

JÚLIA NAVES LINS

ESTUDO DOS SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A
INCÊNDIO DE UM *DATA CENTER*

São Paulo

2019

JÚLIA NAVES LINS

ESTUDO DOS SISTEMAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A
INCÊNDIO DE UM *DATA CENTER*

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

2019

Dedico este trabalho às pessoas que mais contribuem para a realização dos meus projetos, à minha família: minha mãe, meu pai, minha irmã e minha madrinha.

*“Quando o incêndio termina, sobra apenas uma grossa camada de cinzas, sobre o que era intensa vida. No cenário desolador brota apenas tristeza, amargura e dor. Pode até ser que algum dia o que havia ali se refaça. Pode ser... Mas uma coisa é certa, nada mais será como era antes!
(Edna Frigato)*

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise dos sistemas de prevenção, proteção e combate a incêndio de um *Data Center* na fase de projeto executivo em um empreendimento em Brasília. Os *Data Centers* são ambientes de missão crítica, que não podem parar. A filosofia do sistema de incêndio para um ambiente de missão crítica deve ser prevenir e proteger sem danificar os equipamentos e forçar paradas prolongadas, além de principalmente proteger a integridade física das pessoas expostas a este risco. Para a análise deste trabalho foram utilizados projetos executivos dos sistemas de prevenção e combate a incêndio elaborados em AutoCAD pela autora deste estudo. Os métodos aplicados neste estudo foram baseados na avaliação dos sistemas de prevenção e combate a incêndio propostos para o *Data Center* com base nas legislações do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) e as normas da ABNT. A avaliação dos sistemas segue a rotina de análise dos sistemas e das necessidades e posteriormente uma discussão do sistema proposto. Nas proteções passivas do estudo observa-se a aplicação da compartimentação horizontal e da saída de emergência bem dimensionada de acordo com o normativo. Já nas proteções ativas, observa-se a sinalização de emergência, sistema de extintores de incêndio, iluminação de emergência, detecção e alarme de incêndio, hidrante e supressão de gás.

Palavras-chave: prevenção de incêndio, *Data Center*, CBMDF

ABSTRACT

This work presents an analysis of the fire protection systems of a *Data Center* in the phase of executive project located in Brasilia. *Data Centers* are substantial environment critical mission that cannot stop. The fire system mind should be to prevent and protect without damaging the equipment, prolonged shutdowns, in addition the mainly protecting of people integrity, and exposed to this risk. For the analysis, it was used fire prevention and firefighting executive projects elaborated un AutoCAD by the author of this study. The methods applied in the study were based on the evaluation of fire prevention and firefighting systems proposed for the Data Center based on the Federal District Fire Department's (CBMDF) legislation and ABNT standards. The systems evaluation follows the routine of analysis of the systems and the needs. Then a discussion of the proposed system. In the passive protections of this study can be observed the application of the horizontal compartmentalization and the emergency exit well dimensioned according to the normative. In active protections, can be observe emergency signaling, a fire extinguisher system, emergency lighting, detection and fire alarm, fire hydrant and gas suppression.

Keywords: fire prevention, *Data Center*, CBMDF.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Triângulo do fogo (a) e tetraedro do fogo (b)	20
Figura 2 - Curva típica de desenvolvimento de incêndio.....	24
Figura 3 - Curva-padrão de elevação de temperatura para ensaios de resistência ao fogo	25
Figura 4 - Exemplo de sinalização de proibição	30
Figura 5 - Exemplo de sinalização de alerta	31
Figura 6 - Exemplo de sinalização de orientação e salvamento.....	32
Figura 7 - Exemplo de sinalização de equipamentos	32
Figura 8 - Extintores de incêndio portáteis e sobre rodas	34
Figura 9 - Bloco autônomo	36
Figura 10 - Central de iluminação de emergência (a). Luminária de emergência (b)	36
Figura 11 - Grupo Moto gerador.....	37
Figura 12 - Gráfico de evolução do fogo e medidas de segurança	40
Figura 13 - Detalhe de hidrante.....	42
Figura 14 - Detalhe mangotinho	42
Figura 15 – Exemplo genérico de chuveiro automático com ampola de vidro	44
Figura 16 - Exemplo de Data Center, ou Centro de Processamento de Dados	50
Figura 17 - Planta de situação da edificação. Destaque para o pavimento térreo da edificação em estudo	55
Figura 18 - Layout do Data Center.....	56
Figura 19 - Projeto de sinalização	63
Figura 20 - Projeto de sistema de extintores	66
Figura 21 - Projeto de sistema de iluminação de emergência.....	69
Figura 22 - Projeto de detecção convencional para o ambiente e o entre forro	73
Figura 23 - Projeto de detecção convencional para o entrepiso.....	74
Figura 24 - Projeto de detecção precoce para o ambiente e entre forro	76
Figura 25 - Projeto de detecção precoce para o entrepiso.....	77
Figura 26 - Proposta de locação de hidrante.....	81
Figura 27 - Projeto de supressão por agente limpo para o ambiente e entre forro ...	85
Figura 28 - Projeto de supressão por agente limpo para o entrepiso	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - NOAEL x LOAEL.....	48
Quadro 2 - Distâncias máximas a serem percorridas.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BMS	<i>Building Management System</i>
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CBMSP	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
FM	<i>Factory Mutual</i>
HFC	Hidrofluorcarboneto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOAEL	<i>Lowest Observable Adverse Effect Level</i>
NBR	Norma Brasileira
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NOAEL	<i>No Observable Adverse Effect Leve</i>
NR	Norma Regulamentadora
NT	Norma Técnica
SCIP	Sistema Contra Incêndio e Pânico
SPDA	Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica
UL	<i>Underwriters Laboratories</i>
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
dB(A)	Decibéis
h	Hora
kgf	Quilograma força
m	Metros
mm	Milímetros
m ²	Metros quadrados
MJ/m ²	Megajoule por metro quadrado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 O FOGO	19
2.1.1 Tetraedro do fogo	19
2.1.2 Classe do fogo	21
2.1.3 Extinção do fogo	22
2.2 INCÊNDIO	23
2.3 NORMAS E LEGISLAÇÕES	25
2.4 MEDIDAS DE PROTEÇÃO	26
2.4.1 Medidas de proteção passiva	27
2.4.1.1 Compartimentação vertical e horizontal	27
2.4.1.2 Controle de materiais	28
2.4.1.3 Saídas de emergência	29
2.4.2 Medidas de proteção ativa	30
2.4.2.1 Sinalização de emergência	30
2.4.2.2 Extintores de incêndio	33
2.4.2.3 Iluminação de emergência	34
2.4.2.4 Detecção e alarme de incêndio	37
2.4.2.5 Hidrantes e mangotinhos	41
2.4.2.6 Chuveiros automáticos (<i>sprinklers</i>)	43
2.4.2.7 Supressão de gás	46
2.4.2.8 Sistema de proteção contra descarga atmosférica	49
2.5 <i>DATA CENTER</i> (DC)	50
3 MATERIAIS E MÉTODOS	52
3.1 Materiais	52
3.2 Método	53
3.3 ESTUDO DE CASO	54
3.4 Localização / situação da edificação	54
3.5 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57

4.1 Medidas de segurança contra incêndio e Classificação da edificação	57
4.2 Análise e discussão das instalações propostas	59
4.2.1 Saída de emergência	59
4.2.1.1 Análise	59
4.2.1.2 Discussão	60
4.2.2 Sinalização de emergência	61
4.2.2.1 Análise	61
4.2.2.2 Discussão	64
4.2.3 Sistema de extintores.....	64
4.2.3.1 Análise	64
4.2.3.2 Discussão	67
4.2.4 Iluminação de emergência.....	68
4.2.4.1 Análise	68
4.2.4.2 Discussão	70
4.2.5 Detecção e alarme de incêndio	70
4.2.5.1 Análise	70
4.2.5.2 Discussão	78
4.2.6 Hidrantes e mangotinhos.....	79
4.2.6.1 Análise	79
4.2.6.2 Discussão	80
4.2.7 Chuveiros automáticos	82
4.2.7.1 Análise e discussão	82
4.2.8 Supressão de gás.....	82
4.2.8.1 Análise	82
4.2.8.2 Discussão	87
4.2.9 Sistema de proteção contra descarga atmosférica.....	88
4.2.9.1 Análise e discussão	88
4.2.10Comentários adicionais	88
5 CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE.....	96
ANEXO	110

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes marcos da história da civilização foi o domínio do fogo pelo homem há milhares de anos. Assim, ele pode utilizá-lo de forma voluntária e controlada para aquecimento, cozimento de alimentos, iluminação, geração de energia, produção de armas, fusão de metais etc. Entretanto, quando o fogo foge do domínio humano, ele aparece de forma involuntária, acidental e fora de controle. Assim, se transforma em incêndio e pode causar grandes desastres gerando perdas de vidas humanas e prejuízos materiais. (SEITO, 2008)

O incêndio é uma preocupação constante desde o passado, nos primórdios da descoberta do fogo, e certamente continuará a ser também no futuro. Antes, uma boa forma de se combater incêndios era com a água. Hoje, na civilização moderna, as tecnologias de prevenção e combate ao incêndio tiveram que melhorar com a evolução dos materiais. Tem-se o aperfeiçoamento dos equipamentos à base de água e o desenvolvimento de elementos extintores mais modernos, tais como, pó químico, gases e espuma sintética. (SEITO, 2008)

Vive-se uma era em que as tecnologias integradas estão reduzindo os limites e barreiras entre os mundos virtuais e físicos. Essa integração ocorre por conta do avanço da informática e da *internet*. Neste contexto, uma das tecnologias habilitadoras, um dos pilares desta revolução, é os *Data Center*.

Os *Data Centers* são considerados ambientes de missão crítica, ou seja, ambientes que não podem parar e possuem alto valor agregado. A filosofia do sistema de incêndio para um ambiente de missão crítica deve ser prevenir e proteger sem danificar os equipamentos. No atual estágio tecnológico dos equipamentos de combate a incêndio, os gases se tornaram uma alternativa indispensável para esses casos, pois são agentes extintores totalmente limpos. Após a atuação dos gases é necessária somente uma adequada ventilação no ambiente para o reinício das atividades do local, evitando assim paradas prolongadas. Outro sistema importante quando se fala de incêndio em *Data Centers* é a detecção precoce do princípio de fogo. (BARROSO, 2013)

O projeto de proteção contra incêndio deve ser encarado como parte do projeto de uma edificação, assim como projeto de estrutura, de arquitetura, de elétrica, de ar condicionado e outros. Os projetos devem ter uma unidade e devem ser sempre compatibilizados. (BRENTANO, 2015)

Aprende-se com os erros e os grandes acidentes. No Brasil, principalmente em São Paulo, a área de segurança contra incêndio ganhou impulso na primeira metade da década de 1970, quando ocorreram dois incêndios de grandes proporções na capital do Estado: no Edifício Andraus e no Edifício Joelma. (ONO, 2007)

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é realizar um estudo dos sistemas de prevenção e de combate a incêndio de um *Data Center*.

1.2 JUSTIFICATIVA

Uma das premissas deste trabalho de conclusão do curso de especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho é justamente a aplicação do conhecimento adquirido em um estudo de caso. A autora trabalhou em uma empresa que elabora projetos executivos para *Data Center*. A formação acadêmica da autora é Engenharia Mecânica. Nesta empresa, como engenheira mecânica, atuou na elaboração de projetos de prevenção e combate a incêndio e de ar condicionado em *Data Center*. A luz disso, justifica-se o tema proposto de estudo dos sistemas de prevenção e combate a incêndio em *Data Center*.

Além do exposto anteriormente, com o avanço tecnológico e o grande fluxo de dados, as empresas estão investindo cada vez mais no setor de Tecnologia da Informação. Os *Data Centers* são ambientes de missão crítica, que não podem parar; além de abrigarem equipamentos responsáveis pelo processamento e

armazenamento de informações importantes para a continuidade dos mais variados tipos de organização. Um incêndio em um ambiente de missão crítica gera perda de informação muitas vezes imensurável, além da perda material dos equipamentos. Sob esta ótica, justifica-se o estudo dos sistemas de prevenção e combate a incêndio de um *Data Center*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O FOGO

O conceito de fogo ainda não está em consonância global, mesmo com os avanços na ciência do fogo. Seguem abaixo algumas definições usadas nas normas de vários países (SEITO, 2008)

- a. Brasil - NBR 13.860 – Glossário de termos relacionados com segurança contra incêndio: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. (ABNT,1997)
- b. Estados Unidos da América – associação americana *National Fire Protection Association* (NFPA): fogo é a oxidação rápida autossustentada acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz. (NFPA, 2002)
- c. Internacional - ISO 8421-1 – *Fire protection Vocabulary*: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos. Sendo combustão definido como reação exotérmica de uma substância combustível com um oxidante usualmente acompanhada por chamas e ou abrasamento e ou emissão de fumaça. (ISO, 1987)

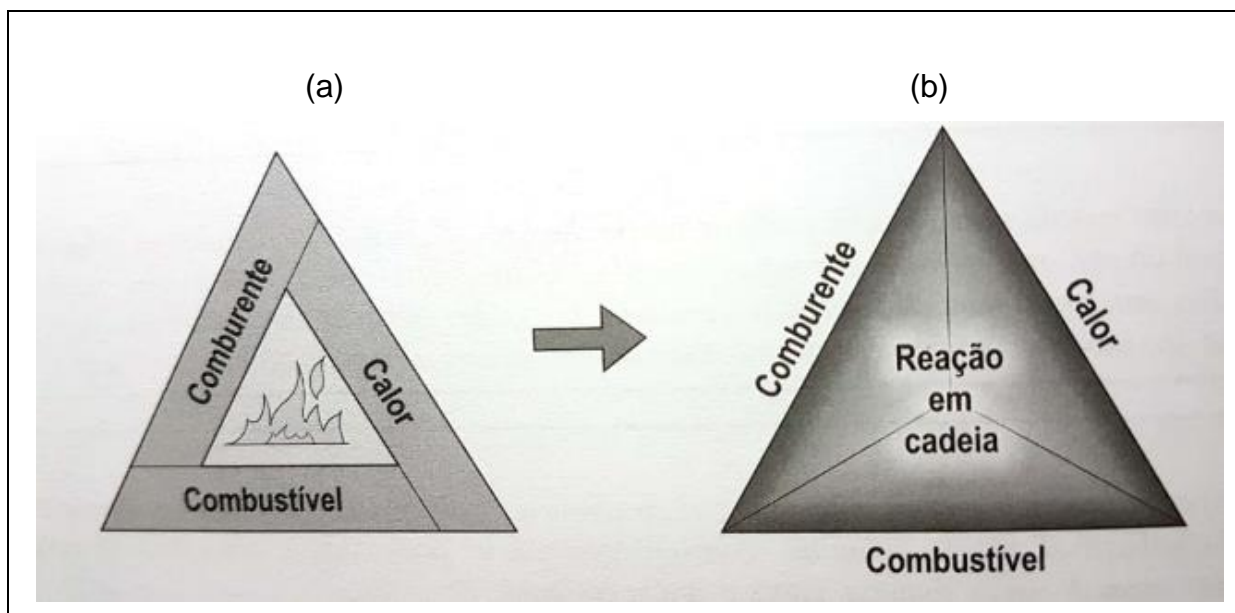
O fogo irá conviver com o homem a todo instante, por tanto devem viver em harmonia e isto só é possível se o fogo for controlado.

2.1.1 Tetraedro do fogo

Conforme citado anteriormente, o fogo é uma reação química de oxidação. Tal reação necessita de uma substância combustível que queima na presença de calor e de uma substância comburente, geralmente o ar. (USP, 2017 a). Isto posto, para que haja fogo, deve haver a ocorrência simultânea destes três elementos essenciais: matéria combustível, fonte de calor e matéria comburente (oxigênio do ar), formando assim o triângulo do fogo. (BRENTANO, 2015).

Em determinadas condições, o fogo se mantém até que um dos três elementos anteriores seja extinto, sendo assim uma reação em cadeia. De acordo com o Fire Protection Handbook (NFPA, 2002), a sustentabilidade da queima ocorre devido ao processo de reação em cadeia: o combustível se oxida, gera calor e se decompõe em moléculas menores, radicais livres, liberando inclusive hidrogênio. Estas partículas menores reagem novamente com o oxigênio e queimam emitindo outra vez calor para o combustível, formando um ciclo contínuo. A junção do conceito de reação em cadeia ao triângulo do fogo forma o que se conhece por tetraedro do fogo, como ilustrado na figura 1. (BRENTANO, 2015).

Figura 1 - Triângulo do fogo (a) e tetraedro do fogo (b)



Fonte: BRENTANO (2015)

Define-se então:

- **Combustível:** é todo material capaz de queimar, isto é, após a inflamação, continua queimando sem nenhuma adição suplementar de calor. Pode ser sólido, líquido ou gasoso;
- **Comburente:** toda substância que sustenta a combustão, ou seja, é o elemento que dá vida as chamas, que ativa e conserva a combustão. Geralmente é o oxigênio do ar;
- **Reação química:** quando há uma transformação da matéria, ou seja, quando dois ou mais reagentes diferentes são misturados e dessa mistura surge um produto composto por outras substâncias totalmente diferentes;

- Combustão: reação exotérmica que libera energia de um combustível com um comburente. Os produtos resultantes da combustão podem ser bem variados, dependem da composição dos materiais envolvidos, sendo vapores, gases ou fumaça;
- Calor: é o elemento que serve para dar início, manter e propagar um incêndio, sendo que cada material necessita de uma quantidade diferente de calor para se inflamar;
- Reação em cadeia: é uma sequência de reações provocadas por um elemento ou grupo de elementos que gera novas reações entre elementos.

2.1.2 Classe do fogo

As classes de fogo referem-se basicamente ao material combustível de acordo com o tipo do combustível e de suas características de queima e geração ou não de resíduos. São cinco classes de fogo: A, B, C, D e K.

- Classe A: materiais sólidos, materiais comuns, ordinários, como: madeira, papel, tecido, plástico etc. A queima destes materiais deixa resíduos como brasa e cinzas;
- Classe B: materiais líquidos combustíveis inflamáveis, como: gasolina, óleo diesel, álcool etc. A combustão destes materiais não gera resíduos;
- Classe C: equipamentos elétricos energizados;
- Classe D: materiais metálicos combustível, chamados de pirofóricos, como magnésio, zircônio ou titânio etc;
- Classe K: K de *kitchen* (cozinha), são os óleos comestíveis de fritura, gorduras animais. (BRENTANO, 2015)

2.1.3 Extinção do fogo

Tomando como base o tetraedro do fogo, entende-se que para extinguir o fogo basta eliminar um destes elementos. Portanto, há basicamente quatro maneiras de extinguir-se o fogo: removendo ou reduzindo a quantidade de combustível por isolamento do material, reduzindo a quantidade de comburente por abafamento, reduzindo a fonte de calor por resfriamento e, por fim, interferindo, mediante a adição de inibidores químicos, no desenvolvimento da reação em cadeia. (USP, 2017 a).

Utilizam-se os agentes extintores para extinguir o fogo. Os agentes atuam na redução ou eliminação de pelo menos um dos elementos formadores do fogo. Cada material combustível tem as suas características exigindo um agente extintor específico. Os principais agentes extintores usados são a água, espuma aquosa, agentes limpos e pó químico seco. (BRENTANO, 2015)

A água é o agente extintor mais utilizado, já que é disponível, abundante e econômico; além de ser seguro, não tóxico, não corrosivo e estável. O método de extinção se dá por resfriamento e por abafamento. No estado líquido, pode ser usada na forma de jato compacto (age por resfriamento) ou jato de neblina (age por resfriamento e abafamento). Já no estado gasoso, pode ser usada na forma de vapor (age por abafamento). É ideal para extinção do fogo classe A agindo primeiramente por resfriamentos e posteriormente por abafamento. (BRENTANO, 2015)

A espuma aquosa ou mecânica é composta por bolhas de gás, geralmente o ar. É um extrato formador de espuma misturado à água e ao ar chamado AFFF – *Aqueous Film Forming Foam*. A espuma é usada na extinção de fogos em líquidos combustíveis justamente por ser mais leve ficando na superfície e combatendo o fogo por abafamento. (BRENTANO, 2015)

A norma NFPA 2001 classifica os agentes limpos em dois grupos distintos: os gases inertes e os gases ativos. Os gases inertes são formados basicamente por uma

composição de argônio e nitrogênio, e são comercializados pelos produtos Argonite, Argon e Inergen. Estes gases combatem o fogo por abafamento, reduzindo a concentração de oxigênio (oxirredução) no ar até 12% em volume. De acordo com a norma, 12% é a concentração mínima de O₂ sem oferecer riscos para a respiração humana. Já os gases ativos são formados por produtos de marcas registradas e não restringidas no Protocolo de Montreal, escrito em 1987. Este segundo grupo de gases combate ao fogo principalmente por resfriamento retirando energia térmica e interrompendo a reação química em cadeia. O princípio de funcionamento não é a redução de oxigênio como os gases inertes e são misturas de elementos químicos não-asfixiantes. (SEITO, 2008). Os gases inertes são usados no combate a incêndio de equipamentos energizados eletricamente, arquivos, bibliotecas etc e não devem danificar estes materiais.

Por fim, os pós químicos têm como base diversos compostos químicos inorgânicos. A extinção do fogo deste agente se dá principalmente pelo rompimento da reação em cadeia através da transformação das moléculas de hidrocarbonetos (radicais livres) em hidroxilas inertes, na zona das chamas. Extinções secundárias a esta tem-se o abafamento e em menor escala o resfriamento. O uso deve ser evitado em equipamentos eletrônicos, pois o pó químico em contato com a umidade do ar corrói as placas dos circuitos atingidos. (BRENTANO, 2015)

2.2 INCÊNDIO

A existência de fogo e a ocorrência do incêndio são acontecimentos distintos. O fogo ocorre quando a reação química em cadeia é controlada, ou seja, quando pelo menos um dos elementos do triângulo de fogo é controlado. Já para acontecer um incêndio devem ocorrer, de maneira simultânea, a presença de combustível, comburente, fonte de calor e reação química em cadeia não controlada. (CARRASCO, 1999). Portanto, para acabar com o incêndio basta que ocorra a falta de um destes elementos, ou a interrupção da reação química.

O incêndio pode ser causado por diversos fatores como: cigarros, forno e fogão, eletricidade, falta de manutenção, líquidos inflamáveis etc. Além destas causas, vale ressaltar a causa criminal que são incêndios provocados de propósito para ocultar um homicídio ou para receber seguros.

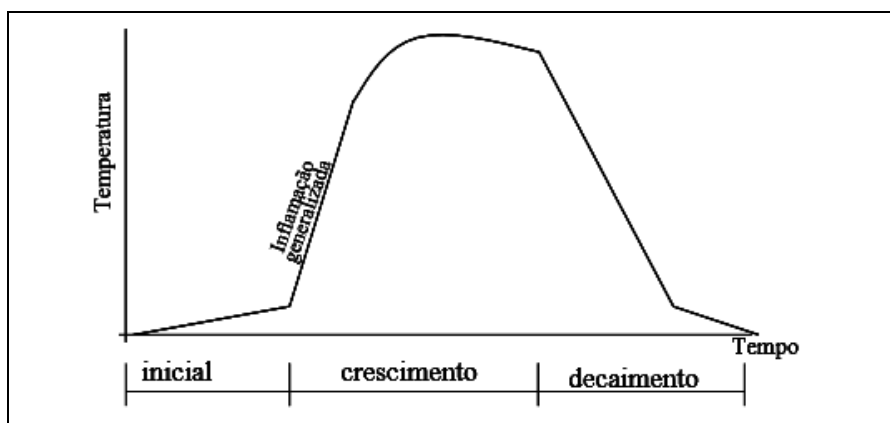
Segundo a IT02-2018 do Corpo de Bombeiros de São Paulo, a chances de um foco de fogo se extinguir ou evoluir para um incêndio depende basicamente dos seguintes fatores: quantidade de material combustível no local, tamanho e situação da fonte de ignição, área e localização das janelas, velocidade e direção do vento, forma e dimensão do local.

O comportamento do fogo em um incêndio é complexo e sua propagação, muitas vezes imprevisível. A propagação do fogo está intimamente ligada a transmissão de calor, que pode ocorrer de três formas fundamentais: contato ou condução, convecção e radiação térmica. (BRENTANO, 2015)

A evolução do incêndio pode ser caracterizada por três estágios: a fase inicial de ignição com elevação progressiva da temperatura, a fase de aquecimento com combustão generalizada e pôr fim a fase de resfriamento, de auto extinção. (SÃO PAULO (ESTADO), 2018)

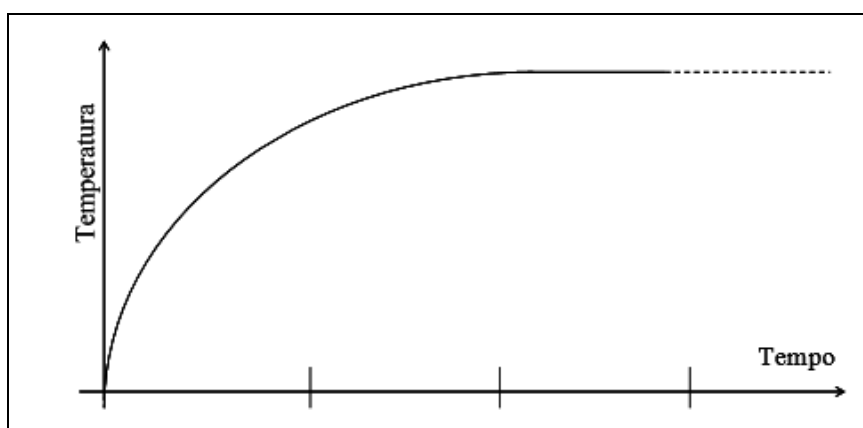
A figura 2 ilustra uma curva típica de desenvolvimento de incêndio e a figura 3 uma curva padrão de elevação de temperatura para ensaios de resistência ao fogo.

Figura 2 - Curva típica de desenvolvimento de incêndio.



Fonte: USP (2017 a)

Figura 3 - Curva-padrão de elevação de temperatura para ensaios de resistência ao fogo



Fonte: USP (2017 a)

2.3 NORMAS E LEGISLAÇÕES

As normas e legislações são documentos legais balizadores de todos os projetos no Brasil.

No contexto público, basicamente há leis ou decretos (regulamentações) de diferentes jurisdições (federal, estadual ou municipal) e as normas técnicas, tais como as normas ISO (*Organization for International Standardization*) e EN (*European Norm*), de cunho internacional, ou as normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), nacionais. Nem todas elas são compatíveis entre si, porém todas têm sua legitimidade. (USP, 2017 a)

No contexto privado, tem-se as normas internas das empresas e aquelas referentes às empresas seguradoras que determinam que certas condições sejam garantidas para realizarem o seguro de um empreendimento ou de um patrimônio. (USP, 2017 a)

As legislações estaduais regulamentam os parâmetros e condições que devem ser levados em consideração quando se elabora um projeto de proteção contra incêndio. Já uma lei federal, poderá determinar questões mais genéricas que deverão ser observadas pelas legislações estaduais. Muitas vezes, os parâmetros

não coincidem, contudo, sempre que possível, deve-se seguir a legislação estadual. (BRENTANO, 2015)

Para a elaboração de um projeto de sistemas de prevenção e combate a incêndio deve-se seguir primeiramente a legislação estadual. Não havendo informações suficientes nesta, deve-se recorrer aos normativos nacionais. Não havendo informações suficientes nos normativos nacionais, deve-se recorrer aos normativos internacionais. (BRENTANO, 2015)

O estudo de caso deste trabalho será baseado nas orientações do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal que estão reunidas nas Normas Técnicas (NT) e nas Instruções Normativas (IN) do próprio órgão.

2.4 MEDIDAS DE PROTEÇÃO

As medidas de prevenção e proteção contra incêndio servem para alcançar o grau de segurança contra incêndio preconizado pelas normas e legislações e podem ser divididas em duas categorias: medidas de proteção passiva e medidas de proteção ativa.

As medidas de proteção passiva são aquelas cuja simples existência e quando incorporadas ao sistema construtivo contribuem para a contenção do crescimento e da propagação do incêndio, ou seja, tem o objetivo de evitar ao máximo a ocorrência de um foco de fogo. Geralmente, seus elementos estão vinculados ao projeto de arquitetura, e assim podem influenciar na geometria e composição da fachada, na especificação dos materiais, nas condições de acesso ou até no posicionamento do edifício no lote. As medidas de proteção passiva são: compartimentação vertical e horizontal, controle de matérias e provisão de rota de fuga. (USP, 2017 a)

Já as medidas de proteção ativas são conceituadas como sendo aquelas que reagem a um estímulo e que entram em ação de combate quando acionadas, seja este acionamento automático ou manual. Em outras palavras, tem o objetivo

principal de extinguir o foco de fogo, ou em último caso mantê-lo sob controle até a chegada do corpo de bombeiros. Alguns exemplos de medidas ativas são: sistema de sinalização de emergência, de extintores de incêndio, de iluminação de emergência, de detecção e alarme de incêndio, de hidrantes, de chuveiros automáticos, de supressão de gás, de controle de fumaça de incêndio. (USP, 2017 a)

Por fim, vale ressaltar que as medidas de prevenção com sendo aquelas de manter os sistemas em perfeito estado e atualizados, como: ordem, arrumação e limpeza do ambiente, manutenção dos equipamentos de combate ao fogo e treinamento da brigada de incêndio. (BRENTANO, 2015)

2.4.1 Medidas de proteção passiva

2.4.1.1 Compartimentação vertical e horizontal

Um bom projeto de arquitetura deve levar em consideração conceitos que limitam a propagação do incêndio, como a compartimentação vertical e horizontal.

A compartimentação é uma medida de proteção passiva que visa à contenção do incêndio em seu ambiente de origem. Essa medida restringe a livre movimentação da fumaça e dos gases quentes no interior do edifício e é obtida pela subdivisão da edificação em células capazes de suportar a ação da queima dos materiais combustíveis, impedindo assim o rápido alastramento do fogo. Isto posto, a compartimentação tende a facilitar o abandono seguro dos ocupantes, assim como as operações de combate ao fogo. (ONO, 2007)

A compartimentação vertical remete ao conceito de impedir a propagação do fogo entre pavimentos e deve ser alcançada de forma que cada pavimento componha um compartimento isolado em relação aos demais. Esta medida é uma composição de soluções, como: enclausuramento de caixas de escadas através de paredes e

portas corta-fogo, registros corta-fogo nos dutos de ventilação e/ou exaustão que intercomunicam os pavimentos, entrepisos corta-fogo, selos corta-fogo nas passagens de cabos elétricos e em tubulações entre pavimentos. (ONO, 2007)

Já a compartimentação horizontal, remete ao conceito de impedir a propagação do incêndio no interior do próprio pavimento. Esta medida é uma composição de soluções como por exemplo: paredes, do piso ao teto, corta-fogo para subdivisão de grandes áreas de pavimento, portas corta-fogo, registros corta-fogo nos dutos de ventilação e/ou exaustão que intercomunicam os ambientes, selos corta-fogo nas passagens de cabos elétricos e em tubulações por paredes corta-fogo. (ONO, 2007)

2.4.1.2 Controle de materiais

A fase de elaboração de projeto arquitetônico executivo é o momento em que o arquiteto define e especifica quais os materiais serão utilizados na edificação. É nesta etapa que medida de proteção passiva do controle de materiais é considerada.

Os materiais que constituem as estruturas e as vedações (paredes, coberturas, lajes, portas e janelas, etc.) dos edifícios devem ser dimensionadas e especificadas de forma a possuírem resistência ao fogo compatível com a grandeza da carga de incêndio a que estão submetidas. A alta temperatura provocada por incêndio altera o efeito global sobre os componentes da estrutura e das vedações do edifício, podendo ser sentido através da diminuição progressiva de sua capacidade de manter suas funções chegando a um ponto onde o limite último de tensão se iguala à tensão aplicada, propiciando então a falência de elementos estruturais. (USP, 2017 a)

2.4.1.3 Saídas de emergência

Saída de emergência é um caminho contínuo, devidamente protegido, com sinalização e iluminação, composto de portas, corredores, passagens, escadas, rampas etc. O caminho a ser percorrido pelo usuário em caso de incêndio e/ou emergência deve ser de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, conhecido como descarga. (ABNT, 2011)

Um projeto arquitetônico bem elaborado, deve prever que todos abandonem a área de risco no menor período de tempo com facilidade, tranquilidade, rapidez e segurança. O projeto da saída de emergência vai depender do risco agregado e bem como da configuração da edificação como área e altura. Por exemplo, quanto maior o risco, mas fácil e rápido deve ser o acesso até uma saída.

As saídas de emergências devem ser em número suficiente, bem localizadas, com largura adequadas e com parâmetros geométricos ergonômicos. Além de favorecer o abandono seguro pelos ocupantes, um bom projeto de saída de emergência deve facilitar o acesso de equipes de salvamento e combate ao fogo ao interior do edifício. (USP, 2017 a)

A rota de fuga deve seguir as normas de acessibilidade que garantem o acesso e a saída a todas as pessoas independentemente da idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção. (BRENTANO, 2015)

As portas presentes no percurso da rota de fuga devem sempre abrir para o sentido de fluxo da saída das pessoas. Quando há grande concentração de público, devem ser equipadas com barras anti-pânico, visto que são dispositivos que visam facilitar a abertura da porta por uma simples pressão. As barras podem ser instaladas em portas comuns ou em portas corta fogo. As portas corta-fogo devem ser instaladas nas saídas protegidas (corredores protegidos, antecâmaras, escadas e áreas de refúgio). (USP, 2017 a)

As saídas de emergência no Distrito Federal são normatizadas pela NT 10 – CBMDF – Saídas de emergência. A NT apresenta algumas tabelas em anexo que apresenta a distância máxima a ser percorrida para cada tipo de edificação conforme a ocupação, dependendo se há chuveiros automáticos e do número de saídas. (DISTRITO FEDERAL, 2015b)

2.4.2 Medidas de proteção ativa


2.4.2.1 Sinalização de emergência

A sinalização de emergência e as cores de segurança são também aspectos relevantes do projeto de abandono de uma edificação. É primordial que a sinalização seja adequada e que transmita a informação necessária.

De acordo com a NBR 13.434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, as funções básicas da sinalização de segurança contra incêndio são: (ABNT, 2004)

- Sinalização de proibição: função de coibir ações que culminem no início do incêndio ou seu pioramento. Recomenda-se que tenha forma circular, cor de contraste branca com cor de segurança vermelha e cor do símbolo preta, como na figura 4: (ABNT, 2004)


Figura 4 - Exemplo de sinalização de proibição

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
1		Proibido fumar	Símbolo: circular Fundo: branca Pictograma: preta Faixa circular e barra diametral: vermelha	Todo local onde o fumo possa aumentar o risco de incêndio

Fonte: ABNT (2004)

- Sinalização de alerta: função de alertar para área e materiais com potencial de risco. Recomenda-se que tenha forma triangular, cor de contraste amarela com cor de segurança preta, como na figura 5: (ABNT, 2004)




Figura 5 - Exemplo de sinalização de alerta

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
6		Cuidado, risco de incêndio	Símbolo: triangular Fundo: amarela Pictograma: preta Faixa triangular: preta	Próximo a materiais ou áreas com presença de produtos altamente inflamáveis

Fonte: ABNT (2004)

- Sinalização de orientação e salvamento: função de indicar rota de fuga. Recomenda-se que tenha forma quadrada ou retangular, cor de contraste fotoluminescente com cor de segurança verde, como na figura 6. Em situações ou ambientes turvos pela presença de fumaça a informação da combinação de branco e verde é transmitida ao cérebro de forma mais rápido, uma vez que o verde transmite energia radiante mais visível por apresentar maior comprimento de onda. A sinalização de orientação e salvamento nas portas de saída de emergência deverá ser localizada imediatamente acima das portas, no máximo a 10 centímetros da verga ou ainda diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 metros. (ABNT, 2004)


Figura 6 - Exemplo de sinalização de orientação e salvamento

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
12		Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência, especialmente para ser fixado em colunas Dimensões mínimas: L = 1,5H.
13				Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência Dimensões mínimas: L = 2,0 H
14				Indicação de uma saída de emergência a ser afixada acima da porta, para indicar o seu acesso

Fonte: ABNT (2004)

- Sinalização de equipamento de combate a incêndio: função de indicar e identificar os equipamentos de proteção contra incêndio disponíveis. Recomenda-se que tenha forma quadrada ou retangular, cor de contraste fotoluminescente com cor de segurança vermelha, como na figura 7 abaixo. A sinalização de equipamento deve ser instalada imediatamente acima de todos os equipamentos de combate a incêndio. (ABNT, 2004)

Figura 7 - Exemplo de sinalização de equipamentos

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
20		Alarme sonoro		Indicação do local de instalação do alarme de incêndio
21	 	Comando manual de alarme ou bomba de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Ponto de acionamento de alarme de incêndio ou bomba de incêndio Deve vir sempre acompanhado de uma mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto

Fonte: ABNT (2004)

As dimensões das placas de sinalização serão determinadas de acordo com as distâncias máximas de visibilidade, de acordo com a tabela 1 da parte 2 da norma NBR 13.434. (ABNT, 2004)

2.4.2.2 Extintores de incêndio

Inicialmente deve-se atender ao regulamento oficial da localidade e na falta deste, deve-se utilizar a NBR 12.693 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio. (ABNT, 2013 b) No caso do Distrito Federal, as orientações para dimensionamento, seleção e distribuição dos extintores estão dispostas na NT 03 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio do CBMDF. (DISTRITO FEDERAL, 2015 a).

Os extintores portáteis são elementos básicos do sistema de segurança contra incêndio e tem como principais características a portabilidade, facilidade de uso, manejo e operação. O principal objetivo deste sistema é combater o princípio de incêndio. (SEITO, 2008)

O tipo de extintor é definido pelo agente extintor que é utilizado para preencher o extintor. Como visto anteriormente, há agentes extintores específicos (água, pós químicos, espumas mecânicas e agentes limpos) para extinguir o fogo de acordo com a classe de fogo do material.

A capacidade extintora do extintor é um dado relevante, já que determina o poder de extinção e não deve ser confundido com unidade extintora. (SEITO, 2008)

Os extintores podem ser portáteis e não-portáteis, sendo estes últimos subdivididos em sobre rodas e estacionários. O que diferencia quanto a portabilidade é justamente a massa, sendo portáteis massas de até 196 N (20 kgf). Acima deste valor ou o extintor será fixado sobre rodas ou será estacionário. A figura 8 ilustra extintores portáteis e sobre rodas.

Figura 8 - Extintores de incêndio portáteis e sobre rodas



Fonte: SÃO PAULO (ESTADO) (2018)

De acordo com a NT 03, os extintores portáteis devem ser dimensionados considerando-se: a classificação de risco da edificação, a classe de fogo a ser extinto, o agente extintor a ser utilizado, a capacidade extintora do extintor e a distância máxima a ser percorrida. (DISTRITO FEDERAL, 2015 a)

A localização do extintor é fundamental para permitir uma rápida intervenção e cessar a evolução do incêndio. Deve-se levar em consideração a fácil visualização por meio de sinalização, fácil acesso sem obstáculos até o local de utilização, a boa distribuição para cobrir toda a área protegida levando em consideração as distâncias máximas normatizadas a serem percorridas e a distribuição próxima a locais de entrada e saída. (SEITO, 2008)

O sistema de extintores deve passar por inspeções, manutenções e recargas periódicas conforme condições mínimas exigíveis pela norma NBR 12.962 – Extintores de incêndio – Inspeção e Manutenção. (ABNT, 2016)

2.4.2.3 Iluminação de emergência

Conforme definição da NBR 10.898 – Sistema de iluminação de emergência – iluminação de emergência é a iluminação que deve clarear as passagens, incluindo

áreas de trabalho e áreas técnicas, na falta de iluminação normal. A iluminação deve ser suficiente para evitar acidente e garantir a evacuação das pessoas, levando em consideração a possível presença de fumaça nas áreas. (ABNT, 2013 a) Não há nenhuma norma técnica do CBMDF

Quando o incêndio acontece em uma edificação, a má visualização das passagens da rota fuga pode significar a diferença entre a evacuação ordenada e a desordenada. Diante disso, a visibilidade da iluminação de emergência nas rotas de fuga é fundamental e de preferência com luminárias instaladas próximas ao piso, para que tenham menos riscos de serem obscurecidas pela fumaça. (SEITO, 2008)

O tempo de funcionamento do sistema de iluminação de emergência deve garantir a segurança pessoal, patrimonial até que a iluminação normal seja reestabelecida. No caso de abandono total do edifício, o tempo da iluminação deve incluir além do tempo previsto para a evacuação, o tempo de intervenção de resgate. (ABNT, 2013 a)

Para efeito de aplicação da norma NBR 10.898 são aceitos os seguintes tipos de sistemas: (ABNT, 2013 a)

- Conjunto de blocos autônomos (instalação fixa): aparelho de iluminação com invólucro único contendo lâmpada, fonte de energia com carregador, controles de supervisão e sensor de falha de corrente alternada para o caso de alertar a falta de alimentação da rede elétrica da concessionária, como mostra a figura 9. (SEITO, 2008)

Figura 9 - Bloco autônomo



Fonte: SEITO (2008)

- Sistema centralizado com baterias: sistema dotada de painel de controle (central), rede de alimentação, luminárias de emergência e fonte de energia alternativa (baterias), como mostra a figura 10. (SEITO, 2008)

Figura 10 - Central de iluminação de emergência (a). Luminária de emergência (b)



Fonte: SEITO (2008)

- Sistema centralizado com grupo moto gerador: sistema de grupo moto gerador é um sistema de geração de energia de emergência. O acionamento do grupo moto gerador deve ser automático no caso de falta de alimentação

de energia da rede. A seguir, a figura 11 ilustra um grupo moto gerador. (SEITO, 2008)

Figura 11 - Grupo Moto gerador



Fonte: SEITO (2008)

- Equipamentos portáteis com a alimentação compatível com o tempo de funcionamento garantido
- Sistema de iluminação fixa por elementos químicos sem geração de calor, atuado a distância
- Sistemas fluorescentes à base de acumulação de energia de luz ou ativados por energia elétrica externa

2.4.2.4 Detecção e alarme de incêndio

No momento que se inicia um fogo corre a produção de chamas com liberação de calor, gases e fumaça que se propagam no ambiente, sendo facilmente detectáveis. A detecção automática, independente dos sentidos do ser humano, é fundamental para o fator tempo de resposta. (BRENTANO, 2015)

De forma geral, o sistema de detecção e alarme de incêndio é composto por três conceitos básicos: (BRENTANO, 2015)

- Detecção: dispositivos de sensores ou botoeiras manuais que quando sensibilizados por fenômenos físicos e/ou químicos resultantes de uma

combustão, como chamas, calor, gases ou fumaça, acionam os alarmes; (BRENTANO, 2015)

- Processamento: pela central do sinal recebido; (BRENTANO, 2015)
- Aviso ou alerta: através de dispositivos sonoros, vibratórios e/ou visuais alertam os ocupantes sobre a existência de um foco de fogo na edificação. (BRENTANO, 2015)

O normativo do CBMDF não apresenta nenhuma norma técnica referente a sistema de detecção e alarme de incêndio. Isto posto, deve-se considerar a NBR 17.240 – Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos. (ABNT, 2010)

Conforme a norma NBR 17.240, item 5.1, os sistemas de detecção podem ser subdivididos em: (ABNT, 2010)

- Sistema de detecção convencional: elementos instalados em uma região específica a ser protegida e a central somente identifica a área protegida pelo circuito de detecção; (ABNT, 2010)
- Sistema de detecção endereçável: cada elemento de detecção recebe um endereço específico que permite à central identificá-lo individualmente; (ABNT, 2010)
- Sistema de detecção analógico: a central monitora continuamente os parâmetros como temperatura e fumaça dos elementos de detecção do sistema, comparando-os com os definidos previamente e permite o ajuste do nível de alarme dos dispositivos via central; (ABNT, 2010)
- Sistema de detecção algorítmico: os detectores possuem critérios de avaliação de medições do ambiente em função do tempo, cujos sinais são comparados por um circuito de lógica pré-programada para ativar o alarme. São capazes de realizar tomadas de decisões e de se comunicar com a central, inclusive informando seu estado de alarme, pré-alarme e/ou falha, entre outros. (ABNT, 2010)

O sistema de detecção é constituído por detectores automáticos e/ou manuais, central de controle do sistema que recebe e transmite sinal, aviadores, fontes de alimentação de energia elétrica e de emergência que garante o funcionamento em qualquer circunstância por determinado tempo mínimo, circuitos, eletrodos e fiação elétrica com resistência ao fogo. (BRENTANO, 2015)

O detector de incêndio deve ser selecionado com base nas características mais prováveis de um princípio de incêndio, considerando-se os parâmetros de aumento da temperatura, produção de fumaça, produção de chama, materiais existentes nas áreas protegidas, forma e altura do teto, ventilação do ambiente, temperatura típica e máxima de aplicação, entre outras características de cada instalação, conforme requisitos técnicos dos equipamentos. Os detectores podem ser dos seguintes tipos: (ABNT, 2010)

- Detector pontual de fumaça: sensíveis às substâncias voláteis, como cinzas e partículas de combustíveis não queimadas dispersas no ar. São usados para monitorar basicamente todos os tipos de ambientes. O raio de atuação deste detector é de 6,30 metros; (ABNT, 2010)
- Detector pontual de temperatura: os detectores térmicos são sensíveis a variação de temperatura. São ideais para ambientes com presença de materiais, cuja característica no início da combustão é gerar muito calor e pouca fumaça. Também são indicados para ambientes com vapor, gases ou muitas partículas em suspensão, onde os detectores de fumaça estão sujeitos a alarmes indesejáveis. O raio de atuação deste detector é de 4,20 metros; (ABNT, 2010)
- Detector de chama ou ópticos: respondem à energia de radiação gerada pelas chamas de um fogo, os espectros dos raios visíveis, ultravioletas e infravermelhos. São instalados em ambientes onde se deseja detectar o surgimento de uma chama; (ABNT, 2010)
- Detector linear de fumaça; (ABNT, 2010)
- Detector linear de temperatura; (ABNT, 2010)
- Detector de fumaça por amostragem de ar: é constituído por uma rede de tubos de amostragem de alta sensibilidade, geralmente a laser. Também é conhecido como detecção por aspiração ou detecção precoce. Ideal para

augmentar o monitoramento em ambientes de missão crítica permitindo que ações preventivas na fase mais precoce do incêndio. (ABNT, 2010)

A figura 12 ilustra de forma resumida os tipos de detectores de acordo com a sua aplicação na curva de desenvolvimento do fogo.

Figura 12 - Gráfico de evolução do fogo e medidas de segurança



Fonte: ABINEE (2013)

O sistema de detecção e alarme de incêndio muitas vezes é conectado ao sistema de automação da edificação o que confere uma integração na comunicação dos sistemas e uma resposta conjunta a um eventual sinistro.

Para maior proteção de ambiente crítico, há também o sistema de detecção precoce de alta sensibilidade a laser. Neste tipo de sistema de detecção, a identificação do princípio da ignição de incêndio é na fase mais precoce, ou seja, na combustão incipiente. Este sistema, geralmente, tem um modo de operação em “pré alarme”, “alarme” e condição de fogo.

Além dos detectores, acionadores e avisadores, também são elementos do sistema os módulos monitores (que recebe um sinal), módulos de comando (que enviam um

sinal) e o módulo isolador a cada 20 detectores. Destaca-se os módulos de comando (MC), pois eles podem travar ou destravar portas, fechar dampers corta-fogo e disparar o sistema de supressão por agente limpo.

As centrais de detecção devem preferencialmente ser interligadas à central do prédio, possuindo saída de comunicação em protocolo universal para conexão ao BMS (*Building Management System*).

2.4.2.5 Hidrantes e mangotinhos

Sistemas de hidrantes e mangotinhos são sistemas rigidamente fixos na estrutura da edificação, compostos por uma rede canalizações e abrigos ou caixas de incêndio, com as tomadas de incêndio, mangueiras, esguichos entre outros. Por ser um sistema rígido, são instalados em locais estratégicos da edificação. (BRENTANO, 2007)

Estes sistemas geralmente são operados pelos ocupantes da edificação. Para que essa ação seja eficiente é necessário que os ocupantes sejam devidamente treinados e orientados adequadamente, visto que são equipamentos específicos com grandes pressões e vazões de água. Assim sendo, o sistema deve ser operado por pessoas treinadas, geralmente pessoas que forma a brigada de incêndio da edificação (BRENTANO, 2007)

Na legislação do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, a NT 04 apresenta algumas orientações de sistemas de proteção por Hidrantes. (DISTRITO FEDERAL, 2000) Vale ressaltar que esta norma técnica é complementada pela NBR 13.714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. (ABNT, 2000)

De acordo com a norma NBR 13.714, define-se hidrante como sendo ponto de tomada de água onde há uma (simples) ou duas (duplo) saídas contendo válvulas angulares de 40 mm (1 ½”) ou 65 mm (2 ½”) com seus respectivos adaptadores, tampões, mangueiras de incêndio e demais acessórios. E mangotinho como sendo ponto de tomada de água onde há uma (simples) saída contendo válvula de abertura

rápida, adaptador (se necessário), mangueira semirrígida, esguicho regulável e demais acessórios. (ABNT, 2000)

A figura 13 ilustra um abrigo com hidrante:

Figura 13 - Detalhe de hidrante



Fonte: SÃO PAULO (ESTADO) (2018)

A figura 14 ilustra um carretel com mangotinho:

Figura 14 - Detalhe mangotinho



Fonte: SÃO PAULO (ESTADO) (2018)

As instalações devem ser compostas dos seguintes elementos:

- Reservatório de água, superior ou inferior, ou Reserva técnica de incêndio (RTI);
- Sistemas de bombas;
- Válvula de retenção ou de gaveta;
- Coluna(s) de incêndio;
- Abrigos ou caixas de incêndio;
- Sistemas de alarmes;
- Hidrantes de recalque ou de passeio.

Importante ressaltar que o volume de água reservado para combate de incêndio do sistema de hidrante ou mangotinho independe do número de pontos de água distribuídos na edificação. A RTI tem um valor fixo mínimo conforme a classe de risco da edificação, pois é deve ser suficiente para permitir o combate, extinguir ou controlar, o foco do incêndio por determinado tempo. (BRENTANO, 2007)

Para a elaboração de um projeto de hidrantes e mangotinhos, deve-se fazer um estudo da edificação quanto a classificação segundo a sua ocupação. A partir disso, é possível determinar características importantes do sistema como vazão e pressão mínima, tempo de operação dentre outros.

Os sistemas de hidrante e mangotinho, sob comando, não substituem os sistemas automáticos que são os chuveiros automáticos.

2.4.2.6 Chuveiros automáticos (*sprinklers*)

Os chuveiros automáticos, popularmente conhecidos como *sprinklers*, são sistemas fixos de combate a incêndio e caracterizam-se por entrar em operação automaticamente. Sua eficácia é justamente em função do menor tempo entre a detecção e o combate ao incêndio. É ativado por foco de incêndio e então libera água em densidade conforme o risco do local. (SEITO, 2008)

O objetivo do sistema de chuveiros automáticos é combater, controlando ou extinguindo o foco do incêndio em seu estágio inicial por meio da descarga automática de água. Além disso, resfria a estrutura evitando assim o colapso estrutural, pois as altas temperaturas, em função do tempo de exposição, afetam as propriedades mecânicas dos elementos estruturais, podendo enfraquecê-los até que provoquem a perda da estabilidade.

Geralmente, são sistemas exigidos para edificações de risco médio e grande, com área de edificação de proporções maiores.

Os chuveiros automáticos são compostos basicamente de: corpo, obturador, elemento termossensível e defletor. O elemento termossensível geralmente é constituído por uma ampola de vidro com um líquido altamente expansível ao calor que é responsável pelo rompimento da ampola. Há diversas opções no mercado de líquidos termosensível a diferentes faixas de operação. No entanto, se o chuveiro for aberto, ele não apresenta obturador e elemento termossensível, estando permanentemente aberto. (BRENTANO, 2007)

A figura 15 ilustra um exemplo de chuveiro automático.

Figura 15 – Exemplo genérico de chuveiro automático com ampola de vidro



Fonte: SÃO PAULO (ESTADO) (2018)

Os chuveiros automáticos podem variar de acordo com a sensibilidade térmica ou faixa de temperatura de atuação, com a forma de orientação ou com a formas de atuação. (BRENTANO, 2007)

O sistema de chuveiros automáticos é composto pelos seguintes elementos:

- Abastecimento de água, ou reserva técnica de incêndio;
- Sistema de bombas;
- Sistema de controle e alarme;
- Rede hidráulica de distribuição.

Um sistema de chuveiros automáticos em uma edificação consiste em uma rede de canalização exclusiva para combater o incêndio. Esta rede basicamente leva a água do reservatório a todos os chuveiros automáticos na área protegida. Há quatro tipos de sistemas: (BRENTANO, 2007)

- Sistema de canalização molhada: sistema contém água permanentemente água pressurizada no seu interior, alimentado por uma fonte de abastecimento com sistema de bombas exclusivo; (BRENTANO, 2007)
- Sistema de canalização seca: sistema contém gás nitrogênio em seu interior. Quando o chuveiro entrar em operação pelo calor do fogo, libera a saída do gás despressurizando a rede. A queda de pressão desta forma, libera a abertura da “válvula de canalização seca” e assim entra água para a rede; (BRENTANO, 2007)
- Sistema de pré-ação ou ação prévia: sistema contém ar não pressurizado em seu interior. O sistema de detecção é configurado para funcionar a uma temperatura inferior a dos chuveiros automáticos e ao ser alarmado libera a entrada de água na rede pela “válvula de pré-ação”; (BRENTANO, 2007)
- Sistema de dilúvio: é formado por uma rede de canalização com chuveiros abertos ligada a uma fonte de abastecimento de água através de uma válvula automática de controle, chamada válvula dilúvio. Este sistema é correntemente utilizado em área de alto risco. (BRENTANO, 2007)

Destaca-se que o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal não tem nenhuma norma técnica referente a chuveiros automáticos. Assim sendo, deve-se considerar

a NBR 10.897 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos. (ABNT, 2014)

Vale evidenciar que *Data Centers* são ambientes de missão crítica de alto investimento. As informações armazenadas nos equipamentos não podem correr o risco de serem danificadas. Então se em um eventual sinistro o sistema de chuveiros automáticos for acionado isso significa ruína total dos equipamentos. É comum optar pela não instalação deste sistema em *Data Center*. Se mesmo assim o investidor e ou projetista se decidirem pela instalação deste sistema, recomenda-se a utilização de tubulação do tipo seca com uma válvula pré-action. A ação deve ser estar interligada com o sistema de detecção e alarme de modo que a detecção combina as informações recebidas dos detectores e envia pelo módulo de comando um sinal para abertura da válvula. Neste caso, espera-se que outros sistemas entrem em ação antes dos chuveiros automáticos, como por exemplo o sistema de supressão de gás.

2.4.2.7 Supressão de gás

As principais características de um sistema de combate a incêndio por agente limpo são: vaporizam rapidamente e não deixa resíduos, não é corrosivo e não é condutor de eletricidade, adequados para incêndios classe A, B e C e após a extinção permite o reinício das atividades do local. Solução ideal quando deseja-se combater incêndio em locais que possuem objetos de alto valor agregado como *Data Center*, principalmente por conta do reinício das atividades do local sem danos às instalações. (SEITO, 2008)

A partir do Protocolo de Montreal que definiu critérios mais rígidos para a proteção da camada de ozônio e a NFPA 2001 que estabeleceu regras mais rígidas para a proteção de pessoas e o meio ambiente. Ressalta-se que anteriormente a essa tendência de controle e eliminação em âmbito global das substâncias que destroem a camada de ozônio se considerava o Halon 1211 e 1301 como agente extintor. No Brasil, a proibição do uso, comercialização e importação deste tipo de substância foi

regulamentada pelas Resoluções CONAMA de número 13 (13/12/95), 229 (20/08/97) e 267 (14/09/2000). (SEITO, 2008)

Em 2016 os países membros do Protocolo de Montreal decidiram incluir os hidrofluorcarbonos (HFCs) entre as substâncias controladas pelo Protocolo, o que ocorreu na 28ª Reunião das Partes, em Kigali, Ruanda. A conhecida Emenda de Kigali definiu um cronograma para redução da produção e consumo dos HFCs, que será iniciado no ano de 2024 (congelamento de consumo, ou seja, o consumo não poderá ser superior ao consumido neste ano), iniciará a redução a partir de 2029 (redução de 10% em relação à média consumida entre 2020 a 2022) e chegará ao teto de redução de 80% no ano de 2045 (PROTOCOLO DE MONTREAL, 2017).

Os agentes limpos podem ser classificados em dois tipos quanto ao mecanismo de extinção:

- Agentes inertes

Os gases inertes são formados basicamente por uma composição dos seguintes gases: hélio, neônio, argônio ou nitrogênio, podendo ser uma mistura de gases e conter dióxido de carbono (CO₂) como elemento secundário. (USP, 2017 b) São comercializados pelos produtos Argonite, Argon e Inergen. Estes gases combatem ao fogo por abafamento reduzindo a concentração de oxigênio (oxirredução) no ar até 12% em volume, sendo 12% é a concentração mínima de O₂ sem oferecer riscos para a respiração humana. (SEITO, 2008)

- Agente ativos

Já os gases ativos são formados por produtos de marcas registradas e não restringidas no Protocolo de Montreal (1987). (SEITO, 2008) São formados basicamente por um ou mais componentes orgânicos, contendo um ou mais dos seguintes elementos: flúor, cloro, bromo ou iodo. (USP, 2017 b) Este segundo grupo de gases combate ao fogo principalmente por resfriamento retirando energia térmica a nível molecular e interrompendo a reação química em cadeia. O princípio de funcionamento não é a redução de oxigênio como os gases inertes e são misturas de elementos químicos não-asfixiantes. (SEITO, 2008) Exemplos destes agentes são: FE-25TM, FM-200TM, FE-227^{FM}, FE-13TM, Novec entre outros.

Os agentes limpos são aplicados no ambiente na forma gasosa, por tanto a inalação é a principal forma de entrada do agente extintor nos organismos. Isto posto, o critério toxicidade é importante ser avaliado. A toxicidade de um agente pode ser medida por dois parâmetros: (USP, 2017 b)

- NOAEL - No observable adverse effect leve - Este parâmetro mede a maior concentração que pode ser utilizada do agente sem que nenhum efeito toxicológico ou fisiológico seja observado.
- LOAEL - Lowest observable adverse effect level - Este parâmetro mede a menor concentração para a qual os primeiros efeitos toxicológicos e fisiológicos são observados.

O quadro 1 compara os dados de toxicidade (NOAEL e LOAEL) dos agentes extintores:

Quadro 1 - NOAEL x LOAEL

	FE-25	FM200 / FE227	Inergen
NOAEL %	7,5	9	43
LOAEL %	10	10,5	52

Fonte: USP (2017 b)

A escolha de um agente limpo é um fator de projeto que leva em consideração vários fatores, como: a taxa da diminuição da concentração de oxigênio no ambiente, o espaço ocupado pelos cilindros de gás, viabilidade econômica, aceitação do gás no mercado, certificação de procedência, entre outros fatores. (SEITO, 2008)

Os agentes extintores limpos podem ser aplicados nos riscos de quatro formas distintas dependendo do tipo de equipamento utilizado, tais como: sistema fixo de inundação total, sistema de inundação total modular, sistema fixo de aplicação local e por extintores especiais portáteis. (USP, 2017 b)

O sistema de supressão de gás normalmente se comunica com o sistema de detecção e alarme. Isto posto, a atuação automática do sistema de gás é realizada pelo sistema de detecção de incêndio que detecta o fogo e envia sinal ao solenoide atuador elétrico que comandará a abertura do cilindro e a descarga do agente extintor. (USP, 2017 b)

Ressalta-se que não há normativos locais e nem federais que regulam os sistemas de supressão de gás. Isto posto, considera-se então a norma internacional NFPA 2001 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

2.4.2.8 Sistema de proteção contra descarga atmosférica

Entende-se por descarga atmosférica como sendo uma descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quilos ampères. (ABNT, 2001) Por tanto, um evento natural, como uma descarga atmosférica, pode causar um incêndio se atingir uma instalação não apropriadamente protegida por um sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Isto posto, as edificações devem prever um sistema destinado a proteger a estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas e devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais. (USP, 2017 a)

A norma NBR 5.419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, define as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido. (ABNT, 2001)

Destaca-se que o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal não apresenta nenhuma norma técnica referente a sistema de proteção contra descarga atmosférica. Assim sendo, deve-se considerar a norma NBR 5.419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. (ABNT, 2001)

2.5 DATA CENTER (DC)

Data Center também é conhecido como Centro de Processamento de Dados (CPD), é um espaço que tem como finalidade abrigar um conjunto de servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados. Os *Data Centers* são considerados com o sistema nervoso das instituições, sendo um componente importante para qualquer departamento de Tecnologia da Informação (TI). (CANAL COMSTOR, 2013)

O modelo computacional dos *Data Centers*, conhecido com *Data Center 1.0*, começou com os mainframes em 1960. Posteriormente, surgiu no mercado os microcomputadores com altas capacidades de armazenamento. As estruturas computacionais baseadas nos *mainframes* e nos computadores podem ser vistas como modelos de *Data Centers*. Esta fase foi seguida pelos sistemas distribuídos baseados no modelo cliente/servidor e, subsequentemente, pelo crescimento explosivo da *Internet* e da *Web*. Mais recentemente, a evolução das técnicas de virtualização tem propiciado o desenvolvimento de aplicações que compartilham a mesma infraestrutura de *hardware*, alavancando o surgimento de soluções para serviços em nuvem. (VERDI, 2010)

A figura 16 ilustra um exemplo de *Data Center*, ou Centro de Processamento de Dados:

Figura 16 - Exemplo de Data Center, ou Centro de Processamento de Dados



Fonte: CANAL COMSTOR (2013)

Basicamente, de acordo com a Lei de Moore, as tecnologias ficam cada vez melhores e mais baratas, sendo assim uma mudança de se comporta como uma exponencial. Atualmente, graças a escalabilidade e a flexibilidade eles têm capacidade de processamento quatro vezes maior do que os antigos *Data Centers*, mesmo ocupando apenas 40% do espaço em comparação com os modelos mais antigo.

Data Centers são considerados ambientes de missão crítica, ou seja, ambientes que não podem parar e com alto valor agregado. Os DC's funcionam 24 horas por dia por 7 dias na semana. Isto posto, a infraestrutura de fornecimento de energia, de ar condicionado, de rede comunicação de dados e de sistema de prevenção e combate a incêndio são fundamentais para que o site funcione com qualidade. (CANAL COMSTOR, 2018)

A filosofia do sistema de prevenção e combate a incêndio para um ambiente de missão crítica deve ser prevenir e proteger sem danificar os equipamentos.

Geralmente, os *Data Centers* apresentam piso elevado para passagem das instalações caracterizando assim um visual mais limpo. Este conceito implica em mais flexibilidade para receber qualquer tipo de tecnologia de rede, mais adaptabilidade a mudança de *layouts*, além de facilitar na manutenção. Neste contexto, quando se opta pelo piso elevado, não se pode esquecer de prever sistemas de prevenção e combate a incêndio cabíveis no entrepiso, como detecção e supressão por agente limpo (CANAL COMSTOR, 2013)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a análise deste trabalho foram os projetos executivos dos sistemas de prevenção e combate a incêndio elaborados em AutoCAD pela autora deste estudo, as legislações do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e as normas da ABNT. Segue abaixo as legislações e normas utilizadas:

- Legislações do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:
 - Instrução Normativa IN N°001/2016 – Análise de projetos de arquitetura e de instalação contra incêndio e pânico – Procedimentos; (DISTRITO FEDERAL, 2016 a)
 - Norma Técnica NT N°01/2016 – Medidas de Segurança Contra Incêndio no Distrito Federal; (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)
 - Norma Técnica NT N°02/2016 – Risco de incêndio e carga de incêndio; (DISTRITO FEDERAL, 2016 c)
 - Norma Técnica NT N°03/2015 – Sistema de proteção por extintores de incêndio; (DISTRITO FEDERAL, 2015 a)
 - Norma Técnica NT N°04/2000 – Sistema de Proteção por Hidrante; (DISTRITO FEDERAL, 2000)
 - Norma Técnica NT N°10/2015 – Saídas de Emergência. (DISTRITO FEDERAL, 2015 b)

- Normas Brasileiras NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT:
 - NBR 13.860 – Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio; (ABNT, 1997)
 - NBR 11.861 – Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio; (ABNT, 1998)
 - NBR 13.714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio; (ABNT, 2000)

- NBR 5.419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas; (ABNT, 2001)
- NBR 13.434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico; (ABNT, 2004)
- NBR 17.240 – Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos; (ABNT, 2010)
- NBR 9.077 – Saídas de Emergências em Edifícios; (ABNT, 2011)
- NBR 10.898 – Sistema de iluminação de emergência; (ABNT, 2013 a)
- NBR 12.693 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio; (ABNT, 2013 b)
- NBR 10.897 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos; (ABNT, 2014)
- NBR 12.962 – Extintores de incêndio – Inspeção e Manutenção. (ABNT, 2016)

3.2 MÉTODO

Os métodos aplicados neste estudo foram baseados na avaliação dos sistemas de prevenção e combate a incêndio propostos para o *Data Center* em AutoCAD com base nas legislações do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e as normas da ABNT.

A avaliação dos sistemas segue a rotina de análise dos sistemas e das necessidades e posteriormente uma discussão do sistema proposto.

Não será analisado e nem discutido neste trabalho os sistemas de prevenção e combate a incêndio da edificação. O foco será nos sistemas do *Data Center*.

3.3 ESTUDO DE CASO

O objetivo deste estudo é analisar os sistemas necessários para prevenção e combate a incêndio em um *Data Center*. Para esta análise, utiliza-se um projeto executivo de *Data Center* de um empreendimento privado que ainda não foi construído, assim sendo na fase de projeto executivo. Este empreendimento é destinado a serviços profissionais, como escritórios.

3.4 LOCALIZAÇÃO / SITUAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O empreendimento será composto por uma edificação com três pavimentos e de área aproximadamente de 4.500 m². Será localizado em Brasília, Distrito Federal. O *Data Center* do estudo do caso será situado no térreo desta edificação.

Os sistemas de prevenção e combate a incêndio serão analisados conforme as Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e quando este não tiver um normativo específico recorrerá às Normas Brasileiras NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT.

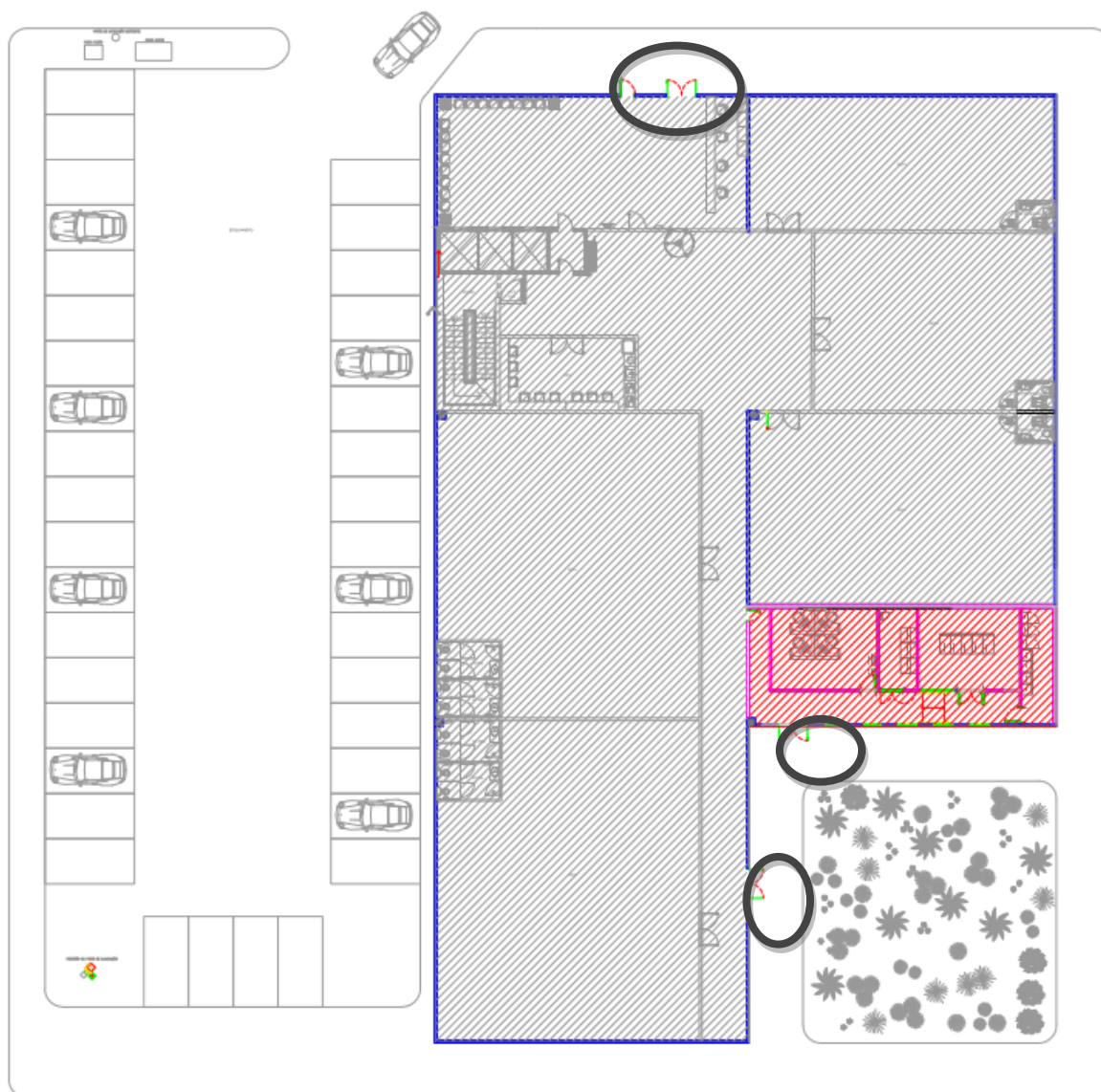
3.5 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação apresentará três pavimentos, sendo térreo, 1º pavimento e 2º pavimento. O térreo situa-se na cota da rua e é por onde se tem o acesso ao prédio. A altura da edificação será de 9 metros, com pé direito de 4,5 metros em cada pavimento. Vale ressaltar que de acordo com a NT 01 – CBMDF, a altura da edificação é a diferença de cota entre o logradouro público ou via interior da edificação e a face superior da laje de piso do último pavimento. (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

A área total da edificação, como informado, será de 4.500 m², sendo térreo, primeiro e segundo pavimento com área de 1.500 m² cada pavimento. O *Data Center* será situado no térreo desta edificação.

A edificação apresentará três saídas de emergência, sendo uma a entrada principal, outra uma alternativa para rota de fuga do edifício e a última exclusiva para a área do *Data Center*. Pode-se observar na figura 17 as portas em questão circuladas em preto.

Figura 17 - Planta de situação da edificação. Destaque para o pavimento térreo da edificação em estudo



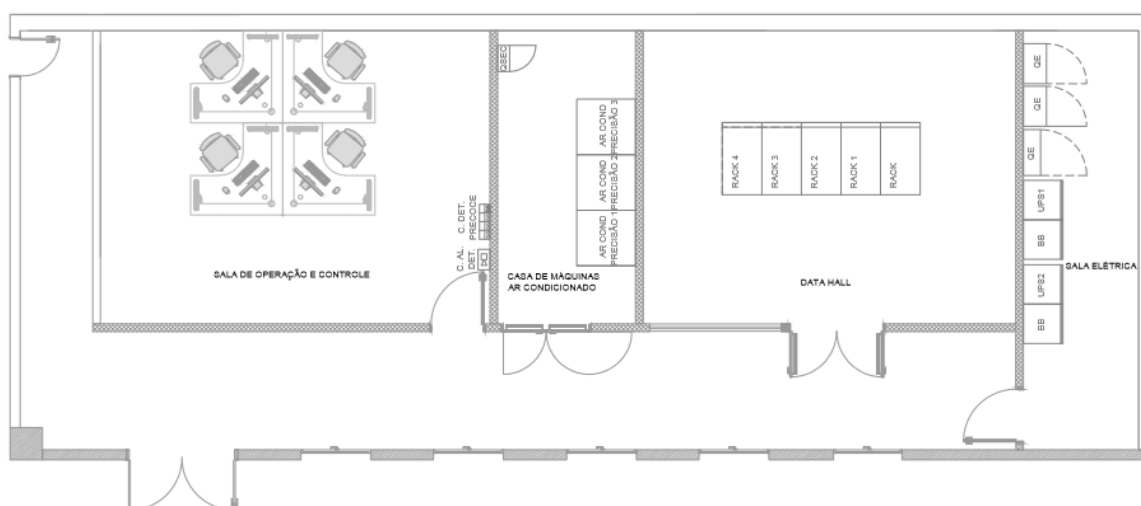
Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

A área do *Data Center* será de aproximadamente 55 m². A proposta para o site é que o mesmo seja composto pelos seguintes ambientes:

- Uma Sala de Operação e Controle;
- Uma Casa de Máquinas para os equipamentos de ar condicionado;
- Um Data Hall;
- Uma Sala Elétrica.

A figura 18 ilustra o *layout* do *Data Center* em estudo.

Figura 18 - Layout do Data Center



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Apesar da importância de contextualizar o estudo de caso, caracterizando e localizando a edificação, o estudo se restringirá às necessidades dos sistemas de prevenção e combate a incêndio apenas do *Data Center*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Conforme Norma Técnica 01 – CBMDF – Medidas de segurança contra incêndio, item 4.4, as exigências aplicáveis às edificações destinadas a serviços profissionais de escritórios com altura da edificação de 9 metros e área total construída de 4.500 m² são: (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

- Saídas de emergência;
- Sinalização de segurança contra incêndio;
- Extintores de incêndio;
- Iluminação de emergência;
- Alarme de incêndio;
- Hidrante;
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- Central de GLP, se houver necessidade. No caso, não há necessidade, já que não há previsão de nenhuma cozinha ou refeitório na edificação.

Os sistemas de detecção de incêndio e chuveiros automáticos são exigidos para quando a altura da edificação for superior a 12 m ou área superior a 5000m². Isto posto, estes sistemas não são exigências para o caso em estudo. No entanto, o sistema não ser exigido não é impeditivo de ser proposto pelo projetista. (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

O normativo do Distrito Federal não prevê em controle de material e nem faz menção aos sistemas de supressão de gás.

É importante salientar que as medidas de segurança contra incêndio exigidas para a edificação com um todo, deve atender todas as partes desta edificação. Assim sendo, não pode haver áreas na edificação que não sejam protegidas pelos

sistemas mínimos exigidos pelo normativo. Isto posto, conclui-se que a área do *Data Center* deve prever todas as medidas exigidas e relacionadas a cima.

De acordo com as tabelas anexas na norma NT 01 – CBMDF, vide na seção Anexos, tem-se as seguintes classificações das edificações: (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

- Tabela 1 – Classificação das edificações quanto à sua ocupação: Grupo 09 – Serviço profissionais do tipo escritório;
- Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à altura e números de pavimentos: edificação baixa, código C2 para edificação a partir do 2º pavimento;
- Tabela 3 – Classificação das edificações quanto às dimensões em planta: área total grande ($3.000 \text{ m}^2 \geq S_t \geq 5.000 \text{ m}^2$), código H1, e com grandes pavimentos ($S_p \geq 750 \text{ m}^2$), código M.

Pelas tabelas anexas a NT 02/2016 – CBMDF – Risco de incêndio e carga de incêndio, vide na seção Anexos, tem-se as seguintes definições: (DISTRITO FEDERAL, 2016 c)

- Tabela 1 – Valores das cargas de incêndio específicas por ocupação e uso de serviços profissionais de escritórios a carga de incêndio é de 700 MJ/m^2 ;
- Tabela 2 – Classificação do risco de incêndio com as ocupações e usos, o risco considerado é do tipo médio B-1.

Já as tabelas anexas na NT 10 – CBMDF – Saídas de Emergência, tem-se a seguinte classificação: (DISTRITO FEDERAL, 2015 b)

- Tabela 4 – Classificação das edificações quanto às suas características construtivas: Edificação com mediana resistência ao fogo, estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos, código Y.

A partir deste levantamento, das medidas de segurança necessárias para a edificação, e a definição das classificações da edificação pode-se seguir com a análise de discussão de cada sistema proposto.

4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS INSTALAÇÕES PROPOSTAS

O estudo de caso focará as atenções nas medidas de prevenção, proteção e combate a incêndio apenas na área de estudo, o *Data Center*.

4.2.1 Saída de emergência

4.2.1.1 Análise

As saídas de emergência no Distrito Federal são normatizadas pela NT 10 – CBMDF – Saídas de emergência, e pela tabela do anexo da norma tem-se que a distância máxima a ser percorrida para uma edificação do tipo Y, de qualquer grupo, depende se há chuveiros automáticos e do número de saídas. Segue abaixo o quadro 2 retiradas da norma: (DISTRITO FEDERAL, 2015b)

Quadro 2 - Distâncias máximas a serem percorridas

Código	Grupo de ocupações/usos	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	Grupos: 06 a 25 e 27 a 35	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	Grupos: 01 a 05, 26, e 36 a 39	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Fonte: DISTRITO FEDERAL (2015 b)

No caso das condições de contorno pré-estabelecidas e as medidas de segurança mínimas exigidas levantadas anteriormente, a edificação contará com três saídas de

emergência e que não há a exigência de chuveiros automáticos. Isto posto, a distância máxima a ser percorrida deve ser de 30,0 metros.

Observa-se no *layout* da área do *Data Center*, há uma saída prevista na área de circulação.

Ressalta-se que todas as portas nos caminhos críticos de rota de fuga devem abrir para o sentido da rota de fuga.

4.2.1.2 Discussão

A análise da proposta da rota de fuga do *Data Center* foi simplificada, uma vez que a análise completa da edificação não é escopo deste estudo. A partir da definição da rota de fuga, o próximo passo é definir a sinalização de emergência que conduzirá os usuários para uma área segura fora da edificação.

A análise das saídas de emergências deve ser mais aprofundada no projeto arquitetônico, em que é definido o *layout* levando-se em consideração o dimensionamento das saídas de emergência. O responsável, arquiteto ou engenheiro, que fará as definições deve se atentar para a largura das saídas de emergência, distâncias máximas a serem percorridas, número de saídas, requisitos de acessibilidade, rotas de saídas horizontais e verticais, escadas, dimensionamento dos degraus, especificação das portas bem como o sentido de abertura, especificar os dispositivos de abertura das portas como barra anti-pânico, dimensionar rampas, considerar elevadores de emergência dentro outros aspectos complementares expostos na NT 10 – CBMDF – Saídas de emergência. (DISTRITO FEDERAL, 2015 b)

4.2.2 Sinalização de emergência

4.2.2.1 Análise

A sinalização de emergência é definida pela NBR 13.434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, partes 1, 2 e 3. As funções básicas da sinalização de segurança contra incêndio são: sinalização de proibição, de alerta, de orientação e salvamento e de equipamentos. Focará na sinalização de orientação e salvamento e de equipamentos. (ABNT, 2004)

As dimensões das placas de sinalização serão determinadas para a distâncias máximas de visibilidade de 8 metros, de acordo com a tabela 1 da parte 2 da norma NBR 13.434. (ABNT, 2004)

A sinalização de orientação e salvamento nas portas de saída de emergência deverá ser localizada imediatamente acima das portas, no máximo a 10 centímetros da verga ou ainda diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 metros. Por fim, a sinalização de equipamento deve ser instalada imediatamente acima de todos os equipamentos de combate a incêndio.

A sinalização de orientação das rotas de fugas será locada de forma que a distância de percurso de qualquer ponto da rota de saída até a sinalização seja de no máximo 8 metros, como definido anteriormente. A distância máxima entre as placas deve ser de no máximo 15 metros.

Já a sinalização de equipamentos deve ser locada próximo ao equipamento a ser sinalizado. Vale destacar que se o equipamento for locado em um pilar, todas as faces do pilar devem estar sinalizadas.

Destaca-se que todas as mensagens específicas tanto na sinalização básica, quanto na sinalização complementar, deverão estar no idioma português. Todas as placas deverão ser fabricadas em material fotoluminescente.

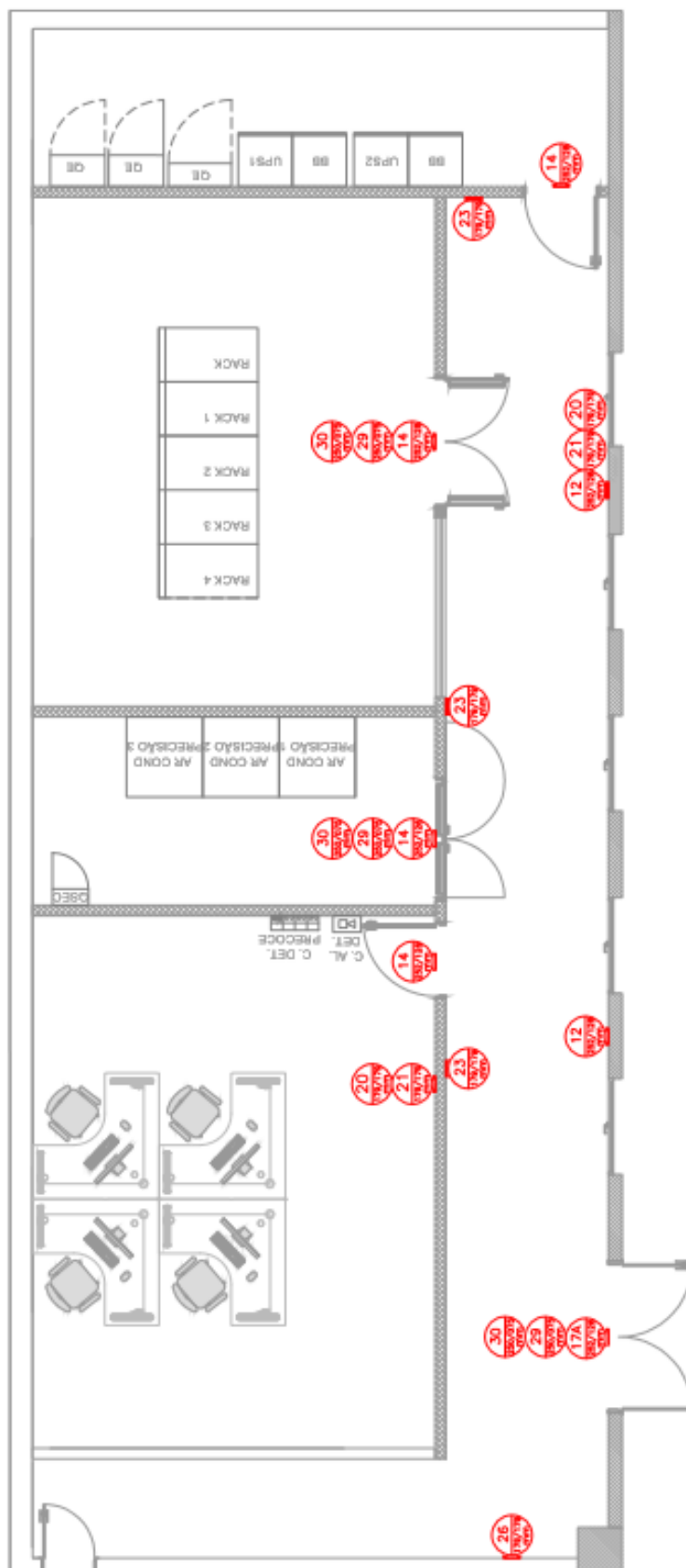
Na figura 19 segue uma proposta do projeto de sinalização para o *Data Center* em estudo.

Ressalta-se que os significados das numerações nas placas estão de acordo com a legenda na seção Apêndice. Contudo, segue uma breve lista das numerações utilizadas neste projeto:

- 12, 13: sinalização de orientação de rota de fuga, indicação de saída, orientação de sentido;
- 14: sinalização de orientação de rota de fuga, indicação de saída;
- 17: sinalização de orientação de rota de fuga, indicação de saída;
- 20: sinalização de equipamento, indicação de localização de avisador sonoro/visual de alarme;
- 21: sinalização de equipamento, indicação de localização de acionador manual de alarme;
- 23: sinalização de equipamento, indicação de localização de extintor de incêndio;
- 26: sinalização de equipamento, indicação de localização de hidrante;
- 29: sinalização de orientação de rota de fuga, indicação da condição de funcionamento da porta corta-fogo;
- 30: sinalização de orientação de rota de fuga, indicação da condição de funcionamento da porta corta-fogo.

Na seção Apêndice, pode-se encontrar além da legenda das sinalizações, alguns detalhes de sinalização em portas e em equipamentos.

Figura 19 - Projeto de sinalização



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.2.2.2 Discussão

A análise do CBMDF leva em consideração apenas a sinalização de orientação e salvamento e de equipamento.

O projeto de sinalização geralmente é dividido em duas etapas independentes: o projeto da sinalização de orientação e salvamento e o projeto da sinalização de equipamento. O primeiro pode ser elaborado assim que se tem a definição de *layout* e rota de fuga. Já o segundo, só pode ser elaborado quando se faz um estudo de todos os demais sistemas e define-se todos os equipamentos.

A sinalização está sujeita a intempéries de agentes físicos e químicos e deve ser vistoriada a cada seis meses efetuando-se a sua recuperação ou substituição, quando necessário. A NBR 13.434-1: item 7 – Manutenção, sugere inclusive que a sinalização deve ser objeto de inspeções periódica pelas autoridades competentes, para sua eventual correção. (ABNT, 2004)

4.2.3 Sistema de extintores

4.2.3.1 Análise

As orientações para dimensionamento, seleção e distribuição dos extintores estão dispostas na NT 03 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio do CBMDF. (DISTRITO FEDERAL, 2015 a). Desta forma, o que não tiver orientado no normativo local, deve ser consultado na NBR 12.693 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio. (ABNT, 2013 b)

De acordo com a NT03, os extintores portáteis devem ser dimensionados considerando-se: a classificação de risco da edificação, a classe de fogo a ser

extinto, o agente extintor a ser utilizado, a capacidade extintora do extintor e a distância máxima a ser percorrida. (DISTRITO FEDERAL, 2015 a)

Quase todas essas informações necessárias são possíveis de serem respondidas e no momento tem-se que:

- Classificação do risco edificação: Risco médio;
- Classe de fogo: Classe A, sólidos combustíveis, e principalmente Classe C, equipamentos e instalações elétricas energizadas;
- Agente extintor a ser utilizado: pó químico ABC e gás carbônico (CO₂).

A partir das informações já respondidas, seleciona-se a capacidade extintora, conforme tabela 2 da NT03 e a distância máxima a ser percorrida até os extintores portáteis, conforme tabela 3 da NT03. (DISTRITO FEDERAL, 2015 a) Assim tem-se que:

- Capacidade extintora para risco médio: 3-A e 20-B:C;
- Distâncias máximas a ser percorrida até o extintor para uma edificação de risco médio: 20 metros para classe de fogo A e 15 metros para a classe de fogo B.

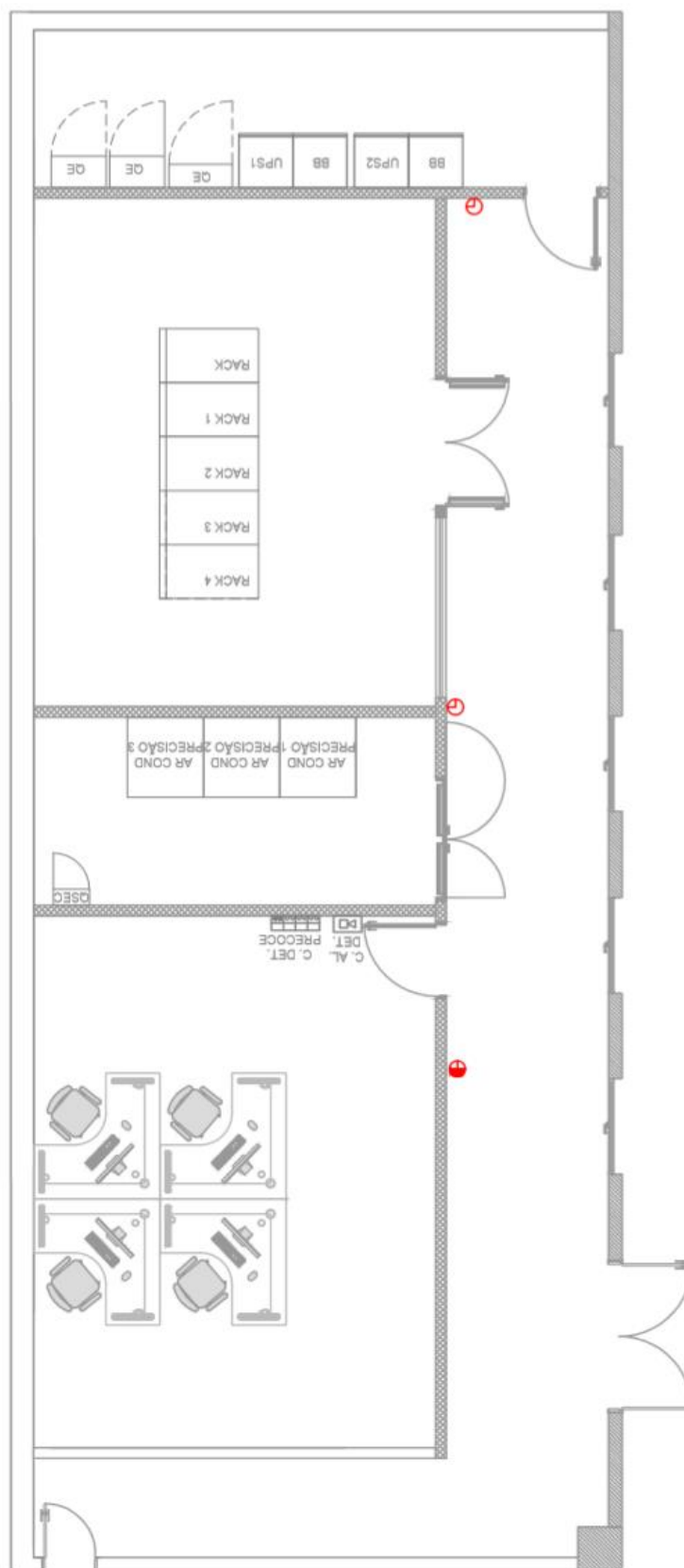
Sendo assim, serão propostos extintores de CO₂ nas proximidades da área que possui equipamentos de TI. Nos ambientes vizinhos ao *Data Center*, serão locados extintores do tipo ABC com capacidades mínimas de 3-A e 20-B:C.

Os extintores serão locados de forma que qualquer ocupante percorra no máximo 15 metros até o equipamento.

Na figura 20 segue uma proposta do projeto de sistema de extintores para o *Data Center* em estudo.

Na seção Apêndice, pode-se encontrar além da legenda dos extintores, alguns detalhes de sinalização e fixação de extintor.

Figura 20 - Projeto de sistema de extintores



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.2.3.2 Discussão

Para a definição do sistema de extintores o normativo local do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal é bem objetivo e direto com relação aos requisitos exigidos.

Não há nada no normativo que explicita as vantagens se de utilizar extintores do tipo ABC. No entanto, recomenda-se, sempre que possível, utilizar extintores ABC porque durante um sinistro e eventual foco de incêndio o usuário comum pode utilizar o extintor. O usuário comum não costuma perceber ou prestar a atenção aos tipos de extintores e na hora da necessidade geralmente pega o primeiro extintor que está a sua frente, não fazendo a devida análise da classe de fogo e do tipo de agente extintor. Isso pode agregar um risco adicional ao usuário comum. Por exemplo, se próximo ao usuário tiver um extintor de água pressurizada e estiver pegando fogo um computador ligado e aquele utilizar esse extintor e corre o risco de sofrer um choque elétrico.

Para a distribuição dos extintores nos ambientes é importante que o equipamento seja visível para todos os usuários, que não haja bloqueio ao seu acesso, que permaneça protegido contra intempéries e que não obstrua a rota de fuga.

O extintor do tipo CO₂ proposto é mais recomendado que o extintor do tipo pó químico BC, uma vez que não danifica os equipamentos elétricos.

Por fim, mas não menos importante, é fundamental que para o bom estado de conservação do sistema seja feita manutenção periódica nos extintores. É muito comum, em vistorias, encontrar extintores fora da data de validade.

4.2.4 Iluminação de emergência

4.2.4.1 Análise

O normativo que regula as diretrizes que projetos de iluminação de emergência é a NBR 10.898 – Sistemas de iluminação de emergência. Não há nenhuma norma técnica do CBMDF. (ABNT, 2013 a)

A iluminação de emergência deve clarear as áreas com pessoas presentes, passagens horizontais e verticais para as saídas de emergência na falta ou falha no fornecimento de energia elétrica.

A iluminação pode ser de aclaramento com intensidade suficiente para garantir a saída segura das pessoas do local em caso de emergência ou também de balizamento, iluminação de sinalização com símbolos e/ou indicando a rota de saída a ser utilizada. A iluminação de aclaramento é obrigatória para todos os locais de circulação de rotas de saída.

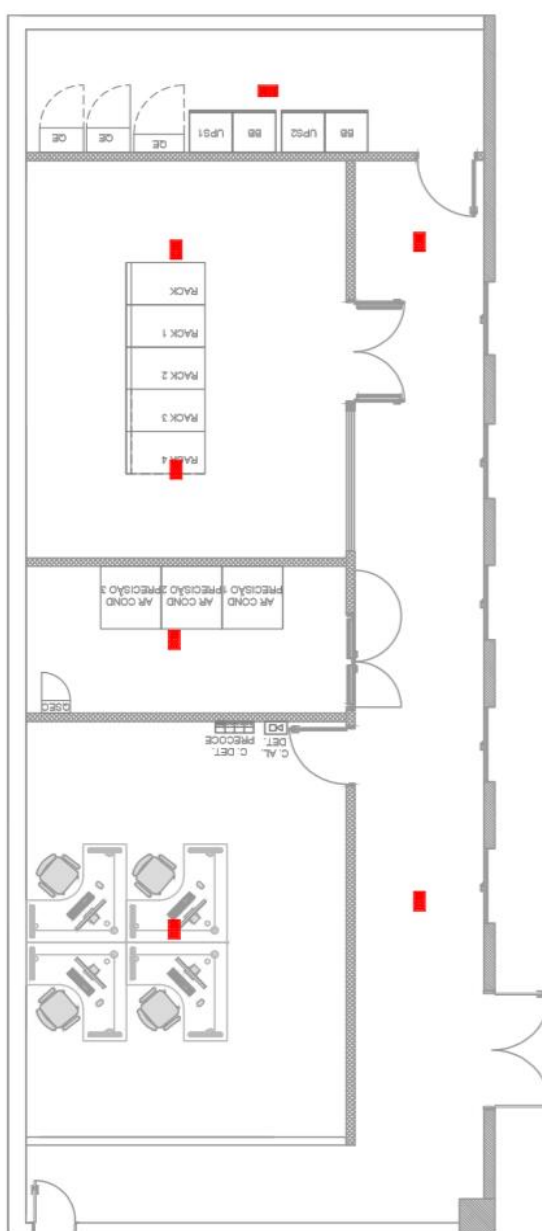
O cálculo da iluminação de emergência baseia-se nas recomendações do Anexo A da norma NBR 10.898, onde é recomendada a situação mínima seguinte: (ABNT, 2013 a)

- I. Teto ou Parede – Estabelecer um raio de duas vezes a distância do pé-direito do local, estando a luminária de emergência no centro, e posicionar quantas forem necessárias no ambiente de forma que toda a área seja coberta pela circunferência de atuação do fluxo luminoso de cada luminária; (ABNT, 2013)
- II. Garantir um nível mínimo de luminância no piso, de:
 - 5 lux em locais com desnível: escadas ou passagens com obstáculos;
 - 3 lux em locais planos: corredores, halls e locais de refúgio. (ABNT, 2013)

Isto posto, a proposta de iluminação de emergência para o *Data Center* em questão considera apenas a iluminação de aclaramento por bloco autônomo LED, já que a área de intervenção é pequena e porta de saída de emergência está bem acessível. A proposta segue na figura 21.

Na seção Apêndice, pode-se encontrar além da legenda de luminária de emergência, alguns detalhes.

Figura 21 - Projeto de sistema de iluminação de emergência



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.2.4.2 Discussão

Ressalta-se que o circuito de alimentação elétrico dos blocos autônomos deve estar sempre ligado à rede pública, de maneira a carregar e manter as baterias em plena capacidade.

No caso de blocos autônomos a fonte de energia é própria. Nos blocos autônomos com LED, o chaveamento de liga/desliga não pode interferir na vida útil projetada para as fontes de luz.

A autonomia do sistema é o tempo mínimo requerido para que a iluminação de emergência esteja seguramente funcionando nos níveis de iluminação exigidos no piso. A NBR 10.898 diz que a autonomia não pode ser menor do que 1h de funcionamento, incluindo uma perda não maior que 10% de sua luminosidade inicial. (ABNT, 2013 a)

A manutenção dos blocos autônomos deve seguir um controle mensal e semestral conforme descrito na norma ABNT NBR 10.898. Os defeitos constatados no sistema devem ser registrados no controle de segurança da edificação e consertado em um período de até 48h do registro. (ABNT, 2013 a)

4.2.5 Detecção e alarme de incêndio

4.2.5.1 Análise

Conforme visto no item 4.1 e definido de acordo com o normativo NT 01 – CBMDF – Medidas de segurança contra incêndio, exige-se que a edificação tenha no mínimo sistema de alarme de incêndio. (DISTRITO FEDERAL, 2016 b) Assim sendo, não há a necessidade de exigência de um sistema de detecção. Apesar disso, será

proposto para o *Data Center* em estudo um sistema de detecção e alarme convencional endereçável e precoce.

O normativo do CBMDF não apresenta nenhuma norma técnica referente a sistema de detecção e alarme de incêndio. Isto posto, deve-se considerar a NBR 17.240 – Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos. (ABNT, 2010)

Todo o edifício será atendido por um sistema de alarme de incêndio. Recomenda-se que a central deste sistema seja locada na sala de brigada ou em uma sala com monitoramento contínuo.

Já o sistema de detecção do *Data Center* será previsto de forma independente ao sistema do edifício, visto que o *Data Center* é um ambiente de missão crítica e necessita de cuidados redobrado.

A central do sistema de detecção e alarme do *Data Center* será locada na “Sala de Operação e Controle” do ambiente de missão crítica e deverá ser conectada a central de alarme de incêndio do edifício.

- Sistema de detecção e alarme endereçável

O sistema de detecção convencional deverá ser do tipo endereçável, de forma que todos os elementos do sistema possuam um endereço eletrônico próprio relacionado ao ambiente que está instalado. Assim, o operador/ usuário do sistema poderá saber de forma precisa e imediata o local onde o elemento está instalado.

A grosso modo, os detectores de fumaça apresentam raio de atuação de 6,30 metros e os termovelocimétricos de 4,20 metros, conforme norma NBR 17.240. (ABNT, 2010)

O sistema de detecção e alarme deverá ser totalmente automático sendo prevista a instalação de acionadores manuais de incêndio endereçáveis. Estes dispositivos funcionam como acionamento manual do sistema, caso necessário. Serão localizados internamente à área em estudo e nas saídas das rotas de fuga.

Além dos acionadores, também serão previstos indicadores audiovisuais – tipo flash estroboscópico – nas principais saídas de rotas de fuga e entrarão em funcionamento sempre que o sistema de detecção estiver em condição de alarme.

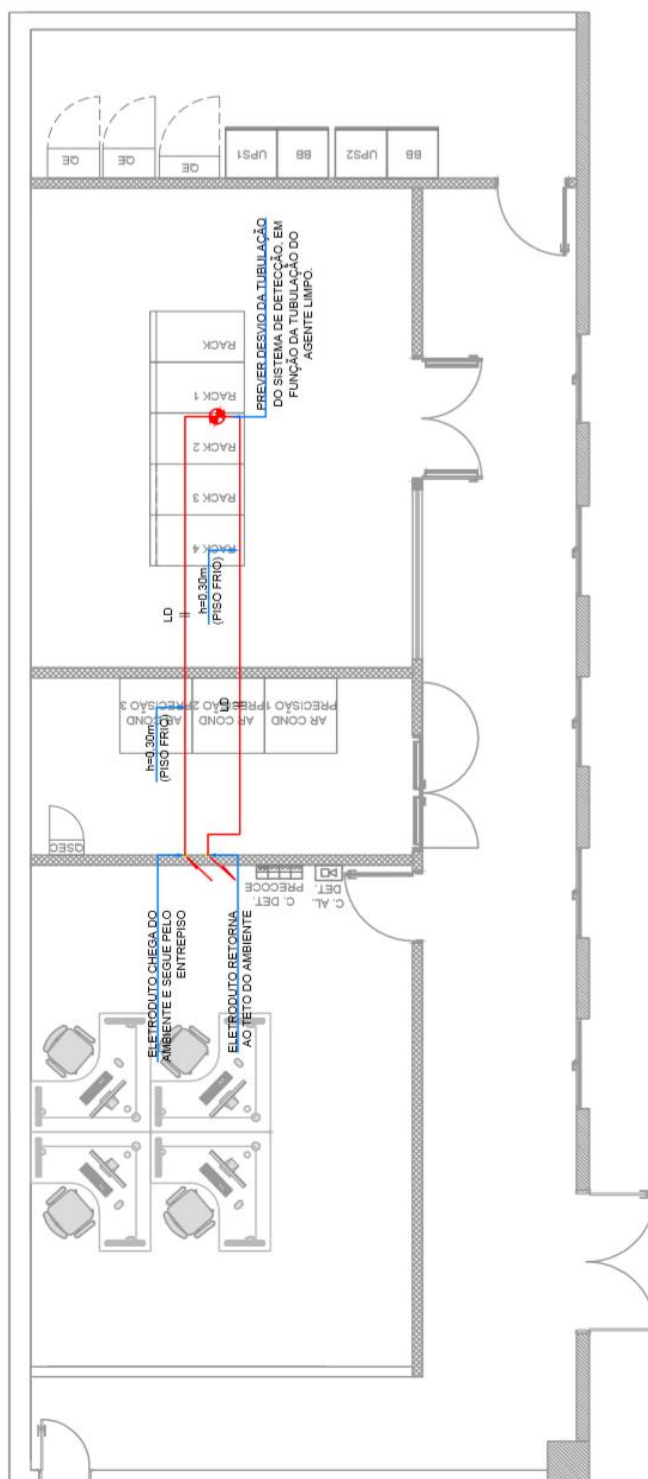
Ressalta-se que será proposto detecção no ambiente, no entre forro e no piso elevado.

Será proposto módulos de comando (MC) para travamento ou destravamento das portas, fechamento de dampers corta-fogo e disparo do sistema de supressão por agente limpo.

A seguir, na figura 22 uma proposta do projeto de sistema de detecção e alarme convencional endereçável para o *Data Center* em estudo para o ambiente e o entre forro. Na seção Apêndice, pode-se encontrar a legenda dos elementos do sistema de detecção e alarme de incêndio além de alguns detalhes.

A seguir, na figura 23 uma proposta do projeto de sistema de detecção e alarme convencional endereçável para o *Data Center* em estudo para o empreendimento. Lembrando que legendas e detalhes se encontram na seção Apêndice.

Figura 23 - Projeto de detecção convencional para o empreendimento



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

- Sistema de detecção precoce

Para maior proteção do ambiente crítico, será previsto também um sistema de detecção precoce de alta sensibilidade a laser. Este sistema de detecção de alta sensibilidade tem a função de monitorar os eventos de incêndio em um nível de sensibilidade bastante inferior àqueles dos detectores de fumaça ópticos, permitindo que ações preventivas na fase mais precoce do surgimento do fogo.

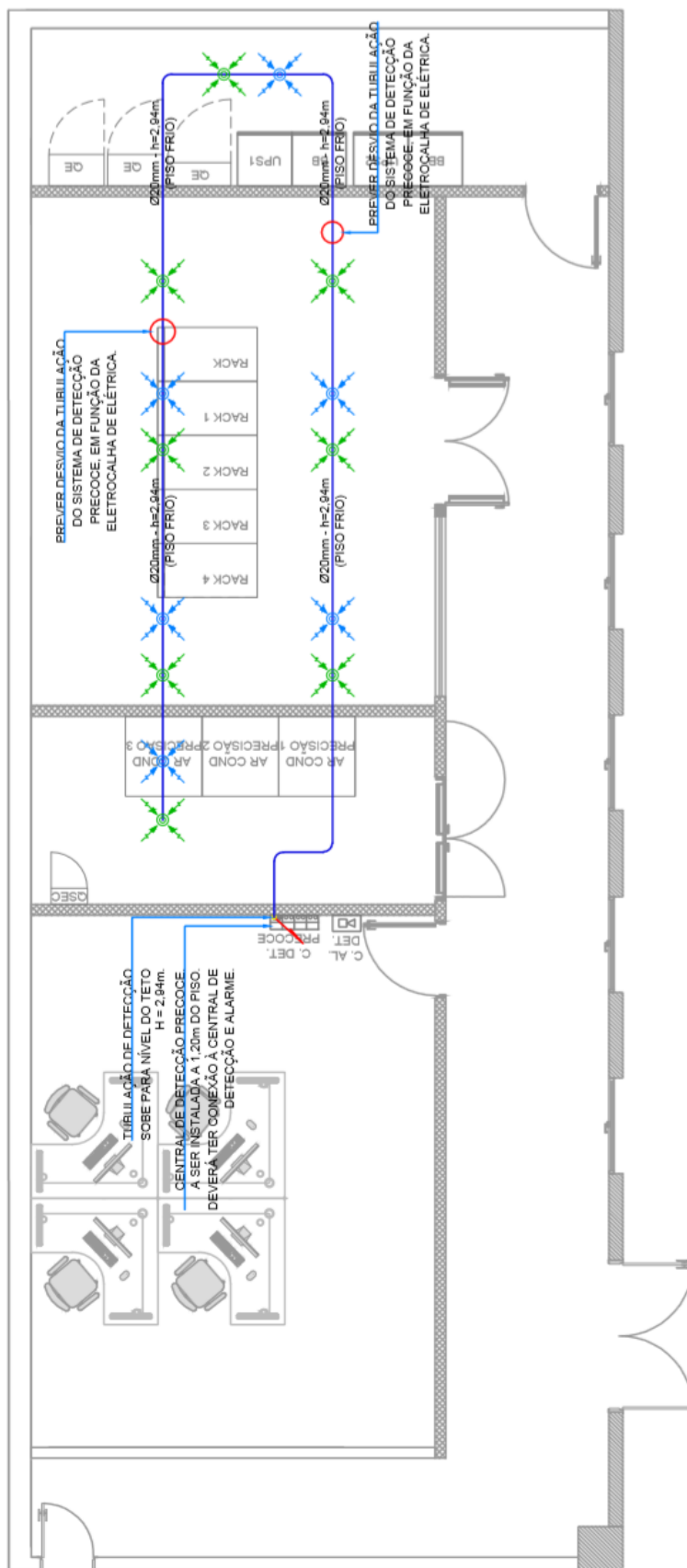
A alta precisão do equipamento de detecção precoce é capaz de detectar baixíssimos níveis de fumaça. Quando um detector é ativado, os princípios das fontes de ignição podem ser combatidos por ações manuais, como por exemplo: extintores portáteis e/ou desligamento de circuitos superaquecidos, etc. Desta forma, pode-se evitar que haja uma intervenção dos sistemas automáticos. Esta filosofia poupa, por exemplo, descargas indevidas de combate por gás (supressão por agentes limpos).

Ressalta-se que o sinal proveniente do sistema de detecção precoce indicando não conformidade do local, resultará na indicação de “pré-alarme” pela central de incêndio e não implicará na atuação de sistemas de combate.

A alimentação elétrica da central de detecção precoce resume-se ao fornecimento de um ponto de força estabilizado, a partir de um circuito exclusivo para os sistemas de segurança. Já o suprimento de energia alternativa para o detector de alta sensibilidade deverá ser fornecido através de baterias de 12 Ah.

Será proposto detecção precoce no ambiente, no entre forro e no piso elevado. Segue na figura 24 uma proposta do projeto de sistema de detecção precoce para o *Data Center* para o ambiente e o entre forro e na seção Apêndice, pode-se encontrar a legenda de dos elementos do sistema de detecção precoce de incêndio além de alguns detalhes.

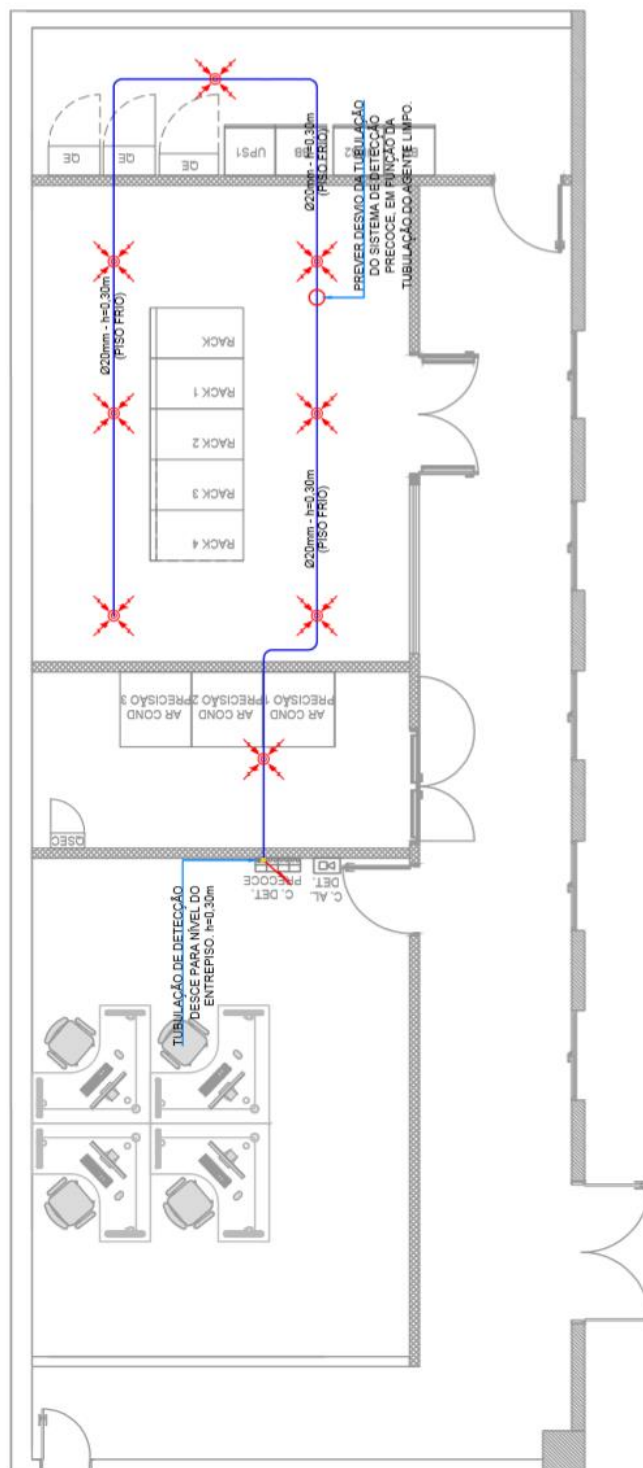
Figura 24 - Projeto de detecção precoce para o ambiente e entre forro



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

A seguir, na figura 25 uma proposta do projeto de sistema de detecção precoce para o Data Center em estudo para o entrepiso. Lembrando que legendas e detalhes se encontram na seção Apêndice.

Figura 25 - Projeto de detecção precoce para o entrepiso



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.2.5.2 Discussão

A norma NBR 17.240 – Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos, se refere ao sistema de detecção precoce como detecção por amostragem de ar, também conhecido como detecção por aspiração. (ABNT, 2010)

As vantagens da adição de sistema de detecção de fumaça precoce ao sistema de detecção e alarme de incêndio são apresentadas a seguir:

- Prover a detecção de superaquecimento de circuitos elétricos, antes da ignição do isolamento térmico dos cabos, permitindo a execução de inspeções nos circuitos da área cujo detector precoce entrou em funcionamento;
- Minimizar o funcionamento do sistema de detecção e alarme na atuação de detectores ópticos e, conseqüentemente, evitar paradas de operação nas áreas cobertas;
- Evitar a descarga desnecessária do agente limpo, porventura descarregado desnecessariamente, o que é indesejável devido aos custos de recarga dos cilindros;
- Evitar interrupções longas no funcionamento do *Data Center*.

Tanto o sistema de detecção e alarme convencional, quanto o sistema de detecção precoce deve ter a proteção física e mecânica da linha de sinalização provida por uma rede de eletrodutos metálicos galvanizados ao fogo, que se encaminha a partir da central de detecção e alarme por toda a área coberta pelo sistema e retorna à central por caminho distinto.

Recomenda-se que todos os equipamentos para o sistema de detecção e alta sensibilidade tenha sido listado e aprovado pela qualidade exigida UL Listed (Underwriters Laboratories) ou FM Approved (Factory Mutual).

Ressalta-se que a central de detecção precoce deve ser interligada à central de alarme e detecção e esta deverá se comunicar com a automação da edificação através da saída de comunicação em protocolo universal para conexão ao BMS (*Building Management System*).

Por fim, como qualquer sistema de proteção contra incêndio, os sistemas de detecção devem ser inspecionados e testados periodicamente e sofrer manutenções preventivas e corretivas, para que estejam sempre em condições mínimas de funcionamento e, portanto, sejam confiáveis.

4.2.6 Hidrantes e mangotinhos

4.2.6.1 Análise

O normativo NT 01 – CBMDF – Medidas de segurança contra incêndio, item 4.4 da norma, exige que a edificação seja atendida por um sistema de hidrante. (DISTRITO FEDERAL, 2016 b) A partir deste ponto, segue-se a análise sobre este sistema.

Na legislação do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, a NT 04 apresenta algumas orientações de sistemas de proteção por Hidrantes. (DISTRITO FEDERAL, 2000) Vale ressaltar que esta norma técnica é complementada pela NBR 13.714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. (ABNT, 2000)

Como o sistema de proteção por hidrante é um sistema que abrange toda a edificação, a análise deste sistema será simplificada e focada apenas na área do estudo de caso, o *Data Center*. O sistema em questão é analisado com mais profundidade quando se considera a edificação como um todo, uma vez que necessita de um reservatório específico que atenda a reserva técnica de incêndio, dimensionamento de conjuntos motobombas que atendam as classes de pressão e vazão do caminho crítico além das tubulações fixas.

O item 4.23.2 do normativo local recomenda que a distância entre os hidrantes não pode ultrapassar 30 metros. Isto posto, apenas um é suficiente para atender a área do *Data Center*. A tubulação do hidrante deve ser ligada ao sistema do edifício. (ABNT, 2000)

Segue na figura 26 uma proposta do projeto de sistema de hidrante para o *Data Center* em estudo. Na seção Apêndice, pode-se encontrar a legenda dos elementos do sistema de hidrante além de alguns detalhes.

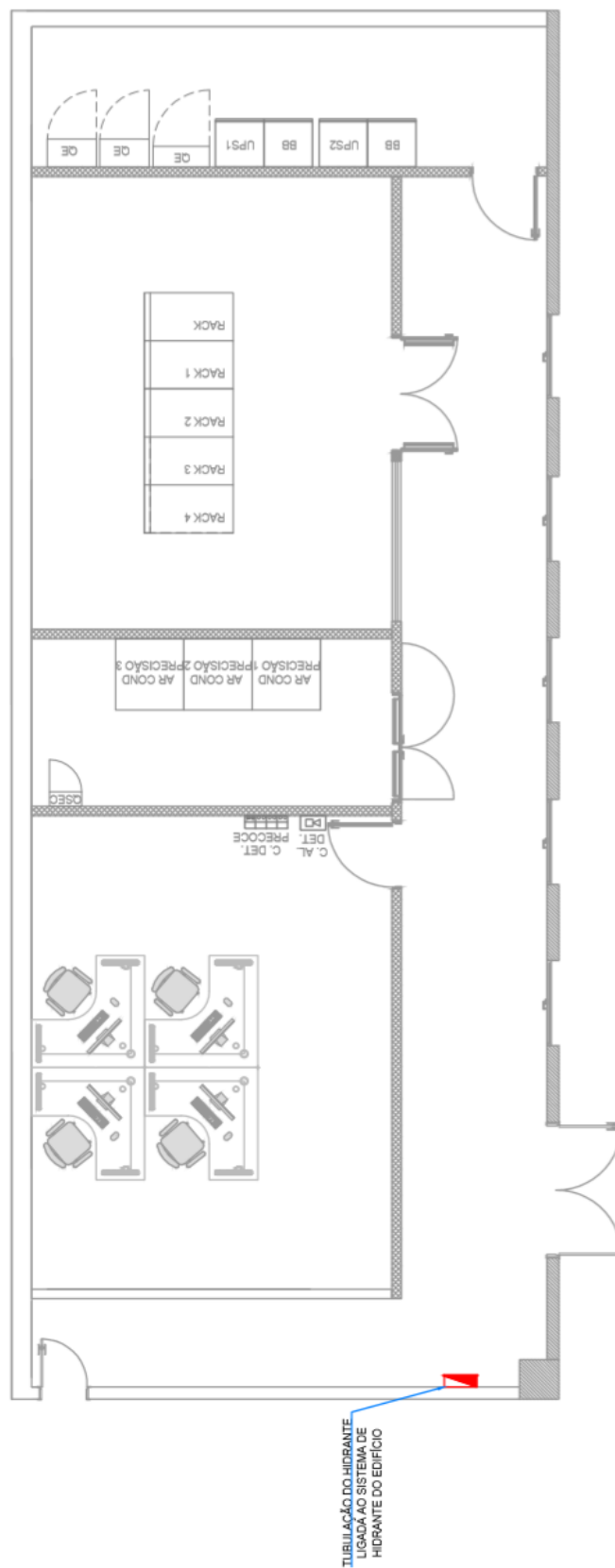
4.2.6.2 Discussão

O item 4.23.2 do normativo local NT 04 recomenda que a distância entre os hidrantes não pode ultrapassar 30 metros. (DISTRITO FEDERAL, 2000) Importante saliente que este item diverge do normativo brasileiro NBR 13.714 que diz que a área de atuação do hidrante é de 30 metros e não restringe a distância entre eles. (ABNT, 2000) Por tanto, a distância entre os hidrantes pode ser maior que 30 metros e menor que 60 metros. Deve-se seguir o normativo local além de ser mais restritivo.

Conforme exposto anteriormente, é um sistema que necessita de reservatório com uma reserva técnica de incêndio além de que todas as suas estruturas das instalações são fixas. Isto posto, dentro da área de intervenção do *Data Center* apenas avaliou-se o menor posicionamento do hidrante e sugeriu-se que a tubulação seja interligada no sistema da edificação.

As características das mangueiras devem atender à NBR-11.861 – Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio. É importante segue o plano de manutenção das mangueiras e sempre verificar a data de validade das mesmas. (ABNT, 1998) É comum encontrar em vistoria as mangueiras com data de validade vencida.

Figura 26 - Proposta de locação de hidrante



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

4.2.7 Chuveiros automáticos

4.2.7.1 Análise e discussão

De acordo com o normativo NT 01 – CBMDF – Medidas de segurança contra incêndio, item 4.4, os chuveiros automáticos não é uma exigência mínima necessária à edificação em questão. (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

Não será proposto sistema de combate por chuveiros automáticos, pois é um sistema que depende da infraestrutura robusta e não é exigência mínima do Corpo de Bombeiros. Além do mais, a edificação não tem previsão de instalar este sistema.

O caso de se propor um sistema de chuveiros automáticos é complexo e deve-se fazer uma análise criteriosa. Conforme exposto anteriormente, é um sistema que necessita de reservatório com uma reserva técnica de incêndio além de que todas as suas estruturas das instalações são fixas. Isto posto, deve-se ser averiguado pelo projetista se é possível realmente fazer esta instalação, uma vez que pode impactar também no projeto estrutural da edificação. Neste estudo, não foi possível propor um sistema de chuveiros automáticos.

4.2.8 Supressão de gás

4.2.8.1 Análise

O normativo do Distrito Federal não prevê e nem faz menção aos sistemas de supressão de gás. Não há norma brasileira que prevê o uso deste sistema. A norma internacional que orienta a aplicação do sistema de supressão é a NFPA 2001.

Como se trata de ambiente de missão crítica em uma edificação que não tem um sistema de chuveiros automáticos é pertinente propor um sistema de combate e prevenção à incêndio por supressão de gás.

O sistema de supressão proposto é um sistema fixo de inundação total do ambiente, incluindo entre forro e entrepisos. O cilindro será localizado no “Data Hall”. A atuação do sistema será automática e acionada pelo sistema de detecção de incêndio que detecta o fogo e envia sinal ao solenoide atuador elétrico que comandará a abertura da válvula do cilindro e ocorre a descarga do agente extintor através da tubulação para os difusores localizados no ambiente, no entre forro e no entrepisos. É um sistema de baixa pressão que permite sua utilização segura quanto a aspectos de sobrepressurização do ambiente protegido.

A definição do tipo de agente limpo que será utilizado no *Data Center* em estudo deve ser avaliada com uma análise comparativa das soluções disponíveis no mercado.

Como explicado anteriormente, os gases inertes combatem ao fogo por abafamento reduzindo a concentração de oxigênio (oxirredução) no ar até 12% em volume. Apesar do “Data Hall” e da “Sala elétrica” não ter alta concentração de pessoas, a “Sala de operação e controle” apresenta previsão de posto de trabalho e é um ambiente muito próximo. O emprego dos gases inertes será descartado.

Já os gases ativos combatem o fogo principalmente por resfriamento retirando energia térmica a nível molecular e interrompendo a reação química em cadeia. Dentre as opções deste tipo de gás considerou-se duas opções de agentes disponíveis no mercado:

- FK-5-1-12 (conforme denominação ISO 14520) – comercialmente denominado NOVEC 1230 da 3M (modelo e fabricante de referência); (ISO, 2006)
- HFC 227ea (conforme denominação ISO 14520) – comercialmente denominado FM-200 da Dupont (modelo e fabricante de referência). (ISSO, 2006)

Dois parâmetros foram considerados para definição do agente a ser considerado, sendo eles: segurança aos ocupantes e equipamentos e custos de implantação.

Sobre a segurança aos ocupantes e equipamentos os dois agentes se equivalem quando empregados em suas corretas concentrações – 6,7 a 8,7% para o HFC 227ea e 4,5 a 6,0% para o FK-5- 1-12 (de acordo com NFPA 2001 :2012 – Standard on Clean Agent Fire Exting uishing Systems). Ressalta-se que a concentração referida é a porção de agente limpo em uma mistura de agente e ar expressa em porcentagem volumétrica.

Acerca dos custos de instalação, o FK-5-1-12 perde vantagem uma vez que possui custos de instalação e reposição maiores em relação ao HFC 227ea. Estima-se que o custo total de instalação do primeiro é cerca de 15% maior que o segundo. Entretanto, a tendência é que os custos relacionados ao FK-5-1-12 decresçam ao longo do tempo.

O investidor do Datacenter em estudo apresentou uma premissa de limite de orçamento para a implantação do site. Isto posto, o agente definido será o HFC 227ea, FM-200.

Segue na figura 27 uma proposta do projeto de sistema de supressão de gás utilizando o HFC 227ea, FM-200, para o ambiente e entre forro para o *Data Center* em estudo.

Na seção Apêndice, pode-se encontrar a legenda dos elementos constituintes do sistema de supressão de gás, bem como alguns detalhes importantes para o completo entendimento da instalação.

4.2.8.2 Discussão

Apesar da escolha do HFC 227ea (FM-200) é importante informar que o agente FK-5-1-12 (NOVEC 1230) possui como vantagem o menor impacto sobre o meio ambiente em relação aos outros gases, uma vez que possui GWP (Global Warning Potential) igual a 1 e tempo de vida na atmosfera de 0,019 anos (7 dias). O HFC 227ea possui GWP de 3220 e tempo de vida na atmosfera de aproximadamente 38,9 anos. Observa-se que o HFC 227ea determina elevado impacto sobre o aquecimento global. Ambos os gases possuem ODP (Ozone Depletion Potential) igual a 0, ou seja, não possuem potencial de destruição da camada de ozônio.

Ressalta-se que, de acordo com os normativos ambientais vigentes, ambos os gases podem ser empregados. Entretanto, em 2016 os países membros do Protocolo de Montreal decidiram incluir os hidrofluorcarbonos (HFCs) entre as substâncias controladas pelo Protocolo, o que ocorreu na 28ª Reunião das Partes, em Kigali, Ruanda. A conhecida Emenda de Kigali definiu um cronograma para redução da produção e consumo dos HFCs, que será iniciado no ano de 2024 (congelamento de consumo, ou seja, o consumo não poderá ser superior ao consumido neste ano), iniciará a redução a partir de 2029 (redução de 10% em relação à média consumida entre 2020 a 2022) e chegará ao teto de redução de 80% no ano de 2045 (PROTOCOLO DE MONTREAL, 2017).

Apesar do forte argumento do impacto ambiental, o dono do empreendimento estabeleceu como premissa um teto orçamentário e não foi possível propor o Novec 1230. A questão orçamentária muitas vezes é o tópico mais importante para a viabilidade da implantação do empreendimento. Todavia, é função do projetista informar as vantagens e prejuízos de cada solução.

4.2.9 Sistema de proteção contra descarga atmosférica

4.2.9.1 Análise e discussão

De acordo com o normativo NT 01 – CBMDF – Medidas de segurança contra incêndio, item 4.4 da norma, se exige que a edificação tenha sistema de proteção contra descarga atmosférica (SPDA). (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

Destaca-se que o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal não apresenta nenhuma norma técnica referente a sistema de proteção contra descarga atmosférica. Assim sendo, deve-se considerar a norma NBR 5.419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. (ABNT, 2001)

Contudo, o SPDA é um sistema de proteção que deve ser previsto para a edificação como um todo e está fora do escopo deste estudo de caso. Por tanto, considera-se que o *Data Center* está em uma área protegida pelo SPDA.

4.2.10 Comentários adicionais

Para aprovação do projeto legal de incêndio deve-se seguir as orientações listadas na Instrução Normativa IN 01 – Análise de projetos de arquitetura e de instalação contra incêndio e pânico – Procedimentos do CBMDF. (DISTRITO FEDERAL, 2016 a)

O *Data Center* pertence a uma edificação nova, então a aprovação do projeto legal de incêndio da área em estudo deve ser anexada ao projeto da edificação.

A plataforma SCIP foi criada para agilizar trâmites processuais no CBMDF. O sistema entrou em funcionamento no dia 6 de março de 2018 e atualmente

recepciona Consulta Prévia de Arquitetura e Projetos de Instalações Contra Incêndio e Pânico.

Como o empreendimento é novo o processo inicia-se pela aprovação do projeto de arquitetura em consulta prévia junto ao CBMDF. É na consulta prévia que o bombeiro avalia a localização, situação, dimensionamento da rota fuga e reversa técnica de incêndio. A consulta prévia é uma particularidade do CBMDF, geralmente os demais Corpo de Bombeiros avaliam o projeto de arquitetura juntamente com o de incêndio. (DISTRITO FEDERAL, 2016 a)

Após a aprovação do projeto arquitetônico em consulta prévia, pode-se seguir com o processo de aprovação do projeto legal de incêndio. O processo deve ser cadastrado na plataforma SCIP por meio de uma espécie de formulário e ao final do cadastro o próprio sistema gera uma taxa que deve ser paga. O processo deve conter documento de responsabilidade técnica com a descrição das medidas de segurança contra incêndio e pânico projetadas, memoriais de cálculo das medidas de segurança contra incêndio e pânico por hidrantes de parede, chuveiros automáticos e pressurização das escadas, pranchas com os projetos das medidas de segurança contra incêndio e pânico conforme norma técnica específica e o projeto de arquitetura aprovado em consulta prévia pelo CBMDF. (DISTRITO FEDERAL, 2016 a)

5 CONCLUSÃO

O objetivo de analisar os sistemas de prevenção e combate a incêndio de um *Data Center* foi atendido. O *Data Center* em estudo ainda não existe, portanto, a análise se baseou no projeto executivo.

Nas proteções passivas do estudo observa-se a aplicação da compartimentação horizontal e da saída de emergência bem dimensionada de acordo com o normativo. Ressalta-se que o CBMDF não exige controle de materiais em suas normas. Já nas proteções ativas, observa-se a sinalização de emergência, sistema de extintores de incêndio, iluminação de emergência, detecção e alarme de incêndio, hidrante, supressão de gás e sistema de proteção contra descarga atmosférica. Lembrando que o sistema de detecção de incêndio e de supressão de gás são propostas que conferem maior proteção ao *Data Center* e não são exigências do CBMDF.

O estudo de caso seguiu os métodos aplicados propostos, baseados na avaliação dos sistemas de prevenção e combate a incêndio com base nas legislações especificadas do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e as normas da ABNT. A avaliação dos sistemas seguiu a rotina de análise dos sistemas e das necessidades e posteriormente uma discussão.

O maior diferencial do estudo dos sistemas de prevenção e combate a incêndio em um *Data Center* é aprofundar a discussão sobre os sistemas de detecção precoce e de supressão de gás. Estes sistemas não são de aplicação usual.

Sugere-se que após a implementação do *Data Center* em estudo seja realizado uma vistoria para averiguar se realmente tudo o que foi proposto foi instalado. Em caso negativo, deve-se fazer um estudo para propor um plano de adequação dos sistemas de prevenção e combate a incêndio para o *Data Center*. É importante salientar a relevância da fiscalização e da manutenção dos sistemas de prevenção e combate a incêndio.

REFERÊNCIAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Visão Abinee – Grupo Setorial de Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio**. Seminário na Câmara dos Deputados, Comissão externa temporária Tragédia em Santa Maria - RS. Brasília, DF. 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.860 – **Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11.861 – **Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.714 – **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.419 – **Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.434 – **Sinalização de segurança contra incêndio e pânico**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17.240 – **Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.077 – **Saídas de Emergências em Edifícios**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.898 – **Sistema de iluminação de emergência**. Rio de Janeiro, 2013 a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.693 – **Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2013 b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.897 – **Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.962 – **Extintores de incêndio – Inspeção e Manutenção**. Rio de Janeiro, 2016.

BARROSO, L et al. ***The Datacenter as a Computer***. 2ª edição. Madison, Estados Unidos. 2013.

BRENTANO, T. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 3º edição. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndio ao projeto de edificações**. 3ª edição. Porto Alegre: T Edições, 2015.

CANAL COMSTOR. **O papel do *Data Center* na Indústria 4.0**. Publicado em 19 jun 2018. Disponível em: <https://blogbrasil.comstor.com/o-papel-do-data-center-na-industria-4-0>. Acesso em: 24 fev. 2019.

CANAL COMSTOR. **O que é um *Data Center*?** Publicado em 10 set 2013. Disponível em: <https://blogbrasil.comstor.com/bid/334188/o-que-um-data-center>. Acesso em: 24 fev. 2019.

CARRASCO, A. **Proteccion contra incendios – Analisis y Diseño de sistemas**. 2ª edição. Madrid. Editorial Geohabitat. 1999.

DISTRITO FEDERAL. **Instrução Normativa IN N°001/2016 – Análise de projetos de arquitetura e de instalação contra incêndio e pânico – Procedimentos.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2016 a.

DISTRITO FEDERAL. **Norma Técnica NT N°01/2016 – Medidas de Segurança Contra Incêndio no Distrito Federal.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2016 b.

DISTRITO FEDERAL. **Norma Técnica NT N°02/2016 – Risco de incêndio e carga de incêndio.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2016 c.

DISTRITO FEDERAL. **Norma Técnica NT N°03/2015 – Sistema de proteção por extintores de incêndio.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2015 a.

DISTRITO FEDERAL. **Norma Técnica NT N°04/2000 – Sistema de Proteção por Hidrante.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2000.

DISTRITO FEDERAL. **Norma Técnica NT N°10/2015 – Saídas de Emergência.** Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2015 b.

CISCO. Cisco Virtualized Multi-Tenant *Data Center* Version 2.2 Design Guide. University of California, 2013. Disponível online em https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Data_Center/VMDC/2-2/design_guide/vmdcDesign22.pdf . Acesso em 24 fev 2019.

ISO – *International Organization Standardad.* **ISO 8421-1 – Fire protection – Vocabulary.** 1987.

ISO – *International Organization Standardad.* **ISO 14520 – Gaseous fire – extinguishing systems.** 2006.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems**. 20th Ed. A. E.Cote (Ed) Massachusetts: Quincy, National Fire Protection Association.2001.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). **Fire Protection Handbook**. 20th Ed. A. E.Cote (Ed) Massachusetts: Quincy, National Fire Protection Association. 2002.

ONO, R. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos**. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre, RS. 2007. Disponível online em: https://www.researchgate.net/profile/Rosaria_Ono/publication/237833081_Parametros_para_garantia_da_qualidade_do_projeto_de_seguranca_contra_incendio_em_edificios_altos/links/54b3c00a0cf2318f0f956ebc.pdf . Acesso em: 27 dez. 2018.

PROTOCOLO DE MONTREAL, EMENDA DE KIGALI. **Cronograma de redução da produção e consumo dos HFCs aprovado**. Ruanda. 19 mai 2017.

SÃO PAULO (ESTADO). **Instrução Técnica NT N°02/2018 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio**. São Paulo: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de São Paulo, 2018.

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

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Proteção contra incêndios e explosões - Parte A. Escola Politécnica da USP, Programa de Educação Continuada (PECE). São Paulo, 2017 a.





































UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Proteção contra incêndios e explosões - Parte B. Escola Politécnica da USP, Programa de Educação Continuada (PECE). São Paulo, 2017 b.

VERDI, F et al. **Novas arquiteturas de *Data Center* para Cloud Computing**. São Paulo, 2010.

APÊNDICE

APÊNDICE A – LEGENDA DA SINALIZAÇÃO




















A legenda abaixo da sinalização é baseada na norma ABNT NBR 13.434:2004 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, partes 1, 2 e 3. (ARQUIVO PESSOAL, 2018)

SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO				
CÓDIGO NBR 13434-2	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO		
12		 12 252/126 mm	INDICAÇÃO DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA	
13		 13 252/126 mm	INDICAÇÃO DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA	
14		 14 252/126 mm	INDICAÇÃO DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA	
15	A		 15A 252/126 mm	INDICAÇÃO DE RAMPA NO TRAJETO DE FUGA
	B		 15B 252/126 mm	
	C		 15C 252/126 mm	
	D		 15D 252/126 mm	
16	A		 16A 252/126 mm	INDICAÇÃO DE ESCADA DE EMERGÊNCIA
	B		 16B 252/126 mm	
	C		 16C 252/126 mm	
	D		 16D 252/126 mm	
17	A		 17A 252/126 mm	INDICAÇÃO DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA
	B		 17B 252/126 mm	
	C		 17C 252/126 mm	
	D		 17D 252/126 mm	
	E		 17E 252/126 mm	
19	A		 19A 178/178 mm	INDICAÇÃO DO PAVIMENTO, NO INTERIOR DA ESCADA (PATAMAR)
	B		 19B 158/178 mm	

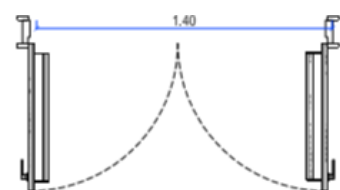
SINALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		
CÓDIGO NBR 13434-2	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
20	 	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DE AVISADOR SONORO/VISUAL DE ALARME
21	 	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DE ACIONADOR MANUAL DE ALARME
23	 	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DOS EXTINTORES DE INCÊNDIO
25	 	INDICAÇÃO DO ABRIGO DA MANGUEIRA DE INCÊNDIO COM OU SEM HIDRANTE
26	 	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DO HIDRANTE FORA DO ABRIGO DE MANGUEIRA
E17	 	SINALIZAÇÃO DE SOLO PARA EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO
C1	 	INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DO ABRIGO DA CHAVE COM ACIONADOR

INDICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO DAS PORTAS CORTA-FOGO		
CÓDIGO NBR 13434-2	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
29	 	INDICAÇÃO DA CONDIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DA PORTA CORTA-FOGO
30	 	INDICAÇÃO DA CONDIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DA PORTA CORTA-FOGO

APÊNDICE B – LEGENDA DA SIMBOLOGIA COM DESCRIÇÃO (ARQUIVO PESSOAL, 2018)

LEGENDAS	
SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
	SINALIZAÇÃO PROIBIÇÃO / ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO / EQUIPAMENTOS XX=CÓDIGO (DE ACORDO COM A NBR 13434-2) YYY/YYY=DIMENSÕES LARGURA / ALTURA (EM MILÍMETROS)
	EXTINTOR MANUAL PORTÁTIL DE PÓ QUÍMICO ABC, CARGA 6KG, CAPACIDADE EXTINTORA 3A:20:BC, INSTALADO EM SUPORTE DE FIXAÇÃO PARA PISO/PAREDE
	EXTINTOR MANUAL PORTÁTIL DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2), CARGA 6KG, CAPACIDADE EXTINTORA 5.BC, INSTALADO EM SUPORTE DE FIXAÇÃO PARA PISO/PAREDE
	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA
	INDICAÇÃO DO FLUXO DA ROTA DE FUGA
	SAÍDA FINAL DA ROTA DE FUGA
	BLOCO AUTÔNOMO DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA - LED
	ALARME (AVISADOR) SONORO/VISUAL
	ACIONADOR MANUAL DE ALARME
	DETECTOR DE FUMAÇA
	DETECTOR TERMOVELOCIMÉTRICO
	CENTRAL DE DETECÇÃO E ALARME
	MÓDULO MONITOR ENDEREÇÁVEL
	MÓDULO DE COMANDO ENDEREÇÁVEL
	MÓDULO ISOLADOR DE LINHA
	ELETRODUTOS EM AÇO GALVANIZADO DO SISTEMA DE DETECÇÃO Ø3/4" (PROJETO DE DETECÇÃO E ALARME)
	BOTOEIRA SEM RETENÇÃO PARA RETARDO DE GÁS INERTE
	LAÇO DE COMANDO
	LAÇO DE DETECÇÃO
	CENTRAL DE DETECÇÃO PRECOCE DE INCÊNDIO
	PONTO DE AMOSTRAGEM DETECÇÃO PRECOCE AO NÍVEL DO AMBIENTE
	PONTO DE AMOSTRAGEM DETECÇÃO PRECOCE AO NÍVEL DO ENTREFORRO
	PONTO DE AMOSTRAGEM DETECÇÃO PRECOCE AO NÍVEL DO ENTREPISO
	TUBO DE CPVC PARA DETECÇÃO PRECOCE DE INCÊNDIO - Ø20mm - INSTALADO NO AMBIENTE
	TUBO DE CPVC PARA DETECÇÃO PRECOCE DE INCÊNDIO - Ø20mm - INSTALADO NO ENTREPISO
	HIDRANTE DE PAREDE
	DIFUSOR DE AGENTE LIMPO 360°
	DIFUSOR DE AGENTE LIMPO 180°
	CILINDRO DE ARMAZENAMENTO DE AGENTE LIMPO
	TUBULAÇÃO AÇO CARBONO SCHEDULE 40 (PROJETO DE SUPRESSÃO POR AGENTE LIMPO)
	TUBULAÇÃO QUE DESCE
	TUBULAÇÃO QUE SOBE

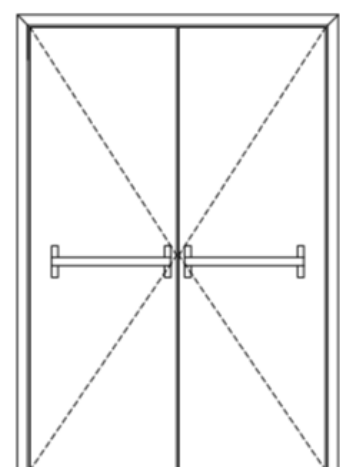
APÊNDICE C – DETALHES DE ARQUITETURA (ARQUIVO PESSOAL, 2018)



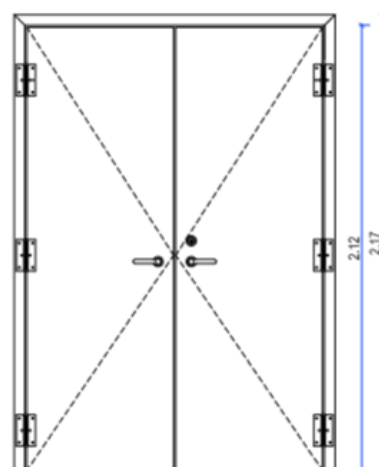
SECÇÃO SUPERIOR
PF - PORTA CORTA-FOGO
Escala: 1/25
Unidade: metros

PF - PORTA CORTA FOGO

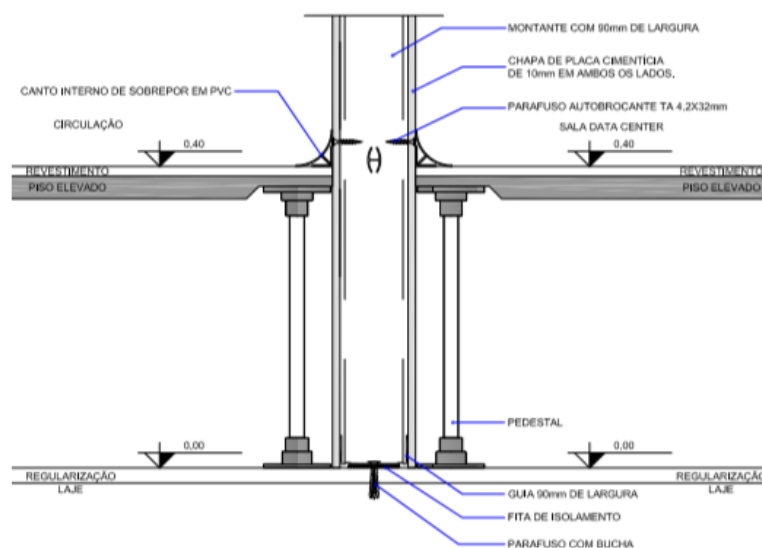
DUAS FOLHAS DE ABRIR, COM PREENCHIMENTO EM MANTA DE FIBRA-CERÂMICA.
DIMENSÃO, 140x210cm.
FACE EXTERNA REVESTIDA DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA.
FACE INTERNA REVESTIDA DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA.
PORTAL E ALIZAR ACABAMENTO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADA.
MAÇANETA DE CHAVE E BARRA ANTIPÂNICO.
MOLA HIDRÁULICA AÉREA ACABAMENTO CROMADO.



VISTA FRONTAL
PF - PORTA CORTA-FOGO
Escala: 1/25
Unidade: metros

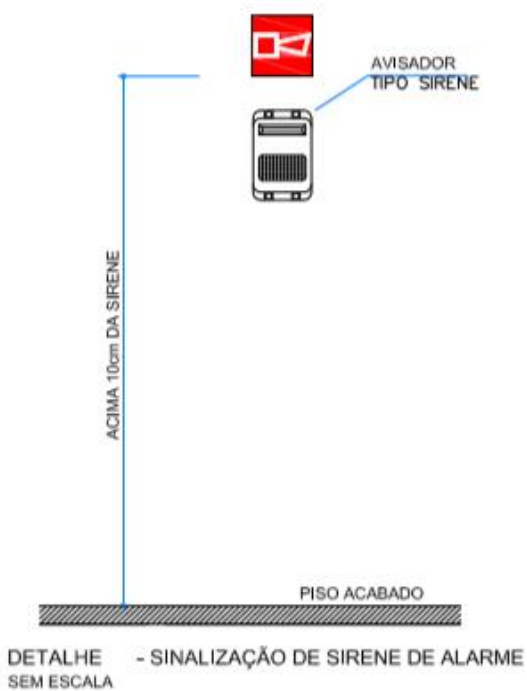
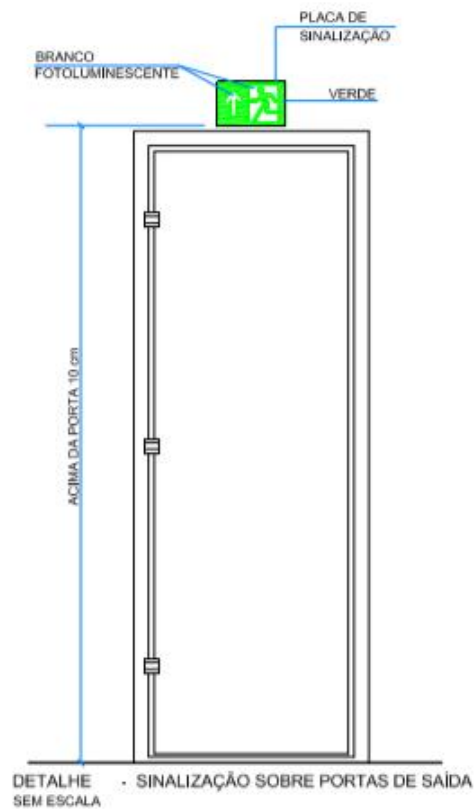


VISTA POSTERIOR
PF - PORTA CORTA-FOGO
Escala: 1/25
Unidade: metros

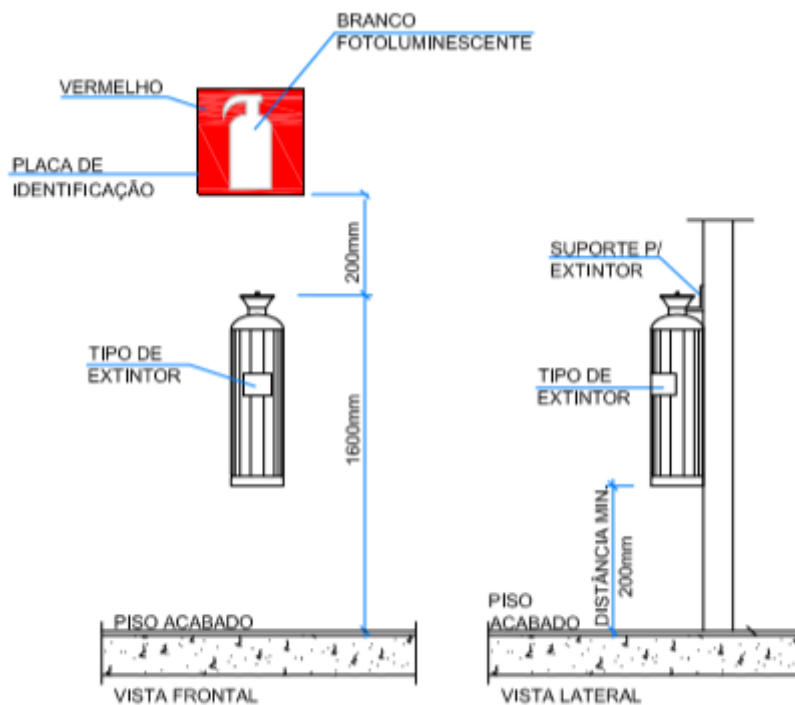


DET.1 - PISO
Escala: 1/50
Unidade: metros

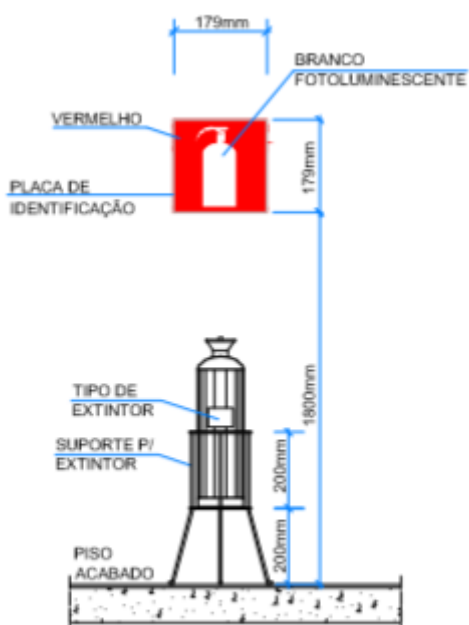
APÊNDICE D – DETALHES DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA (ARQUIVO PESSOAL, 2018)



APÊNDICE E – DETALHES DE FIXAÇÃO E SINALIZAÇÃO DE EXTINTOR
(ARQUIVO PESSOAL, 2018)



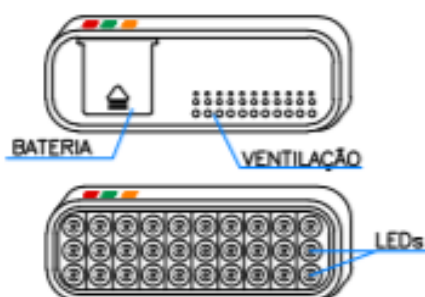
DETALHE - ALTURA DE INSTALAÇÃO DOS EXTINTORES SEM ESCALA



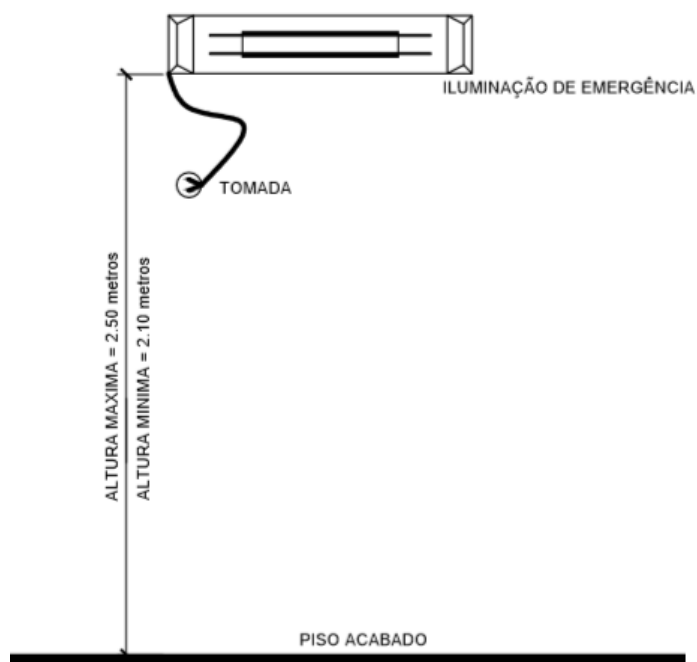
DETALHE DA INSTALAÇÃO DOS EXTINTORES EM SUPORTES DE PISO SEM ESCALA

APÊNDICE F – DETALHES DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA (ARQUIVO PESSOAL, 2018)

TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO DA BATERIA...	110/220 V.
TENSÃO DE SAIDA.....	6VCC.
CARREGADOR.....	AUTOMÁTICO
COMUTAÇÃO.....	AUTOM. INSTANT.
CIRCUITO DE PROTEÇÃO.....	CARGA E DESCARGA
POTÊNCIA.....	4W
TIPO.....	LED
NÚMERO DE LED.....	30
FLUXO LUMINOSO.....	500 LÚMENS
BATERIA GEL SELADA.....	6-V/4-Ah.
AUTONOMIA.....	04 HORAS

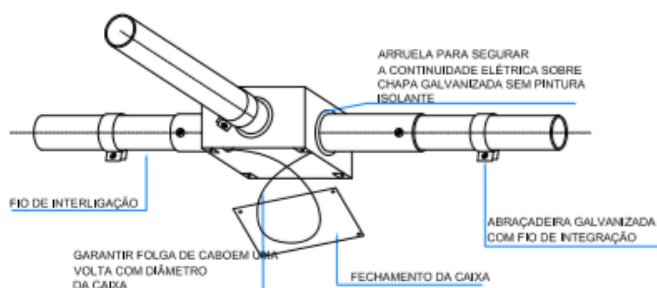


ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA BLOCO AUTÔNOMO SEM ESCALA

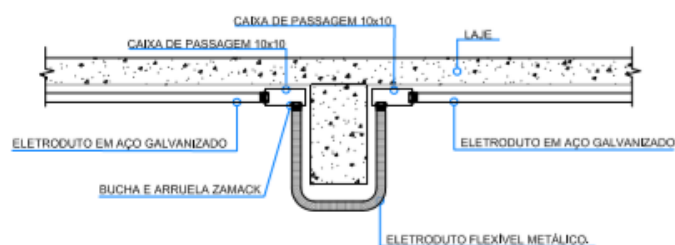


DETALHE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

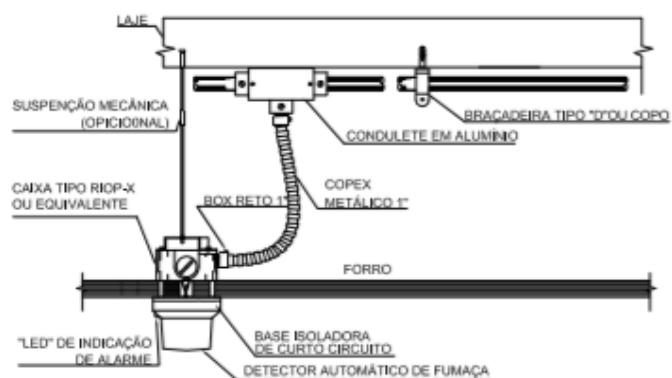
APÊNDICE G – DETALHES DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO (ARQUIVO PESSOAL, 2018)



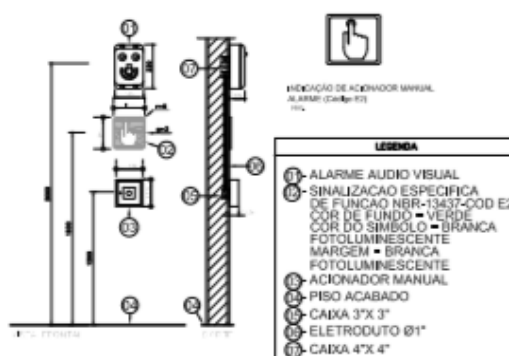
DETALHE 01 - INTERLIGAÇÃO DE CAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA MANTER A CONTINUIDADE ELÉTRICA DA BLINDAGEM DA TUBULAÇÃO SEM ESCALA



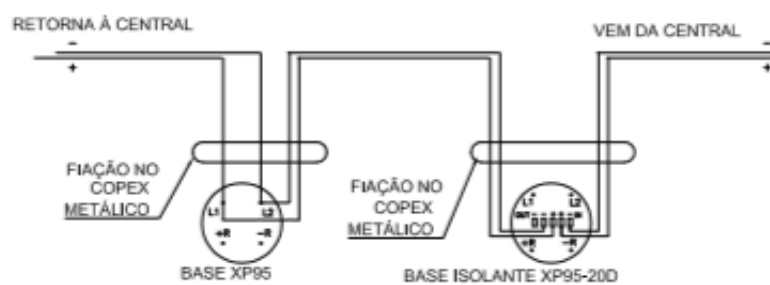
DETALHE 02 - DA PASSAGEM DE ELETRODUTOS CONTORNANDO A VIGA SEM ESCALA



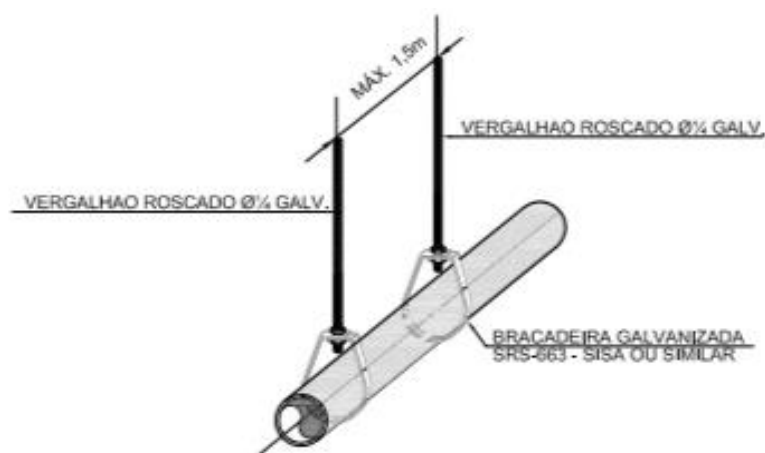
DETALHE 03 - INSTALAÇÃO DOS DETECTORES (MODELO LED EMBUTIDO) SEM ESCALA



DETALHE 04 - AÇIONADORES DE ALARME SEM ESCALA



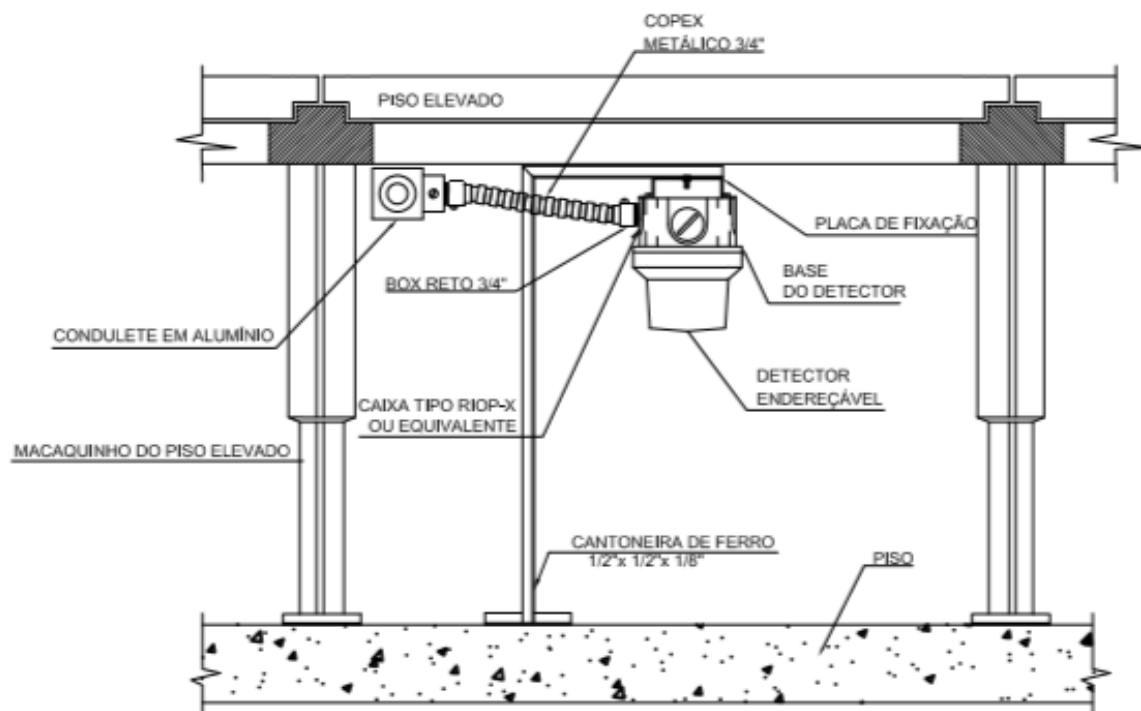
DETALHE 05 - ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA DOS DETECTORES SEM ESCALA



DETALHE 06 - FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO NO TETO SEM ESCALA

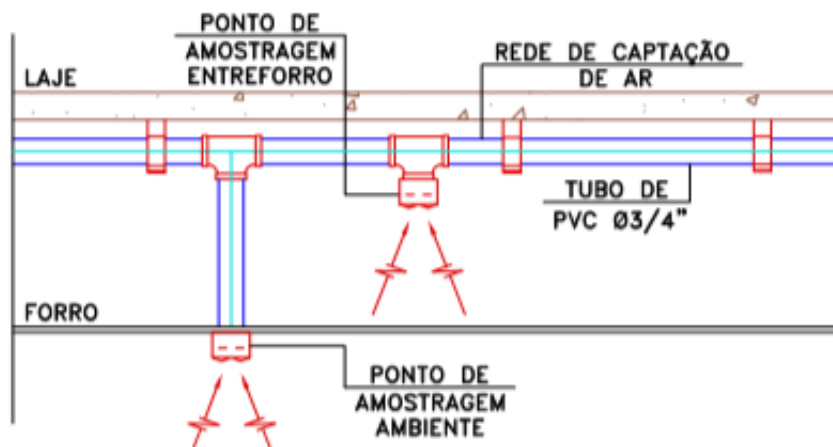


DETALHE 07 - ACIONADOR MANUAL SEM ESCALA

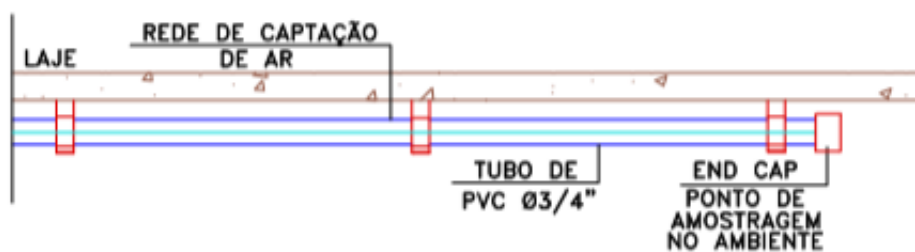


DETALHE 08 - DETECTORES SOB PISO ELEVADO
SEM ESCALA

APÊNDICE H – DETALHES DE DETECÇÃO PRECOZE DE INCÊNDIO (ARQUIVO PESSOAL, 2018)



DETALHE 01 - INSTALAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NO AMBIENTE E ENTREFERRO
SEM ESCALA

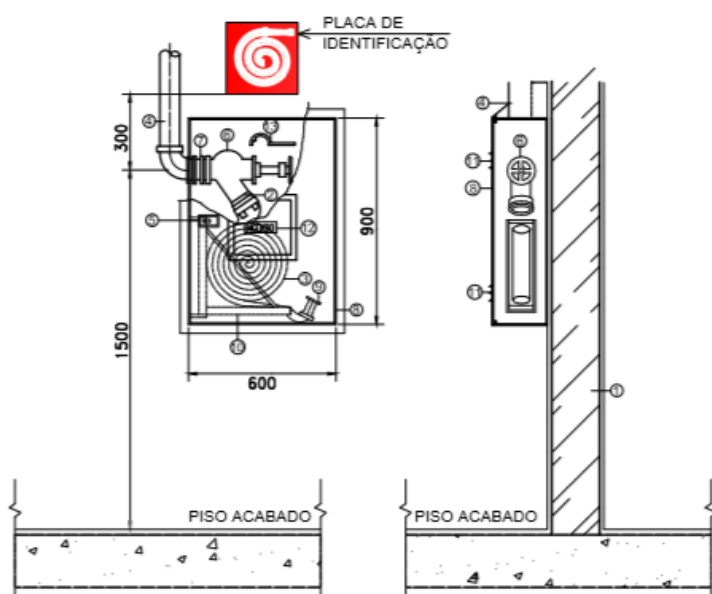


DETALHE 02 - DETALHE FIM DE TUBULAÇÃO
SEM ESCALA

APÊNDICE I – DETALHES DE HIDRANTE (ARQUIVO PESSOAL, 2018)



DETALHE DE SINALIZAÇÃO DOS HIDRANTES
SEM ESCALA

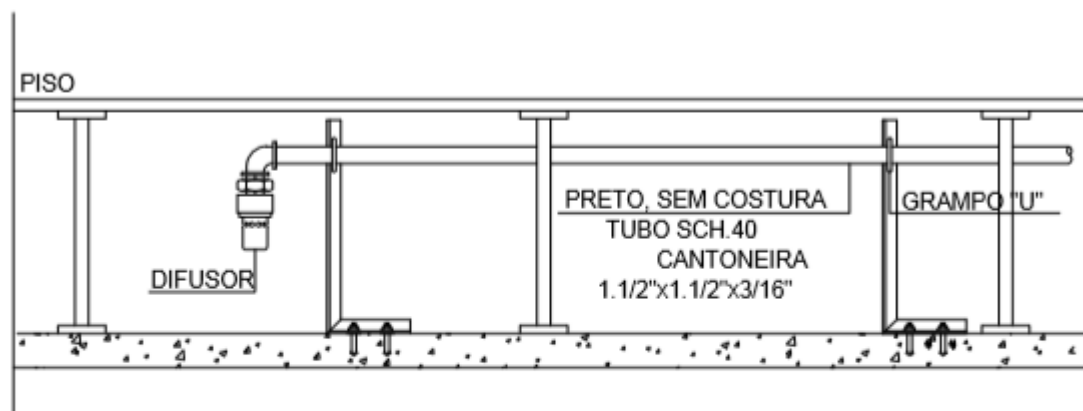


DETALHE DE INSTALAÇÃO DE HIDRANTE
SEM ESCALA

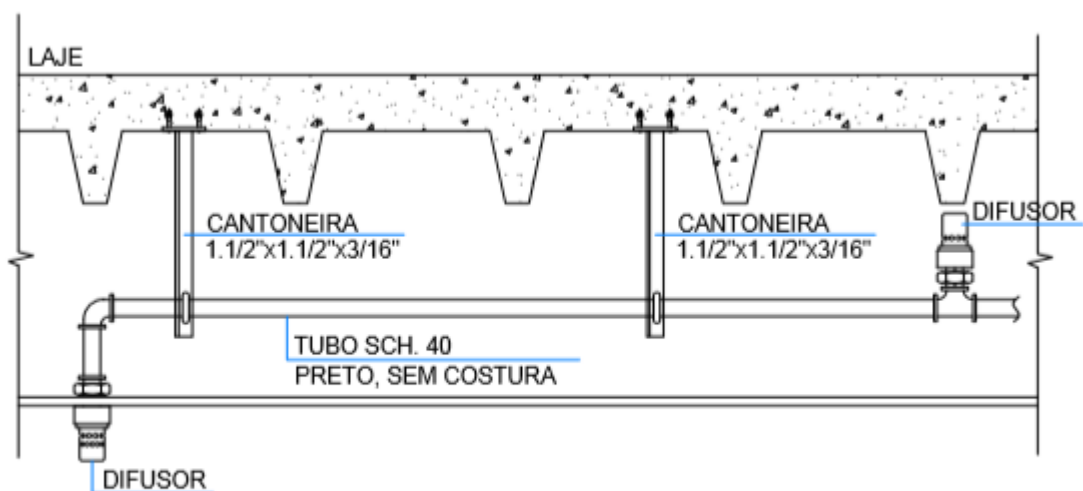
RELAÇÃO DE MATERIAL

- ① - ALVENARIA
- ② - ADAPTADOR STORZ, Ø65xØ38mm
- ③ - MANGUEIRA DE INCÊNDIO (2X15M) Ø38mm
- ④ - TUBO Fº Ø50mm
- ⑤ - TRINCO GIRATÓRIO OU TIPO LINGUETA
- ⑥ - VÁLVULA GLOBO 45º Ø65mm
- ⑦ - NIPLE Fº Ø65mm
- ⑧ - CAIXA METÁLICA EM CHAPA #18 USG PINTADA EM VERMELHO
- ⑨ - ESGUICHO TIPO JATO REGULÁVEL
- ⑩ - CESTO MÓVEL PARA MANGUEIRA
- ⑪ - ALETAS PARA VENTILAÇÃO
- ⑫ - INSCRIÇÃO "INCÊNDIO"
- ⑬ - CHAVE PARA CONEXÃO STORZ

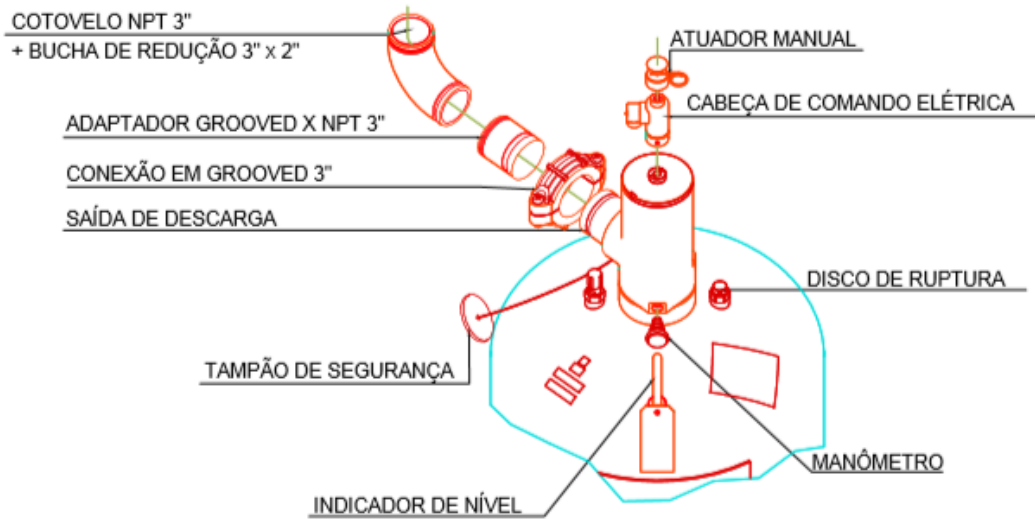
APÊNDICE J – DETALHES DE SUPRESSÃO DE GÁS POR AGENTE LIMPO
(ARQUIVO PESSOAL, 2018)



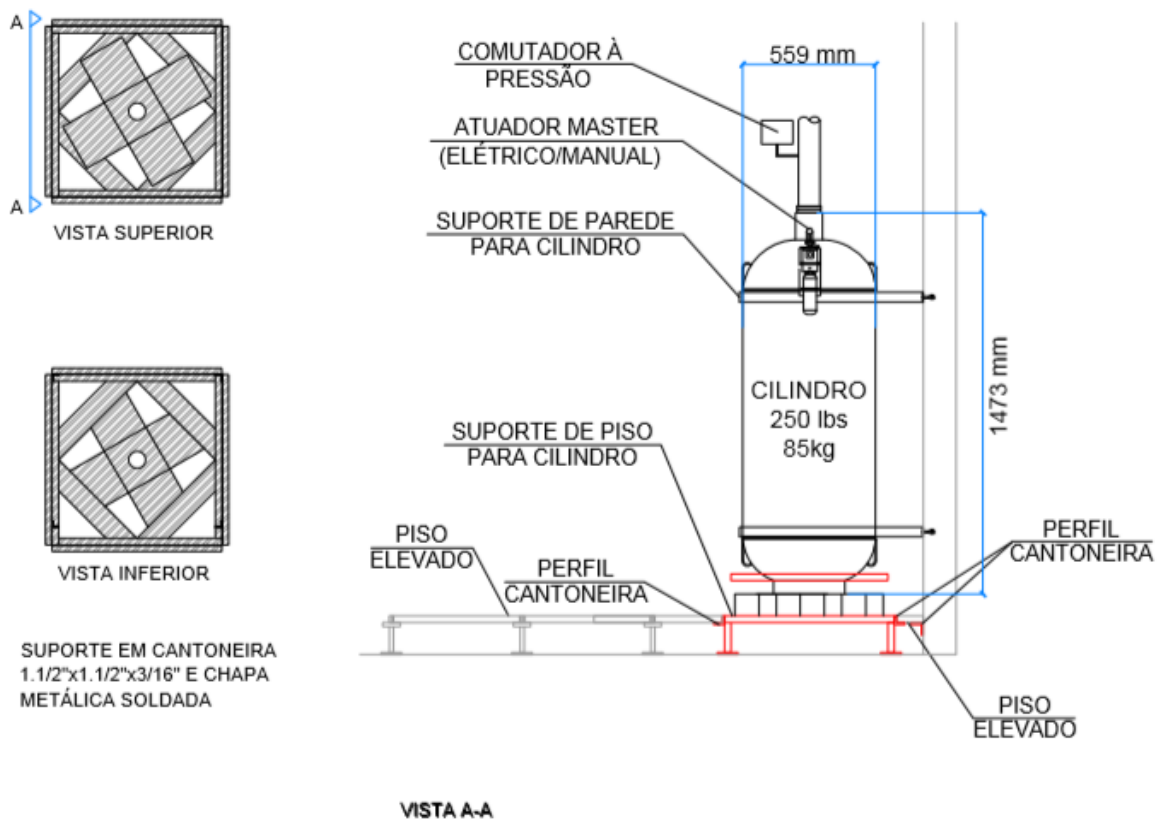
DETALHE 01 - INSTALAÇÃO NO ENTREPISO - DIFUSOR DE AGENTE LIMPO
SEM ESCALA



DETALHE 02 - INSTALAÇÃO EM LAJE - DIFUSOR DE AGENTE LIMPO
SEM ESCALA



DETALHE 03 - ATUADOR DO CILINDRO E DEMAIS ACESSÓRIOS
SEM ESCALA



DETALHE 04 - SUPORTE DE PISO PARA CILINDROS DE AGENTE LIMPO
SEM ESCALA

ANEXO

ANEXO A – NORMA TÉCNICA 01/2016 – CBMDF – TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANDO À SUA OCUPAÇÃO (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

Tabela 1 - Classificação das edificações quanto à sua ocupação¹

Ocupações/ usos	Grupo	Descrição	Exemplos
Residenciais	01	Residenciais unifamiliares	-casas térreas ou assobradas, isoladas ou não
	02	Residenciais multifamiliares	-condomínios verticais de apartamentos -condomínios horizontais de residências unifamiliares
Transitórias	03	Habitacões coletivas	-pensionatos, internatos, alojamentos estudantis, alojamentos em geral -mosteiros, conventos
	04	Hotéis	-hotéis, motéis -pousadas, pensões, hospedarias, albergues, casa de cômodos
	05	Hotéis residenciais	-hotéis residenciais, apart-hotéis, flats -hotéis e assemelhados com cozinha própria
Comerciais	06	Comércio de pequeno porte	-pequenas lojas, armazinhos, mercearias, butiques -drogarias, padarias, frutarias, acougues
	07	Comércio de médio porte	-edifícios de lojas, galerias comerciais, lojas de departamentos, magazines -mercados, supermercados
	08	Comércio de grande porte	-conjuntos comerciais, shopping centers -hipermercados, feiras permanentes
	09	Escritórios	-escritórios administrativos ou técnicos, repartições públicas -quartéis, postos policiais, centros policiais, delegacias -centros profissionais, cabeleiros, barbeiros
Serviços profissionais	10	Agências bancárias	-agências bancárias, instituições financeiras -agências dos correios
	11	Laboratórios e estúdios	-laboratórios de análises clínicas -laboratórios químicos e fotográficos, gravações de áudio e imagem -estúdios de rádio e televisão sem concentração de público
	12	Serviços de reparação	-reparação e manutenção de eletrodomésticos -lavanderias, assistência técnica, chaveiros, pintura de letreiros
Escolares	13	Escolas em geral	-escolas de ensino fundamental, médio e nível superior -cursos supletivos e pré-universitários
	14	Escolas especiais	-escola de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral -escolas profissionais
	15	Locais para cultura física	-academias de ginástica, musculação, natação, dança, e artes marciais -saunas, casas de fisioterapia
	16	Pré-escolas	-creches
	17	Escolas para portadores de deficiências	-escolas maternas e de educação infantil -escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos

ANEXO B - NORMA TÉCNICA 01/2016 – CBMDF – TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANDO À ALTURA E NÚMERO DE PAVIMENTOS (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

Tipo de edificação	Código	Altura	Número de pavimentos
Subsolos	A ₁	h ascendente < 03 m	Apenas o 1º pavimento de subsolo
	A ₂	h ascendente ≥ 03 m	A partir do 2º pavimento de subsolo
	A ₃	h ascendente ≥ 06 m	A partir do 3º pavimento de subsolo
	A ₄	h ascendente ≥ 09 m	A partir do 4º pavimento de subsolo
Edificação térrea	B	h < 03 m	Apenas o pavimento térreo
Edificação baixa	C ₁	h ≥ 03 m	A partir do 1º pavimento
	C ₂	h ≥ 06 m	A partir do 2º pavimento
Edificação média	D ₁	h ≥ 09 m	A partir do 3º pavimento
	D ₂	h ≥ 12 m	A partir do 4º pavimento
	D ₃	h ≥ 15 m	A partir do 5º pavimento
Edificação alta	E ₁	h ≥ 30 m	A partir do 10º pavimento
	E ₂	h ≥ 60 m	A partir do 20º pavimento

ANEXO C - NORMA TÉCNICA 01/2016 – CBMDF – TABELA 3 – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANDO ÀS DIMENSÕES EM PLANTA (DISTRITO FEDERAL, 2016 b)

Natureza do enfoque	Código	Classe da edificação	Parâmetros
α Quanto à área total construída (S _t)	F	Com área total muito pequena	S _t < 750 m ²
	G ₁	Com área total pequena	750 m ² ≥ S _t < 1.000 m ²
	G ₂		1.000 m ² ≥ S _t < 2.000 m ²
	G ₃		2.000 m ² ≥ S _t < 3.000 m ²
	H ₁	Com área total grande	3.000 m ² ≥ S _t < 5.000 m ²
	H ₂		5.000 m ² ≥ S _t < 7.000 m ²
	H ₃		7.000 m ² ≥ S _t < 10.000 m ²
I	Com área total muito grande	S _t ≥ 10.000 m ²	
β Quanto à área dos maiores pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (S _s)	J	Com pequeno pavimento de subsolo	S _s < 750 m ²
	K	Com grande pavimento de subsolo	S _s ≥ 750 m ²
γ Quanto à área do maior pavimento (S _p)	L	Com pequeno pavimento	S _p < 750 m ²
	M	Com grande pavimento	S _p ≥ 750 m ²

ANEXO D - NORMA TÉCNICA 02/2016 – CBMDF – TABELA 1 – VALORES DAS CARGAS DE INCÊNDIO ESPECÍFICAS OR OCUPAÇÃO E USO (DISTRITO FEDERAL, 2016 c)

15	Ocupações/ usos	Descrição	Carga de incêndio q_{fi} em MJ/m ²		
	Residenciais	Apartamentos	300		
		Casas térreas ou sobrados	300		
	Transitórias	Alojamentos estudantis	300		
		Apart-hotéis	300		
		Hotéis	500		
		Motéis	500		
		Pensionatos	300		
	Comerciais	Açougues	40		
		Antiguidades	700		
		Aparelhos eletrodomésticos	500		
		Artigos de bijuterias, metal ou vidro	300		
		Artigos de couro, borracha, esportivos	800		
		Automóveis	200		
		Bebidas destiladas	700		
		Brinquedos	500		
		Calçados	500		
		Drogarias (incluindo depósitos)	1000		
		Ferragens	300		
		Floricultura	80		
		Galeria de quadros	200		
		Livrarias	1000		
		Lojas de departamento ou centro de compras - shoppings centers	800		
		Materiais de construção	800		
		Máquinas de costura ou de escritório	300		
		Materiais fotográficos	300		
		Móveis	500		
		Papelarias	700		
		Perfumarias	400		
		Produtos têxteis	600		
		Relojoarias	300		
		Supermercados	400		
		Tapetes	800		
		Tintas e vernizes	1000		
		Verduras	200		
		Vinhos	200		
		Vulcanização	1000		
			Serviços profissionais	Agências bancárias	300
				Agências de correios	400
				Cabelereiros (cosméticos)	300
Centrais telefônicas	100				
Consultórios médicos ou odontológicos	200				
Copiadora	400				
Encadernadoras	1000				
Escritórios	700				
Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	300				
Lavanderias	300				
Oficinas elétricas	600				
Oficinas hidráulicas ou mecânicas	200				
Pinturas	500				
Processamento de dados	400				

ANEXO E - NORMA TÉCNICA 02/2016 – CBMDF – TABELA 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE INCÊNDIO DE ACORDO COM AS OCUPAÇÕES E USOS (DISTRITO FEDERAL, 2016 c)





Ocupação/uso ^{1,2}	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 ² , e: -armarinhos; -butiques; -drogarias; -mercearias; -frutarias; -sacoiões; -apougues; -tabacarias; -restaurantes, e bares sem concentração de público.	-comércio com área entre 750 m ² e 1000 m ² , e: -edifícios de lojas; -galerias comerciais; -lojas de departamento; -magazines; -mercados e supermercados; -padarias.	-comércio com área superior a 1000 m ² , e: -centros comerciais; -feiras permanentes; -hipermercados; -loja de armas e munições; -loja de colchões; -marcenarias; -madeireiras; -shopping centers.	-	-

Serviços profissionais	-agências bancárias; -agências de correios; -barbearias; -cabeleireiros; -cartórios; -centros profissionais; -chaveiros; -esontórios administrativos e técnicos; -laboratório de análises clínicas; -instituições financeiras; -postos policiais; -quartéis. -repartições públicas.	-assistência técnica, reparação e manutenção de aparelho eletrodoméstico; -centro de processamento de dados; -estúdios de rádio; -gravação de áudio; -laboratórios técnico-científicos; -pintura de letreiros.	-almoxarifados; -centrais de polícia; -clínicas radiológicas; -clínicas de radioterapia; -delegacias; -estúdios de gravação de imagem; -estofamento de móveis; -estúdios de cinema e televisão; -laboratórios de análises radiológicas; -lavanderias a seco.	-aplicação de líquidos inflamáveis; -limpeza com solventes; -pintura e envernizamento por imersão; -pintura por fluorcoating.	-
Escolares	-escolas com área até 200 m ² , e: -academias de ginásticas, musculação, esportes e artes marciais.	-escolas com área superior a 200 m ² , e: -creches; -escolas maternas e de educação infantil -escolas profissionais; -escolas para idosos; -saunas.	-escolas para portadores de necessidades especiais.	-	-
	-bares; -estação	-auditórios; -bares e	-aeroporto; -autódromo;	-circos e assemelhados	-qualquer edificação

ANEXO F - NORMA TÉCNICA 10/2015 – CBMDF – TABELA 4 – CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO ÀS SUAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (DISTRITO FEDERAL, 2015 b)

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

ANEXO G - NORMA ABNT NBR 13.434:2004 – PARTE 2 – SÍMBOLO E SUAS FORMAS, DIMENSÕES E CORES – TABELA 1- DIMENSÕES DAS PLACAS DE SINALIZAÇÃO (ABNT, 2004)

Sinal	Forma geométrica	Cota mm	Distância máxima de visibilidade m											
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30
Proibição		D	101	151	202	252	303	353	404	454	505	606	706	757
Alerta		L	136	204	272	340	408	476	544	612	680	816	951	1019
Orientação, salvamento e equipamentos		L	89	134	179	224	268	313	358	402	447	537	626	671
		H (L=2H)	63	95	126	158	190	221	253	285	316	379	443	474

¹⁾ As dimensões (cotas) apresentadas são valores mínimos de referência para as distâncias dadas.