



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

THIAGO OLIVEIRA DA SILVA

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E EMERGÊNCIA EM
EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ
(ANTIGA CADEIA PÚBLICA)**

Recife

2022

THIAGO OLIVEIRA DA SILVA

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E EMERGÊNCIA EM
EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ
(ANTIGA CADEIA PÚBLICA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil e Ambi-
ental da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho.

Recife

2022

Catalogação na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz CRB-4 / 2222

S586p Silva, Thiago Oliveira da.
Projeto de prevenção e combate a incêndio e emergência em edifícios históricos: estudo de caso do Memorial de Gravatá (antiga cadeia pública) / Thiago Oliveira da Silva. 2022.
92 f.; figs., quadrs., tabs., abrev.
Orientador: Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife, 2022.
Inclui referências e apêndices.
1. Engenharia civil. 2. Incêndio. 3. Edificações históricas. 4. Projeto de prevenção. 5. Combate a incêndio. I. Barbosa Filho, Antonio Nunes (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG / 2022-261

THIAGO OLIVEIRA DA SILVA

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E EMERGÊNCIA EM
EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ
(ANTIGA CADEIA PÚBLICA)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil e Ambi-
ental da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 30 / 05 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Eng. Samuel Cavalcanti de Albuquerque Neto (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço (em memória) aos meus pais “Jose Severino e Mirian de Oliveira” que foram os brilhantes projetistas da minha construção, chamada vida.

Agradeço imensamente a minha tia (Geronilse) e minha avó (Ana Maria) por serem verdadeiros anjos em minha vida e por fornecerem toda base e apoio para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Agradeço em especial a minha amada esposa Susanne Larisse por ter dado o mais lindo sentido a toda essa construção chamada vida, além de todo apoio.

A meu orientador Antonio Nunes Barbosa Filho, pelos seus ensinamentos e inspiração no qual me fez escolher umas das áreas mais quentes e adoráveis da engenharia civil.

A todos os meus familiares e amigos que de alguma maneira se dispuseram a ajudar com pequenos tijolos nessa construção.

A todos os meus professores e mestres que me apoiaram e continuam contribuindo durante toda essa empreitada por conhecimento.

A minha sogra Eliane e sogro Everaldo que acompanharam toda essa jornada.

Agradeço a Deus, que sem dúvidas é o melhor e mais eficiente sistema de proteção que tenho em minha vida.

RESUMO

Desde que o homem descobriu o fogo, esse tem sido um elemento primordial na vida cotidiana e está ligado diretamente ao desenvolvimento humano. No entanto, não controlar o fogo pode trazer grandes prejuízos em todos os campos da sociedade, entre eles no setor econômico, social, legal, construtivo, artístico e cultural. Edificações históricas de grande valor arquitetônico e cultural estão sendo perdidas no Brasil devido a ocorrência de grandes incêndios, como por exemplo as tragédias ocorridas no Museu Nacional do Rio de Janeiro e no Museu da Língua Portuguesa em São Paulo. As diversas ocorrências de incêndios em edificações históricas nos últimos anos, mostram o quanto o patrimônio histórico e cultural do Brasil encontrasse desprotegido. Patrimônios com grande importância para sociedade devem ser preservados, e os requisitos de segurança contra incêndio devem ser primordiais para garantir a integridade física do imóvel. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Emergência (PPCIE) para o Memorial de Gravatá, afim de garantir a segurança dos usuários presentes no local, e preservar a integridade estrutural do imóvel e dos bens nele contidos. Por meio de visitas presenciais ao local, foi possível realizar registros fotográficos, entrevistar funcionários e coletar dados importantes da edificação possibilitando a sua caracterização, identificação e análise dos preventivos de combate a incêndio e pontos de risco de incêndio existentes no imóvel. Através do referencial teórico apresentado neste presente trabalho foi possível estudar a legislação relacionada a segurança contra incêndio no Brasil e os códigos de segurança contra incêndio e pânico. O estudo de caso apresenta uma solução ideal de acordo com a realidade da edificação, com preventivos mínimos exigidos em norma, e sistemas inovadores presentes do mercado de segurança contra incêndio. Os sistemas complementares utilizados para o projeto aplicado (bolas extintoras ABC, e sistema wireless de detecção e alarme) não oferecem grandes interferências físicas para sua implantação, além de cumprirem sua função mesmo que aplicados sem normativas específicas de instalação e dimensionamento dos mesmos.

Palavras-chaves: incêndio; edificações históricas; projeto de prevenção; combate a incêndio.

ABSTRACT

Since man discovered fire, it has been a primordial element in everyday life and is directly linked to human development. However, not controlling fire can cause great damage in all fields of society, including the economic, social, legal, constructive, artistic and cultural sectors. Historic buildings of great architectural and cultural value are being lost in Brazil due to the occurrence of major fires, such as the tragedies that occurred at the National Museum in Rio de Janeiro and at the Museum of the Portuguese Language in São Paulo. The various occurrences of fires in historic buildings in recent years show how much the historic and cultural heritage of Brazil was unprotected. Heritage of great importance to society must be preserved, and fire safety requirements must be paramount to ensure the physical integrity of the property. The present work has the objective of presenting a Project for the Prevention and Combat of Fire and Emergency (PPCIE) for the Gravatá Memorial, in order to guarantee the safety of the users present on the site, and to preserve the structural integrity of the property and the assets contained therein. Through in-person visits to the site, it was possible to carry out photographic records, interview employees and collect important data from the building, enabling its characterization, identification and analysis of fire-fighting preventives and fire risk points existing in the property. Through the theoretical framework presented in this present work, it was possible to study the legislation related to fire safety in Brazil and the fire and panic safety codes. The case study presents an ideal solution according to the reality of the building, with minimum preventive measures required by the standard, and innovative systems present in the fire safety market. The complementary systems used for the applied project (ABC fire extinguisher balls, and wireless detection and alarm system) do not offer great physical interference for their implementation, in addition to fulfilling their function even if applied without specific installation and dimensioning regulations.

Keywords: fire; historic buildings; prevention project; fire fighting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma para metodologia.....	17
Figura 2 – Triângulo do fogo.....	20
Figura 3 – Formas de transmissão de calor	22
Figura 4 – Tetraedro do fogo	23
Figura 5 – Fases do processo de queima	24
Figura 6 – Curva de vapor inflamável versus a temperatura ambiente	25
Figura 7 – Resíduo produzido pela combustão incompleta.....	28
Figura 8 – Estoque de algodão.....	29
Figura 9 – Resfriamento por meio de água.....	30
Figura 10 – Extinção do fogo por meio de abafamento.....	31
Figura 11 – Estágios da evolução do incêndio	36
Figura 12 – Calor desenvolvido durante a evolução do incêndio.....	37
Figura 13 – Classe de incêndio e seus respectivos extintores	46
Figura 14 – Detalhes de instalação de extintores.....	47
Figura 15 – Exemplos de sinalizações básicas de emergência.....	49
Figura 16 – Exemplo de sinalização complementar de emergência.....	49
Figura 17 – Exemplos de dispositivos de iluminação de emergência	50
Figura 18 – Vista lateral da instalação do ponto de luz	51
Figura 19 – Planta baixa da instalação do ponto de luz no teto e parede	51
Figura 20 – Componentes de um hidrante simples.....	52
Figura 21 – Hidrante de recalque.....	53
Figura 22 – Elementos constituintes do chuveiro automático	55
Figura 23 – Escala de temperatura de acionamento e respectivas cores dos elementos termossensíveis.....	55
Figura 24 – Classificação dos sprinkles conforme a posição de instalação	56
Figura 25 – Esquema simplificado do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.....	58
Figura 26 – Área de cobertura do detector de fumaça em função do número de trocas de ar	60
Figura 27 – Componentes do sistema <i>wireless</i> de detecção e alarme	61
Figura 28 – Sistema fixo de gases	63
Figura 29 – Bola extintora ABC.....	64

Figura 30 – Cadeia pública de Gravatá, “quartel”	65
Figura 31 – Item pertencente ao acervo do Memorial de Gravatá	66
Figura 32 – Desenho arquitetônico da antiga cadeia de Gravatá em 1911	67
Figura 33 – Desenho arquitetônico da antiga cadeia de Gravatá em 2012	67
Figura 34 – Fachada principal do Memorial de Gravatá nos anos de 2020 e 2022	68
Figura 35 – Extintor existente na edificação	74
Figura 36 – Especificação e dados do dispositivo portátil instalado no Memorial de Gravatá.....	74
Figura 37 – Pontos elétricos que oferecem risco a edificação.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exemplo de material combustível	21
Quadro 2 – Equação da reação de combustão completa	28
Quadro 3 – Equação da reação de combustão incompleta	29
Quadro 4 – Parâmetros de dimensionamento dos extintores.....	48
Quadro 5 – Avaliação dos itens de evacuação conforme o COSCIP para edificação em estudo	71
Quadro 6 – Resumo dos preventivos medidas exigidas para o Memorial de Gravatá	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperaturas de fulgor e de ignição	26
Tabela 2 – Limites de inflamabilidade	26
Tabela 3 – Taxa de liberação de calor de alguns materiais	27
Tabela 4 – Conjunto mínimo de uma Unidade Extintora.....	47
Tabela 5 – Tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos.....	52
Tabela 6 – Parâmetros do sistema de hidrantes conforme classe de risco	54
Tabela 7 – Área de cobertura dos chuveiros automáticos	56
Tabela 8 – Pressão e vazão mínimas de operação dos chuveiros automáticos.....	57
Tabela 9 – Classe de ocupação.....	69
Tabela 10 – Classificação de Risco	69

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Gás carbônico
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CBMES	Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo
CBMGO	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás
CBMSP	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo
COSCIP	Código de segurança contra incêndio e pânico
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GN	Gás natural
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IRB	Instituto de Resseguros do Brasil
IT	Instrução técnica
NR	Normas regulamentadoras
O ₂	Oxigênio
PPCIE	Projeto de prevenção e combate a incêndio e emergência
RTI	Reserva técnica de incêndio
SCI	Segurança Contra Incêndio
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
SPHAN	Secretaria do Patrimônio Nacional
TSIB	Tarifa Seguro Incêndio do Brasil
UE	Unidade extintora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÕES	15
1.2	OBJETIVO GERAL	16
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2	METODOLOGIA.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1	O FOGO	19
3.1.1	Elementos do fogo.....	20
3.1.1.1	Combustível.....	20
3.1.1.2	Comburente	21
3.1.1.3	Calor	21
3.1.1.4	Reação em cadeia	23
3.1.2	Processo de Combustão.....	24
3.1.2.1	Pontos de Temperaturas.....	25
3.1.2.2	Classificação da Combustão	26
3.1.3	Os métodos de extinção do fogo	30
3.2	INCÊNDIOS	32
3.2.1	Origem dos incêndios	32
3.2.2	Classificação dos incêndios	34
3.2.3	Processo de evolução do incêndio.....	35
3.2.4	Prevenção, proteção e combate a incêndio.....	37
3.3	PPCIE – PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E EMERGÊNCIA	39
3.3.1	A importância de um PPCIE	39
3.3.2	Crescimento da Legislação de segurança contra incêndio no Brasil	40
3.3.2.1	Edifício Andraus e Joelma.....	41
3.3.2.2	Legislação no âmbito nacional, estadual e municipal	42
3.3.3	Legislação de segurança contra incêndio em edificações históricas	43
3.4	SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	44
3.4.1	Extintores	45
3.4.2	Sinalização e iluminação de emergência.....	48
3.4.3	Sistemas hidráulicos (hidrantes e chuveiros automáticos)	51

3.4.4	Sistemas de proteção de estruturas	57
3.4.5	Sistema de detecção e alarme	59
3.4.6	Sistemas Complementares às edificações históricas.....	62
4	ESTUDO DE CASO	65
4.1	BREVE HISTÓRICO	65
4.2	REFORMAS	66
4.3	CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E ANÁLISE DA VIZINHANÇA	68
4.4	SISTEMAS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ.	70
4.5	SISTEMAS COMPLEMENTARES PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ.	73
4.6	PROJETO APLICADO	74
4.6.1	Avaliação das medidas de proteção contra incêndio existentes no Memorial de Gravatá	74
4.6.2	Analise das instalações elétricas do Memorial de Gravatá.....	76
4.6.3	Dimensionamento e aplicação dos sistemas de combate a incêndio (PPCIE)	76
5	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – PLANTA DE SITUAÇÃO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ.....	85
	APÊNDICE B – PROJETO APLICADO -SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.....	86
	APÊNDICE C – PROJETO APLICADO -SISTEMAS COMPLEMENTARES DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.....	87
	APÊNDICE D – PLANTA DE CORTES.....	88
	APÊNDICE E – FACHADA PRINCIPAL DO MEMORIAL DE GRAVATÁ.....	89
	APÊNDICE F – PLANTA DE COBERTA.....	90
	APÊNDICE G – PLANTA DE DETALHES GERAIS.....	91
	ANEXO I – RELAÇÃO DOS IMÓVEIS ESPECIAIS DE PRESERVAÇÃO PELA LEI N° 3311/A DE 2004.....	92

1 INTRODUÇÃO

Desde que o homem descobriu o fogo, esse tem sido um elemento presente em diversos setores da vida cotidiana, seja para se aquecer, cozer alimentos, fundir metal, entre diversas utilizações o seu emprego é fundamental até os dias atuais (MODESTO; RODRIGUES, 2021). No entanto, não controlar o fogo pode trazer grandes prejuízos em todos os campos da sociedade, entre eles no setor econômico, social, legal, construtivo, artístico e cultural.

A preocupação para controlar, extinguir o fogo e garantir a segurança dos presentes nas edificações brasileiras é recente, visto que a partir da década de 1970, após os vários incidentes, floresceu a discussão sobre o tema (SEITO et al, 2008). Embora a atenção principal em um incêndio seja a preservação da vida sobre todos os demais aspectos, existem bens ou objetos patrimoniais, que diante de sua relevância exigem maiores cuidados” (POLLUM, 2016).

Edificações históricas de grande valor arquitetônico e cultural estão sendo perdidas no Brasil devido a ocorrência de grandes incêndios, como por exemplo as tragédias ocorridas no Museu Nacional do Rio de Janeiro, Museu da Língua Portuguesa e Memorial da América Latina (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020). Como as edificações mais antigas não apresentavam nenhum tipo de preocupação voltada para as medidas de proteção contra incêndio, as características construtivas implantadas da época, dificultavam a regularização do imóvel em relação a segurança contra incêndio (SCI), devido a necessidade de intervenções físicas necessárias. No campo das leis e normas voltadas para SCI, não existe tanta proximidade entre o princípio de combate a incêndio e a abordagem sobre preservação do patrimônio histórico.

Patrimônios com grande importância para sociedade devem ser preservados, além dos princípios de conservação, manutenção e restauro os requisitos de segurança contra incêndio devem ser primordiais para garantir a integridade física do patrimônio (POLLUM, 2016). O estudo de caso para a edificação histórica que hoje abriga o Memorial de Gravatá propõe um Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Emergência (PPCIE) que possibilita em conjunto com demais medidas inovadoras e tecnológicas, garantir a longevidade e integridade da edificação em situação de incêndios, assim como os indivíduos e os bens de grande valor nele contido.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÕES

O Patrimônio histórico cultural encontra-se desprotegido em relação a segurança contra incêndio no Brasil, e preservar a cultura através das memórias guardadas em edificações antigas ou objetos valiosos é de tamanha importância para sociedade. Decorrente dos diversos incêndios que consumiram edificações de grande valor para sociedade nas últimas décadas é possível formular a seguinte indagação. O que causa tantos incidentes de incêndio nas edificações históricas? O que a segurança contra incêndio tem a crescer e oferecer como solução?

Através das indagações citadas anteriormente e da busca por entender melhor o cenário da segurança contra incêndio frente a preservação e segurança do patrimônio cultural foi escolhido o Memorial de Gravatá (antiga cadeia pública) para se estudar as condições de segurança contra incêndio presentes na edificação, assim como avaliar as condições de manutenção e regularização frente as normativas voltadas a incêndio, afim de propor um PPCIE adequado para o imóvel.

A escolha da edificação histórica para o levantamento do estudo de caso, análise dos preventivos e proposta de um projeto aplicado de segurança contra incêndio deve-se a relação familiar do autor deste presente trabalho com a cidade de Gravatá e as memórias afetivas interligadas a edificação, além da gratidão e contribuição para com a cidade serrana do estado de Pernambuco, na qual o autor passou grande parte de sua infância.

Através da percepção dos riscos de incêndios presentes no Memorial de Gravatá, além do descaso em relação a segurança contra incêndio no patrimônio cultural brasileiro, o autor motivou-se a fomentar o tema de segurança contra incêndio e emergência em edificações históricas, contribuindo assim com a literatura voltada ao tema, além de estimular o conhecimento de novos sistemas de segurança contra incêndio adequado para esse tipo de edificação e melhorias no tocante a legislação.

A regularização referente a proteção contra incêndio em imóveis tombados requer intervenções físicas de grandes proporções, descaracterizando assim a edificação, na qual medidas desse tipo conflitam diretamente com os princípios de preservação arquitetônico dos patrimônios.

Visto a importância das edificações históricas e a abordagem do tema que envolve diversos setores da engenharia civil, como estrutural, hidráulico, legal, entre outros, o estudo de caso para o Memorial de Gravatá busca apresentar conhecimentos adquiridos da engenharia civil para propor um adequado (PPCIE) e incentivar o tema de SCI em edificações históricas.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor o projeto de prevenção e combate a incêndio e emergência (PPCIE) para o Memorial de Gravatá, garantindo a segurança dos usuários permanentes e eventuais no local, como também preservando a integridade estrutural do imóvel e dos bens nele contido.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Pesquisar e caracterizar o edifício de acordo com as atividades realizadas no local;
- b) Reconhecer cada sistema utilizado para a proteção contra incêndio, verificando a segurança das pessoas e dos bens culturais;
- c) Verificar o cumprimento das Normas Reguladoras;
- d) Identificar possíveis falhas nos sistemas de prevenção de incêndio;
- e) Apresentar as possíveis correções ou adaptações das instalações e dos sistemas de prevenção e proteção contra incêndio existentes;
- f) Apresentar possíveis sistemas complementares de menor grau de impacto arquitetônico para o projeto aplicado.

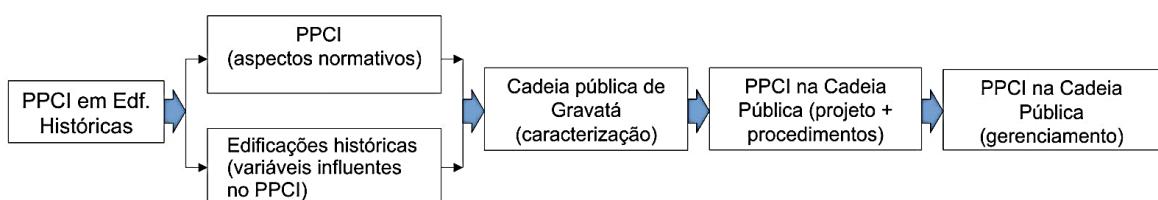
2 METODOLOGIA

Para a consecução do objetivo geral foi desenvolvido um estudo de caso no Memorial de Gravatá, antiga cadeia pública, localizado na rua Tenente Cleto Campelo, S/N - Centro, Gravatá – PE, afim de apresentar para edificação histórica um Projeto de Prevenção e Combate a incêndio e Emergência (PPCIE) eficiente de acordo com a realidade da edificação, de maneira a cumprir as exigências mínimas em norma e fornecer segurança para edificação, os usuários e todo seu acervo.

O fluxograma apresentado na Figura 1 demostra as etapas para o desenvolvimento do embasamento teórico, caracterização do imóvel em estudo e apresentação dos resultados do estudo de caso do Memorial de Gravatá. Partindo do levantando de informações técnicas através da fundamentação teórica do tema PPCI em edificações históricas na bibliografia e legislação atual sobre segurança contra incêndio é possível analisar as variáveis influentes para aumento do risco de incêndio nas edificações históricas e seus aspectos normativos.

Através da caracterização do imóvel em estudo e de importantes conceitos e exigências normativas delineados em referencial teórico é possível a elaboração de um Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Emergência adequado como soluções inovadoras de Proteção e Combate a incêndio para o Memorial de Gravatá.

Figura 1 - Fluxograma para metodologia



Fonte: BARBOSA FILHO, 2020.

O desenvolvimento do primeiro objetivo específico foi concretizado por meio do levantamento de informações do Memorial de Gravatá, mediante visitas presenciais ao local, foi possível realizar registros fotográficos, analisar as vias de acesso, a vizinhança, assim como as características estruturais do imóvel. Através da coleta de dados por análise visual ou por informações dos funcionários presentes e do próprio acervo cultural, que mostra a evolução e história de Gravatá, foi possível verificar as modificações estruturais do imóvel desde de sua construção, passando por reformas até os dias atuais, além da sua grande importância para os gravataenses.

Além da coleta de informações da edificação foi possível identificar, durante as visitas, os preventivos de combate a incêndio aplicados ao Memorial de Gravatá, possibilitando assim

o desenvolvimento do objetivo específico “b”. Reconhecer, registrar e elaborar um croqui dos preventivos presentes na edificação, possibilitou a construção de uma planta arquitetônica com os preventivos de segurança de combate a incêndio existentes, construindo assim suporte para o desenvolvimento dos demais objetivos específicos como o objetivo “d”.

Através do referencial teórico apresentado neste presente trabalho foi possível estudar a legislação relacionada a segurança contra incêndio no Brasil e os códigos de segurança contra incêndio e pânico em especial para o estado de Pernambuco, analisando assim as exigências mínimas de proteção para edificação em estudo, assim como alguns dos preventivos mais comuns para proteção e combate a incêndio nas edificações. A partir do referencial teórico voltado para segurança contra incêndio em edificações históricas e juntamente aos dados levantados durante as visitas e registros fotográficos foi possível o desenvolvimento dos objetivos específicos “c”, “d” e “e”.

Para o desenvolvimento do objetivo específico “f” além da fundamentação teórica foi necessário pesquisar sobre novos preventivos e novas tecnologias no mercado de segurança contra incêndio. As soluções inovadoras lançadas atualmente contribuem para a melhor proteção dos espaços assim como não provocam grandes modificações físicas no ambiente, alternativa essa perfeita para cenários de proteção contra incêndio em edificações históricas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O FOGO

A descoberta do fogo e o controle de sua utilização são fatores que estão diretamente ligados ao desenvolvimento humano, gerar faíscas através do atrito entre pedras e fazer uma fogueira para se aquecer durante o frio, espantar os animais, poder cozer alimentos ou também utilizar o fogo para fundir o metal, fabricar armas, utensílios, instrumentos de trabalho e maquinários são exemplos da grande contribuição do fogo para o avanço tecnológico da civilização humana.

Antes que o homem conseguisse de fato criar e manusear o fogo, tal elemento era apenas encontrado através dos fenômenos da natureza, oriundos dos raios ou da matéria em combustão espontânea ou resultado da ativação dos vulcões. “Pode-se dizer que a diferenciação dos humanos dos demais animais teve início com a mudança desta posição de espectador para agente produtor e utilizador consciente do fogo” (BARBOSA FILHO, 2020a, p.1).

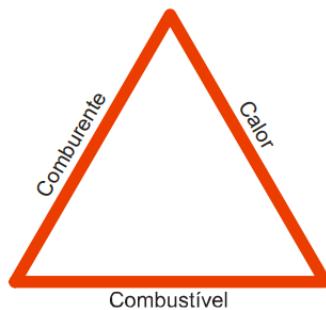
De acordo com Fernandes (2010, p.11): “Após a Segunda Guerra Mundial o fogo começou a ser encarado como uma ciência complexa, pois envolvia conhecimentos de física, química, comportamento humano, toxicologia e engenharia”. Atualmente o fogo e sua anatomia tem sido campo de estudo para a engenharia de incêndio, engenharia de segurança contra incêndio e demais áreas afins.

Para poder compreender como se origina, propaga e extingue o fogo é preciso definir primeiramente o que é o fogo. Apesar dos grandes avanços e estudos relacionados a ciência do fogo, ainda não há consenso mundial para definir o fogo (SEITO *et al*, 2008). Na literatura e nas atuais normas é possível encontrar diversas definições para o fogo: “fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.” (ABNT. NBR 13860:1997, p.6). Para Barbosa Filho (2020, p.1) “É uma mistura de gases a altas temperaturas, formada em reação exotérmica de oxidação, que emite radiação eletromagnética nas faixas do infravermelho e do visível.”. Ainda segundo Bonitese *et al* (2007, p.33): “a combustão, ou fogo, é definida como sendo uma reação química exotérmica de oxidação, em que participam como reagentes os materiais combustíveis e o oxigênio, acompanhada de chamas e ou incandescência.”.

3.1.1 Elementos do fogo

Para melhor explicar o fenômeno químico que existe no processo de combustão e assim a existência do fogo existe uma clássica representação gráfica chamada de triângulo do fogo.

Figura 2 – Triângulo do fogo



Fonte: CBMDF, 2009, p.11.

Como visto na Figura 2, o triângulo do fogo apresenta simultaneamente os três elementos necessários para que o fogo possa se manter vivo. Ambos os componentes seja ele o comburente, o combustível e o calor são essenciais e devem coexistir durante todo o processo de combustão.

O processo de combustão é a reação química em que o combustível irá reagir com o comburente, a princípio devido a indução de uma fonte de calor, sendo uma reação exotérmica, ou seja liberando energia em forma de calor e se tornando autossustentável (FERNANDES, 2010).

3.1.1.1 Combustível

O combustível é toda substância sólida, líquida ou gasosa que seja capaz de queimar e propiciar a propagação do fogo. Os compostos orgânicos, assim como todo material oxidável são bons combustíveis, no entanto os materiais inorgânicos apenas alguns são definidos como combustíveis, pois a combustibilidade de um corpo depende de sua maior ou menor facilidade de combinação com o oxigênio, sob ação do calor. No Quadro 1 demonstram alguns exemplos de materiais considerados combustíveis, divididos em três classes de estado da matéria, sólido, líquido e gasoso.

Quadro 1 – Exemplo de material combustível

Estado da matéria	Exemplos de material combustível
Sólido	Madeira, papel, plástico, carvão, tecidos.
Líquido	Álcool, gasolina, diesel, tintas, óleo.
Gasoso	Gás butano, gás hidrogênio, gás liquefeito de Petróleo, gás propano, gás acetileno

Fonte: O autor, 2022.

3.1.1.2 Comburente

O comburente é o elemento que provoca o desenvolvimento da combustão, ou seja, o componente que dá vida às chamas presentes na combustão. “O oxigênio é o mais comum dos comburentes, dado que sua constante presença na atmosfera (21% no ar) permite que a queima se desenvolva com velocidade e de maneira completa” (CBMGO, 2016, p.11). Além do oxigênio existe na natureza outros tipos de comburentes, como por exemplo o cloro, enxofre ou flúor, no qual são utilizados em aplicações muito específicas (CBMGO, 2016).

3.1.1.3 Calor

Calor é o terceiro componente do triângulo do fogo necessário para o início e evolução do processo de queima. O calor é compreendido como a transferência de energia, devido a uma diferença de temperatura entre os corpos. “É a energia térmica em movimento que se transporta de uma região mais quente para uma região mais fria, obedecendo à 1^a Lei da Termodinâmica princípio da conservação da energia” (CBMDF, 2009, p.60).

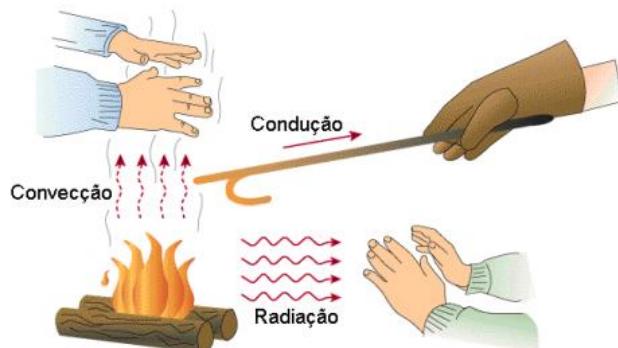
A energia em forma de calor é o elemento essencial capaz de iniciar, manter e impulsivar a reação entre o comburente e o combustível, provocando a decomposição térmica ou vaporização do combustível, sendo o calor responsável por manter a temperatura durante todo o processo de combustão (CBMDF, 2009).

Diversos são os meios de indução de calor para que ocorra a reação de combustão. Através de ações naturais pode-se exemplificar as descargas atmosféricas, o aquecimento da massa combustível através da concentração dos raios solares ou a liberação de calor presente em uma reação espontânea.

Os meios de ações antrópicas, atos realizados pelo homem ou advindos de suas intervenções, que podem promover o calor necessário para iniciar o processo de combustão, pode-se decorrer de diversas maneiras que vão aprimorando-se ao longo dos anos. Em épocas passadas nossos ancestrais originavam fogo através de faíscas oriundas de atrito entre pedras ou gravetos, o que não é mais comum nos dias atuais, exceto em situações específicas como os treinamentos militares ou em casos de extrema necessidade.

Os meios de transferência de calor podem-se originar de três maneiras: condução, convecção e radiação. De maneira natural o calor se transfere de um corpo, ou de determinada área do corpo de maior temperatura para a de menor temperatura em busca do equilíbrio térmico. Diversos são os fatores que podem influenciar na transmissão de calor, o tipo do material, a distância entre os corpos, ou a capacidade que o material tem em absorver e transferir calor.

Figura 3 - Formas de transmissão de calor



Fonte: Brasil Escola¹.

Como demonstrado na Figura 3, a propagação de calor através da condução se dá pelo contato direto das moléculas do material, o calor se transporta da extremidade mais quente para a mais fria através da agitação das moléculas que se chocam com as moléculas vizinhas transmitindo o calor até que todo o corpo entre em equilíbrio térmico.

De acordo com Gomes (2014, p.18): “Não há transferência de calor por condução através do vácuo, e os sólidos são melhores condutores que os gases.”. Segundo CBMDF (2009), é válido destacar que as moléculas do corpo apenas se agitam, e não se deslocam, sendo as moléculas agentes principais na condução de calor.

¹ Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/processo-propagacao-calor.htm>. Acesso em: 11 de maio, 2022.

A convecção, por sua vez, é o mecanismo de transferência de calor que ocorre em virtude dos movimentos ascendente e descendente de um fluido cujas camadas se encontram em desequilíbrio térmico (BARBOSA FILHO, 2020a, p.5). O meio para que ocorra a convecção pode ser em meio líquido ou gasoso, e uma de suas características é que o fluido possa escoar e assim fazer as trocas de camadas de ar devido a diferença de densidade do mesmo.

A irradiação se faz por meio de ondas eletromagnéticas que se deslocam através do vazio em todas as direções, podendo ser absorvidas pelos corpos ou refletivas. O melhor exemplo de transferência de calor por irradiação é o aquecimento do nosso planeta através da irradiação solar, ou ainda se aquecer próximo a uma fogueira. A radiação tem por característica o poder de fornecer calor ao combustível a maiores distância e não precisar de um meio material para se propagar.

3.1.1.4 Reação em cadeia

Nos últimos anos, pesquisas científicas demonstraram que existe uma reação química contínua entre o combustível e o comburente, na qual libera mais calor para a reação e mantém a combustão em um processo sustentável (CBMDF, 2009). “A reação química em cadeia nada mais é do que a transferência de energia de uma molécula em combustão para outra intacta” (GOMES, 2014, p.18) A chamada reação em cadeia é responsável pela continuidade do processo de combustão, os combustíveis após serem aquecidos geram o desprendimento dos gases e realimentam com o calor necessário um novo ciclo, gerando assim o desencadeamento das reações. Neste contexto é apresentado didaticamente na literatura o “tetraedro do fogo” como apresentado na Figura 4, o qual formula com maior precisão o estudo sobre o processo de combustão.

Figura 4 - Tetraedro do fogo



Fonte: Educa play2.

² Disponível em: <http://educaplay.seed.pr.gov.br/resourcespaces-seed/pages/serch.php>. Acesso em: 11 de maio, 2022.

3.1.2 Processo de Combustão

De posse de um conhecimento básico sobre os elementos primordiais para a existência do fogo é possível fazer uma breve análise sobre o comportamento do fogo desde sua concepção, propagação, tipos de combustão e principalmente como controla-lo e extingui-lo.

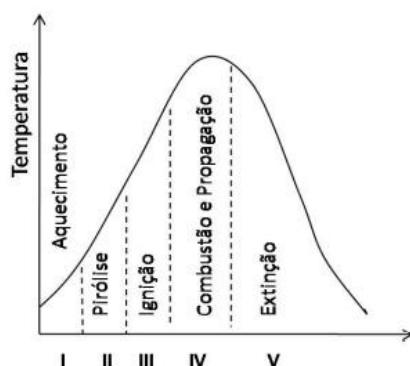
Para que a combustão seja iniciada, de uma maneira geral é preciso que o material ou a substância combustível seja exposta a uma fonte de calor, onde se inicia o processo de queima com a elevação da temperatura.

Após a primeira fase do processo de combustão, denominado de aquecimento da matéria, seja de forma induzida ou espontânea o segundo momento decorrente do processo é o fenômeno chamado de pirólise, que é a reação de liberação de vapores da matéria em decorrência do aquecimento. Diante dos vapores liberados e com o contínuo aumento da temperatura temos a terceira fase chamada de ignição, ou seja, a inflamação dos vapores na atmosfera gerando assim as primeiras fagulhas ou faísca do processo de queima.

Assim sendo, em de condições favoráveis ao ponto de ter a auto ignição, onde o próprio calor liberado na reação alimenta o processo ativando assim um ciclo da reação, temos a combustão e propagação das chamas, até que o processo se extinga degradando toda a matéria disponível, ou se extinga através de intervenções externas que possa controlar o fogo.

Na Figura 5 é apresentado um resumo do processo de queima ao decorrer da combustão versus a temperatura diante de cada fase, é possível observar que o ponto de maior temperatura encontrasse durante a propagação, quando as chamas estão consumindo o maior volume possível do combustível, seguido do decaimento da temperatura, no qual não existe mais combustível disponível ou aconteceu a retirada do comburente ou calor

Figura 5 - Fases do processo de queima

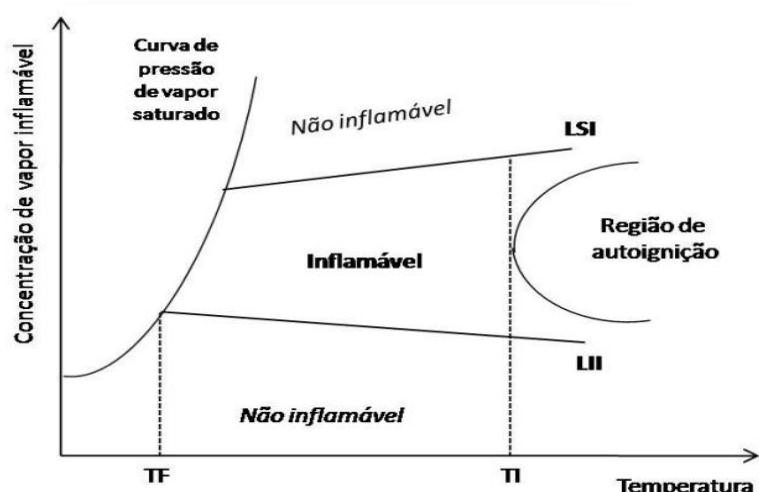


Fonte: Barbosa Filho ,2020, p.2.

3.1.2.1 Pontos de Temperaturas

Existem combustíveis líquidos ou de fácil liquidez que minimamente aquecidos podem desprender vapores de grande intensidade em um pequeno espaço de tempo, possibilitando o início de uma combustão (BARBOSA FILHO, 2020a). Por essa razão, faz-se necessário conhecer sobre os pontos de temperatura que provocam a liberação e ignição dos vapores inflamáveis. A Figura 6 apresenta a curva de concentração de vapor inflamável versus a temperatura do ambiente, no qual existe pontos de temperaturas e limites de inflamabilidade que combinados podem provocar o início da combustão. Alguns pontos de temperatura e limites de inflamabilidades de variados combustíveis são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Figura 6 - Curva de vapor inflamável versus a temperatura ambiente



Fonte: Barbosa Filho, 2020a, p.4.

De acordo com Barbosa Filho, (2020a, p.4):

TF – Temperatura de Fulgor ou de *flash point*: pode ser entendida como o ponto em que a presença de vapores e de uma fonte de calor terá energia suficiente para a geração de uma centelha ou faísca não duradoura (o “*flash*”); TI – Temperatura de autoignição ou de ignição espontânea: é aquela em que ocorre a queima da massa de vapor presente na atmosfera ao contato deste material com o oxigênio (O₂), independente da presença de uma fonte de calor; LII/LSI – Os Limites Inferior e Superior de Inflamabilidade dizem respeito à faixa de concentrações de vapores desprendidos por determinado material em uma atmosfera, formando uma mistura tal que, em presença de uma fonte de calor, torna-se viável o desenvolvimento de uma combustão autossustentável.

Tabela 1 - Temperaturas de fulgor e de ignição

TEMPERATURAS DE FULGOR E IGNição DE ALGUNS MATERIAIS		
COMBUSTÍVEL	PONTO DE FULGOR	PONTO DE IGNição
Éter	-40°C	160°C
Álcool	13°C	371°C
Gasolina	-42°C	257°C
Óleo lubrificante	168°C	417°C
Óleo de linhaça	222°C	343°C
Óleo diesel	55°C	300°C

Fonte: Manual de prevenção e combate a princípios de incêndio, 2013.

Tabela 2 – Limites de inflamabilidade

LIMITES DE INFLAMABILIDADE		
	CONCENTRAÇÃO DE GÁS	
COMBUSTÍVEL	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
Metano	1,4%	7,6%
Propano	5%	17%
Hidrogênio	4%	75%
Acetileno	2%	85%

Fonte: Fundamentos de Combate a incêndio, 2016.

3.1.2.2 Classificação da Combustão

A combustão pode ser classificada de acordo com a velocidade de queima do combustível, dita viva ou lenta, quanto aos resíduos deixados após o processo de combustão podendo ser chamada de combustão completa ou incompleta, e também pode-se apresentar uma classificação de acordo com a forma que se origina o processo, podendo ser uma combustão espontânea ou não espontânea.

A combustão viva tem como característica a presença de chamas e se processa em ambientes gasosos. Segundo o CBMDF (2009), apenas se tem a existência da combustão viva em presença de gás ou vapor queimando, mesmo que proveniente de combustíveis sólidos. A presença de chama tem, como é necessário, que ser liberada uma quantidade significativa de energia durante o processo de combustão, gerando assim uma taxa de liberação de calor na qual varia de acordo com o tipo de material, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de liberação de calor de alguns materiais

TAXA DE LIBERAÇÃO DE CALOR DE ALGUNS MATERIAIS		
Material	Massa (kg)	Pico da taxa de liberação de calor (kw)
Cesta de lixo pequena	0,7-6,1	4-18
Saco de lixo com 5kg de plástico e papel	1,1-3,4	140-350
Colchão de algodão	-42°C	40-970
Móvel para TV (estante)	11,8-13,2	120-290
Cadeira de PVC com armação de metal	31,3-32,7	270
Poltrona de algodão	15,4	290-370
Gasolina (recipiente – diâmetro 0,61m)	17,7-31,8	400

Fonte: CBMDF, 2009.

A combustão lenta ou por incandescência, tem por característica não apresentar chamas e ter um baixo fluxo no ambiente, a reação ocorre lentamente sobre a superfície do sólido onde o O₂ se difunde para a superfície gerando luz e calor. “a velocidade da reação da combustão lenta depende de muitos fatores, variando entre a ordem de 10⁻² a 10⁻³cm/s ou aproximadamente 1 a 5 mm/minuto” (CBMDF, 2009, p.36).

A lenta combustão pode apresentar perigos associados a sua reação, como riscos toxicológicos pelo alto teor de monóxido de carbono liberado junto a fumaça durante o processo ou a possibilidade de provocar novas chamas ou queima de materiais, através do aumento do fluxo de ar do ambiente.

Na combustão completa o próprio nome da classificação sugere que houve a combustão de todo material disponível, no entanto esta formulação não está correta, para tal pode-se dizer que houve a queima total de todo combustível presente durante o processo de queima. A combustão completa relaciona-se com a estequiometria da reação. Significa dizer que o combustível reage totalmente com o comburente, sem provocar liberação de componentes instáveis, ou seja, existe O₂ suficiente para que todas as moléculas do combustível possam reagir, gerando apenas dois produtos estáveis (CBMDF, 2009).

Segundo Barbosa Filho (2020b, p.1): “a queima completa resulta apenas a formação de vapor de água e gás carbônico (CO₂).”, o que se pode chamar de combustão ideal, onde seu produto não gera resíduos. O Quadro 2 demonstra as equações das reações completas de alguns combustíveis, onde não são gerados compostos instáveis após sua completa reação.

Quadro 2 – Equação da reação de combustão completa

COMBUSTÍVEL	EQUAÇÃO DA REAÇÃO DE COMBUSTÃO COMPLETA
Gás metano	$\text{CH}_{4(\text{g})} + 2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_{2\text{O}(\text{g})} + \text{calor}$
Gás butano	$2 \text{C}_{4\text{H}_{10(\text{g})}} + 13 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 8 \text{CO}_{2(\text{g})} + 10 \text{H}_{2\text{O}(\text{g})} + \text{calor}$
Isoctano	$\text{C}_{8\text{H}_{18(\text{g})}} + 25/2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 8 \text{CO}_{2(\text{g})} + 9 \text{H}_{2\text{O}(\text{l})} + \text{calor}$
Gás propano	$\text{C}_{3\text{H}_{8(\text{g})}} + 5 \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + \text{calor}$

Fonte: O autor, 2022.

A combustão incompleta por sua vez não apresenta equilíbrio na reação, produzindo assim elementos instáveis que vão continuar reagindo e desencadeando novas reações e subprodutos. Por essa razão, originam-se os resíduos que constituem a fumaça, como visto na Figura 7.

Figura 7 - Resíduo produzido pela combustão incompleta

Fonte: Revista Camalote³.

Os resíduos da combustão incompleta se apresentam de maneiras perceptíveis, como por exemplo as fumaças negras que exalam das chamas da queima de pneus, ou de maneira incolor exemplificado na liberação do monóxido de carbono (CO), que pode ser letal ao ser humano. “Quando um hidrocarboneto queima em oxigênio, a reação gerará dióxido de carbono, monóxido de carbono, água e vários outros compostos como óxidos de nitrogênio.” (BONITESE *et al*, 2007, p35). No Quadro 3, é possível observar a equação de combustão incompleta, onde os combustíveis após o processo liberam elementos quimicamente instáveis como CO, C, 2C.

³ Disponível em: <http://www.revistacamalote.com.br/noticias/meio-ambiente/2016/projeto-de-lei-trata-da-proibicao-da-queima-de-pneus-a-ceu-aberto-794>. Acesso em: 11 de maio, 2022.

Quadro 3 – Equação da reação de combustão incompleta

COMBUSTÍVEL	EQUAÇÃO DA REAÇÃO DE COMBUSTÃO INCOMPLETA			
Gás metano	$\text{CH}_4(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{calor}$			
	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{calor}$			
Etano	$\text{C}_2(\text{g})\text{H}_6(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{calor}$			
	$\text{C}_2(\text{g})\text{H}_6(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{C}(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{calor}$			

Fonte: O autor, 2022.

Segundo Gouveia (2006, p.12): “a combustão sem chamas se caracteriza pela grande produção de gases combustíveis, que enchem o compartimento e podem causar explosão, se houver uma rápida injeção de oxigênio no ambiente.”, constituindo assim um tipo de atmosfera explosiva.

Embora a combustão de maneira geral seja iniciada a partir de uma fonte de calor, existem condições em que não é necessário a presença de uma fonte de calor externa para ativar o processo de combustão, esse fenômeno denomina-se de combustão espontânea.

A combustão espontânea acontece quando o combustível sofre reações exotérmicas liberando calor com uma taxa de energia suficiente para que se inicie o processo de queima. Geralmente tal ocorrência surge em grandes volumes armazenados, como os grandes estoques de algodão apresentado na Figura 8 e tem como característica uma lenta geração de calor, o que dificulta a sua observação inicial, sendo percebida apenas em estados já críticos, pois tais sinistros acontecem em matérias que não estavam destinados a queima. Pode-se definir que a combustão espontânea ocorre quando a taxa de produção de calor excede a taxa de perda, atingindo a temperatura de autoignição (ANTT nº 420/04, 2004).

Figura 8 - Estoque de algodão

Fonte: Revista Globo Rural⁴

⁴ Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Algodao/noticia/2016/10/oferta-menor-ajuda-sustentar-precos-do-algodao.html>. Acesso em: 11 de maio, 2022.

3.1.3 Os métodos de extinção do fogo

Uma vez que o fogo tem como base a coexistência dos elementos apresentados no tetraedro do fogo, os meios de extinção do mesmo se dão através da retirada de um ou mais componentes constituintes do processo.

Como o combustível é um dos lados do tetraedro do fogo, uma maneira simples de controlar e extinguir o fogo é a partir da retirada do combustível disponível para queima. O isolamento do material que não foi atingido pelas chamas será protegido e ao mesmo tempo evitará a nova propagação das chamas.

Esse método pode envolver desde ações simples e rápidas por parte dos bombeiros, como a retirada de botijão de gás liquefeito de petróleo (GLP) de dentro de um ambiente sinistrado, até medidas mais complexas, como a drenagem do líquido combustível de um reservatório em chamas, que necessita de equipamentos e cuidados especiais. (CBMDF 2009, p.88).

O método de resfriamento parte do princípio da manipulação do calor, com o objetivo de baixar a temperatura e controlar a reação de combustão. O resfriamento tem por característica a utilização de um agente extintor⁵, que reage junto aos vapores e o combustível retirando o calor que provoca a reação. Conforme demonstrado na Figura 9, o agente extintor mais comum utilizado pelo corpo de bombeiros para combater os incêndios é a água, uma outra maneira na qual se pode modificar a temperatura em torno das chamas é a ventilação, pois através da retirada da fumaça e com as trocas de temperatura da atmosfera, é possível impedir que outros combustíveis próximos alcancem o ponto de ignição.

Figura 9 - Resfriamento por meio de água



Fonte: CBMDF, 2009, p.90

⁵ Agente extintor - substâncias encontradas na natureza ou criadas pelo homem, com a finalidade de extinguir um incêndio conforme o aproveitamento de propriedades físicas ou químicas. (CBMDF, 2009)

O método de extinção do fogo por abafamento, segundo CBMGO (2016) consiste na queda ou interrupção total do fornecimento do comburente para que a reação ocorra, inúmeros agentes extintores podem ser utilizados para este fim, areia, vapor d'água, pós, entre outros. “O oxigênio é o comburente comum à imensa maioria dos combustíveis. Dependendo da concentração que está no ar (inferior a 16%) fica incapaz de sustentar a combustão (PARANÁ, 2013, p.9).

Vale destacar que o isolamento do combustível, como apresentado na Figura 10, mesmo em chamas, poderá extinguir a queima desde que o confinamento não permita a entrada de O₂ durante a reação. De tal forma que a combustão consumirá todo o O₂ presente e logo depois se extinguirá por falta de comburente (CBMDF, 2009).

Entretanto, existem queimas que fogem a regra e mesmo com a retirada do comburente, ainda assim continuam com o processo de combustão, não significa que a reação não irá necessitar de O₂ para ocorrer, mas sim que o próprio combustível irá fornecer O₂ durante a queima, como por exemplo os peróxidos orgânicos.

Figura 10 - Extinção do fogo por meio de abafamento



Fonte: CBMDF, 2009.

Outro método de extinção do fogo é de forma química, consiste em transformar os vapores inflamáveis liberados durante a pirólise em vapores não inflamáveis, através de uma combinação de substâncias que possam atuar diretamente na reação impedindo que a combustão aconteça. “Nesse método, substâncias químicas (como o Halon), especialmente projetadas para tal, irão reagir com os íons liberados pela reação em cadeia, impedindo-os de continuar a quebra das moléculas do combustível.” (CBMDF, 2009).

Halons ou compostos halogenados, são produtos químicos constituídos por elementos halogênios (Flúor, Cloro, Bromo e Iodo), que desempenham o papel de catalizadores positivos na quebra da reação em cadeia (CBMGO, 2016).

3.2 INCÊNDIOS

A definição de incêndio de acordo com a Norma Brasileira 13860:1997 (ABNT. NBR 13860: 1997, p.7): “incêndio é o fogo fora do controle”. E segundo a ISO 8421-1:1987 “incêndio é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e espaço”.

Incêndios podem ocorrer desde pequenos amontoados de material não destinados a queima, no qual podem ser rapidamente controlados e não causam prejuízos, ou podem se transformar nos mais devastadores desastres deixando marcos na história, esses por sua vez requerem grande movimentação da sociedade e inovações e soluções de combate direto contra o fogo.

A queima desenfreada de todo material que não estava destinado para combustão deixa grandes consequências, prejuízos e perdas de vida humana. Além de danos materiais irreversíveis como incêndios de grandes proporções em bairros antigos, edifícios altos, museus, fábricas, galpões, hospitais, bibliotecas.

De acordo com Seito *et al* (2008), não existem dois incêndios iguais, pois são vários os fatores que influenciam seu princípio e favorecem o seu desenvolvimento, podendo-se citar:

- a) forma geométrica e dimensões da sala ou local;
- b) superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos;
- c) distribuição dos materiais combustíveis no local;
- d) quantidade de material combustível incorporado ou temporário;
- e) características de queima dos materiais envolvidos;
- f) local do início do incêndio no ambiente;
- g) condições climáticas (temperatura e umidade relativa);
- h) aberturas de ventilação do ambiente;
- i) aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio;
- j) projeto arquitetônico do ambiente e ou edifício;
- k) medidas de prevenção de incêndio existentes;
- l) medidas de proteção contra incêndio instaladas.

3.2.1 Origem dos incêndios

O princípio de incêndio pode ocorrer de diversas formas, desde uma simples chama de um fósforo, até as grandes explosões em tanques de combustíveis, ou através das ações naturais como a ativação de vulcões. Conhecer as possibilidades de riscos presentes para ativação das primeiras chamas é de extrema importância para minimiza-los e antecipar ações de combate ao incêndio em seu estágio inicial.

O risco de ativação do princípio de incêndio pode ser dividido em três classes: a) Riscos decorrentes diretamente da atividade humana; b) Riscos decorrentes das instalações; c) Riscos devidos a fenômenos naturais (GOUVEIA, 2009).

Dentro da classe de riscos de atividades humanas podemos destaca as falhas humanas, como por exemplo esquecer fontes de calor próximo a materiais combustíveis, descartar de forma irresponsável ativadores de chamas, como as bitucas de cigarros em ambientes com boas condições para o desencadeamento da combustão, manipular de maneira inadequada materiais explosivos ou fontes de calor, entre outras ações simples que podem provocar grandes incêndios.

Dentre as atividades humanas pode-se citar a ocorrência de incêndios criminosos, de acordo com o Artigo 250 do Decreto Lei nº 2.848 (07 dez. 1940): “Causar incêndio, expondo a perigo a vida, a integridade física ou o patrimônio de outrem: Pena - reclusão, de três a seis anos, e multa”, ou seja, incêndios induzidos por má fé, que podem provocar intencionalmente a destruição do patrimônio ou da vida. A segurança patrimonial, vigilâncias e controle de acesso são formas que minimizam os riscos dessa natureza, no entanto vale destacar que a origem de um incêndio criminal é uma forma de ocorrência imprevisível.

Outra atividade humana que pode potencializar os riscos de princípio de incêndio é a utilização ou tipo de ocupação da edificação, que influenciam diretamente na quantidade de carga combustível presente no ambiente e no aumento propagação do incêndio. Atividades que necessitem de altas temperaturas, grandes estocagens de materiais combustíveis, locais com manipulação de gases inflamáveis, edifícios adaptados para outros fins como por exemplo os edifícios históricos transformados em espaços comerciais ou residenciais, são atividades que requerem proteções específicas, para que não venham a ser espaços perigosos para os indivíduos devido a sua natureza.

Para os riscos apresentados provenientes das instalações pode-se destacar os dois tipos mais comuns que provocam focos de incêndio, são as instalações elétricas e as instalações de gás. Falhas elétricas, o mau dimensionamento da rede, falhas nos equipamentos ligados a rede, sobrecargas, instalações antigas, falta de manutenção, são várias as possibilidades que induzem a origem das primeiras chamas.

O aumento da temperatura fornece calor aos materiais da infraestrutura até atingirem o ponto de ignição, ou seja, as instalações elétricas funcionam como a fonte de calor inicial. Por sua vez, os curto circuitos geram centelhas ou explosões de equipamentos ocasionando as primeiras chamas.

As instalações da rede de gás, seja ela residencial ou industrial, alimentada através de (GN) gás natural ou (GLP) gás liquefeito de petróleo, apresentam por sua natureza alto risco de

provocarem incêndios. Os gases possuem alta inflamabilidade e na ocorrência da fuga do mesmo, produzem ambientes com atmosferas explosivas, principalmente em áreas de confinamento, por isso a detecção e ventilação na infraestrutura do gás é necessária, assim como a proteção contra choques mecânicos na tubulação e aparelhos do sistema.

Tanto para as instalações elétricas quanto instalações de gases, assim como qualquer outra instalação predial que apresente risco a edificação, é necessária uma proteção específica para aquele tipo de instalação, sendo tais medidas baseadas em normativas.

Além disso, os fenômenos naturais fornecem energia suficiente para que o material combustível possa iniciar a ignição e desencadear o processo de combustão. As descargas atmosféricas são o fenômeno mais comum que ocorre no território brasileiro e como meio de proteção as edificações altas devem ser dotadas de sistemas de proteção contra descargas atmosférica (SPDA), conforme a Norma Brasileira 5419:2015.

Outros fenômenos naturais como as atividades vulcânicas, e as reações espontâneas são eventos que independem da ação antrópica e possuem potencial para causarem grandes destruições a partir dos incêndios por eles causados.

3.2.2 Classificação dos incêndios

A reação de combustão para cada incêndio não muda, porém o que diverge de um incêndio para outro são as condições que influenciam o processo, como por exemplo o meio em que ocorre a reação, clima, ventilação, volume de material inflamável presente, a geometria da disposição dos combustíveis. Além dos fatores externos a natureza e as propriedades dos combustíveis, que influenciam diretamente a forma correta de combate e extinção do fogo, de maneira a tornar mais eficiente e seguro o controle do fogo.

De acordo com a Norma Brasileira 12693 (ABNT. NBR 12693:2021) A natureza do fogo, em função do material combustível, está compreendida em cinco classes: “Classe A, Classe B, Classe C, Classe D e Classe K”.

Incêndios (Classe A) são os incêndios no qual ocorre a degradação dos materiais sólidos e fibrosos, deixando como resíduos as cinzas e brasas, ocorrendo a reação de combustão a partir das superfícies em direção ao interior do volume maciço. O método mais comum utilizado para extinção do incêndio desse tipo é o resfriamento através do agente extintor (água).

Incêndios (Classe B) acontecem com a ignição dos líquidos ou gases inflamáveis como exemplo a gasolina, álcool ou diesel, que apresentam grande taxa de liberação dos gases inflamáveis e sua queima não deixa resíduos, ocorrendo apenas na superfície. O método de extinção

mais adequado é o abafamento. São incêndios que necessitam de um cuidado maior em sua extinção devido ao líquido inflamável poder escoar e provocar em curto espaço de tempo a combustão de outros combustíveis ou provocar acidentes com o próprio combatente do fogo.

Incêndios (Classe C) ocorrem em equipamentos e instalações energizadas, como geradores, transformadores, máquinas, computadores, motores. São incêndios que apresentam riscos de choques elétricos, esses exigem agentes extintores adequados para o abafamento ou resfriamento de modo a não danificar o equipamento.

Incêndios (Classe D) são incêndios em materiais combustíveis ou pirofóricos, no qual tem como característica chamas violentas, irradiam luz e calor apresentando grande dificuldade de extinção. Exemplos de metais pirofóricos segundo Gomes (2014, p.22): “magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio e zircônio.”. A extinção do fogo do incêndio de Classe D de acordo com CBMGO (2016, p.27): “inspira bastante cuidado: a impossibilidade de se utilizar água como agente extintor, ou como parte dele. o fogo oriundo desta queima exige pós especiais para sua extinção, que atuarão por abafamento e a quebra da reação em cadeia.”.

Incêndios (Classe K) são os incêndios em banha, gordura e óleos voltados ao cozimento de alimentos. É uma classe de muita periculosidade, ao passo que o trato de banha, gordura e óleos são bastante comuns nas cozinhas residenciais e industriais. (PARANÁ, 2013). A exemplo do combate aos materiais pirofóricos, a mais indicada maneira de extinguir o fogo dos incêndios Classe K é através do abafamento. Deve-se atentar a impossibilidade de utilizar a água como agente extintor, uma vez que os óleos em contato com a água podem causar explosões e lesões aos indivíduos nas proximidades. Logo, incêndios com essa classificação requerem agentes extintores específicos.

Além da classificação apresentada em norma ao longo dos anos as propriedades de combustíveis específicos foram descobertas, com isso surge a necessidade de novos grupos para classificação dos incêndios, como por exemplo incêndios de classe E.

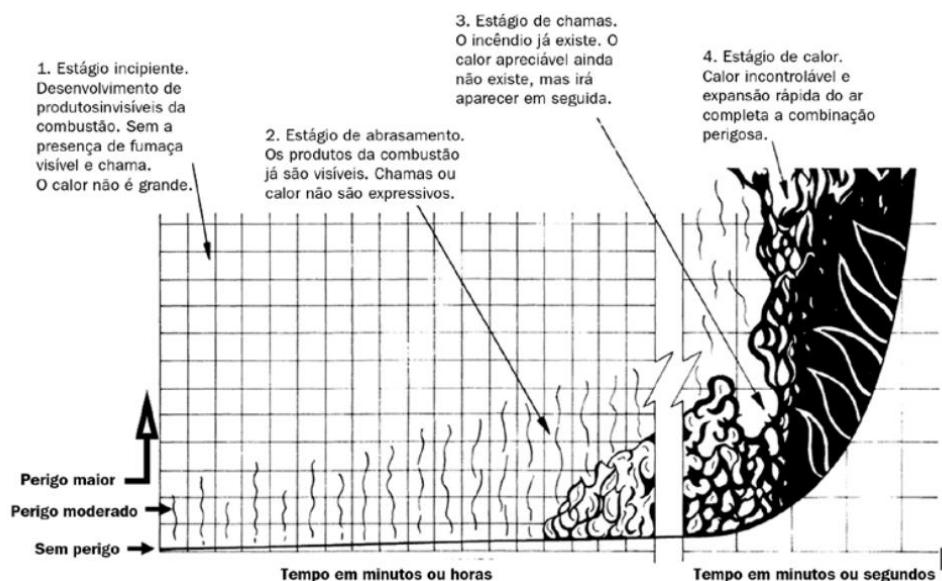
Incêndios (Classe E) segundo Gomes (2014, p.23): “fogo envolvendo material radioativo e químico em grandes proporções, sendo necessário equipamentos e equipes altamente treinadas.”.

3.2.3 Processo de evolução do incêndio

Distinguir o estágio em que o processo do incêndio está é de grande importância para a tomada de decisão, frente ao sinistro e mesmo que cada ocorrência possua sua própria

característica, distintas influências externas e internas, é possível descrever o processo dos incêndios de maneira genérica. De acordo com Seito *et al* (2008), em sua grande maioria os incêndios apresentam semelhantes fases de evolução durante sua ocorrência, processo no qual pode-se representar conforme Figura 11, a evolução do incêndio no decorrer do tempo.

Figura 11 - Estágios da evolução do incêndio



Fonte: SEITO *et al*, 2008

O estágio incipiente ou primeiro estágio está na fase de pré-ignição dos vapores desprendidos através de uma fonte de calor. A atmosfera não apresenta chamas visíveis ou fumaça, o ambiente está em temperaturas amenas, pois não existe uma grande liberação de calor visto que o fogo ainda não se propagou e encontram-se no material da queima inicial. Esta é uma fase segura e fácil para se controlar e extinguir o fogo, visto que os combustíveis e a atmosfera ainda se encontram em uma fase inicial de aquecimento.

Em seguida, o estágio de abrasamento se dá por meio da pouca combustão visível dos materiais presentes, ocorre de maneira lenta com produção de pouco calor e poucas chamas, porém tem o potencial de preencher o compartimento com gases combustíveis, o que levará ao crescimento das chamas e o início do incêndio.

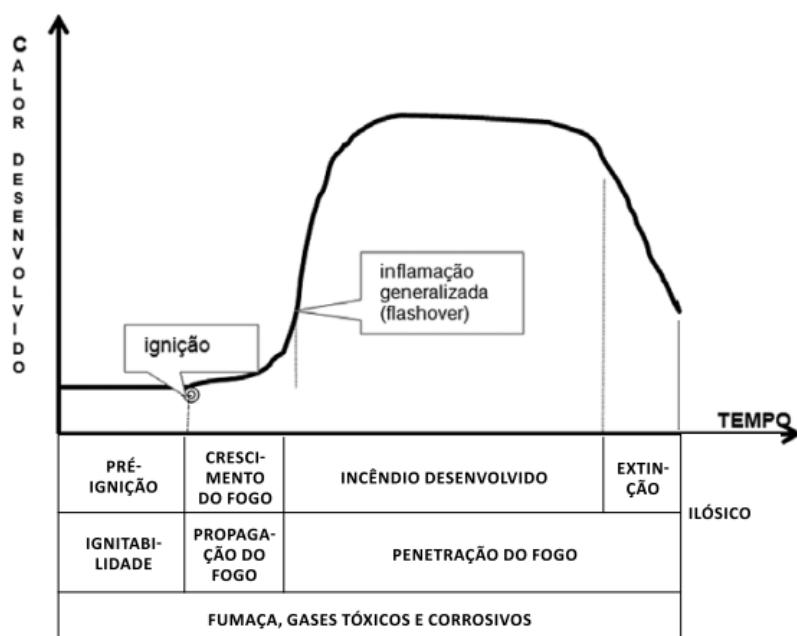
Em sequência, o estágio de chamas, ou fase de crescimento, acontece através do incêndio propriamente instalado, por meio do desenvolvimento da combustão para os demais materiais disponíveis onde o calor encontra-se expressivo ocorrendo assim a propagação do fogo para os demais combustíveis circunvizinhos. A temperatura ambiente se eleva de acordo com a propagação das chamas, ocorrendo de forma acelerada.

De forma breve, o estágio de calor ou inflamação generalizada acontece em um espaço de tempo menor e resulta na combustão completa de todos os materiais presentes, atingindo o ponto mais alto de liberação de calor. Controlar o incêndio em tais condições se torna basicamente impossível, visto que o calor nesse estágio é incontrolável e o ambiente encontra-se em altas temperaturas impossibilitando intervenções.

Por fim, o último estágio é a extinção do incêndio causado pelo esgotamento do combustível, ou através de medidas de combate a incêndio, ocasionando assim o decaimento do calor presente no ambiente.

Para melhor entendimento da geração de calor que ocorre durante o processo do incêndio a Figura 12 apresenta uma curva de calor desenvolvido durante o tempo de vida do incêndio.

Figura 12- Calor desenvolvido durante a evolução do incêndio



Fonte: SEITO *et al*, 2008

3.2.4 Prevenção, proteção e combate a incêndio

Ocorrências de incêndios de grande impacto social na sociedade brasileira chamaram atenção de toda população ao longo dos anos, e as lamentáveis consequências como perdas de vidas despertaram a necessidade de uma resposta concreta do âmbito social perante tais incidentes, fazendo surgir através do aprendizado com os próprios incêndios, observações e estudos

que promoveram o desenvolvimento e aprimoração de medidas de prevenção, proteção e combate a incêndios.

De acordo com a Instrução técnica 02/2019:

A prevenção contra incêndio é um dos tópicos abordados mais importantes na avaliação e planejamento da proteção de uma coletividade. O termo “prevenção de incêndio” expressa tanto a educação pública como a correta instalação de medidas de proteção contra incêndio em um edifício. (CBMSP, 2019, p.2)

Segundo Marinho (2018, p.14): “as medidas de prevenção contra incêndios são compostas por todas aquelas que visam prevenir o acaso do início de um incêndio”. O conhecimento sobre a natureza e disposição dos materiais, o isolamento entre combustíveis de alta inflamabilidade, a correta manipulação de potenciais fontes de calor, treinamentos para saber como agir em meio a um princípio de incêndio, entre outras ações são medidas de prevenção que agregam conhecimento e fazem toda diferença quando o objetivo é eliminar ou minimizar a ocorrência do princípio do incêndio.

As medidas educacionais possuem por vez uma parcela de grande importância, ao levar informações sobre medidas de segurança para a população com o objetivo de ter cada vez mais pessoas aptas para eliminar ou evitar as primeiras chamas do incêndio, pois o contra-ataque imediato ou a observação antecipada de um potencial foco de incêndio aumenta as probabilidades de controlar ou evitar o início da queima.

Conforme a Instrução Técnica 02/2019 (CBMSP, 2019, p.2): “A proteção contra incêndio deve ser entendida como o conjunto de medidas para a detecção e controle do crescimento e sua consequente contenção ou extinção.”. Segundo Barbosa Filho (2020c, p.1): “Não sendo possível prevenir por completo o surgimento de um foco de incêndio, a melhor expectativa é de que seja possível extinguí-lo em seus instantes iniciais [...].” Para que seja eliminado o foco de incêndio em curto espaço de tempo, é necessário a rápida detecção do mesmo e posteriormente as ações de controle e redução das chamas.

O conjunto de medidas para proteção contra incêndio podem ser divididas em duas classes, as medidas passivas que não dependem de acionamento prévio para cumprirem seus objetivos de proteção; e as medidas ativas na qual necessitam de uma ativação, seja ela automática ou manual, atuando como resposta ao fogo já instalado (BONITESE, 2007).

Medidas de proteção passivas, são previamente planejadas desde a elaboração do empreendimento, são executadas durante a evolução da edificação, ou implementadas também em reformas ou ampliações do espaço. As saídas de emergência, rotas de fuga, o controle dos

materiais, a compartimentação horizontal ou vertical, a distância mínima entre edificações, a proteção estrutural da edificação, a ventilação dos ambientes a facilidade do acesso do carro dos bombeiros até a edificação são alguns exemplos de medidas de segurança passivas.

As medidas de proteção ativa, de maneira geral, estão em modo de espera preparadas para atuação a qualquer momento. Os sistemas de proteção e combate ao incêndio são projetados para atuarem logo após o início da queima, podendo serem acionados manualmente ou automaticamente por meio da detecção do sinistro. A presença de fumaça, a percepção da elevação da temperatura no ambiente, ou o aumento da radiação são algumas das formas de se beneficiar das características do fogo para automatizar os dispositivos de prevenção. Logo após a detecção do fogo é preciso a rápida comunicação para todos os indivíduos presentes no ambiente, tornando esses primeiros instantes decisivos para que se possa garantir o tempo de evacuação de todos, e as medidas cabíveis de combate direto ao fogo.

3.3 PPCIE – PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E EMERGÊNCIA

O projeto de proteção contra incêndio e emergência (PPCIE) é um conjunto de medidas implantadas na edificação e apresentadas por meio de documentação técnica, memoriais e plantas em conformidade com as normativas vigentes por um profissional habilitado, com o objetivo de promover o mínimo de segurança dos presentes na edificação e do patrimônio na ocorrência de incêndios.

A elaboração do PPCIE deve atender aos requisitos de normativas, de acordo com as determinações de cada estado brasileiro e do Corpo de Bombeiros Militar, determinadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020). O Corpo de Bombeiros de cada estado através do processo de aprovação e vistorias, emite o alvará de conformidade da edificação no que se refere a SCI. Assim o edifício fica habilitado para pleno funcionamento e caso seja necessário novas exigências e adequações ao projeto o mesmo só terá validade quando todas as medidas forem atendidas (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020).

3.3.1 A importância de um PPCIE

O PPCIE deve apresentar sistemas de combate a incêndio de acordo com as características da edificação, a classe de ocupação, o tipo de risco associado ao imóvel e as vizinhanças, entre outros parâmetros que definem quais as melhores medidas a serem tomadas.

O conjunto de todas as medidas e sistemas aplicados na edificação minimiza os riscos do princípio do incêndio acarretando em um ambiente seguro para os presentes no local, assegura a fuga de todos os indivíduos e resguarda a integridade da vida e dos bens presentes no imóvel, assim como a própria estrutura em especial para as edificações históricas. Portanto, prevenir é a forma mais barata de evitar danos ou perdas. Grosso modo, visto que o incêndio é uma ocorrência de fogo com potencial a causar danos às pessoas, equipamentos, materiais etc., quando sem controle, causa prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio (MIGUEL; SILVEIRA; LOURENÇO, 2021).

Conforme a Decisão plenária nº 780 (BRASIL, 2018) em resposta à Frente Parlamentar Mista de Segurança Contra Incêndio do Congresso Nacional acerca de categorias competentes para assinar projetos de incêndio, ficou acordado que:

- 1) São competentes para assinar projetos de incêndio em ambientes residenciais, comerciais e industriais os seguintes profissionais registrados no Crea: Engenheiros Civis; Engenheiros Mecânicos; Engenheiros de Segurança do Trabalho.
- 2) Outros profissionais, em casos concretos, com títulos diversos dos acima citados poderão se responsabilizar por tais atividades desde que apresentem certidão do Crea indicando a atribuição respectiva, em função do que dispõe a Resolução nº 1.073, de 19 de abril de 2016, em relação à extensão de atribuições.”.

Dessa forma, pode-se destacar a extrema importância da elaboração de um PPCIE por um profissional competente, no qual minimiza o risco de possíveis incêndios e preserva a vida e o patrimônio de maneira tecnicamente satisfatória. Outro fato importante é que o bom profissional transmite para sociedade a consciência do investimento do ponto de vista econômico na implantação de um eficiente PPCIE, visto que o valor das perdas estruturais e de bens é muito alto, além do mais quando se trata de vidas são incomensuráveis aos danos deixados.

3.3.2 Crescimento da Legislação de segurança contra incêndio no Brasil

Até a década de 1970 a sociedade brasileira não possuía grande preocupação voltada para área de proteção contra incêndio nas edificações. Para Seito *et al* (2008), as normas e regulamentações voltadas para SCI eram esparsas, contidas nos códigos de obras dos municípios sem nenhuma referência ou suporte do aprendizado dos incêndios já ocorridos fora do país. Ainda de acordo com Seito *et al* (2008), a única forma de classificação do risco, era decorrente ao dano do patrimônio, sendo a Tarifa Seguro Incêndio do Brasil (TSIB) a única fonte

reguladora dessa classificação. Ficando assim a cargo das seguradoras e do corpo de bombeiros todas as questões relacionadas aos incêndios.

À medida que ocorrem incêndios em grandes dimensões, em especial quando envolvem vítimas, sempre surge um clamor para que ocorra o aperfeiçoamento das leis e normas existentes, de modo a tentar minimizar a possibilidade de novos acontecimentos dessa natureza. Aliado a essa questão, novas tecnologias na proteção passiva de incêndios em edificações têm surgido, o que também demanda maior agilidade por parte dos Corpos de Bombeiros para adequarem seus respectivos Regulamentos de Segurança Contra Incêndio, para contemplar tais inovações. (LUGON *et al*, 2018, p.8)

3.3.2.1 Edifício Andraus e Joelma

Os debates e aperfeiçoamentos sobre o tema Segurança Contra Incêndio foi crescendo ao decorrer dos anos devido ao aprendizado deixado pelas dolorosas perdas relacionada aos incêndios. Um dos grandes incidentes que propulsou avanços no âmbito da legislação foi o sinistro ocorrido em 24 de fevereiro de 1972, no edifício Andraus, na cidade de São Paulo. De acordo com Seito *et al* (2008) Como resultado desastroso do incêndio somou-se 352 vítimas, sendo 16 mortos e 336 feridos. Após o incêndio do Andraus foram criadas comissões na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no Corpo de Bombeiros e na Prefeitura de São Paulo que se dedicaram aos estudos e desenvolvimento da regulamentação e das normas (LUGON *et al*, 2018).

Em 1 de fevereiro de 1974, outra grande catástrofe ocorre no edifício Joelma, também na cidade de São Paulo, que deixou 179 mortos e 320 feridos (LUGON *et al*, 2018), deixando mais uma vez um grande impacto para sociedade. Após uma semana do incêndio a gestão municipal de São Paulo edita o Decreto Municipal nº 10878, tornando-se o primeiro regulamento oficial sobre segurança contra incêndio em edificações (SEITO *et al*, 2008).

O aumento nas formulações e atualizações das normas técnicas, leis e códigos de prevenção e combate a incêndios e pânico foram aumentando, em razão do avanço das novas tecnologias e medidas de prevenção e combate a incêndio, além das demais ocorrências de incêndios (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020).

As leis e as normas técnicas envolvidas nesse tema da segurança contra incêndio se completam. As leis pelo aspecto de sua observância obrigatória por todos, sob pena de responsabilidades com aplicação objetiva de sanções, e as normas técnicas por se tratarem de um registro do que existe a respeito do estado de arte de um determinado assunto, cuja inobservância pode auxiliar na aferição do maior ou menor grau de dolo e/ou culpa de determinado profissional submetido a um processo judicial. (LUGON *et al*, 2018, p.20)

A Lei Kiss de nº 13.425 promulgada em 2017, é um exemplo dos avanços na legislação e conscientização do poder público perante ao ocorrido na Boate Kiss na cidade de Santa Maria,

no Rio Grande do Sul, deixando 242 mortos e cerca de 600 feridos. “A referida Lei teve como objetivo estabelecer diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público no âmbito nacional” (BARBOSA FILHO, 2020d, p.1).

3.3.2.2 Legislação no âmbito nacional, estadual e municipal

No âmbito nacional as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relacionadas à segurança contra incêndio têm por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para fabricação, projeto, dimensionamentos, instalações e manutenção dos equipamentos e dos sistemas de proteção contra incêndio. Ainda na esfera nacional as chamadas Normas regulamentadoras (NR) são normas voltadas ao ministério do trabalho na qual aplica-se à segurança e medicina do trabalho. Dentro do conjunto das normas regulamentadoras em específico para as questões relacionadas a incêndio a NR 23 dispõe sobre a proteção contra incêndio em geral e as medidas preventivas adequadas em todos os locais de trabalho.

Conforme exposto por Lugon *et al* (2018, p.85):

As normas que compõe o arcabouço técnico e jurídico no âmbito estadual são:

- 1) O Código e Legislações de Segurança Contra incêndio, baixados pelas Assembleias Legislativas Estaduais, englobando uma parte técnica e uma parte administrativa. Estas partes dispõem de forma geral sobre as proteções contra incêndio, e sobre o controle das exigências dessas proteções, a fim de se fazer cumprir a lei.
- 2) Instruções/normas Técnicas e Portarias emitidas pelo Corpo de Bombeiros Estaduais, a fim de disciplinar assuntos que por omissão, ausência ou inaplicabilidade de normas relacionadas à proteção contra incêndios.

Em 1994 o Governo do estado de Pernambuco decretou e sancionou a lei de nº 11.186, na qual tem a finalidade de determinar o cumprimento das condições mínimas necessárias para instalações de segurança contra incêndio em todas as edificações do estado de Pernambuco. O Corpo de Bombeiros do estado de Pernambuco fundamentado no art. 34 da referida lei e através do decreto 19644-97 aprova o regulamento da Lei nº 11.186, de 22 de dezembro de 1994 e da outras providencias decretando que:

Art. 1º Fica aprovado o Regulamento que estabelece critérios e define sistemas de segurança contra incêndio e pânico para edificações no Estado de Pernambuco, o qual passa a ser denominado de Código de segurança contra incêndio e pânico para o Estado de Pernambuco - COSCIP. (BRASIL, 1994, p.1)

As leis e códigos municipais são formuladas e voltadas aos interesses urbanísticos da cidade, segundo Lugon *et al* (2018, p.85): “as legislações municipais também devem ser consideradas, porém, de forma suplementar e pelo serviço de atividades técnicas que atuam nas respectivas áreas de jurisdição.”.

3.3.3 Legislação de segurança contra incêndio em edificações históricas

Com objetivo de preservar as memórias e bens materiais presentes nas edificações históricas no Brasil, foram criadas leis que organizam e protegem os patrimônios históricos e artísticos nacionais. No ano de 1936 surgiu a ideia da criação de um órgão responsável pelo patrimônio nacional, no qual “[...] ganhou força em janeiro de 1937, ano em que se criou, mediante a Lei nº 378, o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), atualmente chamado de Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)” (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020, p.27).

A proteção e combate a incêndio em patrimônios históricos além de resguardar a vida e atuar no combate ao fogo tem por finalidade manter e preservar a estrutura e os bens nele contido, causando a mínima descaracterização do imóvel. Partindo desta premissa o IPHAN publicou a Portaria nº 366 de 2018, que: “Dispõe sobre diretrizes a serem observadas para projetos de prevenção e combate ao incêndio e pânico em bens edificados tombados.” (BRASIL, 2018, p.1).

Apesar dos avanços alcançados na legislação de incêndios aos longos dos anos o conjunto de tragédias decorrentes nas últimas décadas mostra o quanto o patrimônio histórico encontra-se desprotegido e as leis atuais apresentam fragilidades quando o assunto é preservar a memória e a cultura através dessas edificações. Como exemplos de sinistros ocorridos em edificações de grande importância para sociedade, pode-se citar o ocorrido no Instituto Butantã no dia 15 de maio de 2010, o sinistro ocorrido no Memorial da América Latina em novembro de 2013, ou também desastre em 21 de dezembro de 2015 no Museu da Língua Portuguesa no Estado de São Paulo, além do incêndio no em 02 de setembro de 2018 no Museo Nacional, localizado no Rio de janeiro.

A Lei Federal nº 13.425, de 30 de março de 2017, também chamada de Lei da Boate Kiss, efetivamente obteve pouca eficácia para as edificações históricas e os museus, uma vez que, mesmo que muitas dessas construções se enquadrassem na referida lei, nenhuma medida de segurança contra incêndio foi realmente exigida além das já previstas nas Legislações Estaduais. (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020, p.39)

A legislação de incêndio no território brasileiro se apresenta de caráter prescritivo, no qual se classifica os riscos da edificação de acordo com a ocupação, conforme a Tarifa de seguro-incêndio do Brasil do IRB. A partir da classificação da ocupação se define os sistemas mínimos exigidos para cada tipo de ocupação através de parâmetros referentes à construção, como área de construção, altura do empreendimento, número de pavimentos e classe de risco associada.

A classificação da edificação quanto a sua classe de risco apresentada na Lei 11186-94 pode ser dividida em três grupos:

Art. 6º As edificações, em conformidade com a probabilidade de incêndio, volume, localização, interferência com a vida da coletividade, condições de evacuação e de sua carga-incêndio, serão classificadas, dentro de cada risco, por grupos, conforme estabelecido neste artigo, através de regulamentação à presente Lei:

I - risco pequeno; II - risco médio; III - risco grande (PERNAMBUCO, 1994)

No tocante a classificação da edificação enquanto a ocupação segundo o Art. 7º do COSCIP:

Art. 7º Para a determinação das exigências de sistemas de segurança contra incêndio e pânico, as edificações serão classificadas pelas ocupações seguintes:

I - Tipo A Residencial Privativa Unifamiliar; II - Tipo B Residencial Privativa Multi-familiar; III - Tipo C Residencial Coletiva; IV - Tipo D Residencial Transitória; V - Tipo E Comercial; VI - Tipo F Escritório; VII - Tipo G Mista; VIII - Tipo H Reunião de Públíco; IX - Tipo I Hospitalar; X - Tipo J Pública; XI - Tipo K Escolar; XII - Tipo L Industrial; XIII - Tipo M Garagem; XIV - Tipo N Galpão ou Deposito; XV - Tipo O Produção, manipulação, armazenamento e distribuição de derivados de petróleo e/ou álcool e/ou produtos perigosos; (COSCIP, 1997, p.2)

Além disso, referente as edificações históricas o COSCIP aborda o tema de maneira genérica classificando-as como edificações especiais:

Art. 24. As edificações Especiais são aquelas que o, por sua natureza de ocupação ou condições de existência apresentem processos de trabalho que envolvam riscos específicos, ou que tenham existência efêmera ou temporária quanto a sua instalação, exigindo proteção especial contra sinistros. § 1º Os riscos específicos de que trata o presente artigo, e definidos em conformidade com este parágrafo, serão caracterizados pelo elevado prejuízo que poderão acarretar: I - ao patrimônio artístico e cultural da coletividade. (COSCIP, 1997)

3.4 SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O sistema de segurança contra incêndio e pânico previstos no estado de Pernambuco através da Lei 11186-1994 são divididos em cinco grupos fundamentais: Retardar a propagação do fogo (proteções passivas, afastamentos mínimos da edificação, paredes e portas corta-fogo, materiais incombustíveis e resistentes ao fogo, tratamentos ingnufugante); evacuação ou meios de fuga (sinalização de emergência, iluminação de emergência, saídas de emergência,

exaustão da fumaça); avisos e alarmes (sistema de detecção e alarme automático, avisadores audiovisuais e acionadores manuais); combate a incêndio (extintores, hidrantes, chuveiros automáticos, sistemas fixos de gás ou espuma, mangotinhos, vapor); proteção estrutural (centrais de gás, sistema de proteção contra descargas atmosféricas) (PERNAMBUCO, 1994).

3.4.1 Extintores

O tempo de resposta e rapidez no combate a incêndio é de extrema importância em sua fase inicial, e os extintores são de grande eficácia devido a fácil mobilidade e manuseio na extinção das primeiras chamas. “Extintores de incêndio são equipamentos (normalmente na forma de cilindros) que são utilizados para o combate a princípios de incêndio por conterem pequenas quantidades de agente extintor sob pressão” (CBMGO, 2016, p. 35).

Os extintores de incêndio são classificados de maneira geral em dois grupos: os extintores portáteis ou manuais, que são definidos como “extintor de incêndio que podem ser transportados manualmente, com massa total de até 20kg.” (ABNT. NBR 12693:2020, p.8); e extintores não portáteis, que apresentam massa total acima de 20kg e podem ser fixos ou transportáveis sobre rodas.

Para o melhor combate através dos extintores Barbosa Filho (2020e) destaca duas variáveis fundamentais para adequada aplicação frente ao fogo, o agente extintor e a capacidade extintora do preventivo. O agente extintor é empregado de acordo com a natureza do combustível, já a capacidade extintora “é a medida do poder de extinção de um aparelho extintor e está diretamente relacionada à quantidade, tipo e eficiência do agente extintor” (CBMGO, 2016, p. 37).

Para a classificação do tipo de agente extintor em frente as diversas possibilidades de natureza de incêndio no mesmo ambiente é necessário ter a disposição preventivos distintos para cada tipo de incêndio o qual determinado conjunto compõe a “unidade extintora” UE (BARBOSA FILHO, 2020c). Os tipos de extintores mais comuns são:

- Extintores de pó químico seco PQS são indicados para combater princípios de incêndio de classe B e C, sendo restritos a classe D;
- Extintores de pó químico especial PQE são indicados para combater princípios de incêndio de classe D, sendo restritos as classes A, B e C;
- Extintores de espuma mecânica que são indicados para classe A e B;
- Extintores de gás carbônico, que são indicados para classe B e C;
- Extintores de água pressurizada, são indicados para classe A, sendo restrito as demais classes. (SANTOS; SANTOS; CORREA, 2019, p.575)

Para cada classe de incêndio a Figura 13 relaciona o seu respectivo tipo de extintor que indica a eficiência no combate, e ao mesmo tempo os dispositivos que podem provocar acidentes ou demais complicações.

Figura 13- Classe de incêndio e seus respectivos extintores

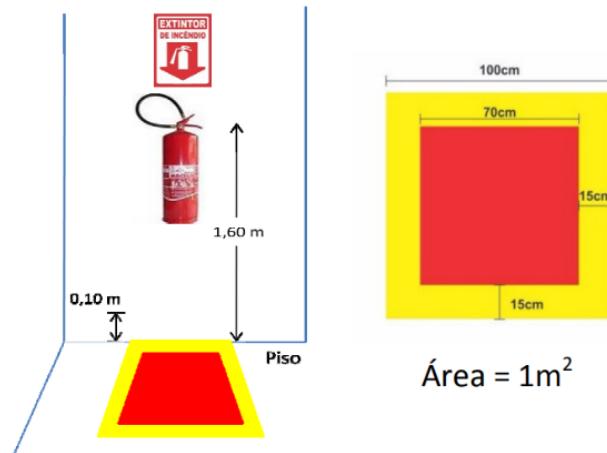
TIPOS DE EXTINTORES PORTÁTEIS			
CAPACIDADE	10 LITROS	1-2-4-6 QUILOS	2-4-6-8-12 QUILOS
CLASSES DE INCÊNDIOS	 EXCELENTE	SIM EM CASOS PEQUENOS, DE SUPERFÍCIE	SIM EM CASOS PEQUENOS, DE SUPERFÍCIE
	NÃO O LÍQUIDO INCENTIVA O FOGO	SIM BOM	SIM EXCELENTE
	NÃO CONDUTOR ELETRICO	SIM EXCELENTE	SIM BOM, MAS DANIFICA O EQUIPAMENTO
	NÃO PROVOCA EXPLOSÃO	NÃO PROVOCA EXPLOSÃO	SIM EXCELENTE
	NÃO O LÍQUIDO INCENTIVA O FOGO	SIM BOM	SIM EXCELENTE

Fonte: Red Safty 6.

A Norma Brasileira 12693 (ABNT. NBR 12693:2021) estabelece os requisitos mínimos para projeto, seleção e instalação dos extintores de incêndio em edificações e áreas de risco. A Figura 14 mostra as condições de instalação exigidas na norma, na qual se refere à altura de instalação do extintor e sinalização que deverá ser visível sem obstrução e atender a Norma Brasileira 16820 (ABNT NBR 16820:2022).

⁶ Disponível em:<https://redesafety.com.br/os-diferentes-tipos-de-extintores-e-seus-tipos-de-risco-coberto.html>. Acesso em: 14 de maio, 2022.

Figura 14- Detalhes de instalação de extintores



Fonte: Barbosa Filho,2020.

No tocante a legislação estadual do estado de Pernambuco o Art. 31 do COSCIP (COSCIP, 1997, p.18) prescreve que “para efeito de aplicação deste Código, o sistema de proteção por extintores será dimensionado pela necessidade de unidades extintoras – UE – para os locais a serem protegidos”. Ainda no mesmo artigo se define UE sendo o aparelho contendo o mínimo de capacidade da substância ou agente apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Conjunto mínimo de uma Unidade Extintora

SUBSTÂNCIA OU AGENTE	CAP NO EXTINTOR
Água ou espuma	10 litros
Gás carbônico	6 Kg
Pó químico	4Kg

Fonte: COSCIP (1997, p.18)

Para o dimensionamento da área de cobertura de uma UE e definição da distância máxima que o operador deverá percorrer até o alcance de um aparelho extintor é preciso classificar o risco da edificação através da TSIB, que separa os riscos da edificação em três grupos: Classe A, B e C. No Quadro 4 será apresentado um resumo do Art. 32 do COSCIP (PERNAMBUC, 1997, p.19) que define os dois parâmetros para o dimensionamento.

Quadro 4 - Parâmetros de dimensionamento dos extintores

CLASSE DE RISCO	ÁREA MÁXIMA DE UMA UE	DISTÂNCIA MÁXIMA A PER-CORRER
CLASSE A	500 m ²	20 m
CLASSE B e C	250 m ²	15 m

Fonte: O autor, 2022

3.4.2 Sinalização e iluminação de emergência

Os sistemas de sinalização e iluminação de emergência, em conjunto possuem a função de apontar todos os pontos de risco dentro da edificação, facilitar a localização dos preventivos, e deixar claro a rota de fuga dos pavimentos até os acessos de descarga da edificação. Para Barbosa Filho (2020e), a sinalização de emergência deve indicar as vias e rotas de maneira segura e eficaz, além de indicar com clareza a identificação e localização dos sistemas de prevenção.

A Norma Brasileira 16820 (ABNT. NBR 16820:2022) especifica os requisitos mínimos de projeto, fabricação, instalação, classificação e manutenção dos sistemas de sinalização de emergência. A classificação das sinalizações é composta por dois grupos: as sinalizações básicas, dividida em quatro classes (proibição, alerta, orientação e sinalização dos equipamentos); e as sinalizações complementares, “[...] composta por faixa de cor, mensagens escritas, indicação de agente extintor, sistemas de segurança e lotação máxima, rota continuada, plano de fuga[...]” (ABNT. NBR 16820:2022, pág.5). Algumas das sinalizações apresentadas na mesma norma, estão apresentadas nas Figura 15 e 16, esplanando as formas geométricas, cores, aplicações e códigos de identificação das mesmas.

Figura 15- Exemplos de sinalizações básicas de emergência

TIPO	CLASSE	CÓDIGO	SÍMBOLO	FORMA E COR	APLICAÇÃO
SINALIZAÇÃO BÁSICA	Proibição	P-1		Forma: circular Fundo: branco Pictograma: Preta Faixa circular e barra diametral: vermelha	Todo local onde o fumo possa aumentar o risco de incêndio. Nível: Superior
	Alerta	A-2		Forma: triangular Fundo: fotoluminescente Pictograma: Preta Faixa circular e barra diametral: preta	Próximo a materiais ou área com presença de produtos altamente inflamáveis. Nível: Superior ou intermediário
	Orientação e salvamento	S-12		Forma: retangular Fundo: verde Pictograma e texto: fotoluminescente Mensagem "SAÍDA" com altura de letra superior a 50mm	Indicação de portas de saída de emergência utilizadas de acordo com 6.4.4 Nível: Superior
	Equipamentos	E-5		Forma: quadrada Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação de localização dos extintores de incêndio. Nível: Superior

Fonte: ABNT. NBR 16820:2022

Figura 16 - Exemplo de sinalização complementar de emergência

TIPO	CLASSE	CÓDIGO	SÍMBOLO	APLICAÇÃO
SINALIZAÇÃO COMPLEMENTAR	Indicação de obstáculos	B1/B2	B1 B2	Ambientes com iluminação artificial
	Sinalização do agente extintor	N-2		Como sinalização intermediária logo acima dos extintores portáteis. Com recomendação de classes de incêndio e onde devem ou não ser utilizados. Nível: intermediário
	Lotação máxima e sistemas de segurança	M-2	LOTAÇÃO MÁXIMA 00 PESSOAS SENTADAS 00 PESSOAS EM PÉ	Nas entradas principais dos recintos de reunião de público. Nível: intermediário

Fonte: ABNT. NBR 16820:2022

As alturas de instalação das placas de sinalização de emergência são definidas de acordo com os níveis de instalação, divididos em três grupos nível superior, sinalizações instaladas acima de 1,80m; nível intermediário, instaladas entre 1,20m e 1,60m e nível inferior, instaladas entre 0,25m e 0,50m (ABNT. NBR 16820:2022).

Figura 17 - Exemplos de dispositivos de iluminação de emergência



Fonte: Barbosa Filho,2020, p.2

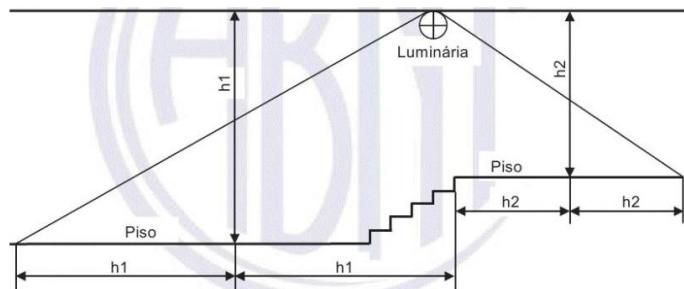
O sistema de iluminação de emergência por sua vez é o conjunto de equipamentos, como mostrado na Figura 17, que garantem a boa visibilidade da rota de fuga em situação de emergência. Segundo Barbosa Filho (2020, p.2): “o sistema de iluminação de emergência deve propiciar uma boa capacidade visual aos ocupantes da edificação em meio a baixa visibilidade devido a fumaça, deixando nítida a percepção de presença de obstáculos, mobiliários, aberturas e passagens.”.

A Norma Brasileira 10898 (ABNT. NBR 10898:2013) especifica as características mínimas funcionais dos sistemas de iluminação de emergência e apresenta as condições de instalação e manutenção. Ainda de acordo com o item 4.1 da mesma norma são contemplados os seguintes tipos de sistemas de iluminação:

- a) conjunto de blocos autônomos;
- b) sistema centralizado com baterias recarregáveis, com carregadores adequados para o tipo de bateria utilizado no projeto e ao tempo necessário para a recarga;
- c) sistema centralizado com grupo motogerador com arranque automático;
- d) equipamentos de iluminação portáteis, compatíveis com o tempo de funcionamento exigido. (ABNT. NBR 10898:2013)

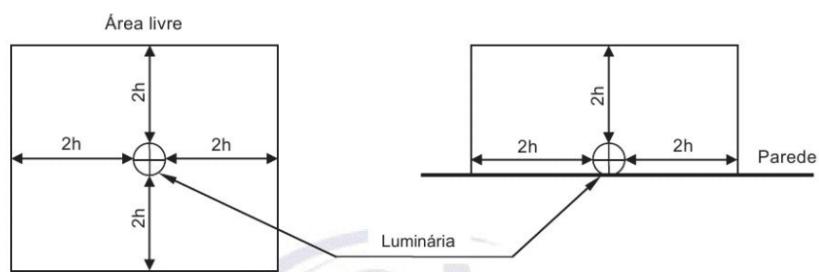
Para instalação dos pontos de luz o item 8.1.16 da norma Norma Brasileira 10898 (ABNT. NBR 10898:2013) prescreve que “em qualquer caso, mesmo havendo obstáculos, curva ou escada, os pontos de iluminação de sinalização devem ser dispostos de forma que, na direção de saída de cada ponto, seja possível visualizar o ponto seguinte, com uma distância máxima de 15 m.” No item 8.1.18 da mesma norma “. A distância máxima entre dois pontos de iluminação de ambiente deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso” como mostrado nas Figuras 18 e 19, sendo “h” a altura da instalação da luminária.

Figura 18 - Vista lateral da instalação do ponto de luz



Fonte: (ABNT NBR 10898:2013, p.27)

Figura 19 - Planta baixa da instalação do ponto de luz no teto e parede



Fonte: (ABNT NBR 10898:2013, p.27)

3.4.3 Sistemas hidráulicos (hidrantes e chuveiros automáticos)

Os sistemas hidráulicos de combate a incêndio de uma edificação possuem estruturas com grande porte de instalações, geralmente sua atuação de combate acontece em estágios avançados da propagação do fogo, no qual os sistemas portáteis não possuem capacidade extintora suficiente para atuação. Os sistemas hidráulicos são conjuntos de equipamentos que acumulam, transportam e aplicam o agente extintor como água, espumas ou gases, diretamente sobre os combustíveis incendiados (GOMES, 2014).

A infraestrutura dos sistemas hidráulicos é composta geralmente por reservatórios com reserva técnica de incêndio (RTI), por exemplo a água, que fica designada apenas para ocorrência de incêndio; conjunto motobomba para recalque do fluido e entrega de vazões e pressões satisfatórias conforme exigências mínimas da legislação; rede de tubulação para transporte do fluido e dispositivo de aplicação do agente extintor, do tipo manual ou automático. Para Barbosa Filho (2020g, p.1): “[...]a aplicação sobre os focos de incêndio pode se dar por jatos diretos (como no caso de chuveiros automáticos) ou por intermédio de mangueiras e esguichos (como no caso dos hidrantes e mangotinhos).”.

A norma que fixa as condições mínimas exigíveis para dimensionamento, instalação e manutenção do sistema de hidrantes e mangotinhos é a Norma Brasileira 13714 (ABNT. NBR 13714:2000) e de acordo os requisitos gerais apresentados na mesma, os tipos de sistemas são classificados como mostrado na tabela 5. Os sistemas são divididos em três tipos: (tipo 1, referente aos mangotinhos; tipo 2 e 3 referentes aos hidrantes), esses apresentam características de diâmetro, tipo de esguicho saídas e vazões mínimas pré-determinadas.

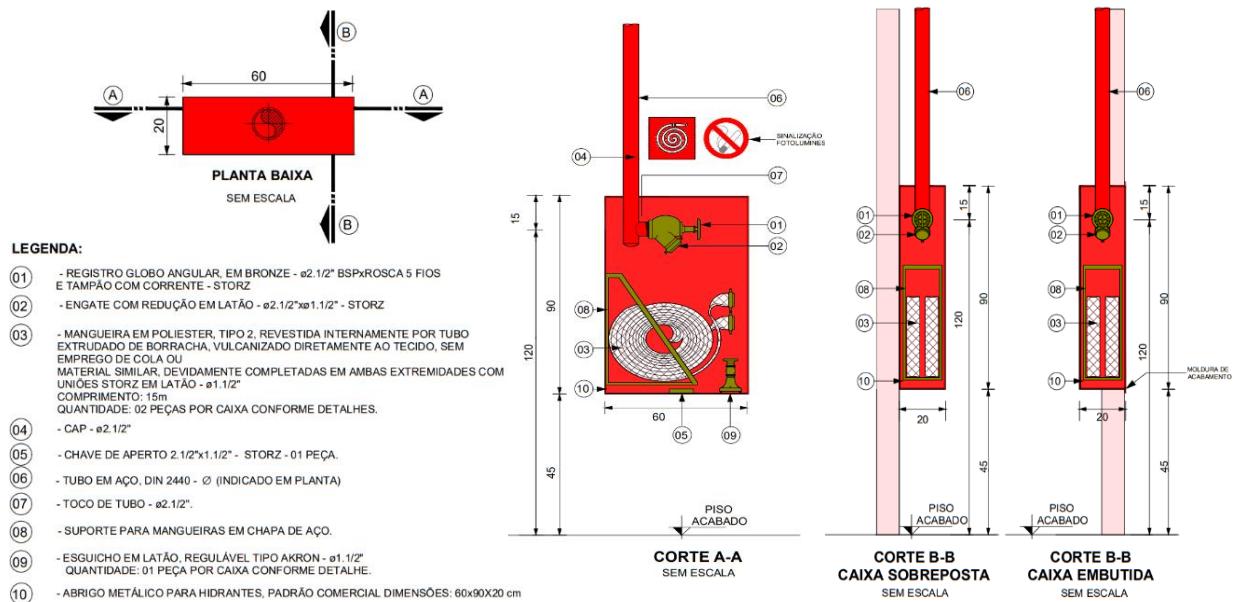
Tabela 5 - Tipos de sistemas de hidrantes e mangotinhos

TIPO	ESGUICHO	MANGUEIRAS		SAÍDAS	VAZÃO L/min
		Diâmetro (mm)	Comprimento máximo (m)		
1	Regulável	25 ou 32	30	1	80 ou 100
2	Jato compacto Ø16 mm ou regulável	40	30	2	300
3	Jato compacto Ø25 mm ou regulável	65	30	2	900

Fonte: Adaptado da tabela 1 da NBR13714:2000.

O sistema de hidrante trata-se da aplicação manual exigindo atuação de um operador para direcionar e aplicar de maneira correta a água, em geral este sistema é composto por (abrigos, mangueiras, válvulas, chaves de engate rápido e esguicho) conforme detalhamento mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Componentes de um hidrante



Fonte: O autor. 2022.

Para os requisitos de instalação e exigências relacionadas aos sistemas de hidrantes a legislação do estado de Pernambuco no Art. 49 do COSCIP define que:

Art. 49. Os sistemas de combate a incêndios por hidrantes ou por carretel com mangotinho são considerados como sistemas fixos sob comando, e deverão obedecer aos requisitos seguintes, quanto à sua instalação:

I - os hidrantes ou carretéis devem ser instalados de maneira tal que qualquer ponto da edificação ou pavimento possa ser atingido por um jato d'água, considerando-se os seguintes fatores:

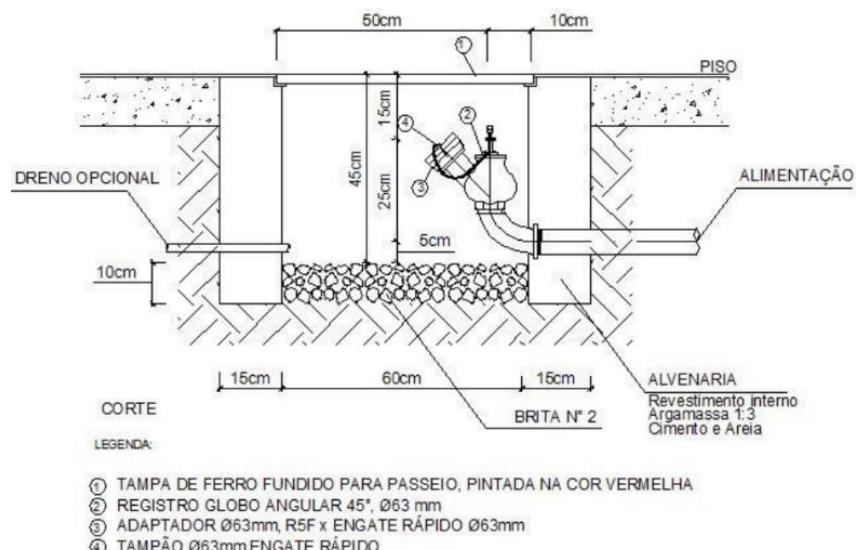
a) para o sistema de proteção por hidrantes ou carretéis internos, será considerado como alcance máximo de linha de mangueira um total de 30,0 m, a partir do registro de manobra ou ponto de tomada d'água, estabelecida no plano horizontal, e com a mangueira ou mangotinho totalmente estendida;

b) para o sistema de proteção por hidrantes externos, será considerado como alcance máximo da linha de mangueira um total de 60,0 m, a partir do registro de manobra, estabelecida no plano horizontal, e com a mangueira totalmente estendida;

c) para o sistema de proteção por carretel com mangotinho externo, será considerado como alcance máximo da linha total de 45,0 m, a partir do ponto de tomada d'água, estabelecida no plano horizontal e com o mangotinho totalmente estendido. (COSCIP, 1997, p.23)

Além da proteção da edificação por meio de hidrantes internos e externos é preciso que se permita o abastecimento da tubulação da rede de incêndio por uma fonte externa, ou que seja possível o abastecimento das viaturas do Corpo de Bombeiros Militar através de um registro de recalque no passeio público da edificação. De acordo com o Art. 102 do COSCIP (COSCIP 1997, p.35) “os registros de recalque deverão ser instalados no passeio correspondente à fachada principal da edificação, ou fachada de fácil acesso as viaturas do CBMPE”. Na Figura 21 é detalhado os componentes e dimensões mínimas para instalação do hidrante de recalque.

Figura 21 - Hidrante de recalque



Fonte: IT 17 (CBMMG, 2020, p. 7)

O dimensionamento hidráulico da rede de hidrantes deverá satisfazer aos níveis mínimos de vazão e pressão exigidos nos pontos mais desfavoráveis da rede, em função da classe de ocupação da edificação, dessa forma fica definido tais parâmetros conforme mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros do sistema de hidrantes conforme classe de risco

NIVEIS (TSIB)	RISCO		
	A	B	C
Vazão mínima (l/min)	120	250	360
Pressão mínima no bocal (Kgf/cm ²)	1,35	2,35	2,40
Diâmetro do Bocal (mm)	13	16	19

Fonte: COSCIP, 1997, p.32.

O cálculo hidráulico das tubulações da rede deve ser executado por métodos adequados conforme orientação da Norma Brasileira 13714 (ABNT. NBR 13714:2000), além de satisfazer as equações apresentadas em norma deverá atender os limites de pressão e velocidade, afim de trabalhar dentro das condições aceitáveis para o ideal funcionamento das infraestruturas, como também que seja seguro a aplicação do sistema pelo operador. No tocante ao dimensionamento e escolha do conjunto de motobomba do sistema o mesmo deverá atuar automaticamente ou por acionamento manual, de forma a cumprir os critérios de instalação e exigências técnicas apresentadas em legislação.

Art. 85. O conjunto de bombas para combate a incêndios será exigido sempre que for previsto para os sistemas de hidrantes e mangueiras semirrígidas o seu abastecimento d'água através dos reservatórios subterrâneos ou de superfície.

Parágrafo único. No conjunto de que trata este artigo, as bombas deverão atender às seguintes especificações: I - terem acoplamento direto, sem interposições de correias ou correntes; II - recalcarem água direta e exclusivamente para rede de incêndio; III - terem acionamento próprio; IV - serem instaladas em carga, ou possuírem dispositivo de escoava automática. (COSCIP, 1997, p.23)

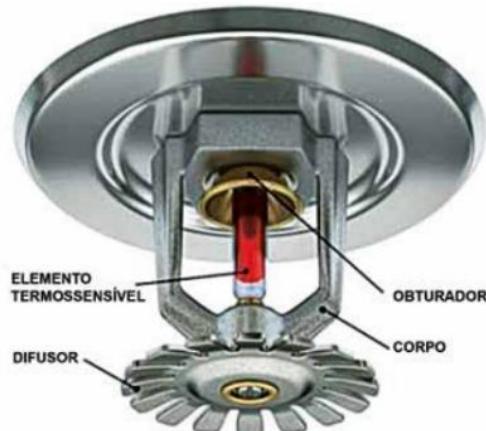
O sistema de chuveiro automático é uma das medidas de segurança mais bem consolidada globalmente por apresentar alta eficácia no controle dos incêndios. (ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020). “O sistema de proteção por chuveiros automáticos - sprinklers, é o conjunto formado por canalizações, válvulas, reservatório d'água, chaves de fluxo, bicos dos chuveiros, e, quando for o caso, sistema de bombas, destinado à proteção contra incêndio e pânico.” (COSCIP,1997, p.39).

A Norma Brasileira 10897 (ABNT. NBR 10897:2020, p. 1) “Especifica os requisitos mínimos para o projeto e a instalação de sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos, incluindo as características de suprimento de água, seleção de chuveiros

automáticos, conexões ,tubos[...]"'. Conforme prescrito em norma os chuveiros automáticos são dispositivos acionados automaticamente devido a um elemento termosensível, presente nos chuveiros automáticos, que atua e permite assim que o jato de água seja jogado sobre determinada área específica (ALMONFRAY: ZANDONADI, 2020).

Conforme mostrado na Figura 22, de maneira geral os sprinklers ou chuveiros automáticos, são constituídos de corpo metálico no qual a estrutura se conecta a rede; elemento termosensível, que atua liberando a água após elevação da temperatura; obturador, o elemento que provoca a vedação da água mantido pelo elemento termosensível; difusor responsável pelo direcionamento do jato e distribuição da água afim de garantir a área de cobertura

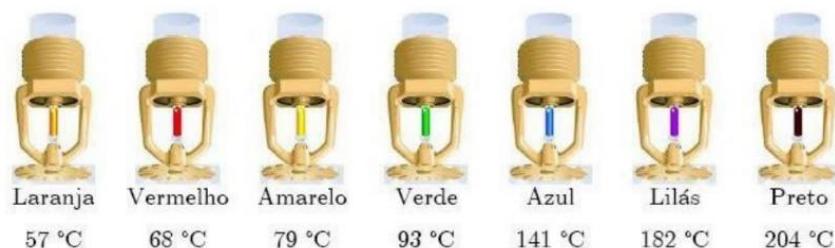
Figura 22 - Elementos constituintes do chuveiro automático



Fonte: ALMONFRAY; ZANDONADI, 2020.

A classificação da temperatura ou limites de temperatura para os chuveiros automáticos, tem grande importância para a escolha do tipo de chuveiro aplicado para cada necessidade do ambiente. Existem diversos tipos de sprinklers de acordo com a escala de temperatura mostrada na Figura 23, ou conforme a classificação de acordo com a posição de instalação do mesmo, como apresentado na Figura 24

Figura 23 - Escala de temperatura de acionamento e respectivas cores dos elementos termossensíveis



Fonte: Barbosa Filho, 2020h, p.1.

Figura 24 – Classificação dos sprinkles conforme a posição de instalação



Fonte: SKOP⁷.

Assim como no sistema de hidrantes os chuveiros automáticos devem atender as exigências mínimas de vazão e pressão por um período de tempo mínimo definidos em norma. “A partir destes dados são calculados os parâmetros referentes à capacidade do reservatório dedicado, das bombas de acionamento principais e secundárias, assim como das tubulações da rede em seus distintos segmentos.” (BARBOSA FILHO, 2020h, p.2).

Para definir a distância máxima entre dois chuveiros automáticos e a sua área de cobertura se define o risco associado ao mesmo, conforme mostrado na Tabela 7 para legislação de Pernambuco (COSCIP, 1997) Ainda de acordo o mesmo código a definição das pressões e vazões são estabelecidas também conforme o risco associado como mostrado na Tabela 8.

Tabela 7 - Área de cobertura dos chuveiros automáticos

RISCO	TIPO DO BICO DO CHUVEIRO	ÁREA MÁXIMA A SER COBERTA POR UM BICO (m ²)	DISTÂNCIA MÁXIMA ENTRE OS BICOS BICO (m)
A	Pendente no Teto	21,0	4,5
	Lateral (Parede)		4,2
B	Pendente de Teto	15,0	4,5
	Lateral (Parede)		4,2
C	Pendente de Teto	9,0	3,5
	Lateral (Parede)		3,5

Fonte: COSCIP, 1997, p.41.

⁷ Disponível em: <http://www.skop.com.br/2018/03/06/sprinkler-conhecendo-as-caracteristicas-tecnicas-e-a-forma-correcta-de-especificar/>. Acesso em: 16 de maio, 2022.

Tabela 8 - Pressão e vazão mínimas de operação dos chuveiros

RISCO	TIPO DO BICO DO CHUVEIRO	DIÂMETRO DO PRESSÃO DO ORIFÍCIO (mm)	PRESSÃO DE DESCARGA NO ASPERSOR (Kgf/cm ²)	VAZÃO DE DESCARGA (L/min)
A	Pendente no Teto Lateral (Parede)	13	0,40	52,2
B	Pendente no Teto Lateral (Parede)	13	0,40	52,2
C	Pendente no Teto Lateral (Parede)	16	0,70	110,0

Fonte: COSCIP, 1997, p.42.

3.4.4 Sistemas de proteção de estruturas

Os elementos estruturais da edificação reagem ao comportamento do fogo de acordo com as características da construção, como os materiais utilizados, ventilação disponível, carga de incêndio presente no ambiente e tempo de resistência ao fogo de cada elemento (CBMGO, 2016). Devido a possibilidade de dano severos e possível colapso da estrutura, a segurança estrutural visa proteger e assegurar o tempo necessário para evacuação de todos os presentes na edificação, junto a isto a própria edificação deverá dispor de elementos que constituem uma eficiente rota de fuga conforme as exigências da Norma Brasileira 9077 (ABNT. NBR 9077:2001). Para tal objetivo existem normas que auxiliam durante o processo construtivo, como por exemplo a Norma Brasileira 14432 (ABNT. NBR 14432:2001) que delineia sobre as exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações, outro exemplo é a Norma Brasileira 15200 (ABNT. NBR 15200:2012) que trata sobre os projetos estruturais de concreto em situação de incêndio.

Ainda sobre a proteção estrutural existem sistemas de proteção que atuam em combate aos efeitos das descargas atmosféricas na estrutura, o chamado sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). De acordo com o CBMES (2016, p.140):” o SPDA é composto de um sistema externo de captação e um sistema interno de distribuição e proteção dos elementos estruturais.”.

De acordo com Art.247 do COSCIP (COSCIP, 1997, p.75): “Os dispositivos contra descargas atmosféricas têm como objetivo principal o estabelecimento de meios para as descargas atmosféricas se dirigirem, pelo menor percurso possível, para a terra”. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas é constituído por captores, hastes metálicas, braçadeiras, isolador, cabos de escoamento, proteção mecânica não condutora e eletrodos de terra. (CBMES, 2016). A Figura 25 mostra um esquema genérico das partes constituintes do SPDA.

Figura 25 – Esquema simplificado do sistema de proteção contra descargas atmosféricas



Fonte: PrevenFire⁸

O COSCIP, em seu Art. 251 (COSCIP, 1997), determina para o estado de Pernambuco que: “será exigida a instalação de dispositivos contra descargas atmosféricas em edificações com altura superior a 20,0 m, ou com área de cobertura superior a 1.500,0 m²”. A Norma Brasileira 5419 (ABNT. NBR 5.419-1:2015) que trata sobre a proteção contra descargas atmosféricas é dividida em 4 partes: (I – Princípios gerais; II – Gerenciamento de risco; III – Danos físicos a estruturas e perigo à vida; IV: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura).

Além da proteção da estrutura, a mesma pode ser uma medida de proteção em casos específicos de risco de incêndio, como por exemplo a estrutura das centrais de gás GLP. No Art. 232 do COSCIP (COSCIP, 1997) define central de GLP como: “uma instalação formada por central de gás, tubulações, reguladores de pressão, registros e demais acessórios”.

As centrais de GLP são abrigos construídos em alvenaria ou concreto armado que devem atender as exigências da Norma Brasileira 13523 (ABNT. NBR 13523:2019), obedecendo requisitos mínimos de afastamentos, estruturas, instalação dos acessórios, volume e divisão máximo dos recipientes de armazenagem, proteção, manutenção e sistema de sinalização.

Para instalação de uma central GLP, o COSCIP no seu Art.234 (COSCIP, 1997) parágrafo único determina que: “sempre que a quantidade de GLP utilizado for igual ou superior a

⁸ Disponível em: <https://prevenfirebrasil.com.br/protecao-eletrica-atmosferica-para-raios/>. Acesso em: 17 de maio, 2022.

45 Kg, haverá necessidade de se instalar central de GLP;” no caso dos recipientes acima de 90kg, a localização e instalação deverá atender as Normas específicas.

3.4.5 Sistema de detecção e alarme

O sistema de detecção e alarme de incêndio tem o objetivo de detectar, avisar e controlar os dispositivos automáticos de segurança contra incêndio, através de um conjunto de dispositivos conectados entre si e interligados aos demais sistemas (GOMES, 2014). O Art.135 do COS-CIP defini o sistema de detecção e alarme composto pelos seguintes componentes:

I - Central, destinada a processar os sinais provenientes dos circuitos de detecção e alarme, convertê-los em indicações adequadas, e comandar e controlar os demais componentes do sistema; II - Painel Repetidor, comandado pela central ou pelos detectores, destina-se a sinalizar de forma visual e/ou sonora, no local desejado, as ocorrências detectadas no sistema; III - Detector Automático, destinado a operar quando influenciado por determinados fenômenos físicos ou químicos que procedem ou acompanham um princípio de incêndio; IV - Acionador Manual, destinado a transmitir a informação quando acionado pelo elemento humano; V - Indicador, destinado a sinalizar, sonora ou visualmente, qualquer ocorrência relacionada ao sistema de detecção e alarme de incêndio; VI - Circuito de Detecção, no qual estão instalados os detectores automáticos, acionadores manuais ou quaisquer outros tipos de sensores pertencentes ao sistema; VII - Circuito de Alarme, no qual estão instalados os indicadores; VIII - Circuito Auxiliar, destinado ao comando e/ou supervisão de equipamentos relativos à prevenção e combate a incêndios.(COSCIP, 1997, p.44)

Segundo Barbosa Filho (2020i, p.1):

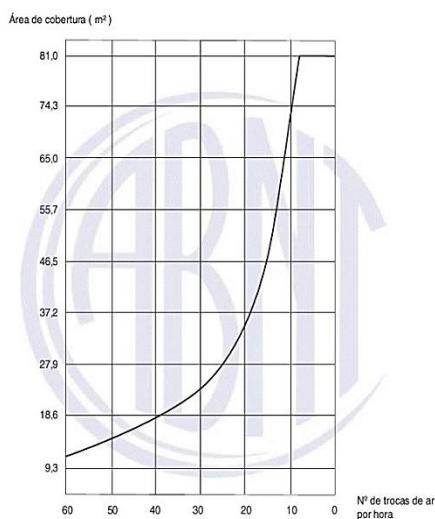
Os detectores em geral podem ser classificados de duas maneiras: i) Quanto ao fenômeno ou produto da queima a ser detectado: fumaça, chamas e temperatura; ii) Quanto ao modo de instalação ou de atuação do detector: a) Pontual: quando realiza a leitura de uma medida na atmosfera em seu entorno; b) Linear: quando realiza da leitura ao longo de uma linha imaginária de detecção entre uma unidade emissora e outra receptora. A ruptura do feixe de luz infravermelha entre os pares determinada pela densidade de partículas e/ou gases, aciona o alarme do sistema.

Cabe destacar que os tipos de detectores mais comuns são os detectores de fumaça e temperatura, instalados de acordo com a natureza e características do ambiente. De acordo com Gomes (2014), os detectores de fumaça atuam na presença de gases ou partículas, já os detectores de temperatura atuam quando a temperatura do ambiente muda rapidamente ou acontece o aumento acima de um valor de referência do dispositivo.

Os requisitos de projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio são apresentados na Norma Brasileira 17240 (ABNT. NBR 17240:2010), a mesma classifica os tipos de sistema de detecção em 4 tipos, sendo eles: (convencional; endereçável; analógico e algorítmico). No tocante ao dimensionamento e área de cobertura dos detectores pontuais de fumaça o item 5.4.1.12 da mesma norma define que a área

de cobertura dos detectores diminui conforme se tem o aumento de trocas de ar por hora no ambiente, sendo este representado por uma função na qual deve ser obtida seus valores conforme mostrado na Figura 26 (ABNT. NBR 17240:2010).

Figura 26- Área de cobertura do detector de fumaça em função do número de trocas de ar



Fonte: ABNT NBR17240:2010, p.18.

Para Pollum *et al* (2016), o uso do sistema de detecção e alarme é uma alternativa para se evitar a tardia percepção do incêndio nas edificações históricas, uma vez que estes imóveis ficam fechados no período noturno e não contam com brigadistas presentes durante tal período.

Para Barbosa Filho (2020i, p.5): “acionadores manuais são imprescindíveis em todos os tipos de edificações. Por certo, devem estar instalados em locais de habitual circulação de pessoas (halls, corredores, junto às passagens de um ambiente para outro etc.)”. Para instalação dos acionadores o mesmo deverá ser alojado no interior de caixas lacradas com tampa facilmente quebrável, sendo instalados a uma altura entre 1,20m e 1,60m (GOMES, 2014).

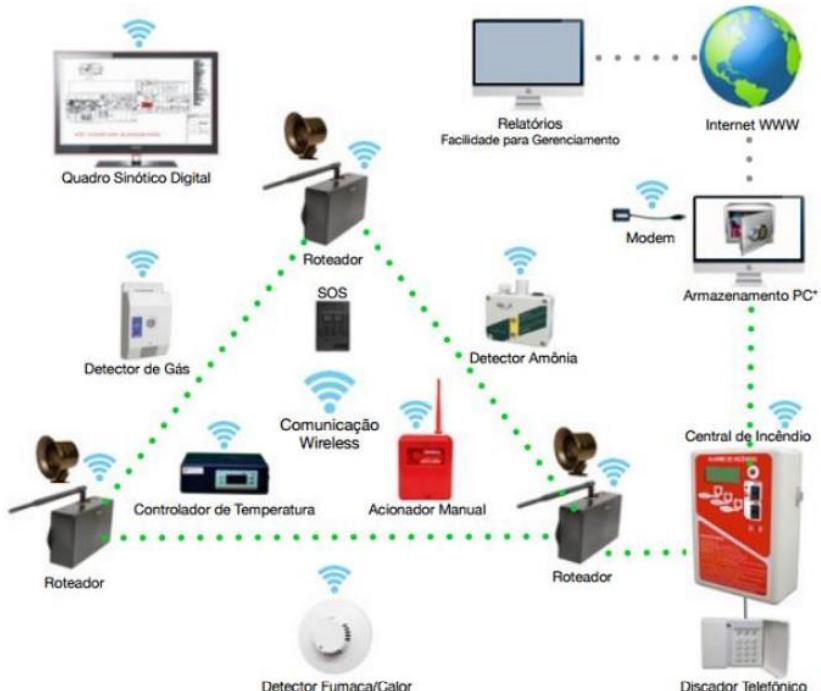
Os alarmes de incêndio devem prover a toda edificação a informação sobre a situação detectada de diversas formas, seja visual, sonora, ou de alguma outra forma de comunicação que alcance o objetivo de que todos os presentes estejam cientes da ocorrência (BARBOSA FILHO ,2020i). Os alarmes de incêndio podem ser acionados de maneira manual ou de forma automática que “são equipamentos preparados para enviar ao módulo de acionamento um sinal, para que o mesmo possa disparar a sirene, assim que detectarem no ambiente à quantidade mínima necessária de fumaça ou calor para os quais estejam dimensionados” (CBMES, 2016).

De acordo com Pollum *et al* (2016 p.203):

Diferente do sistema tradicional de alarme e detecção, realizado por cabeamento, o sistema por wireless (sem fio) atua por ondas de rádio com frequência própria. Por não apresentar cabeamento, a instalação dos dispositivos é executada sem grandes intervenções físicas, sendo o sistema composto basicamente por detectores (sensores), acionadores manuais, roteadores, sinalizadores visuais e/ou sonoros, além da central de incêndio.

Para o estado de Pernambuco a Norma Técnica 007.15 (CBMPE, 2015, p.1): “tem a finalidade de estabelecer os requisitos mínimos exigíveis para instalação do sistema de detecção e alarme de incêndio com uso de tecnologia sem fio (wireless).”. A Figura 27 apresenta os dispositivos que formam o sistema *wireless* de detecção e alarme.

Figura 27 – Componentes do sistema *wireless* de detecção e alarme



Fonte: ABAFIRE, 2022⁹

Segundo Pollum *et al* (2016, 206):

Em edificações históricas, o uso da tecnologia *wireless* pode ser uma alternativa para viabilizar a implantação de um sistema de alarme e detecção de incêndio. Por não apresentar cabeamento, a instalação dos dispositivos é executada sem grandes intervenções físicas. Os detectores e os acionadores manuais (sonoro e visual) não necessitam de rede elétrica, funcionando por meio de baterias, com vida útil média em repouso variável de 14 a 36 meses, a depender do fabricante. Os roteadores normalmente são alimentados pela central de alarme, e esta, por rede elétrica e bateria recarregável com autonomia média de 24 horas

⁹ Disponível em: <https://abafire.com.br/acessorios-para-alarme-incendio/>. Acesso em: 21 de maio, 2022.

3.4.6 Sistemas Complementares às edificações históricas

Através das normativas elaboradas para as novas edificações, torna-se cada vez mais difícil aprovar projetos de SCI em edificações históricas, geralmente por medidas que ocasionam intervenções físicas no imóvel alterando suas características (POLLUM *et al*, 2016). Neste contexto, afim de atender a normativas de maneira a preservar a edificação histórica e os bens nele contido é preciso que o responsável técnico possa propor, junto ao Corpo de Bombeiros Militar, soluções complementares com base em metodologias e tecnologias nacionais e/ou internacionais. Segundo Pollum *et al* (2016), sistemas alternativos já são comercializados e de conhecimento na área de SCI, porém ainda não são consagrados popularmente, outros não possuem regularização, ou normas específicas dificultando assim sua difusão.

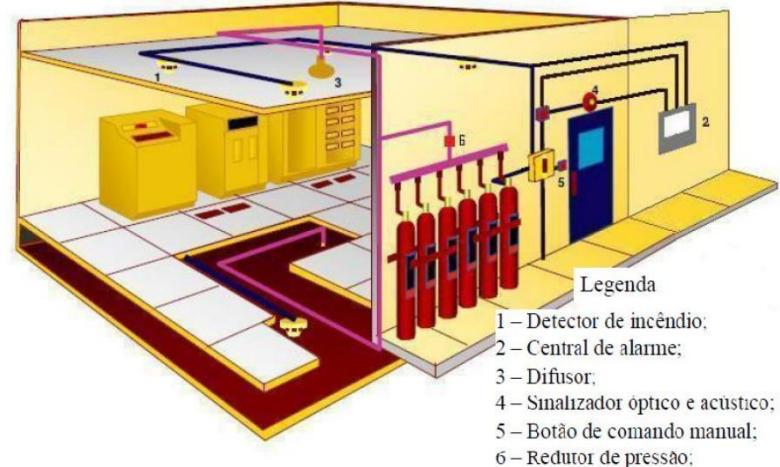
Para edificações com acervos de grande importância o uso de sistema fixo de gases, não oferecem risco aos bens contidos na edificação, não conduzem eletricidade e são ideais para locais com material elétrico e tecnológico (POLLUM *et al*, 2016). A Instrução Técnica N° 40/2019 do Corpo de Bombeiros do estado de São Paulo (CBMSP, 2019), que trata dos requisitos complementares de segurança contra incêndio, peculiares às edificações históricas e de interesse do patrimônio histórico-cultural, bem como as edificações que abrigam bens culturais e/ou artísticos, dispõe no item 5.4.1 da IT 40 (CBMSP, 2019 p.2): “recomenda-se o sistema de gases limpos em acervos de grande importância histórica, devendo ser instalado conforme prescrições da IT 26 – Sistema fixo de gases para combate a incêndio.”.

Segundo a IT 26 (CBMSP, 2019 p.2) descreve os gases limpos como:

“agentes extintores na forma de gás que não degradam a natureza e não afetam a camada de ozônio. São inodoros, incolores, maus condutores de eletricidade e não corrosivos. Dividem-se em compostos halogenados e mistura de gases inertes. Quando utilizado na sua concentração de extinção, permite a respiração humana com segurança.”

Conforme Pollum *et al* (2016), o sistema de gases limpo é composto por cilindros de pressão, tubulação, difusores de gás, detectores de incêndio e alarme, conforme ilustrado na Figura 28, e seu dimensionamento parte da quantidade da carga necessária para extinção.

Figura 28 - Sistema fixo de gases



Fonte: SILVA, 2010.

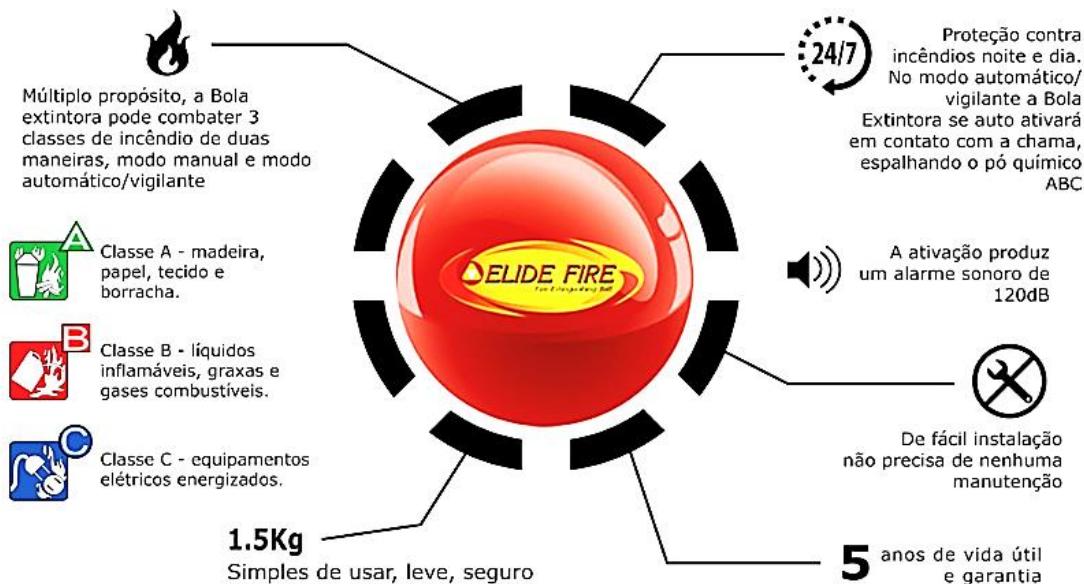
Outro sistema alternativo complementar e novo no mercado de segurança contra incêndio é o sistema de bolas extintoras ou *Fire Extinguishing Ball*, que de acordo com Schwengber e Santos (2018) é uma tecnologia inovadora que oferece segurança contra incêndio de forma eficiente, simples, automática, sem danos ao patrimônio ou indivíduos presentes.

Elide Fire Brasil define a bola extintora ABC como:

[...] um dispositivo extintor de incêndios com acionamento automático quando em contato com o fogo, simples e de fácil uso, carregado com PQS - Pó Químico Seco de alta qualidade, classe ABC. O sistema inovador de combate a princípio de incêndios é exclusivo, possui tecnologia patenteada e tem-se consolidado como uma alternativa inteligente, de custo X benefício imbatível, com sua eficiência e qualidade aprovada e certificada em toda a Europa (ELIDE FIRE BRASIL, 2018).

Ainda de acordo com Elide Fire Brasil (2018), o dispositivo portátil tem formato esférico com 15cm de diâmetro, pode ser utilizado manualmente, sendo jogado sobre as chamas ou deixado em pontos de maior risco no ambiente para serem acionados através das chamas. Na Figura 29 é apresentado dados técnicos, além de informações sobre o funcionamento das bolas extintoras.

Figura 29 - Bola extintora ABC



Fonte: Elide Fire Brasil, 2018¹⁰.

Porém, até o momento atual não existe uma norma ou legislação específica que trate sobre o dimensionamento e requisitos para instalação deste tipo de dispositivo como proteção contra incêndio nas edificações. Portanto, deve-se deixar claro que o *Fire Extinguisching Ball*, é um sistema complementar, no qual não substitui a instalação dos extintores portáteis de incêndio, ou quaisquer outros preventivos exigidos em norma.

Para aplicação do sistema de bolas extintoras deve-se atentar as informações fornecidas em ficha técnica do dispositivo disponibilizado por (ELIDE BRASIL, 2018)¹¹, no qual define a área ideal de extinção para cada bola extintora, sendo cada dispositivo ideal para cobrimento de área de 2m², com raio de ação de 360°, ideal para pontos de alto risco de incêndio.

¹⁰ Disponível em: <https://www.elidefirebrasil.com.br/#info.tecnica>. Acesso em: 20 de maio, 2022.

¹¹ Disponível em: <https://www.elidefirebrasil.com.br/assets/ficha-tecnica-elide-fire-brasil-2019.pdf>. Acesso em: 20 de maio, 2022.

4 ESTUDO DE CASO

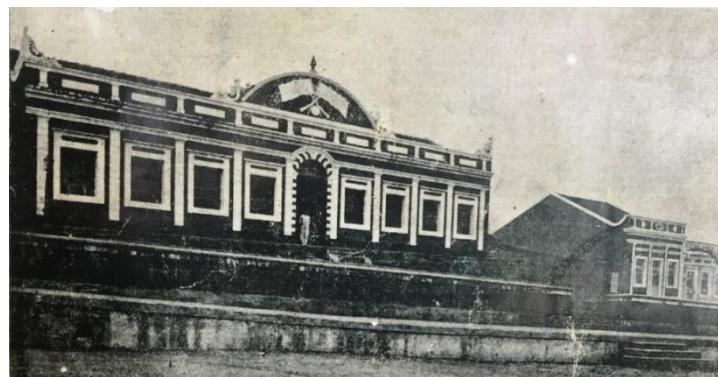
4.1 BREVE HISTÓRICO

Em 1911 foi autorizado pelo então Governador de Pernambuco Herculano Bandeira, o prédio da cadeia pública de Gravatá, conhecido popularmente como “quartel” foi inaugurado pelo prefeito da cidade Joaquim Didier, sendo o mesmo uma das primeiras edificações de grande porte da cidade. Imóvel de grande valor arquitetônico para a cidade, apresentava em seus traços tendencia de arquitetura neoclássica, com função militar, do início do século XX.

O então conhecido “quartel”, mostrado na Figura 30, foi palco de lutas revolucionárias do movimento político-militar brasileiro ligado ao tenentismo durante a década de 20, segundo a FUNDARPE, (2017)¹²:

O local foi palco de lutas revolucionárias que agitaram o Brasil na década de 1920. No dia 18 de fevereiro de 1926 o então Tenente do Exército Cleto Campelo da Costa Filho, organizou uma coluna com 11 homens saindo do Recife, com o objetivo de arregimentar outros adeptos e ir ao encontro da “Coluna Prestes”, movimento insurreto que percorria o País à época. Ao chegar a Gravatá, o grupo já contava com 120 seguidores e dirigindo-se à cadeia pública, encontrou forte resistência, travando-se então um tiroteio no qual o chefe revolucionário veio a falecer.

Figura 30 - Cadeia pública de Gravatá, “quartel”



Fonte: O autor, 2022

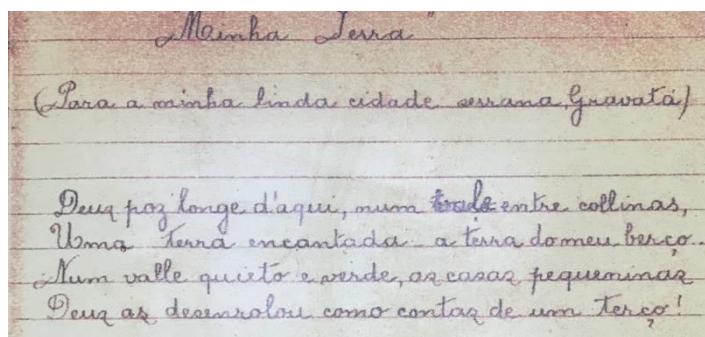
No ano de 1983, o prédio foi tombado pela Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco (FUNDARPE), de acordo com o processo de tombamento 0488/19981. Já em 1985 o prédio passou a ser a Casa da Cultura Pastor Rosalino da Costa Lima, na qual se instalou a biblioteca pública Dr. Rafael Cavalcanti de Albuquerque. A gestão municipal da cidade de

¹² Disponível em: <https://www.mapacultural.pe.gov.br/espaco/41/>. Acesso em: 18 de maio, 2022. /

Gravatá no ano de 2002 transformou a então Casa da Cultura no atual Memorial da cidade, edificação onde se guarda as riquezas e memórias culturais do povo gravataense, colocando em exposição o rico acervo de documentos, fotografias, móveis, e objetos que registraram o cotidiano e passado histórico da cidade.

Vale destacar a importância da edificação histórica para a cidade em diferentes aspectos, entre eles o econômico por estar localizado em uma cidade turística, agregando valor e riqueza a região, além do valor cultural e histórico através das memórias para população de Gravatá. Na Figura 31 está um trecho da carta que faz parte de ricos documentos em exposição no Memorial, escrita por Joaquim Didier filho, fruto do benfeitor benemérito e fundador da edificação.

Figura 31 - Item pertencente ao acervo do Memorial de



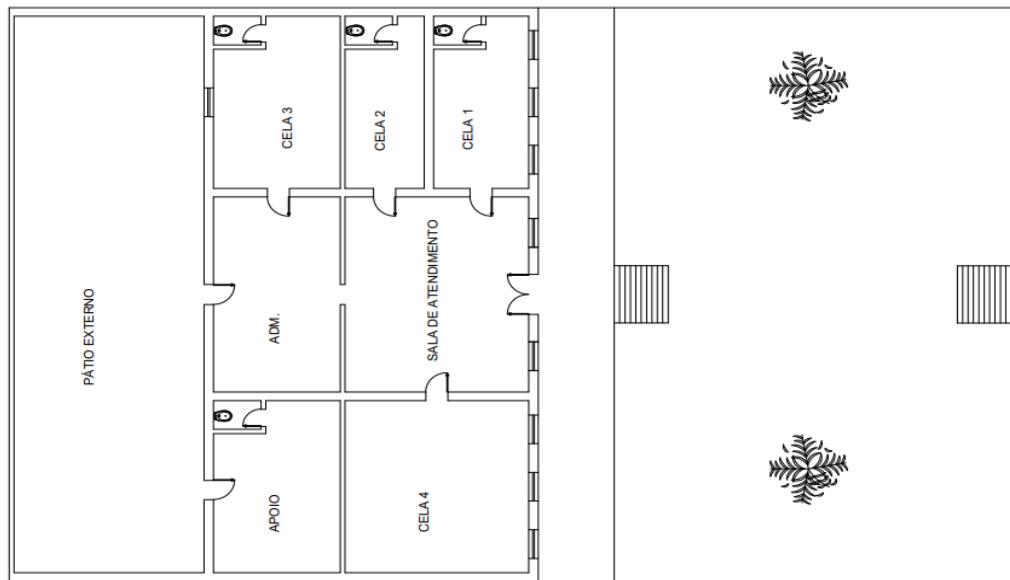
Fonte: O autor, 2022

4.2 REFORMAS

A estrutura do Memorial de Gravatá sofreu diversas modificações e reformas ao longo dos anos para atender aos novos projetos e classes de ocupação destinado ao imóvel. Através de arquivos digitais em formato “DWG”, fornecidos pelo Memorial de Gravatá é possível verificar as mudanças ocorridas na edificação. Deve-se destacar que não existe um registro detalhado para todas as modificações e reformas executadas em uma linha cronológica, pois esses registros foram perdidos ao longo do tempo.

Através do desenho arquitetônico apresentado na Figura 32 que representa a configuração interna da antiga cadeia pública em 1911 é possível verificar a divisão dos ambientes existentes na edificação conforme concepção inicial. Como está representado, a cadeia pública era constituída por: quatro celas, banheiros, uma sala de atendimento, ambiente de apoio, administração e pátio externo.

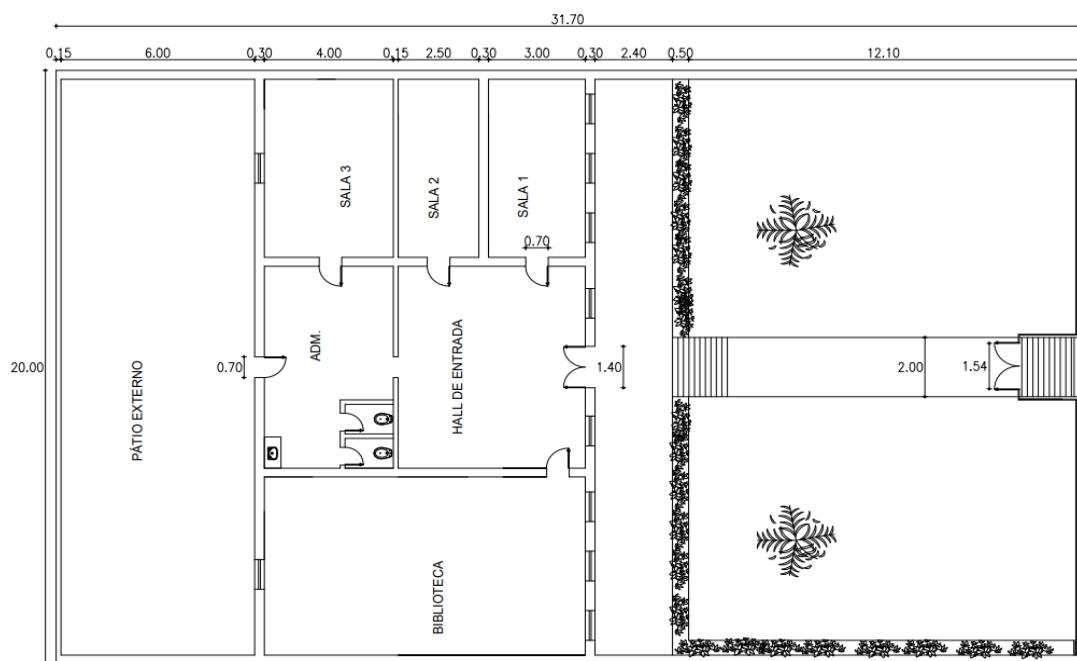
Figura 32 - Desenho arquitetônico da antiga cadeia de Gravatá em 1911



Fonte: Memorial de Gravatá, 2022

Na Figura 33 é apresentado uma planta baixa simplificada ou desenho arquitetônico do Memorial após as decorrentes reformas ao longo do tempo até o ano de 2012, na qual é possível verificar a retirada dos banheiros das celas, modificação na antiga área de administração com a implantação de dois novos banheiros, junção da sala de apoio com a cela 4 para funcionamento da biblioteca pública, além de modificações e melhorias na via de acesso, como restauração das escadas e colocação de um portão e gradil em toda fachada da edificação.

Figura 33 - Desenho arquitetônico da antiga cadeia de Gravatá em 2012



Fonte: Memorial de Gravatá, 2022.

A divisão interna dos ambientes atualmente continua a mesma, a fachada principal sempre bem cuidada preservando os traços arquitetônicos originais como mostrado na Figura 34. Algumas mudanças na ocupação ocorreram sem modificações estruturais, como por exemplo a biblioteca pública, que deixou de existir nas dependências da edificação no ano de 2014, aumentando assim a área de exposição do Memorial. Outras mudanças internas relacionadas a ocupação dos ambientes foram verificadas durante a coleta de dados, no qual pode-se observar que a área de administração se tornou um *hall* social e o pequeno espaço em frete aos dois banheiros foi improvisada a instalação de uma copa que fica à disposição dos funcionários durante horário de funcionamento.

Figura 34 - Fachada principal do Memorial de Gravatá nos anos de 2020 e 2022



Fonte: O autor, 2022

4.3 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E ANÁLISE DA VIZINHANÇA

Definir os equipamentos de proteção e combate a incêndio que possam garantir a segurança mínima ao Memorial de Gravatá, é um processo no qual deve-se analisar os pré-requisitos exigidos pela legislação de Pernambuco. O primeiro passo é classificar a edificação de acordo com a ocupação e classe de risco da edificação. De acordo com o Art. 7º e Art. 24º do COSCIP (COSCIP,1997), o Memorial de Gravatá pode ser classificado como edificação do “TIPO Q” que são as edificações especiais. Para escolha do tipo de ocupação cabe destacar a caracterização do elevado prejuízo que pode acarretar ao patrimônio cultural da coletividade, norteador definido no 1º parágrafo do Art. 24.

Para classificação de risco segundo a TSIB deve-se escolher o tipo de imóvel de acordo com a ocupação do risco, idêntica ou com as características mais próximas da edificação possível. No caso do Memorial de Gravatá não existe um item específico para o mesmo, logo pode-se considerar o item museu, por ser um espaço de exposição de acervo, ou biblioteca pública,

pela quantidade de documentos presentes e tipo semelhante de combustível no ambiente. Para escolha do mesmo a Tabela 9 apresenta os dados retirados da TSIB, no qual ambos apresentam a mesma classe de ocupação (02), definindo assim o Memorial de Gravatá como Classe A.

Tabela 9 - Classe de ocupação

RUBRICA	OCUPAÇÃO DO RISCO	CLASSE DE OCUPAÇÃO
381	MUSEUS	02
64	BIBLIOTECA PÚBLICA	02

Fonte: O autor, 2022

Tabela 10 - Classificação de Risco

CLASSE DE RISCO	DESCRIÇÃO
Classe A	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 1 ou 2, excluídos os “depósitos”, que devem ser considerados como Classe B
Classe B	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 3, 4, 5 ou 6, e os depósitos da classe de ocupação 1 e 2.
Classe C	Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB, seja 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

Fonte: TSIB, 1956

Além da classificação da edificação histórica, deve-se destacar a importância da análise dos imóveis localizados nas redondezas do patrimônio que se deseja proteger. Segundo Barbosa Filho (2020j) geralmente os incêndios em edificações históricas são decorrentes das inadequadas condições das instalações, do tipo de ocupação da edificação, do tipo de atividade desenvolvida na vizinhança ou por fim dos fenômenos da natureza. Ainda de acordo com Barbosa Filho (2020j) além das atividades externas da vizinhança com alta probabilidade de princípio de incêndio como padarias, serrarias, ou vizinhança similar as aglomerações em seu entorno como festas, procissões e blocos de carnaval devem ser considerados fatores de risco.

Conforme mostrado no Apêndice A, na planta de situação do Memorial de Gravatá foi demonstrado algumas ocupações de prédios vizinhos, entre eles pode-se destacar os prédios que fazem divisa com lote do Memorial sendo eles: um escritório de contabilidade, que de acordo com a TSIB tem uma classificação de risco baixa (Classe A); um centro comunitário composto por um salão para reunião para grupos de igrejas, movimentos diversos e além de grupo trabalhadores, podendo ser classificado também como Risco de (Classe A), por ser uma edificação térrea de pequena área construída;

A área de casas residenciais apresentado na planta de situação não oferece grande risco de incêndio ao Memorial de Gravatá, uma vez que moradias são edificações com baixo risco de incêndio, vale ressaltar que não foi verificado nenhum tipo de atividade que ofereça alto potencial de risco para edificação histórica em estudo.

4.4 SISTEMAS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ

De acordo com o COSCIP (COSCIP, 1997), os sistemas de segurança contra incêndio e pânico são definidos em função de diversos parâmetros apresentados no Art. 25. Para o estudo de caso em questão foi extraído das plantas apresentadas nos Apêndices D e E, alguns parâmetros construtivos, como área total de construção e coberta (211 m²); número de pavimentos (01); altura total da edificação (7,00m).

Das exigências dos sistemas portáteis e transportáveis para edificação o Art. 40 do COSCIP (COSCIP, 1997, p.22) define que: “será obrigatória a instalação de extintores de incêndio nas edificações previstas neste Código, independentemente da existência de qualquer outro sistema de segurança, salvo as Edificações Residenciais Privativas Unifamiliares”. Logo, fica definido a obrigatoriedade do sistema de extintores para o Memorial de Gravatá.

Para os sistemas de Hidrantes, o Art. 105 do COSCIP (COSCIP, 1997) define a exigência de sua instalação desde que para as edificações Tipos Q (desde que enquadradas no inciso X do § 5º do artigo 24, quando se tratar de fabricação e/ou depósitos), quando não atenderem ao conjunto de critérios abaixo, considerados simultaneamente: 1. altura até 14,0 m (quatorze metros), 2. até 4 (quatro) pavimentos, 3. até 750,0 m² de área construída ou área total ocupada.

Portanto tendo o Memorial de Gravatá uma área de construção de (211m²) < (750m²), altura da edificação e número de pavimento menores que 14m e 4 pavimentos, fica isento da instalação de Hidrantes em suas dependências.

Os artigos 133 e 140, do COSCIP (1997, p.44): “define que as exigências para instalação dos chuveiros automáticos e sistema de detecção e alarme devem ser regulados pelo Corpo de Bombeiros Militar através de Normas técnicas, considerando as características de cada edificação.”. No entanto nenhuma das normas técnicas publicadas no site do Corpo de Bombeiros Militar especifica os requisitos e exigências para instalação dos sistemas de sprinkler e detecção e alarme. Por essa razão, como não foi apresentado nenhuma exigência para edificação do “TIPO Q” na tabela do Art. 32 do COSCIP (COSCIP, 1997) não será aplicado a instalação dos chuveiros automáticos, visto que outros sistemas deveram prover a segurança mínima necessária.

No tocante ao sistema de detecção e alarme “será exigida a instalação de sistema de alarme manual para todas as edificações com área construída superior a 2.000 m² (dois mil metros quadrados), salvo as Edificações Residenciais Privativas Multifamiliares.” (COSCIP, 1997 p.49), definindo assim a isenção do sistema de alarme manual para a edificação em estudo.

Em relação a definição das exigências e requisitos para os sistemas de evacuação de edificações o COSCIP apresenta os elementos que possibilitam a segura fuga dos indivíduos partindo do interior edificação até a área externa da edificação no menor espaço de tempo. No Quadro 5 foi resumido os itens apresentados no código de segurança contra incêndio referente ao sistema de evacuação, assim como definido a sua aplicação referente a edificação em estudo.

Quadro 5 – Avaliação dos itens de evacuação conforme o COSCIP para edificação em estudo

ITENS DE EVACUAÇÃO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO AO PROJETO
Dos acessos (corredores)	Caminho a ser percorrido até a saída de emergência	Distância máxima a percorrer 25m
Escada de emergência	Escadas que permitem que a população atinja pavimentos inferiores de forma a preservar a sua integridade física	Considerando as escadas externas presentes na única via de acesso da edificação até o passeio público, deverá ser instalado corrimão em ambos os lados das escadas atendendo aos requisitos da NBR 9077/2020.
Áreas de Descarga	Parte das saídas de emergência de uma edificação que fica entre a escada e a via pública, ou área externa dessa edificação em comunicação com a mesma.	NÃO SE APLICA
Área de refúgio	Parte de um pavimento separada deste por paredes e portas corta-fogo, destinada a proporcionar, em determinadas edificações, uma área devidamente protegida em cada pavimento para descanso da população necessitada, antes de prosseguir com a fuga.	NÃO SE APLICA
Portas	As portas das saídas de emergência e as portas das salas e compartimentos em comunicação com os acessos	Acima de 50 (cinquenta) pessoas, e em comunicação com os acessos, devem abrir no sentido de trânsito de saída.
Rampas	Rampas ligadas as saídas de emergência ou compartimentos em comunicação com os acessos	NÃO SE APLICA
Elevador de emergência	Elevadores	NÃO SE APLICA

Fonte: O autor, 2022

Deve-se analisar como parâmetro para definição das larguras dos dispositivos de evacuação, a Unidade de Passagem (UP), conforme definido no Art. 180 do COSCIP (COSCIP, 1997 p.59): “Para efeito de cálculo e dimensionamento das portas, serão considerados os seguintes valores para as Unidades de Passagem, em relação ao valo livre: I - 0,80 m valendo para uma unidade de passagem; II - 1,20 m valendo para duas unidades de passagem; [...].” Para o cálculo e dimensionamento da unidade de passagem o Art. 181 apresenta a seguinte fórmula: $N=P/C(d)$, onde N = número de UP; P = número de pessoas do pavimento de maior população; $C(d)$ = é a capacidade do respectivo dispositivo. Através da TABELA 1. CÁLCULO DA POPULAÇÃO, constante do Anexo A do COSCIP, encontrasse o valor do número de pessoas do pavimento de acordo com a classe de ocupação. No entanto para as edificações especiais fica definido conforme critério do Corpo de Bombeiro Militar, em conformidade com a sua ocupação específica.

Sobre o sistema de iluminação de emergência, será obrigatório a instalação das mesmas em casos de existência de escadas de emergência e edificações com lotação acima de 100 (cem) pessoas ou área construída acima de 1500m². Mesmo que a edificação esteja isenta da aplicação do sistema de iluminação de emergência para o projeto aplicado do Memorial de Gravatá deverá ser instalado tais dispositivos, como forma de assegurar a boa visibilidade e orientação em caso de incêndio no local.

Quanto ao sistema de sinalização de emergência deverá ser instalado de maneira obrigatória para os dispositivos e aparelhos de combate a incêndio, o sistema deverá promover a indicação visual das saídas de emergência e rota de fuga, atendendo aos requisitos do COSCIP e Normas da ABNT conforme abordado no referencial teórico deste trabalho.

Referente aos itens de proteção de estruturas apresentado no COSCIP (COSCIP, 1997) e de acordo com o levantamento de dados do local, não se aplica a instalação para centralização de gás GLP, visto que não existe a utilização de gás GLP acima de 45 Kg. Para instalação do sistema de Proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) o Memorial de Gravatá não ultrapassa os limites dos parâmetros exigidos em norma, isentando assim a necessidade de tal proteção para o imóvel.

No Quadro 6 é apresentado um resumo dos preventivos mínimos exigidos para o PPCIE do Memorial de Gravatá, porém cabe ressaltar em projeto a verificação do acesso a viatura do Corpo de Bombeiros a edificação e o treinamento dos funcionários que habitam o recinto maior parte do tempo.

Quadro 6 – Resumo dos preventivos medidas exigidas para o Memorial de Gravatá

ITEM
EXTINTORES PORTÁTEIS
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA
ADEQUAÇÃO DOS ACESSOS E ROTA DE FUGAS E ROTA DE FUGA (Aplicação do corrimão nas escadas presentes na via de acesso)

Fonte: O autor, 2022.

4.5 SISTEMAS COMPLEMENTARES PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ

Visto que, para o estado de Pernambuco não se dispõe de normas específicas para proteção de combate a incêndio direcionadas às edificações históricas que possuam acervo de grande valor, fica a cargo do responsável técnico avaliar a necessidade de sistemas complementares para a edificação. O processo para implementação de um sistema complementar deverá ser apresentado junto ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado com base em metodologias e tecnologias nacionais e/ou internacionais.

Para a edificação em estudo, o resumo apresentado no Quadro 6 não exige para edificação nenhum sistema que possa atuar como medida ativa de forma automática na ocorrência de um sinistro. De acordo com as informações coletadas para o Memorial de Gravatá, o mesmo permanece fechado durante o período noturno sem nenhum brigadista ou funcionário no recinto, deixando toda edificação em risco, uma vez que não se tem um sistema de combate em modo de espera.

Com o objetivo de preservar as características arquitetônicas e aplicar um sistema condizente com a realidade da cidade, uma vez que sistemas robustos como sistemas fixos de gases podem acarretar em uma maior descaracterização além de requerer maiores investimentos, um bom sistema alternativo será a implantação das bolas extintoras ABC, esplanada no tópico de sistemas complementares peculiares às edificações históricas. Além de atuar de maneira automática evitando a propagação do fogo e resguardando os itens do acervo, as bolas automáticas assumem um importante papel como avisadores sonoros, uma que produz um alarme sonoro de 120 dB.

A rápida detecção e alarme diante de um incêndio faz crescer as chances de controle do patrimônio, além de promover a rápida ação dos brigadistas frente a um incidente. O Memorial

de Gravatá não dispõe de funcionários a noite, logo é conivente que seja adicionado um sistema de detecção e alarme a edificação, e como sistema complementar os dispositivos *wireless* de detecção e alarme formam um conjunto viável do ponto de vista das instalações, uma vez que não será necessário a utilização de infraestrutura dos sistemas de detecção convencionais.

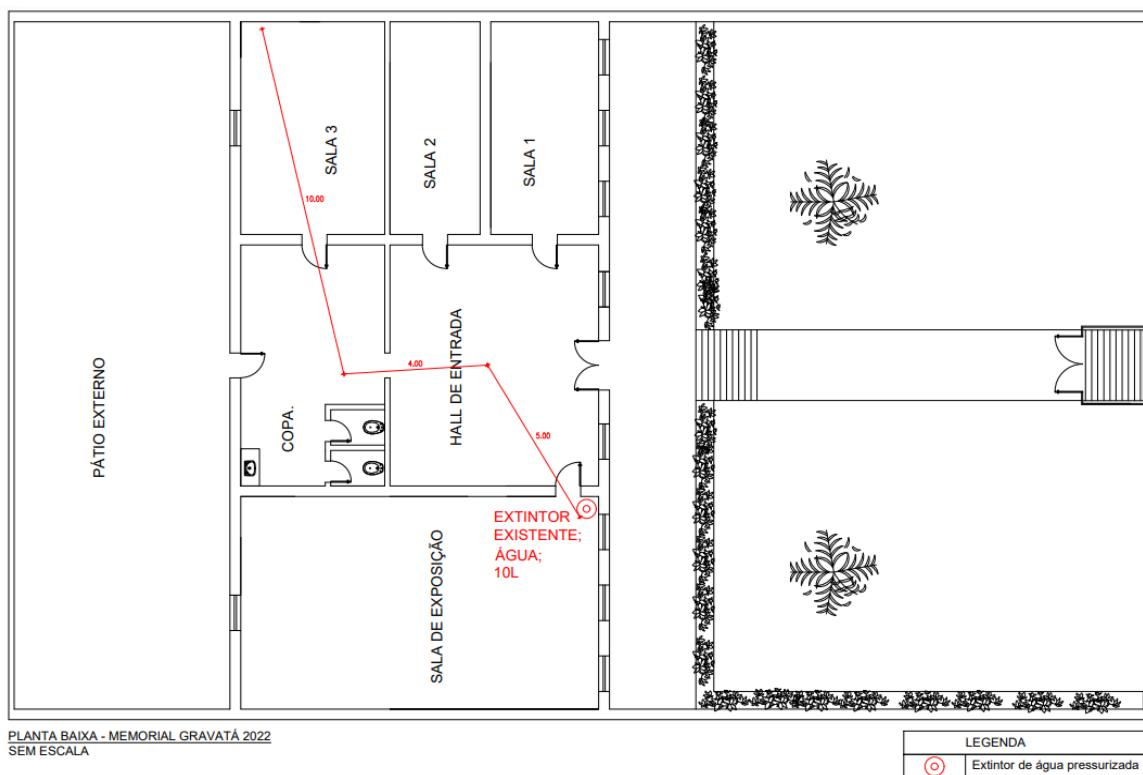
4.6 PROJETO APLICADO

4.6.1 Avaliação das medidas de proteção contra incêndio existentes no Memorial de Gravatá

Por meio de registros fotográficos e coleta de dados foi possível analisar os preventivos existentes na edificação histórica em questão. A Figura 35, através de uma planta baixa simplificada e sem escala apresenta o único preventivo existente para toda edificação, que se trata de um aparelho extintor de incêndio de água pressurizada localizado na sala de exposição

do lado esquerdo da entrada principal. Mesmo atendendo a distância máxima a percorrer no interior da edificação, um único dispositivo portátil não atende ao requisito apresentado em norma de que “Será exigido o mínimo de duas Unidades Extintoras para cada pavimento, mezanino, jirau ou risco isolado” (COSCIP, 1997 p.19).

Figura 35 - Extintor existente na edificação



Fonte: O autor, 2022

Ainda analisando o extintor de incêndio destinado a proteção do edifício e todo acervo nele contido, pode-se verificar na Figura 36, algumas especificações e dados do dispositivo. Entre eles a data de validade do aparelho marcado com a data de (julho de 2012), no qual já se faz 10 anos que o dispositivo deveria ter sua carga renovada. Outro aspecto a ser extraído dos dados é o tipo de agente extintor, água (10L), no qual atende apenas incêndio Classe A, deixando as demais classes de incêndio totalmente sem proteção, como por exemplo os riscos de instalações ou aparelhos elétricos. Além das falhas apontadas anteriormente existe um aspecto que deve ser ressaltado o tipo de agente extintor (água) pode danificar alguns itens frágeis do acervo como as cartas, plantas arquitetônicas do século passado e demais documentos históricos nele presente.

Figura 36 – Especificação e dados do dispositivo portátil
instalado no Memorial de Gravatá



Fonte: O autor, 2022

No tocante a sinalização de emergência para os dispositivos portáteis o artigo Art. 35 do (COSCIP, 1997, p.20) define que: “os extintores devem ser devidamente sinalizados, para fácil visualização, permitindo-se uma rápida localização e identificação do equipamento e de seu agente extintor.” Pode-se observar na Figura 35 que não se atende aos requisitos básicos delineados no artigo anteriormente citado, a mesma mostra apenas uma placa sem manutenção com indicação do extintor e agente extintor, porém o tipo de sinalização e forma de instalação não atendem as normas atuais como a Norma Brasileira 16820 (ABNT. NBR 16820:2022).

A edificação como um todo não apresenta nenhuma sinalização de rota de fuga conforme, além de não ter em suas dependências nenhum sistema de iluminação de emergência ou outro tipo de sistema complementar para edificação.

4.6.2 Analise das instalações elétricas do Memorial de Gravatá

Sabendo que maioria dos incêndios em edificações históricas são causados por falhas elétricas, tal instalação não poderia passar despercebida quando o assunto é proteção contra incêndio. Através dos registros fotográficos da Figura 37 é possível mostrar alguns dos pontos de risco de incêndio presentes no Memorial de Gravatá, como fiação exposta, caixas de tomadas danificadas, casa de bomba, quadro de energia totalmente exposto e sem qualquer tipo de sinalização ou dispositivo como disjuntores e protetores de surto.

Figura 37 - Pontos elétricos que oferecem risco a edificação



Fonte: O autor, 2022

Além da visível falta de manutenção dos itens aparentes do sistema elétrico, existem risco que não são perceptíveis a olho nu, como por exemplo as condições das fiação embutidas ou o possível subdimensionamento da rede, parâmetros estes que podem acarretar em focos de incêndio. Por essas razões, com o objetivo de sanar os possíveis pontos de riscos elétricos da edificação os ajustes e manutenção da rede conforme a NBR 5410 deverá ser primordial junto a aplicação dos preventivos de combate a incêndio.

4.6.3 Dimensionamento e aplicação dos sistemas de combate a incêndio (PPCIE)

Extintor de Incêndio: Conforme classificação de risco detalhado anteriormente o Memorial de Gravatá apresenta Risco Classe A, e como parâmetros para locação do mesmo, a UE deverá proteger uma área de 500m², além de atender a distância máxima de percurso na qual

corresponde a 20m. O agente extintor escolhido para os aparelhos deverá ser do tipo Pó Químico ABC, devido ao material combustível presente no interior da edificação e os possíveis riscos de incêndios voltados para parte elétrica da edificação.

Sinalização de Emergência: A sinalização de emergência aplicada ao projeto, será voltada para identificação dos preventivos de combate a incêndio e indicação da rota de fuga e saídas de emergência da edificação, de modo que seja satisfeita as exigências de norma. Para escolha das dimensões das placas de emergência de orientação e salvamento, será adotado dimensões com altura e largura de (120mm X 240mm), nas quais se admitem uma distância máxima de visualização de 7,6m, conforme NBR 16820:2022, parâmetro utilizado para locação das sinalizações em planta.

Iluminação de Emergência: Para locação das luminárias de emergência foi escolhido pontos de circulação no interior da edificação, de forma a contemplar toda rota de fuga dos ambientes. A edificação em estudo apresenta altura de forro de 3,90m, porém as luminárias são instaladas na parede, com altura de instalação de 3m, logo a distância máxima entre aparelhos conforme norma deverá ser 4 vezes a altura de instalação, ou seja, 12m. As luminárias de emergência utilizadas para o projeto de combate a incêndio do Memorial de Gravatá são blocos autônomos no qual possuem autonomia mínima de 1 hora.

Bolas extintoras: As bolas extintoras ABC apresentam área ideal de proteção de 2m², tal dispositivo apresenta fácil manuseio e deve ficar locado em modo vigilante próximo as áreas de maiores riscos no imóvel. Com o objetivo de proteger todos os itens do acervo de forma viável do ponto de vista técnico e econômico, o processo ideal para locação do mesmo seria fazer um levantamento do acervo e definir item a item o grau de importância e de risco oferecido pelo mesmo, induzindo assim a melhor locação dos dispositivos, uma vez que não se é viável a instalação de uma bola extintora ABC para cada item do acervo, ou sua disposição a cada 2m² de área da edificação.

Sistema de detecção e alarme (wireless): O sistema sem fio aplicado ao Memorial de Gravatá será composto por central de detecção e alarme, roteador, detectores de fumaça, acionadores manual e automático além de avisador auditivo. Os dispositivos de detecção contemplam todos espaços internos da edificação e sua área de cobertura máxima deve corresponder a um círculo de raio com 6,3m conforme normativas. Para o Memorial de Gravatá sabendo-se que as salas de exposição e demais recintos tem dimensões pequenas, a área de cobertura dos dispositivos não apresentará discordâncias frente as exigências e orientações da Norma Brasileira 17240 (ABNT. NBR 17240:2010), enquanto não se tem uma norma própria brasileira para os sistemas sem fio de detecção.

Treinamento dos funcionários: Aplicar a medida de combate a incêndio de forma adequada no recinto e não ter ninguém capacitado para operar, significa que de nada adiantou a aplicação do mesmo, uma vez que o dispositivo será ignorado. Por isso é de extrema importância que os funcionários do Memorial de Gravatá sejam treinados e capacitados para agirem frente a um incêndio.

Acesso a viaturas do Corpo de Bombeiros: No Apêndice A foi apresentado a planta de implantação da edificação, no qual pode-se observar uma via principal de 9m de largura logo em frente da edificação, (Rua Cleto Campelo), no qual permite total acesso a viatura do Corpo de Bombeiros. Dois fatores importante apresentado na planta de coberta e corte nos Apêndices D e F, é o recuo de 15m da edificação

Em relação a via pública e desnível de 3,40m entre o piso da edificação e o nível do passeio público. No entanto, ainda assim é possível que a atuação da viatura dos bombeiros uma vez que a mangueira de incêndio da viatura e o jato de água do mesmo atingem valores maiores que 15 m.

Visto todos os parâmetros de dimensionamento dos sistemas e definido sua aplicação foi apresentado o PPCIE adequando para o Memorial de Gravatá nos Apêndices A, B, C e G.

5 CONCLUSÃO

O projeto de prevenção e combate a incêndio e emergência voltado para edificações históricas é um verdadeiro desafio na área de segurança contra incêndio, uma vez que as soluções e exigências das normativas atuais de regularização de PPCIE não abordam por completo a temática da segurança contra incêndio interligada a preservação do patrimônio.

O estudo de caso para o Memorial de Gravatá e as diversas ocorrências de incêndio em edificações históricas nos últimos anos mostra quanto o patrimônio histórico e cultural encontrasse desprotegido frente aos riscos de incêndios presentes em suas instalações, apresentando sistemas de segurança em desencontro das normativas de incêndio ou mesmo sem manutenção. Apontando assim o quanto a legislação de incêndio precisar crescer, de maneira a abordar os inovadores sistemas de proteção contra incêndio, e tornar mais rígida as leis para implantação das medidas de combate a incêndio e o cumprimento de sua devida manutenção.

Através da fundamentação teórica e do estudo de caso foi possível delinear sobre as características e conceitos (referentes ao fogo, incêndio, medidas de proteção, legislação e inovação nos sistemas de proteção contra incêndio), importantes conhecimentos adquiridos para capacitar o profissional da área na adequada aplicação dos sistemas de proteção.

A graduação de engenharia civil mostrou-se suficiente para embasar conceitos relacionados a temática em diversas áreas do conhecimento como por exemplo na área econômica, estrutural, hidráulica, e de materiais, no entanto vale destacar em especial o curso de “Introdução a Engenharia de Incêndio”, no qual cumpriu o objetivo de apresentar a importância da SCI e entregar embasamento suficiente na área para que o profissional de engenharia civil possa aplicá-los e contribuir na sociedade.

A elaboração do projeto de prevenção contra incêndio e emergência aplicado ao Memorial de Gravatá possibilitou analisar a situação atual do imóvel, caracterizando total negligência e falta de percepção dos riscos presentes no mesmo. O estudo de caso apresenta uma solução ideal de acordo com a realidade da edificação, com preventivos mínimos exigidos em norma, e sistemas inovadores presentes do mercado de segurança contra incêndio.

Os sistemas complementares utilizados para o projeto aplicado (bolas extintoras ABC, e sistema *wireless* de detecção e alarme) não oferecem grandes interferências físicas para sua implantação, além de cumprirem sua função mesmo que aplicados sem normativas específicas de instalação e dimensionamento dos mesmos. Incentivar que as normas possam se atualizar e acompanhar as novas tecnologias é um meio de contribuir na evolução e melhorias na área de segurança contra incêndio.

Sugere-se para trabalhos futuros a elaboração e desenvolvimento de novos projetos de prevenção e combate a incêndio em edificações históricas, tendo como ponto de partida o estudo apresentado neste trabalho, afim de fomentar melhorias referente a implantação e manutenção dos sistemas preventivos e estimular a utilização de desenvolvimento das novas tecnologias de segurança e combate a incêndio voltada para preservação do patrimônio.

Como contribuição para o desenvolvimento de demais trabalhos na área de SCI em edificações históricas no Anexo I é apresentado uma lista de edificações preservadas pela Lei municipal de N° 3311/A 2004 que: “Define os imóveis Especiais de Preservação – IEP” na cidade de Gravatá-PE. Através de demais trabalhos outras perspectivas direcionadas para SCI podem ser aprofundadas para evolução e integralização do tema com as demais áreas do conhecimento, e como sugestão a implementação de uma disciplina de “análise estrutural de edificações históricas em situação de incêndio”, possibilitará novas abordagens e estudos relacionados a temática.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 9077**. Saídas de emergência em edifícios, 2001.
- _____. **NBR 5.419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1: Princípios gerais. Rio de Janeiro, ABNT, 2015a.
- _____. **NBR 5.419-2**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro, ABNT, 2015b.
- _____. **NBR 5.419-3**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro, ABNT, 2015c.
- _____. **NBR 5.419-4**: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro, ABNT, 2015d.
- _____. **NBR 10897**. Sistema de Proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos, 2020.
- _____. **NBR 10898**. Sistema de iluminação de emergência, 2013.
- _____. **NBR 12693** . Sistemas de proteção por extintores de incêndio, 2021.
- _____. **NBR 13523**. Central de gás liquefeito de petróleo- GLP, 2019.
- _____. **NBR 13714**. Sistema de hidrante e de mangotinhos para combate a incêndio, 2000.
- _____. **NBR 13860**. Glossário de termos relacionados com segurança contra incêndio, 1997.
- _____. **NBR 14432**. Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações- Procedimentos, 2001.
- _____. **NBR 15200**. Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio, 2012.
- _____. **NBR 16820**. Sistemas de sinalização de emergência - Projeto, requisitos e métodos de ensaio, 2022.
- _____. **NBR 17240**. Sistema de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio- Requisitos, 2010.
- ALMONFRAY, D. S.; ZANDONADI, D. A. O uso da rede pública no abastecimento de sistema de sprinklers em edificações históricas: um estudo na cidade de Salvador. São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2020, 252 p.
- ANTT. **Resolução ANTT Nº420 de 12/02/2004**. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.
- BARBOSA FILHO, A. N. **A Humanidade e o Fogo Recife**: DECIV/UFPE, 2020a. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **A fumaça nos incêndios:** DECIV/UFPE, 2020b. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **O Combate a Incêndios Recife:** DECIV/UFPE, 2020c. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **A segurança contra incêndio:** DECIV/UFPE, 2020d. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **Sinalização e iluminação de emergência:** DECIV/UFPE, 2020f. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **Combate a incêndio por sistemas hidráulicos – parte 1:** DECIV/UFPE, 2020g. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **Proteção por chuveiros automáticos (sprinklers):** DECIV/UFPE, 2020h. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **Detectores e alarmes automáticos:** DECIV/UFPE, 2020i. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

_____. **Prevenção e combate a incêndios em edificações históricas:** DECIV/UFPE, 2020j. Notas de aula de Disciplina de Graduação (Introdução à Engenharia de Incêndio).

BRASIL. Conselho Federal de Agronomia e Engenharia **Decisão Plenária PL-0780/2018**. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Posta%20006%202019%20CCEE%20-%20Revoga%C3%A7%C3%A3o%20da%20Decis%C3%A3o%20Plen%C3%A1ria%20n%C2%BA%20780%202018.pdf>. Acesso em: 01 de maio, 2022.

BRASIL. Decreto Lei Nº 2.848, 7 de dezembro de 1940. **Diário Oficial da União**. Código penal, Seção 1 - 31/12/1940, Página 23911.

BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Dispõe sobre as diretrizes a serem observadas para projetos de prevenção e combate ao incêndio e pânico em bens edificados tombados. **Portaria no 366, de 4 de setembro de 2018**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/portaria_n_3662018_incendios.pdf>. Acesso em: 01 maio, 2022.

BONITESE, K. V. *et al.* **Segurança contra incêndio em edifício habitacional de baixo custo estruturado em aço**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) – Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007, 278 p.

DISTRITO FEDERAL. CBMDF. Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. 2 ed. Brasília – DF, 2009.

ELIDE FIRE. BRASIL. A forma mais rápida e simples de se extinguir princípios de incêndio. Disponível em: <<http://www.elidefirebrasil.com.br/funcionamento.html>>. Acesso em: 04 maio,2022.

ESPÍRITO SANTO. CBMES. Curso de formação de brigadistas profissionais. Espírito Santo, 2016.

FERNADES, I. R. Engenharia de segurança contra incêndio e pânico. 1 ed. Curitiba – PR, 2010, 88 p.

GRAVATÁ. Lei Nº 3311/A, 2004. Define os Imóveis Especiais de Preservação – IEP, situados no Município de Gravatá, estabelece as condições de preservação, assegura compensações e estímulos e dá providências, 2004.

GOIÁS. CBMGO. Fundamentos de Combate a Incêndio – Manual de Bombeiros. 1 ed. Goiânia-GO, 2016, 150p.

GOMES, T. Projeto de prevenção e combate à incêndio. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa, Santa Maria - RS, 2014, 94 p.

GOUVEIA, A. M. C. Análise de risco de incêndio em sítios históricos - Programa Monumeta, Cadernos Técnicos. Brasília – DF, 2006, 104 p.

ISO 8421-1. General terms and phenomena of fire. Genève, 1987.

LUGON, A. P. et al. Livro SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações. Firek Segurança Contra Incêndio, 2018, 200 p.

MARINHO, A. M. Segurança contra incêndio em edificações tombadas pelo patrimônio histórico. Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação) – Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD), Brasília – DF, 2018, 31 p.

MIGUEL, M. C.; SILVEIRA, R. Z. DA; LOURENÇO, C. DE S. Prevenção contra incêndio predial: um enfoque da engenharia, tecnologia e gestão. **Revista FSA**, Teresina, v. 18, n. 10, art. 8, p. 167-187, out. 2021.

MODESTO, F.J. F. DE C.; RODRIGUES, T. R. Projeto de prevenção e combate a incêndio e emergência em edifícios históricos - Estudo de caso: Igreja Matriz de Ouricuri. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2021, 94 p.

PARANÁ.CORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DO PARANÁ **Manual de prevenção e combate a princípios de incêndio - Módulo VI.** 2013, 20 p

PERNAMBUCO. Lei nº 11.186, dez. 1994. Estabelece e define critérios acerca de sistemas de segurança contra incêndio e pânico para edificações e dá outras providências, 1994.

PERNAMBUCO. CBMPE. Norma técnica 007.15:2015. Pernambuco, 2015.

PERNAMBUCO. Decreto Estadual Nº 19644 de 13/03/1997. Institui o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP.

POLLUM, J. *et al. A segurança contra incêndio em edificações históricas.* Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016,332 p.

SANTOS, A. D.; SANTOS, I. D.;CORREA, W. **Prevenção e combate a incêndio nas edificações.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Faculdades Finom e Tcsoma, 2019., p. 567-581.

SÃO PAULO. CBMSP. **IT Nº 02/2019.** São Paulo, 2019.

_____ **IT Nº 26/2019.** São Paulo, 2019.

_____ **IT Nº 40/2019.** São Paulo, 2019.

SANTOS, E. DOS; SCHWENGBER, L. R. C. A utilização da fire extinguishing ball no combate ao incêndio no Corpo de Bombeiros de Santa Catarina: eficácia e agilidade no combate. **Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, v. 3, n. 1, p. 12-20, 2018.

SEITO, A. I. *et al. A segurança contra incêndio no Brasil.* São Paulo: Projeto Editora.,2008, 486 p.

APÊNDICE A – PLANTA DE SITUAÇÃO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ

FORMATO E CARIMBO ADAPTADOS PARA REPRESENTAÇÃO LEGÍVEL DAS INFORMAÇÕES EM PLANTA (SEM ESCALA)



PLANTA DE SITUAÇÃO
SEM ESCALA

LEGENDA DAS OCUPAÇÕES		CLASSE DE RISCO CONFORME (TSIB)
	MEMORIAL DE GRAVATÁ (ANTIGA CADEIA)	CLASSE A
	ESCRITÓRIO DE CONTABILIDADE	CLASSE A
	CENTRO COMUNITÁRIO (SALÃO TÉRREO)	CLASSE A
	ÁREA DE CASAS RESIDÊNCIAIS	CLASSE A

ESTUDO DE CASO - MEMORIAL DE GRAVATÁ

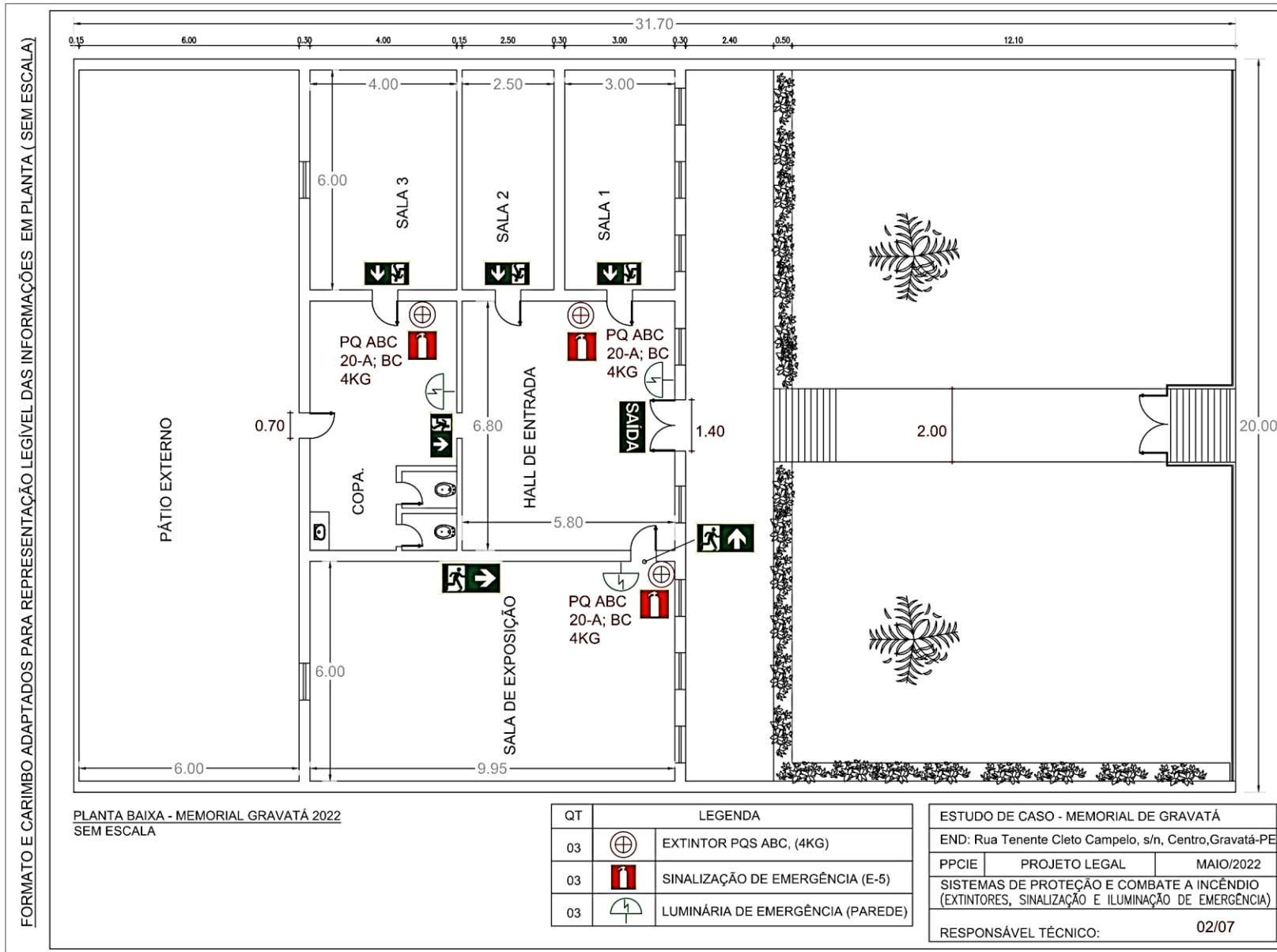
END: Rua Tenente Cleto Campelo, s/n, Centro, Gravatá-PE

PPCIE PROJETO LEGAL MAIO/2022

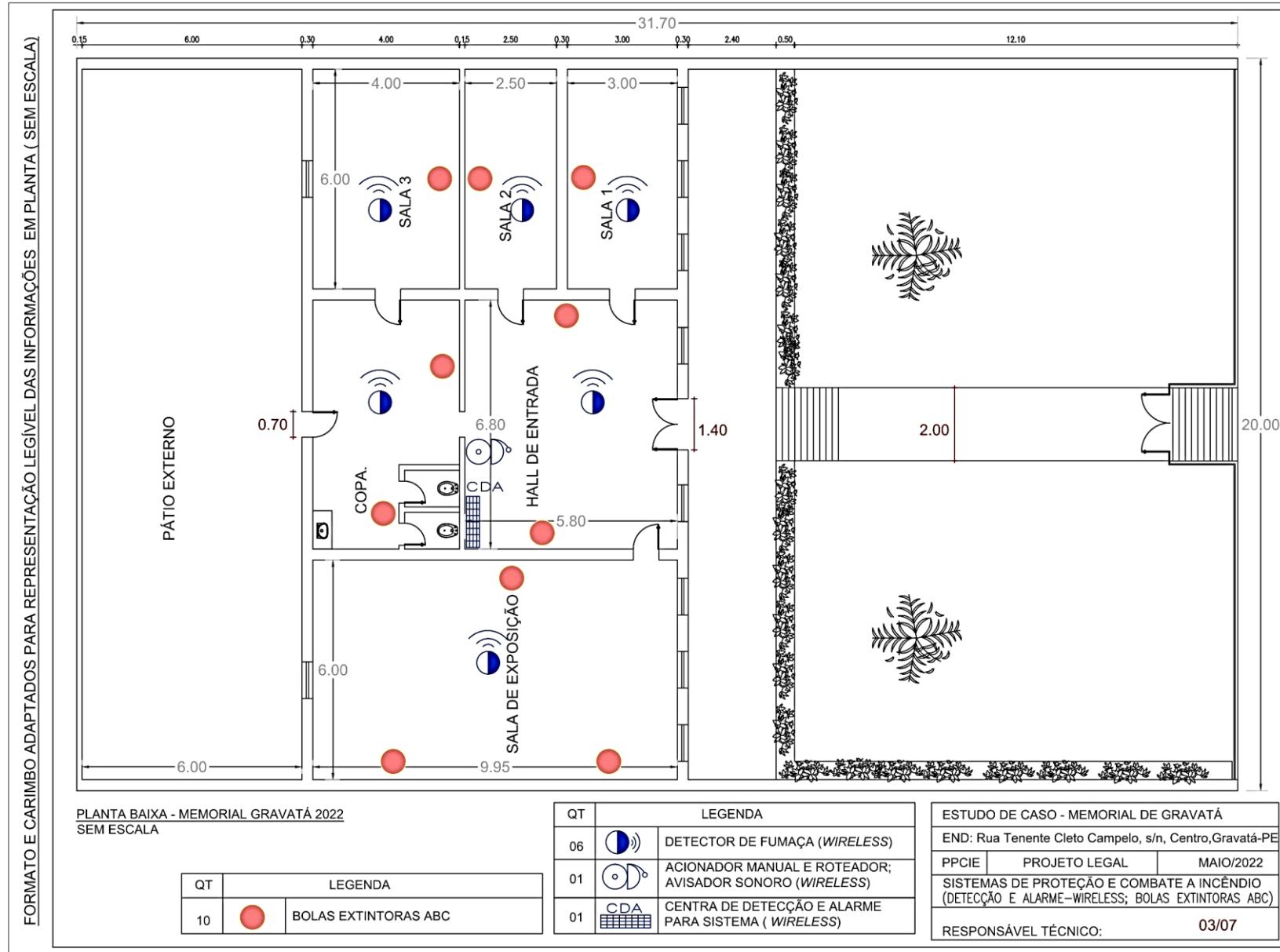
PLANTA DE SITUAÇÃO

RESPONSÁVEL TÉCNICO: 01/07

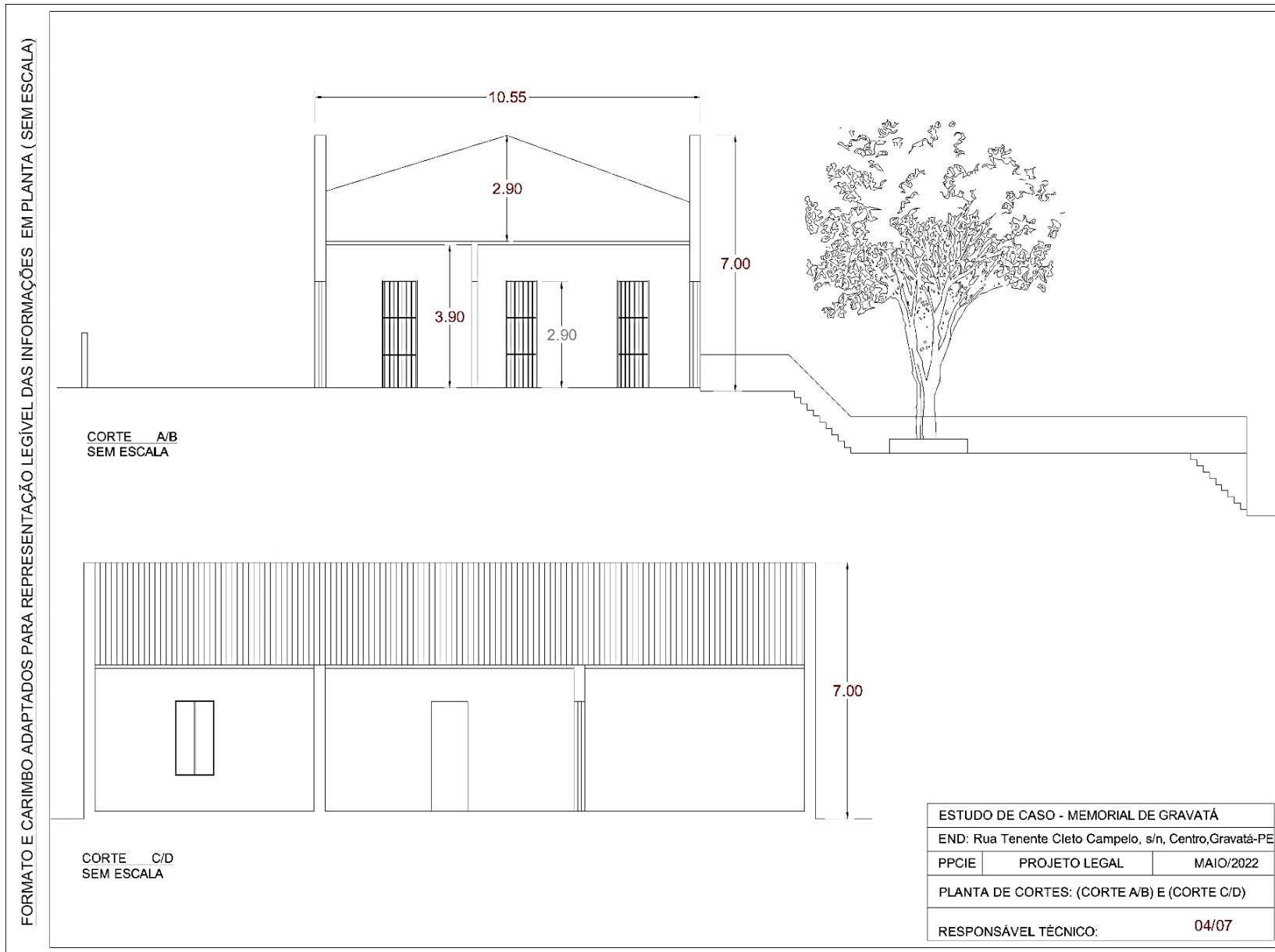
APÊNDICE B – PROJETO APLICADO -SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO



APÊNDICE C – PROJETO APLICADO -SISTEMAS COMPLEMENTARES DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO



APÊNDICE D – PLANTA DE CORTES



APÊNDICE E – FACHADA PRINCIPAL DO MEMORIAL DE GRAVATÁ

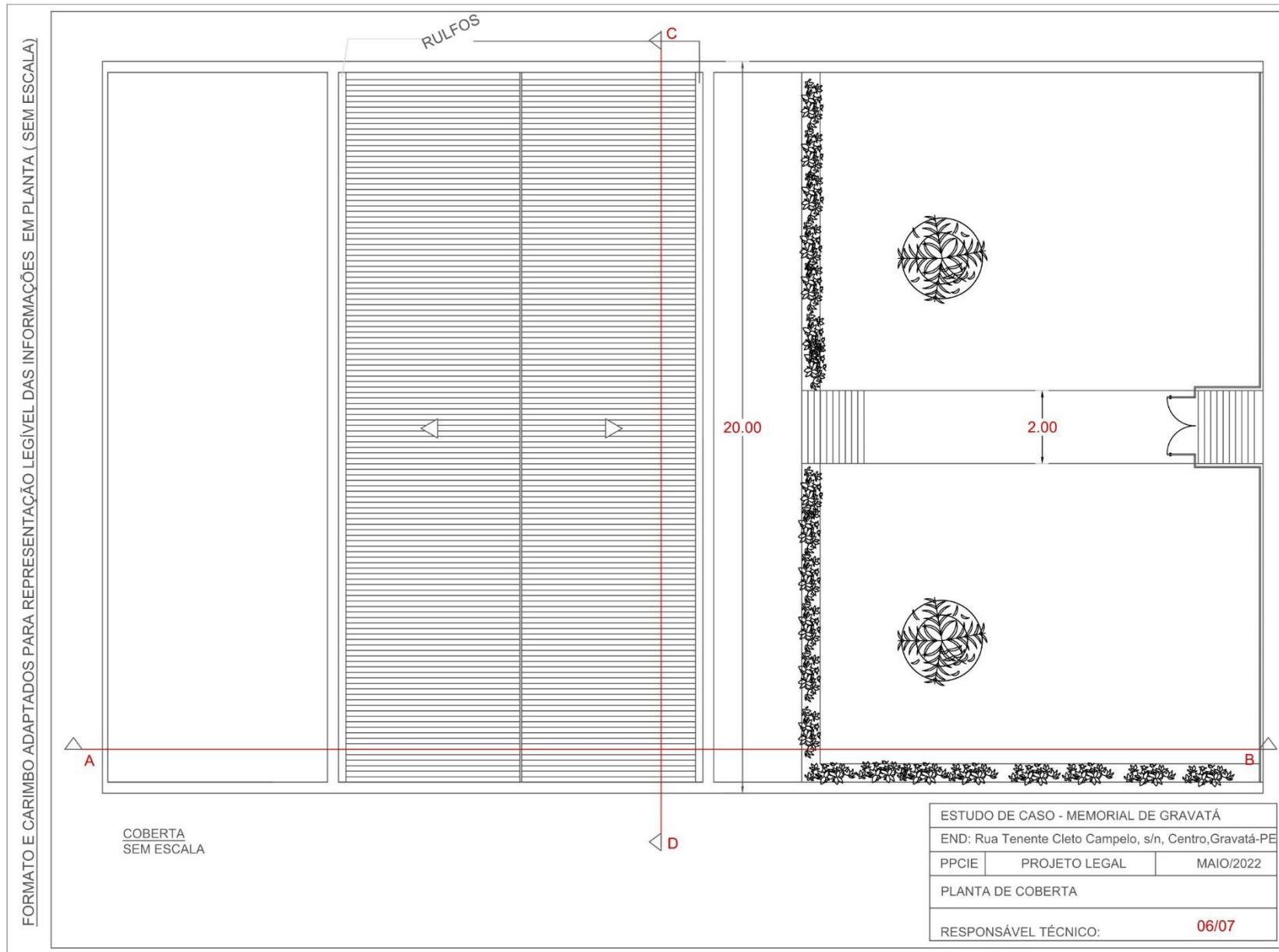
FORMATO E CARIMBO ADAPTADOS PARA REPRESENTAÇÃO LEGÍVEL DAS INFORMAÇÕES EM PLANTA (SEM ESCALA)



FACHADA PRINCIPAL
SEM ESCALA

ESTUDO DE CASO - MEMORIAL DE GRAVATÁ
END: Rua Tenente Cleto Campelo, s/n, Centro, Gravatá-PE
PPCIE PROJETO LEGAL MAIO/2022
FACHADA PRINCIPAL DO MEMORIAL DE GRAVATÁ
RESPONSÁVEL TÉCNICO: 05/07

APÊNDICE F – PLANTA DE COBERTA



APÊNDICE G – PLANTA DE DETALHES GERAIS

FORMATO E CARIMBO ADAPTADOS PARA REPRESENTAÇÃO LEGÍVEL DAS INFORMAÇÕES EM PLANTA (SEM ESCALA)

SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA CONFORME NBR 16820/2022 NÍVEL SUPERIOR (ACIMA DE 1,80M)



OS EXTINTORES DEVEM CONTER O SELO DE SEGURANÇA DO INMETRO E ABNT.

DETALHE PARA INSTALAÇÃO DOS EXTINTORES DE INCÊNDIO DO MEMORIAL DE GRAVATÁ; (CONFORME NBR 12693:2021)

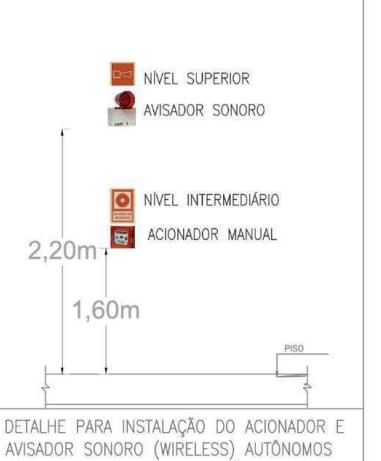
BLOCO AUTÔNOMO, ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA, AUTOMÔNIA MÍNIMA DE 1h.



TOMADA 2P+T 10A COM CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO PROTEGIDO ATRAVÉS DE DISJUNTOR DIFERENCIAL DE 30mA E TERMOMAGNÉTICO DE 10A.

DETALHE PARA INSTALAÇÃO DOS BLOCOS AUTÔNOMOS PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ

NÍVEL SUPERIOR
AVISADOR SONORO



DETALHE PARA INSTALAÇÃO DO ACIONADOR E AVISADOR SONORO (WIRELESS) AUTÔNOMOS PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ

NÍVEL INTERMEDIÁRIO
ACIONADOR MANUAL



DETALHE PARA INSTALAÇÃO DOS DETECTORES DE FUMAÇA E CALOR, SISTEMA (WIRELESS) PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ



DETALHE PARA INSTALAÇÃO DAS PLACAS DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA DA ROTA DE FUGA PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ. (CONFORME NBR 16820/2022)



SUporte instalado na parede
SUporte instalado, pendura no teto
APOIADA SOBRE SUPERFÍCIE
SUporte

DETALHE PARA INSTALAÇÃO DDAS BOLSAS EXTINTORAS ABC PARA O MEMORIAL DE GRAVATÁ

ESTUDO DE CASO - MEMORIAL DE GRAVATÁ

END: Rua Tenente Cleto Campelo, s/n, Centro, Gravatá-PE

PPCIE | PROJETO LEGAL | MAIO/2022

PLANTA DE DETALHES GERAIS

RESPONSÁVEL TÉCNICO: **05/07**

**ANEXO I – RELAÇÃO DOS IMÓVEIS ESPECIAIS DE PRESERVAÇÃO PELA LEI
Nº 3311/A DE 2004**



ANEXO I (Art. 3)

IMÓVEL ESPECIAL DE PRESERVAÇÃO - IEP

Relação dos imóveis selecionados como Imóvel Especial de Preservação

N.	ENDEREÇO	OBSERVAÇÃO
01	Rua Rui Barbosa n. 126	
02	Rua Rui Barbosa n. 166	
03	Mercado Público	Pátio da Feira
04	Rua Ten. Cleto Campelo n. 65	Residência Paroquial
05	Rua Ten. Cleto Campelo s/n	Memorial de Gravatá
06	Rua Ten. Cleto Campelo n. 140	Sede Social Santana - Salão 3S
07	Rua Ten. Cleto Campelo s/n	Câmara de Vereadores
08	Rua Ten. Cleto Campelo n. 268	Sede do Governo Municipal
09	Av. Presidente João Pessoa n. 12	
10	Av. Presidente João Pessoa s/n	Estação Ferroviária
11	Av. Joaquim Didier s/n	Instituto Nossa Senhora de Lurdes
12	Av. Joaquim Didier n. 245	
13	Av. Joaquim Didier n. 257	
14	Av. Joaquim Didier n. 261	
15	Ponte Ferroviária sobre o Rio Ipojuca	Ponte Preta