

MAYSA RIBACIONKA GÓES DE ARAÚJO

Análise do sistema de proteção contra incêndio de uma edificação
comercial

São Paulo
2018

MAYSA RIBACIONKA GÓES DE ARAÚJO

Análise do sistema de proteção contra incêndio de uma edificação
comercial

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2018

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo caminho que estou traçando e pelas minhas vitórias.

Aos meus pais Neusa e Ilton por todo apoio e confiança.

Aos meus irmãos Ana Paula, Juliana, Paulo e Carol pelo amor e companheirismo.

Aos meus tios Márcia, Francisco, Nanci, Nilton, e à minha prima Bia por me abrigarem em seus lares, por todo carinho e cuidado, quando estive em São Paulo ao longo desses dois anos e meio de curso.

A minha melhor amiga Rayane pela paciência e compreensão que teve comigo durante essa jornada. Te amo, amiga.

A Bete pela sua ajuda fundamental e pelo seu carinho de mãe.

A todos os professores, colaboradores e colegas da USP por me ensinarem e por compartilharem seus conhecimentos.

Muito obrigada!

“O que prevemos raramente ocorre;
o que menos esperamos geralmente acontece.”
(Benjamin Disraeli)

RESUMO

Este trabalho apresenta a análise do sistema de proteção contra incêndio de um edifício comercial. O incêndio é um evento devastador, por isso as principais funções desse sistema são garantir a vida humana e minimizar as perdas patrimoniais, ambientais e sociais. Para estudar tal assunto, foi escolhido um edifício localizado em Brasília – DF. Antes de vistoriar a edificação, foram estudadas seis normas relativas ao sistema de proteção contra incêndio de um edifício comercial, para a correta identificação de suas características no edifício em análise e para confirmar se os sistemas obedeciam aos requisitos mínimos estabelecidos por suas respectivas normas. Quando da visita ao edifício, observou-se que apesar da correta instalação de equipamentos de combate a incêndio como os chuveiros automáticos e extintores, foram encontradas inadequações dos hidrantes e saída de emergência, e inexistência do sistema de detecção e alarme de incêndio e iluminação de emergência. Findo o estudo, desenvolveram-se projetos, representados por croquis, propondo a conformidade de quatro elementos: saída de emergência, iluminação de emergência, compartimentação vertical e detecção e alarme de incêndio. Conclui-se que o edifício em análise possui sistema de proteção contra incêndio, mas ele é carente de alguns componentes e sua forma de evacuação está inapropriada.

Palavras-chave: Edifício comercial. Sistema de proteção contra incêndio. Normas de proteção contra incêndio.

ABSTRACT

This paper presents a brief analysis of the protection fire design system of a commercial building. Any sort of a fire event is devastating, therefore, the main function of a fire system is to preserve human life and minimize patrimonial, social and environmental damages. In order to study the subject matter, a commercial building, located in Brasilia/DF was chosen. Before inspecting the building, it was necessary to study six rules concerning the fire system protection of a commercial building, so it would be possible to correctly identify the fire system characteristics in the construction. Also, the code was carefully studied with the purpose of confirming if the fire system was established under the minimal rules requirements. During the observation were found inadequacies about hydrants and emergency exits and the inexistence of fire detection system, fire alarm and emergency lights, despite the correct fire-fighting equipment system installation such as sprinklers and fire extinguisher. Finally, some projects, with sketch representation were developed to propose the conformity of four elements: emergency exit, emergency lights, vertical compartmentation and fire alarm detection. In conclusion, it became quite clear that the building in analyses has the fire protection system design; however, it is severely needy of certain components and its fire evacuation system is inappropriate.

Key words: Commercial building. Fire system protection. Fire rules protection. Fire codes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 BREVE HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO	17
2.2 INCÊNDIO EM EDIFÍCIO COMERCIAL	18
2.3 CONCEITO DE FOGO	20
2.4 INCÊNDIO	23
2.4.1 Fatores que influenciam o incêndio	24
2.4.2 O Sistema Global da Segurança Contra Incêndio	25
2.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES	28
2.5.1 Federais	28
2.5.1.1 NR 23	28
2.5.1.2 Lei nº 13.425/ 2017	29
2.5.2 Estaduais	30
2.5.2.1 Decreto nº 21.361/ 2000	
2.5.3 Normas Técnicas	30
2.5.3.1 NBR 10.898/2013 – Sistema de iluminação de emergência	30
2.5.3.2 NBR 17.240/2010 – Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio	33
2.5.3.2.1 <i>Tipos de sistema</i>	33
2.5.3.2.2 <i>Tipos de detectores e acionadores manuais</i>	34
2.5.3.3 NBR 12.693/2010 – Sistemas de proteção por extintor de incêndio	36
2.5.3.3.1 <i>Classificação do fogo</i>	37
2.5.3.3.2 <i>Tipos de agentes extintores</i>	38
2.5.3.3.3 <i>Seleção de extintores</i>	38
2.5.3.3.4 <i>Dados para seleção de extintores</i>	40
2.5.3.4 NBR 9.077/2001 – Saídas de emergência em edifícios	40
2.5.3.5 NBR 13.714/2003 – Sistemas de hidrante e de mangotinhos para combate a incêndio	42
2.5.3.6 NBR 10.897/2014 – Sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos	43

3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	48
4.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EXISTENTE	49
4.2 DISCUSSÃO	64
4.2.1 Iluminação de emergência	64
4.2.2 Detectores e alarme de incêndio	64
4.2.3 Extintores de incêndio	65
4.2.4 Sistema de hidrantes	66
4.2.5 Sistema de chuveiros automáticos	66
4.2.6 Saída de emergência	67
4.3 PROPOSTAS	73
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Seleção do agente extintor de acordo com a classe de fogo	39
Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à carga de incêndio	39
Tabela 3 – Risco classe A	39
Tabela 4 – Risco classe B	39
Tabela 5 – Cargas de incêndio específicas por ocupação	65
Tabela 6 – Classificação das ocupações	67
Tabela 7 – Classificação das edificações quanto à sua ocupação	70
Tabela 8 – Classificação das edificações quanto à sua altura	70
Tabela 9 – Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta ...	71
Tabela 10 – Classificação das edificações quanto às suas características construtivas.....	71
Tabela 11 – Distâncias máximas a serem percorridas	72
Tabela 12 – Números de saídas e tipos de escadas	72
Tabela 13 – Exigência de alarme	73

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Elementos do sistema global com suas devidas medidas de proteção/prevenção	27
---	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Incêndio do edifício Andraus.....	19
Figura 2 – Incêndio do edifício Joelma.....	19
Figura 3 – Triângulo de fogo.....	21
Figura 4 – Tetraedro de fogo	21
Figura 5 – Mecanismos de transmissão de energia	22
Figura 6 – Ambiente com baixa visibilidade	24
Figura 7 – Evolução de um incêndio celulósico em uma edificação	25
Figura 8 – Bloco autônomo... ..	31
Figura 9 – Sistema centralizado com baterias	32
Figura 10 – Sistema centralizado com grupo motogerador	32
Figura 11 – Tipo óptico	35
Figura 12 – Tipo iônico	35
Figura 13 – Acionador manual	36
Figura 14 – Extintor portátil	37
Figura 15 – Extintor sobre rodas.....	37
Figura 16 – Símbolos das classes de fogo	38
Figura 17 – Edifício em análise (fachada oeste)	46
Figura 18 – Antes – anos 70 (sem caixa de escada)	48
Figura 19 – Depois – ano 2002 (caixa de escada evidenciada)	49
Figura 20 – Chuveiro automático na sala de escritório	50
Figura 21 – Chuveiro automático no 1º subsolo	50
Figura 22 – Planta baixa do pavimento tipo com localização dos hidrantes	51
Figura 23 – Abrigo do hidrante	52
Figura 24 – Mangueiras de 15m	52
Figura 25 – Tomada de água com uma saída	52
Figura 26 – Corte AA do edifício em análise (sem escala)	53
Figura 27 – Iluminação de emergência na escada.....	54
Figura 28 – Sinalização por faixas	54
Figura 29 – Sistema de detecção e alarme do 21º andar.....	55
Figura 30 – Central de alarme	56

Figura 31 – Sistema fixo automático de proteção contra incêndio com CO2 no 21º andar	56
Figura 32 – Cilindros de CO2 no 21º andar	57
Figura 33 – Cilindros de CO2 no 5º subsolo	57
Figura 34 – Extintores de incêndio no pavimento tipo	58
Figura 35 – Extintores de incêndio no 21º andar	59
Figura 36 – Extintores de incêndio no 5º subsolo	59
Figura 37 – Escada no interior do prédio	60
Figura 38 – Porta de alumínio para acesso à passarela	61
Figura 39 – Porta corta-fogo para acesso à escada de emergência	62
Figura 40 – Interior da caixa de escada	62
Figura 41 – Blocos de concreto na saída da escada de emergência (vista frontal)...	63
Figura 42 – Blocos de concreto na saída da escada de emergência (vista lateral)...	63
Figura 43 – Planta de localização dos extintores na Ala Norte	66
Figura 44 – Localização dos chuveiros automáticos	67
Figura 45 – Escada de emergência existente (sem escala)	69
Figura 46 – Croqui da caixa de escada	74
Figura 47 – Vista 1	75
Figura 48 – Croqui do projeto de iluminação de emergência	75
Figura 49 – Aba horizontal de 0,90m	76
Figura 50 – Propagação do fogo pela fachada	76
Figura 51 – Croqui do projeto da compartimentação vertical	77
Figura 52 – Croqui do projeto de detectores.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMDF	Corpo de Bombeiro Militar do Distrito Federal
d.C	depois de Cristo
NR	Norma Regulamentadora
RS	Rio Grande do Sul
RSIP- DF	Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celcius
cm	centímetros
kg	quilogramas
m	metros
m ²	metros quadrados
mm	milímetros
MJ/ m ²	megajoule por metro quadrado
dBA	decibéis

1. INTRODUÇÃO

Segundo Seito et al. (2008) o fogo é um elemento que fascina, e o homem sempre quis dominá-lo. O primeiro contato do homem pré-histórico com o fogo foi através de acontecimentos naturais, quando uma árvore se incendiava devido à queda de um raio, por exemplo. Posteriormente o homem descobriu como gerar tal elemento, batendo uma pedra na outra, criando uma faísca e junto à gravetos iniciava-se uma pequena fogueira. O fogo tinha as funções de cozinhar alimentos crus, proteger do frio e dos animais selvagens, iluminar ambientes escuros, segurança, conforto. Até hoje o ser humano precisa do fogo para tais funções. Essa importante descoberta possibilitou a evolução da tecnologia. A partir do fogo, o homem produzia materiais como o ferro, o vidro, equipamentos como armas e ferramentas, utensílios de cerâmica, entre outros.

Utilizar o fogo sob controle possibilita a transformação de materiais a favor da necessidade humana (como a cocção, a proteção, o conforto). A problemática é quando o fogo não é controlado. Fora do controle, o fogo aquece o ambiente a tal ponto que os materiais podem ser transformados e deformados, ocorrendo o possível incêndio. O incêndio é um evento devastador que sempre traz perdas; perdas materiais, pessoais, ambientais e sociais (USP, 2016).

Para proteger-se dos efeitos devastadores, e até do incêndio em si, foram criadas medidas de combate ao incêndio. Medidas estas compostas de normas, leis, materiais, técnicas e treinamentos. Para que se chegasse a tais medidas, infelizmente muitos acontecimentos catastróficos e mortais aconteceram e vem acontecendo (GOMES, 2014).

A segurança contra o incêndio é um assunto pouco disseminado no Brasil, e engenheiros civis e arquitetos tem pouco ou, talvez, nenhum conhecimento e domínio aos assuntos relacionados à problemática do incêndio durante os cursos de graduação (SEITO et al., 2008). Quadro este que vem modificando-se devido ao grande acesso às informações, ao avanço da tecnologia e através de novas leis, como por exemplo, a Lei nº 13.425/2017, onde em seu Art. 8º lê-se que os cursos de graduação em Engenharia e Arquitetura devem incluir o conteúdo relativo à prevenção e ao combate a incêndio e desastres nas disciplinas ministradas.

1.1 OBJETIVO

Analisar o sistema de proteção contra incêndio de um edifício comercial.

1.2 JUSTIFICATIVA

Ao longo do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, adquiriu-se o conhecimento de vários assuntos, e devido a isso é possível observar os erros e acertos quando a questão é segurança. Nesse sentido, passou-se a observar como funciona a evacuação dos edifícios através das escadas de emergência. Na maioria dos edifícios construídos atualmente, a caixa de escada é acoplada no interior do prédio; já nos edifícios antigos percebe-se que a caixa de escada de emergência é inserida em um volume arquitetônico a parte, geralmente nas laterais da edificação.

Antes do estudo não se tinha o conhecimento de que os volumes acoplados nas laterais do edifício eram adicionados para adequar as formas de evacuação, e pensava-se que eles já faziam parte do projeto de concepção. Diante dessa questão, ao observar o edifício escolhido para o estudo, questionava-se onde era a caixa de escada de emergência, pois aquele volume (onde se presumia ser uma escada) não tinha as dimensões para abrigar tal elemento. Pela curiosidade dos fatos, escolheu-se analisar tal edifício e como era seu funcionamento em caso de incêndio.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BREVE HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO

Segundo Salvadori (2006) a arquitetura é uma arte recente, originada na época em que homens e mulheres viviam expostos às severidades do tempo tendo de se protegerem por tendas feitas com peles de animais.

Nas primeiras habitações/ construções o homem tendia a realizar um ambiente mais adequado à sua vida; isolando os habitantes do ambiente externo, favorecendo assim um clima artificial controlada pelo próprio homem (ROSSI, 2001).

Segundo Salvadori (2006), o objetivo de uma edificação é cumprir uma função, o que se resume em proteger as pessoas do tempo, criando espaços separados e interligados.

Miliza (1972 apud ROSSI, 2001, p.25) diz que o edifício deve levar em consideração, quando se trata do parâmetro comodidade, tanto a sua situação, a sua forma, e também como é feita a distribuição interna de suas partes.

A construção de superfícies, como paredes e coberturas, separam o interior do exterior, criando assim um ambiente controlado. Controlado no sentido de privacidade e de proteção contra elementos climáticos (CHING, 1998).

Portas atravessam as paredes para que as pessoas atravessem o espaço; janelas permitem a penetração do ar, luz, calor e som. A circulação entre os pavimentos requer elementos verticais como escadas e elevadores (SALVADORI, 2006).

A arquitetura nunca apresentou grandes mudanças no aspecto funcional, mas ela foi se modificando de acordo com a evolução de novos materiais de construção. Com a Revolução Industrial, entre os séculos XVIII e XIX, nasceram as modificações técnicas, sociais e culturais (BENEVOLO, 2001).

As modificações técnicas estão relacionadas aos materiais de construção. Os materiais artificiais como o aço e o concreto permitiram construções de estruturas cada vez mais altas e versáteis (SALVADORI, 2006).

Uma das modificações sociais foi a emigração rural para os centros urbanos, que possibilitou o crescimento da cidade e a necessidade de maior infraestrutura (MAXIMIANO, 2012).

No Brasil, essa passagem de um país rural para um país urbanizado, industrial e de serviços, se deu em pouco tempo. Um exemplo desse fenômeno é a região metropolitana de São Paulo, que em pouco mais de duzentos anos a população que era de trinta mil habitantes e agora, em 2018, é de aproximadamente, vinte e um milhões. O aumento da população desencadeou o risco de incêndio; já que nessas regiões mais densamente povoadas os riscos de incêndios são maiores devido às faltas de infraestrutura e informação. Por ser um assunto complexo, a segurança contra incêndio ficou em segundo plano dentro desse desenvolvimento desenfreado (SEITO et al., 2008).

2.2 INCÊNDIO EM EDIFÍCIO COMERCIAL

Os incêndios fazem parte da história de inúmeras cidades. Os mais lembrados são: Roma (64 d.C), Londres (1666), Hamburgo (1842), Chicago (1871) e Boston (1872), onde as cidades foram tomadas pelo fogo (SEITO et al., 2008). A ocorrência desse tipo de tragédia deixou de acontecer aos poucos, devido à moderna urbanização gerada pela presença do automóvel. Por causa desse novo meio de transporte, as cidades tinham ruas e avenidas hierarquizadas. Essa nova malha urbana proporcionou o afastamento entre os edifícios, impedindo a propagação do incêndio de um bloco para o outro (NEGRISOLO, 2011).

Já no Brasil, a segurança contra incêndio só ganhou sua importância após duas grandes ocorrências fatais nos anos 70: o incêndio do edifício Andraus, em 1972, ilustrada na Figura 1, no qual se observa o crescimento das chamas pela fachada envidraçada do edifício; e o incêndio do edifício Joelma, em 1974 (Figura 2). Ambos localizados no centro da cidade de São Paulo (SEITO et al., 2008).

Figura 1 – Incêndio do Edifício Andraus



Fonte: Negrisoló (2011, p. 14)

Figura 2 – Incêndio do Edifício Joelma



Fonte: Negrisoló (2011, p. 17)

Segundo Negrisoló (2011) os arquitetos que tiveram formação até os anos 70 não tinham conhecimento sobre a segurança contra incêndio, e achavam que uma edificação ficaria segura apenas com a implantação de hidrantes e extintores de incêndio.

Isso evidencia quando Seito et al. (2008) menciona que nos incêndios ocorridos nos edifícios Andraus e Joelma é clara a consequência da falta de projetos

arquitetônicos dos elementos que compõem o sistema de proteção contra incêndio, como: ausência de saídas de emergência; dificuldade de salvamento, de combate ao fogo; fácil propagação das chamas e fumaça pelo interior e exterior do edifício, etc.

Ainda nos anos 70, de acordo com Negrisolo (2011) o "problema incêndio" era visto como algo que dizia respeito aos Corpos de Bombeiros, e a regulamentação relativa a esse problema era encontrada nos códigos de obras dos municípios; e estabelecia, geralmente, a obrigatoriedade de alguns equipamentos de combate ao incêndio, como o hidrante e o extintor, mas não uma norma de saída de emergência, por exemplo. Infelizmente o Brasil não levou em conta como aprendizado os grandes incêndios que ocorreram em outros países.

O principal objetivo da segurança contra incêndio em edificações é a minimização das perdas materiais, ambientais, de patrimônio e, principalmente, garantir a vida humana (USP, 2016). Harmathy (1984, apud BERTO, 1991, p. 3) diz que uma edificação segura contra os efeitos do incêndio é aquela que, em caso de emergência, todos os ocupantes sobrevivam sem sofrer qualquer ferimento e no qual os danos ao patrimônio fiquem confinados às vizinhanças imediatas ao local do incêndio.

2.3 CONCEITO DE FOGO

De acordo com Silva; Vargas; Ono (2007, p. 14) “o fogo é um fenômeno físico-químico, caracterizado por uma reação de oxidação, com emissão de calor e luz”. Os três componentes que devem coexistir para a ocorrência da combustão são:

- Combustível: qualquer substância capaz de produzir calor por meio de reação química da combustão. Exemplo: combustíveis sólidos, como a madeira, o carvão e o tecido; líquidos, como a gasolina e o álcool; gasosos, como o gás natural e o gás liquefeito de petróleo (GLP);
- Comburente: substância que alimenta a reação química da combustão. Exemplo: geralmente a substância é o oxigênio (O₂), que é o agente oxidante;
- Calor: energia térmica que se transfere de um sistema para outro em virtude da diferença de temperatura entre os dois. Exemplo: pode ser de origem

elétrica, como a sobrecarga de circuitos e o aquecimento de equipamentos; pode ser proveniente do aquecimento solar; reações biológicas; processos químicos exotérmicos ou de origem mecânica, como uma martelada que gere faísca.

O chamado triângulo do fogo (Figura 3) é formado pelo combustível, calor e comburente (USP, 2016), sendo que, na retirada de um dos três elementos o fogo se extingue (SEITO et al., 2008). Já o tetraedro do fogo (Figura 4) é composto pelos três elementos do triângulo mais a reação em cadeia. A reação em cadeia é o que torna a queima autossustentável, ou seja, é o que mantém a combustão (USP, 2016).

Figura 3 – Triângulo de fogo



Fonte: Usp (2016)

Figura 4 – Tetraedro de fogo



Fonte: Usp (2016)

Quando o fogo se inicia, leva-se em consideração o mecanismo de transmissão da energia (Figura 5), pois cada modo irá influenciar no crescimento e na manutenção do fogo. Os modos são: condução do calor, convecção do calor e radiação de energia (SEITO et al., 2008).

Figura 5 – Mecanismos de transmissão de energia



Fonte: Silva (2018)

- Condução: o calor das partículas mais quentes é transmitido para as partículas mais frias, de um meio ou de dois corpos em contato direto;
- Convecção: o calor das partículas aquecidas de um gás ou líquido é transmitido através de movimentos circulares devido a uma variação de densidade e da ação da gravidade;
- Radiação de energia: mecanismo em que a energia, em forma de ondas ou partículas, é emitida por um determinado corpo, atravessa um meio e é absorvida por outro corpo.

(CHING, 2010)

De acordo com o art. 8º do Decreto nº 21.361 de 21/07/2000 do Distrito Federal, RSIP-DF, os processos de extinção do fogo são:

- Resfriamento: quando se retira o calor do processo de combustão;
- Abafamento: quando se retira ou isola o comburente, geralmente o oxigênio, do processo da combustão;
- Retirada do material: quando se retira o material combustível do processo de combustão;
- Extinção: caracteriza-se pela quebra da reação em cadeia.

2.4 INCÊNDIO

A definição de incêndio, de acordo com a Instrução Técnica nº 003/2011 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, é: “o fogo sem controle, intenso, o qual causa danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio”.

Esses danos são causados pelos produtos que o incêndio produz que são: calor, fumaça e chama (SEITO et al., 2008). A perda humana, nessa situação, pode ocorrer devido às consequências da exposição a temperaturas elevadas, inalação de fumaça e gases tóxicos. As consequências dependem de alguns fatores, tais como a temperatura, as características do material que entrou em combustão, o tempo de exposição, meios de proteção e fuga e, o estado psicológico físico da pessoa. As consequências mais comuns são:

- exaustão , desidratação, queimaduras mais profundas que podem ser fatais;
 - vermelhidão da pele;
 - amputações, deformações e desfigurações decorrentes das queimaduras;
- (USP, 2016)

Outra consequência é a exposição à fumaça. A fumaça é o produto da combustão que mais afeta as pessoas, e ela pode ser percebida pelo odor ou visualmente. Esse produto prejudica a segurança das pessoas da seguinte maneira:

- impossibilita a visibilidade das rotas de fuga;
- provoca lacrimejamento, tosse, sufocação e asfixia, o que também pode provocar pânico;
- aumenta a palpitação causada pela inalação do gás carbônico;
- limita a movimentação das pessoas pelo efeito tóxico de seus componentes;
- preenche e atinge ambientes em poucos minutos por causa da sua mobilidade.

(SEITO et al., 2008).

O pânico causado pelo incêndio também é um fator que pode agravar a segurança humana. A perda da visibilidade causada pela fumaça (Figura 6) e até pelas chamas pode levar a desorientação, tumulto, atropelamento, esmagamento e lesões graves. (USP, 2016).

Figura 6 – Ambiente com baixa visibilidade causada pela fumaça



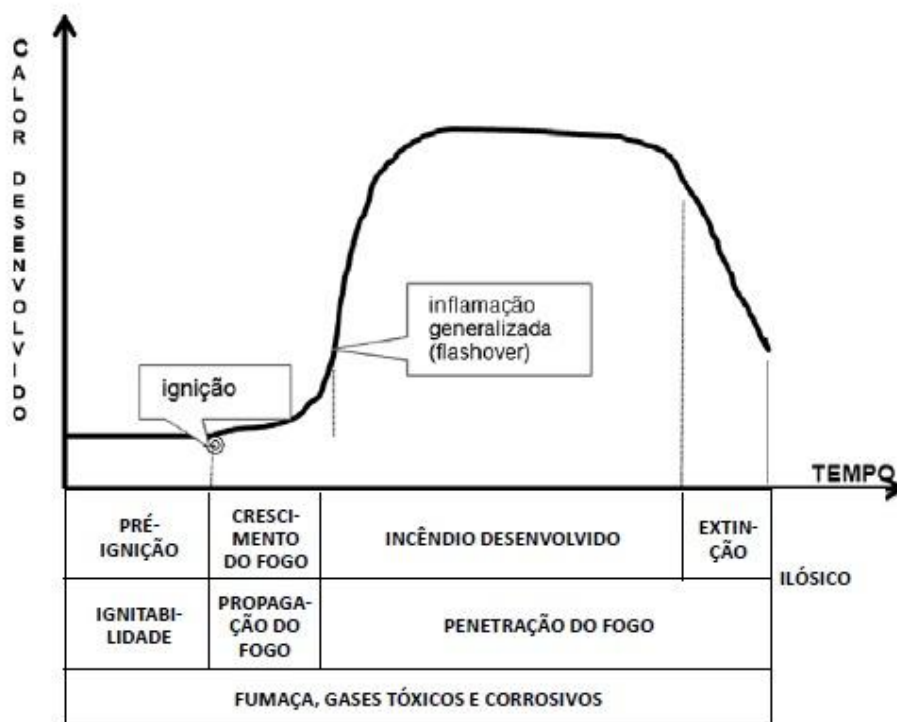
Fonte: Negrisola (2011, p. 253)

2.4.1 Fatores que influenciam o incêndio

Cada incêndio possui suas particularidades, mas há um padrão de comportamento entre os incêndios quando o ambiente atingido tem características construtivas e carga de incêndio semelhantes (SEITO et al., 2008).

Inicialmente o incêndio começa bem pequeno. O seu crescimento dependerá do primeiro combustível ignizado e de como os materiais que estão próximos ao item irão se comportar ao fogo e a sua expansão no ambiente (SEITO et al, 2008). A Figura 7 ilustra a evolução de um incêndio celulósico em uma edificação.

Figura 7 – Evolução de um incêndio celulósico em uma edificação



Fonte: Seito et al. (2008, p. 44)

Segundo a explicação de Seito et al. (2008), o gráfico ilustrado acima, possui três fases diferentes: o crescimento lento é a primeira fase do incêndio, que dura de cinco a vinte minutos até a ignição, iniciando a segunda fase, onde as chamas crescem e o ambiente aquece. O ambiente é tomado por gases e vapores combustíveis desenvolvidos na queima dos combustíveis sólidos. Se nada for feito até então, a temperatura só aumentará na razão direta do desenvolvimento do calor dos materiais em combustão. O ponto de inflamação generalizada (*flashover*) é caracterizado por grandes labaredas e temperatura elevada da camada dos gases quentes junto ao teto. O incêndio se desenvolve e alcança as aberturas internas, das fachadas e cobertura da edificação. A terceira fase ocorre quando o material combustível é exaurido, e a temperatura do ambiente é diminuída gradualmente.

2.4.2 O Sistema Global da Segurança Contra Incêndio

Segundo Usp (2016, p. 28) o Sistema Global da Segurança Contra Incêndio é “o conjunto de ações coerentes, que se originam do perfeito entendimento dos

objetivos da segurança contra incêndio que norteiam soluções definitivas e funcionais”. Essas ações devem ser almejadas na fase de projeto e no uso do edifício. Os requisitos relacionam-se com as medidas de prevenção e proteção que garantem os níveis adequados de segurança (SEITO et al., 2008). Os elementos do sistema global são:

- Precaução contra o incêndio: pretende controlar possíveis fontes de ignição e sua interação com materiais combustíveis; único item que abrange as medidas de prevenção, os demais, a seguir, são de proteção;
- Limitação do crescimento do incêndio: medidas que pretendem dificultar a evolução do foco de incêndio, quando este ocorre;
- Extinção inicial do incêndio: extinguir o incêndio antes que ele se alastre pelo ambiente de origem;
- Limitação da propagação do incêndio: impedir o incêndio que evoluiu de se propagar para outros ambientes;
- Evacuação segura do edifício: medida que permite a fuga segura e rápida dos usuários do edifício;
- Precaução contra a propagação: dificultar a propagação do incêndio para os prédios vizinhos;
- Precaução contra o colapso estrutural: pretende impedir a ruína total ou parcial do edifício;
- Rapidez, eficiência e segurança das operações: medidas que permitem a intervenção externa como operações de combate ao fogo e de resgate às vítimas.

(USP, 2016)

O Quadro 1 mostra os elementos do sistema global com suas devidas medidas de proteção e prevenção, tanto na fase do projeto quanto no uso do edifício.

Quadro 1 - Elementos do sistema global com suas devidas medidas de proteção / prevenção

ELEMENTO	MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO	
	FASE DE PROJETO	USO DO EDIFÍCIO
Precaução contra o incêndio (medida de prevenção)	<ul style="list-style-type: none"> - dimensionamento e execução corretos de instalação; - distanciamento entre materiais combustíveis e fontes de calor; - provisão de sinalização de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - conscientização do usuário para prevenção do incêndio; - manutenção frequente dos equipamentos e instalações que podem provocar o início do incêndio
Limitação do crescimento do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - controles da quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos e das suas características de reação ao fogo. 	<ul style="list-style-type: none"> - controle dos materiais combustíveis (elementos construtivos).
Extinção inicial do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - provisão de: equipamentos portáteis, hidrantes, mangotinhos, detecção e alarme de incêndio e chuveiros automáticos; 	<ul style="list-style-type: none"> - manutenção dos equipamentos destinados a extinção de foco de incêndio; - treinamento dos usuários para combater o foco inicial e treinamento e formação da brigada de incêndio.
Limitação da propagação do incêndio	<ul style="list-style-type: none"> - controle das quantidades de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos, e das suas características de reação ao fogo; - compartimentações vertical e horizontal; 	<ul style="list-style-type: none"> - controle da disposição de materiais combustíveis próximos à fachada; - manutenção preventiva das compartimentações vertical e horizontal.
Evacuação segura do edifício	<ul style="list-style-type: none"> - provisão de: sistema de detecção e alarme, comunicação de emergência, controle do movimento da fumaça, iluminação de emergência e rota de fuga. 	<ul style="list-style-type: none"> - treinamentos da brigada de incêndio e dos usuários para a evacuação segura do edifício; - manutenção dos equipamentos que auxiliam na evacuação; - elaboração de planos de evacuação.
Precaução contra a propagação do incêndio entre os edifícios	<ul style="list-style-type: none"> - estudo da implementação dos prédios para distância segura; - material resistente ao fogo na envoltória do edifício. 	<ul style="list-style-type: none"> - controle dos materiais na envoltória do edifício e de suas características de reação ao fogo.
Precaução contra o colapso estrutural	<ul style="list-style-type: none"> - escolha de materiais construtivos e do envoltório do edifício resistentes ao fogo. 	_____
Rapidez, eficiência e segurança das operações de combate e resgate	<ul style="list-style-type: none"> - provisão de meios de acesso dos equipamentos de combate à incêndio e resgate às vítimas. 	<ul style="list-style-type: none"> - facilitar as operações para que sejam rápidas, eficazes e seguras.

Fonte: Adaptado - Seito et al. (2008, p. 58 e 59)

As medidas de proteção contra incêndio no sistema global podem ser divididas em medidas de proteção ativa e medidas de proteção passiva (USP, 2016).

- Medidas de proteção ativa: medidas que são acionadas manual ou automaticamente depois de responderem a um estímulo. Exemplos: extintor de incêndio, comunicação de emergência, sistema de detecção e alarme.
- Medidas de proteção passiva: aquelas que já são incorporadas ao sistema construtivo e reagem contra o crescimento e propagação do incêndio e agem na evacuação do prédio. Exemplos: distanciamento entre os edifícios, porta corta-fogo e selagem corta-fogo de shafts.

2.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

Segundo Usp (2016) as normas e regulamentações de segurança contra incêndio tem objetivo de garantir medidas mínimas relacionadas à segurança das pessoas e do patrimônio nas edificações. No âmbito público destacam-se dois tipos de exigências: as normas técnicas como a *Internacional Organization for Standardization* - ISO (internacional) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (nacional); e as instituídas por lei ou decretos de diferentes jurisdições (federal, estadual ou municipal).

2.5.1 Federais

2.5.1.1 Norma Regulamentadora nº 23

A NR 23 “Proteção contra Incêndios” dispõe que os trabalhadores têm de ser informados, pelo empregador, sobre: o manuseio dos equipamentos de combate à incêndio; a existência dos dispositivos de alarme; e os procedimentos de evacuação do local de trabalho em caso de emergência. A NR 23 também dispõe que as saídas de emergência devem ser em número o suficiente para uma evacuação rápida e segura; as saídas, assim como as aberturas e vias de passagem, devem ser iluminadas e assinaladas; não podem ser fechadas à chave durante a jornada de trabalho; e devem ser de fácil abertura.

2.5.1.2 Lei nº 13.425/2017

A Lei nº 13.425/2017, também conhecida como Lei Kiss, estabelece diretrizes e ações sobre a prevenção e combate a incêndio e desastres em edificações de comércio e serviços, estabelecimentos e áreas de reunião de público. A lei prevê que cabe ao Corpo de Bombeiros Militar de seu respectivo município, planejar, analisar, avaliar, vistoriar, aprovar e fiscalizar as medidas de combate a incêndio e a desastres. E os municípios que não contarem com unidade do CBM instalada, poderão aderir o serviço mediante corporação militar de seu estado.

Para o estabelecimento, edificação e área de reunião de público serem aprovados, além das exigências contidas no laudo do CBM, eles devem ter as condições de acesso para operações de resgate e evacuação, e na sua construção, devem dar prioridade para uso de materiais com baixa inflamabilidade e contar com os sistemas automáticos preventivos de combate a incêndio.

A lei explica que o CBM também poderá exigir a existência de bombeiros civis e/ou de funcionários treinados para agir em caso de emergência nos estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Cabe ao poder público municipal requerer outras condições de segurança, considerando-se: a capacidade, estrutura física e o tipo de atividade desenvolvida no local, e os riscos à integridade física das pessoas.

A lei também prevê que os cursos de graduação em Engenharia e Arquitetura devem incluir o conteúdo relativo à prevenção e ao combate a incêndio e desastres nas disciplinas ministradas.

2.5.2 Estaduais

Regulamentações estaduais que estabelecem os requisitos para garantia da segurança contra incêndio das edificações são verificadas pela aprovação das plantas e ou de vistoria do Corpo de Bombeiros de seus respectivos estados (USP, 2016).

2.5.2.1 Decreto nº 21.361/ 2000

O Decreto nº 21.361 de 21/07/2000 – Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal, além de definir e classificar termos, estabelece os requisitos mínimos exigíveis no exercício das atividades pertinentes à matéria que trata, e nas edificações. O Decreto menciona que o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal pode determinar outras medidas que julgar convenientes à prevenção contra incêndio e pânico, caso for necessário; e também menciona que na falta de Normas Técnicas do CBMDF deverão ser adotadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – e na falta delas, poderão ser utilizadas as normas internacionais.

2.5.3 Normas Técnicas

2.5.3.1 NBR 10.898/2013 – Sistema de iluminação de emergência

Por definição da NBR 10.898/2013, a iluminação de emergência é a iluminação que deve clarear áreas de trabalho e áreas escuras de passagens na falta de iluminação normal. Sua intensidade e seu tempo de funcionamento devem ser o suficiente para garantir uma evacuação rápida e segura da população do edifício.

O sistema de iluminação de emergência age na viabilidade dos ocupantes do edifício, já que em caso de incêndio há uma significativa dificuldade de visibilidade em corredores, passagens e escadas. A iluminação de sinalização deve indicar os obstáculos, mudanças de direção, saídas, e não devem ser obstruídas. O sistema utiliza uma fonte de energia independente da fonte de alimentação do prédio, o que

mantém a iluminação de emergência necessária de forma automática no caso de falha da fonte da energia normal (SEITO et al., 2008).

De acordo com Usp (2016) há três tipos de iluminação de emergência:

- Iluminação de emergência auxiliar: é utilizada quando certo tipo de ações e operações não podem ser interrompidas. Exemplo: cirurgia médica.
- Iluminação de ambiente ou aclaramento: tem o objetivo de garantir a evacuação segura de todos os ocupantes do local em caso de emergência;
- Iluminação de balizamento ou de sinalização: símbolos iluminados que indicam a rota de fuga.

Os tipos de sistemas de iluminação de emergência, segundo Seito et al., (2008) são definidos abaixo:

- Os blocos autônomos (Figura 8) são aparelhos de iluminação que possuem em único invólucro. Contém sensor de falha, o que o coloca em funcionamento caso falte alimentação da rede elétrica, lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou similares.

Figura 8 – Bloco autônomo



Fonte: Seito et al. (2008, p. 17)

- O sistema centralizado com baterias (Figura 9) é dotado de um painel de controle (central), luminárias de emergência, bateria e rede de alimentação. Quando a alimentação da rede pública é interrompida, o

funcionamento do sistema é automático. Seu uso é exclusivo para caso de emergência.

Figura 9 – Sistema centralizado com baterias



Fonte: Seito et al. (2008, p. 217)

- O sistema centralizado com grupo motogerador (Figura 10) é um sistema de iluminação de emergência que tem como fonte de alimentação um grupo motogerador. Seu acionamento é automático no caso de falta ou falha da alimentação de energia.

Figura 10 – Sistema centralizado com grupo motogerador



Fonte: Filho (2015)

2.5.3.2 NBR 17.240/2010 – Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio

O objetivo do sistema de detecção e alarme de incêndio é detectar o fogo em seu estágio inicial, fazendo com que os ocupantes abandonem o prédio com segurança e o mais rápido possível, e assim dar início às ações de combate ao fogo, evitando perdas. As ações podem ser automaticamente iniciadas pelo sistema de detecção e alarme por meio de um dispositivo. O sistema é constituído pelos seguintes componentes: detectores automáticos de incêndio, acionadores manuais, painel de controle, sinalização, fonte de alimentação elétrica e infraestrutura (SEITO et al., 2008).

Os detectores podem ser: de fumaça, que detectam na atmosfera do ambiente as mudanças das condições do material em suspensão, em razão da combustão; térmicos, que detectam o aumento da temperatura dentro do ambiente instalado; de chama, que detecta as radiações provenientes das chamas, e; de gás, que detecta na atmosfera a mudança da concentração de um determinado gás (USP, 2016).

A NBR 17.240/2010 explica que a proteção adequada para cada área tem de ser estudada visando suas peculiaridades, pois cada incêndio tem sua própria característica. Assim, o emprego dos componentes e sistemas será eficaz.

2.5.3.2.1 Tipos de sistema

Devido aos diversos cenários que o incêndio pode produzir, deve-se avaliar o melhor sistema de detecção para o projeto. Devem ser considerados as características construtivas da edificação, tipo de ocupação, sua utilização, existência de ar condicionado e condições climáticas (SEITO et al., 2008).

Os tipos de sistemas de detecção, de acordo com a NBR 17.240/2010, são:

- Sistema de detecção convencional: é composto por um ou mais circuitos de detecção, que são instalados em uma determinada área protegida. Assim que o dispositivo é atuado, a central reconhece apenas a área protegida pelo circuito onde o dispositivo está instalado.
- Sistema de detecção endereçável: também é composto por um ou mais circuitos de detecção. Nesse sistema, cada dispositivo tem seu próprio

endereço e quando ele é atuado a central reconhece o dispositivo individualmente e a área protegida pelo circuito.

- Sistema de detecção analógico: é um sistema de detecção endereçável onde a central monitora frequentemente certos valores, como os de temperatura e fumaça, que são captados pelos dispositivos de detecção. Esses valores são comparados com valores pré-definidos para tal instalação, e podem ser ajustados.

- Sistema de detecção algorítmico: é um sistema de detecção analógico onde os detectores possuem um ou mais critérios de avaliação em função do tempo, que são aferidos por um circuito de lógica pré-programada. Os detectores monitoram frequentemente os valores e tem a capacidade de realizar decisões e de se comunicarem com a central.

2.5.3.2.2 Tipos de detectores e acionadores manuais

Segundo a NBR 17.240/2010, devem-se levar em consideração alguns parâmetros para a correta seleção do tipo e do local de instalação dos detectores. Os parâmetros são: aumento da temperatura, produção de fumaça, produção de chama, materiais existentes nas áreas protegidas, forma e altura do teto, ventilação do ambiente, temperaturas típicas e máxima de aplicação, entre outras características. Os tipos de detectores são:

- Detectores pontuais de fumaça: são detectores de incêndio que monitoram todos os tipos de ambiente onde haja materiais que ao entrarem em combustão, é esperada inicialmente a geração de fumaça. Os tipos óptico (Figura 11) e iônico (Figura 12) são os mais utilizados.

Figura 11 – Tipo óptico



Fonte: Seito et al. (2008, p. 208)

Figura 12 – Tipo iônico



Fonte: Seito et al. (2008, p. 208)

- Detectores pontuais de temperatura: monitoram ambientes contendo materiais onde a característica no início da combustão é a geração de pouca fumaça e muito calor. Também monitoram ambientes contendo gases, vapor ou partículas em suspensão.
- Detectores de chama: sua instalação é feita em ambientes onde se espera o surgimento de uma chama. O campo de visão do detector não pode ser prejudicado por obstáculos, e assim a detecção do foco de incêndio é assegurada na área protegida pelo detector.
- Acionador manual (Figura 13): o seu objetivo é enviar um alerta para a central de alarme, informando aos ocupantes do edifício sobre uma provável situação de emergência. O acionador manual deve ser disposto em locais de trânsito de pessoas em caso de emergência. Esses locais podem ser corredores, saídas de áreas de trabalho, saídas de emergência para o exterior do prédio, entre outros. A instalação do acionador manual deve ser a uma altura entre 0,90m e 1,35m do piso e na cor vermelho segurança. Nas áreas onde o nível sonoro ultrapassar 105 dBA, devem ser instalados avisadores audiovisuais.

Figura 13 – Acionador manual



Fonte: Seito et al. (2008, p. 210)

2.5.3.3 NBR 12.693/2010 – Sistemas de proteção por extintor de incêndio

A NBR 12.693/2010 em seu escopo, explica que os extintores de incêndio são utilizados como primeira linha de combate contra o foco inicial do incêndio, e são necessários mesmo em locais que já são equipados com outros sistemas fixos de combate, como hidrantes e chuveiros automáticos, por exemplo. A norma também estabelece os requisitos mínimos exigíveis para seleção, instalação e projeto dos extintores.

A função do extintor é combater o princípio do fogo e faz parte do sistema básico de segurança contra incêndio em edificações. Devem ter como características: facilidade de uso, acessibilidade, manejo e operação. (SEITO et al., 2008).

É importante contar com este tipo de equipamento, pois através dele os usuários do edifício podem combater o foco de incêndio, quando são treinados para tal. Os extintores de incêndio podem ser portátil (Figura 14) ou sobre-rodas (Figura 15). O portátil é um equipamento de acionamento manual constituído de dispositivos de funcionamento; em seu recipiente é armazenado o agente extintor; e sua massa total não pode ultrapassar a 20kg. O sobre-rodas é um equipamento de acionamento manual, constituídos de dispositivo de funcionamento e locomoção; em seu recipiente é armazenado o agente extintor; é apoiado sobre rodas; e sua massa total não pode ultrapassar a 250kg. (USP, 2016).

Figura 14 – Extintor portátil



Fonte: Moreira (2016)

Figura 13 – Extintor sobre rodas



Fonte: New Fire (2015)

2.5.3.3.1 Classificação do fogo

A definição da classe do fogo é determinante para que os extintores sejam classificados, de acordo com a função do agente extintor, e Seito et al. (2008) descreve-os:

- Fogo classe A: fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos, tais como: madeira, tecidos, papéis, borrachas e outras fibras orgânicas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos.
- Fogo classe B: fogo envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície.

- Fogo classe C: fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizadas.
- Fogo classe D: fogo em metais combustíveis, tais como magnésio, titânio, alumínio, zircônio, sódio, potássio e lítio.

Figura 16 – Símbolos das classes de fogo



Fonte: Diego (2014)

2.5.3.3.2 Tipos de agentes extintores

Segundo Seito et al. (2008) os agentes extintores podem ser: água, pó para extinção de incêndio, espuma mecânica e CO₂ (gás carbônico).

2.5.3.3.3 Seleção de extintores

Para a correta seleção dos extintores, devem-se considerar os dados a seguir (SEITO et al., 2008):

- a) classe de fogo que possa ocorrer no local, como mostra a Tabela 1;
- b) tipo de risco da edificação, que é determinada pela carga de incêndio em MJ/m², como mostra a Tabela 2;
- c) tamanho do princípio do incêndio, para escolha de maior capacidade extintora e alcance do agente, como mostra a Tabela 3 e 4.

Tabela 1 – Seleção do agente extintor de acordo com a classe de fogo

CLASSE DE FOGO	AGENTE EXTINTOR					
	ÁGUA	ESPUMA MECÂNICA	CO2	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 et al (2008, p. 227)

Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à carga de incêndio

RISCO	CARGA DE INCÊNDIO MJ/M ²
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200 MJ/m ²

Fonte: Seito et al (2008, p. 227)

Tabela 3 – Risco classe B

Classe de risco	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida (m)
Baixo	2 - A	25
Médio	3 - A	20
Alto	4 - A ou 2 unidades de 2 - A	15

Fonte: Usp (2016, p. 144)

Tabela 4 – Risco classe B

Classe de risco	Capacidade extintora mínima	Distância máxima a ser percorrida (m)
Baixo	20 - B	15
Médio	40 - B	15
Alto	80 - B	15

Fonte: Usp (2016, p. 145)

Obs: os extintores para risco classe C são instalados próximos a riscos especiais, tais como: casa de bombas, casa de máquinas, caldeiras, casa de força elétrica, etc. Ele segue a mesma distribuição das classes A ou B. (USP, 2016, p. 145)

2.5.3.3.4 Dados para seleção de extintores

Segundo Seito et al. (2008) a localização dos extintores é uma importante provisão, pois permitirá uma rápida intervenção caso o foco de incêndio aconteça. Segue algumas recomendações para devida localização:

- facilmente visíveis por meio de sinalização;
- bem distribuídos para cobrir a área protegida;
- fácil acesso levando-se em conta a portabilidade;
- sem obstáculos até o local de utilização;
- próximo aos locais de entrada e saída;
- não devem ficar atrás de portas de rota de fuga;
- protegido contra vandalismo.

De acordo com a NBR 12.693/2010, os extintores portáteis de incêndio devem ser instalados nas seguintes condições:

- deve existir pelo menos um extintor a uma distância mínima de 5m da porta de acesso principal da edificação, da entrada do pavimento ou entrada da área de risco;
- a alça do equipamento deve estar no máximo a 1,60m do piso, ou seu fundo deve estar no mínimo a 0,10m do piso;
- seu quadro de instruções deve estar localizado na parte frontal do equipamento em relação à posição que for instalado.

2.5.3.4 NBR 9.077/2001 – Saídas de emergência em edifícios

As saídas de emergência tem a função de garantir a saída segura e rápida da população do edifício, em situação de emergência. As saídas fazem parte da rota de fuga que é o caminho contínuo para os ocupantes de qualquer ponto do interior até o local seguro no exterior do prédio, onde este último é representado por uma área livre e afastada (SEITO et al., 2008).

De acordo com Usp (2016), a saída é constituída por rotas horizontais e verticais, que podem ser rampas, escadas, antecâmaras e corredores. Ela é separada do restante do edifício por elementos que tem a função de proteger os ocupantes dos efeitos do incêndio. Esses elementos são: paredes, pisos, portas, etc.

Para que se possa ter melhor entendimento dos seus objetivos, observa-se a NBR 9.077/2001, que fixa que as edificações devem ter projetos de saídas de emergência e que as saídas comuns sejam utilizadas em caso de emergência. Diante dessas saídas, a população pode abandonar o prédio em caso de incêndio, preservando sua integridade física; e os bombeiros tem fácil acesso para o combate ao fogo e a remoção dos ocupantes.

De acordo com Seito et al. (2008) todos os níveis da edificação devem ter comunicação por escadas, com resistência ao fogo compatível com a ocupação.

A NBR 9.077/2001 também define:

- Escada de emergência: pode ser dos tipos escada enclausurada, escada enclausurada à prova de fumaça, escada não enclausurada ou escada enclausurada protegida.
- Escada à prova de fumaça pressurizada (PFP): escada onde a propagação da fumaça é impedida por método de pressurização.
- Escada enclausurada à prova de fumaça (PF): sua estrutura é composta por paredes e portas corta-fogo, e seu acesso é por uma antecâmara igualmente protegida, que evita a propagação de fogo e fumaça para a escada.
- Escada enclausurada protegida (EP): envolvida por paredes e portas corta-fogo e devidamente ventilada.
- Escada não enclausurada ou escada comum (EP): escada que se comunica com os demais ambientes, como corredores e áreas de circulação, em cada pavimento, e não possui porta corta-fogo.
- Parede corta-fogo: parede que impede a propagação da chama e que proporciona isolamento térmico, onde a temperatura da superfície não exposta não ultrapasse à 140°C durante um determinado tempo.
- Parede resistente ao fogo: possui estrutura resistente aos efeitos do fogo durante determinado tempo.
- Porta corta-fogo (PCF): a NBR 11.742/2003 define porta corta-fogo como: uma porta para a saída de emergência onde toda a sua estrutura é constituída

por materiais resistentes ao fogo, e sua função é de retirar ou impedir a propagação dos produtos do incêndio (calor, fumaça, gases e chamas) de um ambiente para outro.

2.5.3.5 NBR 13.714/2003 – Sistemas de hidrante e de mangotinhos para combate a incêndio

O sistema de hidrantes e mangotinhos faz parte do sistema fixo de combate a incêndio, que é acionado manualmente e libera água sobre o foco do fogo, de forma a extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial (SEITO et al., 2008).

Os hidrantes descarregam uma quantidade de água superior comparados aos mangotinhos, porém cada um dos sistemas atende o risco da área onde está instalado. Os dois são insubstituíveis mesmo em locais com sistemas automáticos de extinção, como os chuveiros automáticos, pois funcionam como elementos auxiliares de extinção. Sua provisão é obrigatória em edifícios comerciais, residenciais e industriais (USP, 2016).

De acordo com Usp (2016) o sistema de hidrantes é composto de: um reservatório de água que pode ser elevado ou não elevado, com uma bomba de recalque e uma tubulação que alimenta os pontos terminais, que são os hidrantes. Os pontos de hidrante são projetados e distribuídos para que toda área protegida por eles fique ao alcance dos jatos de água. O hidrante é um ponto de tomada de água com uma válvula angular que controla a vazão de água, dotada de uma conexão de saída tipo engate rápido, onde se conecta a mangueira. Constitui-se de duas mangueiras de 15m que podem ter 40 mm (1 ½”) ou 65 mm (2 ½”) de diâmetro; um esguicho agulheta ou de neblina/ jato compacto; uma chave de mangueira para facilitar as conexões; e um abrigo para acondicionar os equipamentos. Já o sistema de mangotinhos possui as mangueiras semirrígidas de 25 mm (1”), podendo ou não estarem enroladas em carretéis; e esguicho regulável, o que dá maior praticidade e rapidez comparado ao sistema de hidrantes.

A NBR 13.714/2003 em seu objetivo, fixa as condições mínimas exigíveis para dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características dos componentes de sistemas de combate à incêndio em edificações com áreas construídas superior a 750m² e/ou altura superior a 12m.

2.5.3.6 NBR 10.897/2014 – Sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos

O sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo de combate e entra em ação automaticamente quando identifica um foco de incêndio, liberando água para extinguir o fogo em seu estágio inicial. Uma das características do sistema é que no início da operação, o alarme é acionado simultaneamente para que os ocupantes evacuem a área. (SEITO et al., 2008).

Ching (2010) define o sistema de chuveiros automáticos, também chamado de *sprinklers*, como: elemento que age automaticamente de forma a extinguir o foco inicial do incêndio. Seu sistema é composto por tubulações existentes no teto ou abaixo deste, que são ligadas aos *sprinklers* ou chuveiros automáticos, onde a uma determinada temperatura eles se abrem e liberam água.

Segundo Usp (2016) os chuveiros automáticos podem ser classificados em cinco tipos:

a) Sistema de tubo molhado: rede de tubulação com água sob pressão. Os chuveiros automáticos são instalados nos ramais.

b) Sistema de tubo seco: rede de tubulação seca, mantida sob pressão de ar comprimido ou nitrogênio. Os chuveiros automáticos são instalados nos ramais.

c) Sistema de ação prévia: rede de tubulação seca contendo ar que pode ou não estar sob pressão. Os chuveiros automáticos são instalados nos ramais e é instalado, também, um sistema de detecção de incêndio, na mesma área. Este último entra antecipadamente em ação, provocando a abertura de uma válvula que controla a entrada de água na rede de tubulação onde estão instalados os chuveiros automáticos.

d) Sistema dilúvio: rede de tubulação seca. Os chuveiros abertos (não providos de elemento termossensível) são instalados nos ramais e, junto a eles, um sistema de detecção de incêndio, na mesma área protegida. Este último provoca a abertura de uma válvula dilúvio que controla a entrada da água na rede de tubulação onde estão os chuveiros abertos.

e) Sistema combinado de tubo seco e ação prévia: sistema parecido ao de ação prévia. Os chuveiros automáticos são instalados na rede de tubulação seca pressurizada. Junto ao chuveiro é instalado um sistema de detecção que assim que

é acionado, abre-se a válvula de tubo seco a qual controla a entrada de água na tubulação e a válvula de alívio de ar. Elas são instaladas nas extremidades das tubulações gerais do sistema, o que facilita o enchimento com água em toda a tubulação onde os chuveiros estão fixados.

Neste sentido, a NBR 10.897/2014, estabelece os requisitos mínimos para projeto, instalação e descreve os componentes do sistema.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, na Revisão da Literatura, fez-se o estudo da função da edificação. O estudo foi direcionado para o histórico dos incêndios nos edifícios para compreender as problemáticas que evidenciam esse assunto. Posterior a isso, estudou-se o conceito do fogo, como ocorre um incêndio e suas formas de extinção.

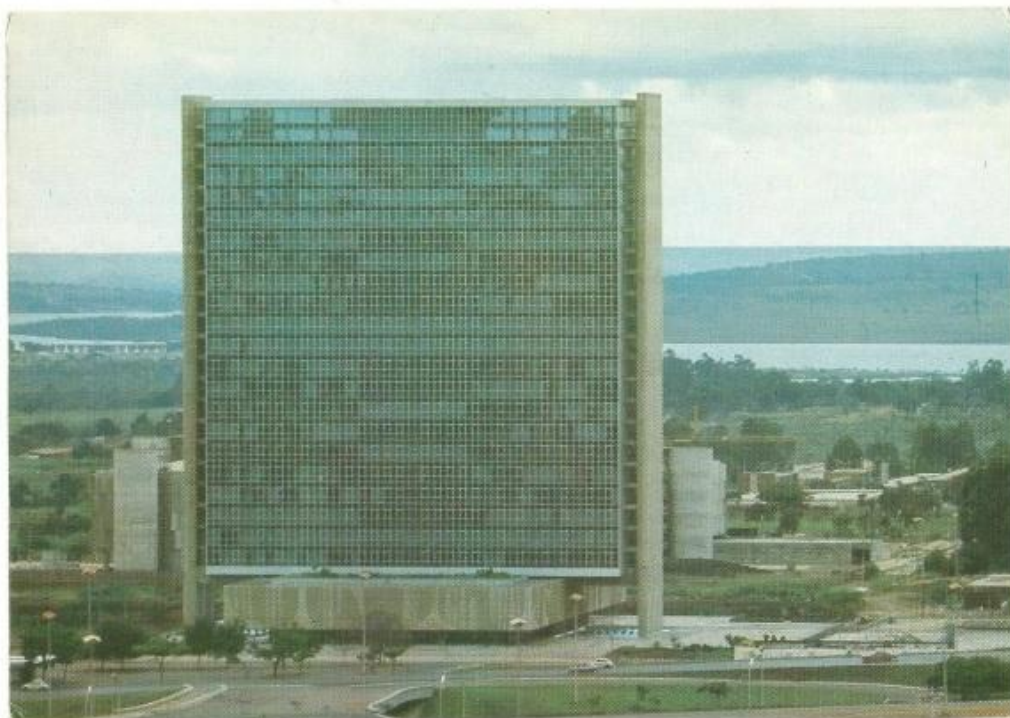
Para analisar o sistema de proteção contra incêndio em um edifício, primeiro foi feita a tentativa de visitar dois edifícios, onde a entrada deles foi negada por seus responsáveis. Em uma terceira tentativa, a proposta para visitar as dependências do prédio em questão foi aceita. Explicou-se que o motivo da visita era para analisar e fazer o acervo fotográfico dos sistemas de proteção contra incêndio existentes, a fim de estudá-los para o trabalho de conclusão de curso. Para normatizar e autorizar a visita, por meio de uma solicitação por escrito, explicaram-se os motivos e as intenções do trabalho acadêmico. A responsável concordou com a solicitação e posteriormente foi marcada uma visita monitorada.

Antes da visita, foram estudados quais eram os sistemas de proteção contra incêndio que um edifício de caráter comercial exigia e suas normas vigentes. Assim, utilizaram-se as normas da ABNT, as Normas Técnicas do CBMDF e a NR 23, referentes aos seguintes sistemas: chuveiros automáticos, hidrantes, extintores de incêndio, detecção e alarme, saídas de emergência e iluminação de emergência. Durante a visita pode-se observar, analisar e fotografar os sistemas existentes e julgar as inadequações.

Os materiais utilizados para análise foram: máquina fotográfica para fazer o relatório fotográfico do local; trena para aferir as medidas dos elementos; e as normas para comparação da situação atual com as exigidas.

O edifício escolhido (Figura 17) localiza-se na zona central da cidade de Brasília, Distrito Federal, foi construído na década de 70 e sua concepção arquitetônica advém das vertentes do Racionalismo. É um edifício de caráter comercial e seus andares abrigam salas de escritórios.

Figura 17 – Edifício em análise (fachada oeste)



Fonte: Leilões BR (2017)

O prédio possui 24 andares, sendo que o primeiro e o segundo são sobrelojas, os próximos 20 andares são salas de escritórios, e os dois últimos andares são reservados à casa de máquinas e cobertura. O térreo situa-se na cota da rua e é por onde se tem acesso ao prédio. Abaixo do térreo há cinco andares de subsolos, onde: o primeiro, o segundo e o quarto abrigam algumas salas de escritório, refeitório, áreas de serviço, áreas técnicas e garagem; o terceiro subsolo é reservado só para garagem; e no quinto funciona outra casa de máquina, sendo seu acesso restrito e monitorado.

O pavimento tipo que se repete nos 20 andares de escritórios, tem 848m² total de área sendo: 380m² da ala norte, 380m² da ala sul e 88m² da área central que funciona a circulação, dois banheiros, copa, área de serviço e uma antiga área de fumantes, que atualmente não tem mais a mesma função.

O 21º andar abriga geradores que precisam ser refrigerados por ar condicionado; no 22º andar está a casa de máquinas dos nove elevadores, a caixa d'água, o reservatório de incêndio e o gerador do ar condicionado central. A cobertura tem um heliponto e as antenas pára raio.

O prédio tem 75m de altura, 59.280m² de área total e sua população é de 3.000 ocupantes.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O sistema de proteção contra incêndio do edifício em análise foi projetado na época de sua construção e até então ele é o mesmo. O único projeto de adequação foi a substituição da evacuação em caso de emergência, que antes era através da escada no interior do prédio, e passou a ser pela escada usada para manutenção da tubulação de ar condicionado, encontrada nos volumes anexados às laterais do prédio. Observa-se que nas décadas de 60 e 70, os edifícios construídos em Brasília não tinham escadas enclausuradas para caso de incêndio, e pelo estudo feito no capítulo 2 deste presente trabalho, presumi-se que devido aos grandes incêndios de São Paulo na década de 70, o código de obras do Distrito Federal adequou a norma para prever a construção desse tipo de escada de emergência, para uma evacuação mais rápida e segura dos ocupantes do prédio. As Figuras 18 e 19 mostram o antes e depois de dois edifícios em Brasília para demonstrar tal fato. Já no caso do edifício analisado, não foi construído uma caixa de escada própria para evacuação, e sim uma adequação de uma escada existente.

Figura 18 – Antes – anos 70 (sem caixa de escada)



Fonte: (adaptado) Globo (2015)

Figura 19 – Depois – ano 2002 (caixa de escada evidenciada)



Fonte: (adaptado) Cavalcanti (2012)

4.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EXISTENTE

O projeto de proteção contra incêndio do edifício em análise é descrito abaixo:

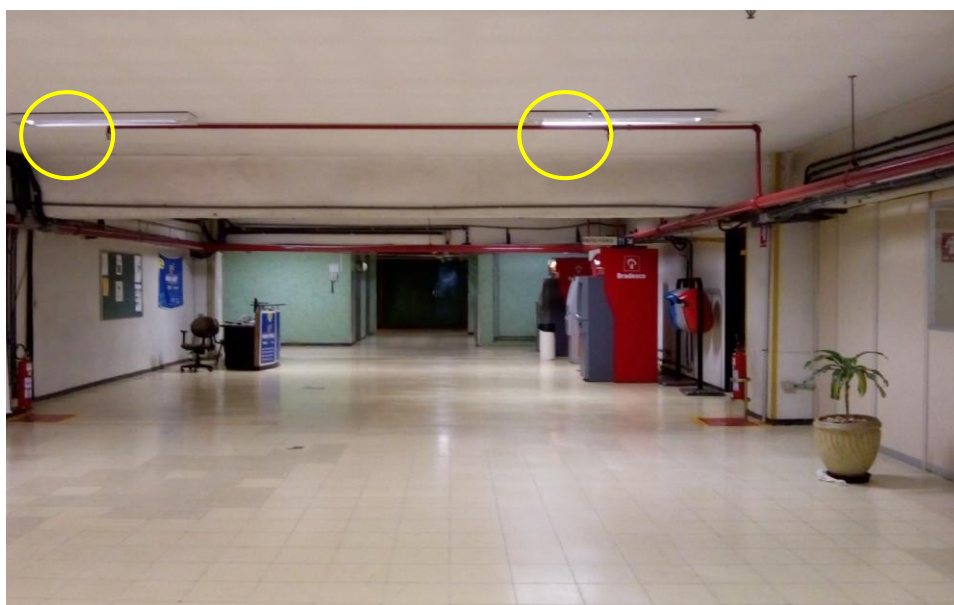
- Sistema de chuveiros automáticos: o tipo de chuveiro automático existente é com elemento termossensível tipo ampola de mercúrio, e não possuem alarmes sonoros quando o sistema entre em funcionamento. Foram encontrados os chuveiros nas salas de escritório, como mostra a Figura 20 (onde o elemento é destacado com um círculo amarelo); e chuveiros na área de circulação do 1º subsolo, como mostra a Figura 21 (também destacado com um círculo amarelo).

Figura 20 – Chuveiro automático na sala de escritório



Fonte: arquivo pessoal

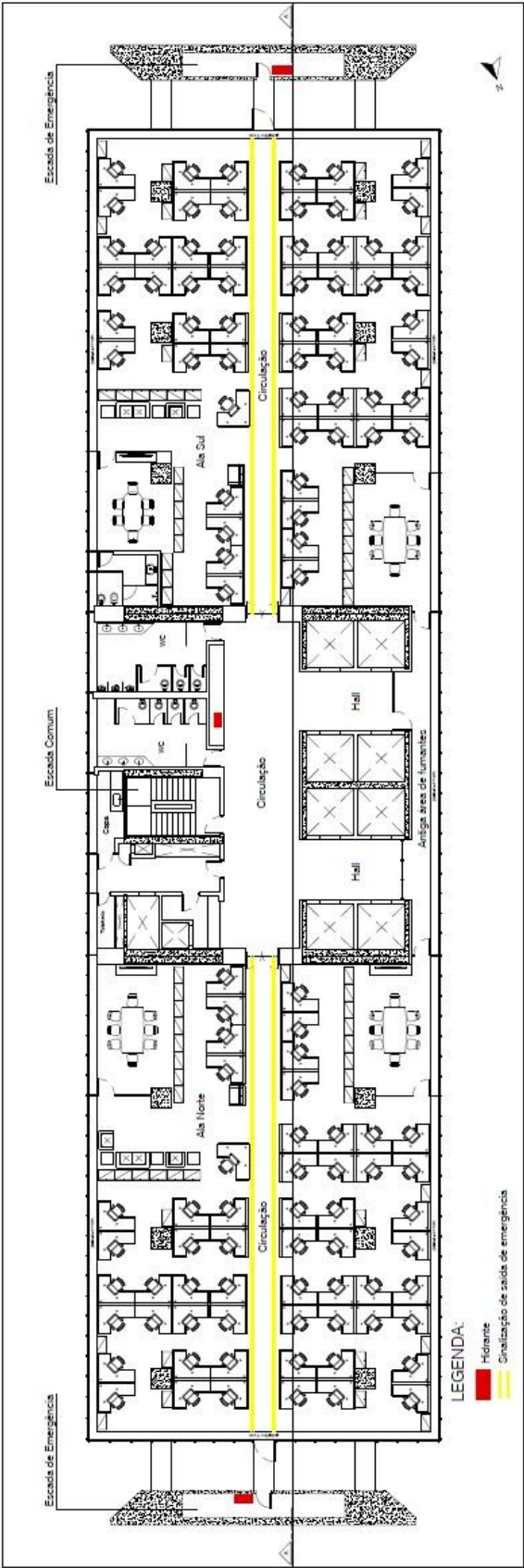
Figura 21 – Chuveiro automático na área de circulação do 1º subsolo



Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de hidrantes: em cada pavimento tipo (pavimentos que se repetem) há três hidrantes, sendo um na área central das alas e um em cada caixa de escada externa, como é indicado na planta baixa do pavimento (Figura 22).

Figura 22 – Planta baixa do pavimento tipo com a localização dos hidrantes



Fonte: arquivo pessoal

Os hidrantes são protegidos em abrigos (Figura 23), possuem duas mangueiras de 15m (indicado pelas setas brancas na Figura 24), um esguicho e tomada de água com uma saída (Figura 25). O reservatório de água que alimenta os hidrantes do 21º ao 5º andar se localiza abaixo da laje de cobertura; já o reservatório de água que alimenta os hidrantes do 4º andar ao 4º subsolo, localiza-se no 5º subsolo.

Figura 23 – Abrigo do hidrante



Fonte: arquivo pessoal

Figura 24 – Mangueiras de 15m



Fonte: arquivo pessoal

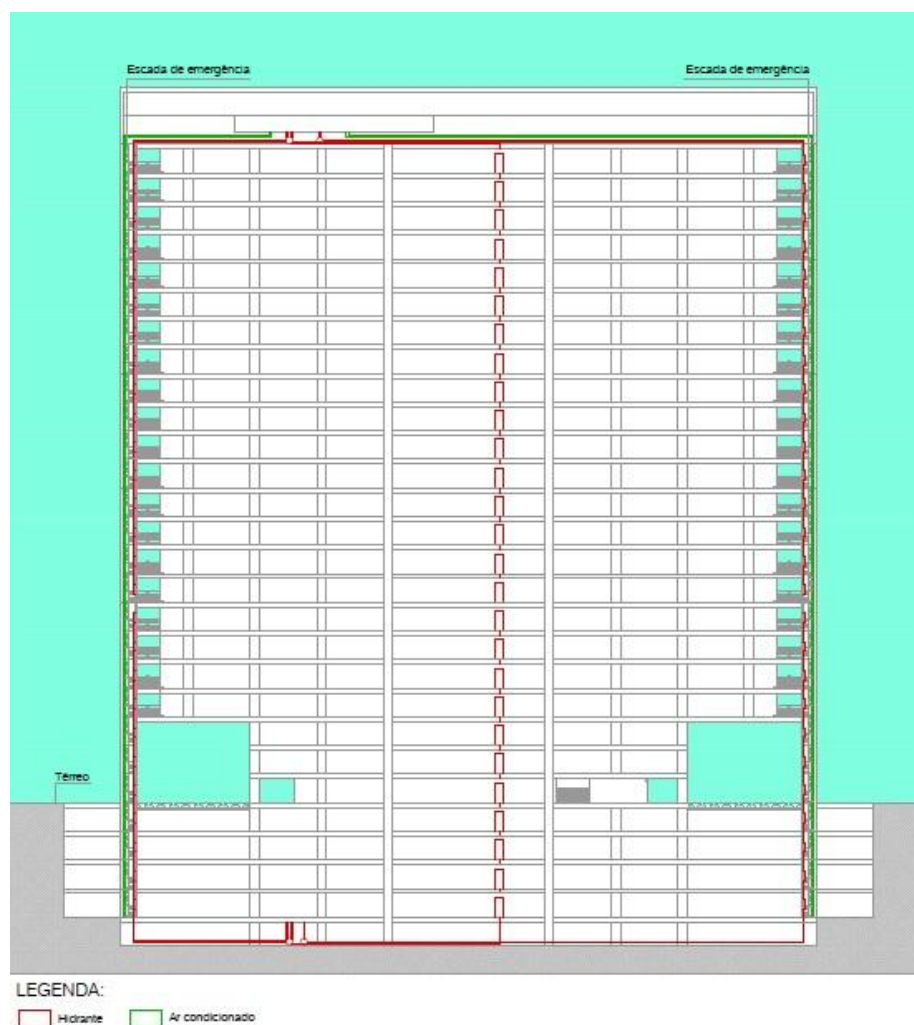
Figura 25 – Tomada de água com uma saída



Fonte: arquivo pessoal

O corte esquemático (Figura 26) ilustra tal distribuição dos reservatórios para os hidrantes.

Figura 26 – Corte AA do edifício em análise (sem escala)



Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de iluminação de emergência: o sistema existente é o de iluminação de emergência auxiliar do tipo bloco autônomo, e são encontrados nas escadas de uso rotineiro (Figura 27). Também existe um tipo de sinalização, encontrada em formas de faixas nos corredores dos escritórios.

Figura 27 – Iluminação de emergência na escada



Fonte: arquivo pessoal

Este corredor delimitado com faixas amarelas demarca o caminho que deve ser percorrido até a saída de emergência da ala (Figura 28).

Figura 28 – Sinalização por faixas



Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de detecção e alarme de incêndio: esse sistema é encontrado somente nas casas de máquinas junto ao sistema fixo automático de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO₂). Na Figura 29 os detectores de fumaça são indicados com um círculo laranja.

Figura 29 – Sistema de detecção e alarme do 21º andar



Fonte: arquivo pessoal

Quando a fumaça é detectada, o alarme de incêndio é acionado e uma central (Figura 30) localizada na recepção e na sala de brigada de incêndio, indica qual detector identificou o foco de incêndio. Identificado o endereço, o pessoal da brigada desloca-se até o local para verificar se realmente o incêndio é verdadeiro, ou se é um alarme falso.

Figura 30 – Central de alarme



Fonte: arquivo pessoal

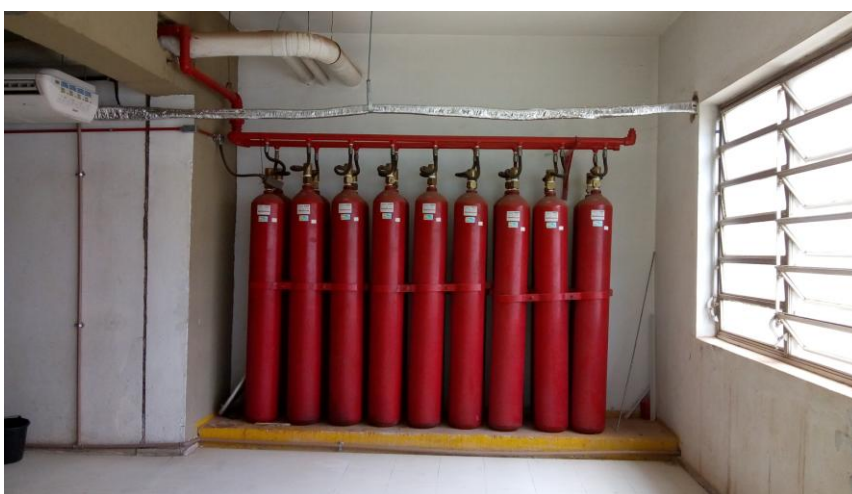
- Sistema fixo automático de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO₂): localizado acima dos geradores e reatores existentes nas casas de máquinas, como é indicado com um círculo verde na Figura 31.

Figura 31 – Sistema fixo automático de proteção contra incêndio com CO₂ no 21º andar

Fonte: arquivo pessoal

Quando o foco de incêndio é verdadeiro, depois de verificado pela brigada de incêndio (como descrito no sistema de detecção e alarme), o sistema de extinção por CO₂ é acionado manualmente. O acionador manual encontra-se ao lado de uma abertura na parede para que o pessoal da brigada não adentre na área em chamas para acionar o extintor. O sistema é alimentado por cilindros (Figuras 32 e 33) de aço contendo CO₂ com capacidade de 45 kg e a descarga dura 60 segundos.

Figura 32 – Cilindros de CO₂ no 21º andar



Fonte: arquivo pessoal

Figura 33 – Cilindros de CO₂ no 5º subsolo



Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de proteção por extintor de incêndio: no pavimento tipo existem quatro extintores do tipo ABC com o agente extintor pó químico. Eles estão localizados junto às portas das alas à 10cm do chão apoiado em um suporte (indicados pela seta rosa na Figura 34). O extintor ABC atende as classes de fogo A, B e C, e no local foi identificada a classe A (cadeira e baías com estofados) e a classe C (computadores e demais equipamentos energizados).

Figura 34 – Extintores de incêndio no pavimento tipo



Fonte: arquivo pessoal

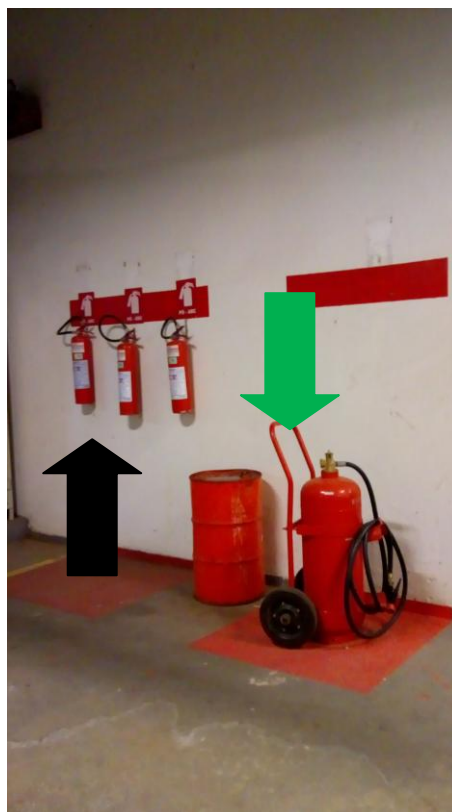
Também há dois extintores do tipo ABC próximo à porta de acesso do 21º andar (Figura 35) e mais quatro extintores do tipo ABC, indicados pela seta preta na Figura 36, e um sobre-rodas, indicado pela seta verde também na Figura 36, localizados no 5º subsolo, ambos locais abrigam geradores abastecidos com diesel, reatores e ar condicionado que são equipamentos classificados como classe C.

Figura 35 – Extintores de incêndio no 21º andar



Fonte: arquivo pessoal

Figura 36 – Extintores de incêndio no 5º subsolo



Fonte: arquivo pessoal

- Saídas de emergência: no edifício a circulação vertical é através de nove elevadores, sendo um de serviço, e através de três escadas. Nenhum dos elevadores é de emergência e em caso de incêndio todos são direcionados ao térreo. A escada do interior do prédio foi projetada para evacuação em caso de incêndio, mas hoje ela só é utilizada como circulação dos ocupantes. Ela é protegida com portas corta-fogo que ficam abertas em todos os pavimentos, possui corrimão não contínuo, fitas antiderrapantes nos degraus (Figura 37) iluminação com sensor de presença e iluminação de emergência.

Figura 37 – Escada no interior do prédio



Fonte: arquivo pessoal

Para a evacuação em caso de incêndio os ocupantes são treinados para utilizarem as escadas exteriores, que foram adaptadas posteriormente para tal emergência. São duas escadas de emergência situadas uma em cada ala. Sua classificação é escada enclausurada protegida, pois ela é protegida por paredes resistentes ao fogo e porta corta-fogo. O acesso à escada de emergência é através de uma porta de alumínio de 90cm situada ao fundo da ala (Figura 38).

Figura 38 – Porta de alumínio para acesso à passarela



Fonte: arquivo pessoal

Aberta a porta de alumínio, os ocupantes precisam atravessar uma passarela de 1,50m de comprimento protegida por um guarda-corpo; e assim adentrar na escada enclausurada por sua porta corta-fogo, que é desobstruída (Figura 39).

Figura 39 – Porta corta-fogo para acesso à escada de emergência



Fonte: arquivo pessoal

A caixa de escada, que também abriga a tubulação de ar condicionado, possui um hidrante por andar, escada metálica com degraus de 45cm de largura e 30cm de espelho, como ilustra a Figura 40.

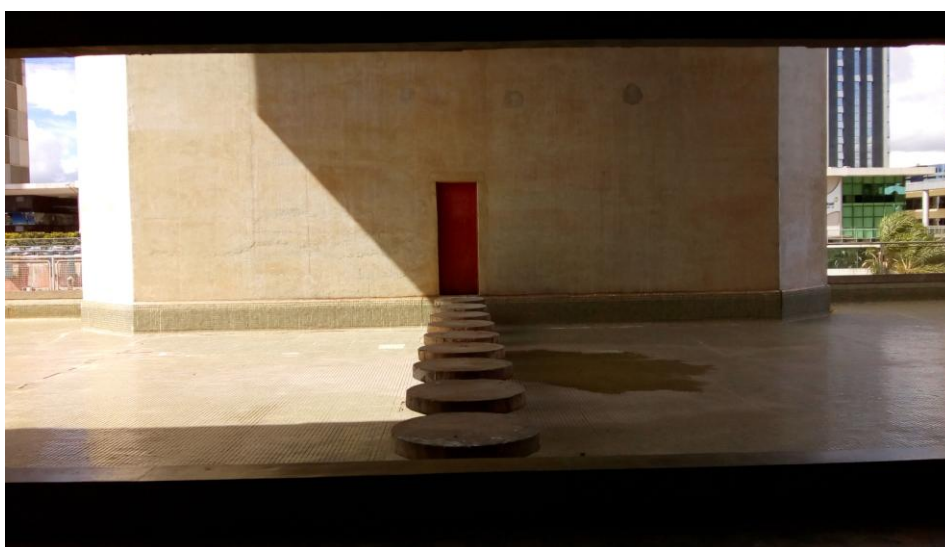
Figura 40 – Interior da caixa de escada



Fonte: arquivo pessoal

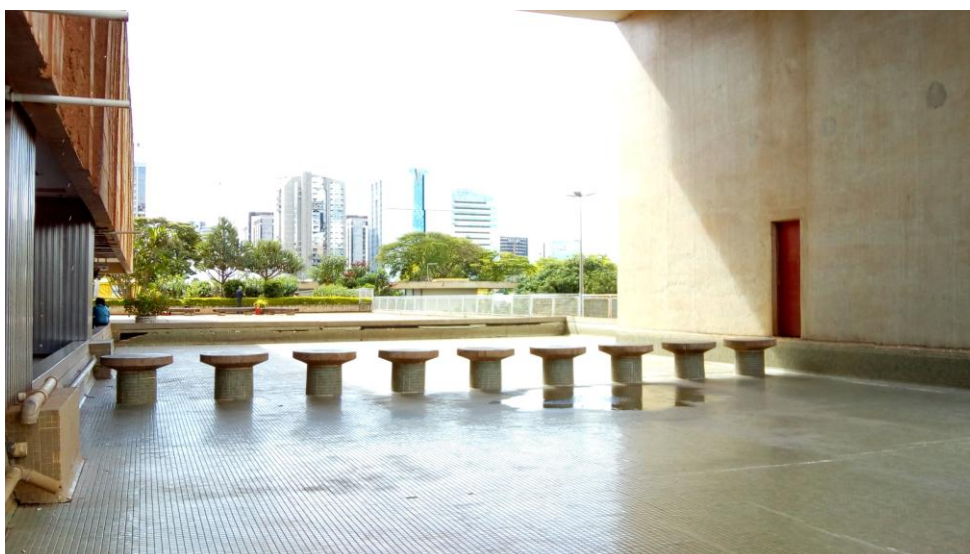
A saída da escada é no térreo e o ocupante precisa fazer uma travessia por blocos de concreto (Figura 41) para chegar ao local de ponto de encontro. Os blocos de concreto fazem papel de ponte, pois estão dentro de uma espelho d'água desativado com profundidade de 50cm (Figura 42). As escadas de emergência atendem os subsolos e os andares 20º ao 5º. A evacuação do 4º ao 1º andar e das duas sobrelojas são feitas através da escada do interior do prédio.

Figura 41 – Blocos de concreto na saída da escada de emergência (vista frontal)



Fonte: arquivo pessoal

Figura 42 – Blocos de concreto na saída da escada de emergência (vista lateral)



Fonte: arquivo pessoal

4.2 DISCUSSÃO

Analizando as características do edifício em estudo, percebeu-se que certos quesitos relacionados à proteção contra incêndio não estão de acordo com as normas. Para justificar tal percepção comparar-se-á os itens com as formas legais que eles deveriam seguir.

4.2.1 Iluminação de emergência

No pavimento tipo não foi encontrado nenhum tipo de iluminação de emergência (exceto nas escadas do interior do prédio). Segundo Seito et al. (2008) o sistema de iluminação de emergência complementa a viabilidade da saída dos ocupantes do edifício, e quando um incêndio acontece, há uma certa dificuldade em visualizar e encontrar escadas, corredores e saídas. A inexistência desse sistema dificulta o deslocamento das pessoas não só em caso de incêndio, mas também em caso da falta de energia por falha da rede elétrica, por exemplo.

A Norma Técnica nº 001/2002 – CBMDF – Exigências de Sistemas de Proteção contra Incêndio e Pânico das edificações do Distrito Federal, impõe que nas edificações destinadas ao comércio, escritório e à prestação de serviço, sejam providos sistema de iluminação de emergência em todas as rotas de saída e em locais com concentração de público.

4.2.2 Detectores e alarme de incêndio

Também se identificou a inexistência do sistema de detecção e alarme de incêndio no pavimento tipo. O sistema só existe nas casas de máquinas, distribuído para detectar o foco de incêndio nos geradores, reatores e computadores.

De acordo com Negrisolo (2011) o objetivo principal de um sistema de alarmes é a de notificar a existência de um incêndio; se o pessoal da brigada não for alertado imediatamente sobre o incêndio, não poderão reagir a tempo de conter o fogo, e possivelmente os usuários ficarão retidos pelo calor e fumaça gerados pelo fogo.

A Norma Técnica nº 001/2002 – CBMDF exige a instalação do sistema de detecção e alarme em todas as dependências de uma edificação quando esta tiver altura superior a 12m, e o edifício analisado tem 75m.

4.2.3 Extintores de incêndio

Para certificar que os extintores foram selecionados corretamente, foi utilizada a NBR 12.693/2010 para análise. A norma explica que devem existir duas unidades extintoras, no mínimo, em cada pavimento, que atendam as classes de fogo A, B e C e que podem ser unidades extintoras de pó ABC, com capacidade de no mínimo 2-A: 20-B: C.

De acordo com a Tabela 5, o edifício analisado tem carga de incêndio específica de 700 MJ/m², classificando-o como Risco Médio (ver Tabela 3). Assim, a distância máxima a ser percorrida é de 20m (ver Tabela 2).

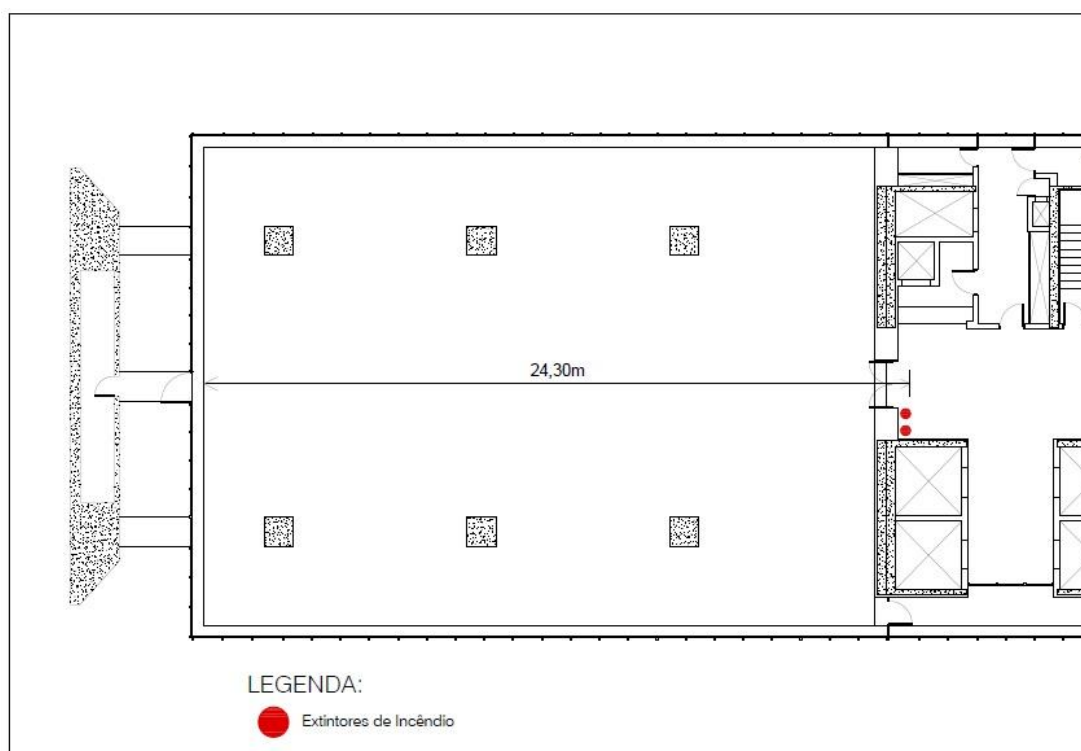
Tabela 5 – Cargas de incêndio específicas por ocupação

Ocupação/ Uso	Descrição	Carga de Incêndio Específica
		(q) MJ/ m ²
	Escritório	700
Serviços profissionais	Laboratório químico	500
	Oficina elétrica	600

Fonte: Adaptado NBR 12.693/2010

A seleção dos extintores está correta; já a distância máxima a ser percorrida está inadequada, pois a distância entre o fundo da ala e a localização dos extintores é de 24,30m (Figura 43).

Figura 43 – Planta de localização dos extintores na Ala Norte



Fonte: arquivo pessoal

4.2.4 Sistema de hidrantes

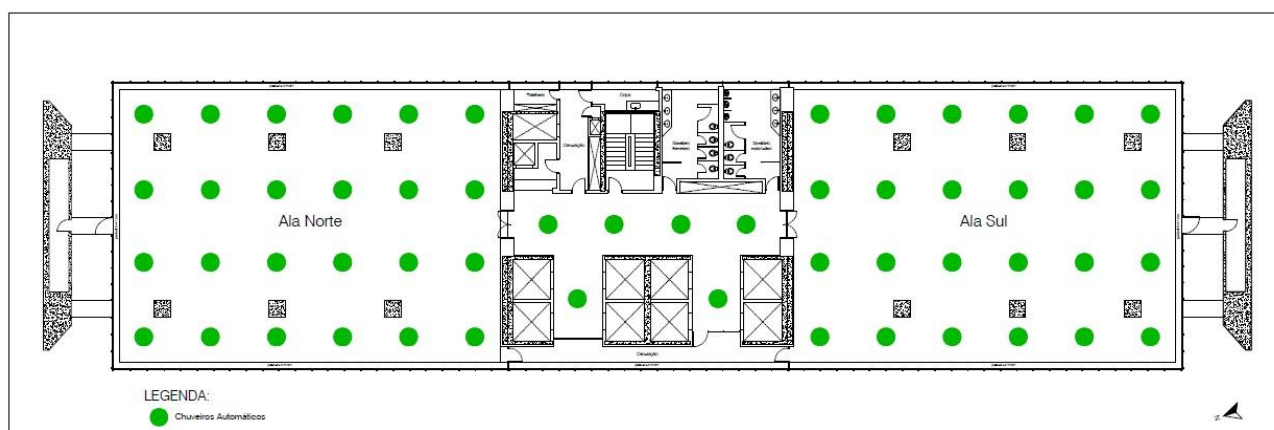
Para certificar a correta instalação dos hidrantes no edifício, foi consultada a Norma Técnica nº 004/2000 – CBMDF – Sistema de Proteção por Hidrantes do Distrito Federal que exige que deva existir, pelo menos, um hidrante por pavimento; quando existir mais de uma unidade, a distância entre elas deve ser de no mínimo 30m; e os hidrantes têm de ser instalados em locais onde, em caso de incêndio, não fiquem bloqueados pelo fogo.

Já a NBR 13.714/2003 explica que os hidrantes têm de ser localizados em posições centrais das áreas protegidas; não pode ser instalado em escadas e em antecâmaras de emergência, e deve estar entre 1,00m a 1,50m do piso.

4.2.5 Sistema de chuveiros automáticos

O pavimento tipo (alas norte, sul e área central) possui o sistema de chuveiros automáticos. São ao todo 54 dispositivos distribuídos em: 24 em cada ala, quatro na circulação da área central e um em cada hall de elevadores (Figura 44).

Figura 44 – Localização dos chuveiros automáticos



Fonte – arquivo pessoal

De acordo com a Tabela 6 o tipo da ocupação do edifício é “Risco Leve”, que determina que a distância entre os chuveiros automáticos não devem exceder a 4,60m.

Tabela 6 – Classificação das ocupações

Classificação	Exemplos
Risco Leve	Igrejas
	Prédios de escritórios
	Museus

Fonte: Adaptado NBR 10.897/ 2014

Os chuveiros das alas distam 1,50m das faces internas das paredes e 4,50m entre os chuveiros.

4.2.6 Saída de emergência

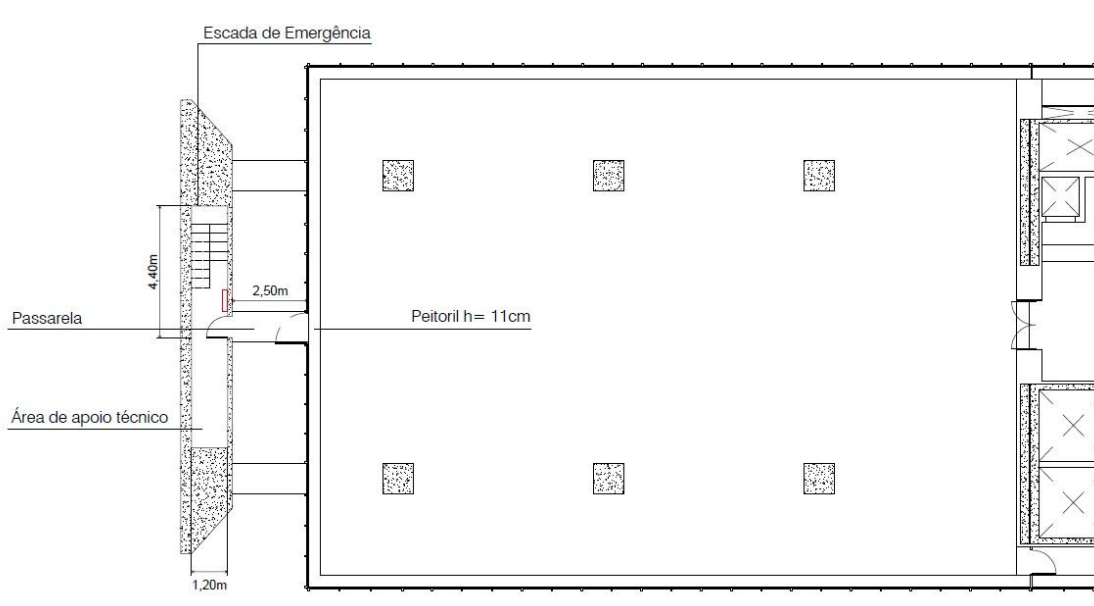
Para justificar as irregularidades encontradas relacionadas à saída de emergência, será referenciada a NBR 9.077/2001.

As escadas de emergência construídas posteriormente ao projeto inicial são inadequadas para a evacuação dos ocupantes. Primeiramente, entre a porta de alumínio da ala e o piso há um peitoril de 11cm, que pode ser visto como um obstáculo para as pessoas na hora da fuga, fazendo-as tropeçar; e um obstáculo para cadeirantes. Essa porta fica trancada e só é aberta em caso de emergência. A chave da porta encontra-se em um pequeno abrigo com uma parte de vidro situado na própria folha da porta, que precisa ser quebrado para ter acesso à chave. Tal cenário está inadequado, pois de acordo com a NBR 9.077/ 2001 não é permitido a colocação de fechaduras e maçanetas na face interna das portas de saída de emergência.

Ao atravessar a porta de alumínio, o ocupante se depara com uma passarela que o levará para a caixa de escadas, onde sua menor altura é de 15m. As aberturas, como as da passarela e como as das próprias janelas, podem ser vistas como um risco, pois segundo Usp (2016) devido ao possível tumulto, atropelamento, pânico e desespero causado nos ocupantes em caso de incêndio, por não verem outros meios de fuga, as pessoas se atiram da altura onde estiverem.

A área das escadas tem as dimensões de 1,20m de largura e 4,40m de comprimento (Figura 45). Esse espaço é delimitado para a passagem de uma pessoa apenas, o que retarda a evacuação. A NBR 9.050/2015 diz que a largura mínima para escadas em rotas acessíveis é de 1,20m.

Figura 45 – Escada de emergência existente (sem escala)



Fonte: arquivo pessoal

Além disso, ao entrar na caixa de escada, o ocupante pode se machucar esbarrando no abrigo do hidrante que fica entre a porta corta-fogo e o espaço de trânsito da escada.

Ao sair da caixa de escada de emergência para um lugar seguro, o ocupante ainda tem que passar por um caminho em linha reta delimitada por blocos de concreto, o que pode levar à ocorrência de quedas e batidas com possíveis lesões, na hora do desespero. Em caso de incêndio, pessoas com mobilidades reduzidas enfrentarão diversas dificuldades ao evacuar o edifício em questão. Sobre as descargas, a NBR 9.050/2015 explica que a área deve ser mantida livre e sem obstáculos.

Também percebeu a ausência de elevadores de emergência. Sobre os elevadores de emergência, a norma impõe que é obrigatória a instalação de elevadores de emergência nas edificações com mais de 20 pavimentos.

Pela análise das tabelas anexadas na NBR 9.077/2001, o edifício em estudo é classificado quanto à sua ocupação como “D-1” (Tabela 7);

Tabela 7 – Classificação das edificações quanto à sua ocupação

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
D	Serviços profissionais, pessoais e técnicos	D-1	Locais para prestação de serviços profissionais ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, consultórios, instituições financeiras (não incluídas em D-2), repartições públicas e outros.
		D-2	Agências bancárias	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviços de reparação (exceto os classificados em G e I)	Lavanderias, assistência técnica, chaveiros e outros

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

É classificado quanto à sua altura como “O” (Tabela 8);

Tabela 8 - Classificação das edificações quanto à sua altura

Tipo de edificação		Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
Código	Denominação	
K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00m
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00\text{m}$
M	Edificações de média altura	$6,00\text{m} < H \leq 12,00\text{m}$
N	Edificações medianamente altas	$12,00 < H \leq 30,00$
O	Edificações altas	O-1 $H \geq 30,00$ ou
		O-2 Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, onde as escadas dos bombeiros não podem alcançá-las

Fonte: Adaptado NBR 9.007/2001

É classificado quanto às suas dimensões em planta como “Q”, “S” e “W” (Tabela 9);

Tabela 9 - Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta

	Natureza do enfoque	Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
α	Área do maior pavimento (Sp)	P	De pequeno pavimento	Sp < 750m ²
		Q	De grande pavimento	Sp ≥ 750m ²
β	Área do pavimento abaixo da soleira de entrada (Ss)	R	Com pequeno subsolo	Ss < 500m ²
		S	Com grande subsolo	Ss ≥ 500m ²
γ	Área total (soma das áreas dos pavimentos) St	T	Edificação pequena	St < 750m ²
		U	Edificação média	750m ² ≤ St < 5000m ²
		V	Edificação grande	1500m ² ≤ St < 5000m ²
		W	Edificação muito grande	At > 5000m ²

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

É classificado quanto às suas características construtivas como “Y” (Tabela 10);

Tabela 10 - Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificação em que a propagação do fogo é fácil	Prédio com estrutura combustível	Prédios com estruturas de madeira
Y	Edificação em que a propagação do fogo é mediana	Prédio com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Prédio com fachada envidraçada; prédio com janela sem peitoril
Z	Edificação em que a propagação do fogo é difícil	Prédio com estrutura que resiste ao fogo e isolamento entre os pavimentos	Prédio com estrutura em concreto armado calculado para resistir ao fogo e com divisórias incombustíveis

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

A distância máxima a ser percorrida, em caso de emergência é de 55m (Tabela 11), pois tem mais de uma saída e a área é protegida por chuveiros automáticos;

Tabela 11 – Distâncias máximas a serem percorridas

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

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

O número de saídas apropriado para o tipo da ocupação, são 2; e o tipo de escada é escada à prova de fumaça (PF) (Tabela 12). No edifício são encontradas 2 saídas com escadas à prova de fumaça;

Tabela 12 – Número de saídas e tipos de escadas

Dimensão		Q (área do pavimento > 750m ²)							
Altura		K	L	M		N		O	
Ocupação		Nº	Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº	Tipo	Nº
Gr.	Div.			esc.		esc.		esc.	
D	-	2	2	NE	2	EP	2	PF	2

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

Devido ao número de pavimentos de edifício é exigido o sistema de alarme (Tabela 13);

Tabela 13 – Exigência de alarme

Dimensão em planta	P					Q				
Alturas	K	L	M	N	O	K	L	M	N	O
Classe e grupo de ocupação										
A					*				*	*
B				*	*			*	*	*
C				*	*			*	*	*
D			*	*	*			*	*	*

Nota: * = locais onde o alarme é exigido

Fonte: Adaptado NBR 9.077/2001

4.3 PROPOSTAS

Para enfatizar a importância de projetar e de incluir o sistema de proteção contra incêndio no programa de um edifício comercial, Seito et al. (2008) explica que os fatores como rotas de fuga projetadas indevidamente e penetração de fumaça e fogo nos ambientes, tem provocado perdas de vida. Contra esses fatores algumas soluções são os sistemas de extinção do fogo, iluminação de emergência, porta corta-fogo para resistir a penetração de fumaça, rotas de fuga protegidas, desobstruídas e sinalizadas, ventilação para extrair os gases, entre outros.

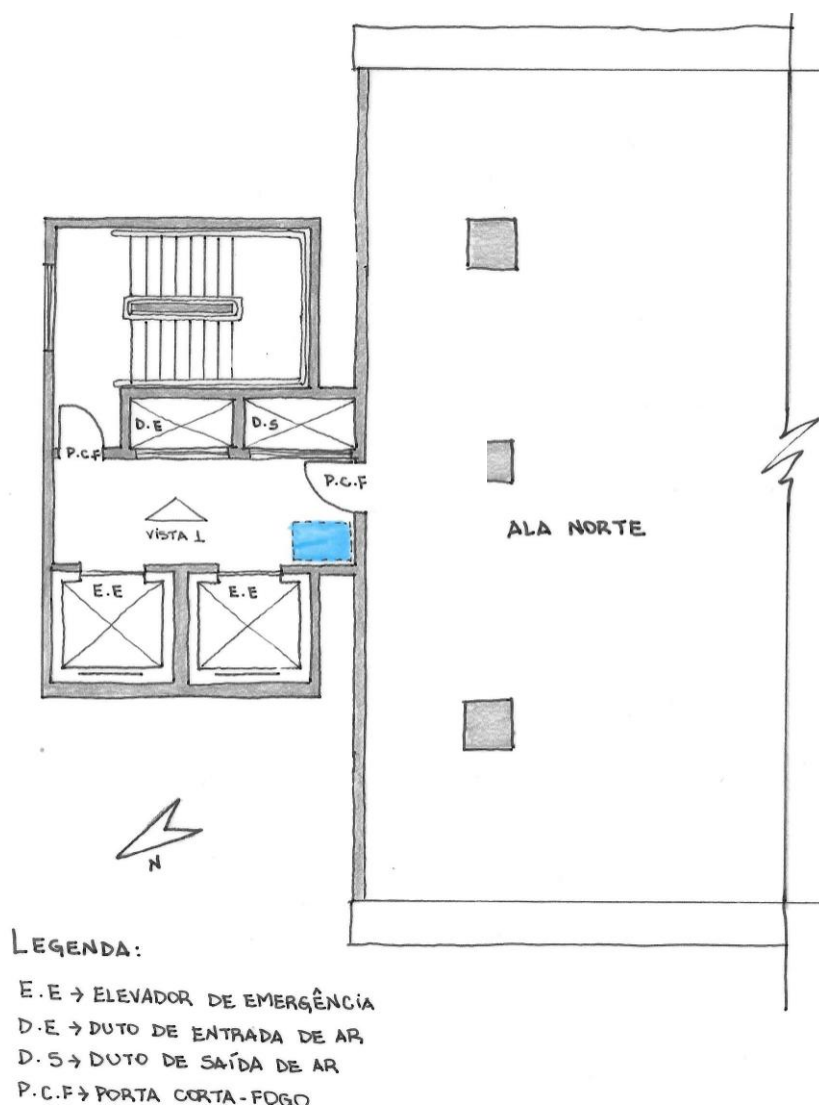
Depois de analisar o sistema de proteção contra incêndio do edifício, serão propostos projetos de adequação do mesmo. Para a correta adequação, os elementos escolhidos foram aqueles em desacordo com a norma e os inexistentes. As representações dos projetos serão apresentadas em forma de croquis.

Os elementos são:

- Saída de emergência: no projeto proposto, as caixas de escada de emergência ficam nas laterais do prédio, como no projeto atual. No fundo da ala, há uma porta corta-fogo que divide a ala da antecâmara. A antecâmara contém dois dutos: um de saída de ar, com 2,42m², e outro de entrada de ar, com 2,21m². Na antecâmara também há dois elevador de emergência e a entrada para a escada. Outra porta corta-fogo divide a antecâmara da escada. A escada possui corrimão contínuo que atende duas alturas: 92cm e

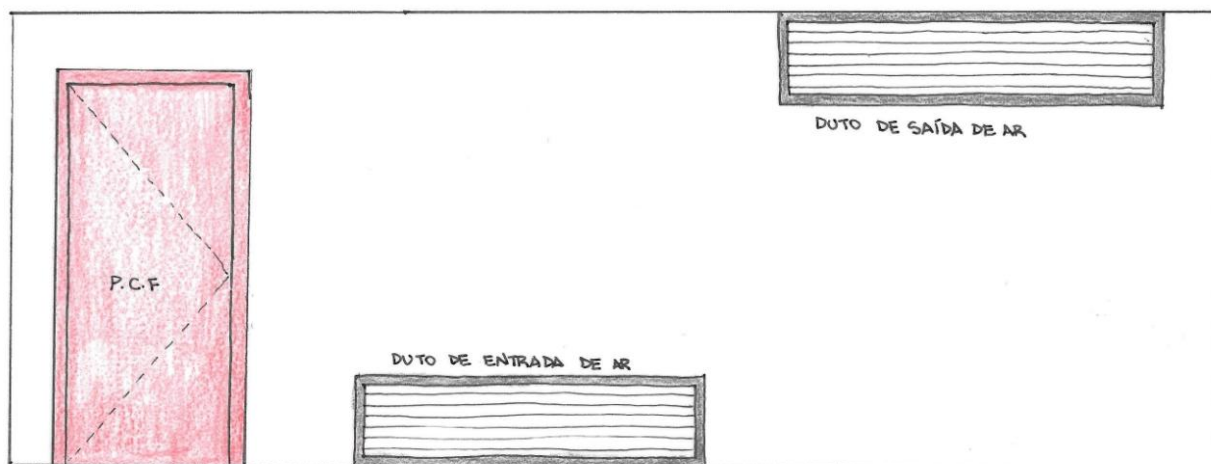
70cm. Os degraus tem dimensões de 1,60m de largura por 30cm de comprimento, e seu espelho tem 17cm. A caixa de escada tem paredes resistentes ao fogo e através dela pessoas com mobilidade reduzida podem evacuar o prédio.

Figura 46 – Croqui da caixa de escada



Fonte: arquivo pessoal

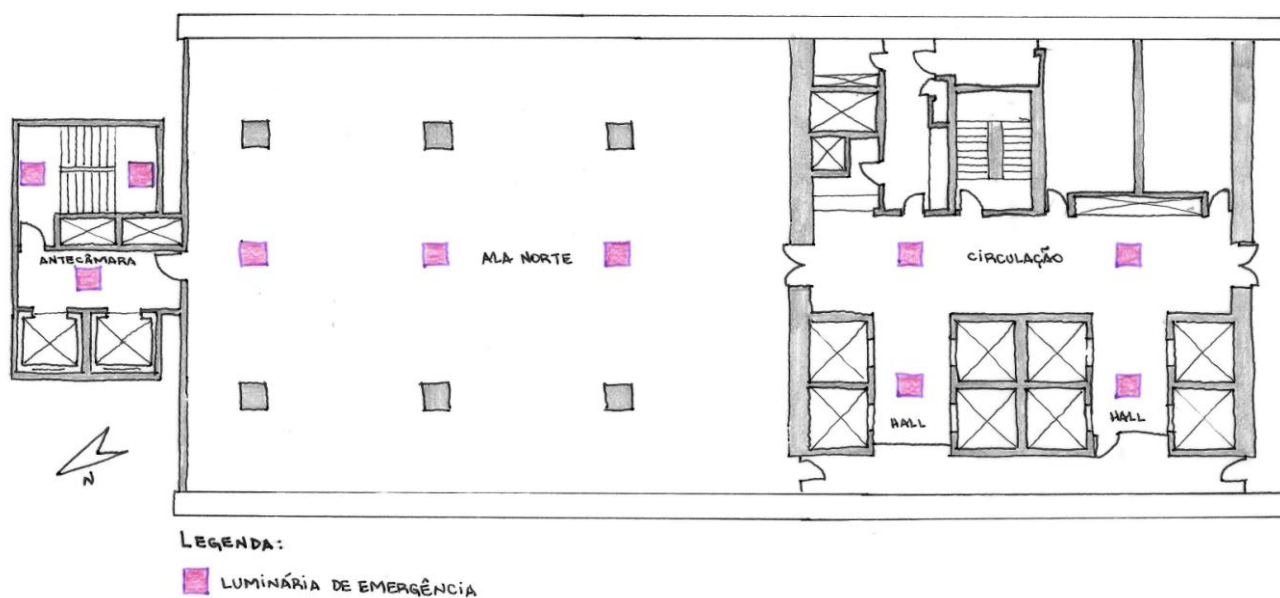
Figura 47 – Vista 1



Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de iluminação de emergência: o tipo escolhido do sistema de iluminação na proposta é o de blocos autônomos. As luminárias são dispostas ao longo dos corredores das alas (três unidades para cada ala), área central (duas unidades) e do hall dos elevadores (um para cada hall). Também é proposto luminárias na antecâmara e na área das escadas de emergência.

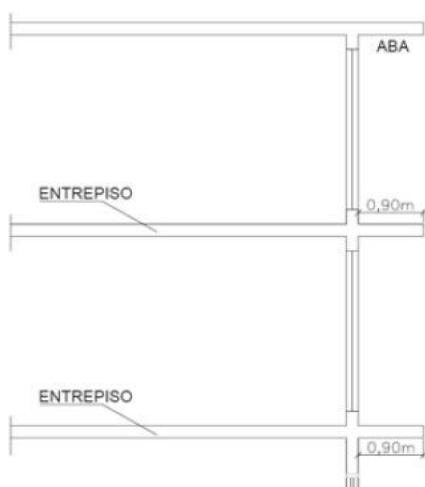
Figura 48 – Croqui do projeto de iluminação de emergência



Fonte: arquivo pessoal

- Compartimentação vertical: a concepção arquitetônica do edifício advém do estilo chamado Racionalismo (uma tendência do século XX), e um dos seus princípios é a utilização de fachada envidraçada. Negrisolo (2011) explica que os arquitetos que seguiram o padrão de fachada desse estilo ignoraram a possibilidade de um incêndio atingi-la. Nesse caso, o fogo sobe e precisa ser contido para não propagar para os andares acima, como ocorreu no edifício Andraus. Diante disso, a proposta é de adicionar elementos para a compartimentação vertical. O elemento escolhido é a aba horizontal de 0,90m (Figura 49) implantada ao longo da fachada envidraçada, em todos os pavimentos. A função da aba é impedir que o incêndio cresça verticalmente (Figura 50).

Figura 49 – Aba horizontal de 0,90m



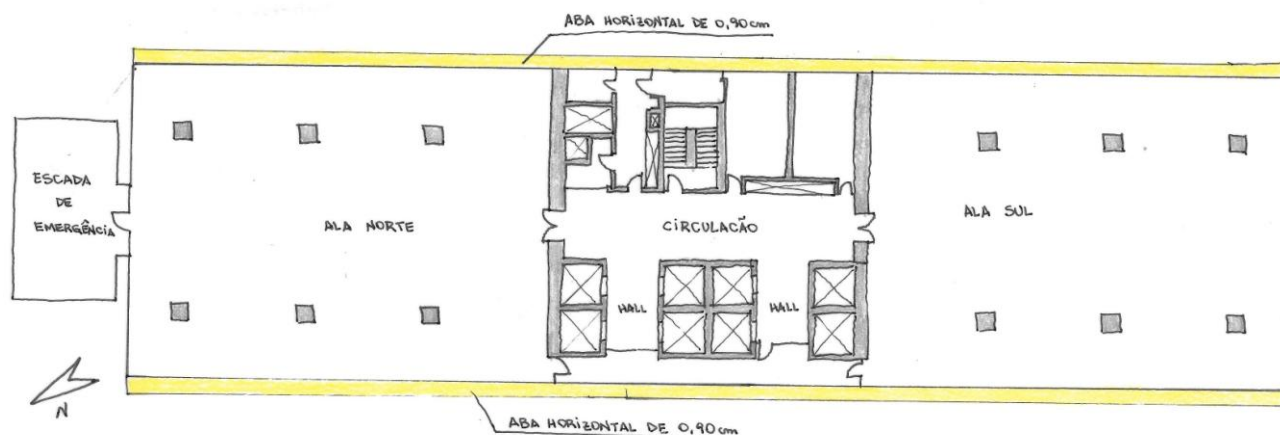
Fonte: Negrisolo (2011, p. 219)

Figura 50 – Propagação do fogo pela fachada



Fonte: Negrisolo (2011, p. 220)

Figura 51 – Croqui do projeto da compartimentação vertical



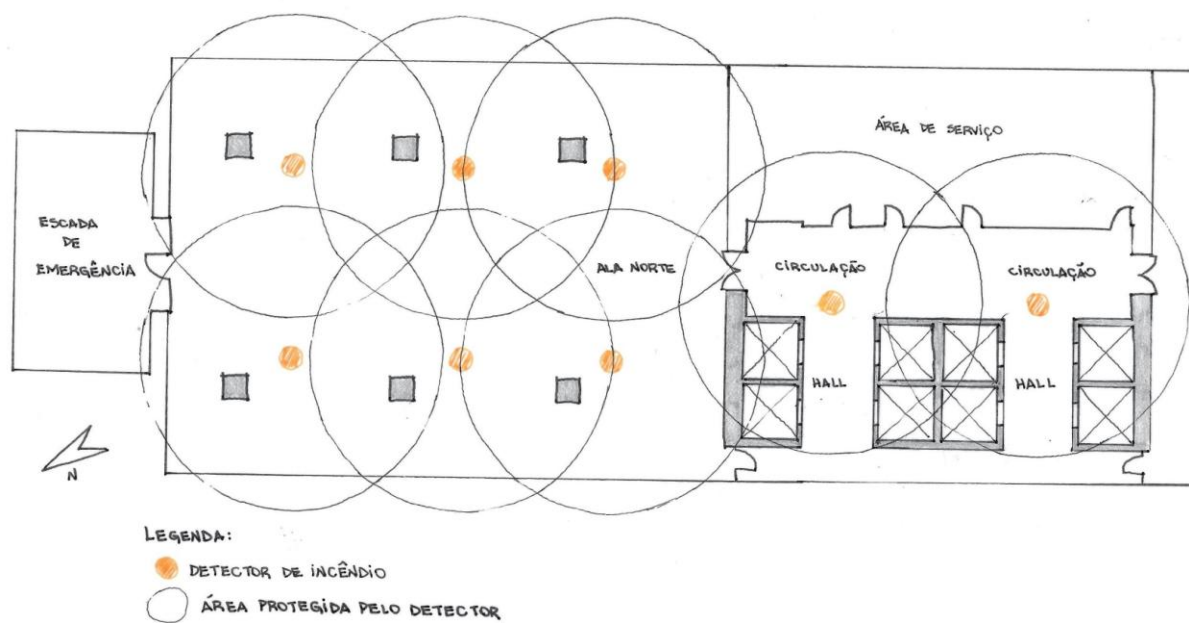
Fonte: arquivo pessoal

- Sistema de detecção e alarme de incêndio: enfatizando a importância da implantação desse sistema, Seito et al. (2008), cita que em edifícios altos se a origem do incêndio não for detectada no seu início, a propagação da fumaça pode dificultar a localização do foco do fogo, retardando o seu combate. Por isso, é importante a provisão do sistema de detecção e alarme de incêndio.

O sistema escolhido para a proposta é o sistema de detecção endereçável. A justificativa para tal escolha refere-se à altura do edifício e de suas dimensões de áreas. Quando o dispositivo de detecção for atuado, a central (que ficará na sala da brigada de incêndio) localizará o dispositivo que acionou o alarme e sua área protegida.

Já o detector escolhido é o pontual de fumaça do tipo óptico. Esse detector é recomendado para locais onde o desenvolvimento do fogo é lento, e onde a formação da fumaça é esperada antes da deflagração do incêndio. A área máxima de detecção desse tipo de detector é de 81m^2 , e para detectar a área de 380m^2 de cada ala serão propostos seis detectores. A área central será protegida por dois dispositivos, cobrindo uma área de 88m^2 , que é composta pela circulação entra as alas e o hall dos elevadores.

Figura 52 – Croqui do projeto de detectores



Fonte: arquivo pessoal

5. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi alcançado, uma vez que o edifício analisado possuía o sistema de proteção contra incêndio. Observaram-se corretas instalações dos chuveiros automáticos e dos extintores de incêndio, inadequação no sistema de hidrantes, saídas de emergência inapropriadas para o uso, e inexistência dos sistemas de iluminação de emergência e detecção e alarme de incêndio nas áreas onde eles deveriam ser previstos.

Essas fragilidades têm de ser evitadas, pois a função do sistema de proteção contra incêndio é de minimizar perdas. Frente a isso, mesmo que o edifício esteja em uso é importante adequar suas formas de proteção contra incêndio com as normas vigentes. E se o edifício estiver na sua fase de concepção, o arquiteto deve incorporar no projeto arquitetônico as questões de segurança contra incêndio. Deve considerar desde a implantação da edificação no terreno, especificação de materiais de acabamento, materiais construtivos, até a disposição do leiaute do pavimento.

Findo o estudo, o arquiteto e o engenheiro tem de ter noções básicas para desenvolver o projeto arquitetônico preventivo, dispondo assim, na fase de concepção do edifício, os elementos do sistema de proteção contra incêndio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 9.050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148p.

_____. **NBR: 9.077**: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. 35p.

_____. **NBR: 10.897**: sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro, 2014. 130p.

_____. **NBR: 10.898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013. 24p.

_____. **NBR: 11.742**: porta corta-fogo para saídas de emergência. Rio de Janeiro, 2003. 18p.

_____. **NBR: 12.693**: sistemas de proteção por extintor de incêndio. Rio de Janeiro, 2010. 22p.

_____. **NBR: 13.714**: sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2003. 25p.

_____. **NBR: 17.240**: execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 2010. 54p.

BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna** – 3ª Ed, São Paulo: Perspectiva, 2001. 816p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego **NR 23** Proteção contra Incêndios.

BRASIL. Lei nº 13.425 de 30/03/2017 Dispõe sobre as diretrizes gerais sobre **Medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público**. 2017

CAVALCANTI, F. R. **Setor Bancário Sul**. Brasília. Disponível em <<http://doc.brazilia.jor.br/Centro/Setor-Bancario-Sul.shtml>> Acesso em: 2 de fev. 2018.

CHING, F. D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem** – 2ª Ed, São Paulo: Martins Fontes, 1998. 399p.

_____. **Dicionário Visual de Arquitetura** – 2ª Ed, São Paulo: Wmf Martins Fontes, 2010. 319p.

DIEGO, M. **Extintores de incêndio**. Parque da Ciência. Disponível em <<http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2014/05/extintores-de-incendio.html>> Acesso em: 2 de fev. 2018.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 21.361 de 21/07/2000. Dispõe sobre o **Regulamento de Segurança contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal**. Brasília, 2000.

FILHO, O. S. P. **Grupo motogerador**. Bombeiro Oswaldo. Disponível em <<http://bombeiroswaldo.blogspot.com.br/2015/07/grupo-motogerador-paineis-de-controle.html>> Acesso em: 3 de jan. 2018.

GLOBO. **Imagens históricas de Brasília**. G1 Distrito Federal. Disponível em <<http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2015/04/curta-ao-meio-dia-encerra-projeto-com-imagens-historicas-de-brasil.html>> Acesso em: 11 de jan. 2018.

GOMES, T. **Projeto de Prevenção e Combate à Incêndio**. 2014. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/22014/TCC_TAIS%20GOMES.pdf> Acesso em: 29 de dez. 2017

LEILÕES BR. Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.leiloesbr.com.br/imagens/img_m/4031/1814049.jpg> Acesso em: 11 de jan. 2018.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da Revolução Urbana à Revolução Digital** – 7ª Ed, São Paulo: Atlas, 2012. 504p.

MOREIRA, E. **DDS: Extintores**. Diálogo de Segurança. Disponível em <<http://dialogodiariseguranca.blogspot.com.br/2016/01/dds-extintores.html>> Acesso em: 30 de jan. 2018

NEGRISOLO, W. **Arquitetando a segurança contra incêndio** – São Paulo. FAUUSP, 2011. 415p.

NEW FIRE. **Extintores sobre rodas**. New Fire manutenção e Comércio de extintores. Disponível em <www.newfire.com.br/produtos-extintores.php> Acesso em: 30 de jan. 2018.

ROSSI, A. **A arquitetura da cidade** – 2ª ed, São Paulo: Martins Fontes, 2001. 308p.

SALVADORI, M. **Por que os edifícios ficam em pé** – São Paulo: Martins Fontes, 2006, 371p.

SEITO, A. I. et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil** - São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496p.

SILVA, D. C. M. **Processos de propagação de calor**. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/processo-propagacao-calor.htm>> Acesso em: 15 de fev. 2018.

SILVA, V. P.; VARGAS, M. R.; ONO, R. **Prevenção contra Incêndio no Projeto de Arquitetura** – Rio de Janeiro: iABr/ CBCA, 2010.

USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Incêndios e Explosões**. Apostila para a disciplina do curso de Especialização de Segurança do Trabalho, esT – 201 Proteção contra Incêndio e Explosões Parte A – São Paulo: Epusp/PECE, 2016c. 240p.