mca)	26.33	51.24	22.33
	Vazão (l/min)	177	247	163
<b>Hidrante Menos favorável</b>	Pressão (mca)	17.44	34.77	13
	Vazão (l/min)	144	204	124
<b>RTI por Prumada (m<sup>3</sup>)</b>		2.3	6	5
<b>RTI edificação (m<sup>3</sup>)</b>		6.9	18	15

Fonte: O autor (2018).

É possível verificar as grandes diferenças normativas entre os três representantes normativos. O CBMSC representou diversas dificuldades na execução do software e na escolha de bombas, além de não considerar em sua norma o parâmetro de pressão mínima. O CBMDF apresentou resultados muito próximos do que a norma exigia, sendo o seu cálculo e escolha da bomba extremamente fácil, apesar de que a pressão mínima exigida não é compatível com a vazão mínima, visto que ao calcular pela pressão o hidrante não tingiu a vazão. O CBMSP por sua vez apresentou pressões de trabalho e vazões dentro do exigido pela norma, mas assim como o CBMDF, sua vazão e pressão possuem uma certa incompatibilidade, pois utiliza a bomba com baixa eficiência.

Apesar de todos os resultados, a norma mais fraca em parâmetros de segurança foi a do CBMSC, seguida pelo CBMDF e, por fim, a melhor dentre as três, o CBMSP, norma que realmente leva em conta a hidráulica por trás do dimensionamento de um hidrante.

Portanto, após a análise dos resultados, foi constatado que as normas do CBMSP são as que melhor atendem ao dimensionamento do sistema de proteção de hidrantes, apesar de que ainda necessite de melhorias. Tais melhorias seriam o uso obrigatório de mangotinhos em edificações de baixo risco, principalmente nas residenciais multifamiliares, já que o usuário muito provavelmente não é treinado e o combate pode ser muito mais eficiente se o habitante não precisar esperar o corpo de bombeiros, pois em um incêndio o tempo é um fator fundamental.

Mesmo que o uso de hidrante seja exclusivo para o corpo de bombeiros militar, seria necessário no tipo de edificação estudado, a redução da pressão mínima e máxima de trabalho, para viabilizar o uso do sistema por pessoas sem muito treino, devido as dificuldades que elas possam ter em controlar o hidrante devido as fortes pressões encontradas nos hidrantes mais favoráveis, pois seu uso pode até mesmo lesionar o usuário.

É recomendado, por fim, uma revisão e utilização das normas do CBMSP, revisando o uso de mangotinhos como obrigatório em edifícios residenciais e a redução da pressão exigida nos demais. As normas do CBMSP devem ser utilizadas para o dimensionamento de todo e qualquer sistema de proteção com hidrantes e mangotinhos, independentemente do Estado no qual será projetado, utilizando as normas de São Paulo em todo o país.

É necessário educar a população geral sobre os riscos e combate ao incêndio, mesmo que com o mínimo, pois qualquer informação já apresenta um grande avanço na segurança e prevenção de incêndios.

As normas necessitam ser mais claras e objetivas, não podendo assim dar brechas para interpretações, melhorando seus aspectos de segurança. É necessário incentivar o uso de métodos simples e eficazes, como o de mangotinhos ao invés de hidrantes, e melhorar os projetos arquitetônicos, sendo estes concebidos com consideração de ocorrência de incêndios.

## **7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

- Verificar as normas de sprinklers e de saídas de emergência dos Estados trabalhados;
- Padronizar em uma única norma federal as questões que envolvem combate a incêndio e pânico.
- Desenvolver protocolo e ferramentas para testar a vazão e pressão dos hidrantes menos e mais favoráveis.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio – Procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628**: Componentes Construtivos estruturais – Determinação da Resistência ao Fogo. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15200**: Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14323**: Dimensionamento de estrutura de aço em edifício em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de Emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: Sistema de Iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13437**: Símbolos gráficos para sinalização contra incêndio e pânico - simbologia. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-2**: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – formas, dimensões e cores – padronização. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15808**: Extintores Portáteis, representa com símbolos as diferentes classes de combustíveis que o extintor em uso combate. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12693**: Sistemas de proteção por extintor de incêndio – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13714**: Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos– Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11861**: Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14870-1**: Esguicho para combate a incêndio – Parte 1: Esguicho básico de jato regulável. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Proteção contra incêndio por chuveiro automático. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16400**: Chuveiros automáticos para controle e supressão de incêndios. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14276**: Brigada de incêndio - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15219**: Plano de Emergência contra Incêndio. Rio de Janeiro, 2005.

BAYON, R. ***La Protección contra Incendios em la Construccion.*** Editores Técnicos Asociados AS. Barcelona, 1978.

BRENTANO, Telmo. ***A Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações.*** Porto Alegre: 2015.

BRENTANO, Telmo, ***Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações.*** Porto Alegre: Telmo Brentano, 2011.

CARRASCO, A. A. ***Protección Contra Incendio.*** 1ª edición. Editorial Alcion AS. Madrid, 1999.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **NT Nº 01**: Medidas de Segurança Contra Incêndio no Distrito Federal. Brasília, 2016.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **NT Nº 02**: Risco de Incêndio e Carga de Incêndio. Brasília, 2016.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **NT Nº 04**: Sistema de Proteção por Hidrantes. Brasília, 2000.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **IT Nº 01**: Procedimentos Administrativos. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **IT Nº 14**: Carga de Incêndio em Edificações. São Paulo, 2010.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **IT Nº 22**: Sistema de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a incêndio. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 001**: Da Atividade Técnica. Santa Catarina, 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 003**: Carga de Incêndio. Santa Catarina, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 007**: Sistema Hidráulico Preventivo. Santa Catarina, 2017.

SEITO, A. I. *et al.* **A Segurança contra Incêndio no Brasil**. 1ª edição. Projeto Editora. São Paulo, 2008.

WATTS, apud ALVES, R. M. **Análise de Risco de Incêndio em Edificação em Sítios Históricos**. Ouro Preto, MG. 2003.