



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

VICTOR GABRIEL RAMOS DE ABREU

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS
HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DA CAPELA DE NOSSA SENHORA DE
GUADALUPE NO MUNICÍPIO DE SIRINHAÉM (PE)**

RECIFE

2023

VICTOR GABRIEL RAMOS DE ABREU

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS
HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DA CAPELA DE NOSSA SENHORA DE
GUADALUPE NO MUNICÍPIO DE SIRINHAÉM (PE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Graduação em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho.

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Abreu, Victor Gabriel Ramos de.

Projeto de prevenção e combate a incêndio em edifícios históricos: estudo de caso da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe no município de Sirinhaém (PE) / Victor Gabriel Ramos de Abreu. - Recife, 2023.

61 p. : il., tab.

Orientador(a): Antonio Nunes Barbosa Filho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, anexos.

1. incêndio. 2. edificações históricas. 3. patrimônio histórico. 4. projeto de prevenção e combate a incêndio. I. Barbosa Filho, Antonio Nunes. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

VICTOR GABRIEL RAMOS DE ABREU

**PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS
HISTÓRICOS: ESTUDO DE CASO DA CAPELA DE NOSSA SENHORA DE
GUADALUPE NO MUNICÍPIO DE SIRINHAÉM (PE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental
da Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Graduação em Engenharia Civil.

Aprovado em: 04 / 10 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho.
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Andrea Diniz Fittipaldi (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Msc. Gercica Cristina Gomes de Macedo (Examinador Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Joseli Ramos e Wilde Gabriel, por todo o esforço e ensinamentos que me trouxeram onde estou hoje, e pelo constante incentivo ao que sempre me propus.

À minha irmã Nayara, pelos momentos de cumplicidade e companheirismo de uma vida.

A meu orientador Antonio Nunes, pelos ensinamentos, pelo apoio e pela inspiração que me permitiram seguir adiante e conquistar mais uma etapa. Seguimos!

Expresso gratidão a todos os meus amigos e familiares que de diversas formas me acompanharam durante essa jornada dentro e fora da universidade, pelo incentivo e por todo o companheirismo. Em especial, Iury, Giovanna e Yan, sempre dispostos a ouvir e aconselhar.

Finalmente, a todos os professores pelos conhecimentos transmitidos em sala de aula.

RESUMO

O domínio e utilização do fogo constitui um dos grandes marcos no desenvolvimento da sociedade, estando este elemento intrinsecamente relacionado ao progresso humano, ao passo de que o descontrole e propagação de incêndios estão igualmente permeados na história. Grandes tragédias relacionadas ao fogo ressaltam a relevância da necessidade de proteção do patrimônio, sobretudo ao se analisar os prejuízos culturais, históricos, econômicos e sociais relacionados aos incidentes em edificações históricas. A preservação do patrimônio é essencial para a perpetuação dos registros históricos e a prevenção e combate ao incêndio tem papel fundamental na conservação das estruturas, de seus bens e usuários. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma solução de sistema de prevenção e combate a incêndio para a capela de Nossa Senhora de Guadalupe, no município de Sirinhaém – PE, com finalidade de garantir a preservação do imóvel e a segurança de seus utilizadores. Por meio do referencial teórico contido neste trabalho, foi possível analisar a legislação vigente referente à segurança contra incêndio e suas características de dimensionamento. O estudo de caso expõe uma solução que abarca as exigências mínimas apontadas nas normativas relacionadas, e sugere a aplicação de tecnologias complementares que evidenciam esferas de necessária atenção e melhoria para a garantia da segurança e preservação das edificações.

Palavras-chave: incêndio; edificações históricas; patrimônio histórico; projeto de prevenção e combate a incêndio.

ABSTRACT

The mastery and use of fire constitute one of the major milestones in the development of society, with this element being intrinsically related to human progress, while the uncontrolled spread of fires is equally woven into the history of humanity. Major tragedies related to fire underscore the importance of the need to protect heritage, especially when considering the cultural, historical, economic, and social damages associated with incidents in historic buildings. Heritage preservation is essential for the perpetuation of historical records, and fire prevention and control play a fundamental role in the conservation of structures, their assets, and users. The present work aims to present a fire prevention and control system solution for the Chapel of Nossa Senhora de Guadalupe in the municipality of Sirinhaém – PE, with the purpose of ensuring the preservation of the property and the safety of its users. Through the theoretical framework contained in this work, it was possible to analyze the current legislation regarding fire safety and its dimensioning characteristics. The case study presents a solution that encompasses the minimum requirements indicated in the related regulations and suggests the application of complementary technologies that highlight areas requiring necessary attention and improvement to guarantee the safety and preservation of buildings.

Keywords: fire; historic buildings; historical heritage; fire prevention and control project."

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Triângulo do fogo	18
Figura 2 - Fases do processo de queima	20
Figura 3 - Extinção do fogo por resfriamento	22
Figura 4 - Extinção de fogo por abafamento	23
Figura 5 - Detalhamento da instalação e sinalização do extintor de incêndio.....	31
Figura 6 - Esquema do empreendimento Costa de Guadalupe com indicação da capela (ao centro).....	39
Figura 7 - Vista externa da capela (abril/2018)	40
Figura 8 - Planta baixa de levantamento arquitetônico da capela	41
Figura 9 - Fotografia aérea da ruína da capela	42
Figura 10 - Estudo das proporções áureas da capela	43
Figura 11 - Detalhamento do altar com nichos e decoração em estucaria em alto relevo preservados	44
Figura 12 - Retábulo em alvenaria com elementos de revestimento em estuque e piso em ladrilho hidráulico	44
Figura 13 - Esquema da sequência de estabilização da capela.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação da sinalização básica	32
Quadro 2 - Classificação da sinalização complementar	33
Quadro 3 - Avaliação dos elementos de evacuação segura.	50
Quadro 4 - Sistemas mínimos necessários para implantação do PPCI.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de liberação de calor em alguns materiais.....	21
Tabela 2 – Adequação dos agentes extintores para a classe A de incêndio conforme o INMETRO.....	30
Tabela 3 – Adequação dos agentes extintores para a classe B de incêndio conforme o INMETRO.....	30
Tabela 4 – Adequação dos agentes extintores para a classe C de incêndio conforme o INMETRO.....	31
Tabela 5 - Ocorrências de incêndios em edificações tombadas no Brasil.....	37
Tabela 6 - Classe de acordo com o tipo de ocupação da capela.....	47
Tabela 7 - Classificação dos riscos das edificações	47

LISTA DE ABREVIACOES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CEPDEC	Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil
COSCIP	Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico
GLP	Gás liquefeito de petróleo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IT	Instrução técnica
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
NBR	Norma Brasileira
PPCI	Projeto de prevenção e combate a incêndio
SPDA	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas
TSIB	Tarifa Seguro Incêndio do Brasil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÕES	13
1.2	OBJETIVO GERAL.....	14
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2	METODOLOGIA.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	FOGO	17
3.1.1	Elementos do fogo	17
3.1.2	Processo de combustão	19
3.1.3	Extinção do fogo.....	21
3.2	INCÊNDIO.....	23
3.2.1	Origem do incêndio.....	24
3.2.2	Classificação do incêndio.....	25
3.2.3	Prevenção, proteção e combate a incêndio	27
3.3	SISTEMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	28
3.3.1	Importância do PPCI.....	28
3.3.2	Legislação do PPCI.....	29
3.3.3	Extintores.....	30
3.3.4	Sinalização e iluminação de emergência	32
3.3.5	Sistemas hidráulicos	33
3.3.6	Sistema de proteção de estruturas.....	35
3.3.7	Sistema de detecção e alarme de incêndio	35
3.3.8	Edifícios históricos e preservação do patrimônio	36
4	ESTUDO DE CASO – CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE	39
4.1	HISTÓRICO E LOCALIZAÇÃO	40

4.2	RESTAURAÇÃO.....	43
4.3	CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	46
4.4	SISTEMAS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA A CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE.....	48
4.5	SISTEMAS COMPLEMENTARES PARA A CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE.....	51
5	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXO A – PROJETO DE ESTABILIZAÇÃO DA CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE*	57
	ANEXO B – PLANTA DE CORTES*	58
	ANEXO C – PLANTA DE FACHADAS*	60
	ANEXO D – DETALHES DE EXECUÇÃO DA REVITALIZAÇÃO DA CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE*	61

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, as construções desempenham um papel fundamental na perpetuação de marcos, costumes da humanidade, guardam e traduzem o desenvolvimento adquirido durante a evolução do conhecimento das mais diversas culturas. Apesar da suma importância para o estudo e a perpetuação dos saberes, os edifícios históricos constantemente protagonizam episódios de danos a suas estruturas e bens, que enfatizam a necessidade da adequação dessas construções, incorporando um sistema de prevenção e combate a incêndio.

As normativas que regem esses sistemas, contudo, são moldadas em sua essência para novas construções, fato que dificulta a adaptação de tais sistemas considerando a manutenção do patrimônio e das características arquitetônicas das construções. Tendo isso em vista, neste Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia e Geociências do Campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), será discutido a temática de incêndio em edifícios históricos, através do estudo de caso da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe, no município de Sirinhaém-PE.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÕES

Ao analisar a relevância histórica, cultural e social do patrimônio ante os casos cada vez mais frequentes de danos ao material devido a incêndios que comprometem não apenas as estruturas, mas o conteúdo e legado de edificações pelo mundo, percebe-se a fundamental necessidade da adequação dos edifícios históricos a normativas e sistemas que previnam e protejam a integridade destes a danos causados pelo fogo.

Incêndios ocorridos em grandes edifícios que concentram obras, bens e carregam a arquitetura e materiais de grande importância histórica, como ocorrido no Museu da Língua Portuguesa, em 2015 na cidade de São Paulo, Museu Nacional, na cidade do Rio de Janeiro em 2018, ou mesmo casos mais recentes, como ocorrido num prédio ministerial da cidade do Cairo em setembro de 2023, que remonta ao século XIX e evidenciam a falta de adequação dos edifícios históricos para sistemas e estratégias de prevenção e combate a incêndio

Através da necessidade levantada e da recorrência da falha apontada, o presente trabalho busca avaliar as condições do projeto de restauração da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe para propor uma solução que garanta a implantação de um sistema de prevenção e combate a

incêndio que assegure a segurança e a integridade da estrutura, de seus bens e seus frequentadores, integrando a seus elementos históricos e arquitetônicos uma solução adequada para implantação no edifício.

A escolha da edificação se deu devido à situação de restauração em que se encontra o imóvel, de importância cultural, histórica e econômica para o distrito de Guadalupe, no município de Sirinhaém – PE, e à participação ativa do autor na recuperação do patrimônio edificado, permitindo assim a proposição de implantação do plano na capela.

1.2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta de projeto de prevenção e combate a incêndio para a Capela de Nossa Senhora de Guadalupe, edifício histórico localizado na cidade de Sirinhaém – PE, adequada aos elementos históricos e arquitetônicos, bem como às normas vigentes, de modo a contribuir com a segurança e integridade da estrutura e dos usuários da edificação.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para a consecução do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Definir e classificar os conceitos de fogo, incêndio, projeto de prevenção e combate a incêndio;
- b) Reconhecer os tipos e elementos componentes utilizados para a proteção contra incêndio;
- c) Pesquisar e elencar as características determinantes para o dimensionamento do PPCI de acordo com as normas reguladoras;
- d) Analisar os sistemas de proteção e combate a incêndio aplicados a edificações históricas;
- e) Caracterizar o edifício da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe e os elementos utilizados para elaboração do PPCI.

2 METODOLOGIA

Para a realização do objetivo geral do presente trabalho, foi desenvolvido um estudo de caso de caracterização e dimensionamento de um sistema de prevenção e combate a incêndio na capela de Nossa Senhora de Guadalupe, localizada no bairro de Guadalupe, do município de Sirinhaém – PE. Sua elaboração foi idealizada com base nos parâmetros das normativas vigentes e da análise das características da edificação para garantir a segurança e a preservação da estrutura, de seus usuários e de seus bens.

Para isso, a primeira etapa é a de desenvolvimento de referencial teórico, seguido da caracterização do imóvel em estudo, sendo possível, através da análise das variáveis relacionadas à edificação e do embasamento teórico, a elaboração de proposta de sistema de prevenção e combate a incêndio que abrange a proteção aos riscos mais relevantes de ocorrência do sinistro.

A elaboração do primeiro e segundo objetivos específicos foi efetivada através da fundamentação dos conceitos teóricos relacionados ao estudo do fogo, do incêndio e a definição das normativas e dos elementos de essencial análise para o dimensionamento da solução de prevenção adotada.

O reconhecimento das particularidades de construção e de histórico de ocorrências dos edifícios históricos apontados através do levantamento de fundamentação teórica nortearam o desenvolvimento dos objetivos específicos “c” e “d”, sobretudo no que diz respeito à legislação aplicada no estado de Pernambuco e na atenção relacionada aos incidentes ocorridos em patrimônios históricos nos últimos anos, investigando suas origens mais recorrentes e os métodos de prevenção.

Através dos registros de levantamento e propostas de revitalização da capela, além das visitas in loco e análise das fotografias e dos projetos de estabilização do edifício em estudo, foi possível determinar as características necessárias para a estruturação do objetivo “e”, em conjunto com a análise das normativas vigentes para o dimensionamento seguro e eficaz do sistema de proteção e combate a incêndio.

Por sua vez, a síntese dos conhecimentos elaborados na fundamentação teórica deste trabalho, foi possível analisar a legislação que compete à segurança contra incêndio, elencando

os sistemas mínimos exigidos. Além disso, foi necessária a análise crítica das características da edificação, de sua utilização e de seu entorno, lançando luz novamente ao cuidado que deve ser adotado para a preservação da edificação histórica e de seus bens diante da relevância histórica, cultural e social do patrimônio, adotando medidas que transpassam o dimensionamento mínimo de acordo com a relevância e a eficácia da prevenção de danos e prejuízos causados pelo incêndio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 FOGO

O fogo é um elemento intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento humano e seu controle e manuseio é considerado um dos marcos determinantes para a evolução do homem em sociedade. Através de sua manipulação, tornou-se possível a elaboração de práticas de sobrevivência, conforto e, subsequentemente, elaboração de utensílios, armas, instrumentos e máquinas que ditaram o aprimoramento das condições de vida e o avanço tecnológico ao longo do tempo.

Entender como esse elemento se define e como se comporta é fundamental para que se compreenda como o fogo se constitui, se propaga e se extingue, conceitos substanciais para a prevenção e o combate a incêndios. No decorrer da história, definições das mais variadas foram elaboradas para se estabelecer o conceito de fogo, ainda que hoje sejam adotados conceitos similares e que apresentam pequenas diferenciações. Segundo a NBR 13860:1997, o fogo é estabelecido como um processo de combustão que é caracterizado pela projeção de luz e calor. Esse processo se manifesta quando ocorre uma reação exotérmica entre duas substâncias químicas, provocando uma reação exotérmica de oxidação.

3.1.1 Elementos do fogo

A existência do fogo pode ser determinada como resultado diante da presença simultânea de três elementos, como indicado no modelo do triângulo do fogo, apresentado na figura 1:

Figura 1 - Triângulo do fogo



Fonte: Coordenação de Produção Multimídia (CPM), 2019, p.10.

Os elementos que compõem o triângulo do fogo isoladamente não o produzem, porém em coexistência e com interação entre si, ocorre a reação em cadeia que gera a combustão e viabiliza a existência do fogo.

3.1.1.1 Combustível

O combustível pode ser definido como todo material, seja ele líquido, sólido ou gasoso, com propriedade de queimar e alimentar a combustão. De forma geral, os materiais orgânicos e materiais oxidáveis são definidos como bons combustíveis, devido à afinidade de combinação com o oxigênio (comburente) na presença de calor.

A maioria dos combustíveis sólidos se transforma em vapor para ocorrer a reação com o oxigênio e a queima do material. Alguns exemplos de combustíveis sólidos são o papel e a madeira. Já os combustíveis líquidos queimam em superfície, uma vez que geralmente são menos densos que a água, e por vezes apresentar maior grau de dificuldade na contenção das chamas, uma vez que podem desprender gases com facilidade ou vapores em temperatura ambiente. A gasolina, o etanol e o óleo diesel são classificados como combustíveis líquidos. Os combustíveis gasosos, por não possuir volume definido, têm a característica de se dissipar, como o gás natural ou se espalhar pela superfície, como o GLP, a depender de sua densidade.

3.1.1.2 Comburente

A NBR 13860:1997 define o comburente como a substância que sustenta a combustão, ou seja, é o elemento que ativa o processo através da combinação com os vapores dos combustíveis. “O oxigênio é o comburente comum da imensa maioria dos combustíveis. No entanto, além do oxigênio, há outros gases que podem se comportar como comburentes para determinados combustíveis, como o hidrogênio para o cloro e o magnésio para a água.” (CEPDEC), 2019, p.12).

3.1.1.3 Calor

O calor é o terceiro componente do triângulo do fogo, e pode ser compreendido como uma forma de energia responsável pelo início do fogo, através da elevação da temperatura dos materiais até o ponto de ignição, e por permitir que este se propague. A propagação do calor pode ser dada através da condução, convecção ou radiação.

Na condução, ocorre a transferência de calor através do contato direto entre as moléculas do material, em corpos sólidos. Nesse tipo de propagação, as moléculas dos materiais sofrem agitação e conduzem o calor, porém não são deslocadas.

A convecção se dá através de um fluido em movimento ascendente e descendente, pela transferência de seu calor para um sólido ou outro fluido. Nela, o calor flui através do contato direto entre as moléculas do fluido, e envolve os processos de condução do calor, diferença de densidade e mudança de estado físico da matéria.

Já a radiação térmica é a transferência de calor através de ondas eletromagnéticas. Essas ondas se deslocam em todas as direções e podem ser absorvidas ou refletidas por uma superfície, independente do meio material para propagação.

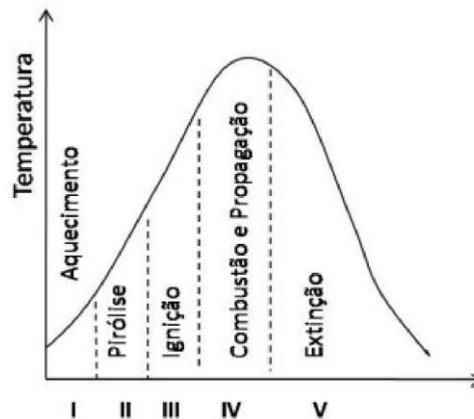
3.1.2 Processo de combustão

De maneira geral, a combustão ocorre após a exposição do combustível a uma fonte de calor na presença de um comburente. Essa primeira etapa, se caracteriza pela queima do material e a elevação da temperatura. Na sequência ocorre a pirólise, na qual a matéria libera vapores decorrentes do aquecimento.

Com a liberação de vapores do combustível e a elevação da temperatura, o ponto de ignição é atingido, no qual inicia-se a inflamação dos vapores liberados. Caso o calor liberado

por essa queima alimenta o processo de ignição, ocorre uma reação em cadeia, consolidando a combustão e favorecendo a propagação das chamas, até que haja a extinção do fogo devido ao consumo do combustível disponível. A figura 2 apresenta as etapas do processo de queima detalhando as relações das etapas com as temperaturas diante de cada uma das fases.

Figura 2 - Fases do processo de queima



Fonte: Barbosa Filho, 2020, p.2.

O processo de combustão pode ser classificado de acordo com a velocidade da queima do combustível ou com a presença de resíduos provenientes da queima. Além disso, existe a combustão espontânea, que ocorre quando não é necessária uma fonte externa de calor para a origem da combustão.

Ao tratar-se de velocidade da queima do combustível, o processo de combustão pode ser considerado vivo ou lento. A combustão lenta se dá na superfície de um sólido e se desenvolve entre o oxigênio e o material combustível. Esse processo é usualmente conhecido como brasa, e pode estar presente na fase de extinção da chama ou evoluir para uma combustão viva. A combustão lenta possui potencial de alerta no que diz respeito a intoxicações provenientes do monóxido de carbono e outros gases presentes na fumaça gerada durante o processo, além de poder ocasionar o espalhamento dos focos através da queima de outros materiais ou em outras áreas.

A combustão viva é o processo no qual ocorre a presença da chama, sendo esse o mais importante tipo de combustão e, habitualmente, o alvo do combate a incêndios. Para a ocorrência da combustão viva, é necessário existir a presença de gás ou vapor, ambiente no qual

se origina a chama. Um fator primordial de atenção para a classificação da combustão viva é a avaliação da taxa de liberação de calor, que indica a quantidade de energia liberada pelo material ao longo do tempo. A tabela 1 a seguir ilustra a taxa de liberação de calor de alguns materiais, diretamente relacionada à potência que quantifica o tamanho do incêndio.

Tabela 1 - Taxa de liberação de calor em 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 5 kg de plástico e papel	1,1 - 3,4	140 - 350
Colchão de algodão	11,8 - 13,2	40 - 970
Móvel para TV (estante)	31,3 - 32,7	120 - 290
Cadeira de PVC com armação de metal	15,4	270
Poltrona de algodão	17,7 - 31,8	290 - 370
Gasolina (recipiente - diâmetro 0,61 m)	19	400
Árvore de natal natural seca	5,4 - 7,3	500 - 650
Colchão de poliuretano	3,2 - 14,1	810 - 2.630
Poltrona de poliuretano	12,2 - 27,2	1.350 - 1.990
Sofá de poliuretano	51,3	3.120

Fonte: CBMDF, 2019, p.34.

Quanto à liberação de resíduos, a combustão completa é assim definida quando há a queima total do combustível presente no processo, resultando na liberação, essencialmente, de vapor d'água e gás carbônico. A combustão incompleta, no entanto, é caracterizada pela geração de elementos instáveis que por sua vez originam novas reações e produtos. São esses elementos que compõem a fumaça que se apresenta nesse processo, que podem desencadear graves intoxicações, além de novas reações de combustão ou até mesmo a explosão, caso haja grande concentração de materiais propícios para o processo e grande injeção súbita de oxigênio no meio.

3.1.3 Extinção do fogo

A existência do fogo depende necessariamente, como observado, da coexistência simultânea de comburente, combustível e calor. Analisando a partir dessa perspectiva, os métodos de extinção de fogo agem ao retirar do processo um desses componentes, ou mesmo quebrando a reação em cadeia existente. Desse modo, os métodos de extinção do fogo podem ser elencados como extinção por resfriamento, abafamento ou quebra da reação em cadeia.

A extinção por resfriamento consiste na diminuição da temperatura do combustível, através da ação de um agente extintor, para retirar o calor do combustível. O agente extintor mais utilizado, como ilustrado na Figura 3, é a água, porém a principal característica do agente extintor é a redução de temperatura do material de queima abaixo do ponto de ignição.

Figura 3 - Extinção do fogo por resfriamento



Fonte: Coordenação de Produção Multimídia (CPM), 2019, p.16

A extinção por abafamento consiste na supressão do comburente na reação até que este apresente uma concentração menor que a necessária para a conservação da combustão. A Figura 4 demonstra o processo de abafamento através de tampa ou superfície que isole o combustível do oxigênio até que a reação consuma o oxigênio restante em contato, que diminui sua concentração e resulta na extinção do fogo.

Figura 4 - Extinção de fogo por abafamento



Fonte: Coordenação de Produção Multimídia (COM), 2019, p.17

Vale também destacar a extinção através da quebra da reação em cadeia, na qual são utilizadas substâncias inibidoras que agem em reação com o comburente e o combustível, reagindo especialmente com os íons liberados e impedindo a prolongação da quebra das moléculas do combustível (CBMDF, 2009).

3.2 INCÊNDIO

O incêndio pode ser caracterizado como o evento em que há a propagação descontrolada do fogo, e esse alastramento imoderado representa o maior motor de dano à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio, causado por sua ocorrência. Muito das características e das consequências de um incêndio não pode ser medido pelo tamanho das chamas que o compõem, visto que qualquer disseminação descontrolada da combustão no espaço ao longo do tempo pode definir o fenômeno.

De acordo com SEITO *et al* (2008), são diversos os fatores que qualificam o início e o desenvolvimento do incêndio, a saber:

- 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 do incêndio

O conhecimento a respeito da origem e tipo de propagação dos incêndios é de fundamental relevância para a análise de riscos e dimensionamento dos sistemas de prevenção e proteção das edificações. De acordo com Gouveia (2009), os incêndios podem ser classificados em três categorias no que diz respeito a sua origem: riscos provenientes das atividades humanas, riscos decorrentes das instalações e riscos resultantes de fenômenos naturais.

3.2.1.1 Riscos de incêndio provenientes de atividades humanas

Os riscos relacionados a atividades humanas podem ser definidos como de origem relacionada à ocupação humana ou a falhas humanas. O cenário de ocupação do ambiente apresenta, por si só, potencial para a formação do incêndio. Com isso, é necessário elencar e classificar os fatores de risco a partir do tipo de ocupação observada nos ambientes, seus componentes materiais e atividades desenvolvidas no meio.

Elementos como finalidade da edificação, fluxo de ocupantes previsto, natureza da ocupação, componentes físicos do espaço e perfil e qualificação dos usuários devem ser considerados para a avaliação e definição dos fatores de risco considerados para a elaboração do sistema de prevenção e combate a incêndio.

Além das condições relacionadas à ocupação, deve-se observar os efeitos de falhas humanas. A respeito desse tópico, “somente a educação dos usuários e a constante vigilância exercida sobre eles pelos responsáveis pela segurança da edificação podem reduzir a probabilidade de ativação de incêndio” (GOUVEIA, 2009). Portanto, o uso racional dos equipamentos e execução dos processos, além da constante precaução, são essenciais para a prevenção de causas dessa natureza.

3.2.1.2 Riscos de incêndio decorrentes das instalações

As instalações elétricas e de gás das edificações apresentam grandes potenciais de risco para a origem de incêndio atrelados às suas naturezas e conservação. As instalações elétricas representam uma fonte comum de risco devido ao possível fornecimento de fonte de calor através de centelhas provenientes de curto-circuito e problemas no funcionamento do sistema; já as instalações de gás têm seu potencial de risco atrelado à mistura de grande inflamabilidade oriunda do contato do gás com o ar, que pode ser facilmente ativada.

Assim, é imprescindível a avaliação da presença, das condições gerais de projeto, execução e conservação das instalações, além da observação à frequência e tipo de uso, uma vez que esses fatores possuem grande relevância para avaliação do fator de risco decorrente deste tópico.

3.2.1.3 Riscos de incêndio resultantes de fenômenos naturais

Os riscos provenientes de fenômenos naturais estão, sobretudo, relacionados a reações químicas, aquecimento espontâneo ou descargas atmosféricas, sendo o último o mais expressivo em relação à frequência de ocorrência. O projeto e execução de sistema de proteção contra descargas elétricas caracterizam o fator mais relevante para a prevenção contra o risco dessa natureza, sendo a aplicação e execução do projeto segundo as devidas normas técnicas fator determinante na análise do risco dessa categoria.

Como pode ser observado, os riscos de incêndio estão direta ou indiretamente ligados à ação humana, seja através da ativação direta ou através da omissão no que diz respeito a planejamento, dimensionamento e manutenção de sistemas que visam à segurança e integridade das estruturas.

3.2.2 Classificação do incêndio

Apesar de ter como ponto em comum a reação de combustão que os caracterizam, os incêndios são classificados de acordo com o material combustível predominante no processo. A identificação desse material é de vital relevância no estudo do combate ao incêndio, regendo a escolha do melhor agente extintor para o cenário, além da adoção dos procedimentos de combate ao fogo adequados. Segundo a NBR 12693:2021, o incêndio pode ser compreendido em cinco categorias: classe A, classe B, classe C, classe D e classe K.

A classe A compreende o fogo originado a partir do combustível predominantemente sólido, pelo processo de pirólise em sua superfície e profundidade, originando resíduos.

Materiais como madeira, papel, borracha, tecido e plástico são exemplos de combustíveis que se enquadram nessa categoria. O método mais usual de extinção é o de resfriamento com uso de água.

A classe B representa o fogo proveniente da queima de líquidos ou gases inflamáveis, como gasolina, álcool, óleos e gorduras de cozinha, resinas e óleos vegetais. A queima desses combustíveis não gera resíduos e se dá superficialmente. Os métodos mais comuns utilizados para a extinção de incêndios com queima de líquidos inflamáveis são o abafamento através do uso de espuma e a quebra da reação em cadeia com uso de pós para extinção do incêndio. Já a queima de gases inflamáveis implica na retirada ou controle do material combustível, devido à velocidade de combustão dos gases que inviabiliza o uso do agente extintor sobre o combustível.

O incêndio caracterizado como de classe C possui o fogo proveniente da queima de equipamentos energizados, ou seja, materiais elétricos. Essa classe representa um risco ampliado devido à presença de eletricidade, que configura um perigo ampliado durante sua propagação e o combate. A remoção da corrente elétrica através do corte na energia implica na alteração do cenário de incêndio para classe A ou B, podendo este ser extinto de acordo com as ações anteriores. No caso da impossibilidade da remoção de energia, deve-se utilizar preferencialmente um agente extintor que não seja condutor elétrico, como o pó para extinção ou o gás carbônico.

O incêndio de classe D ocorre em metais combustíveis, que têm por característica a emissão de muito calor, luz brilhante e a dificuldade na extinção do fogo. Materiais pirofóricos, como o magnésio, selênio e potássio se enquadram nessa categoria. A depender do caso, a ativação é agravada com presença de água ou simplesmente pela presença de oxigênio, sendo necessário avaliar as características do material antes do combate. Usualmente esses materiais estão relacionados a processos industriais, depósitos ou galpões, uma vez que não são encontrados em grande quantidade em edificações gerais.

A classe K representa incêndios em materiais voltados ao cozimento de alimentos, como gordura, óleos e banha. É caracterizado como uma classe de alta periculosidade, e tem como combustível materiais frequentes em cozinhas residenciais e industriais. Seu combate se assemelha ao combate de incêndios em líquidos inflamáveis (classe B), tendo como método mais indicado de combate o abafamento.

3.2.3 Prevenção, proteção e combate a incêndio

Devido à periculosidade e ao grande potencial de dano envolvido na propagação do incêndio, medidas que visam dificultar a ativação do fogo e interromper seu processo são imprescindíveis para a proteção das estruturas, minimização das consequências causadas pelo sinistro, sobretudo ao analisar os potenciais riscos envolvidos no ambiente e a natureza do incêndio. É essa análise que orienta a elaboração e execução dos sistemas de prevenção, proteção e combate ao incêndio.

Com base nessa premissa, as ações e medidas a serem aplicadas podem ser divididas entre passivas e ativas. As medidas passivas dizem respeito ao planejamento inicial da estrutura da edificação para incorporar elementos que independam do acionamento prévio para ação, como a escolha do material de revestimento, criação de rotas de fuga e compartimentação dos ambientes. Essas precauções são predominantemente consideradas em fase de projeto, na qual sua implementação ocorre de maneira primária.

Já as medidas ativas necessitam da ativação direta após o início da queima, agindo essencialmente na proteção e no combate ao incêndio. O sistema de detecção e alarme, extintores, hidrantes, sprinklers e sistemas de iluminação de emergência são exemplos práticos de medidas de natureza direta. As medidas diretas e indiretas, por agir em etapas e com finalidades principais diferentes, não agem isoladamente, mas de maneira integrada e complementar em muitos casos.

Dentre os objetivos principais desses métodos ativos e passivos, pode-se destacar:

- A precaução contra o início de incêndio, agindo na integridade da estrutura, redução da possibilidade de exposição dos materiais combustíveis em potencial e restrição dos componentes do triângulo do fogo;
- A limitação do crescimento do incêndio, a partir da escolha de materiais de estrutura e revestimento que dificultam a propagação em cadeia do incêndio e prolongam o tempo requerido de resistência ao fogo;
- A extinção inicial do incêndio, através do resfriamento, abafamento ou isolamento dos elementos componentes da combustão;
- A evacuação segura, através da estruturação de um plano de emergência que garanta a evacuação segura e a retirada dos ocupantes de maneira eficiente;

- A preocupação da propagação do incêndio entre edificações, adotando as normas de distanciamento definidas e isolamento das áreas de risco;
- A preocupação com o colapso estrutural, através do dimensionamento da estrutura para resistência ao fogo conforme estabelecido nas normas e de acordo com o uso e ocupação do edifício;
- Operações de combate e resgate, levando-se em consideração o acesso e disponibilidade do empreendimento a equipes treinadas para combate ao incêndio e promovendo treinamentos para a população frequentadora.

Atrelados às medidas citadas, o treinamento, conscientização e manutenção dos procedimentos e sistemas adotados é de suma importância para garantir a aplicação dos métodos de maneira otimizada, fazendo com que se cumpram as condições adotadas pelo sistema e validando as ações tomadas para segurança dos ocupantes da edificação e de sua integridade.

3.3 SISTEMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

O sistema de prevenção e combate a incêndio engloba os métodos e medidas adotadas para a minimização dos riscos provenientes dos incêndios, além de promover a segurança do patrimônio e das pessoas que o utilizam. Sua elaboração deve seguir instruções e adotar elementos presentes em leis e normativas de cada estado, bem como respeitar as orientações determinadas pelo Corpo de Bombeiros. É competência do órgão a fiscalização, vistoria e aprovação do cumprimento dessas diretrizes para permitir o pleno acesso e funcionamento da edificação de acordo com sua classificação de ocupação (COSCIPI,1997).

3.3.1 Importância do PPCI

O projeto de prevenção e combate a incêndio (PPCI) resulta diretamente da análise das características da edificação, ao levar em consideração parâmetros como tipo de ocupação, tipos de riscos associados ao ambiente e a sua utilização, características físicas da estrutura entre outros. Esse estudo é primordial para o dimensionamento particular do sistema para minimizar os riscos de princípios de incêndio relacionados, criando um ambiente seguro, que promova a correta evacuação, em caso de sinistro, e garanta a integridade da estrutura da edificação e de seus ocupantes.

Para isso, foi acordado, na Decisão plenária nº 780, a seguinte deliberação:

- 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.”. (BRASIL,2018)

A resolução ressalta a importância do estudo adequado para o dimensionamento e implantação do projeto, que deve ser apontado como indispensável para proporcionar a segurança necessária aos usuários e à estrutura do patrimônio e seus bens, sobretudo, ao se tratar de edifícios históricos, para preservação de cunho histórico, cultural e social.

3.3.2 Legislação do PPCI

O projeto de prevenção e combate a incêndio é desenvolvido a partir da adequação das características da edificação a uma série de normas e leis de esfera municipal, estadual e nacional, frequentemente atualizadas de acordo com a evolução das metodologias aplicáveis e tecnologias disponíveis.

Na esfera nacional, o órgão regulador de tais normas é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além de constar as Normas Reguladoras (NR), destacando-se a NR 23 (BRASIL, 2022) que estabelece as medidas de proteção contra incêndio especificamente em ambientes e locais de trabalho. Além disso, em ação complementar às normativas nacionais, agem as legislações municipais e estaduais.

No estado de Pernambuco, o código que rege essa elaboração é o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico para o Estado de Pernambuco (COSCIPI), estabelecido em 1997 para definir critérios e sistemas de segurança contra incêndio e pânico para as edificações do estado (COSCIPI,1997).

Além disso, leis e códigos são previstos em esfera municipal, que são previstas e voltadas com o intuito do interesse urbanístico da cidade, e que devem ser consideradas de modo complementar às citadas anteriormente.

3.3.3 Extintores

Os extintores representam o principal método de combate imediato e rápido em pequenos focos de incêndio, dada a sua mobilidade e facilidade de acesso. Sua instalação é obrigatória em toda edificação à qual abrange a normativa N° 366 do IPHAN, e, para tal, deve ser considerada a aplicação do tipo de extintor em concordância com a natureza do material combustível de acordo com as classes de incêndio.

A Tabela 2 representa a adequação do uso dos extintores de água, espuma, pó químico e gás carbônico para os incêndios de classe A. Devido à natureza sólida do combustível e a queima volumétrica, ou seja, na superfície e em profundidade, o método mais eficaz de extinção desse tipo de incêndio é através do resfriamento com água. Pode-se também ser utilizada a espuma mecânica ou o pó químico, embora apresentem menor eficácia.

Tabela 2 – Adequação dos agentes extintores para a classe A de incêndio conforme o INMETRO

Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Sim
Espuma mecânica	Sim
Pó para extinção de incêndio	Sim, desde que do tipo ABC
Gás carbônico	Não

Fonte: CBMDF, 2019, p.104.

O incêndio de classe B é caracterizado pela queima superficial de líquidos ou gases combustíveis, logo, sua extinção se dá através do abafamento. A utilização de água nesse tipo de incêndio é desaconselhada, uma vez que o agente ocasiona o espalhamento do material combustível, além de não agir como elemento abafador ou isolante. A Tabela 3 indica o tipo de extintor adequado para a utilização em incêndios de classe B.

Tabela 3 – Adequação dos agentes extintores para a classe B de incêndio conforme o INMETRO

Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Não
Espuma mecânica	Sim
Pó para extinção de incêndio	Sim
Gás carbônico	Sim

Fonte: CBMDF, 2019, p.106.

Os incêndios de classe C são caracterizados pela presença de materiais energizados, o que desencoraja o uso de água ou espuma no combate, devido ao potencial agravante de condução elétrica e risco de choque elétrico, caso o desligamento da energia não seja possível.

Ao desligar o circuito elétrico, o incêndio pode ser tratado e combatido como um incêndio de classe A ou B, a depender da natureza do combustível. A Tabela 4 apresenta a adequação dos tipos de extintor para o combate a incêndios de classe C.

Tabela 4 – Adequação dos agentes extintores para a classe C de incêndio conforme o INMETRO

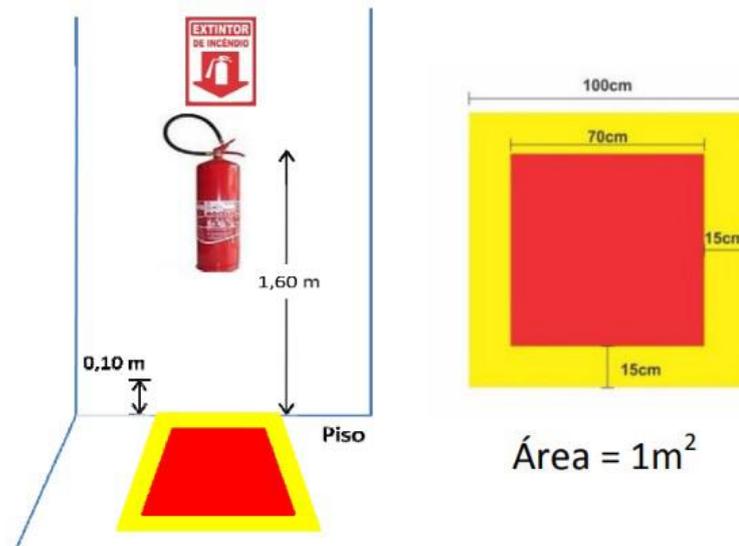
Agente extintor	Adequação conforme o INMETRO
Água	Não
Espuma	Não
Pó para extinção de incêndio	Sim
Gás carbônico	Sim

Fonte: CBMDF, 2019, p.107.

Além dos extintores convencionais de água pressurizada, espuma, pó químico e gás carbônico, o desenvolvimento de tecnologias e métodos de extinção permitem o uso de novos componentes para a extinção do fogo, como é o caso do extintor de pó à base de monofosfato de amônia, que pode ser utilizado em incêndios de classe A, B e C, além de extintores especiais de combate a incêndios de classe D, que agem diretamente em reação com os combustíveis dessa classificação e realizam a extinção por abafamento.

Os requisitos mínimos de escolha, projeto e alocação dos extintores são detalhados na NBR 12693:2021, que caracteriza seu uso de acordo com o tipo e utilização das edificações e áreas de risco. Além disso, conforme ilustrado na Figura 5, a sinalização dos extintores deve seguir a normativa de modo a se apresentar visível e sem obstrução física de acesso.

Figura 5 - Detalhamento da instalação e sinalização do extintor de incêndio



Fonte: Barbosa Filho, 2020.

3.3.4 Sinalização e iluminação de emergência

Além do combate ao incêndio, a criação e indicação de rotas de fuga é indispensável para a garantia da segurança dos usuários da edificação em caso de sinistro. Segundo SEITO *et al.* (2008), A iluminação e a sinalização desempenham papéis fundamentais para orientar a população que transita nas rotas de fuga, muitas vezes submetidas a alterações emocionais, sendo necessário o dimensionamento do sistema com elementos que atendam as necessidades visuais, proporcionem iluminação adequada e transmitam as informações necessárias para a determinação de uma rota de fuga de maneira eficaz e segura.

A NBR 16820:2020 abrange o dimensionamento, fabricação, caracterização, utilização e manutenção do sistema de sinalização de emergência, que é classificado em dois grupos: sinalizações básicas e sinalizações complementares. A sinalização básica compreende as indicações de proibição, alerta, orientação e salvamento e sinalização de equipamentos. Suas características e aplicações estão descritas no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Classificação da sinalização básica

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: Adaptado da NBR 16820:2020

As sinalizações complementares, por sua vez, representam artifícios informativos adicionais de mensagens escritas, indicação de extintores, sistemas de segurança, rota de fuga entre outros elementos que reforcem a segurança e a resposta rápida ao sinistro. Sua aplicação pode ser observada na Quadro 2, que representa os símbolos e situações de utilização.

Quadro 2 - Classificação da sinalização complementar

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		Nas entradas principais dos recintos de reunião de público. Nível: intermediário

Fonte: Adaptado da NBR 16820:2020

Os requisitos mínimos de utilização da iluminação de emergência, por sua vez, seguem as diretrizes adotadas na NBR 10898:2013, que explicita as condições de instalação e manutenção do sistema. A norma busca garantir o fluxo contínuo de evacuação pela determinação de pontos de iluminação dispostos em sequência visível e distâncias mínimas conforme altura e área da edificação.

3.3.5 Sistemas hidráulicos

Os sistemas hidráulicos são caracterizados por uma instalação usualmente de água fria destinado especialmente para o transporte e aplicação do agente extintor para combate direto do incêndio. Eles podem ser aplicados em combinação com outros métodos de extinção, usualmente atuando no combate de estágios mais avançados de propagação do fogo, complementando a ação dos sistemas portáteis. Podem ser de acionamento automático ou sob comando.

A infraestrutura para seu uso sugere a necessidade de um reservatório para garantia mínima de suprimento de água, denominada reserva técnica de incêndio, além da estrutura de canalização e o dispositivo de ativação do sistema. De acordo com o COSCIP, os elementos integrantes do sistema hidráulico fixo são os hidrantes, mangotinhos e chuveiros automáticos (sprinklers).

O hidrante é caracterizado por possuir um ponto de tomada de água contendo válvulas angulares em sua(s) saída(s), com aplicação manual e a necessidade de um operador treinado para manuseio do sistema. Pode ser instalado na área interna ou externa da edificação, ou mesmo público. O mangotinho, de forma semelhante, é composto pelo conjunto de uma saída de água, válvula de abertura rápida, mangueira semirrígida, esguicho regulável e acessórios. Cada tipo é aplicado de acordo com a função da ocupação e do uso da edificação.

A NBR 13714:2000 apresenta a definição dos sistemas, utilização e manutenção dos elementos hidráulicos. O dimensionamento deve considerar os níveis mínimos de vazão exigidos no ponto mais desfavorável do sistema, de acordo com as especificações estabelecidas em norma. A legislação estadual – COSCIP – complementa a necessidade do uso do sistema, definindo os seguintes parâmetros:

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 dos hidrantes e mangotinhos, o sistema de chuveiros automáticos, também conhecidos como sprinklers, representa um sistema fixo de combate, caracterizado pelo caráter automático de acionamento, tendo sua eficácia reconhecida pelo menor tempo de resposta entre a detecção e o combate ao incêndio, reduzindo potencialmente a propagação do incêndio. (SEITO *et al.*, 2008).

A NBR 10897:2020 especifica o uso, classificação, instalação e manutenção do sistema de proteção por chuveiros automáticos, considerando, assim como no dimensionamento de hidrantes e mangotinhos, a reserva hidráulica para atender o sistema com eficácia. O acionamento dos sprinklers se dá através do rompimento da cápsula que armazena um elemento termossensível, que atua liberando a água após a temperatura atingir uma temperatura mínima. A necessidade e disposição dos elementos desse sistema é calculada a partir da classe de risco, natureza da ocupação e dimensões da edificação.

3.3.6 Sistema de proteção de estruturas

A ação do fogo na estrutura das edificações em caso de incêndio deve ser especialmente analisada, uma vez que esse elemento reage diretamente à presença do sinistro, especialmente quando na presença de materiais suscetíveis, ventilação e condições de tempo de resistência ao fogo de seus componentes desfavoráveis. Assim, a análise e dimensionamento de métodos que protejam a estrutura e garantam sua integridade estrutural para a evacuação segura de seu interior é primordial no estudo do sistema de prevenção e combate a incêndio.

Além das normas que tratam do dimensionamento e definição de requisitos mínimos para a estrutura em sua concepção, dispositivos que agem para combater o efeito de descargas atmosféricas podem ser incluídos na elaboração da estrutura. Identificado como sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), o sistema é caracterizado pela estruturação de um sistema externo que capta descargas atmosféricas e, através de um sistema interno, realizam o direcionamento destas para o solo, assegurando a integridade estrutural.

3.3.7 Sistema de detecção e alarme de incêndio

O sistema de detecção e alarme de incêndio tem por finalidade a detecção do fogo em seu estágio inicial, para possibilitar a rápida evacuação e o acionamento de medidas de combate ao fogo, minimizando os riscos à vida e os danos aos bens e à edificação. O sistema é essencialmente formado pelos detectores automáticos de incêndio, acionadores manuais, painel de controle para processamento, sinalização, fonte de alimentação elétrica e infraestrutura (SEITO ET AL.,2008). O COSCIP expande essa definição, descrevendo os seguintes elementos formadores do sistema de detecção e alarme:

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.(COSCIPI, 1997, p.44)

A operação do sistema de detecção e alarme é dividida basicamente nas etapas de detecção, processamento e aviso. O processo de detecção é usualmente realizado por detectores de fumaça, térmicos ou termovelocimétricos. Os detectores de fumaça agem da presença de partículas ou gases, enquanto os térmicos e termovelocimétricos são acionados de acordo com a temperatura do ambiente – sendo esse último acionado através da mudança brusca de temperatura.

Os acionadores manuais, junto ao sinal emitido pelos detectores, são responsáveis pela segunda etapa do processo do sistema, de identificação e envio do sinal para a central de processamento. Os acionadores manuais são indispensáveis para as edificações, e devem propagar para toda a edificação, no processamento, o sinal de alerta visual e sonoro sobre a situação de perigo identificada.

A NBR 17240:2010 rege o dimensionamento dos sistemas de detecção e alarme de incêndio, apresentando os requisitos do projeto, instalação, comissionamento e manutenção de seus componentes, de acordo com a área de cobertura, natureza da edificação e utilização.

3.3.8 Edifícios históricos e preservação do patrimônio

No que diz respeito às edificações históricas, é importante destacar a necessidade de atenção especial no estudo da estrutura e suas características para a elaboração e implantação do PPCI, ressaltando a preservação e integridade de suas características arquitetônicas e seus bens. Especialmente no caso de bens edificados tombados, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) estabelece na Portaria Nº 366, 04 de setembro de 2018, as diretrizes para intervenções e medidas complementares mitigadoras para a implantação do projeto de prevenção e combate a incêndio em edifícios tombados.

Ao analisar o histórico de ocorrências de incêndios em edifícios históricos, ressalta-se a necessidade de atenção especial desses prédios quanto a suas instalações elétricas, sendo este um motivador frequente de ocorrências, como observado na Tabela 5. Essas instalações comumente possuem demandas de carga superiores aos dimensionamentos originais e muitas vezes não passam por revisões, fator agravante para a ocorrência do sinistro.

Tabela 5 - Ocorrências de incêndios em edificações tombadas no Brasil.

Nome do Edifício	Data do Incêndio	Início / Causa	Perdas
Edifício do Colégio do Caraça - MG	28/05/1968	Aparelho elétrico esquecido ligado	Edificação 100% destruída
Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro - RJ	08/07/1978	Falha elétrica ou cigarro	5 milhões de dólares (cerca de 1000 obras de arte)
Edifício Solar do Visconde de Indaiatuba - SP	18/02/1994	Faíscas de um poste próximo	Edificação 100% destruída
Igreja do Carmo, em Mariana - MG	20/01/1999	Falha elétrica	Edificação 60% destruída
Igreja Nossa Senhora do Rosário de Pirenópolis - GO	05/09/2002	Falha elétrica	Edificação 100% destruída
Hotel Pilão em Ouro Preto - MG	13/04/2003	Desconhecidas	Edificação 90% destruída
Capela de São Pedro de Alcântara UFRJ - RJ	28/03/2011	Acidente com solda	Edificação 100% destruída
Teatro Ouro Verde - PR	12/02/2012	Curto-circuito	Edificação 100% destruída
Mercado Público - RS	06/07/2013	Curto-circuito	Edificação 20% destruída
Museu da Língua Portuguesa - SP	21/12/2015	Curto-circuito	Parcialmente destruído

Fonte: Marinho, 2018, p.11.

A exposição dos edifícios históricos também pode ser abordada em ambientes de reforma da estrutura e nos processos de intervenção do acervo, que podem requerer o uso de equipamentos com potencial de geração de faíscas que, em contato com tintas, vernizes,

madeira ou demais materiais componentes da estrutura e dos bens da edificação, podem gerar o princípio de incêndio. Assim, destaca-se a necessidade de avaliar não apenas os elementos estruturais e arquitetônicos da edificação, mas também seus bens e sua utilização, que podem apresentar riscos consideráveis para a integridade do patrimônio.

Em virtude das condições de algumas edificações históricas, impossibilidades de aplicação de sistemas convencionais de prevenção e combate a incêndio são identificadas, como por exemplo intervenções que comprometam a estrutura, revestimentos ou acervos fixos de um edifício, que poderiam ser potencialmente danificados pela presença de água ou outro agente extintor. Nesse cenário, é necessário apresentar medidas mitigadoras para promover a proteção adequada para a edificação. A portaria Nº 366 do IPHAN apresenta as seguintes medidas:

- a) Controle de população de acordo com unidades de passagem disponíveis;
- b) Aplicação de material retardante de chamas;
- c) Controle de fumaça;
- d) Sistemas de gases inertes ou chuveiros automáticos;
- e) Brigada de incêndio;
- f) Consideração de portas secundárias;
- g) Sistema de alarme, detecção e combate a incêndio;
- h) Instalação de hidrantes públicos próximo à edificação;
- i) Outras aplicáveis.

4 ESTUDO DE CASO – CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE

A restauração da Igreja de Nossa Senhora de Guadalupe, em execução a partir de junho de 2023, representa uma das medidas adotadas na execução do condomínio Costa de Guadalupe, no município de Sirinhaém, Pernambuco. O projeto destina-se à execução do loteamento residencial no bairro de Guadalupe, com a revitalização e implantação do sistema viário, instalações de apoio ao condomínio e vias de acesso e utilização pública para a praia, além da reforma da igreja encontrada no terreno da intervenção.

Com essa restauração, tornou-se necessário o levantamento e avaliação das condições da capela, encontrada anteriormente em ruínas e numa área isolada, para sua reestruturação e a viabilização de seu uso, mantendo as características arquitetônicas encontradas em suas ruínas a fim de preservar seus bens e trazer novamente ao templo a relevância histórica, social e cultural devida, atingindo diretamente os moradores do entorno.

Figura 6 - Esquema do empreendimento Costa de Guadalupe com indicação da capela (ao centro)



Fonte: Empreendimento Costa de Guadalupe, 2023.

4.1 HISTÓRICO E LOCALIZAÇÃO

A construção do edifício remonta ao século XVII, conforme indicação da presença de uma igreja sob a invocação de Nossa Senhora de Guadalupe, no cimo de um morro à margem esquerda do Rio Formoso, localização atual da capela. Ao longo dos séculos XVII e XVIII, foram realizados sepultamentos sucessivos nos arredores e na área interna da edificação, prática comumente adotada em edifícios da natureza na época.

Ao longo do século XIX, cartas náuticas apontavam a igreja como ponto de referência para orientação das embarcações. Segundo levantamentos arqueológicos realizados na edificação, ao longo dos séculos XIX e XX, a capela passou por uma série de intervenções de reforço na estrutura dos alicerces e contrafortes.

Figura 7 - Vista externa da capela (abril/2018)



FONTE: Arqueolog, 2022.

Figura 8 - Planta baixa de levantamento arquitetônico da capela



Fonte: Jorge Passos Arquitetura & Restauro, 2022.

A capela se apresenta no topo de uma elevação no distrito de Guadalupe, voltada para o oeste, com vista para a Capela de São Benedito, o Rio Formoso e a praia dos Carneiros. Sua estrutura se encontrava em ruínas e com grande fragilidade, anteriormente ao início dos serviços de revitalização.

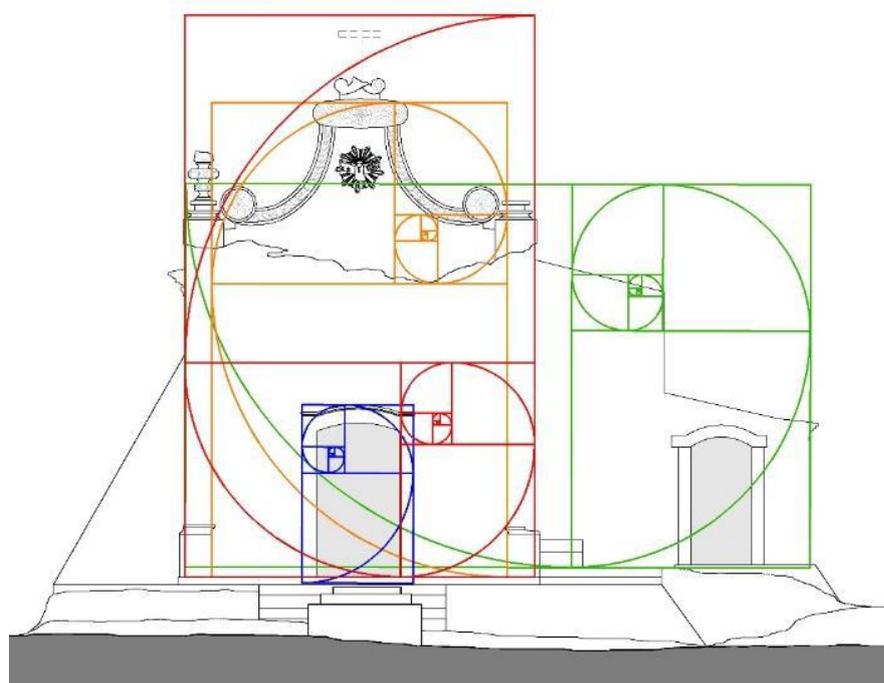
Figura 9 - Fotografia aérea da ruína da capela



FONTE: Arqueolog, 2022.

A capela possui 136,16 metros quadrados de área construída, dividida em átrio, nave, capela-mor e sacristia, diagramação recorrente em grande parte das capelas rurais da época em fase inicial. O alçado frontal e corpo da capela foram implantados em proporção áurea, e ao longo da estrutura interna e externa encontram-se vestígios dos revestimentos de piso e parede, embora não estejam mais presentes, em sua maioria, além dos detalhes decorativos e relevos a serem restaurados.

Figura 10 - Estudo das proporções áureas da capela



Fonte: Jorge Passos Arquitetura & Restauro, 2022.

4.2 RESTAURAÇÃO

Apesar da danificação pelo intemperismo e o abandono da estrutura nas últimas décadas, sobretudo devido à ausência de cobertura na estrutura, além dos danos causados por raízes entranhadas nos pisos e na alvenaria da capela, uma série de recortes e detalhes pôde ser identificada no interior e exterior da capela, caracterizando seus detalhes construtivos e criando base para os estudos de restauração realizados.

Figura 11 - Detalhamento do altar com nichos e decoração em estucaria em alto relevo preservados



Fonte: Arqueolog, 2022.

Figura 12 - Retábulo em alvenaria com elementos de revestimento em estuque e piso em ladrilho hidráulico



Fonte: Arqueolog, 2022.

A estabilização e restauração da capela é composta de reconstituição do frontispício, trechos de alvenaria de tijolos e pedras, com execução do reforço estrutural, limpeza e rejuntamento das alvenarias, consolidação de fissuras, reconstituição dos revestimentos internos, externos e elementos decorativos. Além disso, a execução de novos pisos internos e externos, calçada e estrutura da coberta foram projetados.

Abaixo, é apresentado o esquema das etapas de estabilização e acabamento da estrutura da capela, a saber:

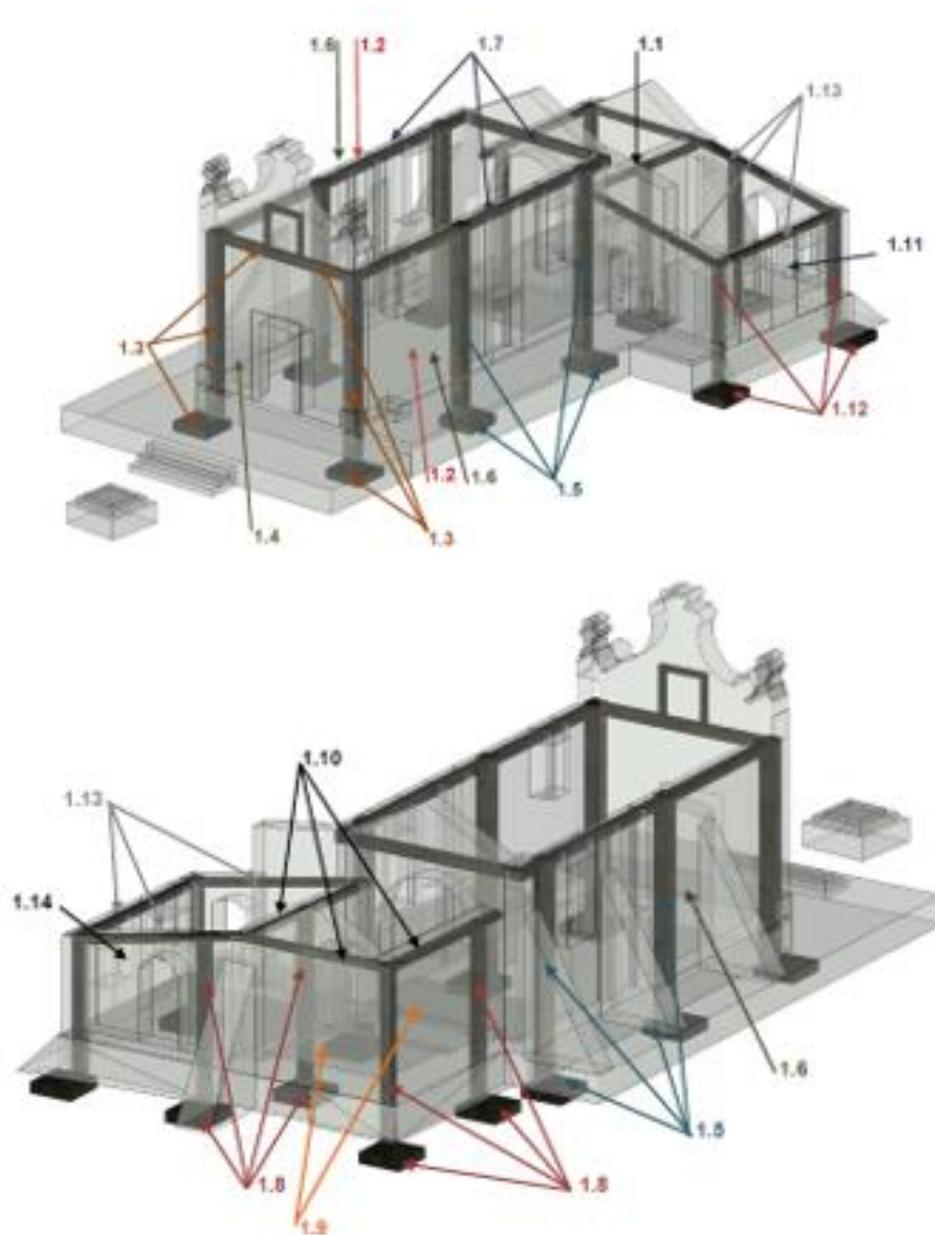
ETAPA 01 - ESTABILIZAÇÃO

- 1.1 desmontagem das alvenarias que estiverem em iminência de colapso, em especial o trecho da empena do lado da portada em cantaria do acesso externo da sacristia;
- 1.2 desmontagem parcial das alvenarias das ilhargas direita (sul) e esquerda (norte), objetivando restabelecer o equilíbrio desses septos;
- 1.3 concretagem das sapatas, pilares e cintas do frontispício;
- 1.4 reconstituição das alvenarias do frontispício,
- 1.5 concretagem das sapatas e dos pilares da nave, um conjunto por vez, a partir do frontispício, em direção à capela-mor;
- 1.6 reconstituição das alvenarias das ilhargas
- 1.7 concretagem das cintas das ilhargas da nave, progressivamente, a partir do frontispício, na direção da capela-mor, atingindo cada pilar, na medida em que os mesmos são concretados;
- 1.8 concretagem das sapatas e pilares da capela-mor;
- 1.9 reconstituição das alvenarias da capela-mor;
- 1.10 concretagem das cintas da capela-mor;
- 1.11 desmontagem da alvenaria da fachada sul da sacristia até a altura dos peitoris das janelas;
- 1.12 concretagem das sapatas e pilares da sacristia;
- 1.13 Concretagem das cintas da sacristia
- 1.14 reconstituição das alvenarias da fachada sul da sacristia, inclusive ombreiras, vergas em tijolos armados das janelas e o trecho da empena do lado da portada em cantaria do acesso externo da sacristia.

ETAPA 02 – ACABAMENTO

- 2.1 execução dos revestimentos das alvenarias externas;
- 2.2 execução das cornijas externas (ornatos integrados);
- 2.3 reconstituição dos ornatos integrados e aplicados do frontispício;
- 2.4 execução da tríplice telha;
- 2.5 impermeabilização dos topos das alvenarias;
- 2.6 escarificação e rejuntamento das alvenarias internas;
- 2.8 restauração e reconstituição dos pisos em ladrilho hidráulico;
- 2.9 restauração e reconstituição dos pisos em tijoleira de fabricação artesanal;
- 2.10 restauração do altar-mor e retábulo – elementos decorativos integrados e aplicados;
- 2.11 restauração do arco cruzeiro;
- 2.10 restauração e reconstituição das cantarias em pedra arenítica;
- 2.11 execução das calçadas e drenagem externas;
- 2.12 pintura externa com tinta mineral;
- 2.13 proteção das alvenarias internas com primal B.60-A diluído a 5% em água;
- 2.14 limpeza, hidratação e enceramento dos pisos em ladrilho hidráulico;
- 2.15 limpeza e aplicação de resina acrílica (VEDACIL) nas tijoleiras de fabricação artesanal. (JORGE PASSOS ARQUITETURA & RESTAURO, 2022).

Figura 13 - Esquema da sequência de estabilização da capela



Fonte: Jorge Passos Arquitetura & Restauro, 2022.

4.3 CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Para o dimensionamento dos sistemas mínimos exigidos de prevenção e combate a incêndio, deve-se inicialmente analisar os pré-requisitos apontados pela legislação de Pernambuco. Primeiramente, é necessário definir a classificação da edificação, fator necessário para a determinação das características mínimas requeridas pelo sistema, definida pelo artigo 7º do COSCIP de acordo com o estudo da edificação.

Tendo em vista o dano potencial relacionado ao patrimônio cultural e histórico, com a ocorrência de um sinistro, cabe ser considerado, para o caso da capela, a caracterização do risco

associado específico, conforme definido no parágrafo 1º do Art. 24. Assim, podemos definir a edificação, de acordo com os artigos supracitados, como edificação do tipo Q – Especiais, ou mesmo edificação do tipo P – Templos religiosos. A análise do sistema poderá ser realizada a partir dessas duas perspectivas.

Já para a classificação do risco da edificação, o COSCIP demanda a determinação através do tipo de imóvel de acordo com a ocupação prevista no TSIB. A Tabela 6 determina, a partir da análise da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe, a classe de ocupação para determinação do risco:

Tabela 6 - Classe de acordo com o tipo de ocupação da capela

OCUPAÇÃO	RUBRICA	CÓDIGO	CLASSE DE OCUPAÇÃO
Igrejas	Igrejas	290	2
Templos religiosos	Igrejas	290	2

Fonte: O autor, 2023.

Para ambas as classificações aponta a ocupação como classe 2, o que reflete na classificação do risco da edificação como classe A, de acordo com a Tabela 9:

Tabela 7 - Classificação dos riscos das edificações

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.

Não apenas a análise da edificação é relevante para a classificação e dimensionamento do sistema de prevenção e combate a incêndio, mas a análise de seu entorno é essencial para a identificação de imóveis, atividades e ocupações que possam representar risco de dano ao patrimônio. Conforme ilustrado na Figura 9 e a descrição de sua localização, a edificação se encontra numa área isolada de qualquer atividade ou edificação da vizinhança.

O projeto do empreendimento prevê a locação de vias de acesso para a capela que a margeiam, sem representar qualquer tipo de ocupação ou permitir atividade que apresente alto

risco para o patrimônio, descartando, dessa forma, grandes ameaças provenientes das adjacências. Deve-se ressaltar, contudo, a presença de grande quantidade de árvores que circundam a edificação, uma vez que, embora não apresentem alto risco primário e ainda que possuam distanciamento significativo da edificação, podem agir como fonte propagadora do incêndio em caso de sinistro de maiores proporções.

4.4 SISTEMAS MÍNIMOS EXIGIDOS PARA A CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE

De acordo com o COSCIP, o dimensionamento do sistema de prevenção e combate a incêndio possui os requisitos mínimos regidos de acordo com os parâmetros descritos no Art.25:

- a) Área total construída, área coberta;
- b) Área construída por pavimento;
- c) Número de pavimentos;
- d) Altura total da edificação ou de áreas ou setores específicos, em caso de ocupações diversas;
- e) Número total de economia habitáveis na edificação ou agrupamentos;
- f) Número total de economia habitáveis por pavimento edificado;
- g) Distâncias a serem percorridas nas circulações ou acessos, partindo-se do local mais afastado até as saídas de emergência, em cada pavimento considerado;
- h) Natureza das circulações ou acessos;
- i) Natureza específicas de sua ocupação;
- j) Área total ocupada. (COSCIP, 1997)

Para o estudo de caso em questão, foram adotados os parâmetros extraídos das plantas de revitalização da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe que constam nos Anexos A, B e C. Definições estruturais e físicas, tais como área construída (136,16 m²), número de pavimentos (um pavimento), altura da edificação, além da análise das circulações e distâncias de evacuação, foram identificadas a partir dos projetos.

O COSCIP estrutura o sistema de prevenção e combate a incêndio dividido em duas formas, os sistemas portáteis e transportáveis e os sistemas fixos (automáticos e sob comando). A definição dos parâmetros de construção e caracterização da edificação detalhados acima extraídos de suas plantas somada à classe de risco existente conforme avaliação detalhada no TSIB regem o dimensionamento dos sistemas mínimos requeridos para a capela.

No que diz respeito aos sistemas portáteis e transportáveis, o COSCIP prevê no Art. 40 a necessidade de instalação de extintores independentemente da aplicação de outros sistemas na

edificação, salvo as Edificações Residenciais Privativas Unifamiliares. Assim, é definido como obrigatório o uso de extintores na capela.

De acordo com a classe de risco definida no TSIB, a área máxima de proteção que abrange uma unidade extintora (U.E.) é de 500 m², o que implica na necessidade de apenas uma unidade extintora para a edificação. A exigência mínima de proteção por pavimento, contudo, é de duas U.E. de acordo com o COSCIP, portanto, deve-se utilizar esse parâmetro para definição do sistema portátil e transportável.

Conforme abordado no item 3.3.3 e com a análise dos componentes e utilização da capela, pode-se definir o uso de extintores do tipo A e C para combate de incêndio relacionado aos riscos de maior significância na edificação.

Para os sistemas de hidrantes e mangotinhos, sua exigência se dá, de acordo com o Art. 105 do COSCIP, diante dos seguintes critérios em simultâneo: a) edificação classificada como do tipo Q (quando se tratar de fabricação e/ou depósitos); b) altura da edificação acima de 14,0 metros; c) edificação com mais de 4 pavimentos; d) área construída ou área total ocupada superior a 750 m². De acordo com a análise dos parâmetros levantados anteriormente, de acordo com a altura da edificação, número de pavimentos, classe de ocupação e área de construção, o sistema aplicado não possui exigência de utilização de hidrantes na solução aplicada.

Para o sistema de chuveiros automáticos, os artigos 132 e 133 do COSCIP determina que o Corpo de Bombeiros Militar detém a responsabilidade de regulá-lo para edificações do tipo Q. Dada a inexistência de norma técnica publicada que defina os requisitos e exigências de tal sistema pelo Corpo de Bombeiros e somada à área de construção da capela que não se aproxima das áreas de exigência de outras classes de edificação para a aplicação do sistema, a utilização de chuveiros automáticos foi desconsiderada para o estudo em questão.

Já para o sistema de detecção e alarme, é definido pelo Art. 140 do COSCIP que é obrigatório o uso do sistema para edificações com área construída superior a 2000 m², exceto para Edificações Residenciais Privativas Multifamiliares. Logo, é isenta a obrigatoriedade da aplicação do sistema para a edificação.

Os requisitos e definições dos sistemas de evacuação, por sua vez, são apresentados no Título III do COSCIP, que aborda elementos facilitadores da fuga de modo seguro e no menor espaço de tempo possível. O Quadro 3 a seguir resume os tópicos abordados na seção, bem como suas aplicações para a edificação.

Quadro 3 - Avaliação dos elementos de evacuação segura.

ITENS DE EVACUAÇÃO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO AO PROJETO
Dos acessos (corredores)	Caminho a ser percorrido até as saídas de emergência	Distância máxima a ser percorrida de 25 metros
Escadas de emergência	Escadas que permitem a evacuação para pavimentos inferiores de forma a preservar a integridade física da população	Considerando a escada externa de acesso ao passeio público, deve ser instalado corrimão nos dois lados da escada.
Áreas de descarga	Seção da rota que se encontra entre a escada e a área externa da edificação ou via pública	NÃO SE APLICA
Áreas de refúgio	Partes do pavimento provida de sistema de paredes e porta corta-fogo para servir de abrigo seguro de descanso para a população, caso necessário, antes de prosseguir com a evacuação.	NÃO SE APLICA
Portas	Portas das saídas de emergência ou de salas e compartimentos em comunicação com os acessos	Acima de 50 pessoas e em comunicação com acessos, deverá abrir no sentido de trânsito de saída
Rampas	Rampas ligadas às saídas de emergência ou compartimentos em comunicação com os acessos	NÃO SE APLICA
Elevador de emergência	Elevadores	NÃO SE APLICA

Fonte: O autor, 2023.

Para as larguras dos dispositivos de evacuação, deve-se analisar as definições do Art. 180 do COSCIP, que estabelece: “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; [...]” (COSCIP, 1997, p.59).

Para o dimensionamento da Unidade de Passagem (UP), o Art. 181 determina a fórmula $N=P/C(d)$, onde N é u número de UP, C(d) é a capacidade do dispositivo e P é o número de pessoas do pavimento de maior população, definido no Anexo A do COSCIP.

Para o sistema de iluminação de emergência, o COSCIP determina a obrigatoriedade para edificações com presença de escadas de emergência, lotação prevista maior que 100 usuários ou área construída maior que 1500 m². De acordo com esses parâmetros, a utilização do sistema não é obrigatória no edifício em estudo.

O sistema de sinalização de emergência está atrelado aos demais sistemas de prevenção e evacuação segundo as exigências do COSCIP, para indicação visual das rotas de evacuação e saídas de emergência, acionadores, extintores e componentes do sistema de alarme, conforme requisitos do referido código e as normas da ABNT.

Dos sistemas de proteção de estruturas apresentado no COSCIP, não se aplica a utilização do sistema de centralização de gás, uma vez que não há o uso de gás GLP, nem a instalação do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, já que o edifício não atinge a área de cobertura necessária (1500 m²) para caracterizar o uso do sistema no imóvel.

O Quadro 4 compila os sistemas mínimos exigidos para o projeto de prevenção e combate a incêndio da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe, conforme os parâmetros do COSCIP e demais normativas. Além desses pontos, deve-se reforçar a necessidade da avaliação do acesso do Corpo de Bombeiros à edificação, bem como o treinamento dos utilizadores do imóvel.

Quadro 4 - Sistemas mínimos necessários para implantação do PPCI

ITEM
EXTINTORES PORTÁTEIS
ADEQUAÇÃO DOS ACESSOS, ELEMENTOS DE EVACUAÇÃO E ROTAS DE FUGA
SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Fonte: O autor, 2023.

4.5 SISTEMAS COMPLEMENTARES PARA A CAPELA DE NOSSA SENHORA DE GUADALUPE

O estado de Pernambuco não apresenta legislação específica para a prevenção e o combate a incêndio voltada para edificações históricas e de relevância histórica e/ou cultural, logo, é necessário avaliar a eficácia do sistema mínimo exigido diante do exposto.

No que diz respeito à instalação do sistema de hidrantes, embora não seja obrigatório, a avaliação do entorno do empreendimento, sua característica de isolamento, execução da

estrutura da cobertura inteiramente em madeira e presença de grande fonte de material combustível sólido sugerem a adoção de um sistema de hidrante externo com esguicho regulável para a ação rápida diante de um sinistro de maior proporção, reduzindo o potencial destrutivo do incêndio nesses casos.

Além disso, devido às características geográficas e de ocupação da área, deve ser considerada a implantação de um sistema de detecção e alarme, que pode garantir maior chance de controle do patrimônio, reduzindo perdas e promovendo a vigilância, mesmo a maiores distâncias, sobretudo em situações onde a edificação se encontra fechada sem funcionários no recinto, como durante o período noturno. Para sua instalação, o sistema sem fio (wireless) é o mais indicado, por permitir a automação e o monitoramento remoto, sem necessidade de infraestrutura convencional.

Mesmo com a não obrigatoriedade da instalação do sistema de iluminação de emergência, sua aplicação é de boa conduta, de forma a assegurar boa visibilidade e promover a correta orientação da forma mais eficaz em situação de evacuação da edificação.

Como abordado no referencial teórico deste trabalho, é de grande relevância a análise e atenção à execução dos sistemas elétricos das edificações históricas, uma vez que esse elemento representa a maior fonte de origem dos incêndios nesses edifícios. Considerando que toda a instalação elétrica da capela está em processo de restauração, é importante ressaltar a necessidade da execução do projeto que priorize a proteção elétrica, com instalação de dispositivos diferenciais residuais (DRs), que protegem os circuitos e as pessoas contra mal funcionamento dos equipamentos elétricos, e o uso de fiação de material autoextinguível, que reprime a propagação do incêndio em caso de curtos-circuitos ou outras ocorrências que originem o sinistro.

5 CONCLUSÃO

A elaboração de um plano e do projeto de prevenção e combate a incêndio é de essencial importância para a integridade da edificação, sobretudo no que diz respeito a patrimônios históricos. Seu dimensionamento e aplicação atua para minimizar e evitar as possíveis ocorrências de um sinistro, e, no caso do patrimônio, preserva bens culturais, históricos e sociais que fazem parte do cotidiano e da história de seu entorno.

A área de segurança contra incêndio voltada ao patrimônio histórico esbarra em uma série de dificuldades no tocante às limitações de normativas que não analisam ou consideram o contexto de preservação dos bens, por muitas vezes ignorando a natureza dessas edificações e, ao não reconhecer suas características, não proporciona uma solução que abrange as necessidades dos imóveis.

O estudo de caso da Capela de Nossa Senhora de Guadalupe e a análise do histórico que relaciona dos edifícios históricos e os episódios de incêndios nesses imóveis mostra como a legislação e a supervisão desses sistemas é insuficiente para garantir a proteção devida a esses bens. Essa análise expõe a necessidade da ampliação e adequação das normativas para abordar as peculiaridades, inovações, manutenções e vistorias necessárias para tornar o sistema mais preciso e eficaz.

A fundamentação teórica e o estudo de caso foram relevantes para explorar as características e os conceitos referentes ao incêndio e às medidas de proteção, inovação e legislação referentes aos sistemas de prevenção e combate. Tais conceitos são primordiais para a capacitação do profissional na área para o dimensionamento e aplicação dos sistemas de prevenção e combate a incêndio.

Os conhecimentos adquiridos na graduação de engenharia civil possibilitaram o desenvolvimento do presente estudo de caso, ao promover o embasamento de conceitos e análise das estruturas, instalações, projetos e normativas através das temáticas ministradas na Universidade Federal de Pernambuco, com especial atenção para o curso de “Introdução a Engenharia de Incêndio”, que apresentou as definições e a importância da segurança contra o incêndio, proporcionando os fundamentos necessários na área para que o profissional de Engenharia Civil possa praticá-los e contribuir com a sociedade.

O desenvolvimento da proposta do sistema de prevenção e combate ao incêndio aplicado à Capela de Nossa Senhora de Guadalupe permitiu analisar os parâmetros de recuperação da edificação, viabilizando a sugestão da aplicação dos sistemas necessários em fase de implantação de projeto, conforme a solução com base nos preventivos mínimos exigidos em

norma e aplicações complementares a partir de observação das características da edificação para promover a preservação do patrimônio recuperado. Sugere-se para trabalhos futuros a elaboração e aplicação de novos projetos de prevenção e combate a incêndio em edificações históricas com base no estudo apresentado neste trabalho, em conjunto com a legislação atualizada e adequação dos sistemas de rede elétrica, para fomentar melhorias de implantação e tecnologias de segurança e combate a incêndio voltadas para a preservação do patrimônio histórico.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **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 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.
- BARBOSA FILHO, A. N. **Introdução à engenharia de incêndio**: DECIV/UFPE, 2020a. Notas de aula da Disciplina de Graduação.
- 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**.
- BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural** / Elaboração José Hailon Gomide, Patrícia Reis da Silva, Sylvia Maria Nelo Braga. _ Brasília – DF, 2005.
- DISTRITO FEDERAL. CBMDF. **Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**. 2 ed. Brasília – DF, 2009.
- GOUVEIA, A. M. C. **Análise de risco de incêndio em sítios históricos - Programa Monumenta**, Cadernos Técnicos. Brasília – DF, 2006, 104 p.
- JORGE PASSOS ARQUITETURA & RESTAURO. **Levantamento arquitetônico da capela de N.S. de Guadalupe**. Sirinhaém – PE, 2022.
- _____. **Projeto executivo de estabilização da ruína da capela de N. S. de Guadalupe**. Sirinhaém – PE, 2023.
- ISO 8421-1. **General terms and phenomena of fire**. Genève, 1987.

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.

PARANÁ. CORDENADORIA DE DEFESA CIVIL DO ESTADO DO PARANÁ. **Manual de prevenção e combate a princípios de incêndio - Módulo V.** 2019, 28 p.

_____. **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.

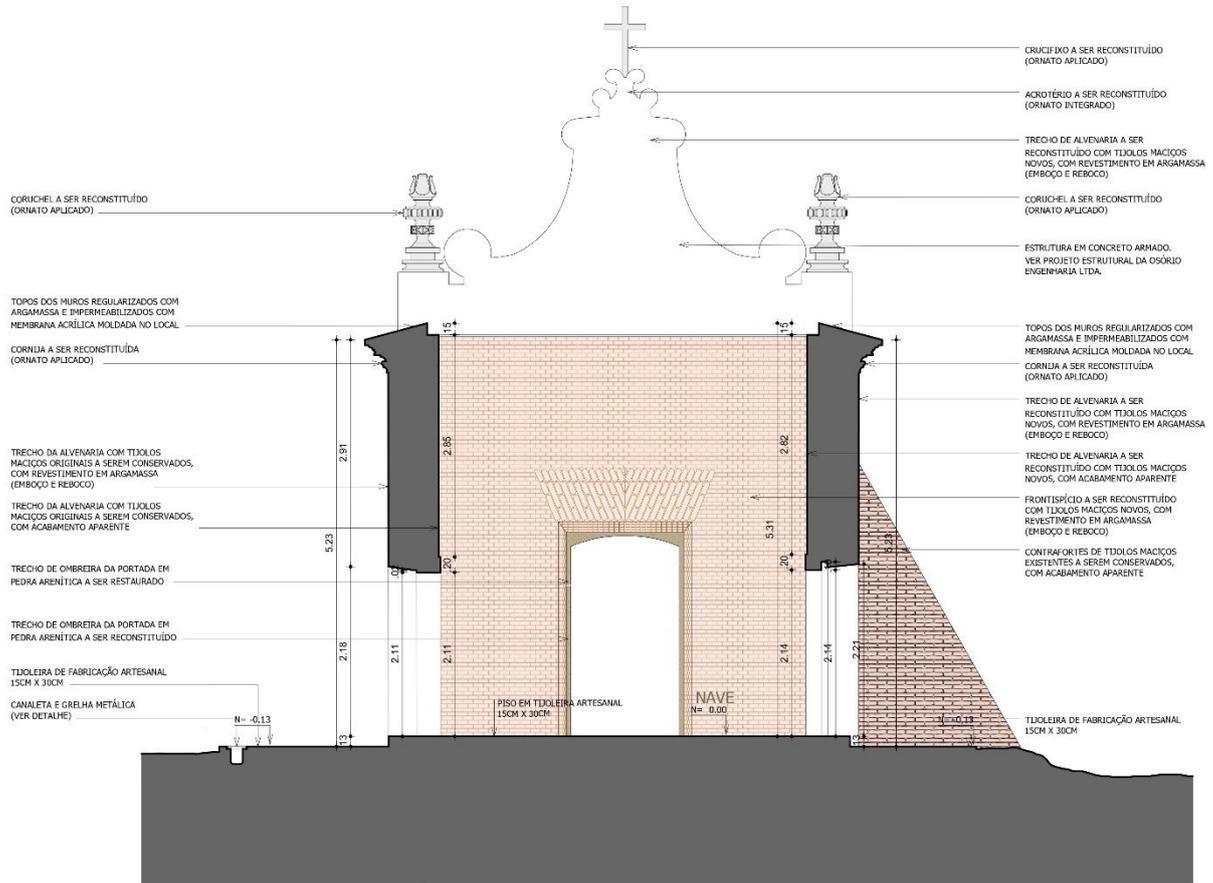
PROJETEC. **Estudo de Impacto Ambiental – Condomínio Praia de Guadalupe. Volume IV – Avaliação do Patrimônio Cultural.** Recife – PE, 2016.

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

_____. **IT Nº 03/2019.** São Paulo, 2019.

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

ANEXO B – PLANTA DE CORTES*

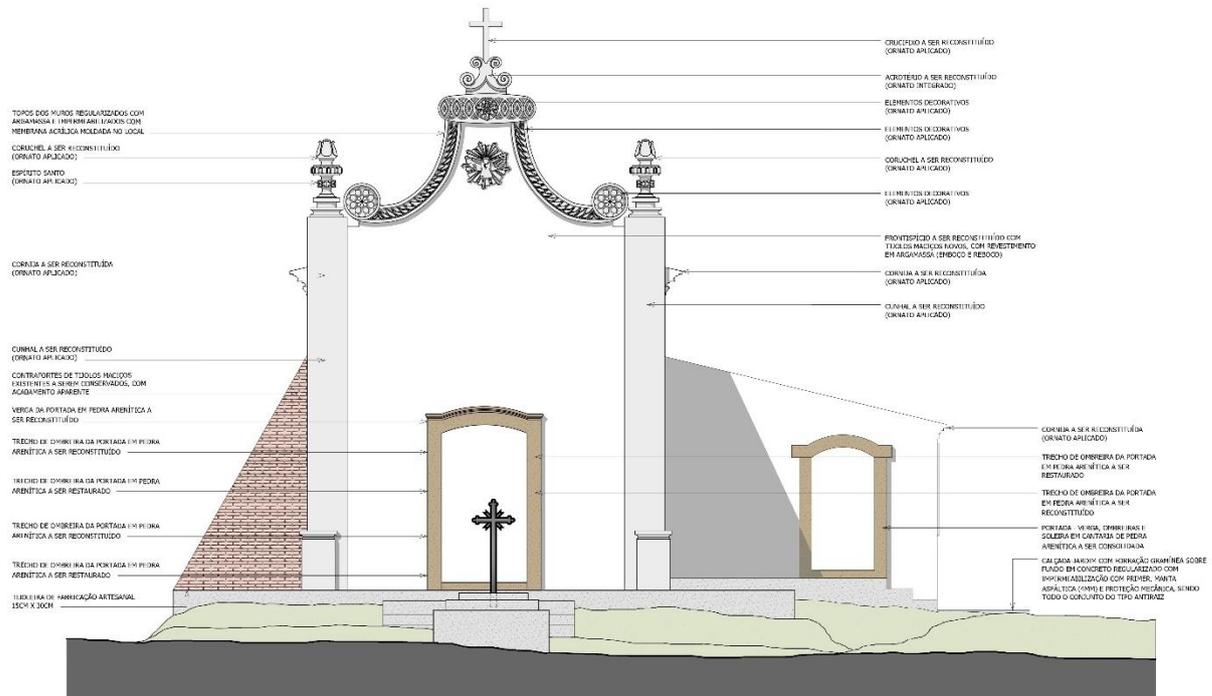


CORTE AA
ESCALA 1/50

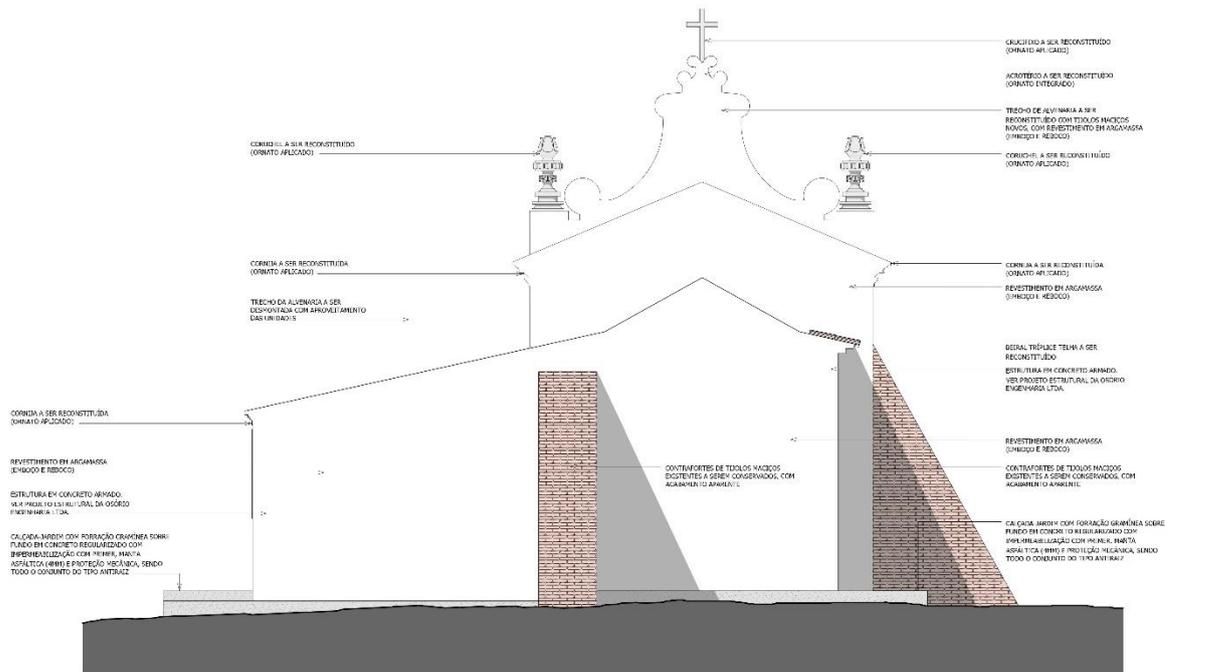


CORTE BB
ESCALA 1/50

ANEXO C – PLANTA DE FACHADAS*

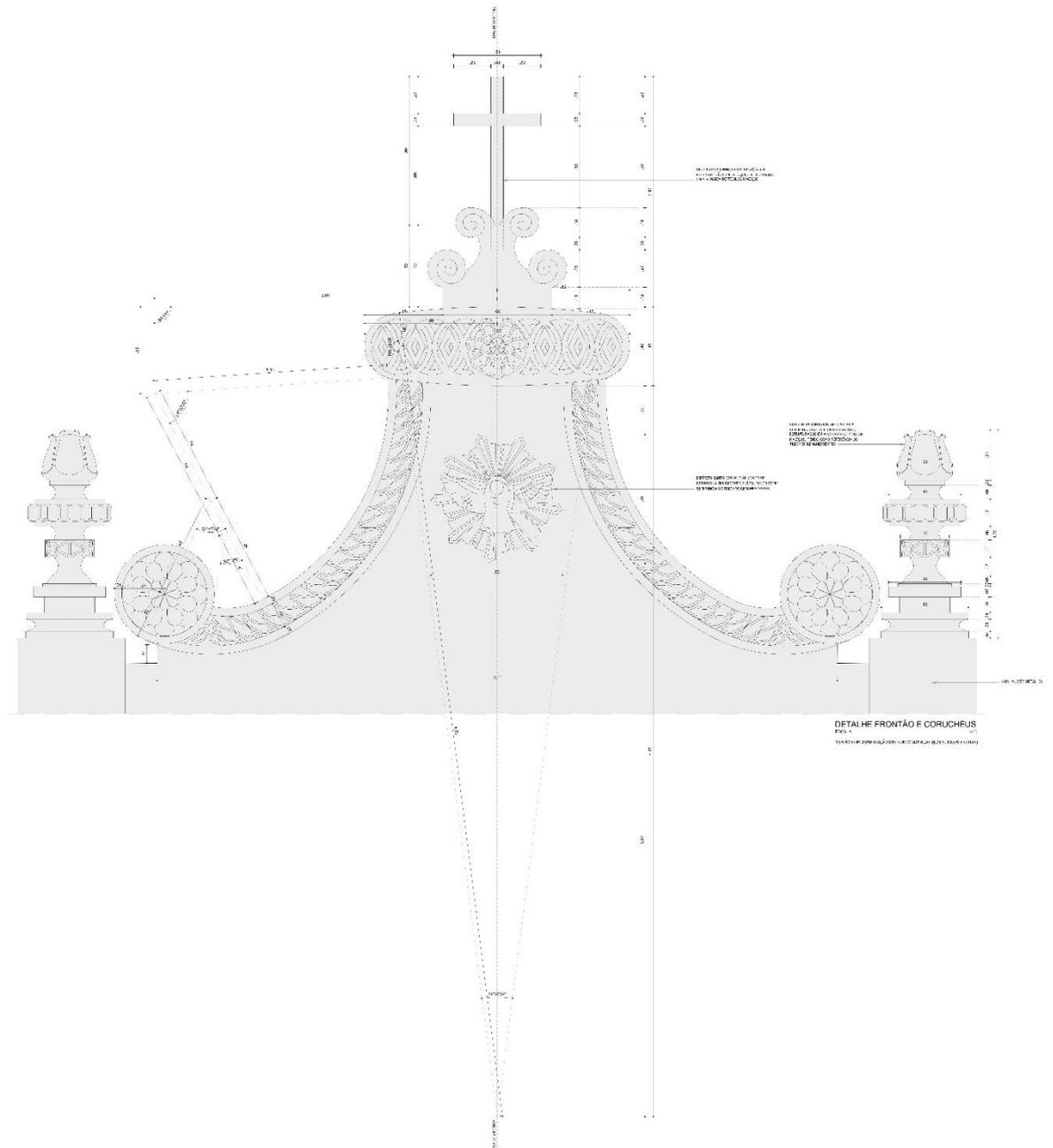


FACHADA OESTE
ESCALA 1/50



FACHADA LESTE
ESCALA 1/50

**ANEXO D – DETALHES DE EXECUÇÃO DA REVITALIZAÇÃO DA CAPELA DE
NOSSA SENHORA DE GUADALUPE***



*As plantas foram elaboradas por Jorge Passos Arquitetura & Restauro e Pedro Valadares Arquitetura, em 2022, por solicitação da Costa de Guadalupe Empreendimentos Imobiliários S.A.