



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Tatiana Bruna Fabian

Medidas de prevenção de incêndio aplicadas a edificações antigas de madeira: um estudo
de caso de museus catarinenses

Florianópolis
2022

Tatiana Bruna Fabian

Medidas de prevenção de incêndio aplicadas a edificações antigas de madeira: um estudo de caso de museus catarinenses

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. João Carlos Souza, Dr.

Florianópolis
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fabian, Tatiana Bruna

Medidas de prevenção de incêndio aplicadas a edificações antigas de madeira : um estudo de caso de museus catarinenses / Tatiana Bruna Fabian ; orientador, João Carlos Souza , 2022.

173 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Museus de madeira. 3. Arquitetura histórica. 4. Construções antigas. 5. Segurança contra incêndio . I. Souza , João Carlos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Tatiana Bruna Fabian

Medidas de prevenção de incêndio aplicadas a edificações antigas de madeira: um estudo de caso de museus catarinenses

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado, em 24 de novembro de 2022 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a Ângela do Valle, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Manuela Marques Lalane Nappi, Dr.(a)
Membro externo

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em arquitetura e urbanismo.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. João Carlos Souza, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022

AGRADECIMENTOS

Chegar à conclusão do mestrado foi um desafio que contribuiu tanto para o meu crescimento pessoal quanto profissional, e superar todas as adversidades que surgiram no percorrer do caminho só foi possível graças a quem me incentivou a seguir firme na concretização deste sonho. Primeiramente agradeço ao Giovani, meu marido e maior incentivador, que foi essencial nesta trajetória, pelo apoio e companheirismo, sendo que não tenho palavras suficientes para dizer o quanto ele é importante em minha vida.

Gostaria de agradecer a meus pais, pessoas que sempre estiveram ao meu lado em todas as situações e compreenderam meus momentos de ausência dedicados a esta dissertação.

A meu orientador, João Carlos Souza, que nos momentos de incerteza me guiou, fazendo que com o resultado final apresentado fosse imensamente gratificante. E também aos professores do Pós ARQ, por todos os ensinamentos nas disciplinas que participei.

As prefeituras municipais de Videira, Rio das Antas, Três Barras, Caçador e Maravilha, que além de autorizar o levantamento de dados, contribuíram com informações cruciais que tornaram possíveis os resultados apresentados. Aos membros da banca, Fernando, Manuela e Ângela, pelas contribuições que lapidaram a construção deste trabalho.

A Luiza Dalmolin, por ter me proporcionado estadia em meio as minhas viagens semanais a Florianópolis.

A Universidade Federal de Santa Catarina e ao programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo pela oportunidade que me concederam para obter este título.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização desta pesquisa, o meu muito obrigada.

RESUMO

Edificar em madeira é uma arte que norteia o desenvolvimento humano desde as primeiras civilizações. Esse material construtivo é protagonista de diversos períodos históricos. No estado de Santa Catarina, este cenário não foi diferente. O legado deixado pelos primeiros imigrantes colonizadores do estado está retratado pelas poucas edificações em madeira que sobreviveram ao processo de modernização resultante das novas tecnologias que ascenderam na construção civil. No cenário atual, estas edificações são categorizadas como de interesse histórico, uma vez que, mesmo não sendo tombadas, enaltecem por meio de suas tábuas antigas expostas há anos a intempéries e histórias, o caráter identitário que marca o início de uma comunidade. Atualmente, requalificadas e adaptadas a finalidades de uso que divergem da sua concepção, parte destas edificações são utilizadas como museus, exalando pela arquitetura e pelo seu interior, experiências e conhecimentos que merecem ser salvaguardados para futuras gerações. É com foco na prevenção de incêndio destas estruturas que a presente pesquisa se desenvolve, objetivando propor diretrizes que priorizem, a partir da manutenção da originalidade destes edifícios, torná-los seguros contra o fogo. Além de um panorama global, cinco estudos de caso catarinenses foram analisados, de forma a proporcionar um diagnóstico que ilustre as principais medidas que vêm sendo exploradas em relação a este ponto, bem como as deficiências e desafios que ainda precisam ser enfrentados. As edificações selecionadas foram: o museu do Vinho Mário de Pellegrin, museu municipal Vale do Rio do Peixe, museu João Bedretchuk, museu histórico e antropológico do Contestado e museu municipal padre Fernando Nagel, localizados em diferentes municípios do estado. Boas práticas e também algumas problemáticas foram identificadas nesta amostra. Itens relacionados à falta de manutenção do edifício, à falta de treinamento com os usuários e ao descuido humano aliado ao vandalismo foram as principais adversidades encontradas na preservação destas estruturas antigas de madeira. Verificou-se ainda que evitar qualquer forma de princípio de ignição é a estratégia mais acessível e eficiente a ser adotada. Diante disso, ao final do estudo, além da exposição dos parâmetros diagnosticados, são propostas estratégias viáveis que respeitam a integridade da edificação como alternativas para potencializar a segurança destas e de outras estruturas similares.

Palavras-chave: museus de madeira; edificações antigas; arquitetura histórica; prevenção de incêndio; segurança

ABSTRACT

Building with wood is an art that guides human development from the first civilizations, being the constructive material protagonist of different historical periods. In the state of Santa Catarina, this scenario was no different. At present, the legacy left by the first immigrants who colonized the state is portrayed by the few wooden buildings that survived the modernization process resulting from the new technologies that emerged in civil construction. In the current scenario, these buildings are categorized as of historical interest, because even though they are not heritage listed, they convey through their old boards exposed for years of weather and stories, the identity character that marks the beginning of a community. Currently, requalified and adapted to a purpose that differs from their creation, these buildings are used as museums, illustrating not only through their architecture but also through their interior, experiences, and knowledge that need to be protected for future generations. It is with a focus on fire prevention of these structures that the present research is developed, aiming to propose guidelines that prioritize, the maintenance of the originality of these buildings, making them safe against fire. In addition to a global overview, five case studies from Santa Catarina were analyzed, providing a diagnosis that illustrates the main measures that have been explored in relation to this point, as well as the deficiencies and challenges that need to be solved. The selected buildings were: the Mário de Pellegrin Wine Museum, Vale do Rio do Peixe Museum, João Bedretchuk Museum, Contestado Historical and Anthropological Museum, and Padre Fernando Nagel Museum, located in different cities of the state. Good practices and also some problems were identified in this sample. Factors related to the lack of maintenance of the building, lack of training with users and human carelessness allied to vandalism were the main adversities found in the preservation of these old wooden structures. Thus, avoiding any form of ignition principle is the most accessible and efficient strategy to be adopted. At the end of the study, in addition to exposing the parameters diagnosed, viable strategies are proposed that respect the integrity of the building as alternatives to enhance safety in these, and other similar structures.

Keywords: wooden museum; old buildings; historic architecture; fire prevention; security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do grande incêndio de Londres em 1666	14
Figura 2 - Estruturas primitivas em madeira	24
Figura 3 - Exemplo de encaixe do tipo espiga e furo com cavilha.....	27
Figura 4 - Sistema construtivo tradicional Chinês.....	28
Figura 5 - Estrutura da parede em enxaimel.....	30
Figura 6 - Estrutura de pau a pique.....	31
Figura 7 - Estrutura anatômica da madeira.....	40
Figura 8 - Eixos principais da madeira em relação as fibras	41
Figura 9 - Características dos nós e fendas na madeira.....	42
Figura 10 - Principais tipos de empeno	43
Figura 11 - Estágios fundamentais do desenvolvimento de um incêndio	44
Figura 12 - Carbonização da madeira.....	46
Figura 14 - Seções transversais de dois tipos de peças de madeira.....	49
Figura 15 - Localização dos edificios históricos de Harpers Ferry	65
Figura 16 - Estratégias preventivas de incêndio aplicadas às igrejas norueguesas	70
Figura 17 - Localização dos estudos de caso selecionados	86
Figura 18 - Croqui da planta baixa do porão	91
Figura 19 - Croqui da planta baixa do térreo.....	92
Figura 20 - Croqui da planta baixa do primeiro pavimento	94
Figura 21 - Croqui planta baixa sótão	95
Figura 22 - Croqui da planta baixa do museu municipal Vale do Rio do Peixe	101
Figura 23 - Croqui da planta baixa do museu João Bedretchuk.....	114
Figura 24 - Rotas de fuga do museu João Bedretchuk	116
Figura 25 - Comparativo entre a estação original e a réplica	119
Figura 26 - Croqui da planta baixa do térreo (existente).....	128
Figura 27 - Croqui da planta baixa pavimento superior	130
Figura 28 - Croqui planta baixa (projeto PPCI)	131
Figura 29 - Croqui da planta baixa pavimento superior (projeto PPCI).....	132
Figura 30 - Croqui da intervenção realizada na reforma	135
Figura 31 - Setorização atual do museu padre Fernando Nagel	135
Figura 32 - Croqui do PPCI do museu padre Fernando Nagel.....	137
Figura 33 - Tetraedro do fogo aplicado a construções de madeira.....	147

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Templo de Horyu-ji.....	25
Imagem 2 - Edificações em madeira do bosque do Papa em Curitiba	26
Imagem 3 - Igreja de Heddal na Noruega.....	28
Imagem 4 - Exemplos de edificações da rota do enxaimel em Pomerode	31
Imagem 5 - Cabana de troncos americana.....	32
Imagem 6 - Exemplo de estrutura em Wood Frame.....	34
Imagem 7 - Pavilhão Atlântico em Portugal	35
Imagem 8 - Metropol Parasol na Espanha.....	35
Imagem 9 - Exemplos de edificações de madeira no sul do país	38
Imagem 10 - Carbon12 em Portland (EUA).....	47
Imagem 11 - Estruturas de madeira na Malásia	52
Imagem 12 - Estruturas de madeira na Malásia	52
Imagem 13 - Bicos automáticos de névoa de água de alta pressão	55
Imagem 14 - Abrigos para bombas, caixa d'água e equipamentos.....	55
Imagem 15 - Exemplo das conexões do sistema de névoa de alta pressão	56
Imagem 16 - Edifícios históricos em madeira chineses	57
Imagem 17 - Edifícios históricos em madeira chineses	57
Imagem 18 - Estrutura em madeira do templo de Confúcio.....	58
Imagem 19 - Torre Gongchen	61
Imagem 20 - Danos do incêndio.....	61
Imagem 21 - Ponte Zhuoshui Fengyu na China	62
Imagem 22 - Incêndio na Torre Lingguan, China	62
Imagem 23 - Torre Lingguan após o incêndio	63
Imagem 24 - Castelo de Shuri, Japão	63
Imagem 25 - Complexo de edifícios do castelo de Shuri.....	63
Imagem 26 - Igreja de São Rafael Arcanjo, Costa Rica.....	64
Imagem 27 - Igreja de San Estevan, El Salvador	64
Imagem 28 - Incêndio de Harper Ferry nos Estados Unidos.....	66
Imagem 29 - Vilarejo de Laerdalsoyri antes e durante o incêndio.....	67
Imagem 30 - Resultado do incêndio da cidade de Laerdal (Lærdalsøyri).....	67
Imagem 31 - Incêndio na vila histórica de Risor, Noruega	71
Imagem 32 - Museu do Vinho Mário de Pellegrin.....	87
Imagem 33 - Componentes da rede elétrica	89
Imagem 34 - Circulação do térreo: Eletrocalha e trilhos eletrificados	90
Imagem 35 - Acervo do porão.....	90
Imagem 36 - Exposição: plantio, colheita e fabrico do vinho	92
Imagem 37 - Acessibilidade do museu do Vinho Mário de Pellegrin.....	93
Imagem 38 - Exposição fixa: Engarrafamento	94
Imagem 39 - Sótão do museu do Vinho Mário de Pellegrin	96
Imagem 40 - Extintores no Sótão	96
Imagem 41 - Entorno do museu do Vinho Mário de Pellegrin	97
Imagem 42 - Museu municipal vale do Rio do Peixe.....	98
Imagem 43 - Acervo do museu.....	100
Imagem 44 - Fundos do museu.....	101

Imagem 45 - Entrada da energia elétrica ao museu	102
Imagem 46 - Diagnóstico dos componentes elétricos	102
Imagem 47 - Acervo e modo de exposição	103
Imagem 48 - Sala da administração.....	104
Imagem 49 - Problemáticas diagnosticadas da estrutura de madeira	105
Imagem 50 - Edificação externa que abriga os sanitários	105
Imagem 51 - Acessibilidade do museu Vale do Rio do Peixe.....	106
Imagem 52 - Museu municipal João Bedretchuk	107
Imagem 53 - Sala de exposições fixas 01	109
Imagem 54 - Sala de exposições fixas 01	109
Imagem 55 - Biblioteca	110
Imagem 56 - Danos diagnosticados na madeira	110
Imagem 57 - Avisos sobre o monitoramento inexistente	111
Imagem 58 - Rede elétrica externa	112
Imagem 59 - Rede elétrica interna.....	112
Imagem 60 - Tomadas e iluminação interna	113
Imagem 61 - Pontos de umidade no forro	113
Imagem 62 - Extintores	115
Imagem 63 - Rotas de fuga do museu João Bedretchuk.....	117
Imagem 64 - Acessos ao edifício.....	118
Imagem 65 - Entorno do museu João Bedretchuk.....	118
Imagem 66 - Lateral do museu.....	120
Imagem 67 - Exterior do museu	121
Imagem 68 - Interior do museu do contestado	122
Imagem 69 - Acesso ao pavimento superior	122
Imagem 70 - Pavimento superior.....	123
Imagem 71 - Particularidades do exterior do edifício	124
Imagem 72 - Rede elétrica interna.....	124
Imagem 73 - Separação das redes energizadas por ambiente.....	125
Imagem 74 - Pontos de deterioração da tinta externa.....	126
Imagem 75 - Entorno do museu do contestado	126
Imagem 76 - Entorno do museu do contestado	127
Imagem 77 - Extintores do museu do Contestado.....	129
Imagem 78 - Sinalização de saída improvisada.....	129
Imagem 79 - Museu municipal padre Fernando Nagel	133
Imagem 80 - Salas de exposição.....	134
Imagem 81 - Extintores do museu Padre Fernando Nagel	136
Imagem 82 - Problemáticas diagnosticadas.....	140
Imagem 83 - Problemas na madeira diagnosticados	142
Imagem 84 - Exposição de acervo de rouparias	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Medidas de proteção ativa aplicadas a construções antigas	15
Quadro 2 - Exemplos de museus de madeira em Santa Catarina	39
Quadro 3 - Correlação das propriedades da madeira.....	42
Quadro 4 - Conceitos básicos para um projeto preventivo de incêndio	45
Quadro 5 - Avaliação de risco de incêndio a estruturas históricas	51
Quadro 6 - Metodologia aplicada a pesquisa da Malásia	53
Quadro 7 - Diagnóstico das medidas de prevenção de incêndio aplicadas na Malásia.....	53
Quadro 8 - Problemas e sugestões aplicadas às edificações chinesas	59
Quadro 9 - Estratégias aplicáveis a edifícios históricos	60
Quadro 10 - Quantidade mínima de extintores indicada por pavimento	77
Quadro 11 - Inspeções mínimas que devem ser previstas para extintores portáteis.....	78
Quadro 12 - Exemplo de metodologia diagnosticada na revisão do estado da arte	80
Quadro 13 - Relação dos museus selecionados	82
Quadro 14 - Exemplos de métodos de avaliação de risco de incêndio.....	84
Quadro 15 - Metodologia do levantamento dos estudos de caso	85
Quadro 16 - Dados principais do Museu do Vinho Mário de Pellegrin	88
Quadro 17 - Dados principais do museu municipal Vale do Rio do Peixe	99
Quadro 18 - Dados principais do museu municipal João Bedretchuk.....	108
Quadro 19 - Dados do museu histórico e antropológico do contestado	120
Quadro 20 - Dados do museu padre Fernando Nagel.....	134
Quadro 21 - Resultado do diagnóstico dos estudos de caso	139
Quadro 22 - Correlação das estratégias adotadas nos estudos de caso.....	143
Quadro 23 - Distância do corpo de bombeiros mais próximo	144
Quadro 24 - Alternativas sugeridas para edificações antigas de madeira	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados obtidos das bases indexadas.....	22
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Localização dos estudos de caso dos artigos científicos.....	23
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de normas técnicas
- CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo
- CBMMG – Corpo de Bombeiros militar de Minas Gerais
- CBMSC – Corpo de Bombeiros militar de Santa Catarina
- CCTV – *Closed circuit television*
- CLT – Madeira Laminada cruzada
- FCC – Fundação catarinense da cultura
- GLULAM – *Glued Laminated Timber* – o mesmo que CLT
- ICOM – Conselho internacional de museus
- ICOMOS – Conselho internacional de monumentos e sítios
- IPHAN – Instituto do patrimônio histórico e artístico nacional
- IPT – Instituto de pesquisas tecnológicas do estado de SP
- IR – Irradiação infravermelha
- ISO – *International organization for standardization*
- IT – Instrução Técnica
- MJ – Mega Joule
- MLC – Madeira Lamelada Colada
- NBR – Normas Brasileiras estabelecidas pela ABNT
- NFPA – *National of fire Protection Association's*
- NT – Norma técnica
- ONU – Organização das nações unidas
- PMESP – Polícia militar do estado de São Paulo
- PPCI – Projeto preventivo contra incêndio
- PQS – Pó químico seco
- SCI – Segurança contra incêndio
- UNESCO – Organização das nações unidas para educação, ciência e cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	TEMA	13
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2.1	A prevenção de incêndio em edifícios antigos de madeira	13
1.2.2	Pergunta de pesquisa	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivos específicos	17
1.4	JUSTIFICATIVA.....	18
1.5	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	19
1.6	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	20
1.7	ESTRUTURA DO TEXTO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1	EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM MADEIRA.....	24
2.1.1	Histórico da construção em madeira no Brasil	36
2.2	PARTICULARIDADES DAS ESTRUTURAS DE MADEIRA.....	40
2.2.1	Características básicas do material	40
2.2.2	Desempenho da madeira ao fogo	44
2.3	PANORAMA MUNDIAL: PREVENÇÃO DE INCÊNDIO APLICADA AO TEMA ..	51
2.3.1	Incêndios em edificações históricas de madeira	60
2.3.2	O exemplo Nórdico	68
2.4	LEGISLAÇÕES E NORMATIVAS APLICÁVEIS	72
2.4.1	NFPA 914 – CODE FOR FIRE PROTECTION OF HISTORIC STRUCTURES	72
2.4.2	Euro código 5	74
2.4.3	Diretrizes Brasileiras	75
3	METODOLOGIA	80
3.1	SELEÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	81
3.1.1	Entrevistas semiestruturadas	83
3.2	CORRELAÇÃO DOS ITENS LEVANTADOS	83
4	ESTUDOS DE CASO	86
4.1	MUSEU DO VINHO MÁRIO DE PELLEGRIN.....	87
4.1.1	Descrição do levantamento	88
4.2	MUSEU MUNICIPAL VALE DO RIO DO PEIXE	98
4.2.1	Descrição do levantamento	99
4.3	MUSEU MUNICIPAL JOÃO BEDRECHUK	107
4.3.1	Descrição do levantamento	108

4.4	MUSEU HISTÓRICO E ANTROPOLÓGICO DO CONTESTADO.....	119
4.4.1	Descrição do levantamento	120
4.5	MUSEU MUNICIPAL PADRE FERNANDO NAGEL	133
4.5.1	Os projetos de restauro e PPCI	134
5	DIAGNÓSTICO E RESULTADOS OBTIDOS	139
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
6.1	TRABALHOS FUTUROS.....	151
	REFERÊNCIAS	152

1 INTRODUÇÃO

As estruturas de madeira atualmente vêm adquirindo uma importância ímpar no desenvolvimento da construção civil, uma vez que estão atreladas ao conceito de desenvolvimento sustentável de uma forma indissociável. Edificações com este tipo de material construtivo vêm sendo cada vez mais estudadas com o objetivo de fornecer dados seguros sobre o seu emprego adequado, tanto na questão de dimensionamento estrutural quanto nas premissas focadas na prevenção de incêndio.

Uma significativa particularidade deste material é que, com as tecnologias atuais, novas estratégias de projeto estão permitindo a construção de edifícios de forma rápida, segura em altura com desempenho que atenda aos requisitos estabelecidos pelos códigos de construção vigentes. O Carbon 12, edifício estadunidense com aproximadamente 25 metros de altura, é um notável exemplo disso. Finalizado em 2018, a estrutura concebida em madeira laminada cruzada (CLT) se tornou uma das construções em madeira mais alta dos Estados Unidos, propiciando que o CLT revolucione a história da construção civil.

Diante desse contexto, quando se trata de edificações novas, há várias estratégias a nível de projeto e estudos sendo desenvolvidos por autores como Johanna *et al* (2021), Lineham *et al* (2016), Östman *et al* (2017), Wei *et al* (2011) e Zigler; Pokorný (2015) dentre outros que focam na potencialização da prevenção de incêndio em edifícios que terão a madeira como material construtivo predominante. Porém, são poucos os trabalhos dedicados à análise de edificações antigas de madeira construídas em épocas de escassa tecnologia, e hoje usufruídas para funções que divergem das suas características originais. É nesta lacuna que o presente trabalho pretende se aprofundar.

Santa Catarina é um exemplo, dentre os estados brasileiros, que possui um número significativo de estruturas deste gênero construídas inicialmente durante o processo de imigração europeu e, ainda preservadas, foram adaptadas para outras finalidades de uso, como o museológico, por exemplo. Por trazerem em sua forma arquitetônica o legado cultural de um povo com características particulares, estas estruturas, por mais que não sejam tombadas na maioria das vezes, merecem possuir estratégias adequadas de prevenção de incêndio, que preservem, além dos valores históricos de sua arquitetura, o acervo que abrigam.

Foi com base nestas premissas que a pesquisa se apropriou, como forma de validação, da investigação de estudos de caso de edificações catarinenses com estas características, analisando as estratégias empregadas e possíveis melhorias que poderiam ser implantadas. Dessa forma, este trabalho visou esclarecer quais medidas preventivas de incêndio são viáveis

para serem instaladas neste tipo de edificação, e as principais adversidades diagnosticadas na preservação destas construções de interesse histórico.

1.1 TEMA

Análise de medidas de prevenção de incêndio aplicadas a construções antigas de madeira requalificadas como museus no estado de Santa Catarina.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Santa Catarina, assim como os demais estados do sul do país, possui na arquitetura em madeira, especificamente a que foi resultado do processo emigratório europeu, um patrimônio rico em edificações. Parte delas, atualmente, foi requalificada para outras funções e tipologias de uso, a museológica é um exemplo, como forma de promover o turismo local e preservar a história dos primeiros colonizadores das cidades interioranas do estado. Um aspecto delicado destas edificações é que sua estrutura não foi pensada para atender às normativas atuais de prevenção de incêndio, tampouco seria desejável alterar seus aspectos arquitetônicos únicos para adequá-las. No caso dos museus, o acervo é outra particularidade que eleva a importância de se pensar nestas estruturas de forma a se garantir a sua salvaguarda.

A combustibilidade da madeira é uma das principais razões que tornam as legislações atuais rígidas quando se trata de edificações concebidas com este material construtivo. Por não terem sido dimensionadas para precaver esta situação e estarem expostas há décadas ao intemperismo natural, esta madeira antiga possui um desempenho diferente em relação ao fogo quando comparado às estruturas contemporâneas. Diante desse panorama, surge o desafio de propor soluções que propiciem às edificações de interesse histórico uma utilização compatível com as suas capacidades estruturais, de forma que possíveis incêndios tenham sua ignição evitada.

1.2.1 A prevenção de incêndio em edifícios antigos de madeira

Os edifícios de interesse histórico e cultural edificados em madeira são lembretes excepcionais e tangíveis da história. Registram não apenas as variações de técnicas e materiais de construção, mas também a história de um país (HUANG *et al.*, 2009). Sua integridade vem, nos últimos tempos, demandando preocupação dos estudiosos da área em relação ao

comportamento desta madeira antiga. A preservação destas estruturas depende da utilização consciente e da manutenção regular (VIJAY; GADDE, 2021).

A história mostra que o fogo foi reconhecido como uma ameaça às construções de madeira desde as grandes civilizações há 2.000 anos. O Império Romano, por exemplo, concebeu um sistema de vigilantes cuja única tarefa era fiscalizar o início de uma ignição. O grande incêndio de Londres ocorrido em 1666, que dizimou 80% da área central da cidade, também merece ser mencionado. O incêndio começou em uma padaria e destruiu mais da metade da cidade. Os edifícios naquela época não eram separados entre si. Isso facilitou a propagação do fogo. A análise de como o incêndio se espalhou levou à criação dos primeiros regulamentos de construção (SPADACCINI, 1998 apud SALLEH; AHMAD, 2009).

Figura 1 - Ilustração do grande incêndio de Londres em 1666



Fonte: Silva (2013)

Milhares de edifícios históricos, diante desse contexto, já foram parcialmente ou completamente destruídos pelo fogo ao redor do mundo através dos séculos. Dados descrevem que uma média de 7 edifícios históricos por mês foram perdidos ou danificados pelo fogo entre janeiro de 2002 e junho de 2006 no Reino Unido. Cerca de 165 incêndios ocorreram entre 1949 a 2004 em áreas históricas chinesas e um total de 180 incêndios em edifícios históricos entre 1992 e 2001 na República Tcheca (HUANG *et al.*, 2009). Na Alemanha, mais de 70 edifícios históricos foram perdidos de 2000 a 2012 pela mesma causa (Li *et al.*, 2020). Estes são apenas alguns dos exemplos de incêndios de grandes proporções mundiais. Isso evidencia a motivação da crescente preocupação para com estes edifícios.

Vijay e Gadde (2021) enaltecem que neste tipo de estrutura as medidas ativas de proteção contra incêndio são cruciais e devem ser avaliadas em quatro categorias: medidas organizacionais, ferramentas e técnicas de detecção, alarme e evacuação e medidas de extinção, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Medidas de proteção ativa aplicadas a construções antigas

<i>Medida de proteção ativa</i>	<i>Descrição</i>
<i>Organizacional</i>	Inspeção das ferramentas e combate a incêndio e manutenções periódicas;
	Acesso fácil e desimpedido às saídas, com boas práticas de limpeza e armazenamento adequado de materiais combustíveis;
	Desligamento dos aparelhos elétricos enquanto a estrutura não estiver em horário de funcionamento;
	Orientação aos visitantes para não fumar dentro e no entorno dos edifícios;
	Treinamento dos funcionários sobre como agir em caso de incêndio;
<i>Ferramentas e técnicas de detecção</i>	Trata de sensores de incêndio que detectam seu desenvolvimento nos estágios iniciais, alertando os ocupantes e notificando o corpo de bombeiros;
	Monitoramento externo;
<i>Alarme e evacuação</i>	Preconiza a saída rápida e segura do edifício, incluindo formas de ventilação e sinalizações de saída de emergência iluminadas;
<i>Medidas de extinção</i>	Extintores portáteis;
	Se houver cozinha, deve ser protegida por sistema de <i>sprinklers</i> e de extintores portáteis dentro de um raio de 3,10 m de qualquer área de cozimento;
	Analisa a possibilidade e necessidade de instalação de <i>sprinklers</i> e sistemas de aspersão de água por alta pressão, porém sempre levando em consideração que estas estruturas podem afetar a estética e causar danos desnecessários à estrutura. Outro risco indesejável é o seu acionamento acidental.

Fonte: Vijay e Gadde (2021) adaptado pela autora

Dessa forma, adequado seria estabelecer uma correlação entre a segurança dos ocupantes e a da própria estrutura, para que mecanismos sejam previstos de forma que permitam às pessoas fugir ou se abrigar em um espaço adequado até que haja a contenção do fogo e a prevenção de um colapso estrutural (ÖSTMAN; BRANDON; FRANTZICH, 2017).

A fumaça também é um aspecto que precisa ser considerado, pois afeta negativamente a saúde e a visibilidade dos usuários. Além da própria madeira, os revestimentos e compostos usados para retardar o fogo, como os intumescentes, também desempenham papel significativo na liberação de gases tóxicos que podem gerar problemas respiratórios, perda de consciência e morte. Isso demonstra a importância que os detectores de fumaça possuem nestas instalações, além dos sistemas de ventilação que são úteis para mitigar os efeitos nocivos provenientes da fumaça (VIJAY; GADDE, 2021).

Porém, conforme descrevem Salleh e Mohtar (2020), grande parte destes edifícios não possuem investimentos mínimos nos aspectos descritos por Vijay e Gadde (2021) como básicos no Quadro 1. Em levantamento realizado em edifícios patrimoniais em madeira da Malásia, foi

possível verificar este aspecto. Diagnosticou-se que os quatro edifícios objetos do estudo, tombados como patrimônio nacional, possuíam apenas medidas básicas de prevenção de incêndio e estavam totalmente dependentes de extintores de incêndio portáteis, em alguns casos ainda distribuídos de forma insuficiente. Além disso, não se constatou a presença de nenhum tipo de gestão de segurança, tanto para com os visitantes, quanto para os aspectos de manutenção com o edifício. Isso evidencia a falta de conscientização dos responsáveis para com o risco de incêndio nestas estruturas (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Para minimizar a probabilidade de acidentes (evento que evolui de forma a proporcionar danos e perdas) e incidentes (evento que não resulta em danos e perdas) nestes locais, um gerenciamento de risco é crucial. Esse processo deve ocorrer desde a elaboração do projeto de prevenção de incêndio que considere as particularidades da edificação, contemplando uma análise dos riscos de acordo com diferentes cenários e propondo planos de prioridade de evacuação, até o controle e a orientação dos visitantes, aliada ainda a uma manutenção preventiva eficiente aos sistemas de prevenção adotados (BROMBILLA; ANDRADE; SOUZA, 2017).

1.2.2 Pergunta de pesquisa

Sendo as edificações objeto de estudo únicas, distribuídas em poucos exemplares ao redor do mundo, propõe-se o seguinte questionamento: Como tornar estruturas antigas de madeira, localizadas no estado de Santa Catarina, seguras contra incêndios, de forma coerente com sua requalificação de uso como museu?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 **Objetivo geral**

Desenvolver um estudo que elenque as possíveis estratégias a serem empregadas para a prevenção de incêndio em edificações antigas de madeira, categorizando sua viabilidade de aplicação para estruturas de interesse histórico com a finalidade de museu localizadas no estado de Santa Catarina.

1.3.2 **Objetivos específicos**

- a. Analisar incêndios já ocorridos em edificações antigas de madeira, investigando as principais condicionantes que influenciaram seu desenvolvimento e as principais dificuldades encontradas para contê-lo;
- b. Identificar, por meio de levantamento do estado da arte, as principais estratégias voltadas para a prevenção de incêndio em estruturas antigas de madeira utilizadas ao redor do mundo;
- c. Estudar estruturas antigas de madeira, requalificadas para o uso de museu no estado de Santa Catarina, para levantar as estratégias de prevenção de incêndio utilizadas e analisar se são suficientes;
- d. Realizar diagnóstico que defina a situação averiguada nos estudos de caso e as possíveis soluções que poderiam ser aplicadas de forma viável a estas estruturas;

1.4 JUSTIFICATIVA

O processo resultante de um incêndio não difere do material construtivo presente na edificação, seja ele concreto, aço ou madeira. A ignição se inicia em razão das condicionantes propícias presentes no espaço e, se não for controlado, espalha-se atingindo os materiais combustíveis presentes na edificação, sejam eles internos, externos ou de composição da própria estrutura. Cada material possui um comportamento diferente e sua resistência é o aspecto de análise mais importante. Se a madeira não for dimensionada de forma adequada para atuar para tal fim, contribuirá como uma carga combustível no edifício (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Dessa forma, o foco desta pesquisa é compreender as situações que podem gerar esses acidentes e alternativas que podem ser adotadas para conter o incêndio e preservar a estrutura de madeira. O intuito é que profissionais da arquitetura e engenharia tenham estratégias para não apenas impedir o início do incêndio, mas também tornar a estrutura segura caso o fogo entre em contato com ela.

Atualmente há algumas alternativas aplicadas em edificações novas que, pela sua eficiência, vêm flexibilizando regulamentações e viabilizando a adoção da madeira como material construtivo, como as estratégias de revestimentos (encapsulamento) com gesso, a instalação de sistemas de aspersão de água, além é claro dos métodos atuais de cálculo de projetos estruturais que se apropriam de *softwares* cada vez mais precisos os quais permitem prever a capacidade de cada membro estrutural em madeira quando submetido a condições adversas (ÖSTMAN; BRANDON; FRANTZICH, 2017). Porém algumas destas estratégias não são aplicáveis a estruturas antigas, uma vez que haveria a necessidade de descaracterização de sua originalidade para instalação.

É dentro deste recorte que o presente trabalho se justifica, pois possui como objeto de estudo edificações de madeira antigas, construídas na maioria das vezes na época da colonização do estado de Santa Catarina e que hoje assumem usos que divergem do seu propósito original. Além de a madeira não ter sido dimensionada com margem para acidentes envolvendo o fogo, no caso de requalificação como museu, há aspectos ainda mais delicados a serem analisados de forma a promover a preservação do acervo, a segurança dos usuários e a salvaguarda do próprio edifício que, pela sua originalidade, contempla em si um interesse histórico que retrata a cultura de sua comunidade. Dessa forma, exigem estratégias de segurança contra incêndio que, em alguns casos, não são descritas pelas legislações vigentes. Deve-se

preconizar um equilíbrio entre os mecanismos de prevenção/ proteção e a integridade arquitetônica da edificação em madeira.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

A presente pesquisa limita-se a estudar edificações em madeira antiga construídas dentro de um cenário diferente do atual, que prioriza estratégias de combate e prevenção de incêndio que possibilitem a instalação sem danos a sua integridade original. Apesar de o recorte escolhido para aprofundamento do estudo ser edificações localizadas no estado de Santa Catarina, outros estudos e exemplos mundiais são avaliados de forma a propor lições que possam embasar as conclusões desta pesquisa. Para estudos de caso foram escolhidos edifícios que permitissem à pesquisadora ter acesso para os levantamentos pertinentes propostos pelo trabalho. Dessa forma os critérios de similaridade entre eles são: estruturas de madeira antigas com características da arquitetura europeia, todas sob os cuidados do poder público municipal de suas localidades, são de fácil acesso ao público durante todo o ano e uso atual como museu.

O estudo não se propôs a realizar simulações computacionais de resistência nem analisar os pontos financeiros envolvidos nos aspectos globais que envolvem os custos referentes à aquisição de equipamentos, instalação por mão de obra qualificada e manutenção. Ressalta-se que a análise possui foco em: diagnosticar as estratégias que se ajustem à situação exposta aplicada a edifícios de madeira, promovendo a evacuação segura de seus ocupantes e a sua integridade estrutural, além de verificar a situação em que exemplos deste tipo de edificação se encontram no estado de Santa Catarina, para posteriormente analisar se as soluções implantadas são suficientes e se há alternativas que possam complementá-las.

Cabe-se elencar também que nos levantamentos realizados foram diagnosticados problemas de acessibilidade mencionados no decorrer do texto, porém não foram investigados a fundo, uma vez que o tema foge dos objetivos estabelecidos por esta pesquisa. Ao final da dissertação, fica a recomendação para que estudos futuros abordem este ponto em específico.

1.6 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Atualmente, as práticas que envolvem o turismo histórico e cultural estão em ascensão. Representando 10,4% do PIB global e 1 em cada 10 empregos em 2019, viagens e turismo são pontos fundamentais de criação de empregos e de crescimento econômico, à medida que o mundo se recupera do impacto da pandemia da COVID-19 (ONU, 2021). Santa Catarina, dentro deste cenário, possui, além de suas belezas naturais, uma riqueza ímpar neste quesito. O processo de colonização ainda continua expresso ao longo do estado por meio da arquitetura, costumes e culinária.

Dessa forma, diversas edificações antigas vêm assumindo papéis importantes na representatividade cultural de algumas comunidades, servindo além disso como abrigo de acervo e centro de visitação turística. Um edifício de interesse histórico pode ser descrito como uma estrutura construída no passado que contém diversos valores em seu *design* ou existência que fornece vislumbre geral dos costumes passados de uma comunidade. São construções que expressam memórias e significados (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Porém uma problemática evidente é que muitas destas construções, por não serem tombadas, ficam com investimentos em segundo plano. Evidenciar sua importância e propor medidas que lhe salvaguardem são cruciais para permitir que as futuras gerações também possam ter acesso a este passado rico representado na arquitetura em madeira.

1.7 ESTRUTURA DO TEXTO

A dissertação está estruturada em 6 capítulos, dispostos da seguinte maneira:

- Capítulo 1, **introdução** em que se descrevem os aspectos iniciais que envolvem a pesquisa para familiarização do leitor, contextualizando a justificativa e a importância do tema. Discorre-se acerca do problema diagnosticado que impulsionou o desenvolvimento do estudo, bem como os objetivos gerais e específicos.
- Capítulo 2, **revisão de literatura** em que se enaltecem as buscas exploratórias e as bases de dados exploradas. Aborda os principais conceitos que envolvem o tema, com breve histórico que envolve a evolução das técnicas construtivas em madeira. Relatam-se as propriedades básicas do material específicas ao caso de estudo e acidentes que ocorreram a nível mundial resultantes em perda de estruturas históricas únicas em madeira. Aborda-se acerca das principais estratégias de prevenção de incêndio diagnosticadas durante a análise do estado da arte, utilizadas a nível mundial para proteger essas construções. E, por fim, descreve-se acerca das principais normativas que discorrem sobre o tema, suas contribuições e deficiências quando se trata de construções antigas.
- Capítulo 3, **metodologia** em que se descreve o processo pelo qual a pesquisa foi construída, com ilustrações do procedimento adotado tanto para levantamento dos dados quanto para a análise dos estudos de caso selecionados.
- Capítulo 4, **estudos de caso** contextualiza e descreve as estruturas selecionadas em seus aspectos históricos e arquitetônicos, relata suas características principais e sua importância para as comunidades onde estão inseridas. Expõe o que cada edificação possui como estratégia para prevenção de incêndio, além da análise do seu estado de conservação.
- Capítulo 5, **diagnóstico e resultados obtidos** que descreve os dados resultantes das edificações selecionadas, discorre sobre o que elas possuíam de potencialidades e deficiências em relação à prevenção de incêndio e expõe a análise da viabilidade de uma possível implantação das estratégias diagnosticadas no estado da arte.
- Capítulo 6, **considerações finais** onde se retomam os objetivos do trabalho e se esclarecem os principais resultados alcançados e conclusões obtidas no decorrer de todo o processo. Ao final do texto, propõem-se também algumas recomendações para investigações futuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O levantamento dos principais trabalhos já realizados que discorrem acerca de pontos relevantes e trazem dados relacionados a um assunto corroboram para a constituição de uma pesquisa, de forma a evitar duplicações, erros, além de guiar o pesquisador a compreender o nível de aprofundamento que determinado tema possui no contexto científico. Dessa forma, a pesquisa bibliográfica se ilustra como uma fonte indispensável de informações, podendo até orientar indagações (MARCONI; LAKATOS, 2002).

O caráter bibliográfico do estado da arte permite, dessa forma, o mapeamento da produção científica acerca de determinado assunto, buscando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e locais (FERREIRA, 2002).

O processo de levantamento bibliográfico inicialmente contemplou a busca nas bases indexadas para levantamento de outros trabalhos coerentes com a proposta desta pesquisa, relacionando assuntos tangentes ao trabalho em questão. A *String* de busca utilizada foi a seguinte: (((*"Fire Risk" OR "Fire Prevention Strategies" OR "fire protection" OR "fire safety"*) AND (*timber OR "old wooden constructions" OR wood*) AND (*histori**))).

A estrutura das palavras-chave de busca foi definida desta forma, pois, quando se utilizavam itens mais restritivos, o retorno de resultados era nulo. Dessa forma, os quantitativos obtidos por meio da pesquisa via plataforma Capes estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados obtidos das bases indexadas

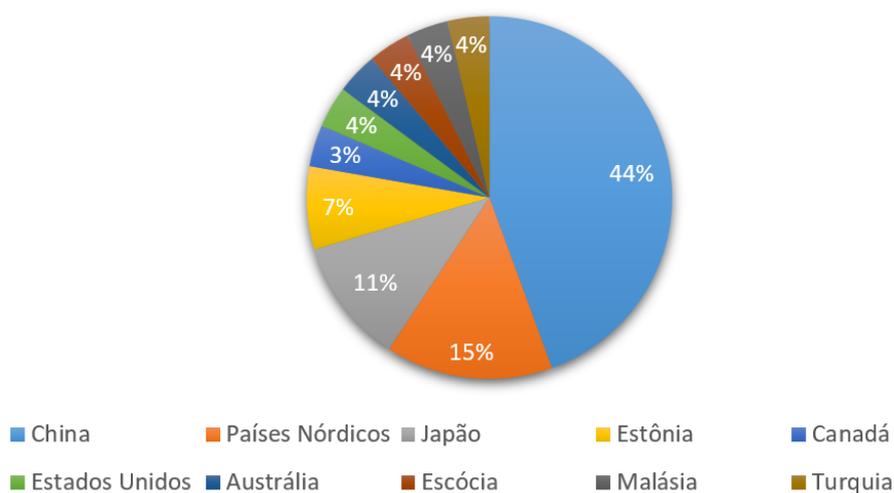
<i>Periódico</i>	<i>Critério de busca</i>	<i>Resultados retornados</i>
<i>Scopus</i>	Title, Abstract, Key	104
<i>Web of Science</i>	Tópico	59
<i>Compendex</i>	Title, Abstract, Key	73
<i>ASCE</i>	Anywhere	293
<i>Emerald</i>	All Fields	225

Fonte: a autora

Uma vez organizados, uma leitura inicial dos resumos dos trabalhos foi realizada para verificar se o artigo era realmente condizente com o esperado. Observou-se a necessidade de um novo filtro manual, uma vez que se diagnosticou grande número de duplicatas e de temas voltados a incêndios florestais, que não são o foco neste caso. A *Scopus* foi a plataforma que contribuiu de forma mais significativa, após este último filtro.

No final do levantamento, os materiais que se mostraram úteis, com discussão acerca de temáticas tangentes ao proposto por essa pesquisa, somaram 30 unidades cuja leitura contribuiu para a estruturação da revisão bibliográfica deste trabalho. Um fator curioso que cabe elencar é que grande parte dos artigos direcionados ao assunto possuíam edificações de estudo de caso situadas na China, Países Nórdicos e Japão, conforme ilustrado no Gráfico 1. Estes parâmetros contribuíram para instigar a pesquisadora a investigar com mais ênfase as edificações em madeira destes países e suas estratégias projetuais quando o assunto é prevenção de incêndio.

Gráfico 1 - Localização dos estudos de caso dos artigos científicos



Fonte: a autora

A partir do obtido neste levantamento, segue-se a construção da revisão bibliográfica da pesquisa, correlacionando as principais questões diagnosticadas no decorrer das análises dos trabalhos publicados. Inicialmente, discorre-se acerca dos aspectos históricos que envolvem a construção em madeira. Na sequência, discute-se acerca de suas particularidades e seu desempenho em relação ao fogo. Abordam-se também as principais medidas de prevenção de incêndio diagnosticadas e a visão promissora dos países nórdicos em relação ao assunto. Acidentes danificando estas estruturas e as normativas vigentes também são questões abordadas.

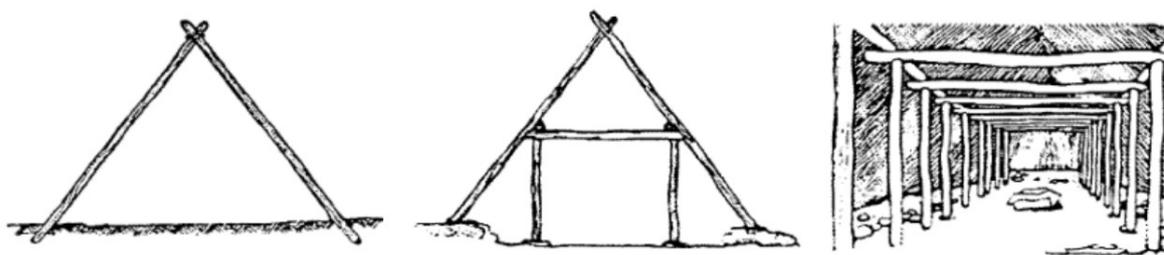
2.1 EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM MADEIRA

A madeira é um material de origem biológica, complexo e heterogêneo originado do conjunto de tecidos que formam as raízes, tronco, lenho e ramos dos vegetais lenhosos que compõem o organismo vivo de uma árvore (CRUZ; NUNES, 2012). O produto originado desses vegetais superiores permitiu que o homem evoluísse a sua forma de abrigo.

O uso da madeira decorre em cada civilização de acordo com suas características e suas necessidades, principalmente porque são alguns agentes próprios de cada época que determinam o método usado para a construção em madeira: o clima, os desastres naturais e a própria evolução, face às necessidades de cada comunidade (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Este material de extrema abundância e qualidade tem seus primeiros registros de utilização datados do período Neolítico, também conhecido como Idade da Pedra Polida (entre 12.000 e 4000 a.C), quando, com o advento dos primeiros processos agrícolas, o homem visualizou a possibilidade de abandonar a caverna primitiva tirando proveito de um material leve, resistente e de fácil adaptação. Surgiram assim as primeiras estruturas elementares de madeira, com o formato básico de duas hastes cravadas no solo e ligadas nas extremidades superiores por elementos vegetais fibrosos (COSTA, 2013).

Figura 2 - Estruturas primitivas em madeira



Fonte: Mateus (1961) adaptado por Coutinho (1999)

Em muitas partes do mundo, bastava uma armação de ramos ou de pequenos troncos, coberta com folhas ou cascas de árvores, para criar um abrigo. Estes troncos foram os precursores das estruturas de madeira atuais. Os encaixes, que se faziam na estrutura de cada abrigo, derivavam do tipo de ferramenta que cada tribo possuía (LOURENÇO E BRANCO, 2013).

Dessa forma, a madeira e a prática da carpintaria foram protagonistas de diversos períodos históricos, desde as primeiras habitações, até as fortificações, pontes, catapultas e edifícios religiosos com vãos ousados. Baseados no empirismo, as características da madeira

foram exploradas na Idade Média e nos séculos XVI, XVII e XVIII de forma primorosa. (COUTINHO, 1999). Costa (2013, p. 7) ainda enaltece que

(...) algumas regiões do mundo, nomeadamente a Ásia central, atingiram um nível tão grande de desenvolvimento que dificilmente a tecnologia moderna terá algo a acrescentar. Estas construções chegaram até hoje como testemunho da sua extraordinária tecnologia. Entre elas temos o templo Horyu-ji, localizado no Japão, na prefeitura de Nara. É um complexo constituído por vários edifícios onde se destaca um Pagode de 5 andares, considerado como o edifício de madeira mais antigo do mundo totalmente preservado (...) tendo mais de 1400 anos e uma altura de 32,25 metros. Conseguiu sobreviver aos variados sismos graças às suas características únicas estruturais. O seu peso próprio não é suportado pelas paredes, mas sim por um conjunto de pilares centrais, onde toda uma complexa estrutura se apoia, permitindo assim à estrutura ser flexível como uma árvore e absorver qualquer movimento de origem sísmica (COSTA, 2013, p. 7).

Imagem 1 - Templo de Horyu-ji



Fonte: Kawanami (2021)

Os monumentos budistas na área de Horyu-ji, obras-primas da arquitetura em madeira, são importantes não apenas para a história da arte, mas também por expor como ocorreu a adaptação da arquitetura e do layout budista chinês à cultura japonesa, contribuindo para a história da religião, pois sua construção coincidiu com a introdução do budismo no Japão a partir da China através da península coreana. Embora um incêndio tenha destruído os edifícios de Horyu-ji originais em 670, os mesmos foram reconstruídos imediatamente nos primeiros anos do século VIII, permanecendo preservados até hoje (UNESCO, *online*).

Vários arquitetos de conservação qualificados do Conselho de Educação da Prefeitura de Nara contribuem para manter os edifícios íntegros nos processos de reparo periódicos. Como todos os monumentos e suas construções circundantes são feitas de madeira, cada um dos monumentos está equipado com alarmes automáticos de incêndio, hidrantes e para-raios. Além disso, brigadas de incêndio privadas são organizadas em conjunto com os bombeiros locais, para garantir que a construção não sofra acidentes envolvendo incêndios (UNESCO, *online*).

Na Europa, também há construções importantes quando se trata de construir em madeira sendo possível encontrar inúmeros registros de construções oriundas de troncos de árvores. Sabe-se que no ano 700 a.C. em Biskupin, na Polônia, existiu uma povoação constituída por casas de troncos. A partir do ano 1000 d.C., na Escandinávia, era frequente a construção de casas de troncos dispostos tanto na horizontal quanto na vertical. Os troncos horizontais eram unidos entre si em seus cantos, mediante diversos tipos de acoplamento. Essa disposição horizontal teve maior aceitação do que a disposição vertical, pela maior estabilidade estrutural (COSTA, 2013).

Um exemplo desse tipo de estrutura no Brasil pode ser encontrado no bosque do Papa João Paulo II em Curitiba, Paraná. As casas de madeira, em homenagem aos imigrantes poloneses, possuem sua estruturação com grandes troncos retangulares dispostos na horizontal apoiados sobre alicerces em pedra, como é possível se verificar na Imagem 2 (a e b).

Imagem 2 - Edificações em madeira do bosque do Papa em Curitiba

a) Casas de madeira do memorial polonês

b) Detalhe da conexão das peças

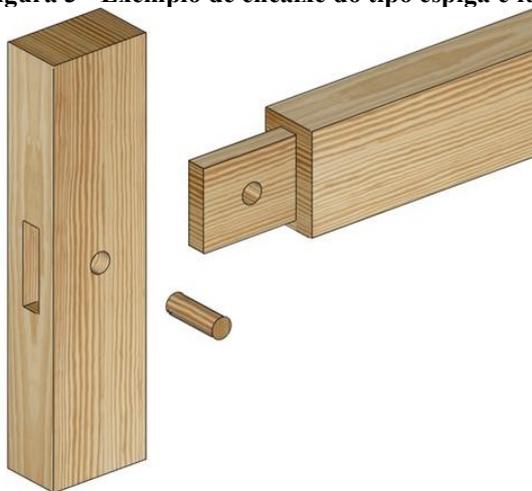


Fonte: Voitille (2014)

Com o desenvolvimento das técnicas de serragem, a partir do século XV, serrarias utilizando a água como força motriz facilitaram a obtenção de grossas tábuas, que, por meio de espigas, permitiam uma conexão eficiente entre si. Desse modo, as casas de troncos brutos foram sendo substituídas por casas de tábuas ou troncos retangulares, conferindo à estrutura

melhor estanqueidade e estabilidade. Um exemplo deste tipo de encaixe está ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de encaixe do tipo espiga e furo com cavilha



Fonte: Douglas (1994)

Na Noruega, desenvolveu-se um sistema construtivo de madeira muito distinto, dedicado à construção de igrejas. Trata-se do sistema de aduelas, que cria inúmeras formas de talhar as vigas e pilares de forma que encaixem entre si com perfeição, evitando pregos ou colas. As paredes são formadas por um conjunto de molduras concebidas por pilares e vigas e preenchidas posteriormente por tábuas verticais. A viga da base era assentada numa pequena fundação de pedra que assumia um papel importante de proteção ao evitar a ascensão de umidade por capilaridade e fornecer uma base estável. A cobertura era composta por uma treliça simples, apoiada nos pilares das paredes dando forma às águas com porcentagem de inclinação alta (GONÇALVES, 2013).

A Noruega e países nórdicos dessa forma têm uma rica tradição no que diz respeito às construções de madeira. As mais conhecidas são as 28 Igrejas Viking Stave remanescentes. Pelo clima úmido em grande parte do país, a maioria das construções de madeira, no entanto, desapareceu durante os séculos em processos naturais de deterioração ou foram perdidas em incêndios (LOG, 2016). Alguns exemplos destas igrejas são a de Urnes, patrimônio da humanidade pela Unesco, construída na primeira metade do século XII; a igreja de Reinli, construída na segunda metade do século XIII; e a igreja de Heddal, que possui três naves e é o maior exemplar deste tipo de construção em aduela na Noruega. Também construída no início do século XIII (GONÇALVES, 2013).

Imagem 3 - Igreja de Heddal na Noruega

a) Fachada



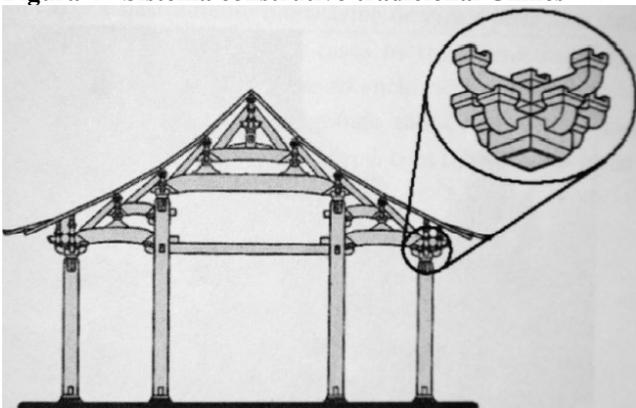
b) Detalhes das paredes



Fonte: Schmidt (2018)

No Oriente, a madeira foi também a principal matéria-prima utilizada na construção. Os chineses desenvolveram o encaixe por entalhe por volta de 1600 a 1100 a.C. Um exemplo é o ilustrado na Figura 4. Com o surgimento do ferro, as ligações ficaram cada vez mais simples, fortes e duradouras. A China, neste cenário, influenciou muitos países orientais como o Japão e a Coreia, com as suas construções em madeira. Os japoneses, por exemplo, desenvolveram um modo de construir mais simples e sem tantos adornos a partir de sistemas de ligação complexos que não se apropriavam de elementos metálicos (CACHIM, 2014).

Figura 4 - Sistema construtivo tradicional Chinês



Fonte: Cachim (2014)

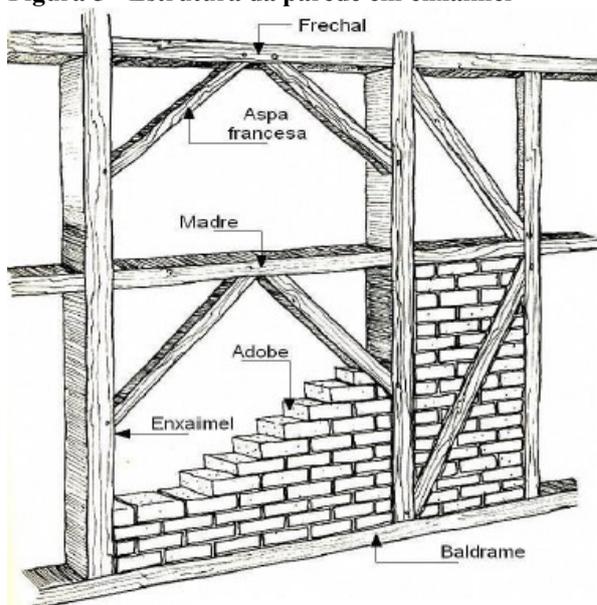
No final da Idade Média, o desenvolvimento era tal que permitia construir edifícios de até 6 pavimentos. Todas as paredes eram construídas com elementos de madeira que promoviam a sustentação da estrutura, aliado a um preenchimento de areia e argila, que se aplicava sobre um entrelaçado de ripas e tecidos firmemente presos à estrutura de madeira, tanto

interna quanto externamente. Geralmente as argamassas das paredes exteriores eram revestidas com outros materiais, como azulejos, com função decorativa (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Esse sistema foi adotado em Portugal com a designação de “taipa”, no Porto, e “gaiola” em Lisboa. Na França a mesma técnica designa-se por “*à colomage*”. No Porto o recurso da taipa evoluiu para uma utilização essencialmente em divisórias internas, enquanto nos séculos XVIII e XIX a grande maioria dos edifícios em Lisboa foram edificados com estruturas resistentes, em “gaiola”. Porém este sistema foi progressivamente substituído pela utilização de alvenaria de tijolos com a evolução das novas tecnologias construtivas na engenharia civil, pois não apresentava os efeitos de dilatação e empenamento que a madeira possui (COSTA, 2013).

Nos territórios hoje que compõem a Alemanha, o Enxaimel era a técnica construtiva predominante. Criada durante a Idade Média, a técnica se utiliza de toras enormes cortadas em grandes vigas, robustas e pesadas, quadriculares ou retangulares encaixadas de forma a montar um esqueleto estrutural rígido. É muito semelhante às construções modernas de concreto pré-fabricado (SOUTO; BUENO; SILVA, 2016). Essa estrutura de madeira permitia tanta estabilidade que muitas vezes não existia a necessidade de utilizar estacas profundas no solo como fundação. O grande peso da estrutura somado ao pé-direito baixo já eram suficientes. Após a estrutura ser erguida, era instalado o telhado. Posteriormente as paredes eram preenchidas com a vedação disponível. Inicialmente, utilizava-se o adobe¹ e depois a alvenaria, sem função estrutural, apenas para vedação.

¹ O Adobe se caracteriza por ser tijolos feitos com terra crua, palha e água, que posteriormente são moldados e secados ao sol.

Figura 5 - Estrutura da parede em enxaimel

Fonte: Bardou (1981) adaptado por Souto, Bueno e Silva (2016)

Esta técnica continua sendo utilizada em grande parte da Europa com o objetivo de manter traços específicos da cultura germânica. No Brasil, existem exemplos desta técnica nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, frutos do processo de imigração. Porém as políticas contra a cultura alemã, estabelecidas pelo governo Vargas durante a II Guerra Mundial, direcionaram para o esquecimento desta técnica construtiva, substituída pela alvenaria estrutural e o concreto armado.

Atualmente algumas ações, em função do turismo, são idealizadas como alternativa para preservar estas estruturas. Um exemplo é a Rota do Enxaimel, localizada em Pomerode/SC, que em 2021 recebeu o selo internacional da ONU como uma das maiores vilas turísticas do mundo (MACHADO, 2021). Trata-se da maior concentração fora da Europa de casas construídas na técnica Enxaimel, fruto do processo imigratório. São cerca de 50 casas ao longo de 16 km, em um percurso tombado como patrimônio paisagístico pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Alguns exemplos destas edificações estão ilustrados na Imagem 4 (a e b).

Imagem 4 - Exemplos de edificações da rota do enxaimel em Pomerode

a) Casa da família Siewert



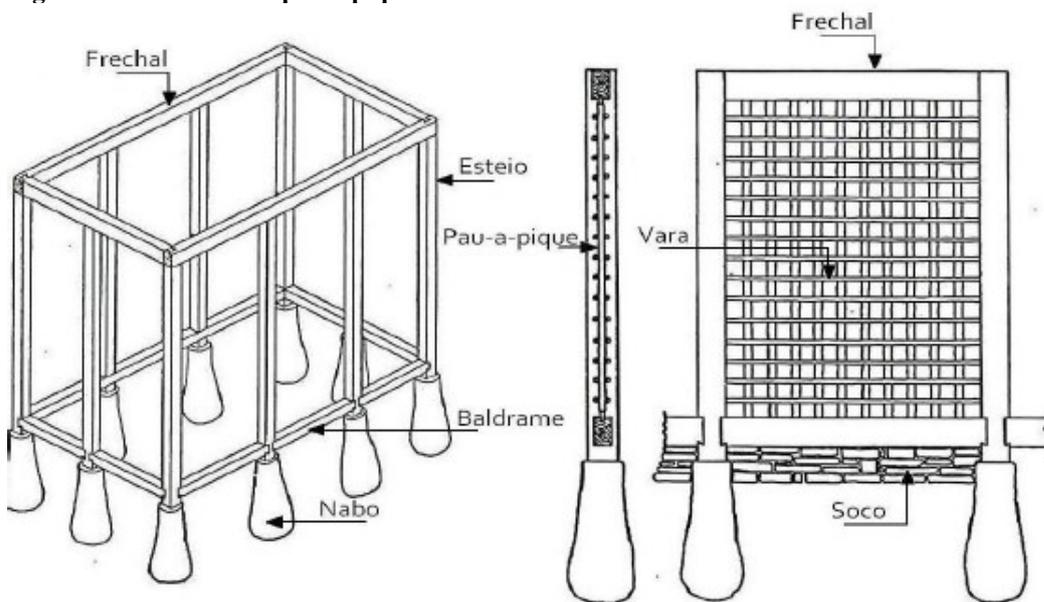
b) Casa típica da rota do enxaimel



Fonte: Rota do enxaimel (*online*)

Na Península Ibérica e nas colônias latino-americanas, a construção com madeira era conhecida como pau-a-pique, taipa de mão ou simplesmente, taipa. Conforme descrevem Souto, Bueno e Silva (2016), inicialmente um esqueleto de madeira era formado pela união de peças verticais conhecidas como “esteio”, peças horizontais superiores, o “frechal”, e peças horizontais inferiores, os “baldrames”. Esta composição era firmemente amarrada em uma estrutura de madeira trançada (pau-a-pique) e coberta com barro, argila e areia ou outras misturas que permitissem ótima vedação da estrutura.

Figura 6 - Estrutura de pau a pique



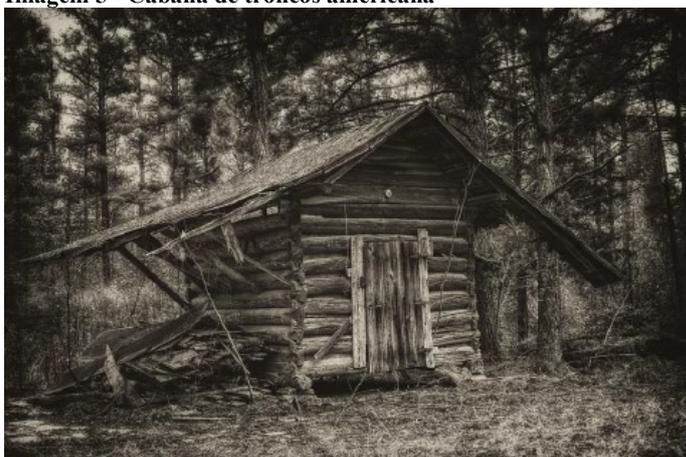
Fonte: Santos (1951) adaptado por Souto, Bueno e Silva (2016)

Em Portugal, a madeira também contribuiu para o desenvolvimento urbano. No início do séc. XX, conforme descreve Fernandes (2014), com a necessidade de habitação para a

crecente população que emigrava da área rural para os grandes centros urbanos, iniciou-se um processo de construção de habitações sociais baseado em sistemas pré-fabricados de madeira. Esses sistemas ofereciam baixos custos de construção e rapidez de execução quando comparado a outros materiais. Isso fez com que a madeira ficasse associada a uma construção de baixa qualidade.

Na América do Norte, as primeiras habitações eram precárias e serviam de estrutura provisória para que os colonos pudessem iniciar os cultivos no terreno. Essas habitações de piso térreo com uma única divisão eram compostas de paredes de troncos redondos dispostos na horizontal com encaixes simples, conforme ilustrado na Imagem 5. As chaminés eram de argila e madeira e as coberturas eram de ramos, terra e tábuas. Caso os colonos permanecessem longos períodos no mesmo local, as habitações evoluíam e adotavam melhores acabamentos e mais cômodos. Quando existia um piso superior, tinha um pé direito relativamente pequeno e atuava apenas como um aproveitamento do espaço gerado a partir do ângulo de inclinação da cobertura (BAHAMON E SOLER, 2008).

Imagem 5 - Cabana de troncos americana



Fonte: Whelen (2013) adaptado por Fernandes (2014)

Com a consolidação do território norte-americano e a estabilização das disputas territoriais entre nativos e colonos, as indústrias de manufatura da madeira começaram a progredir nos Estados Unidos. Assim, novas técnicas construtivas surgem com o intuito de tornar a construção mais barata e eficiente. Aparecem então os primeiros sistemas de armação de madeira que culminariam no *Balloon Frame* (FERNANDES, 2014).

O sistema construtivo denominado por *Balloon Frame* foi inventado por volta de 1832 e faz parte do crescimento dos Estados Unidos. Este método utilizava madeira serrada em tábuas de tamanho padrão. Eram preparadas em serrarias que nem sempre estavam próximas

dos grandes centros urbanos. Graças às ferrovias, foi possível facilitar o transporte. Esta técnica construtiva permitia que mão de obra não qualificada pudesse erguer rapidamente edifícios usando para as ligações pregos, agora fabricados industrialmente a um preço acessível. A grande maioria dos edifícios na América do Norte foi edificada utilizando este sistema (JOHNSON, 2007).

Uma das técnicas derivadas deste processo é o método *Light Wood Frame*. Impulsionado a partir das inovações nos equipamentos de beneficiamento da madeira, foi possível obter secções cada vez mais finas com maior rapidez. Desse modo, a introdução de técnicas industrializadas permitiu uma construção barata, capaz de ser facilmente montada e desmontada (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010). Este sistema construtivo é composto por montantes e travessas de madeira, onde as chapas de madeira compensada ou OSB são pregadas a estes elementos para constituir a estrutura. O revestimento posteriormente é realizado com *drywall*, chapa cimentícia, cerâmica ou *siding* vinílico constituído por placas de PVC como pode ser observado na Imagem 6, abaixo.

Imagem 6 - Fachadas com *siding* vinílico

a) Instalação do *siding* vinílico



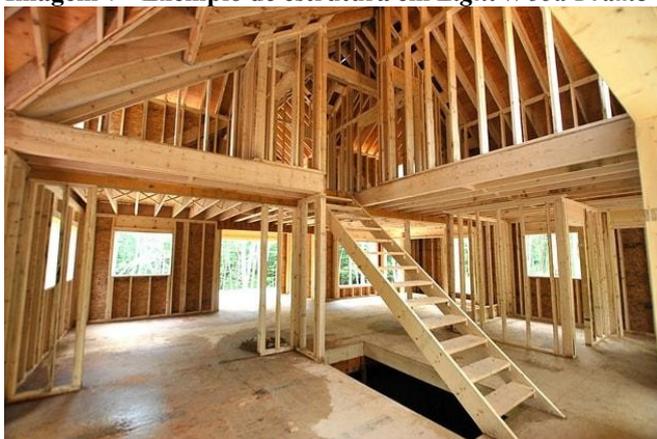
b) Placas construídas em PVC



Fonte: Innova (*Online*)

A partir de então as construções desse tipo foram aplicadas ininterruptamente até o ano de 1872, quando um grande incêndio destruiu todo o centro de Chicago. Como consequência, passou-se a investir nas novas técnicas que se desenvolviam nessa época, como as estruturas em concreto e ferro fundido, substituindo a madeira progressivamente (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

Imagem 7 - Exemplo de estrutura em *Light Wood Frame*



Fonte: Molina, Calil e Júnior (2010)

Conforme enaltece Costa (2013), hoje possuímos de herança diversos exemplos de arquitetura em madeira, em diversas zonas do globo. Igrejas e algumas casas da Nova Guiné, por exemplo, têm mais de 18 metros de altura, 30 metros de comprimento e são construídas inteiramente em madeira (LOURENÇO E BRANCO, 2013).

Atualmente, retomar seu uso se tornou importante para a construção civil com o advento da consciência ecológica. Souto, Bueno e Silva (2016) relatam que este material possui vantagens importantes que dificilmente poderão ser superadas pelo concreto ou qualquer outro material não orgânico. A madeira apresenta boa relação resistência-peso, versatilidade para industrialização, custo competitivo, é um material renovável indo de encontro aos quesitos voltados à sustentabilidade. E, se devidamente dimensionada, apresenta excelente comportamento em situação de incêndio, além de potencializar o conforto térmico e acústico das edificações.

Os produtos derivados de madeira, diante desse cenário, vêm adquirindo cada vez mais importância em meio à construção civil, amenizando as limitações naturais da madeira, e adaptando este material a usos mais específicos e mais exigentes. Lourenço e Branco (2013) comentam que os derivados de madeira mais relevantes e com maior aplicação são os aglomerados de partículas orientadas (OSB); os contraplacados; o contraplacado laminado; os aglomerados de fibras de média densidade (MDF); a madeira laminada colada; a laminada colada cruzada; a madeira micro-laminada; as vigas de perfil I; os *duolam* e ainda a madeira KVH que consiste em madeira maciça constituída por elementos retos de secção retangular obtidos pela colagem topo a topo (através de *finger-joints*).

Os derivados da madeira citados visam essencialmente à obtenção de produtos de alta resistência, à baixa variação comportamental e a procura de uma padronização que permita a continuidade da crescente garantia de qualidade inerente aos produtos de madeira e derivados.

Imagem 8 - Pavilhão Atlântico em Portugal

a) Vista externa



b) Cobertura em madeira



Fonte: Portal Vitruvius (2011)

Como exemplo de grandes estruturas que exploram alguns destes derivados da madeira, pode-se citar a primeira grande estrutura de madeira lamelada colada construída em Portugal, a Cobertura do Pavilhão Atlântico – representada pela Imagem 7 - e a emblemática construção em madeira microlaminada na praça *La Encarnación*, em Sevilha; a Metropol Parasol, projetado por Jürgen Mayer H. Architects – ilustrada na Imagem 8 - uma das maiores estruturas concebidas em madeira do mundo. A estrutura total – que conforma seis quebra-sóis em forma de cogumelos – mede aproximadamente 150 m de extensão, 75 m de largura e 28 m de altura, a partir de uma rede ortogonal de 1,5×1,5 m e é composta por madeira microlaminada (HOLANDA, 2012).

Imagem 9 - Metropol Parasol na Espanha

Fonte: Holanda (2012)

Desta forma fica evidente que a madeira, como material construtivo, por herança de usos inadequados, é menosprezada em diversos quesitos, os quais, muitas vezes, quando bem utilizada, pode atuar até de forma superior ao concreto e ao aço, por exemplo, na composição estrutural. Cabe, dessa forma, uma análise eficaz da demanda que cada projeto exige, para que o material construtivo seja aplicado de forma coerente e condizente às suas características.

2.1.1 Histórico da construção em madeira no Brasil

No Brasil, pela sua vasta quantidade de florestas, a madeira já era utilizada para estruturar os abrigos primitivos dos indígenas antes mesmo da chegada dos portugueses.

Em um país que acabou batizado com nome de árvore, a importância da madeira não poderia ser menor do que em outros cantos do mundo. Por sua abundância e variedade, o material foi usado, ao longo da trajetória do país, para os mais diversos fins, desde construções, a tinturas, remédios e borracha (já nos fins do século XIX) (BRAGA, 2003, p.12).

Shigue (2018) relata que, com a apropriação portuguesa, passou-se a explorar somente as madeiras mais nobres, de melhor aparência e mais resistentes para a utilização em móveis, navios, peças de decoração e acabamento em construções. A madeira também era o único material utilizado em estruturas de telhados coloniais e de telhas francesas. Isso determinou a extração intensa de determinadas espécies de madeira da Mata Atlântica.

As mudanças mais significativas no cenário socioeconômico brasileiro começaram a acontecer a partir da metade do século XIX. Houve o início da implantação das linhas férreas e da importação de equipamentos pesados como máquinas a vapor e serrarias. Além disso, imigrantes de outras regiões da Europa que substituiriam a mão de obra escrava utilizada até então chegavam ao Brasil, trazendo novos conhecimentos construtivos (SHIGUE, 2018).

No sul do Brasil, a presença de madeira como material empregado em moradias se deve aos imigrantes Europeus, que trouxeram consigo as técnicas construtivas de seus países de origem, com a utilização inicialmente de madeiras nativas e posteriormente de madeiras de reflorestamento. Essa prática não se pode atribuir aos colonizadores portugueses que, por sua vez, privilegiaram outros materiais (taipa e pedra) aos quais estavam mais familiarizados (PINTO, 2001).

Este cenário gerou enorme demanda para o setor da construção civil, em razão do aumento populacional e do crescimento das cidades. Concomitantemente, com a importação de

equipamentos vindos da Europa, começam a surgir as primeiras serrarias que propiciavam beneficiamento do produto com qualidade superior.

A produção das edificações desse período foi diversificada, desde o enxaimel trazido pelos alemães, até a construção com a sobreposição de troncos de árvores dispostos horizontalmente em edificações marcadas pela presença de sótão e uso de lambrequins típicas polonesas.

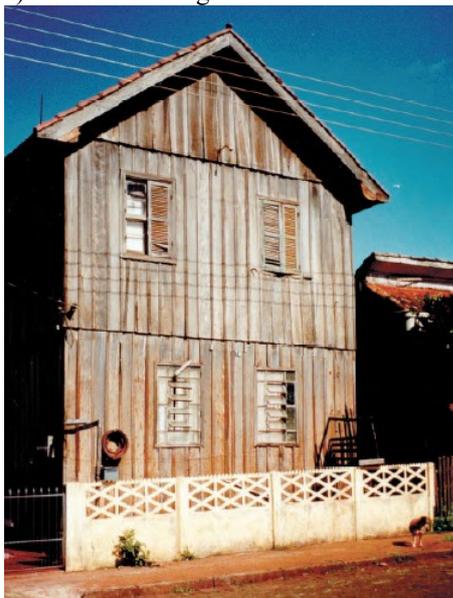
A emigração dos italianos para o Brasil, em meados do século XIX, também teve importância crucial neste período. Entre 1875 e 1914, cerca de 100 mil italianos migraram para o Rio Grande do Sul, dos quais 90% provinham do norte da Itália (POSENATO, 1983). A concessão de terras aos trabalhadores e a rápida emancipação das colônias permitiram que os imigrantes italianos logo construíssem comunidades com uma economia e arquitetura notáveis, edificadas com árvores do gênero *Pinus* (COSTA; PEREIRA; VALLE, 2017).

Segundo Posenato (1983), os principais elementos construtivos constituídos por madeira e comumente utilizados nas residências dos imigrantes italianos eram as portas, marcos, janelas, bandeiras e paredes internas. As portas poderiam ser de uma ou duas folhas e ornamentadas ou não. Geralmente, as portas externas eram mais ornamentadas que as internas e recebiam diversos tipos de decoração, ou com almofadas em madeira nos vãos ou formadas pela junção de fasquias (lascas de madeira). Os marcos das portas e janelas quase sempre eram em madeira e possuíam uma série de espessuras e larguras. As janelas da casa, em sua maioria, eram em madeira. As mais modernas possuíam componentes em vidro e dimensões maiores que as janelas do sótão.

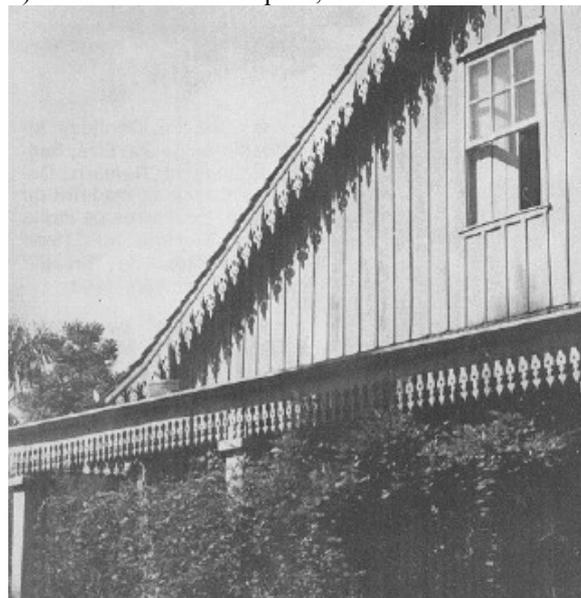
Costa, Pereira e Valle (2017) ainda descrevem que os imigrantes italianos e seus descendentes estabelecidos no Rio Grande do Sul não reprisaram simplesmente as tecnologias construtivas do seu país de origem, mas adaptaram às condições locais. E com criatividade se tornaram os italianos do Rio Grande do Sul. Os ítalo-gaúchos estruturaram uma vida com linguagem própria, influenciada pela cultura e fortes tradições italianas, porém aberta à influência de outras culturas disseminadas no Brasil.

Imagem 10 - Exemplos de edificações de madeira no sul do país

a) Residência antiga



b) Detalhes dos lambrequins, frontão e varanda



Fonte: Zani (2013)

Com a instalação das serrarias, houve a padronização dos componentes construtivos em madeira, sendo um dos fatores que contribuíram para a difusão deste material na arquitetura popular da região Sul, gerando um método construtivo baseado na modulação tábua e mata-junta, onde as tábuas, geralmente de araucária, possuíam em média entre 22 a 30 cm de largura, com uma flexibilidade proporcionada pelo espaçamento deixado entre as tábuas, que, posteriormente, eram recobertos por mata-juntas que possuíam em média 5 cm de largura (ZANI, 2013). Alguns exemplos deste tipo de edificação estão dispostos na Imagem 10 (a e b).

O estilo destas edificações é singular. A flexibilidade do sistema, a criatividade dos mestres carpinteiros e a influência de várias correntes arquitetônicas resultaram em uma arquitetura diversificada e rica em detalhes. Este pressuposto evidencia que a arquitetura em madeira contribui para a formação da identidade do lugar em que se encontram. Podem ser consideradas um ícone identitário cuja função é a de propagar a história e a cultura para as futuras gerações (SILVA, 2013).

A região sul, dessa forma, teve sua estrutura econômica fomentada no desenvolvimento madeireiro, principalmente no estado de Santa Catarina, situação que até hoje persiste em alguns locais (BOGO, 2017). Com o intenso quantitativo de imigrantes que se estruturaram na região, edificar em madeira passou de certa forma a ser um aspecto cultural que, por mais que tenha perdido força na era contemporânea, ainda é utilizado pela população.

Um dos aspectos que influenciaram no abandono progressivo deste tipo de edificação se refere ao desconhecimento das propriedades da madeira, uma vez que seu desempenho torna-

se insatisfatório diante da falta de mão de obra qualificada no processo construtivo. Devido às suas características próprias que exigem constante manutenção, grande parte das edificações antigas de maior porte em madeira foram abandonadas ou já demolidas, em decorrência do processo de modernização das formas de viver e morar, mais intenso no estado a partir da década de 1970 (BOGO, 2017). Desse modo, nas áreas centrais de muitas cidades pólo de Santa Catarina, os antigos conjuntos de edificações em madeira existentes foram sendo substituídos progressivamente.

Atualmente, algumas destas edificações remanescentes foram requalificadas para finalidade de museu como estratégia de preservação cultural, além de enaltecer o turismo local de comunidades que tiveram o seu início fomentado com os imigrantes. Alguns exemplos destas estruturas espalhadas pelo estado de Santa Catarina estão contidas no Quadro 2.

Quadro 2 - Exemplos de museus de madeira em Santa Catarina

Nome	Localização	Ano de construção	Função original
Museu Mário de Pellegrin (Museu do Vinho)	Videira	1931	Casa Canônica: Padres Salvatorianos
Museu histórico e antropológico da região do contestado (Edifício Achilles Stenghel)	Caçador	1986	Réplica ampliada da primitiva estação ferroviária de Rio Caçador
Behling: Museu do Marceneiro	Pomerode	1945	Antiga Fábrica de móveis e serraria.
Museu da memória dos imigrantes alemães	Bom Retiro	1925	Características residenciais
Museu Histórico Edvino Carlos Hoelscher	Guaraciaba	2005	Barracão construído em 1945 que servia para abrigar os primeiros colonizadores
Casarão Zipperer Museu Carlos Lampe	Rio Negrinho	1924	Características residenciais
Museu comunitário Engenho do Sertão	Bombinhas	-	Antigo engenho de farinha
Museu da cultura italiana	Chapecó	-	Características residenciais
Museu tropeiro Velho	Chapecó	-	Características residenciais
Museu da Colonização	Chapecó	1920	Características residenciais
Museu padre Fernando Naguel	Maravilha	1960	Características residenciais
Museu Municipal Vale do Rio do Peixe	Rio das Antas	1910	Antiga Estação Ferroviária de Rio das Antas
Museu municipal João Bedretchuk	Três Barras	1916	Antiga estação ferroviária de Três Barras

Fonte: a autora

As construções de madeira, diante desse cenário, transmitem a característica identitária de certas comunidades, estampando seu passado por características arquitetônicas particulares. Preservar as edificações que ainda restam e são fruto deste processo é resguardar parte da história do crescimento do estado de Santa Catarina.

2.2 PARTICULARIDADES DAS ESTRUTURAS DE MADEIRA

Nesta seção, discorre-se acerca das características básicas da madeira e como suas particularidades influenciam o processo construtivo de edificações. Além disso, abordam-se os principais aspectos relacionados ao seu comportamento em relação ao fogo, ponto importante a ser observado quando se pensa em tornar uma edificação antiga de madeira segura contra incêndios.

2.2.1 Características básicas do material

Do olhar botânico, as árvores são classificadas como vegetais superiores, denominados de fanerógamas, que apresentam complexidade anatômica e fisiológica. É por meio do desdobro² de seu tronco que provém o lenho que comumente chamamos de madeira. Sua estrutura anatômica está ilustrada na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura anatômica da madeira



Fonte: Botosso (2011)

Dessa forma, o lenho é a parte resistente do tronco, composta de duas partes: alburno e cerne. O alburno é formado de madeira jovem, mais permeável, menos denso e suscetível a ação de fungos e insetos, por isso possui menos resistência mecânica. O cerne, por sua vez, é o trecho do tronco constituído por células mortas, caracterizando uma estrutura rígida de suporte, em torno da qual o alburno vai progressivamente se formando. Este último é o mais

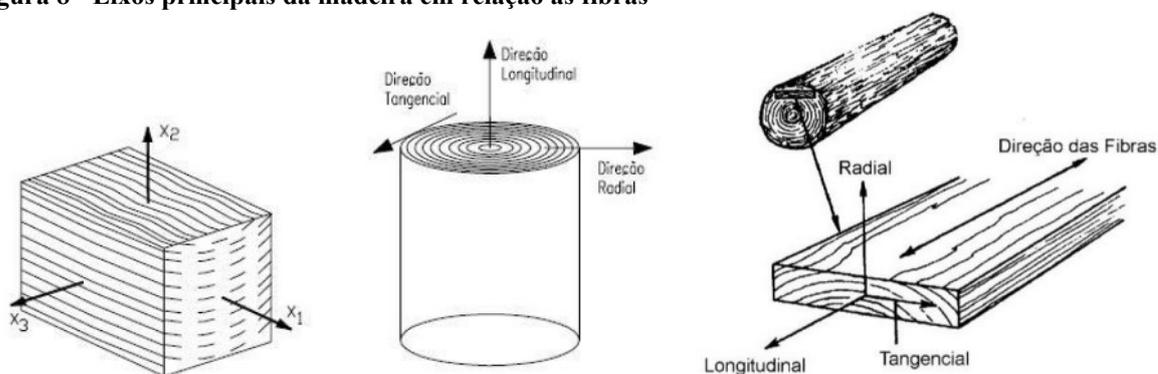
² Corte da madeira para fins industriais. Etapa que consiste na transformação das toras em peças de madeira com dimensões previamente definidas, normalmente conhecidas como pranchões sendo executado normalmente em serrarias com o auxílio de serras-fita.

recomendado a ser utilizado na construção civil por ser um material denso e resistente mecanicamente, menos suscetível à degradação (SZUCS *et al.*, 2015).

Dentro desse contexto, enfatiza-se que as peças de madeira possuem sua qualidade intrinsecamente correlacionada ao resultado das necessidades da árvore enquanto ser vivo, em que as propriedades do produto correspondem à estrutura celular resultante do seu processo de ampliação e a adição de novas camadas concêntricas e periféricas vão formando, ano a ano, os anéis de crescimento. Estes aspectos tornam fundamental a escolha adequada do material, pois define o desempenho, a durabilidade e a resistência da madeira utilizada estruturalmente.

Outro fator que deve ser considerado é a sua característica ortotrópica, que resulta em comportamentos diferentes em relação à direção de crescimento das fibras, variando de acordo com três eixos perpendiculares entre si: longitudinal, radial e tangencial (SZUCS *et al.* 2015), conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Eixos principais da madeira em relação as fibras



Fonte: Szucs *et al.* (2015)

A madeira é considerada um material poroso e, portanto, absorve umidade quando o ambiente está úmido e perde quando o ambiente está seco, entrando em estado de equilíbrio com as condicionantes ambientais. O comportamento higroscópico é uma das características mais importantes do desempenho da madeira, pois influencia diversos aspectos como durabilidade, trabalhabilidade e resistência mecânica (BOTOSSO, 2011).

Essas particularidades podem ser eliminadas ou, ao menos, minimizadas com o emprego de tecnologias que protegem a madeira. No entanto, o desconhecimento de suas propriedades por seus usuários, a insistência em métodos de construção sem mão-de-obra qualificada e a falta de manutenção adequada acarretam em desempenho insatisfatório da madeira frente a outros materiais, em sua aplicabilidade na construção civil (SZUCS *et al.* 2015). As principais propriedades comentadas são descritas no Quadro 3.

Quadro 3 – Propriedades básicas da madeira

Fatores que influem nas características da madeira	Fatores importantes para estruturas
Espécie da Árvore	Umidade e Densidade
Solo e clima da região de origem da árvore	Retratibilidade
Fisiologia da árvore	Durabilidade natural
Anatomia do tecido lenhoso	Resistência química
Variação da composição química	Resistência ao fogo

Fonte: Szucs *et al.* (2015) adaptado pela autora

Em se tratando de peças de madeira, há algumas singularidades que ela pode apresentar e comprometer total ou parcialmente sua utilização para um dado fim. Estas particularidades são caracterizadas como defeitos da madeira. No caso da construção civil, as principais são: os nós, as fendas e o empeno (CACHIM, 2014).

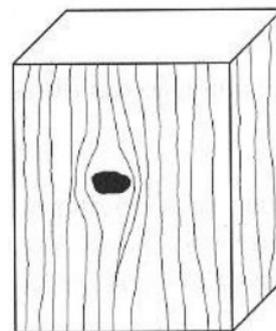
Os nós se caracterizam por ser o ponto em que ocorre a inserção do ramo no tronco de uma árvore. Seu caráter depreciativo depende da utilização, uma vez que pode possuir grande valia estética. Cachim (2014) descreve que os nós na madeira afetam a aparência, provocam o desvio do fio da madeira, diminuem sua resistência e têm propensão para rachar e prejudicar o processamento das peças. A redução da resistência originada por um nó depende da seção ocupada por ele e da área total da seção transversal.

Figura 9 - Características dos nós e fendas na madeira

a) Presença de nós e fendas na madeira



b) Nó provocando inclinação nas fibras – desvio do fio

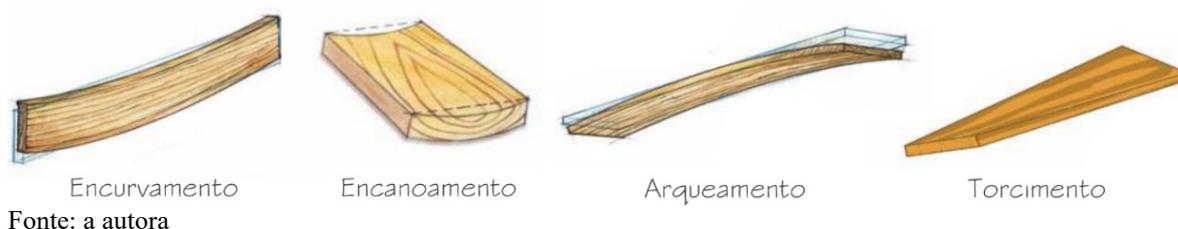


Fonte: Botosso (2011) adaptado pela autora

Já, no caso das fendas, são provenientes na maioria das vezes pela variação da umidade (processo de retrain e inchar). As fendas de secagem se desenvolvem por processos de secagem bruscos, mas podem variar de acordo com o tipo da madeira. Além da questão da secagem, também pode ocorrer o descolamento entre as camadas consecutivas dos anéis de crescimento, as chamadas fendas anelares. Estas podem ocorrer em espécies que, durante o crescimento, estiveram suscetíveis a flexões frequentes e consecutivas por ventos intensos ou ainda por efeito de congelamento (CRUZ; NUNES, 2012).

Os empenos resultam geralmente do processo de secagem ou mau acondicionamento das peças de madeira durante o armazenamento. Apesar de não reduzirem a resistência da peça, implicam dificuldades de colocação na obra e possibilidade de comprometer o funcionamento de uma estrutura ou componente em que a peça irá se integrar. Por esse motivo, há algumas normativas internacionais de classificação da madeira que limitam os valores máximos do empeno (CACHIM, 2014).

Figura 10 - Principais tipos de empeno



Para minimizar possíveis variações dimensionais das peças, é crucial que, após a fabricação dos componentes e sua instalação em obra, a madeira se encontre o mais próximo possível do teor de água de equilíbrio com as condições do local, uma vez que sua aplicação excessivamente úmida ou seca pode acarretar problemas. No caso de seca em demasia, poderá ocorrer a abertura de juntas, a formação de fendas e empenos, resultando em arrancamentos indesejados. No caso de excesso de umidade, em contrapartida, sua dilatação pode superar a capacidade de acomodação das folgas e juntas de montagem, resultando em tensões que podem provocar o rompimento dos elementos integrantes da instalação (CRUZ; NUNES, 2012).

Outros fatores que também merecem atenção quando se emprega este produto na construção civil são os agentes responsáveis por seu processo de deterioração a qual pode ocorrer a partir de três formas: a decorrente de agentes atmosféricos (exposição ao sol e chuva), a biodegradação oriunda de organismos vivos (fungos e cupins) e o desgaste mecânico, proveniente de abrasões e atritos relacionados aos mais diversos tipos de uso. Para todas estas particularidades existem tratamentos que podem ser aplicados com caráter preventivo.

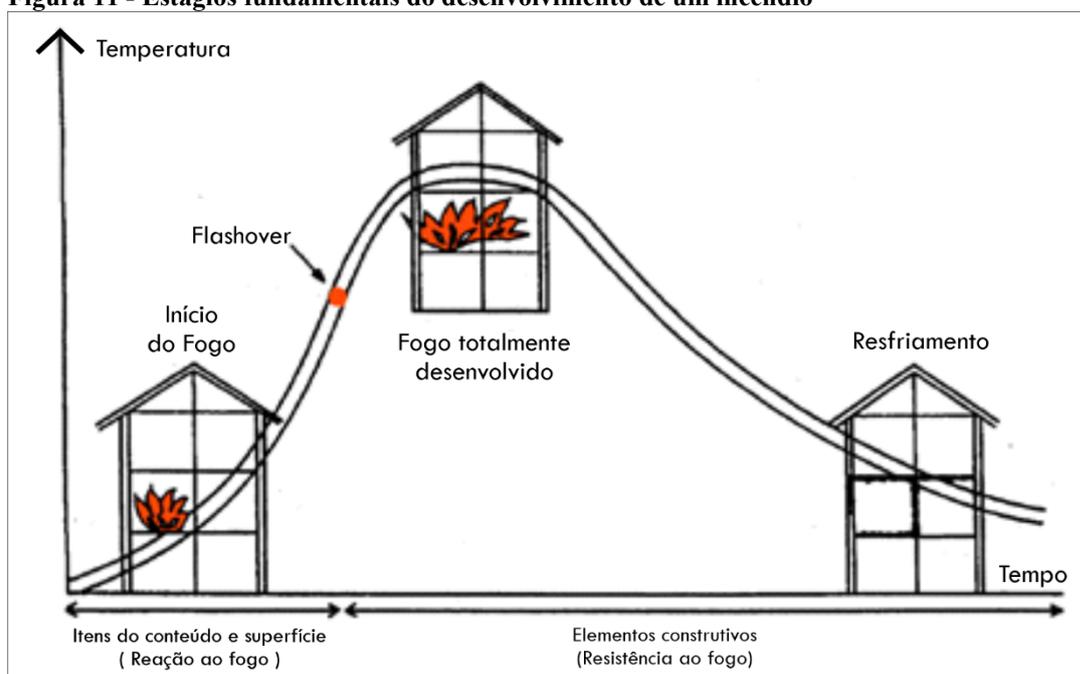
Um conhecimento básico da anatomia da madeira é muito útil para compreender como a estrutura pode afetar o movimento dos preservativos dentro dela. As propriedades anatômicas da madeira possuem uma significativa influência na sua capacidade de penetração (DE CASTRO *et al.*, 2018).

2.2.2 Desempenho da madeira ao fogo

Equivocadamente, a madeira é considerada um material de baixo desempenho ao fogo. Isso se deve, principalmente, à falta de conhecimento das suas propriedades de resistência pois, quando bem dimensionada, ela possui desempenho superior ao de outros materiais (SZUCS *et al.*, 2015).

Para compreender este processo, Ostman *et al.* (2017) descreve que é primordial se ter consciência dos estágios que um projeto preventivo de incêndio precisa contemplar. Trata-se do fogo inicial e do fogo totalmente desenvolvido, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Estágios fundamentais do desenvolvimento de um incêndio



Fonte: Ostman *et al.* (2017) adaptado pela autora

No início de um incêndio, o conteúdo do edifício, como o mobiliário, é de grande importância tanto para o início da ignição quanto para o seu desenvolvimento, porém o conteúdo da edificação não está sujeito a regulamentações. Já com o incêndio totalmente desenvolvido, ou seja, após o *flashover*³ em uma sala, o desempenho das estruturas de suporte e separação são de extrema importância para limitar o incêndio na sala ou no compartimento

³ Quando há fogo em um espaço confinado, existe uma etapa em que a radiação térmica total gera nos combustíveis ali existentes: a pirólise, em que os gases se tornam quentes e há partículas em suspensão. Caso tenha uma fonte de ignição, estes gases inflamam e ocorre uma súbita transição de um incêndio progressivo em um incêndio generalizado. A causa desta mudança de estado é chamada de *flashover*.

no qual está inserido. A este último se atribui a resistência ao fogo da estrutura (ÖSTMAN; BRANDON; FRANTZICH, 2017).

A extensão do incêndio em um edifício depende da densidade de carga disponível no compartimento de origem, da disponibilidade de ventilação e da presença de sistemas ativos que visem minimizar a sua propagação (VIJAY; GADDE, 2021). Os principais conceitos correlacionados a este processo estão dispostos no Quadro 4.

Quadro 4 - Conceitos básicos para um projeto preventivo de incêndio

Conceito	Definição
Carga de Fogo (MJ)	Caracteriza a energia térmica total liberada pelos componentes estruturais combustíveis e itens móveis compostos por exemplo por: tecidos, madeira e plásticos. É definida em Megajoules.
Densidade de Carga de fogo (MJ/m²)	É expressa como a energia térmica liberada por unidade de área do piso do compartimento. Descreve a gravidade da extinção do incêndio. Definida por Megajoules por metro quadrado.
Poder calorífico	É a quantidade de calor produzido na ignição por materiais combustíveis e varia de material para material dependendo da sua estrutura anatômica.

Fonte: Vijay e Gadde (2021) adaptado pela autora

Sobre a carga de fogo do interior da construção Li *et al.*, (2020) discorre que a alteração da função original de um edifício histórico contribui, como no caso da readaptação para espaços de exposição, para aumentar a carga de fogo. Dessa forma, ajustes pertinentes de prevenção devem ser cuidadosamente avaliados e posteriormente monitorados.

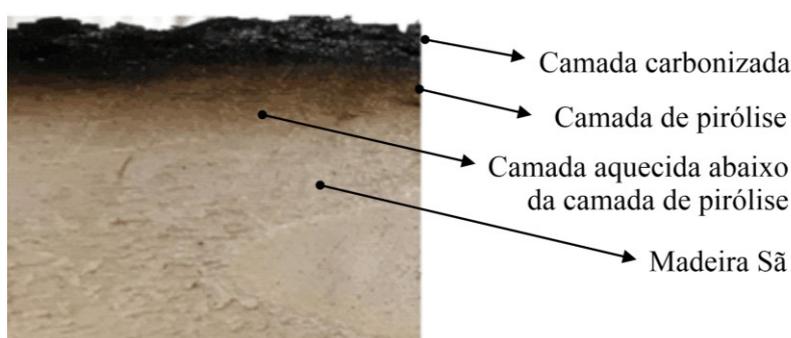
Um estudo que comprova como o conteúdo do edifício contribui para o desenvolvimento de um incêndio foi desenvolvido por Wei *et al.* (2011) que concebeu uma série de testes controlados em escala real em edifícios de madeira, avaliando quesitos como: a interferência da posição de origem de uma chama na propagação de um incêndio, a contribuição dos elementos combustíveis na propagação e a ação dos *sprinklers* para contenção. O estudo conclui que a propagação de um incêndio é muito mais rápida quando materiais combustíveis (tecidos, móveis de madeira, espumas) estão envolvidos com as chamas; já o alastramento é facilitado quando a origem se situa próximo das paredes. Os *sprinklers* no estudo em questão tiveram uma eficiência efetiva na contenção das chamas iniciais, eliminando o princípio de incêndio.

Em se tratando da estrutura de madeira propriamente dita, numa situação de incêndio, ela começa a secar por ação da elevada temperatura. A carbonização inicia-se por volta dos 280°C, a partir das faces expostas ao fogo. O carvão que se forma permanece aderente ao elemento e, por ser um bom isolante térmico, contribui para retardar a subida de temperatura do material subjacente. Por esta razão, pode acontecer que a temperatura na superfície exterior

da madeira seja insuficiente para promover a progressão da carbonização para o interior da peça, auto extinguindo-se (CRUZ; NUNES, 2012).

A profundidade desta carbonização pode ser usada para determinar as dimensões da seção transversal da madeira não afetada. A camada que se situa abaixo do trecho carbonizado é conhecida como camada de pirólise, composta de madeira que não carbonizou diretamente, mas foi aquecida até o ponto em que ocorreu alguma degradação do material (CHORLTON; GALES, 2019).

Figura 12 - Carbonização da madeira



Fonte: Chorlton e Gales (2019) adaptado pela autora

A carbonização permite que a madeira demore mais tempo para ruir. Quanto mais densa é a peça, menos inflamável é. Em contrapartida, seções de madeira inferiores a 20 mm se tornam elementos de alimentação de um incêndio. Ou seja, as dimensões e a forma da seção transversal das peças de madeira influenciam na taxa de carbonização. Para peças pequenas, a taxa de carbonização é maior que para peças grandes. Em componentes de seção transversal retangular, a taxa de carbonização é maior do que em componentes de seção circular, visto que existe maior área de exposição ao calor nas arestas do material (CRUZ; NUNES, 2012).

Além do formato geométrico da seção, as taxas de carbonização das madeiras variam conforme a massa específica, o teor de umidade, a espécie de madeira, as dimensões das peças e a intensidade do fluxo de calor. Em geral, situam-se entre 0,37 e 0,80 mm/min. Os valores próximos a 0,37 são para madeiras mais densas e teores de umidade mais elevados, enquanto os próximos a 0,80 mm/min são para madeiras secas e com baixa massa específica (FIGUEROA; MORAES, 2009). Dessa forma é possível prever, levando em consideração um maior ou menor risco de incêndio e a finalidade de ocupação da edificação, uma espessura a mais nas dimensões da seção transversal da peça de madeira.

Um exemplo desse tipo de dimensionamento foi utilizado no Carbon12, edifício de 8 andares construído a partir de vigas e pilares pré-fabricados de CLT, desenvolvido pela Kaiser Group e Path Architecture, localizado em Portland. Os componentes do edifício foram dimensionados para uma resistência ao fogo de uma hora, aumentando o tamanho dos elementos estruturais para se obter uma margem de acomodação de uma camada de carvão sacrificial na superfície, antes que o fogo atinja a seção que realmente foi calculada como necessária. Além disso, foram aplicados produtos retardantes de fogo nas paredes e demais elementos de vedação executados em madeira (DIAS, 2021).

Imagem 11 - Carbon12 em Portland (EUA)

a) Fachada



b) Interior



Fonte: Kaiser Group e Path Architecture (2018)

Além dessa estratégia de superdimensionamento, os tratamentos químicos com retardantes de fogo também estão sendo explorados atualmente na construção civil. Eles contribuem para reduzir ou retardar a combustão de produtos de madeira e geralmente têm os melhores efeitos na fase inicial do fogo. A partir do emprego destes produtos, classificações mais altas para a proteção ao fogo podem então ser obtidas. No entanto, no fogo totalmente desenvolvido, tais tratamentos geralmente não têm ou têm efeitos limitados. Eles atuam apenas como retardantes do início do processo (ÖSTMAN; TSANTARIDIS, 2017).

Ostman *et al.* (2017) enfatiza, porém, sobre os produtos retardantes, que perdem suas propriedades de proteção quando expostos ao intemperismo, exigindo novas aplicações

periódicas. Ademais comenta que novos estudos devem ser realizados para proporcionar uma compreensão mais concreta de como estes produtos agem e qual seria o seu tempo de validade.

Outra tendência de estratégias aplicáveis é o uso de gases químicos. A China é um exemplo de país que emprega este tipo de abordagem principalmente em locais onde a água pode causar danos, como em espaços que contêm elementos eletrônicos ou arquivos históricos (papel). Porém ZHOU *et al.* (2021) descreve que este tipo de produto demanda ainda estudos mais conclusivos quando aplicados a edificações em madeira, pois há teorias que afirmam que após os gases entrarem em contato com a madeira antiga, considerando sua porosidade, impregnam-se e podem causar danos secundários de aspectos corrosivos, além de a edificação não ser hermeticamente vedada, o que contribui para que esses gases se escapem e não tenham a eficiência imaginada, sem contar o alto valor agregado a instalação do sistema.

Dentro desse contexto, quando se trata de novos projetos, há diversos estudos e normativas que norteiam estas tomadas de decisão, por parte dos profissionais da construção civil, para tornar o processo construtivo em madeira cada vez mais próspero. Um ponto problemático de abordagem é quando há a necessidade de se propor medidas de prevenção de incêndio a edificações antigas, muitas vezes centenárias, que não foram construídas para atender a determinadas premissas necessárias atualmente.

Uma abordagem específica acerca das particularidades da madeira antiga foi elaborada por Chorlton e Gales (2019), que se apropriaram de experimentos em laboratório para comparar o desempenho ao fogo da madeira de edificações históricas com os produtos de madeira utilizados na construção atualmente. Eles comparam peças de Glulam provenientes de madeira de abeto, com peças estruturais de pinheiro retiradas de edifícios históricos datados com a construção entre os anos de 1800 e 1900.

Os autores descrevem que a madeira envelhecida difere da madeira contemporânea de várias formas. O primeiro ponto é que a madeira antiga foi produzida a partir de árvores selvagens, possivelmente centenárias, sem nenhum controle de prática de cultivo como hoje é empregado nos sistemas de reflorestamento. Isso impacta diretamente em suas propriedades, como a largura e densidade dos anéis de crescimento, por exemplo. Além, é claro, da ausência de uso de adesivos e outros aditivos que os produtos de madeira possuem atualmente (CHORLTON; GALES, 2019). A Figura 14 ilustra a diferença anatômica da seção de cada um destes tipos de madeira.

Figura 13 - Seções transversais de dois tipos de peças de madeira

a) Madeira Lamelada Colada (GLULAM)



b) Madeira histórica de um edifício de 1890



Fonte: Chorlton e Gales (2019)

Por meio de testes realizados em laboratório, foram analisados os processos de carbonização de peças de madeira de Glulam⁴ em comparação a peças que foram retiradas de edificações antigas que possuem suas construções datadas de 1839 e 1898. Após o experimento, observou-se que a madeira histórica possui realmente uma diferença de desempenho quando comparada à madeira contemporânea exposta ao fogo (em relação às taxas de carbonização e tempo de ignição). As taxas de carbonização obtidas a 50 kW/m² por 30 min na viga histórica de madeira foi de 0,85 mm/min e do Glulam contemporâneo de 0,68 mm/min, ou seja, a rapidez de carbonização do Glulam foi 20% menor que da madeira histórica (CHORLTON; GALES, 2019).

Uma das estratégias utilizadas para minimizar este quesito se refere ao encapsulamento. Durante séculos, os proprietários e engenheiros de edifícios implementaram métodos para tornar os edifícios de madeira protegidos contra incêndios. Frequentemente, essas estratégias envolviam cobrir (encapsular) a madeira com outro material destinado a melhorar seu desempenho ao fogo. Embora os materiais de encapsulamento possam ter mudado com o tempo, essa prática ainda é explorada. Um exemplo de produto é o gesso. Muito empregado na

⁴ A madeira laminada colada (MLC), também conhecida como Glulam (por seu nome inglês 'Glued Laminated Timber'), é um material estrutural fabricado pela união de segmentos individuais de madeira, colados com adesivos industriais (geralmente adesivos de resina de melamina ou poliuretano). As peças resultantes oferecem alta durabilidade e resistência à umidade, podendo vencer grandes vãos e conformar formas únicas.

América do Norte, é um material recomendado por normativas para melhorar o desempenho ao fogo de um conjunto de madeira.

Chorlton e Gales (2019) também realizaram alguns testes com amostras de materiais de encapsulamento utilizados ao longo da história, para avaliar a sua eficiência. Os principais elementos elencados pelos autores incluem o gesso, placas de metal e tintas à base de cal.

Com o resultado dos testes, diagnosticou-se que o uso de tintas à base de cal retardou a ignição apenas nos 20 segundos iniciais, sem impactos significativos. Além disso, sofreu o problema do deslocamento. As placas de metal, com o desenvolvimento do incêndio, permitiram que o calor fosse transmitido à madeira, iniciando a combustão. As placas de gesso acartonado foram as que tiveram o desempenho mais satisfatório, uma vez que, desde que os requisitos de fixação de juntas sejam realizados de forma adequada, o uso de várias placas de gesso pode permitir uma resistência que pode variar de 15 até 60 minutos (CHORLTON; GALES, 2020).

Dessa forma, quando se trata de edifícios históricos, dentro dos aspectos abordados, esconder seus elementos arquitetônicos com estas alternativas oculta os detalhes pelos quais a tornam uma edificação de interesse cultural, além de prejudicar suas características originais.

Verifica-se, assim, que as abordagens citadas por Chorlton e Gales (2020) – encapsulamento - Zhou *et al.* (2021) – uso de fluoreto de hidrogênio (gases) - e Figueroa e Moraes (2009) – superdimensionamento estrutural - foram considerados como inadequadas para o foco desta pesquisa, por envolverem problemáticas relacionadas a: alto custo de implantação, características extremamente invasivas ou por não haver atualmente estudos conclusivos que realmente comprovem sua eficácia e viabilidade.

O estudo de Ostman *et al.* (2019) – produtos retardantes de fogo – pode, por sua vez, agregar para a situação analisada neste trabalho, uma vez que pode ser aplicado às edificações antigas sem danificar suas características originais e sua utilização se ilustra uma estratégia viável de ser empregada.

Sobre o interior do edifício, Wei *et al.* (2011) comprova que, em estruturas adaptadas para o uso de museu, o seu conteúdo e seu posicionamento interno interferem na velocidade com que o incêndio pode se apropriar de uma estrutura em madeira. Itens inflamáveis, quando não podem ser evitados, devem ser objeto de cuidado especial e devem ser alocados no centro dos ambientes, para dificultar o contato com as paredes amadeiradas do edifício. O autor ainda confirma que os *sprinklers* possuem eficácia na contenção de incêndios deste gênero, apagando o princípio da chama e inibindo sua propagação. Porém, em relação a este último, uma

problemática constante é que os edifícios antigos, na maioria das vezes, não possuem infraestrutura hidráulica para instalação desse mecanismo.

2.3 PANORAMA MUNDIAL: PREVENÇÃO DE INCÊNDIO APLICADA AO TEMA

Considerando o cenário original em que as edificações que hoje possuem interesse histórico estavam inseridas na época de sua construção, é válido se afirmar que não havia cobranças específicas as quais priorizassem a execução de um *layout* que proporcionasse, a nível de estrutura, aspectos que prevenissem um possível incêndio. Diante dessa conclusão, focar em medidas de proteção ativas se ilustra como uma abordagem adequada neste tipo de edificação.

As medidas ativas se caracterizam pelo uso de equipamentos adicionais para detectar ou suprimir um incêndio. Do ponto de vista de conservação do patrimônio, é a estratégia mais vantajosa, uma vez que raramente implica confronto com as propriedades físicas originais da edificação, que muitas vezes são frágeis e insubstituíveis. As medidas passivas, por sua vez, referem-se ao aspecto físico do edifício: compartimentação, rotas de fuga e sistemas de ventilação, quesitos que, como citado anteriormente, não foram previstos nos tipos de edificações estudadas por esta pesquisa (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Sobre o diagnóstico das principais estratégias que devem ser adotadas, Akashah *et al.* (2018) correlacionam a elaboração e o planejamento de um projeto preventivo de incêndio eficaz à identificação de alguns aspectos, descritos no Quadro 5.

Quadro 5 - Avaliação de risco de incêndio a estruturas históricas

AÇÃO	DESCRIÇÃO	
<i>Identificar o risco de incêndio</i>	Fontes de ignição	Tetraedro do fogo
	Fontes de combustível	
	Fontes de oxigênio	
<i>Identificar pessoas em risco</i>	Pessoas dentro e ao redor do edifício	
	Pessoas com necessidades especiais	
<i>Avaliar, remover, reduzir e proteger contra riscos</i>	Avaliar condições de risco de ocorrer um incêndio	
	Avaliar o risco de incêndio a partir de pessoas	
	Remover ou reduzir os riscos para as pessoas e o edifício	
<i>Registrar, planejar, informar e treinar</i>	Registrar descobertas significativas e ações tomadas	
	Preparar um plano de emergência	
	Informar e instruir as pessoas envolvidas	
	Cooperação e coordenação	
	Fornecer treinamentos	
<i>Análise/revisão</i>	Manutenções no edifício	

Fonte: Akashah *et al.* (2018)

Comprovando os apontamentos de Vijay e Gadde (2021), o estudo elaborado por Salleh e Mohtar (2020) na Malásia buscou analisar as particularidades das medidas ativas implantadas em edifícios patrimoniais edificados em madeira no país, uma vez que eles possuíam estratégias insuficientes de proteção passiva. A Malásia possui uma quantidade considerável de edifícios em madeira, dos quais a maioria foi reutilizada de forma adaptativa para finalidades como museus ou atrações públicas. A maior parte destas estruturas estão sob proteção de órgãos governamentais ou instituições privadas e possuem um limite orçamentário específico para investimentos voltados à segurança contra incêndio (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Em sua pesquisa, Salleh e Mohtar (2020) selecionaram 4 edifícios de madeira caracterizados como patrimônio nacional por possuírem idade superior a 100 anos, com uso atual de museu. Essas estruturas são: Istana Ampang Tinggi, Negeri Sembilan Traditional House, Muzium Matang e Muzium Kota Kuala Kedah, todas representadas pelas Imagens 11 (a e b) e 12 (a e b).

Imagem 12 - Estruturas de madeira na Malásia

a) Istana Ampang Tinggi



b) Negeri Sembilan Traditional house



Fonte: Salleh e Mohtar (2020)

Imagem 13 - Estruturas de madeira na Malásia

a) Muzium Matang



b) Muzium Kota Kuala Kedah



Fonte: Salleh e Mohtar (2020)

Para análise das estruturas, os autores exploraram a metodologia disposta no Quadro 6.

Quadro 6 - Metodologia aplicada a pesquisa da Malásia

Etapa	Atividade	Descrição
1	Revisão de literatura	Identificação de questões chave para agregar a pesquisa além do diagnóstico de como os estudos recentes se correlacionam com esta proposta. Assuntos abordados: Conservação e segurança contra incêndio;
2	Entrevistas e observações	Coleta de dados primária com o corpo de bombeiros local e os responsáveis de cada edificação para diagnóstico dos sistemas atuais de prevenção de incêndio em funcionamento na estrutura;
3	Seleção e visita as edificações definidas como estudos de caso	Auditoria das medidas de prevenção de incêndio existente nas estruturas por meio do registo manual em formulários; Registro fotográfico;
4	Conclusões e sugestões	A partir da análise da literatura e da coleta de dados foi pontuado o que foi diagnosticado;

Fonte: Salleh e Mohtar (2020) adaptado pela autora

A partir das análises propostas pelos autores, verificou-se que todos os edifícios possuíam algum sistema de proteção ativa contra incêndio. No entanto, a seleção de equipamentos para cada edifício era diferente quando comparadas entre si. Essas diferenças se devem, provavelmente, à dimensão que cada edifício possui e ao seu conteúdo.

Quadro 7 - Diagnóstico das medidas de prevenção de incêndio aplicadas na Malásia

Medidas ativas de prevenção de incêndio existentes nos edifícios estudados da Malásia			
<i>Edifício</i>	Sistema de detecção	Sistema de Supressão	Outros
<i>Istana Ampang Tinggi</i>	Detectores de Fumaça	Extintor portátil do tipo ABC	Iluminação de Emergência
<i>Negeri Sembilan Traditional House</i>	Nenhum	Extintor portátil do tipo ABC	Iluminação de Emergência
<i>Muzium Matang</i>	Sistema de segurança através do monitoramento humano	Extintor portátil do tipo ABC Extintor portátil do tipo CO ₂	Iluminação de Emergência
<i>Muzium Kota Kuala Kedah</i>	Sistema de segurança através do monitoramento humano	Extintor portátil do tipo ABC	Nenhum

Fonte: Salleh e Mohtar (2020) adaptado pela autora

O diagnóstico dos autores, ilustrado no Quadro 7 acima, descreve que todas as estruturas possuíam extintores do tipo ABC de Pó químico seco em quantidade suficiente e apenas uma das estruturas possuía adicionalmente ao primeiro, o extintor de CO₂. Apenas uma estrutura possuía sistema de detecção de fumaça (SALLEH; MOHTAR, 2020).

Dessa forma, observa-se que a Istana Ampang Tinggi e a Negeri Sembilan Traditional House, por possuírem áreas menores, a implantação de medidas protetivas contra incêndio se torna menos complicada. Além disso, conforme descrevem os autores, não há no interior dos edifícios artigos valiosos em exposição. O foco principal é, portanto, evacuar os ocupantes de

forma segura e evitar danos externos ao edifício. O Muzium Matang e o Muzium Kota Kuala Kedah possuem relíquias que incentivaram a instalação dos sistemas de monitoramento por questão de segurança. A estratégia foi posteriormente adaptada para o diagnóstico antecipado de um possível incêndio. Porém sua eficácia é comprometida, uma vez que depende totalmente do fator humano.

Dessa forma, os autores concluem que as edificações possuem sim medidas de proteção contra incêndio, porém elas são totalmente dependentes dos extintores portáteis. Por mais que seja uma alternativa economicamente viável e ao mesmo tempo minimamente invasiva, os autores relatam que possui uma funcionalidade limitada. Isso exige que estes equipamentos estejam sempre com as manutenções em dia e com pessoas treinadas ao seu redor. As limitações que comprometem esse cenário são as restrições financeiras impostas neste foco.

Outro país que possui uma gama considerável de edificações com as características estudadas por esta pesquisa é a Suécia. Conforme descreve Arvidson (2008), o quantitativo de igrejas suecas em madeira é significativo, porém o dado que aproximadamente uma igreja por ano é destruída por um incêndio é extremamente preocupante. No país, uma das principais estratégias adotadas para tentar minimizar estes impactos é a implantação de sistemas de supressão de incêndio por meio da nebulização de água por alta pressão (*high-pressure water mist systems*).

A NFPA 750 (2023 *edition*) define que a supressão de um incêndio tem por objetivo reduzir a acentuada taxa de liberação de calor, contendo o seu crescimento. O *high-pressure water mist systems* se caracteriza por ser um *spray* de água operado por bicos em que a névoa gerada por alta pressão é transferida por um sistema de tubulação instalado na edificação o qual pode ser submetido a pressões que podem exceder 34,5 bar (500 psi).

Arvidson (2008), em seu estudo intitulado *experience with fire suppression installations for wood churches in Sweden*, cita os principais resultados obtidos após a implantação de sistemas de supressão de incêndio por meio de sistema de nebulização de água por alta pressão em igrejas de madeira de pequeno e médio porte na Suécia.

O autor cita que os principais motivos que contribuíram para a adoção deste sistema foram as taxas de fluxo de água reduzidas e a tubulação de menor diâmetro associada à sua instalação. A vantagem é que este sistema permite possibilidades mais discretas de instalação, não danificando as características estéticas muitas vezes parte da forma arquitetônica que torna a edificação de interesse cultural. Os bicos automáticos do sistema são ilustrados na Imagem 13.

Imagem 14 - Bicos automáticos de névoa de água de alta pressão

a) Bico automático da Igreja de Igara



b) Tubulação exposta da Igreja Habo



Fonte: Arvidson (2008)

Em contrapartida, após testes de utilização, constatou-se que a demanda de energia consumida pelo sistema de bomba de alta pressão é maior quando comparado ao sistema tradicional de *Sprinklers*, além de necessitar de mão-de-obra qualificada para instalação, fator diretamente correlacionado com sua eficiência. Além do cuidado durante a instalação para com as características originais da edificação, de forma a não causar danos (ARVIDSON, 2008).

O inverno rigoroso no país também foi uma das problemáticas citadas pelo autor, uma vez que os dutos congelam no inverno. Além disso, o sistema demanda uma estrutura separada da edificação principal, para abrigar a infraestrutura dos equipamentos de operação, além do reservatório com a reserva técnica de emergência de água.

Imagem 15 - Abrigos para bombas, caixa d'água e equipamentos

a) Edificação de apoio da igreja Habo



b) Edifício de apoio da igreja de Algaras



Fonte: Arvidson (2008)

Arvidson (2008) discorre que o emprego deste sistema é eficiente quando se trata de fachadas para proteção do envoltório em madeira da edificação. Porém cita de forma superficial como a ação do vento pode implicar na eficiência do sistema. Outro fator não abordado foi a

necessidade periódica de manutenção, uma vez que, exposto às diversas intempéries, os bicos nebulizadores podem entupir. Sem o manejo adequado do sistema, em situação de risco pode não ter desempenho satisfatório. Mas no quesito intervenção, ele se ilustra como eficaz, uma vez que os dutos, além de possuírem um diâmetro pequeno, quando pintados da cor da edificação ficam camuflados na estrutura, não prejudicando as características arquitetônicas.

Imagem 16 - Exemplo das conexões do sistema de névoa de alta pressão

a) Exemplo de conexão em "Y" da igreja de Frödinge



b) Trecho dos dutos da igreja de Fröskog



Fonte: Arvidson (2008)

O autor cogita a hipótese de, para atingir maior eficiência, mesclar ambos os sistemas, *sprinklers* e névoa sob pressão. Porém ele não se apresenta, pelo menos não atualmente, como uma alternativa viável. O motivo é que ambos dependem de infraestruturas independentes. O único item que poderia ser compartilhado seria o reservatório de água, porém o investimento para instalar todos os componentes do sistema duplo teria um alto valor agregado. Sem contar que não há estudos atualmente que evidenciem o uso simultâneo dos dois sistemas realmente ser eficiente. Orienta, por fim, que o sistema de nebulização por alta pressão possui sim eficiência, porém testes funcionais devem ser realizados regularmente para diagnosticar possíveis falhas, mitigando problemas futuros (ARVIDSON, 2008).

A China também não fica para trás quando se trata de patrimônio histórico edificado em madeira. Nanquim, capital da província oriental de Jiangsu, é um exemplo que abriga itens representativos da antiga civilização Chinesa, protegidos por seus 298 edifícios históricos. A cidade já passou por situações envolvendo incêndios. Conforme descreve Dong, You e Hu (2014) entre 2008 e 2011 pelo menos 3 incêndios de grandes proporções aconteceram, danificando estruturas históricas e relíquias.

Para buscar propor soluções para essa situação, os autores selecionaram 4 edifícios históricos representativos da cidade: a Torre de Yuejiang, o Palácio de Tianfei, o Jiangnan

Examination Institute e o templo de Confúcio, representados respectivamente nas Imagem 16 (a e b) e Imagem 17 (a e b).

Imagem 17 - Edifícios históricos em madeira chineses

a) Torre de Yuejiang



b) Palácio de Tianfei



Fonte: Nanjing China (2022)

Imagem 18 - Edifícios históricos em madeira chineses

a) Jiangnan Examination Institute



b) Templo de Confúcio



Fonte: Nanjing China (2022)

A proposta de pesquisa de Dong, You e Hu (2014) foi de avaliar o *status* de proteção de incêndio destas edificações, analisando seu *layout* e localização, riscos potenciais presentes e as instalações de proteção aplicadas. A metodologia de coleta das informações foi similar ao exposto por Salleh e Mohtar (Quadro 7), nas edificações da Malásia.

Os autores descrevem que os componentes estruturais (pilares, vigas, portas, janelas e escadas) dos edifícios investigados são constituídos de madeira. Dessa forma, o seu valor teórico de carga de incêndio é cerca de 31 vezes superior aos edifícios de concreto armado. Um grande agravante dessas estruturas é que, sob o efeito do envelhecimento natural, rachaduras, descamação da pintura, mofo e podridão, as peças de madeira se encontram como uma estrutura porosa. As portas e janelas, por ação da dilatação natural do material, também possuem fendas que potencializam o contato com o ar, impulsionando o risco de *flash over* em caso de incêndio (DONG; YOU; HU, 2014).

Imagem 19 - Estrutura em madeira do templo de Confúcio

a) Esquadrias



b) Pilares de sustentação



Fonte: Dong *et al.* (2014)

Outro aspecto observado é que, neste caso em específico, trata-se de edificações agrupadas e a pequena separação entre as estruturas favorece que um incêndio se espalhe. Além disso, estruturas deste gênero abrigam em seu interior materiais inflamáveis e combustíveis. Materiais decorativos fabricados de materiais como algodão, linho, seda, tecido de lã, permitem que uma chama se alastre com facilidade. Nesse tipo de templo são idealizados rituais que envolvem velas e a queima de incenso. Isso pode ocasionar um incidente (DONG; YOU; HU, 2014).

Além das premissas da própria estrutura, no entorno da torre da Yuejiang observou-se a presença de diversas árvores caducifólias e a ausência de serviço de jardinagem periódico. As folhas ficam acumuladas em torno da estrutura o ano todo, secam com facilidade, porém demoram para se decompor. Sua grande área de abrangência, se proporcionar o contato com uma fagulha, pode espalhar o fogo a proporções difíceis de serem controladas.

Quadro 8 - Problemas e sugestões aplicadas às edificações chinesas

Deficiência diagnosticada		Observações e soluções propostas
1º	<i>Sistema de Extinção de Incêndio insuficiente</i>	Extintores inadequados para as instalações, de acordo com o que estabelece as legislações locais.
		Distribuição inadequada nos ambientes (locação dos extintores)
		Legislação antiga, com parâmetros que não se aplicam a este tipo de edificação
		Sugestão de instalação do sistema de névoa de alta pressão
2º	<i>Sistema de alarme e detecção de incêndio insuficiente</i>	Instalação de sistemas de detecção de incêndio automáticos.
		Para edifícios históricos que abrigam peças de alto valor cultural como a torre de Yuejiang, detectores térmicos lineares de fibra leve com alta sensibilidade podem ser instalados para detecção precoce.
		Dependendo do investimento desejado, o sistema de monitoramento sem fio também pode ser considerado
3º	<i>Ausência sistema de abastecimento de água exclusivo para RTI</i>	Criação de um abrigo para a caixa d'água para armazenar um volume de água referente a reserva técnica de incêndio
		Instalação das tubulações entorno da edificação
4º	<i>Ausência de pessoal treinado</i>	Implantação de um sistema de gestão que certifique a gestão periódica dos itens que compõem o sistema de prevenção de incêndio, assim os riscos podem ser descobertos e eliminados a tempo
		Instituição de uma brigada de incêndio
		Treinamento OJT (<i>on-the-job training</i>) como um modo de conscientização em massa

Fonte: Dong *et al.* (2014) adaptado pela autora

As observações do levantamento realizado por Dong, You e Hu estão descritas no Quadro 8, expondo o que foi encontrado e se seu funcionamento estava ocorrendo de forma adequada. No início do ano de 2013, o corpo de bombeiros local de segurança pública do Tibete divulgou um projeto, que possuía como alternativa a implantação de um sistema de alta pressão para extinção de incêndio de forma a fortalecer a segurança da arquitetura antiga destas edificações em Nanquim. Trata-se da mesma estrutura estudada por Avidson (2008) na aplicação das igrejas Suecas. O problema desta estratégia são os investimentos envolvidos.

A pesquisa chinesa, dessa forma, enaltece que, mesmo com a importância das edificações citadas dentro do contexto social em que estão inseridas e o número de visitantes que recebem, ainda não há uma adoção convincente de estratégias preventivas aplicadas a elas.

Kidd (2010), dentro da situação apresentada, descreve que todas as melhorias de proteção contra incêndio em edifícios históricos deveriam contemplar seis tipos de intervenções que, em sua essência, considerassem como prioridade principal a preservação da originalidade

da edificação frente às novas funções adaptativas estabelecida a elas. O Quadro 9 abaixo descreve o pontuado pelo autor.

Quadro 9 - Estratégias aplicáveis a edifícios históricos

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
<i>Mínima</i>	Qualquer alteração que se ilustre pertinente deve causar o menor impacto possível no edifício e em sua estrutura. Qualquer trabalho realizado para melhorar a compartimentação ou para favorecer a detecção/ supressão de incêndio não deve causar danos desnecessários durante a instalação e manutenção.
<i>Reversível</i>	Qualquer alteração deve, quando possível, ser reversível, ou seja, adotar a filosofia do <i>Plug in / plug out</i> .
<i>Essencial</i>	Apenas a quantidade mínima de trabalho necessária para atingir os objetivos declarados deve ser realizada e todo trabalho deve ser justificado e informado para uma avaliação detalhada do risco de incêndio
<i>Sensível</i>	Dispositivos, equipamentos e sistemas de proteção contra incêndio devem ser instalados com a devida consideração a aparência do geral do edifício bem como ter o mínimo de impacto a estrutura a que se destinam proteger
<i>Adequada ao risco</i>	Aplicada a cada caso, por exemplo: não faz sentido fornecer um sistema de <i>Sprinklers</i> totalmente automático para um local com pouca carga combustível
<i>Em conformidade legal</i>	Coerência e atendimento mínimo a legislação

Fonte: Kidd (2010) adaptado pela autora

Diante do exposto nesta seção, fica o seguinte questionamento: por que esperar que episódios ruins aconteçam se é possível fazer algo para evitá-los? Essa é a principal lição que se precisa aprender a partir de situações que já ocorreram e causaram prejuízo irreversível.

2.3.1 Incêndios em edificações históricas de madeira

Incêndios em prédios históricos começam em itens comuns, como aparelhos elétricos, quadros de distribuição, áreas de cocção, até mesmo em lixeiras. Isso sem abordar os casos em que há negligência humana ou vandalismo, quesitos que podem acarretar um incêndio em qualquer tipo de prédio. Não é algo particular de edificações em madeira (JENSEN, 2006).

Nesse tipo de construção em específico, os desafios se referem ao risco potencial do incêndio se propagar rapidamente pela própria estrutura, ruindo antes que os usuários estejam em segurança ou até mesmo que itens importantes de seu interior possam ser resgatados. Além, é claro, do dano à arquitetura histórica que o compõe que, muitas vezes, é única e irreversível.

Alguns episódios conhecidos, ilustram esse cenário: o grave incêndio que destruiu grande parte do telhado de madeira e derrubou a torre gótica da Catedral de Notre Dame em 16 de abril de 2019 (KUNZIG, 2022) e o Museu Nacional do Brasil devastado por um grande incêndio na noite de 2 de setembro de 2018 (FRANCO, 2019).

A China é um país muito castigado por catástrofes envolvendo incêndios. Um exemplo disso é a torre da antiga cidade de Weishan na província de Yunnan, construída durante a dinastia Ming, com uma história de 600 anos. A estrutura foi totalmente danificada por um incêndio ocorrido em 2015 (ZHOU *et al.*, 2019). A torre possuía 47,1 metros de comprimento, 26,6 metros de largura e 8,1 metros de altura. Era uma das torres mais antigas da província.

Imagem 20 - Torre Gongchen

a) Fachada antes do incêndio



Fonte: Xinhua (2015)

b) Estrutura durante o incêndio em 2015



Em pouco mais de duas horas e meia, por mais que tenham sido mobilizados seis caminhões de bombeiros e mais de 100 socorristas do condado de Weishan para conter o fogo, a estrutura foi destruída. A causa do incêndio não foi confirmada pelas autoridades chinesas, mas moradores do condado afirmam que a estrutura havia sido adaptada para receber novas atividades, as quais não condiziam com as particularidades da estrutura existente (GRACE CHENG *et al.*, 2015).

Imagem 21 - Danos do incêndio

a) Destroços externos



Fonte: Terra (2015)

b) Restos da estrutura de madeira



Além dessa, a ponte Fengyu, na cidade de Chongqing na China, conhecida como a ponte coberta de madeira mais longa da Ásia, com uma história de 426 anos, foi danificada por um

incêndio em novembro de 2013 (ZHOU *et al.*, 2019). A ponte, conhecida em toda a Ásia por sua beleza tradicional, possuía cobertura em estilo pagode que se estendia por 303 metros ao longo do rio Apeng. As causas atribuídas ao incêndio foram descuidos humanos. Após 4 anos de restaurações, foi reaberta em 2017 (Ruijin, 2017).

Imagem 22 - Ponte Zhuoshui Fengyu na China

a) Ponte antes do incêndio



b) Ponto durante o incêndio



Fonte: Ruijun (2017)

Ainda, na China, um grande incêndio queimou uma mesquita budista de madeira de 16 andares em 2017. A Torre Lingguan, na cidade de Jiulong em Deyang, foi construída durante a dinastia Ming (1368-1644). A estrutura já havia sido seriamente danificada em um terremoto de 2008. A estrutura ficou envolta pelo fogo por 4 horas até que ele fosse contido pelos bombeiros. Não foram diagnosticadas as causas do incidente (GUO, 2017).

Imagem 23 - Incêndio na Torre Lingguan, China

a) Antes do incêndio



b) Durante o incêndio



Fonte: Parkinson (2017)

Imagem 24 - Torre Lingguan após o incêndio

Fonte: Parkinson (2017)

Em 2019, em Nara, no Japão, o incêndio que atingiu o castelo de Shuri e destruiu todas as suas sete estruturas principais é outra situação sem reparação (HUANG *et al.*, 2009). Construído em madeira há cerca de 500 anos pela Dinastia Ryukyu, tornou-se um tesouro nacional japonês em 1933 e declarado como patrimônio mundial pela UNESCO em 2000. O local já havia sido destruído por um incêndio durante a II Guerra Mundial e reconstruído em 1992. No total foram 4.800 metros quadrados destruídos no incêndio que não teve causa diagnosticada (PETERSEN, 2019).

Imagem 25 - Castelo de Shuri, Japão

a) Edifício original



Fonte: G1 (2019)

b) Estrutura em chamas

**Imagem 26 - Complexo de edifícios do castelo de Shuri**

a) Complexo antes do incêndio



Fonte: G1 (2019)

b) Complexo após o incêndio



Na Costa Rica, em 2017, a igreja de madeira de São Rafael Arcanjo, construída na década de 1920, declarada como patrimônio nacional em 1999, foi destruída por um incêndio ocasionado por falhas elétricas (AMERICAN, 2017). E, em El Salvador, em 2013, a igreja histórica de São Estevan também sofreu do mesmo sinistro, sendo a mesma ilustrada na Imagem 27. Construída em madeira no século XIX, também era considerada patrimônio histórico nacional do país. Neste último caso, a suspeita é em torno de um incêndio criminoso.

Imagem 27 - Igreja de São Rafael Arcanjo, Costa Rica

a) Igreja antes do incêndio



b) Incêndio



Fonte: American (2017)

Imagem 28 - Igreja de San Estevan, El Salvador

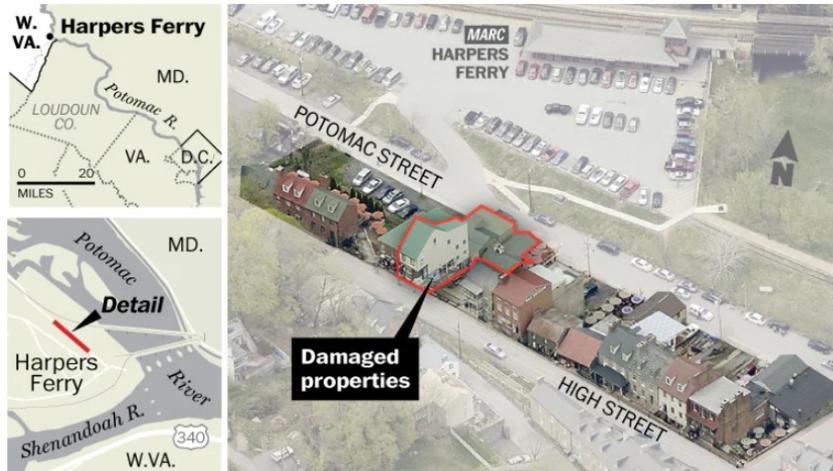


Fonte: Terra (2013)

Um outro exemplo de estrutura atingida por um incêndio, desta vez nos Estados Unidos, foi o incidente ocorrido em 2015 no complexo de edifícios históricos de Harpers Ferry, localizados no oeste da Virgínia que atingiu um conjunto de 4 edifícios datados de 1830, até então utilizados como lojas comerciais e apartamentos. Eles possuíam suas paredes, teto e piso estruturados em madeira. Segundo as análises de Vijay e Gadde (2015), os elementos estruturais

do edifício tiveram uma camada de carbonização que variavam entre 3 e 6 mm de espessura. A Figura 15 ilustra a proximidade das construções envolvidas.

Figura 14 - Localização dos edifícios históricos de Harpers Ferry



Fonte: Hedgpeth e Cox (2015)

O incêndio teve origem no *deck* externo de um dos prédios e só foi percebido quando já havia atingido a fachada de madeira de um dos edifícios. De acordo com relatos de testemunhas locais, os alarmes de incêndio funcionaram corretamente, e os ocupantes deixaram os prédios pelas saídas de emergência em segurança, não havendo feridos. Porém, os extintores de incêndio, que estavam com as datas de inspeção válidas, não foram utilizados em nenhum momento durante o tempo de resposta do corpo de bombeiros que durou entre 20 e 30 minutos. Se houvesse alguma tentativa de extinguir o fogo, os danos poderiam ter sido menores (VIJAY; GADDE, 2021).

Este caso deixa evidente como a falta de monitoramento externo e ausência de pessoal treinado no local para agir na situação de incêndio acarretou consequências de grandes proporções.

Imagem 29 - Incêndio de Harper Ferry nos Estados Unidos

a) Vista externa da origem do incêndio



b) Estrado interno



Fonte: Purdom (2015)

Nesse caso em específico de Harpers Ferry, os autores Vijay e Gadde (2021) realizaram uma pesquisa que descreveu os procedimentos realizados para limpeza da superfície para posterior reparo, reabilitação e restauração da estrutura. Utilizou-se CO₂ pressurizado (variando de 20 à 300 psi) jateado progressivamente a partir de pressões baixas a moderadas para limpar as superfícies danificadas pelo fogo. Também se usou o jateamento com bicarbonato de sódio. Essas estratégias permitiram um procedimento mais rápido, que tirou o odor da fumaça e evidenciou o material subjacente com aparência íntegra, similar a original. A partir disso, trabalhou-se na restauração dos danos.

Semelhante à situação ocorrida em Harpers Ferry, o vilarejo de Laerdal, na Noruega, considerado patrimônio cultural da humanidade pela Unesco, também teve 36 edifícios modernos e 4 edifícios históricos construídos em madeira na área do patrimônio cultural de Gamle, destruídos por um incêndio em 2014. O sítio histórico, ao norte da capital Oslo, é conhecido por sua beleza natural e construções de madeira dos séculos XVIII e XIX. O esforço dos moradores e bombeiros impediu que o fogo se propagasse para os outros 157 edifícios históricos existentes no local. Ao menos 90 pessoas ficaram feridas e foi considerado o maior incêndio na Noruega desde a Segunda Guerra Mundial (LOG, 2016). O problema neste caso foi que o vento intenso contribuiu para espalhar o incêndio e dificultou muito o trabalho dos bombeiros.

Log (2016) descreve que dezembro é o mês com maior frequência de incêndios na região, em parte pelo uso das luzes das velas em celebração ao Natal e Ano Novo. O uso de fogões a lenha e o consumo excessivo de eletricidade nos meses de frio também contribuem para este aumento.

Imagem 30 - Vilarejo de Laerdaloyri antes e durante o incêndio

a) Vilarejo



b) Incêndio



Fonte: Log (2016)

Imagem 31 - Resultado do incêndio da cidade de Laerdal (Lærdalsøyri)

a) Destroços pós incêndio



b) Edificação danificada pelo fogo



Fonte: G1 (2014)

Diante dos estudos de caso de incêndios já ocorridos citados e com base nos resultados da pesquisa de Salleh e Mohtar (2020), observa-se que os fatores que contribuem para acidentes envolvendo incêndios neste tipo de edificação são, em sua essência:

- Estrutura formada por materiais combustíveis e danificados pela ação do tempo;
- Sistemas inadequados ou insuficientes de proteção passiva;
- Pouca conscientização sobre a segurança contra incêndio de proprietários, gerentes, funcionários e público;
- Gestão ineficiente, falta de manutenção e organização;
- Localização distante do corpo de bombeiros ou acesso complexo (ruas estreitas, movimentadas, etc.);
- Fiação elétrica antiga, sem manutenção ou adequação às legislações vigentes atualmente;
- Armazenamento de artefatos inflamáveis;
- Grande número simultâneo de visitantes;

- Problemas decorrentes de obras de restauração;
- Fatores naturais (raios, tempestades, vento intenso);
- Vandalismo, incêndio criminoso, descuido humano;

Com base no levantamento realizado, observa-se que a problemática envolvendo edifícios históricos de madeira preocupa e afeta, a nível mundial, diversas estruturas que demandam cuidado mais acentuado nos quesitos de prevenção de incêndio. Averiguar seus pontos frágeis e investir em soluções concretas se torna, dentro do contexto apresentado, não apenas interesse dos profissionais da área da arquitetura e patrimônio, mas de toda uma nação, para impedir que essas estruturas peculiares se percam ao longo do tempo.

2.3.2 O exemplo Nórdico

A Noruega é um exemplo de local que possui, atualmente, uma quantidade significativa de estruturas antigas edificadas em madeira. As cidades nórdicas já eram peculiares no século XIX, uma vez que, enquanto o resto da Europa priorizava construções de tijolos nas cidades, a Noruega ainda explorava a madeira como material principal.

Log e Kristoffersen (2022), dois dos principais estudiosos das estruturas nórdicas em madeira, descrevem que foi a partir do incêndio de Alesund (1904) que surgiram as primeiras preocupações voltadas à vulnerabilidade das edificações de madeira frente ao fogo. Agregado a isso, os bombardeios da II Guerra Mundial, incêndios atribuídos às mais diversas causas e o urbanismo modernista das décadas de 50 e 60 contribuíram para degradação progressiva da arte de edificar em madeira norueguesa. A partir da década de 70 surgiram os primeiros movimentos voltados à valorização e à preservação dos espaços de madeira remanescentes, iniciando o sentimento de identidade nacional transmitidas por estas estruturas, aspecto tão enaltecido pelo turismo atual.

Foi dentro desse contexto que surgiram os primeiros planos de segurança contra incêndio nórdicos que estabeleciam como objetivos principais: reduzir mortes, evitar a perda de valores histórico-culturais insubstituíveis e prevenir incêndios por meio de ferramentas adequadas a cada caso.

Dessa forma, as normativas norueguesas priorizam a análise de risco e vulnerabilidade, de forma a identificar os cenários possíveis para propor, posteriormente, medidas de gestão que correspondessem ao que foi diagnosticado. Além disso, introduziu o conceito de projeto baseado em desempenho já nos anos 90. Isso permitiu que outras medidas, além das indicadas

nos códigos prescritivos, pudessem ser implementadas. Prospectou dessa forma uma flexibilidade importante ao se lidar com a segurança contra incêndio em edifícios históricos de madeira (KRISTOFFERSEN; LOG, 2022).

Karlsen (2019), discorrendo sobre o mesmo tema, enaltece que um ponto muito debatido nas regulamentações nórdicas são os quesitos voltados à prevenção e à proteção. Cabe aqui um parêntese para categorizá-los: prevenção de incêndio se relaciona a mecanismos que visam reduzir itens presentes no edifício ou seu entorno que possam servir como estopim ou fonte de ignição. Já as medidas de proteção contra incêndios priorizam que, uma vez já existente o incêndio, sua propagação para os demais ambientes da edificação seja contida, por aspectos construtivos ou equipamentos (CARNIELETTO; DE CASTRO; ARAÚJO, 2019).

Dessa forma, Karlten (2019) cita que medidas de prevenção devem ser prioritárias. O nível de segurança é sempre maior se o incêndio for evitado, pois, por menor que ele seja, sempre causará danos. Medidas administrativas simples podem, diante disso, assumir um grande papel, uma vez que podem ser executadas com poucos recursos econômicos e atingir altos níveis de eficácia como estratégias de prevenção. Elas se correlacionam a:

- Orientações instrutivas: os ocupantes e a brigada de incêndio devem ser instruídos sobre como extinguir um incêndio. E, além do manuseio adequado dos equipamentos, planos devem ser realizados para evitar danos desnecessários na estrutura no processo de contenção de um incêndio e proteger qualquer objeto valioso que o edifício venha a ter;
- Armazenamento seguro do lixo;
- Cuidados especiais durante obras de restauro;
- Rotinas de controle de aparelhos elétricos (em um prédio de uso limitado, por exemplo, convém propor como sugestão desligar a eletricidade em momentos de desuso);
- Cascalho no entorno dos edifícios para evitar a propagação de um incêndio por meio da grama – aceiros (Outro exemplo seria investimentos em jardinagem);
- Fechaduras antifurto (evitar incêndios criminosos);

Um exemplo de como a Noruega está à frente de seu tempo na aplicação de medidas preventivas contra incêndio são suas igrejas. Em 1980, grande parte delas já possuía algum sistema de detecção de incêndio. O trabalho foi intensificado na década de 1990 em razão da ascensão da ameaça de incêndios criminosos nestas estruturas. Durante um período de 5 anos, medidas extensas foram realizadas para minimizar o risco de possíveis incêndios (KARLSEN, 2019). As principais estratégias implantadas estão ilustradas na Figura 16.

Figura 15 - Estratégias preventivas de incêndio aplicadas às igrejas norueguesas



Fonte: Karlsen (2019) adaptado pela autora

Além dessas medidas, a Noruega foi pioneira em testes envolvendo o sistema *Water Mist*. A partir do diagnóstico de que a quantidade de água liberada pelos aspersores poderia danificar o interior decorado das igrejas, iniciaram-se testes envolvendo métodos alternativos, uma vez que o sistema de gás estava fora de cogitação por requerer um edifício hermético para eficiência. O sistema se caracteriza pelo uso de água pressurizada e aspersores específicos que dispersam o líquido por meio de pequenas gotas. O método não extingue um incêndio, apenas o controla. Exige apoio de medidas adicionais para extinção (LOG; CANNON-BROOKES, 1995).

Também se propôs a instalação de mini *fire stations* para abastecimento de água quando a estrutura não possui uma. Trata-se de contêineres instalados próximo às estruturas com mangueiras de até 50 metros e reservatórios de água de 6 a 10 m³ (KARLSEN, 2019).

Kristoffersen e Log (2022) descrevem que outra medida implementada de forma satisfatória nas cidades de madeira Norueguesas foi a utilização de câmeras com a tecnologia IR⁵. No caso de um incêndio ao ar livre, as câmeras detectarão e emitirão alarmes de forma eficaz, desde que haja uma linha de visão clara entre a câmera e o incêndio. No caso de um incêndio iniciar dentro de uma casa, a tecnologia só detectará o sinistro quando o fogo atravessar uma janela ou telhado. No entanto, quando alertados, os bombeiros podem usar a função do circuito fechado de monitoramento (*closed circuit television – CCTV*) para confirmar possível situação crítica.

Um exemplo ocorreu na cidade de Risor, em fevereiro de 2021. Duas câmeras com tecnologia IR monitoravam o local e, durante a madrugada, uma das câmeras soou o alarme.

⁵ Se trata do mecanismo Infravermelho presentes na câmera. Serve para obter imagens em ambientes sem iluminação ou iluminação muito baixa.

Pelo circuito CCTV, o incêndio foi confirmado pelos bombeiros locais que acionaram um alarme geral na vila, por ser um incêndio de grande potencial. Quando os bombeiros chegaram, a casa já estava totalmente envolvida pelo fogo (KRISTOFFERSEN; LOG, 2022).

Imagem 32 - Incêndio na vila histórica de Risør, Noruega

a) Casa em incêndio pós flash over



b) Danos pelo incêndio



Fonte: Kristoffersen e Log (2022)

O clima local permitiu, na época, que a madeira seca contribuísse para um *flash over* precoce (LOG, 2016). O relatório do incidente considerou que a atuação das câmeras IR foi crucial para impedir que o fogo se propagasse para outras edificações do entorno. Este é o primeiro incêndio conhecido em que as câmeras IR remotas tiveram grande contribuição na mitigação de um incêndio, impulsionando aumento significativo de interesse nesta tecnologia aplicada a este assunto (KRISTOFFERSEN; LOG, 2022).

Kristoffersen e Log (2022) complementam que a combustibilidade da madeira varia de acordo com as condições climáticas, em particular em relação à umidade relativa do ar. Além da contribuição do vento na propagação. Dessa forma, novos métodos que diagnosticam a ocorrência de picos de risco de incêndio podem ajudar a focar a atenção em períodos adversos, criando prevenção de risco dinâmica. Quando o perigo é conhecido, podem ser consideradas medidas de compensação para esses momentos em particular.

Melhorias na modelagem computacional também podem ser utilizadas para identificar fatores de risco, como o demonstrado por Huang para o sítio do patrimônio histórico de Shuri, incendiado em 2019 (HUANG, 2020), por exemplo. Tal modelagem, aliada ao conhecimento sobre as propriedades da madeira, principalmente quando estiver seca, pode contribuir para uma análise de risco de incêndio mais concreta (KRISTOFFERSEN; LOG, 2022).

Dentro do contexto apresentado verifica-se que a Noruega possui lições importantes baseadas em experiências passadas que podem contribuir de forma significativa na adoção de estratégias preventivas de incêndio aplicadas a edificações de madeira. Evidencia-se que tal

problemática não é particular do local, mas recorrente em outros locais do mundo. Cabe elencar que a essência das atitudes preventivas norueguesas pode sim inspirar novas soluções. Compete aos responsáveis e profissionais da área admitir essas problemáticas, avaliar as possíveis soluções e propor medidas que se adaptem a cada caso.

2.4 LEGISLAÇÕES E NORMATIVAS APLICÁVEIS

Sobre as legislações e normativas aplicáveis, durante a análise do estado da arte referente ao tema, constatou-se que as mais abordadas pelos autores são: a NFPA 914 (*code for the protection of historic structures*), e o Eurocódigo 5 (parte 1 e 2), que trata do *design* de estruturas de madeira. Além destas, o existente no Brasil também foi elencado.

2.4.1 NFPA 914 – *Code for fire protection of historic structures*

Perdas ocasionadas por um incêndio em edifícios de interesse histórico são, na maioria dos casos, resultado das vulnerabilidades resultantes da falta de compreensão, seja por parte dos profissionais da área ou responsáveis pela estrutura, de se respeitar as configurações únicas e originais que essas edificações possuem. O problema está quando as abordagens voltadas à implementação de medidas de proteção contra incêndio são aplicadas sem análise dos impactos que irão causar (WATTS; SOLOMON, 2002). É a partir dessa abordagem que a NFPA (*National Fire Protection Association*), organização sem fins lucrativos, busca uma filosofia centrada na flexibilidade e inovação na criação de diretrizes eficazes voltadas à proteção contra incêndio de edifícios históricos.

Watts e Salomon (2002) descrevem que um dos principais problemas voltados ao direcionamento de investimentos com este fim em edificações históricas é que eles não aumentam a percepção pública da instituição, tampouco atraem grandes multidões. Isso induz que estas intenções fiquem em segundo plano.

A NFPA 914, dentro deste contexto, estabelece um documento legalmente aplicável para qualquer jurisdição que deseje promover o mínimo de segurança e proteção contra incêndio a suas edificações com características históricas. Correlaciona que a identificação dos riscos substanciais é crucial como aspecto inicial, uma vez que, a partir disso, pode-se diagnosticar os métodos mais viáveis para corrigir estes problemas de forma a não prejudicar a integridade histórica do edifício.

É por esse motivo que se faz necessário um levantamento sobre a construção, listando as características que a tornam historicamente importante. Assim é possível avaliar as opções disponíveis antes da elaboração de um plano de ação corretiva, que pode ser baseado tanto em ações prescritivas, quanto em desempenho (WATTS; SOLOMON, 2002).

Quando uma abordagem prescritiva se torna mais adequada, no caso de estruturas pequenas, por exemplo, a NFPA 914 esclarece que as estratégias adotadas no edifício precisam atender às alternativas dispostas na NFPA 101 de proteção à vida, e adotar algumas medidas de compensação que devem ser documentadas. As sugestões são a adoção de sistemas de detecção e alarme com sinais transmitidos para uma central de monitoramento ou diretamente para o corpo de bombeiros local, a instalação de sistemas de supressão automática, ou manual, ou uma combinação de ambos e a instalação de disjuntores que desarmem, desativando automaticamente a distribuição de energia em caso de curto-circuito ou sobrecarga (NFPA, 2019).

Além disso, recomenda tratamentos com retardante de fogo, tanto ao edifício quanto ao seu conteúdo constituído de madeira. Ainda, havendo a possibilidade, a instalação de fechamentos entre os ambientes de forma a impedir a propagação horizontal de fogo e fumaça, separando áreas dos edifícios de ambientes que possam ter um perigo específico gerador de uma ignição (NFPA, 2019)

A abordagem baseada em desempenho, por sua vez, pode ser um método mais flexível e abrangente que pode propor soluções mais eficazes e viáveis a estruturas históricas maiores com grau de complexidade elevado. O cenário de incêndio avaliado considera as particularidades da edificação, de forma a considerar desde a atividade dos ocupantes, número e posicionamento dentro da edificação até as dimensões e *layout* do ambiente de origem, natureza e importância do conteúdo/mobiliário, propriedades dos itens combustíveis e tipo de fonte de ignição, juntamente com a condição de ventilação do espaço analisado. Segue assim a premissa de que todas as estratégias de proteção contra incêndios devem ser desenvolvidas como um sistema integrado de segurança (SERPA, 2009).

Além das abordagens prescritivas e de desempenho, o código comenta acerca de outros quesitos como a importância que inspeções, testes e manutenções possuem para um plano de prevenção de incêndio eficaz. Ademais que a responsabilidade é do corpo diretivo da edificação. Além de enaltecer que as boas práticas (senso comum) também contribuem para uma estrutura segura contra incêndio.

Essas boas práticas se referem a quesitos como: a limpeza geral da edificação, que pode ajudar a garantir que combustíveis excessivos ou desnecessários não sejam acumulados ou

armazenados de forma insegura, o controle consciente de fontes iniciais de ignição como: aquecedores portáteis e equipamentos de preparação de alimentos que podem ser utilizados com segurança quando as precauções são tomadas e o estabelecimento de protocolos de segurança. Também quando se planeja uma atividade atípica na edificação, deve-se avaliar a adoção de medidas preventivas temporárias se for necessário (WATTS; SOLOMON, 2002).

Diante do disposto por este código, nota-se que os itens descritos são coerentes com o que foi citado pelos diversos autores relacionados no desenvolvimento do estado da arte desta dissertação. Constatou-se que as recomendações são viáveis e podem ser aplicadas às edificações antigas de madeira com requalificação de uso situadas no estado de Santa Catarina, mesmo que não possuam nenhum grau de tombamento.

2.4.2 Eurocódigo 5

Os Euro códigos se caracterizam por formar um conjunto de normas europeias que se destinam à verificação da segurança em estruturas. O Euro código que se destina à análise de estruturas de madeira é o número 5. Ele estabelece um processo de dimensionamento baseado no conceito dos estados limites com coeficientes parciais de segurança. Dessa forma, aplica-se na concepção estrutural de edifícios e obras de engenharia civil concebidos em madeira maciça, laminados colados, entre outros derivados. Proporciona, dessa forma, requisitos mínimos de resistência mecânica, durabilidade, manutenção e resistência ao fogo (COIMBRA; BRITO, 2004).

Mais especificamente sobre a resistência ao fogo, Da Fonseca (2017), em sua dissertação de mestrado, elaborou uma correlação entre a resistência ao fogo de elementos de madeira estabelecidas pelo Euro código nº5 com a reabilitação de edifícios antigos em Portugal. Porém, concluiu que não é fácil a aplicação deste código nos casos de reabilitação de edifícios de interesse histórico, porque se trata de intervenções extremamente intrusivas, priorizando a proteção de elementos estruturais com camadas, conforme o citado por Chorlton e Gales (2020) anteriormente, por exemplo.

Por este motivo, ela conclui que é complexa a utilização desta orientação normativa para este caso em específico, uma vez que, normalmente, diante do descrito, as estratégias mais recorrentes são o uso de vernizes e tintas intumescentes como forma de diminuir a ação do fogo, pois não prejudicam a originalidade da construção. Outra forma coerente de se combater as dificuldades citadas pela autora são meios primários de intervenção correspondentes à segurança ativa (DA FONSECA, 2017).

2.4.3 Diretrizes Brasileiras

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a responsável por normatizar estes e outros requisitos. Ela estabelece que, acerca de estruturas de madeira, as orientações dispostas na NBR 7190/1997 devem ser seguidas, norteadas as condições gerais de dimensionamento de estruturas de madeira. Entretanto, não define parâmetros de cálculo para condições de incêndio, nem traz em seus itens qualquer tópico relacionado ao assunto de incêndio ou fogo na estrutura. Já a NBR 14432/2001 define que toda estrutura deverá ser capaz de garantir a segura evacuação dos ocupantes, a segurança das operações de combate ao incêndio e a minimização dos danos a edificações do entorno. Porém esta não é responsável por definir as condições para o dimensionamento específico de estruturas de madeira em condição de incêndio (TOLEDO, 2018).

Acerca das instruções normativas brasileiras de segurança contra incêndio, Pollum (2016) descreve ainda que cada unidade federativa é responsável pela elaboração dos próprios códigos. Isso gera certa heterogeneidade nos graus de exigência e lacunas na abordagem de algumas questões, como é o caso da segurança contra incêndio em edificações históricas. Pollum (2016, p. 29) ainda relata que

(...) são poucos estados que abordam o assunto, como: São Paulo, por meio da IT (instrução técnica) nº 40/2011 – Edificações históricas, museus e instituições culturais com acervos museológicos; Minas Gerais pela IT nº 35 – Segurança contra incêndio em edificações históricas; Paraná, pela NPT (norma de procedimento técnico) nº 40/2012 – Edificações históricas, museus, e instituições culturais com acervos museológicos, Goiás, pela NT (norma técnica) nº 05 parte 07/2014 – processo de segurança contra incêndio: edificações existente, históricas e tombadas.

Assim, há poucas orientações que se aplicam especificamente ao patrimônio histórico arquitetônico. Diante disso, a prevenção de incêndio nestas estruturas assume aspecto delicado, principalmente quando são edificadas em madeira. Entre os 26 estados brasileiros e o Distrito federal, somente 9 possuem em suas normativas medidas que tratem especificamente da aplicação de precauções preventivas de incêndio em edificações com características históricas; 6 usam a normativa de outro estado como referência e 12 tratam as edificações históricas como edificação construída, ou seja, não as definem como construções com características diferenciadas, exigindo adaptações coerentes as normas vigentes de segurança (TOLEDO, 2018).

Essa particularidade de autonomia dos estados não é algo específico do Brasil. Remetendo novamente ao caso norueguês, a situação é muito similar. Os deveres são divididos em subtarefas distribuídas em responsabilidades que pertencem à municipalidade, aos proprietários e aos usuários. Uma característica importante das regiões norueguesas é que os locais hoje possuidores de mais sucesso em seus planos de segurança contra incêndio são justamente os que trabalham sistematicamente essas questões há mais de 10 anos com a população (KRISTOFFERSEN; LOG, 2022).

Uma problemática diagnosticada por Kristoffensen e Log (2022) sobre essa divisão é que cada região trabalhou de forma independente, gerando troca de experiências horizontais limitadas. Então, os ensinamentos obtidos a partir de situações que ocorrem em uma determinada cidade histórica, muitas vezes contribuía para o ajuste das normativas daquele local, não compartilhada com o todo. Foi dentro desse contexto que o trabalho dos autores buscou reunir todo esse material, que até então se encontrava disperso.

Voltando ao caso do estado de Santa Catarina, precisamente em relação às instruções normativas do corpo de bombeiros local, elas estabelecem apenas processos e medidas gerais de segurança contra incêndio e pânico no decorrer das suas 35 publicações. Por mais que tenham passado por uma revisão significativa nos últimos dois anos, a questão da preservação do patrimônio histórico contra sinistros desta tipologia ainda não contempla uma instrução normativa que discorra especificamente sobre este assunto no estado catarinense, tampouco que discorra sobre construções antigas de madeira.

A IN 5/2022 do corpo de Bombeiros de Santa Catarina caracteriza que edificação existente é aquela que se encontra edificada, acabada ou concluída na data da publicação da lei 16.157/2013. Então fica a critério do responsável técnico ponderar as melhores soluções pertinentes à situação avaliada, por isso as instruções técnicas dos estados de Minas Gerais e São Paulo são comumente utilizadas como referência, além dos regulamentos internacionais.

Isso não se ilustra necessariamente como uma deficiência, uma vez que outros estados podem possuir uma história mais longa, com experiências mais concretas voltadas a este quesito. Porém proporciona autonomia ao projetista e ao analista do corpo de bombeiros, para avaliar as estratégias viáveis e eficientes correlacionadas às particularidades de cada caso, tornando a importância destes personagens cruciais na salvaguarda desse tipo de edifício.

Sobre os extintores de incêndio nas edificações que são foco deste estudo, o mínimo adequado de se encontrar nestas estruturas é descrito pela NBR 12.693 (sistemas de proteção por extintores de incêndio) e pela IN 006/SC (sistemas preventivos por extintores), que

classificam as edificações quanto ao seu uso e definem museus como edificações de risco de incêndio baixo (300 MJ/m²).

Dentro desses parâmetros, cada pavimento deve possuir no mínimo 2 unidades de extintores. Já riscos específicos devem apresentar extintores em suas imediações, evidenciando de forma implícita que estão ali para proteção de determinada situação. Devem ser instalados nas circulações em que há boa visibilidade e pouca probabilidade de obstrução. O Quadro 10 correlaciona o mínimo que estas edificações deveriam possuir por pavimento e traz duas opções que poderiam ser adotadas, uma vez que se deve priorizar nestas edificações haver extintores suficientes para combater as classes A, B e C por pavimento.

Quadro 10 - Quantidade mínima de extintores indicada por pavimento

Opção	Quantidade	Agente extintor	Classe do fogo	Capacidade Extintora
1	01 unidade 10L	Água (H ₂ O)	A	2-A
		Extingue o fogo por arrefecimento	Fogo em materiais combustíveis sólidos que queimam em superfície e profundidade pelo processo de pirólise deixando resíduos. Ex: Madeira, papel, tecido, borracha.	
	01 unidade 4kg	Pó químico (PQS)	BC	20-B:C
		Abafamento e paralisação da reação em cadeia	B – Fogo em combustíveis sólidos que se liquefazem por ação do calor, queimam somente em superfície, podendo ou não deixar resíduos. Ex. Líquidos e gases inflamáveis C – Fogo em materiais, equipamentos e instalações elétricas.	
2	02 unidades 4kg	Pó Químico (PQS)	ABC	2-A:20-B:C

Fonte: ABNT NBR 12.693/2021 e IN 006 da CBM/SC adaptado pela autora

Fraga e Paiva (2011) ainda complementam que estes extintores devem estar a uma distância máxima de 15 metros a ser percorrida dos pontos extremos do pavimento e estar sinalizado fixo à parede com uma altura final de 1,60m. Caso não haja esta possibilidade de instalação deve estar disposto em tripés.

As instruções técnicas da corporação dos estados de Minas Gerais e São Paulo (respectivamente na IT 35 e na IT 40) ainda complementam que deverão ser previstos extintores (água, pó químico ou CO₂) nas áreas das edificações nas quais não houver a presença de elementos artísticos integrados ou móveis. Nos ambientes onde haja presença desses acervos artísticos protegidos e itens documentais, é obrigatória a utilização de extintores que levem em

conta as características do acervo e possíveis danos eventualmente provocados pelos agentes extintores. Recomenda-se, a utilização de equipamentos de extinção com base de gás inerte (por exemplo, CO₂).

Especificamente sobre os extintores de água, cabe ressaltar que não estão sendo comercializados de forma significativa atualmente, pois seu peso elevado dificulta o manuseio por parte do usuário. Já o extintor de CO₂ é inodoro, incolor e não conduz eletricidade, isso faz com que seja indicado para incêndios de classe B e C. Pode ainda ser usado para incêndios de classe A também de maneira eficiente.

Fraga e Paiva (2011) descrevem que, no caso específico de museus, os extintores mais indicados são o de CO₂ ou de pó químico, pois, além de serem mais leves no momento da sua manipulação, combatem o incêndio com danos menores aos objetos de valor envolvidos. O extintor de CO₂ ainda possui uma vantagem dentro desse contexto: não deixa resíduos e é o mais eficaz quando o fogo é proveniente de instalações elétricas precárias, situação comum neste tipo de edificação. Diferentemente do de água pressurizada que pode molhar e danificar algumas peças. O extintor de pó químico ABC também é uma alternativa viável.

Nos espaços cujas paredes sejam completamente ornamentadas, revestidas por elementos artísticos ou que não apresentem resistência estrutural adequada, o sistema de extintores sobre rodas, ou pedestal (Tripé) é o indicado. Ono e Moreira (2011) ainda complementam sobre essa questão acerca das inspeções mínimas. Estes quesitos estão dispostos no Quadro 11.

Quadro 11 - Inspeções mínimas que devem ser previstas para extintores portáteis

COMPONENTE/AÇÃO	PERIODICIDADE
Inspeção visual para checagem do nível de carga;	Trimestral
Esvaziamento dos vasilhames e recarga	Anual
Teste hidrostático dos vasilhames	A cada 5 anos

Fonte: Ono e Moreira (2011) adaptado pela autora

Sobre a sinalização de emergência, as instruções técnicas ressaltam que o sistema de iluminação de emergência e de sinalização de abandono de local pode ser incorporado à iluminação convencional com vista a minimizar a interferência no espaço, levando em consideração o impacto em relação à poluição visual e sua intensidade deve ser suficiente levando em conta a possível penetração da fumaça nas áreas. A sinalização de orientação e salvamento não será obrigatória nas edificações ou áreas compartimentadas que se encontrem no pavimento térreo, com saída de emergência direta para logradouro público, onde a saída seja visualizada de todos os pontos e a distância máxima a percorrer seja inferior a 15,0 m.

Diante deste contexto, verifica-se como é importante analisar e compreender as situações que ocorreram em outros locais do mundo, de forma a tirar lições que possam contribuir de maneira concreta na preservação das edificações de interesse histórico catarinenses, para complementar as regulamentações vigentes, ao mesmo tempo em que proporcionam soluções eficientes coerentes a cada caso analisado, não prejudicando sua integridade e originalidade. esses itens, na maioria das vezes, enaltecem uma identidade local.

3 METODOLOGIA

A pesquisa em questão constitui-se de forma qualitativa, uma vez que proporciona o entendimento das singularidades de um determinado assunto que se vale de técnicas a serem adotadas para a construção da realidade, além de se apropriar de estratégias e métodos para quantificá-los (KOCHE, 1997).

Conforme descrito nos objetivos específicos, após o diagnóstico dos incidentes de incêndio já ocorridos em edificações de madeira históricas, suas causas e a identificação das principais estratégias de prevenção exploradas ao redor do mundo, optou-se por explorar, como método de pesquisa, a análise de estudos de caso reais por levantamentos *in loco* e entrevistas semiestruturadas com os responsáveis de cada estrutura selecionada, para diagnóstico das particularidades destas construções localizadas em Santa Catarina. Também foram analisados dois projetos preventivos de incêndio sugeridos a edificações desta tipologia, como forma de averiguar as estratégias que vêm sendo empregadas pelos profissionais da área.

Um projeto de pesquisa similar a este foi desenvolvido em Malaca, na Malásia, em 2018 (AKASHAH *et al*, 2018), a fim de investigar o risco de incêndio do centro histórico da cidade. No trabalho foram escolhidos três museus para análise de suas particularidades e estratégias de prevenção adotadas.

Os autores citam que a pesquisa se apropriou da análise por meio de inspeções visuais e entrevistas semiestruturadas com os funcionários dos museus. Observou-se, a partir da auditoria, que as edificações estavam expostas a diversos tipos de riscos, como: más práticas de limpeza, rotas de fuga precárias, falta de acessibilidade, além de medidas de segurança contra incêndio insuficientes quando correlacionadas as normativas nacionais. As existentes não possuíam nenhum laudo de manutenção periódica. A metodologia empregada para o levantamento destes dados está disposta no Quadro 12.

Quadro 12 - Exemplo de metodologia diagnosticada na revisão do estado da arte

METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS PARA ESTUDOS DE CASO		
Etapa	Procedimento	Descrição
1	<i>Inspeção visual</i>	Preenchimento de uma lista de verificação expondo o observado <i>in loco</i> (material não fornecido pelo autor);
2	<i>Registro fotográfico</i>	Evidência física dos aspectos diagnosticados;
3	<i>Levantamento arquitetônico</i>	Conferência de medidas lineares básicas importantes para a análise do risco de incêndio;
4	<i>Entrevistas semiestruturadas</i>	Conversa com os funcionários dos museus para obtenção de algumas informações, como as manutenções dos sistemas de segurança;

Fonte: Akashah *et al* (2018) adaptado pela autora (2022)

A partir disso os autores propõem recomendações para melhorias na proteção contra incêndio nos edifícios observados, com medidas que vão desde a formulação de política de segurança contra incêndio, até garantia de boas práticas de limpeza, inspeção e manutenção regulares. Além de atualização dos sistemas de segurança e treinamentos que incluam simulações de incêndio.

Com o exemplo desta experiência exposta por Akashah (2018) e com base no diagnóstico dos trabalhos de Salleh e Mohtar (2020) e Dong, You e Hu (2022), pretende-se realizar uma análise similar às estruturas catarinenses antigas, requalificadas para a finalidade de uso como museu, que possuem em sua arquitetura madeira, características específicas do processo de colonização do estado.

3.1 SELEÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

As observações *in loco* consistem basicamente na análise da funcionalidade aplicada ao ambiente construído, propiciando a análise dos principais aspectos positivos e negativos de determinado objeto de estudo (LAKATOS E MARCONI, 1992). Para identificar problemas e soluções em uma amostra de edificações antigas de uso ativo estruturadas em madeira, apropriou-se de alguns estudos de caso reais, localizados no estado de Santa Catarina onde, por meio de registros fotográficos e medições, o olhar técnico da arquiteta pudesse extrair informações que, aliadas a um relatório desenvolvido a partir do estado da arte do trabalho e das normativas vigentes, pudesse obter resultados aos itens observados *in loco*.

Um estudo de caso se caracteriza por ser uma investigação empírica que examina de perto um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto no mundo real. Dessa forma, um estudo de caso envolve múltiplas fontes de evidência, pois a pesquisa provavelmente será baseada em uma combinação de itens, como: observações diretas em campo, entrevistas, análise de documentos e fotografias, etc. O estudo de caso múltiplo, dessa forma, permite que a proposição teórica se beneficie da comparação entre os casos, de forma contrastante ou complementar (YIN, 2015).

Yin (2015) ainda discorre que o procedimento utilizando um protocolo de estudo de caso ajuda na triangulação de evidências deste tipo de pesquisa. Com uma série de perguntas ou tópicos direcionados ao analista/pesquisador, ele direciona a linha de investigação apontando os principais itens a serem observados, ao mesmo tempo em que deixa espaço para descobertas e ocorrências inesperadas em campo que podem também agregar nas conclusões do levantamento.

Desta forma foram selecionadas 5 estruturas de madeira localizadas no estado de Santa Catarina, para serem objetos de estudo desta pesquisa. Todas com uso ativo para fins de museu. Estas edificações foram escolhidas, tendo como premissa os seguintes critérios:

- Possuem sua estrutura integralmente construída com madeira;
- Trata-se de edificações antigas que atuam como construções de interesse histórico para as comunidades nas quais estão inseridas, com características arquitetônicas típicas, não sendo necessariamente tombadas;
- Edificações que possuem uso ativo atualmente, recebendo público;
- Permitissem o acesso da pesquisadora à edificação ou aos dados da estrutura (projetos) para realizar as análises necessárias;
- Todas estão sob responsabilidade das prefeituras municipais.

As edificações levantadas estão dispostas no Quadro 13.

Quadro 13 - Relação dos museus selecionados

Nome da Edificação	Localização	Área	Tipo de levantamento
Museu do Vinho Mário de Pellegrin	Videira/SC	485,25m ²	Presencial
Museu Municipal do Vale do Rio do Peixe	Rio das Antas/SC	126,90m ²	Presencial
Museu Municipal João Bedretchuk	Três Barras/SC	198,00m ²	Presencial
Museu Histórico e Antropológico do Contestado	Caçador/SC	466,64m ²	Presencial
Museu Municipal padre Fernando Nagel	Maravilha/SC	139,80m ²	Virtual

Fonte: A autora (2022)

Durante o desenvolvimento da pesquisa foi possível averiguar a situação de cinco edificações de madeira, além da análise do projeto preventivo de incêndio de uma estrutura recentemente restaurada. O Museu Municipal Padre Fernando Nagel foi a única das estruturas selecionadas no Quadro 13 não verificada *in loco*, por sua localização fora do alcance acessível pela pesquisadora. Por isso a entrevista semiestruturada foi realizada de forma virtual com a prefeitura municipal de Maravilha e os profissionais responsáveis pelo museu.

Por se tratar de uma edificação com restauração recente, o museu Padre Fernando Nagel, se apresentou como um exemplo potencial para esta pesquisa da mesma forma que as demais, porque é um estudo de caso objeto de um projeto preventivo de incêndio adaptado às condicionantes que a construção condiciona. Permitiu, dessa forma, pelo material do projeto, e da entrevista semiestruturada realizada de forma *online*, que a pesquisadora pudesse

diagnosticar as atuais práticas que vêm sendo sugeridas para este tipo de edificação por profissionais da área.

3.1.1 Entrevistas semiestruturadas

Martins e Theóphilo (2009) descrevem que a entrevista semiestruturada é conduzida pelo uso de um roteiro, mas com liberdade de serem acrescentadas novas questões pelo entrevistador, explorando o assunto de forma mais ampla conforme a necessidade. Em geral as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal (LAKATOS; MARCONI, 2003). É uma técnica de pesquisa que visa coletar informações, dados e evidências cujo objetivo básico é compreender a experiência que o entrevistado possui referente a determinadas situações e questões (MARTINS; THEÓPHILO, 2009).

Este mecanismo de levantamento de dados foi utilizado com os responsáveis pela administração das estruturas relacionadas, para possibilitar a compreensão de alguns aspectos importantes que não poderiam ser diagnosticados em documentos, como dados particulares referentes à manutenção do edifício. Por intermédio de um roteiro base, disposto no Anexo A desta pesquisa, foram levantados pontos específicos relacionados à estrutura em madeira objeto do estudo. O nome e o cargo dos profissionais envolvidos durante as entrevistas foram ocultados do texto da dissertação de forma a preservar seu direito de anonimato.

3.2 CORRELAÇÃO DOS ITENS LEVANTADOS

A análise do risco de incêndio, no contexto desta dissertação, tem como propósito identificar os riscos presentes nas edificações estudadas, de modo a gerar uma discussão acerca de quais soluções levantadas no estado da arte utilizadas ao redor do mundo, ilustram-se como possibilidades viáveis de serem implantadas nestas estruturas que possuem como particularidade a madeira como material construtivo predominante e sugerem-se mecanismos para potencializar seu sistema preventivo contra incêndio.

Dessa forma alguns elementos que constituem um cenário de incêndio devem ser analisados: geometria, ocupação e localização dos compartimentos, itens que poderiam iniciar uma ignição, conjunto de medidas inibidoras utilizadas, circunstâncias que favorecem o desenvolvimento de um incêndio e propagação. Por fim o comportamento dos usuários perante o incidente (GOUVEIA, 2006). Diante disso, há alguns métodos citados na literatura que buscam avaliar estes riscos. Exemplos destes estão citados no Quadro 14.

Quadro 14 - Exemplos de métodos de avaliação de risco de incêndio

Método	Descrição
Análise da árvore de falhas	Parte da análise do acontecimento de um evento indesejado (fogo, por exemplo), procurando suas causas e cadeia de desastre.
Análise do árvore de eventos	O inverso do método de análise de árvore de falhas, que avalia as consequências dos danos do evento.
Método FINE (Avaliação Matemática de Controle de Risco)	É baseado em dois métodos: um para calcular a intensidade relativa de cada risco, e outro para medir os custos econômicos de ações preventivas desses riscos.
Método do risco intrínseco	Este modelo classifica os riscos de incêndio em edifícios em três níveis: baixo, médio e alto. A classificação é dada em termos da carga de incêndio existente baseado em sua ocupação principal, medido em quilocalorias por metro quadrado.
Método de Edwin E. Smith	O método serve para estabelecer um grau de perigo para os compartimentos existentes e apresentar um modelo de um possível incêndio no edifício em estudo, levando em consideração fatores tais como inflamabilidade, calor e fumaça emitida e velocidade de propagação das chamas.
Método de Gretener	É o método mais abrangente para avaliar os riscos de incêndio. Amplamente utilizado para avaliar os riscos em grandes áreas e instalações. Ele permite avaliar quantitativamente os riscos através da ponderação de fatores levados em consideração na ocorrência de incêndios.

Fonte: Valentin (2009)

A metodologia de avaliação de Gretener, dentre as outras ilustradas no Quadro 14, foi cogitada durante o desenvolvimento da pesquisa, para ser utilizada durante a análise dos estudos de caso. Porém, no decorrer dos levantamentos, constatou-se que, por se tratar de edificações concebidas anteriormente à edição de normas no tema proteção e combate a incêndio, parte das variáveis exigidas durante o processo de cálculo seriam nulas, isto é, não atribuem a eficácia desejada ao método.

Diante desse cenário, optou-se por se realizar um *checklist* base com perguntas que derivam dos aspectos diagnosticados como importantes no decorrer do levantamento do estado da arte e com base nas legislações vigentes. Constatou-se assim que entrevista semiestruturada com os responsáveis e os levantamentos adotados a partir deste *checklist* seriam mais promissores.

Com base nos critérios adotados como procedimentos metodológicos, estabeleceu-se um protocolo de análise para realização do levantamento de dados das estruturas escolhidas. A pretensão da análise local dos estudos de caso é observar questões como: características construtivas, materiais armazenados, pessoas instruídas quanto ao combate ao incêndio, além de questões específicas do projeto arquitetônico do edifício que podem interferir nos pontos abordados por este estudo.

Dessa forma, o levantamento possui como base o discutido na revisão do estado da arte e obedeceu ao processo de levantamento de dados disposto no Quadro 15.

Quadro 15 - Metodologia do levantamento dos estudos de caso

Etapa	Descrição da etapa	Descrição	Material de apoio
1	Entrevista Semiestruturada	Com responsáveis de cada museu;	Estrutura disposta no Anexo A
2	Levantamento arquitetônico	Croqui da planta baixa da edificação dispoendo a compartimentação interna da mesma, com levantamento das dimensões básicas e os itens relacionados a prevenção ativa contra incêndio diagnosticados;	Material disposto no Anexo D
3	Preenchimento do <i>Checklist</i>	Informações verificadas interna e externamente com descrição dos materiais combustíveis predominantes bem como possíveis particularidades adicionais diagnosticadas;	Material disposto no Anexo B e C
4	Relatório Fotográfico	Fotografias da fachada e dos ambientes da edificação, bem como registro das particularidades positivas e negativas observadas;	-

Fonte: a autora

Para o museu Municipal Padre Fernando Nagel, por se tratar de uma edificação que atualmente se encontra em ótimas condições por ter sido objeto de restauro recente, o procedimento de levantamento de dados cumpriu a etapa 1, realizada de forma *online* com os responsáveis da estrutura; já a etapa 2, neste caso em específico, teve o projeto preventivo de incêndio, instalado na edificação, fornecido pelo poder público municipal. Os passos 3 e 4 foram realizados com base em imagens fornecidas pela responsável da estrutura que, por solicitação da pesquisadora, foram registradas no mês do levantamento citado no Quadro 13 e encaminhadas por meio de um aplicativo de mensagens instantâneas.

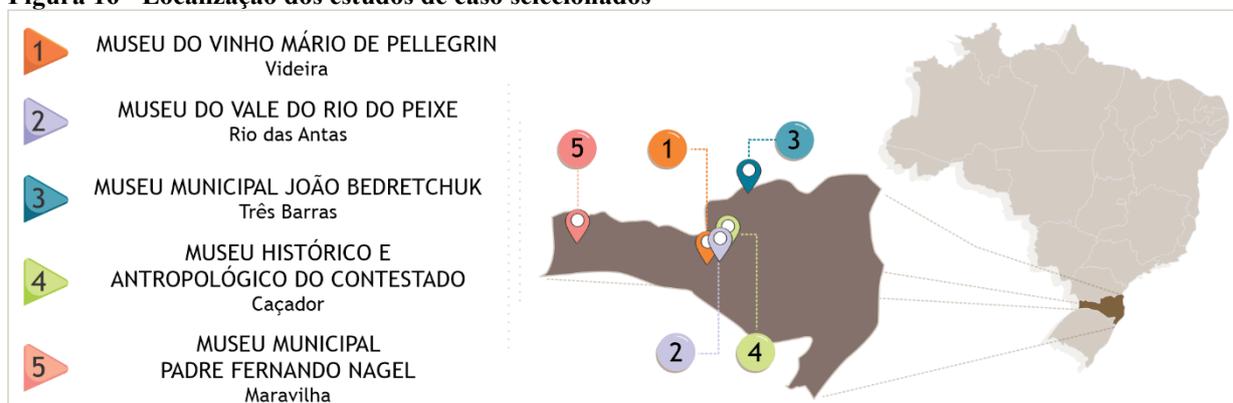
A visita da pesquisadora a esta estrutura em particular não se tornou viável pela sua localização distante do raio de abrangência que a mesma possuía recursos para atingir. Mesmo diante dessas condicionantes, esta e as outras estruturas geraram dados interessantes para posterior análise e encontram-se dispostos na seção a seguir.

4 ESTUDOS DE CASO

Conforme descrito nos objetivos específicos desta pesquisa, foram realizados alguns levantamentos em estruturas de madeira antigas adaptadas ao uso de museus. A proposta foi analisar suas particularidades, sejam elas positivas ou não, de forma a contribuir com situações reais e catarinenses. A partir disso, foi possível avaliar quais são as alternativas utilizadas nestas edificações e se elas se apresentam adequadas.

As edificações em madeira investigadas foram: museu do Vinho Mário de Pellegrin, situado na cidade de Videira e tombado a nível estadual; museu municipal Vale do Rio do Peixe, localizado no município de Rio das Antas; museu municipal João Bedretchuk em Três Barras; museu histórico e antropológico da região do contestado em Caçador; e museu municipal Padre Fernando Nagel de Maravilha. Este último tombado a nível municipal.

Figura 16 - Localização dos estudos de caso selecionados



Fonte: a autora

Os quatro primeiros foram objeto de levantamentos *in loco* pela pesquisadora. O museu histórico e antropológico da região do contestado forneceu um projeto preventivo de incêndio aprovado para a estrutura, porém não executado até o dia do levantamento desta pesquisa. Enquanto o último museu, situado em Maravilha e com a restauração mais recente, teve a entrevista semiestruturada realizada de forma virtual com a museóloga responsável e os projetos de restauro e prevenção de incêndio fornecidos pela prefeitura municipal, juntamente com o memorial do PPCI disposto no Anexo E.

Dessa forma, propõe-se na seção a seguir a análise das condições diagnosticadas nas estruturas localizadas em Videira, Rio das Antas e Três Barras. Além de uma análise dos projetos preventivos de incêndio propostos para as estruturas de Caçador e Maravilha, de forma a pontuar as estratégias adotadas em cada edificação.

4.1 MUSEU DO VINHO MÁRIO DE PELLEGRIN

Edificação construída no ano de 1931, a estrutura que hoje abriga o museu do Vinho Mário de Pellegrin, na cidade de Videira, teve como objetivo principal, inicialmente, atuar como casa canônica e abrigo para os jovens padres salvatorianos que chegavam à região meio oeste do estado. Foi a primeira obra a ser construída na cidade. A estrutura hoje sintetiza com maestria os conhecimentos trazidos pelos primeiros colonizadores italianos e alemães (SILVA, 1985).

Sua estrutura é composta por: um porão de pedras ciclópicas, além de um térreo, primeiro pavimento e sótão constituídos inteiramente em madeira de pinheiro (*Araucária Angustifolia*). Possui elementos característicos da arquitetura colonial italiana, como: lambrequins, mãos francesas esculpidas, portas duplas com entalhes decorativos e janelas com venezianas, conforme ilustrado na Imagem 32, abaixo.

Imagem 33 - Museu do Vinho Mário de Pellegrin

a) Vista da fachada principal



b) Vista dos fundos



Fonte: a autora (2022)

Durante longos anos, o método de tratamento utilizado como forma de preservar as tábuas de madeira era a aplicação de um selante constituído de pigmentos em pó misturados com óleo de linhaça, clara de ovo e água. Sua primeira pintura externa, com as tintas convencionais conhecidas hoje, só foi efetuada anos após a conclusão da obra (BIASI; CAMARA, 2017).

Em 1983, a construção foi adquirida e tombada como patrimônio histórico municipal e posteriormente, em 2002, também foi tombada pelo estado. Bogo (2017) destaca que, dos 10 municípios do estado com maior percentual de domicílios em madeira, apenas Videira possui esta edificação como representante deste material construtivo tombada a nível estadual. Isso comprova que a preocupação com a preservação do patrimônio histórico arquitetônico construído em madeira ainda está incipiente na região.

O museu do Vinho Mário de Pellegrin, dessa forma, retrata a história que ainda persiste viva na memória do município de Videira. Um resumo de seus dados principais está disposto no Quadro 16, abaixo.

Quadro 16 - Dados principais do Museu do Vinho Mário de Pellegrin

<i>Identificação do museu</i>	<i>Museu do Vinho Mário de Pellegrin</i>
<i>Proprietário</i>	Prefeitura Municipal de Videira
<i>Nível de tombamento</i>	Estadual
<i>Localização</i>	Rua Padre Anchieta, 344, Bairro Matriz, Videira/SC
<i>Ano de construção</i>	1931
<i>Horário de funcionamento</i>	De terça a sexta feira: das 8h00 às 12h00 e 13h00 às 17h00 Domingos: das 14h00 às 17h30
<i>Relação de áreas</i>	Porão: 109,65m ²
	Térreo: 145,56m ²
	Primeiro pavimento: 115,44m ²
	Segundo pavimento (Sótão): 114,60m ²
<i>Área total construída</i>	485,25m ²

Fonte: A autora

4.1.1 Descrição do levantamento

O levantamento para realização das análises *in loco* dos parâmetros de prevenção de incêndio presentes na edificação foi realizado através de inspeções visuais. Inicialmente com uma entrevista semiestruturada com a pessoa responsável pelo museu, discutiu-se também acerca das particularidades do edifício.

Na ocasião, descreveu-se que, atualmente, a construção atua com o recebimento de público que prestigia tanto as exposições fixas dispostas no térreo e primeiro pavimento do edifício, quanto as exposições itinerantes normalmente alocadas no sótão. O porão, além de possuir um acervo fixo, também recebe alguns itens temporários dependendo da necessidade. As exposições são destinadas ao relato da história do município e descrição do processo de fabrico do vinho, elemento essencial para o desenvolvimento da cidade. As visitas à estrutura são permitidas tanto no formato de agendamento, quanto durante o horário de funcionamento disposto no Quadro 16. Em média são recebidos 600 visitantes mensais.

Em relação à instrução dos funcionários sobre a atitude a ser tomada em uma situação de incêndio, diagnosticou-se que o último treinamento realizado com a corporação do corpo de bombeiros local ocorreu em 2014, período no qual foi aprovado o projeto preventivo de incêndio implantado no edifício atualmente. Não há treinamentos desde então. A responsável pelo museu comenta que se houvesse a necessidade de utilizar um extintor, não saberia a forma correta de manuseá-lo. Além disso, não há nenhum tipo de plano de evacuação de retirada de itens importantes do acervo caso haja necessidade em situação de sinistro.

A limpeza na edificação acontece de forma semanal (segunda-feira) quando o museu fica fechado ao público para realização dos procedimentos necessários. A última inspeção geral realizada no edifício ocorreu em 2017 e envolveu a pintura externa e troca de toda a rede elétrica. Atualmente, em um intervalo trimestral, há um responsável que realiza inspeções preventivas na fiação, tomadas e lâmpadas.

Imagem 34 - Componentes da rede elétrica

a) Tipo de tomada utilizada



Fonte: A autora

b) Fiação abrigada dentro de eletrodutos



Especificamente sobre a parte elétrica, durante o levantamento, constatou-se que está em ótimas condições. O edifício se apropria de algumas tomadas de sobrepor dispostas ao longo das paredes e de eletrocalhas, eletrodutos e trilhos eletrificados para iluminação em praticamente todas as salas de exposição, conforme ilustrado na Imagem 34.

Imagem 35 - Circulação do térreo: Eletrocalha e trilhos eletrificados



Fonte: a autora

Sobre a planta da edificação, pelo levantamento da pesquisadora, constatou-se que ela contempla: um porão, constituído de paredes ciclópicas em pedras, o térreo, totalmente construído em madeira e abriga atualmente a administração, cozinha e duas salas de exposição. Já o segundo pavimento abriga duas salas de exposição, o setor museológico e o setor técnico do museu. Por fim, um sótão destinado a exposições temporárias.

Imagem 36 - Acervo do porão

a) Vista do acervo



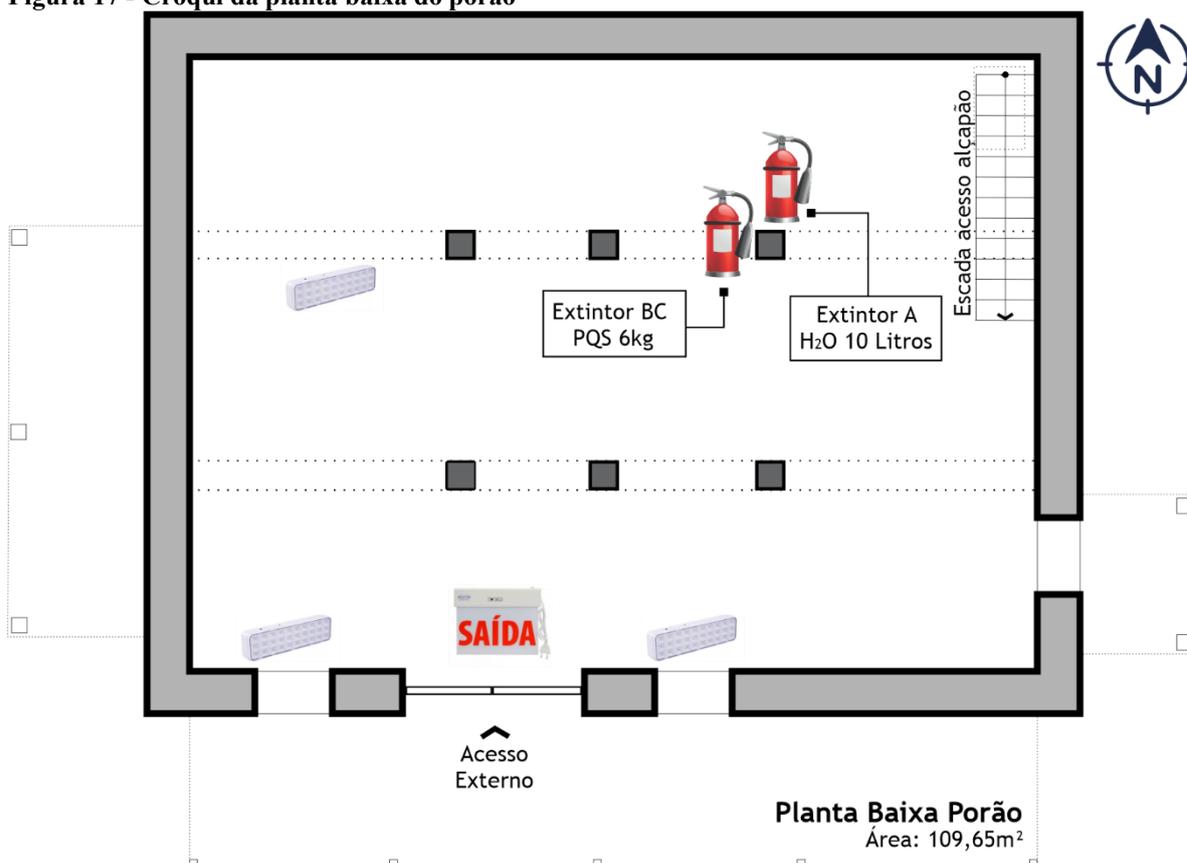
b) Vista do expositor de pipas



Fonte: a autora

O porão se caracteriza apenas por uma sala de exposições com diversos itens correlacionados ao cultivo da uva e ao fabrico da graspa. Diagnosticou-se neste pavimento a presença de 2 extintores (um do tipo BC de 6 kg, de pó químico seco e outro do tipo A de 10 litros de carga de água pressurizada), além de sinais luminosos indicando a saída, juntamente com 3 luminárias de emergência autônomas, posicionadas conforme ilustrado na Figura 18. O piso deste ambiente é de pedras basálticas e os materiais existentes em maior quantidade nos itens expostos são a madeira, vidro e itens metálicos.

Figura 17 - Croqui da planta baixa do porão



Fonte: a autora

O primeiro pavimento, por sua vez é dividido em 5 ambientes e circulação. Uma das salas se destina aos trabalhos administrativos (com equipamentos como computador, *notebook* e impressora); e outra para a parte de cozinha (com apenas uma geladeira e um micro-ondas para aquecimento dos alimentos). As demais salas se destinam a exposições permanentes que retratam o processo do cultivo da uva.

Os itens que estão alocados nestas salas são constituídos em sua maioria de madeira, vidro e ferro. Não há nenhum tipo de tecido, nem cortinas que pudessem servir como uma possível fonte de ignição. Exemplificando o acervo citado, tem-se o apoio da Imagem 36.

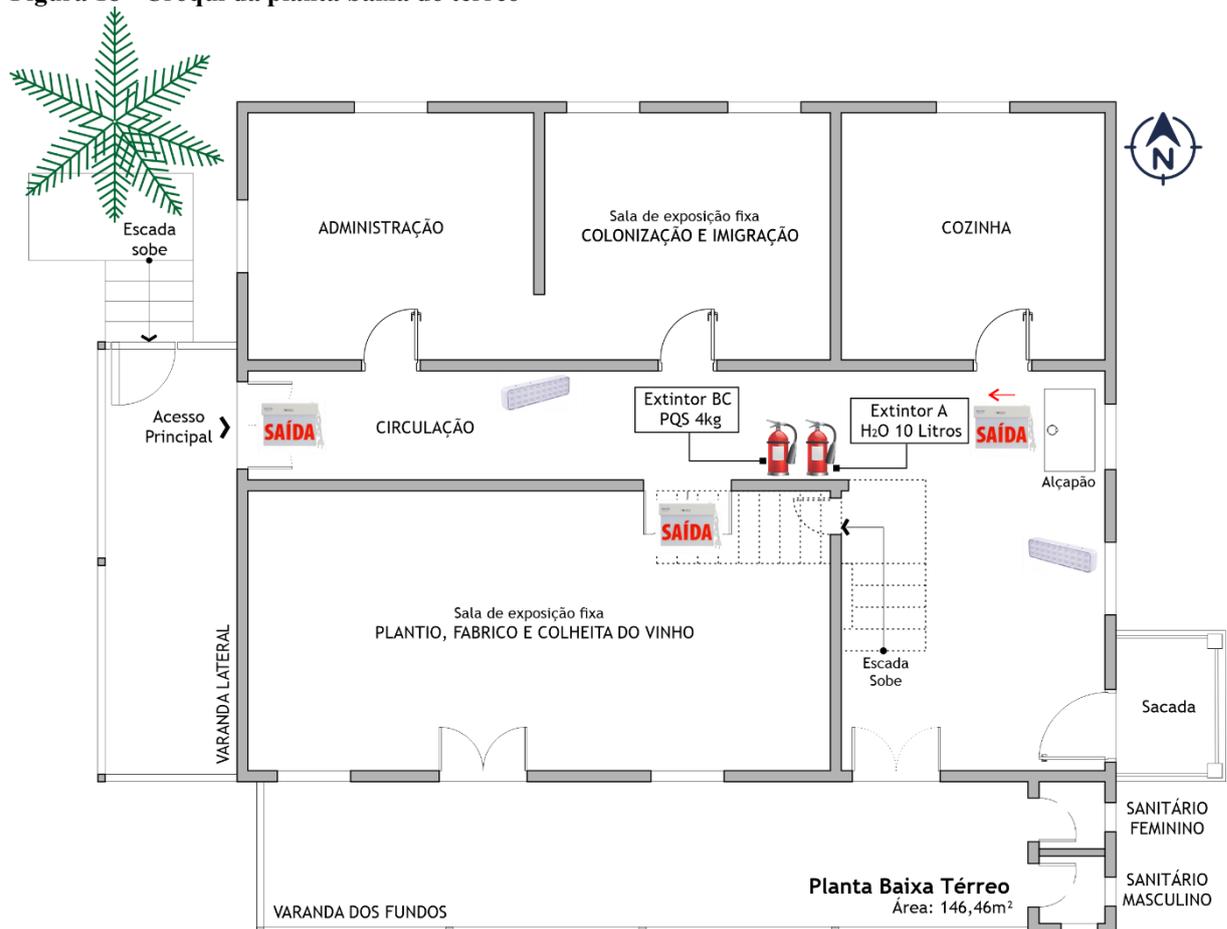
Também se constatou a presença de 2 extintores (um do tipo BC de 4 kg de pó químico seco e outro do tipo A 10 litros com carga de água pressurizada), além de luminárias de emergência. O *layout* do pavimento e a disposição dos extintores apresentam-se ilustrados na Figura 19.

Imagem 37 - Exposição: plantio, colheita e fabrico do vinho



Fonte: a autora

Figura 18 - Croqui da planta baixa do térreo



Fonte: a autora

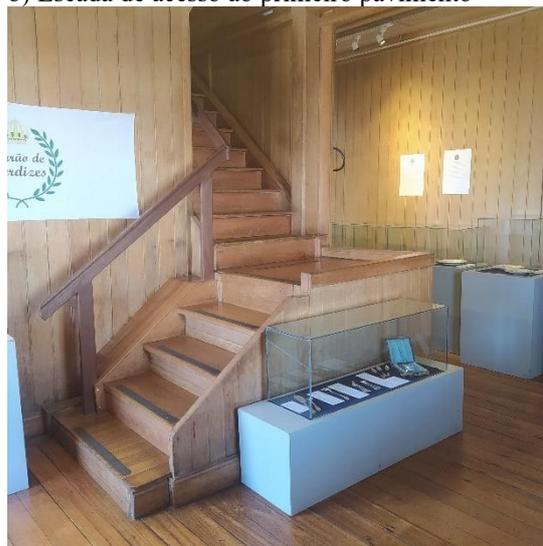
Por uma escada de madeira é possível o acesso ao primeiro pavimento do museu. Cabe mencionar aqui que foram diagnosticados alguns obstáculos relacionados à acessibilidade na estrutura, tanto na entrada principal, em que o acesso é proveniente por 5 degraus, quanto no acesso ao primeiro pavimento e sótão, conforme ilustrado na Imagem 37 (a e b). Porém, por se tratar de uma edificação tombada, alterações na estrutura para adaptação deste quesito são limitadas. Por este aspecto não ser o ponto de análise principal da pesquisa, não se levantou em suas minúcias, mas fica como sugestão para trabalhos futuros.

Imagem 38 - Acessibilidade do museu do Vinho Mário de Pellegrin

a) Acesso principal do edifício



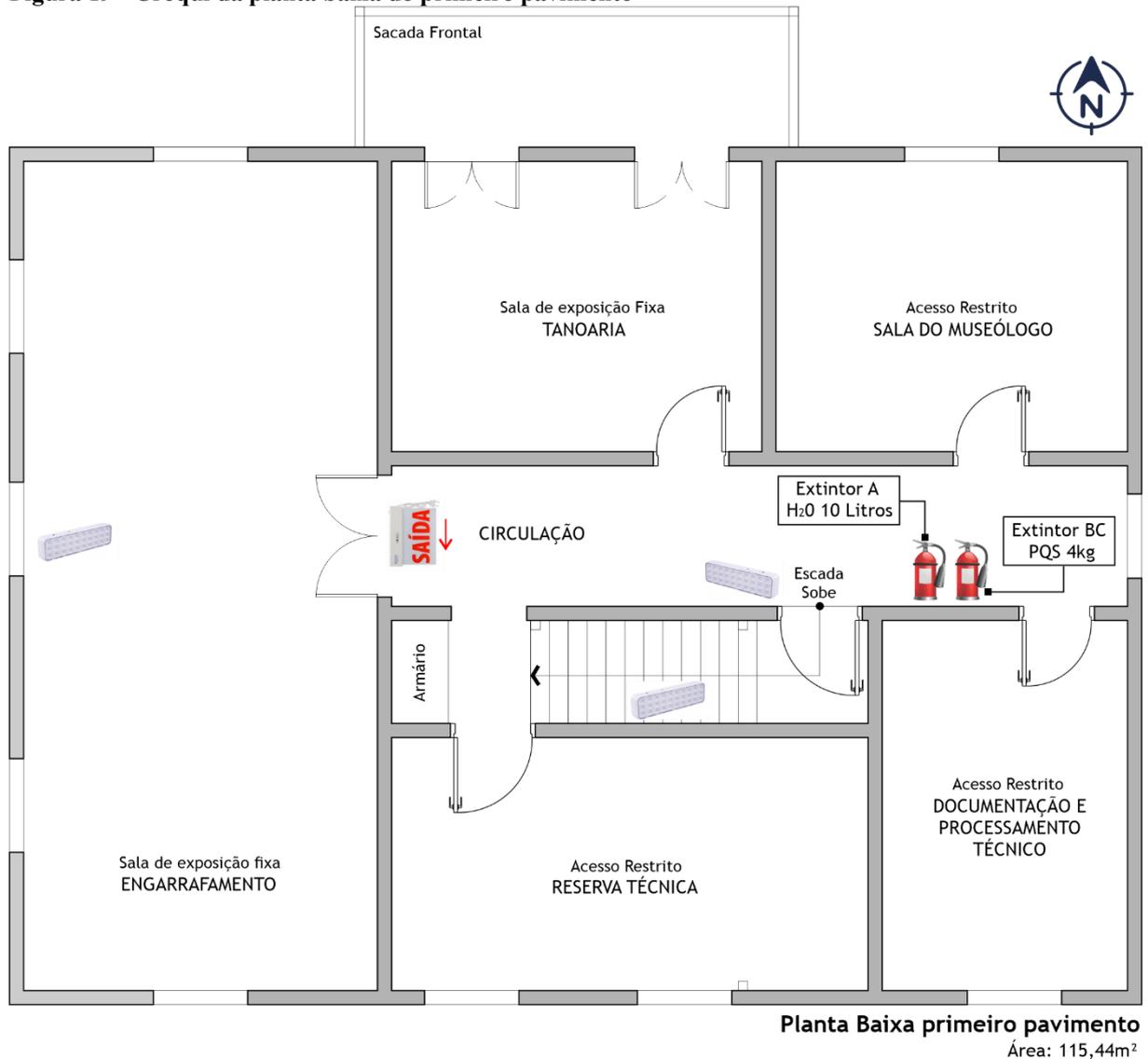
b) Escada de acesso ao primeiro pavimento



Fonte: a autora

No primeiro pavimento, observa-se que a logística das exposições do museu é muito similar à do andar inferior. Possui um acervo composto pelos mesmos materiais citados anteriormente. Há a instalação de dois extintores na parede da circulação, (um do tipo BC de 4kg de pó químico e outro do tipo A 10 litros de carga de água pressurizada), conforme ilustrado na Figura 20.

Figura 19 - Croqui da planta baixa do primeiro pavimento



Fonte: a autora

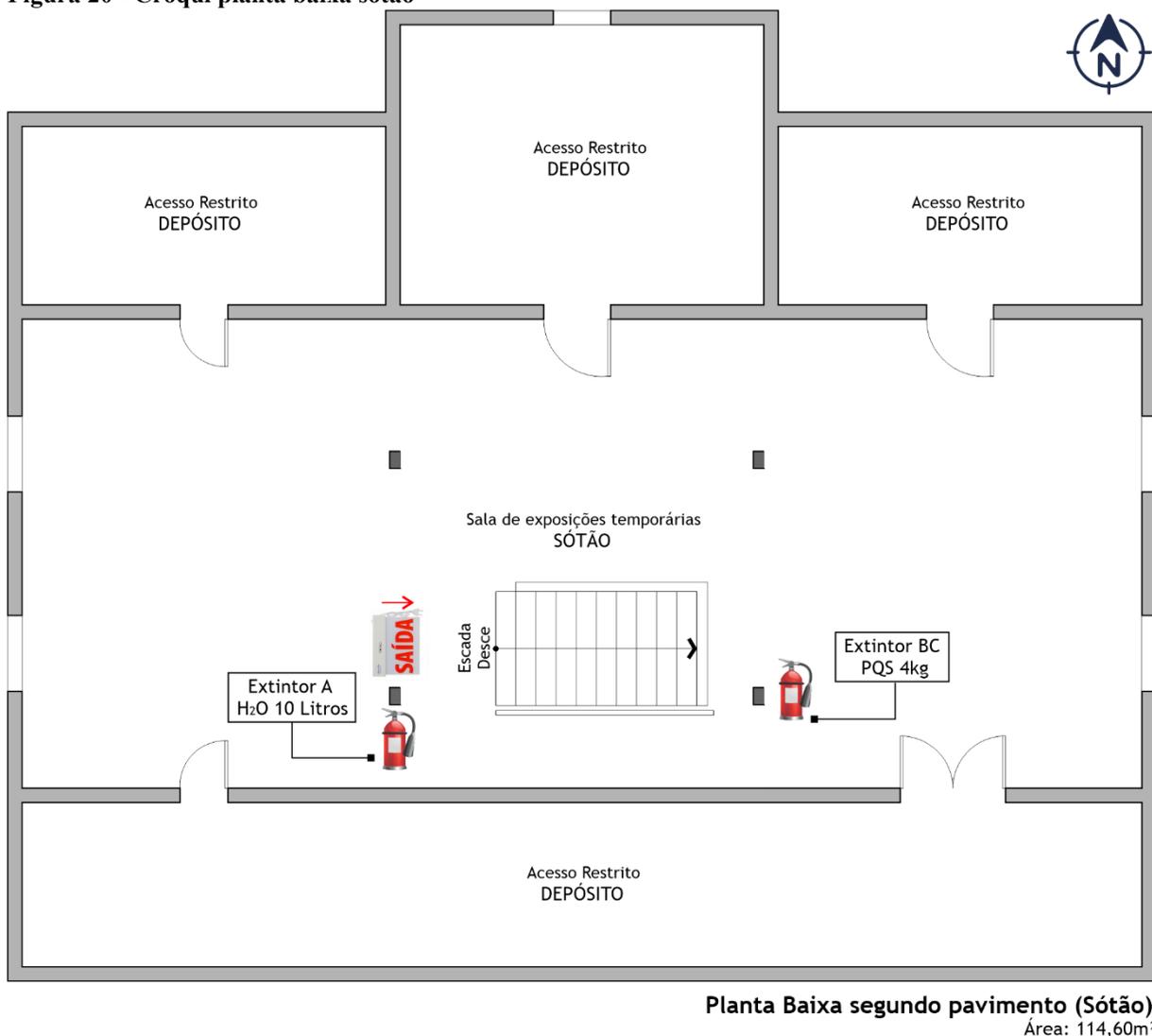
Imagem 39 - Exposição fixa: Engarraçamento



Fonte: a autora

Por fim, o sótão, um ambiente inteiramente de madeira que surgiu a partir do aproveitamento de área proveniente do ângulo de inclinação do telhado e cujo núcleo é o espaço realmente explorado pelo museu como parte de exposição. No dia da visita da pesquisadora ao museu, não havia nenhuma exposição itinerante no ambiente que se encontrava vazio. Os outros compartimentos situados nos pontos em que o telhado permite uma altura menor são destinados para depósito, com acesso restrito a funcionários. O *layout* do sótão pode ser verificado na Figura 21.

Figura 20 - Croqui planta baixa sótão



Fonte: a autora

Da mesma forma como nos demais pavimentos, verificou-se a presença de dois extintores distribuídos no ambiente, um do tipo A com capacidade de 10 litros com carga de água pressurizada e outro do tipo BC de 4kg com pó químico.

Imagem 40 - Sótão do museu do Vinho Mário de Pellegrin



Fonte: a autora

Imagem 41 - Extintores no Sótão

a) Localização do extintor PQS BC – 4kg



b) Localização do extintor H₂O A – 10 Litros



Fonte: a autora

Externamente o edifício é pavimentado em praticamente todo o seu entorno próximo. Há poucos trechos pelos quais há o contato direto com a grama, além de possuir os alicerces em pedra. Isso não proporciona o contato direto da parede de madeira com o solo. Sobre as manutenções externas, elas são realizadas pela prefeitura municipal mensalmente (como corte

da grama e poda das árvores do entorno), além de possuir um jardineiro funcionário do próprio museu que realiza manutenções periódicas conforme a necessidade (como recolhimento de folhas secas e rega de flores da estação que estão distribuídas na praça do entorno).

Imagem 42 - Entorno do museu do Vinho Mário de Pellegrin

a) Vista lateral



b) Vista da entrada principal



Fonte: a autora

Sobre o sistema de segurança, o museu está provido de alarmes contra arrombamentos monitorados por uma empresa de vigilância privada, bem como um vigia noturno que fica no entorno da edificação diariamente. Já há o planejamento para que, na próxima manutenção do edifício, além da pintura externa, seja implantado um sistema de monitoramento por câmeras.

4.2 MUSEU MUNICIPAL VALE DO RIO DO PEIXE

Em 1887, inicia-se o projeto audacioso propondo a construção de uma ferrovia que ligaria São Paulo ao sul do Brasil numa extensão de 1400 km. A empresa Americana *Brazil Railway Company* foi a responsável por construir a estrada de ferro e teria a permissão do governo brasileiro de explorar as terras e riquezas naturais em um trecho que compreendia 15km paralelos de cada lado da ferrovia (BIASI *et al.*, 2021). Interligado a este cenário surge a necessidade de construção de diversas estações ferroviárias ao longo do trecho que seria percorrido pelo trem.

Imagem 43 - Museu municipal vale do Rio do Peixe

a) Fachada principal



b) Plataforma da estação



Fonte: a autora

Em 1909 os trilhos chegam à localidade de Rio das Antas, atualmente uma cidade de pouco mais de 6 mil habitantes situada no meio oeste do estado de Santa Catarina (IBGE, 2010). Com a necessidade de um espaço adequado para carga e descarga do trem, a estação ferroviária foi construída e inaugurada em 1910 com madeira das araucárias do local, atendendo a necessidade para a qual foi construída, por 70 anos. Em 1980, a estrutura foi desativada, pois o trem não era mais o meio de transporte mais utilizado. Em 1985, a estação foi restaurada em comemoração aos 75 anos da ferrovia do contestado e, posteriormente, serviu temporariamente como escola, mas logo foi desativada e a estrutura abandonada por um longo período (GIESBRECHT, 2021).

Em 1999, por uma lei municipal, é criado o Museu municipal vale do Rio do Peixe na estrutura original da estação ferroviária, com um acervo que retrata a história dos imigrantes que colonizaram a região. O Quadro 17 descreve seus dados principais.

Quadro 17 - Dados principais do museu municipal Vale do Rio do Peixe

<i>Identificação do museu</i>	<i>Museu municipal vale do rio do peixe</i>
<i>Proprietário</i>	Prefeitura Municipal de Rio das Antas
<i>Nível de tombamento</i>	Nenhum
<i>Localização</i>	Rua das Palmeiras, Rio das Antas
<i>Ano de construção</i>	1910
<i>Horário de funcionamento</i>	De segunda a sexta das 07h45 às 11h45 e 13h15 às 17h
<i>Relação de áreas</i>	Exposição: Artefatos dos imigrantes italianos – 39,90m ²
	Exposição: Quarto do imigrante - 12,50m ²
	Exposição: Ferramentas agrícolas – 16,68m ²
	Sala Multiuso – 16,05m ²
	Administração – 12,50m ²
	Copa – 6,46m ²
<i>Área total construída</i>	126,90m ²

Fonte: a autora

4.2.1 Descrição do levantamento

Atualmente o museu está sob responsabilidade da prefeitura Municipal e é possível visitar a estrutura tanto durante o horário de funcionamento, quanto por agendamentos. Além das exposições permanentes, são realizados cursos, palestras e treinamentos na sala multiuso da estrutura. O número médio de visitantes, conforme informado pela responsável do museu, é de aproximadamente 150 pessoas por mês (ano base 2018). A visitação foi muito prejudicada nos últimos anos em razão da pandemia do Covid-19. Recebe com frequência, além do público em geral, as escolas da região.

O acervo está disposto em 3 salas de exposição permanentes contendo: a sala de artefatos antigos dos imigrantes italianos, o quarto do imigrante e as ferramentas agrícolas utilizadas na época da colonização. Os itens expostos vão desde lampiões e ferros de passar antigos até debulhadoras de milho manual e arados feitos pelos habitantes da época. O acervo, dessa forma, é constituído de materiais: louças, madeira, plástico, ferro, tecidos e vidro, ilustrado na Imagem 43.

Imagem 44 - Acervo do museu

a) Artefatos dos imigrantes italianos



b) Ferramentas agrícolas



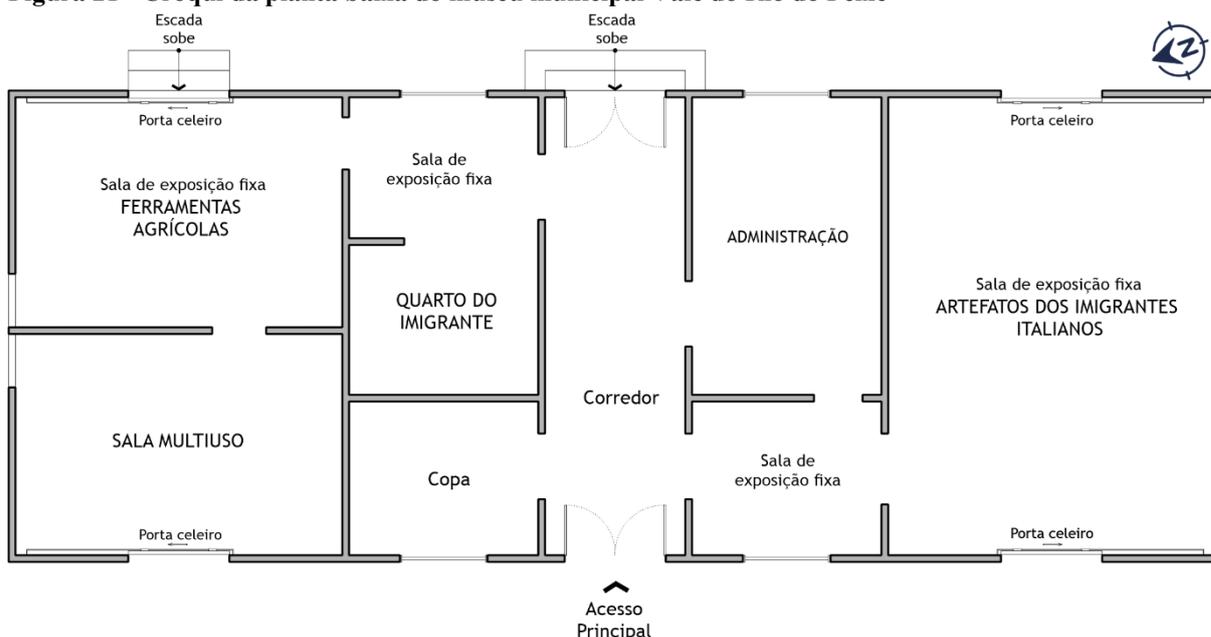
Fonte: a autora

A estrutura não possui nenhum tipo de mecanismo focado na prevenção de incêndio. A pintura da edificação, deteriorada no dia da visita, foi realizada em uma tinta convencional (esmalte da linha imobiliária) e não se verificou a existência de nenhum extintor, tampouco alarmes ou sistema de monitoramento.

Em conversa com a funcionária responsável atualmente pelos cuidados com o museu, a última manutenção realizada no edifício foi em 2018 quando foi realizada a pintura externa, bem como o reparo de algumas tábuas danificadas. Sobre a parte elétrica, foi revisada antes da inauguração do museu, ou seja, por volta do ano 2000, pois, durante o período que a estrutura esteve abandonada, foi roubada. Não há um cronograma periódico de manutenção.

No processo de levantamento da pesquisadora, constatou-se que a edificação não possuía nenhum tipo de projeto, nem arquitetônico tampouco preventivo de incêndio. Dessa forma foi realizado um levantamento métrico da estrutura e uma inspeção visual para que, fosse possível compreender como está compartimentada a edificação além do diagnóstico das particularidades presentes correlacionadas aos objetivos da pesquisa. O *layout* do edifício, desta forma, está ilustrado na Figura 22.

Figura 21 - Croqui da planta baixa do museu municipal Vale do Rio do Peixe



Plataforma da estação

Fonte: a autora

Planta Baixa

Área: 126,90m²

Sobre o entorno da edificação, verificou-se que não há calçadas cercando toda a estrutura de madeira. Ademais, por não possuir alicerces em pedra, permite que as paredes tenham contato direto com o solo. A principal problemática relacionada, além da umidade ascendente que está danificando a estrutura, é que nos fundos da edificação há o acúmulo de folhas secas sobre a grama, pela presença de árvores caducifólias no entorno. Com base no relatado pela entrevistada, verificou-se que, por ser um local com pouca visibilidade, frequentemente é utilizado para o consumo de drogas. Ela já encontrou até papel queimado junto à porta do edifício.

Imagem 45 - Fundos do museu

a) Vista posterior do museu



b) Contato da parede com o solo



Fonte: a autora

Imagem 46 - Entrada da energia elétrica ao museu

a) Entrada de energia



b) Imagem do padrão de energia



Fonte: a autora

Além desse aspecto, verificaram-se algumas condições referentes à parte elétrica. Há fiação exposta em alguns trechos da estrutura com conexões precárias entre os trechos de fio. Parte desta fiação está disposta no beiral projetado sobre a plataforma da antiga estação, em contato direto com a chuva. O padrão de energia de entrada em funcionamento, além de antigo, também está fixado na parede do próprio edifício, como é possível se verificar na Imagem 46.

Imagem 47 - Diagnóstico dos componentes elétricos

a) Fiação exposta na plataforma da estação



b) Isolamentos expostos no beiral da edificação



Fonte: a autora

Sobre a parte interna, diagnosticou-se que as paredes são simples em grande parte da construção. Construiu-se a estrutura em madeira para sustentação e apenas realizado o fechamento externo com tábuas, conforme descreve Zani (2013), com dimensões em média de 22cm de largura, com a união entre elas recoberta por mata juntas com aproximadamente 2,5cm.

Internamente também se diagnosticou que a fiação está predominantemente exposta e fixa às paredes com grampos. Junto às tomadas e aos interruptores, em alguns trechos há acervo alocado na parede junto à rede elétrica, sendo parte deles constituídos de tecido. Um exemplo é o ilustrado na Imagem 47. Além disso, no mesmo ambiente, ainda há uma cama com estrutura de madeira e um colchão sobre ela. As tomadas antigas, em caso de curto-circuito, por estarem em contato direto com as roupas, poderiam proporcionar o início de uma ignição.

Imagem 48 - Acervo e modo de exposição

a) Exposição quarto do imigrante



b) Exposição de roupas típicas



Fonte: a autora

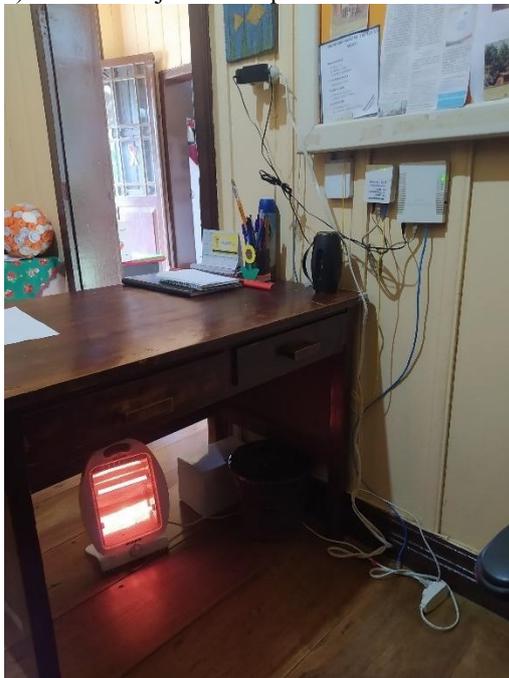
Na sala destinada ao administrativo também foram verificadas algumas particularidades. Em testes no local, observou-se que há apenas um disjuntor para todo o edifício, ou seja, há uma rede energizada que atende a todas as salas. Ademais, o disjuntor fica exposto na sala da administração conforme a Imagem 48 (b). A energia do edifício não é desligada em momentos de ociosidade, conforme respondido pela responsável. Observou-se que, pela quantidade insuficiente de tomadas no ambiente, há o uso de adaptadores do tipo T (Benjamins) sobrecarregando as tomadas.

Durante o levantamento, a pesquisadora observou também que, durante os períodos frios, costuma-se utilizar aquecedores dentro da edificação. Além desta fonte de calor também

há um fogão de indução na copa. Constatou-se que, em caso de sinistro, não há nenhum protocolo de retirada de acervo e há um quantitativo significativo de documentos e itens em papel no interior da edificação.

Imagem 49 - Sala da administração

a) Uso de Benjamim e aquecedor



b) Disjuntor



Fonte: a autora

Há um cronograma de limpeza estipulado para o museu com medidas diárias, semanais e mensais a serem tomadas. O lixo é deixado na parte externa da edificação em uma lixeira próxima à rampa de acesso à plataforma da antiga estação para coleta todas as terças e sextas-feiras.

É evidente, após o levantamento realizado, a necessidade de manutenções focadas, tanto na estrutura de madeira propriamente dita, quanto na rede elétrica do edifício. A Imagem 49 (a e b) a seguir ilustra algumas das condições observadas. Além de algumas tábuas dos elementos de vedação estarem com um processo avançado de apodrecimento, observou-se que o beiral em madeira que protege a antiga plataforma da estação também não está em boas condições. Parte da madeira está solta. A pintura externa também está sofrendo processo de descascamento em todos os quatro lados do edifício.

Imagem 50 - Problemáticas diagnosticadas da estrutura de madeira

a) Madeira deteriorada



b) Descascamento da pintura



Fonte: a autora

Sobre a acessibilidade, verifica-se que o edifício possui grande potencial no quesito de facilitar o acesso a pessoas com mobilidade reduzida, além das rampas situadas em ambos os lados da antiga plataforma da estação. O piso é uniforme e não há degraus dentro da construção. Quanto ao assoalho, encontra-se em boas condições. Há escadas apenas atrás do edifício, porém atendem a acessos secundários, uma vez que a frente da edificação conta com três saídas de emergência totalmente desobstruídas. Os banheiros são externos à edificação e construídos em alvenaria. Isso permite a adaptação para o exigido pela NBR 9050.

Imagem 51 - Edificação externa que abriga os sanitários

Fonte: a autora

Imagem 52 - Acessibilidade do museu Vale do Rio do Peixe

a) Rampa de acesso



b) Entrada principal



Fonte: a autora

Detectou-se com a entrevista semiestruturada também que um dos grandes problemas enfrentados pelo museu se refere a vandalismo e a arrombamentos. Por diversas vezes a estrutura já foi danificada, a fiação elétrica externa cortada e itens do acervo roubados. Indica assim a falta de consciência da população local para com a conservação desta estrutura histórica que retrata o início do desenvolvimento da comunidade de Rio das Antas e seu entorno.

4.3 MUSEU MUNICIPAL JOÃO BEDRETSCHUK

A história da cidade de Três Barras está intimamente ligada ao término da estrada de ferro pela *Brazil Railway Company*, da mesma forma como citado no estudo de caso anterior. Por volta de 1910, instalou-se na cidade a empresa norte-americana Lumber, de propriedade de Percival Farquhar, responsável pela exploração da faixa de terra do entorno da ferrovia na região. A estação ferroviária, construída com madeira de Araucária, foi inaugurada em 1916, e é a estrutura que atualmente abriga o museu municipal João Bedretchuk. A edificação era o ponto de saída da madeira beneficiada pela Lumber, a maior serraria da América Latina na época. A estação recebia em média de 8 a 9 trens de carga por dia, além dos trens de passageiros, e interligava Três Barras aos portos de Santos, Paranaguá e São Francisco do Sul (GIESBRECHT, 2019).

Imagem 53 - Museu municipal João Bedretchuk

a) Fachada lateral



b) Fachada principal



Fonte: a autora

Atualmente, o museu, além de retratar a história da cidade pela arquitetura da época, abriga um acervo contemplado por objetos como fotos, documentos e equipamentos antigos que retratam os momentos de prosperidade da Lumber. Além disso, abriga fósseis de mesossauros encontradas às margens do Rio Negro no ano de 2020. O Quadro 18 resume seus dados principais.

Quadro 18 - Dados principais do museu municipal João Bedretchuk

<i>Identificação do museu</i>	<i>Museu municipal João Bedretchuk</i>
<i>Proprietário</i>	Prefeitura Municipal de Três Barras
<i>Nível de tombamento</i>	Nenhum
<i>Localização</i>	Rua XV de novembro, centro, Três Barras/SC
<i>Ano de construção</i>	1916
<i>Horário de funcionamento</i>	Terça a sexta-feira das 08h às 12h e das 13h10 às 17h Sábado das 8h às 12h
<i>Relação de áreas</i>	Sala de exposições 1: 67,62m ²
	Sala de exposições 2: 40,65m ²
	Biblioteca: 45,10m ²
	Sala de Vídeo: 15,87m ²
	Setor Administrativo: 20,11m ²
<i>Área total construída</i>	198,00m ²

Fonte: a autora

A estação abriga o museu desde o ano de 1997, pela lei municipal nº 3.279. A partir de 2017, passou a se chamar Museu Municipal João Bedretchuk em homenagem a um dos membros do grupo dos onze, os precursores do movimento de emancipação do então distrito de Três Barras da cidade de Canoinhas, fato concretizado em 1961. A estrutura, que é a estação ferroviária original construída em 1916, até o momento da presente pesquisa não possui nenhum grau de tombamento.

4.3.1 Descrição do levantamento

A antiga estação ferroviária de Três Barras, construída totalmente em madeira, abriga atualmente as instalações do museu municipal João Bedretchuk, com duas salas de exposições fixas e uma biblioteca. Conforme entrevista realizada com o responsável pelo museu, as visitas acontecem durante o horário de funcionamento descrito no Quadro 18. E, quando se trata de grupos, é realizado apenas por agendamento, para controle do número de pessoas que ingressam no edifício. Algumas orientações de cuidados especiais aos visitantes são passadas verbalmente. São recebidos em média 350 turistas mensais. Todavia esse número foi prejudicado nos últimos anos em razão da pandemia do Covid-19.

O acervo abrigado pela antiga estação ferroviária é composto de materiais de madeira, ferro, papel, vidro e plástico. As salas de exposição possuem desde maquinários importados dos Estados Unidos na época de operação da madeireira Lumber, até utensílios que retratam a colonização da cidade e o conflito conhecido como Guerra do Contestado.

Ao adentrar no edifício, tem-se acesso à primeira sala de exposição fixa, juntamente com uma pequena recepção de atendimento, em que o coordenador do museu repassa ao visitante as informações gerais da estrutura.

Imagem 54 - Sala de exposições fixas 01

a) Vista da mesa de recepção



Fonte: a autora

b) Disposição do acervo



Na sequência, é possível ter acesso à segunda sala de exposição fixa e a sala de vídeo, onde parte da história do município também é repassada aos visitantes, além do banheiro acessível e a área restrita para funcionários, com sala administrativa, depósito e copa.

Imagem 55 - Sala de exposições fixas 01

a) Disposição do acervo



Fonte: a autora

b) Vista do acesso da sala



A biblioteca possui um acesso independente pela antiga plataforma de embarque da estação. Também contempla uma pequena recepção para cadastro por parte da bibliotecária

dos livros em empréstimo, além de obras de arte de artistas locais e estantes metálicas com a disposição dos livros.

Imagem 56 - Biblioteca

a) Disposição dos livros



b) Recepção de atendimento



Fonte: a autora

Sobre as manutenções do edifício, conforme informado pelo responsável, a última realizada foi no ano de 2015, quando se providenciaram reparos no telhado e a pintura externa da edificação. Por mais que o prédio não tenha as paredes em contato direto com o solo, conforme observado pela pesquisadora, a estrutura já se encontra com danos significativos externamente, tanto em relação ao desgaste da pintura, quanto ao apodrecimento de algumas tábuas de vedação em madeira. Fica evidente a necessidade de novas manutenções relacionadas a isso.

Imagem 57 - Danos diagnosticados na madeira

a) Condições da fachada



b) Registro de danos internos



Fonte: a autora

Em relação à segurança, a edificação possui apenas alarmes contra arrombamentos. Por mais que haja avisos externos indicando o monitoramento por câmeras, ele não existe. Conforme informado durante a entrevista semiestruturada, estes avisos foram implantados na intenção de impedir atos de vandalismo à estrutura que vinham ocorrendo. Isso funcionou positivamente conforme relatado, inibindo atos criminosos com a possibilidade de registro pelas câmeras. Até então, não há verbas para instalação deste tipo de equipamento.

Imagem 58 - Avisos sobre o monitoramento inexistente



Fonte: a autora

Quando questionado sobre a parte elétrica, o responsável informou que nos últimos 5 anos trabalhando dentro da estrutura, nenhuma manutenção focada neste quesito foi realizada. Também é mencionado que a energia do edifício não é desativada nos momentos de inatividade, pois a estrutura possui apenas uma rede energizada. Se a energia for desligada, os alarmes não funcionam, pois a central foi instalada na rede única que já existia no edifício.

Outro ponto observado foi referente à iluminação natalina, instalada provisoriamente e não mais removida. Externamente, na cobertura que protege a antiga plataforma de embarque e desembarque da estação ferroviária, é possível identificar a fiação elétrica exposta com isolamentos precários e expostos à chuva, como é possível verificar na Imagem 58 (a e b).

Imagem 59 - Rede elétrica externa

a) Fiação da iluminação externa



b) Isolamento precário



Fonte: a autora

Internamente, conforme ilustrado na Imagem 59 (a e b), observou-se a mesma situação. Além de tomadas antigas, a fiação sobreposta muitas vezes possui conexões expostas com fita isolante, algumas delas até ao alcance de crianças. Além de emaranhados de fios sem os conduítes adequados.

Imagem 60 - Rede elétrica interna

a) Ligações elétricas precárias



b) Emaranhado de fios



Fonte: a autora

Imagem 61 - Tomadas e iluminação interna

a) Fiação sobreposta fixa com grampos



Fonte: a autora

b) Iluminação



Outro ponto observado foi a presença de infiltrações no telhado evidenciado por marcas presentes no forro de madeira. Parte das manchas estão em contato direto com componentes da rede elétrica interna do edifício. Um exemplo é citado na Imagem 61 em que a fiação direcionada à iluminação de emergência está em contato com um ponto de umidade.

Imagem 62 - Pontos de umidade no forro

a) Forro da biblioteca

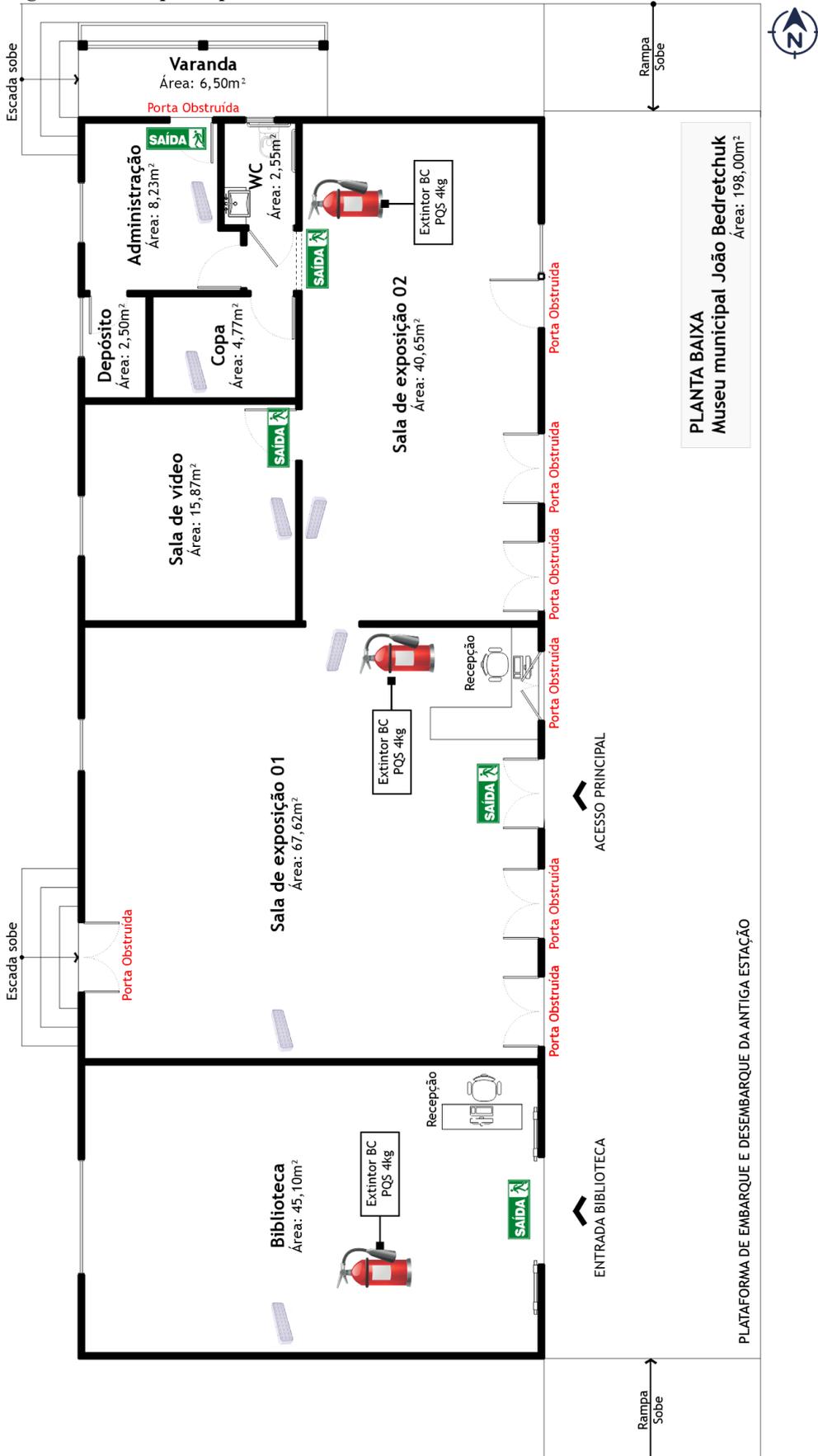


Fonte: a autora

b) Pontos de infiltração



Figura 22 - Croqui da planta baixa do museu João Bedretchuk



Fonte: a autora

Além dos alarmes, há um vigia noturno para todo o complexo que envolve o museu, uma vez que o seu contorno contempla as proximidades da prefeitura, de escolas e da rodoviária municipal. Sobre acidentes envolvendo o fogo, foi descrito à pesquisadora que já foram verificados curtos-circuitos em algumas tomadas e bitucas de cigarro são frequentemente encontradas debaixo das portas do edifício.

As manutenções ao paisagismo externo, como poda das árvores e corte da grama, são verificadas e realizadas pela prefeitura em um intervalo quinzenal. A estrutura conta com 3 funcionários fixos: o coordenador, a bibliotecária e a zeladora responsável pela limpeza e cuidados diários com o acervo.

Especificamente sobre a parte de prevenção de incêndio, conforme informado à pesquisadora, iniciou-se um processo para elaboração de um projeto preventivo de incêndio na estrutura no ano de 2018, mas ainda não foi finalizado. Atualmente há alguns itens básicos instalados sugeridos de forma provisória desde então pela corporação do corpo de bombeiros situada na cidade. A planta baixa ilustrada na Figura 23 descreve, tanto o *layout* do edifício levantado pela pesquisadora quanto os itens correlacionados a este aspecto diagnosticados.

Identificou-se, dessa forma, a presença de três extintores de pó químico seco do tipo BC, dispostos na biblioteca, na sala de exposições 01 e na sala de exposições 02. A placa indicativa do tipo de extintor estava com dados equivocados em relação ao existente *in loco*, como é possível verificar na Imagem 62. Todos os extintores estavam com a manutenção em dia.

Imagem 63 - Extintores

a) Extintor da biblioteca



b) Extintor da sala de exposição 01



Fonte: a autora

Além dos extintores, foram diagnosticadas 7 luminárias de emergência autônomas no interior do edifício, instaladas a uma altura aproximada de 3,50m em função do pé direito alto do edifício. Também há placas indicativas de saída de emergência fotoluminescentes, sendo que as instaladas na sala de exposições 02 direcionam para uma saída obstruída não utilizada, situada na sala da administração, como se verifica na Figura 24, e na Imagem 63.

Imagem 64 - Rotas de fuga do museu João Bedretchuk

a) Sinalização da sala de exposições 02



b) Sinalização da sala de administração



Fonte: a autora

Por mais que a edificação seja térrea, por se tratar de uma antiga estação de trem, ela encontra-se elevada acima do perfil natural do solo cerca de 80cm, para facilitar o acesso necessário à locomotiva, gerando escadas na parte posterior do edifício. Ainda que as rampas de acesso à antiga plataforma de embarque e desembarque forneçam uma possibilidade facilitada de aproximação à entrada principal da construção de madeira, a pavimentação deste trecho é composta por pedras irregulares de diferentes alturas. Isso dificulta o manuseio da cadeira de rodas, por exemplo, por parte de pessoas com mobilidade reduzida. Um aspecto positivo observado neste quesito foi o sanitário existente na estrutura do edifício adaptado conforme o exigido pela NBR 9050.

Imagem 65 - Acessos ao edifício

a) Pavimentação da entrada principal



b) Rampa de acesso a plataforma da estação



Fonte: a autora

O entorno do edifício é cercado por calçadas de cimento alisado em grande parte de seu perímetro (fora o trecho da plataforma da estação). São poucos os trechos em que os alicerces em pedra possuem contato direto com a grama. Por mais que haja árvores em seu entorno, no dia do levantamento, não se verificou aglomeração de folhas no entorno do edifício, comprovando que uma manutenção na jardinagem foi realizada recentemente.

Imagem 66 - Entorno do museu João Bedretchuk

a) Vista posterior do edifício



b) Vista do acesso ao museu



Fonte: a autora

Diante do descrito e da entrevista semiestruturada realizada, foi possível verificar que, internamente, o que está ao alcance dos funcionários responsáveis pelo cuidado com o edifício e acervo está sendo realizado da melhor forma possível com base nos recursos fornecidos pelo poder público. O que falta são investimentos concretos envolvendo manutenções estruturais e elétricas, além de um projeto preventivo contra incêndio adequado às particularidades do edifício, até então preso a questões burocráticas.

4.4 MUSEU HISTÓRICO E ANTROPOLÓGICO DO CONTESTADO

A estrutura que atualmente abriga o museu histórico e antropológico da região do contestado, situado na cidade de Caçador, é uma réplica da antiga estação ferroviária que havia sido construída no ano de 1910. Possui uma história tangente às antigas estações citadas nos estudos de caso anteriores localizadas em Três Barras e Rio das Antas.

A estrutura original, de 128,00m², foi destruída por um incêndio em 1941. As causas são desconhecidas, mas há relatos que descrevem como estopim do incidente uma fagulha proveniente de uma das locomotivas que estava na frente do edifício. No ano de 1986, a estrutura foi reconstruída inteiramente em madeira de forma ampliada, com uma área de aproximadamente 460,00m² com o intuito de abrigar um museu que retratasse a chegada dos primeiros imigrantes italianos e alemães na região. Além de abrigar itens relacionados à guerra do contestado, conflito ocorrido entre os anos de 1912 e 1916.

Figura 24 - Comparativo entre a estação original e a réplica

a) Estação original



Fonte: Acervo do museu

b) Estrutura atual do museu



Fonte: a autora

Atualmente o museu abriga um dos acervos de itens indígenas mais representativos do país, além de itens utilizados do período da colonização, armas e uniformes utilizados na guerra

que mobilizou os sertanejos das terras às margens da ferrovia e as forças militares estaduais e federais que buscavam desapossá-los.

Além da estrutura do museu concebida em pinheiro e imbuia, uma locomotiva Baldwin-Mogul fabricada em 1908 também faz parte do acervo. Ela contém dois vagões, um de passageiros e outro de administração, utilizados neste trecho da ferrovia a partir de 1910. Ambos constituídos de madeira (BIASI *et al.*, 2021).

Imagem 67 - Lateral do museu

a) Local do abrigo da locomotiva



b) Locomotiva Baldwin-Mogul



Fonte: a autora

O Quadro 19 abaixo descreve os dados principais do museu.

Quadro 19 - Dados do museu histórico e antropológico do contestado

<i>Identificação do museu</i>	<i>Museu histórico e antropológico da região do contestado</i>
<i>Proprietário</i>	Prefeitura Municipal de Caçador (desde 2010)
<i>Nível de tombamento</i>	Nenhum
<i>Localização</i>	Rua Getúlio Vargas, 100, Centro de Caçador
<i>Ano de construção</i>	1986
<i>Horário de funcionamento</i>	Terça, Quinta e Sexta Feira: das 13h às 19h Quarta: das 7h às 13h
<i>Relação de áreas</i>	Térreo: 304,62m ² Pavimento Superior: 162,02m ²
<i>Área total construída</i>	466,64m ²

Fonte: a autora

4.4.1 Descrição do levantamento

O museu histórico e antropológico da região do contestado está localizado no centro do município de Caçador, próximo ao parque central José Rossi Adami. Seu entorno é composto

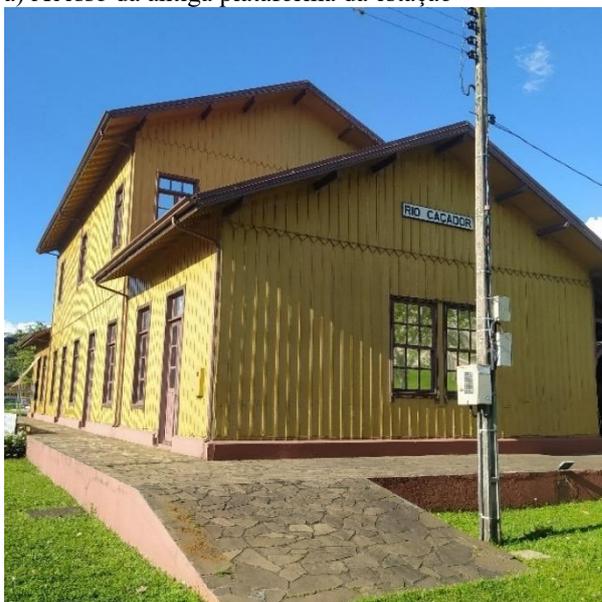
por uma quantidade significativa de árvores caducifólias, com características ornamentais do tipo Plátano. Na proximidade do parque, é frequente a circulação de pessoas.

Em conversa com a administração do museu, descreveu-se que atualmente há apenas dois funcionários fixos que trabalham dentro da estrutura (museóloga e um estagiário). São os responsáveis por orientar o público. Antes da pandemia já chegou a atingir 1000 visitantes mensais.

A acessibilidade do edifício é possibilitada pelas rampas da antiga plataforma da estação ferroviária. Praticamente todo o edifício é cercado por calçadas pavimentadas e alicerces de concreto que impedem o contato direto da parede de madeira com a calçada.

Imagem 68 - Exterior do museu

a) Acesso da antiga plataforma da estação



b) Alicerce



Fonte: a autora

Ao adentrar na estrutura, é possível acessar uma pequena recepção, onde normalmente o estagiário e a museóloga passam a maior parte do seu expediente. Na sequência já é possível visualizar o acervo disposto em sua maior parte em mesas com abrigos de vidro para proteção. Em relação à disposição do *layout*, o acervo está próximo às paredes e pilares centrais. Isso obstrui as outras portas de acesso da edificação. Elas atendiam à função de embarque e desembarque de passageiros do trem na antiga estação. É atrás da recepção que ficam os compartimentos destinados à copa e aos sanitários.

Imagem 69 - Interior do museu do contestado

a) Recepção do museu



b) Disposição do acervo



Fonte: a autora

O acervo da grande sala de exposição situada no térreo é constituído predominantemente de materiais como madeira, ferro, vidro e plástico. Além de itens que retratam tanto ferramentas antigas dos indígenas que habitavam a região, quanto armas utilizadas no conflito do Contestado. Por meio de uma escada também em madeira, é possível acessar o segundo pavimento onde há uma sala multiuso, destinada na maioria das vezes para projeção de vídeo, uma sala da administração, o almoxarifado, o laboratório de conservação e a reserva técnica de acervo. No laboratório de conservação é realizado o restauro e limpeza das peças novas que chegam à edificação. No local há o manuseio de líquidos inflamáveis como querosene e inseticidas aplicados aos materiais compostos de madeira, além de óleos minerais e vaselina, utilizados para manutenção em geral do acervo.

Imagem 70 - Acesso ao pavimento superior

a) Vista da escada



b) Fita antiderrapante nos degraus



Fonte: a autora

Na entrevista semiestruturada, detectou-se que a última manutenção no edifício foi realizada no ano de 2016, quando a estrutura do telhado foi reformada e a fachada externa pintada. Sobre a rede elétrica, não foi possível precisar quando foi realizada a última inspeção, mas constatou-se que certamente nos últimos 10 anos não foi realizado nenhum procedimento. Antes da reforma do telhado, relatou-se que eram frequentes os problemas relacionados a curto-circuito, em decorrência das goteiras que ocorriam nos períodos chuvosos.

Imagem 71 - Pavimento superior

a) Acesso à sala multiuso



b) Sala multiuso



Fonte: a autora

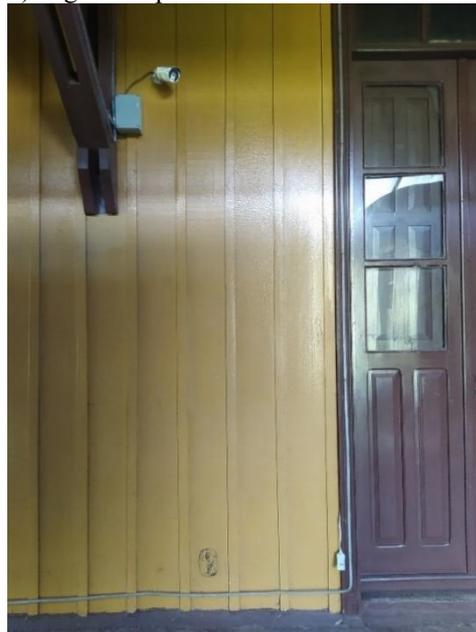
Durante o levantamento da pesquisadora foi possível verificar o estado de conservação da rede elétrica. A fiação encontra-se exposta, não abrigada por conduítes ou eletrocalhas quando se trata da iluminação. Externamente, pode-se observar que há várias tomadas nas paredes da edificação, e algumas delas estão em situação precária, ao contato direto com crianças por serem pontos baixos, como ilustrado na Imagem 71. Além da exposição às próprias condicionantes climáticas. Além disso, observou-se que foram instaladas provisoriamente mangueiras de LED na fachada para iluminação natalina e não foram retiradas, ficando expostas à deterioração.

Imagem 72 - Particularidades do exterior do edifício

a) Precariedade dos pontos elétricos externos



b) Vigilância por câmeras e tomadas externas



Fonte: a autora

Internamente, a fiação em grande parte se encontra embutida dentro da parede dupla em madeira do edifício. Através de uma caixa de passagem elétrica situada no pavimento superior foi possível verificar as condições em que se encontram as conexões entre os fios.

Imagem 73 - Rede elétrica interna

a) Caixa de passagem elétrica



b) Conexões

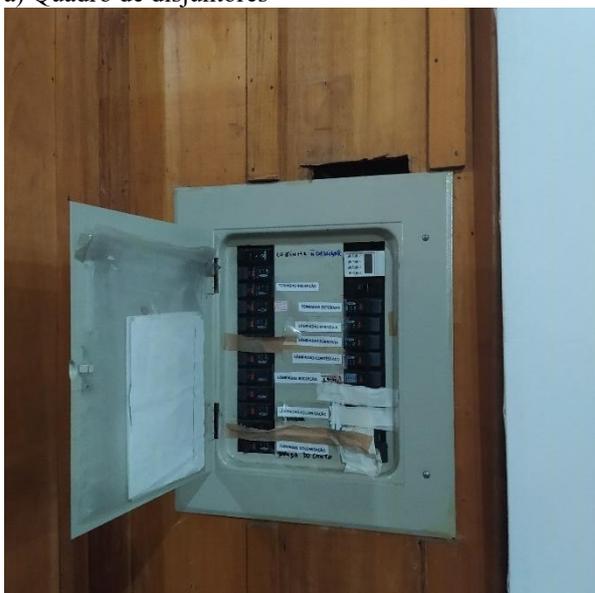


Fonte: a autora

Um aspecto positivo observado foi que a rede de energia do museu é desligada durante sua inatividade, ponto permitido em razão da separação dos circuitos de acordo com os ambientes. Por se tratar de uma réplica da estação original, observa-se que foi providenciado este cuidado na reconstrução. Conforme relatado pelos usuários, apenas a energia da copa não é desligada, pois há uma geladeira no local.

Imagem 74 - Separação das redes energizadas por ambiente

a) Quadro de disjuntores



b) Separação dos circuitos



Fonte: a autora

Além da rede elétrica, o estado de conservação da pintura externa também se encontra deteriorado, com diversos pontos com descascamento que evidenciam a madeira em seu estado natural abaixo da camada de tinta, completamente exposta à ação do intemperismo.

Imagem 75 - Pontos de deterioração da tinta externa

Fonte: a autora

Outra problemática comentada pela museóloga responsável se refere a vandalismos e a roubos do acervo. Tanto a edificação quanto a locomotiva que se encontra ao lado da estrutura, frequentemente sofrem com danos provenientes da ação humana. Para amenizar isso, há alarmes contra arrombamentos instalados na edificação, juntamente com câmeras de segurança internas e externas que estão sob responsabilidade de monitoramento de uma empresa privada.

Além disso, expôs-se também que há treinamentos anuais realizados pela prefeitura com profissionais da área da segurança do trabalho, que realizam palestras e orientações básicas de segurança e treinamentos sobre como agir em situações de incêndio.

Imagem 76 - Entorno do museu do contestado

a) Vista sul do edifício



b) Vista do abrigo da locomotiva



Fonte: a autora

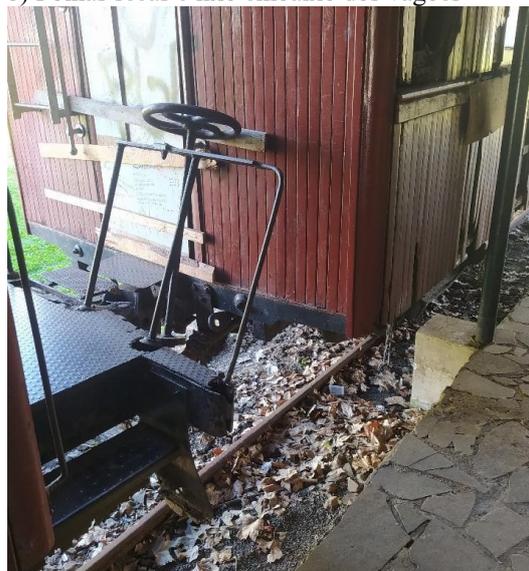
Sobre os arredores da construção em madeira, a presença de árvores caducifólias gera uma quantidade significativa de folhas secas no entorno do edifício. Conforme citado pela entrevistada, as manutenções do paisagismo são realizadas pela prefeitura municipal em períodos semestrais. Um aspecto preocupante observado foi o acúmulo de folhas secas embaixo dos vagões da locomotiva, também constituídos essencialmente em madeira. Mencionou-se durante a entrevista semiestruturada que é comum o consumo de cigarro e outros tipos de drogas no entorno da estrutura do trem. Isso pode promover incidente no caso de contato entre uma fagulha com as folhas secas do local.

Imagem 77 - Entorno do museu do contestado

a) Vagão de madeira



b) Folhas secas e lixo embaixo dos vagões

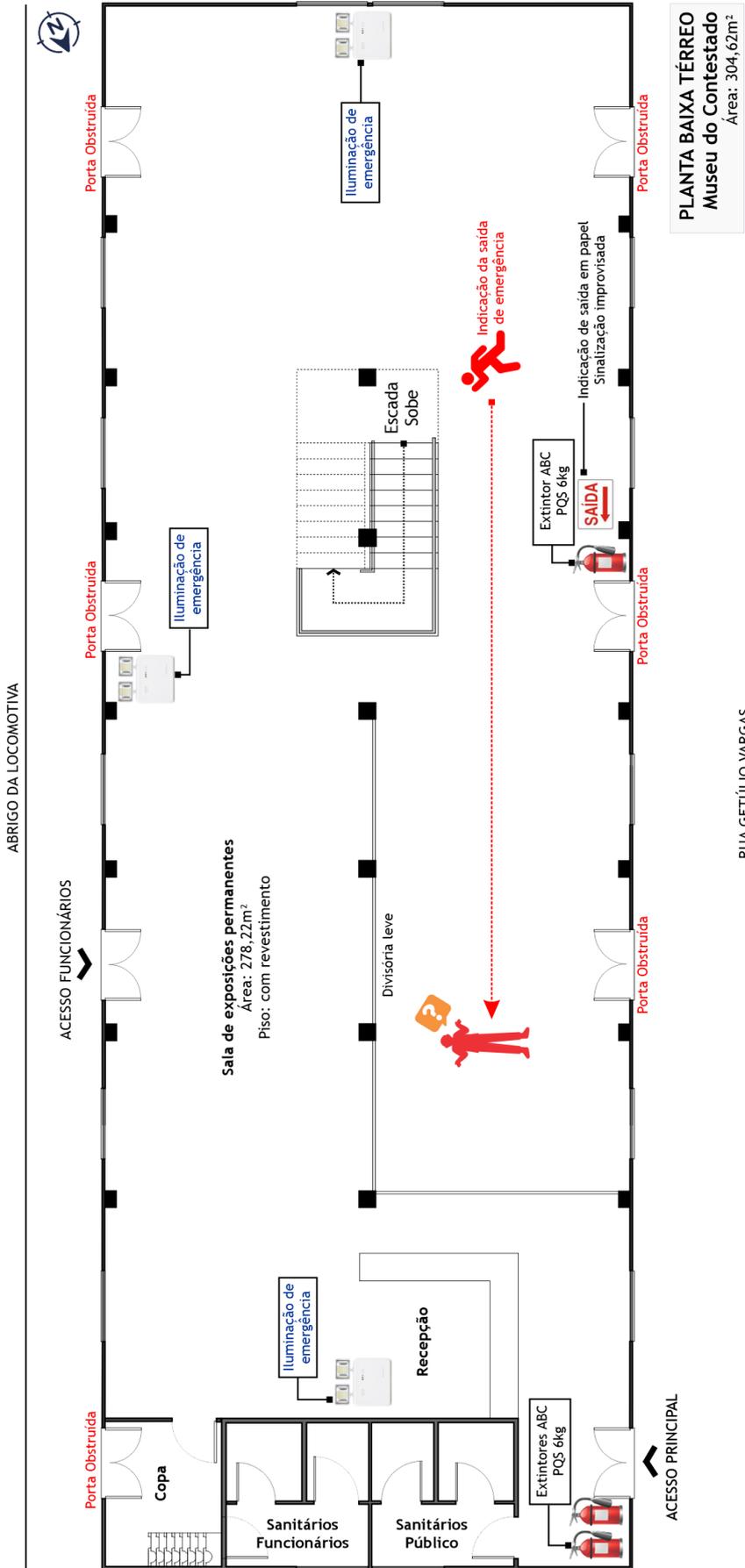


Fonte: a autora

Sobre os aspectos voltados à prevenção de incêndio, constatou-se que o edifício possui algumas estratégias básicas implantadas. Há um projeto aprovado em 2020, porém até a data citada do levantamento não havia sido iniciado o processo licitatório para implantação do proposto em projeto. Dessa forma, será descrito a seguir tanto a situação diagnosticada *in loco*, quanto as propostas sugeridas em projeto fornecidos à pesquisadora. Ele foi desenvolvido pelo instituto de pesquisa e planejamento urbano de Caçador (IPPUC).

Primeiramente, acerca da situação existente, como é possível se verificar na Figura 26, o edifício possui em seu térreo três extintores de incêndio de tipo ABC 6kg de pó químico, dois deles situados ao lado da porta da entrada principal (destes um deles está com a placa de sinalização do tipo de agente extintor incorreta), e o terceiro em meio ao acervo, próximo da outra extremidade do edifício, disposto no chão sem o auxílio de um tripé como é possível verificar na Imagem 77 (a e b).

Figura 25 - Croqui da planta baixa do térreo (existente)



Fonte: a autora

Imagem 78 - Extintores do museu do Contestado

a) Extintores da entrada principal



b) Extintor em meio ao acervo



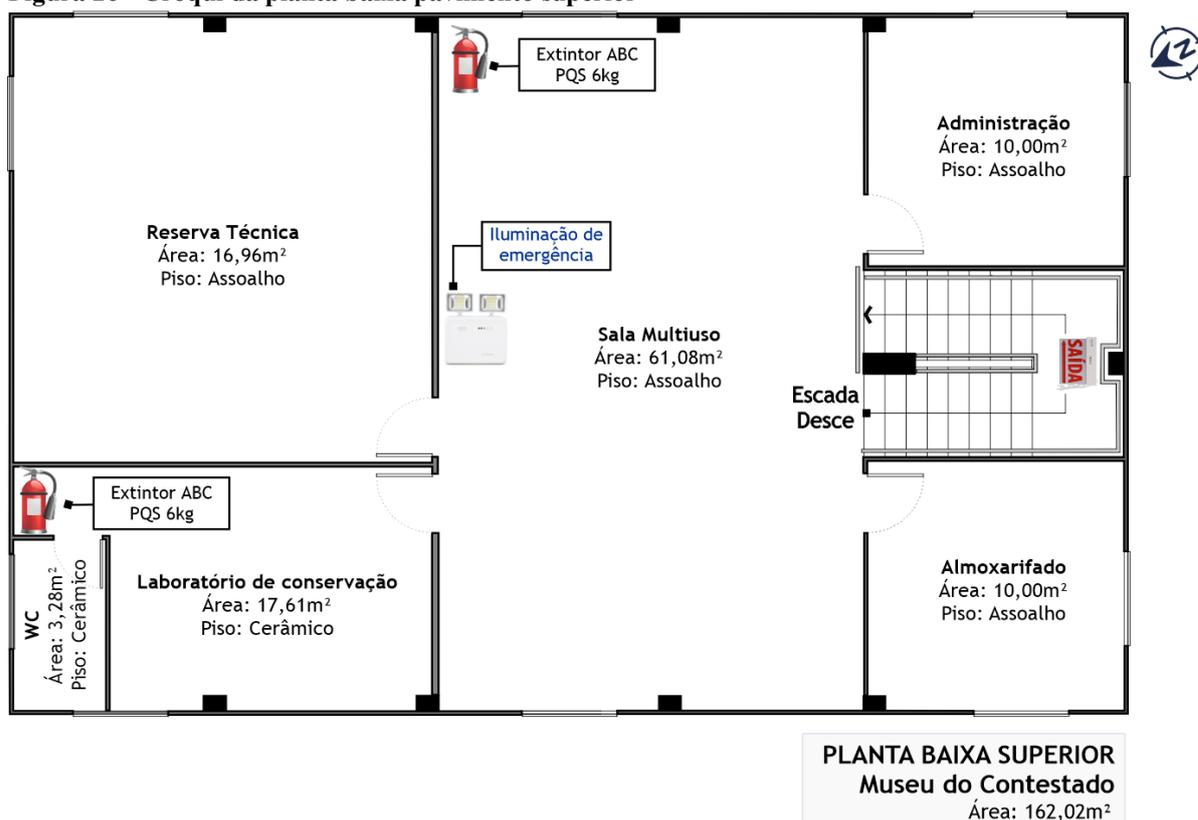
Fonte: a autora

No térreo, além dos extintores, há três luminárias de emergência do tipo bloco autônomo dispostas ao longo da sala. Sobre as saídas de emergência há falta de uma sinalização adequada. Há uma placa de indicação improvisada pelos funcionários, porém sua indicação gera confusão quanto ao ponto adequado de evacuação da rota de fuga, uma vez que as portas estão obstruídas por acervo. Esse item também foi ilustrado na planta disposta na Figura 26.

Imagem 79 - Sinalização de saída improvisada

Fonte: a autora

Figura 26 - Croqui da planta baixa pavimento superior



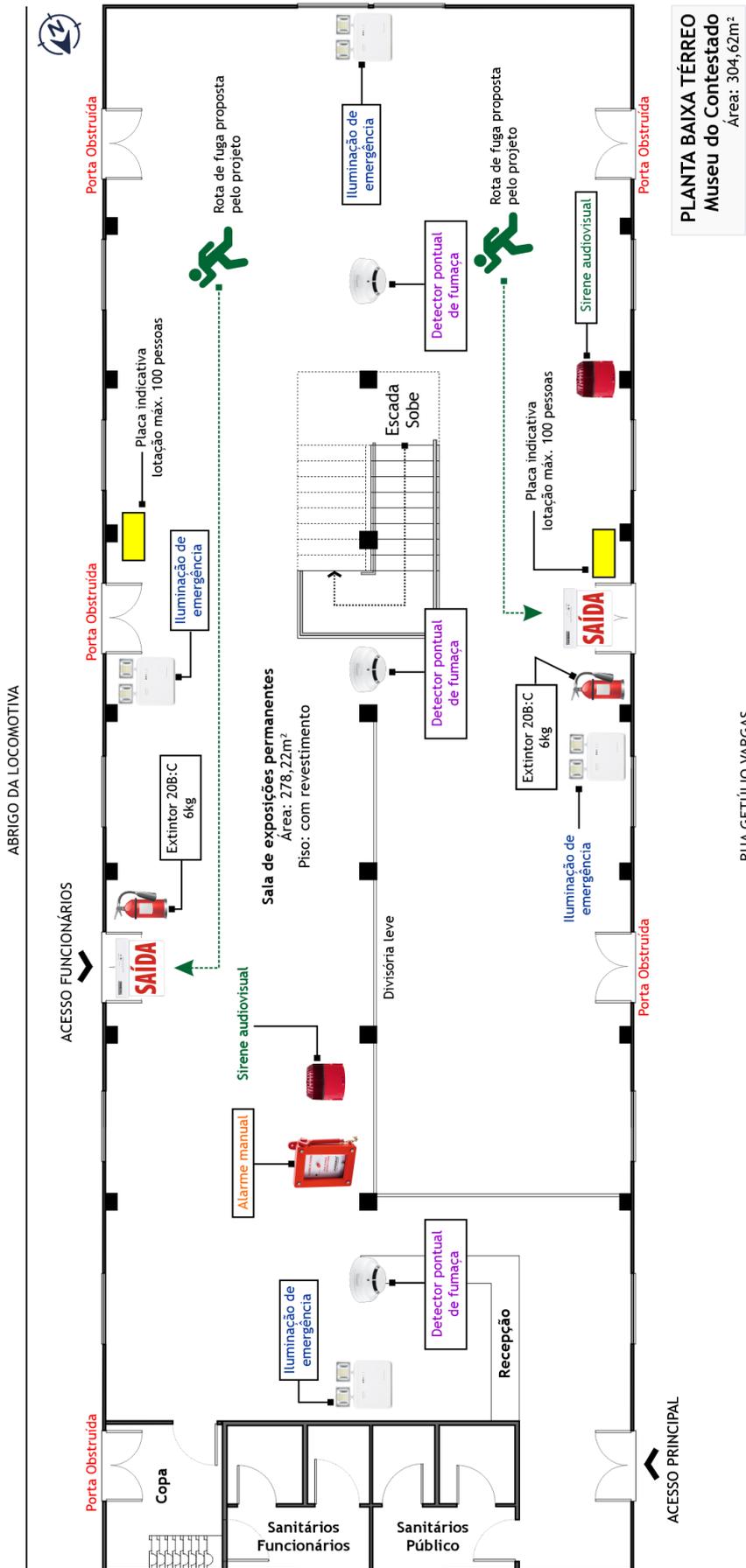
Fonte: a autora

No pavimento superior, como ilustrado pela Figura 27, é possível verificar que há instalados dois extintores, também do tipo ABC 6kg de pó químico. Um está situado na sala multiuso e outro no laboratório de conservação. Além destes, também há uma luminária de emergência do tipo bloco autônomo, além da sinalização de saída pontuada no patamar da escada.

Analisando o projeto preventivo contra incêndio proposto pelo instituto de pesquisa e planejamento urbano de Caçador, verifica-se que o problema diagnosticado atualmente em relação às rotas de fuga foi corrigido, propondo sinalização mais clara e a retirada do acervo de uma das portas que atualmente se encontra bloqueada. Isso pode ser verificado na Figura 28.

Além disso, o projeto orienta ainda a instalação de detectores de fumaça, alarmes de acionamento manual, avisadores audiovisuais e extintores do tipo BC de pó químico, dispostos ao centro da edificação, potencializando o seu raio de abrangência. Esse ponto é visto como pertinente em razão do tamanho da edificação. Também se verifica a indicação de lotação máxima do edifício.

Figura 27 - Croqui planta baixa (projeto PPCI)

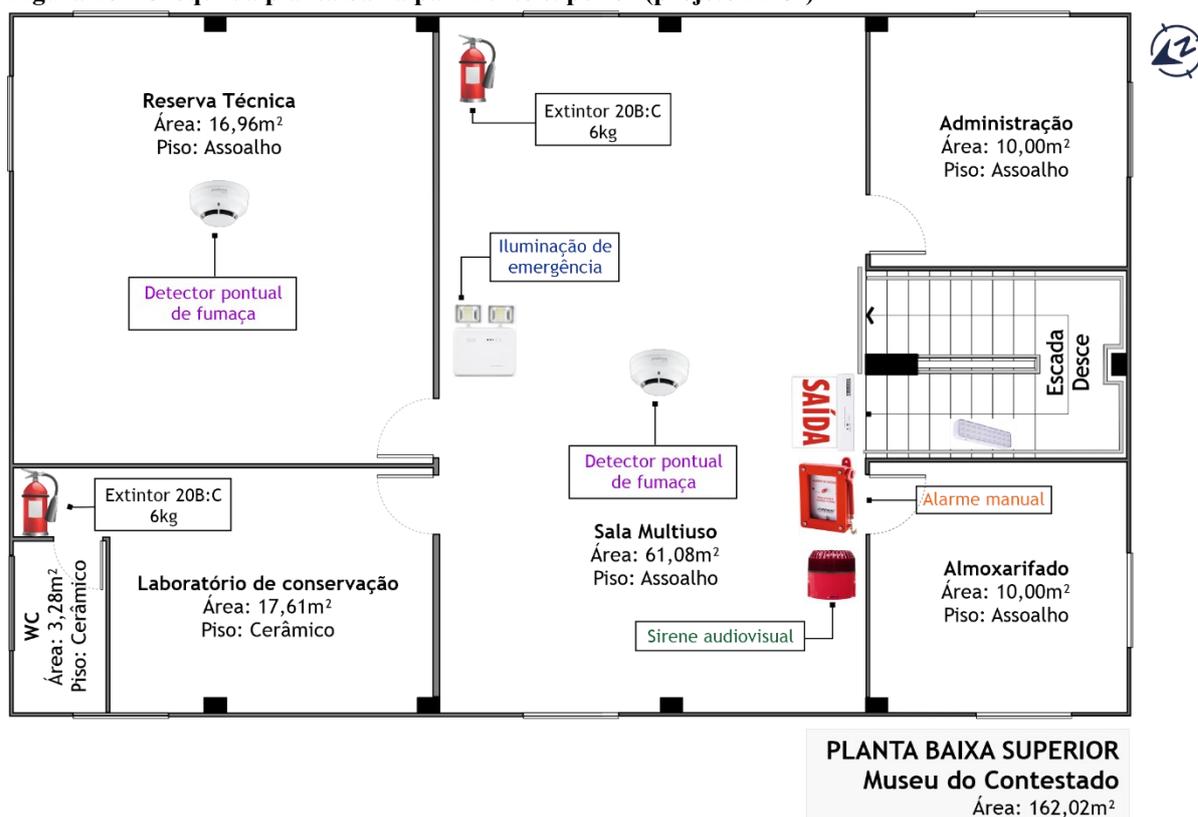


Fonte: IPPUC (2020) adaptado pela autora

No pavimento superior as mesmas estratégias foram adotadas, como é possível se verificar na Figura 29. A única particularidade observada em relação ao projeto foi a adoção do extintor tipo BC apenas. Por se tratar de uma edificação de madeira esperava-se a indicação, além do modelo já pontuado em projeto, de um extintor do CO₂ para cada pavimento ou, ao menos, a permanência dos extintores do tipo ABC 6kg atualmente instalados na estrutura.

De qualquer forma, o projeto melhora a distribuição dos extintores e pontua itens pertinentes e possíveis de serem agregados à estrutura de forma a potencializar os mecanismos de proteção contra incêndio e facilitar evacuação segura dos ocupantes caso haja a necessidade.

Figura 28 - Croqui da planta baixa pavimento superior (projeto PPCI)



Fonte: IPPUC (2020) adaptado pela autora

Verifica-se, assim, que houve um cuidado do poder público em propor medidas mais eficientes voltadas à prevenção de incêndio dentro da estrutura. O problema atual é a morosidade que envolve o processo para direcionamento de verbas e a licitação para a execução do projeto proposto. Até que o projeto ganhe forma, a estrutura fica à mercê das estratégias provisórias e das manutenções precárias que foram citadas anteriormente.

4.5 MUSEU MUNICIPAL PADRE FERNANDO NAGEL

Maravilha é uma cidade que também teve seu desenvolvimento urbano relacionado aos empreendimentos do processo de colonização. Na região, em 1949 iniciou o processo migratório de italianos, alemães e poloneses provenientes do Rio Grande do Sul. Sua instalação foi administrada pela companhia territorial Sul Brasil, que liderou a divisão dos lotes e a exploração da madeira nativa. O povoado prosperou a ponto de se emancipar como município em 1958.

Uma das edificações da colonização que ainda se encontra edificada no município é a que abrigava o banco nacional do comércio, primeiro empreendimento bancário da cidade e a sede da companhia territorial Sul Brasil, construída pelo carpinteiro Hélio Preto. Atualmente a estrutura abriga o museu municipal Padre Fernando Nagel. Está sob os cuidados da prefeitura municipal desde 1970. Em 2011, pelo projeto de lei municipal nº 3545, o edifício de madeira foi tombado a nível municipal (FRANZEN; OLIVEIRA; ORSO, 2017).

Imagem 80 - Museu municipal padre Fernando Nagel

a) Entrada principal



b) Vista da esquina



Fonte: Prefeitura municipal de Maravilha (2019)

O museu padre Fernando Nagel é um dos mais antigos do estado, contemplando um acervo que abriga a documentação da companhia Sul Brasil, cerâmicas indígenas, moedas, armas, coleção de insetos, coleção de fotografias e peças antigas de escritório e informática. Em média 180 visitantes passam pela edificação mensalmente, além dos eventos realizados com as escolas da região. Alguns dados básicos da estrutura podem ser verificados no Quadro 20.

Quadro 20 - Dados do museu padre Fernando Nagel

<i>Identificação do museu</i>	<i>Museu municipal padre Fernando Nagel</i>
<i>Proprietário</i>	Prefeitura Municipal de Maravilha
<i>Nível de tombamento</i>	Municipal
<i>Localização</i>	Avenida Araucária, n. 625, Centro, Maravilha
<i>Ano de construção</i>	1960
<i>Horário de funcionamento</i>	De segunda a sexta das 07h30min às 11h30min – 13h30min às 17h00
<i>Relação de áreas</i>	Administração e Recepção: 19,50m ²
	Sala de exposições 01: 44,32m ²
	Sala de exposições 02: 11,60m ²
	Acervo técnico: 40,91m ²
<i>Área total construída</i>	139,80m ²

Fonte: a autora

4.5.1 Os projetos de restauro e PPCI

Em entrevista semiestruturada com os responsáveis pelo museu, identificou-se que a estrutura foi objeto de um projeto de restauro realizado no ano de 2014, e com recursos fornecidos pelo Ministério Público e do próprio município, nos anos de 2015 e 2016 foram executados os reparos que a estrutura demandava: pintura e revisão de toda a rede elétrica, sempre respeitando as características originais.

Imagem 81 - Salas de exposição

a) Acervo da sala de exposições 01



b) Acervo sala de exposições 02

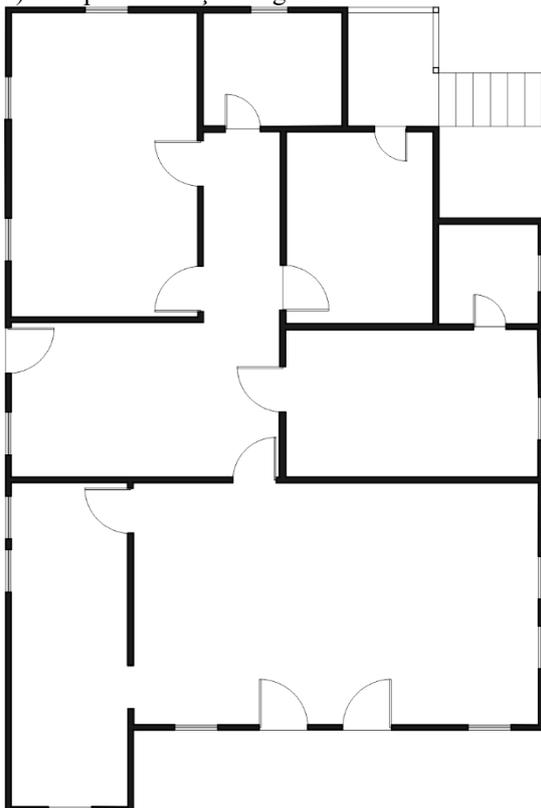


Fonte: Marx (2022)

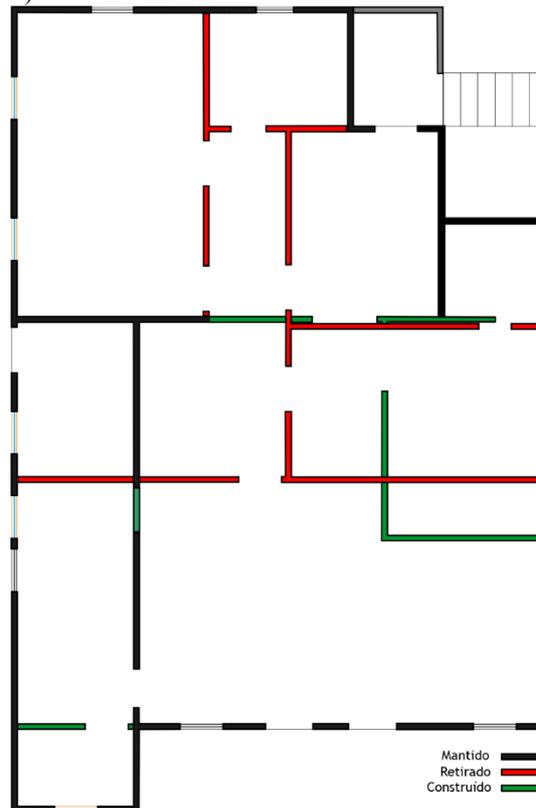
O entorno do museu, na mesma ocasião, foi adaptado de forma coerente ao preconizado pela NBR 9050 com sinalização tátil nas calçadas e rampas de acesso que facilitam a passagem de pessoas com mobilidade reduzida. O projeto de restauro propôs, juntamente com os demais itens já citados, ajustes na compartimentação interna do edifício, possibilitando salas maiores. Isso é possível se verificar na Figura 30. Atualmente o acervo encontra-se disposto em totens com proteção de vidro e distribuído próximo das paredes das salas.

Figura 29 - Croqui da intervenção realizada na reforma

a) Compartimentação original

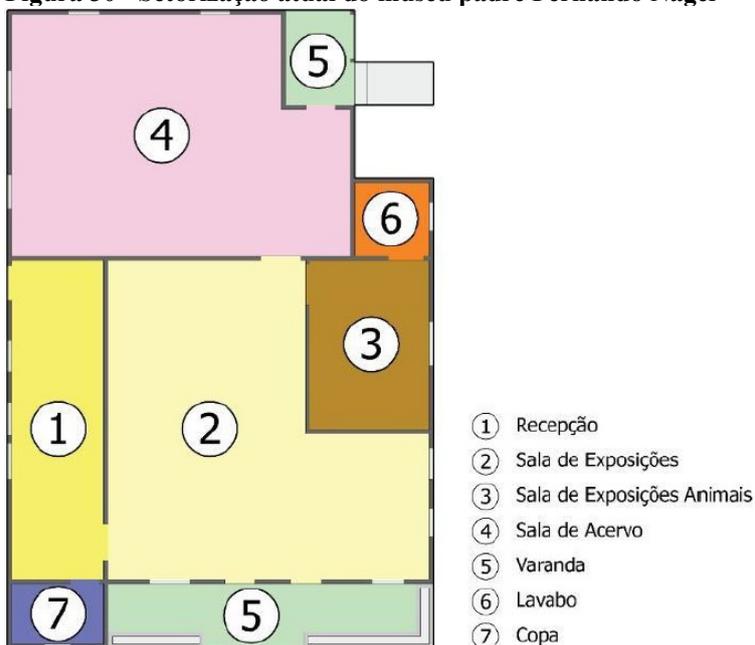


b) Reforma



Fonte: Duo arquitetura (2014) adaptado pela autora

Na Figura 31, é possível verificar como ficou definido o *layout* da edificação depois do restauro.

Figura 30 - Setorização atual do museu padre Fernando Nagel

Fonte: Plano museológico do museu padre Fernando Nagel (2019)

A prefeitura municipal de Maravilha forneceu à pesquisadora o projeto de restauro, bem como o projeto preventivo de incêndio. Isso possibilitou analisar as estratégias sugeridas e instaladas na edificação atualmente. Conforme é possível se verificar no croqui da planta baixa disposto na Figura 32, além de melhorias voltadas à iluminação e à sinalização das saídas de emergência, o projeto realizado pela Duo Arquitetura propôs ainda, a instalação de três unidades extintoras na sala de exposições central do edifício. Dois deles são do tipo A, com carga de água pressurizada e capacidade de 10 litros, situados próximo da entrada. O terceiro é do tipo BC de pó químico seco com 4kg, situado próximo ao acesso da sala de exposições 02.

Imagem 82 - Extintores do museu Padre Fernando Nagel

a) Extintores do tipo A com H₂O pressurizada

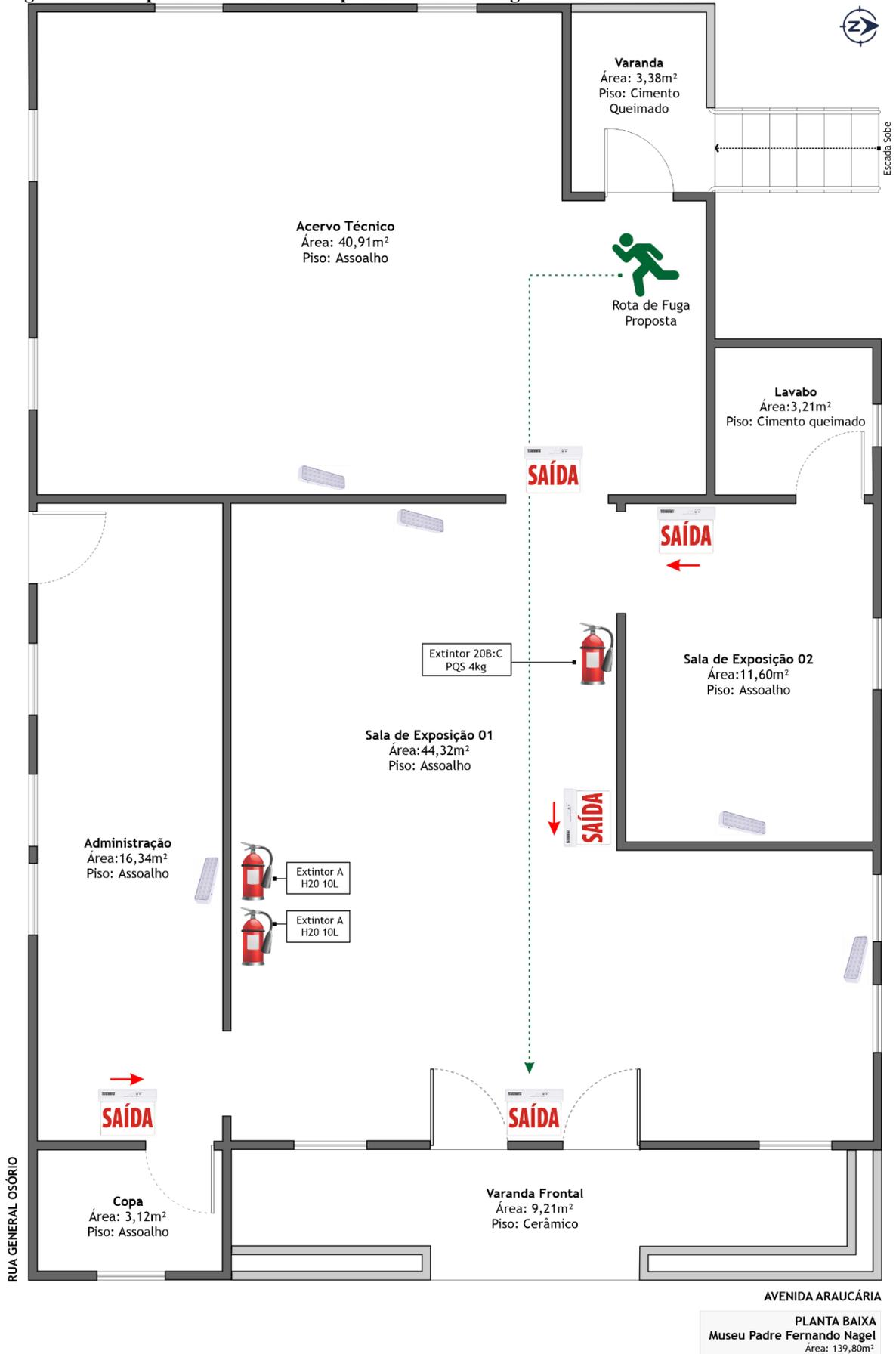


b) Extintor do tipo BC PQS



Fonte: Marx (2022)

Figura 31 - Croqui do PPCI do museu padre Fernando Nagel



Fonte: Duo Arquitetura (2014) adaptado pela autora

Conforme elencado no manual descritivo do projeto preventivo de incêndio, disposto no Anexo E, os tipos e quantidade de extintores foram definidos a partir das características apresentadas pela edificação, uma vez que apresenta uma alta carga de fogo por ser de madeira, além do próprio acervo contido em seu interior. O risco da ocupação foi classificado como leve, portanto, cada capacidade extintora foi prevista para proteger uma área máxima de 500m² com movimentação máxima de 20 metros.

As instruções normativas do estado de Santa Catarina vigentes na época de realização do projeto não exigiam a instalação de detectores de fumaça e alarmes de acionamento manual para as características da edificação em questão.

Observou-se, além disso, durante a entrevista semiestruturada, que atualmente o museu conta com 2 funcionárias fixas que não receberam nenhum tipo de treinamento voltado a parâmetros preventivos contra incêndio. O plano museológico do edifício também descreve que uma das deficiências do museu é esse aspecto e orienta que deveriam ser articulados cursos e treinamentos da equipe de funcionários com o corpo de bombeiros, a fim de propiciar informações sobre as rotinas adequadas de segurança contra incêndio aplicada às características particulares da edificação, como forma de precaver eventuais sinistros. O mesmo documento ainda orienta que se crie um plano de segurança e emergência para a edificação.

Desta forma, a estrutura conta, além dos projetos citados, com um plano museológico que define as diretrizes básicas que os usuários diários da edificação devem preconizar e aponta os principais problemas que devem ser objeto de análise e melhoria nos próximos anos. Com exceção do museu do Vinho Mário de Pellegrin, este documento não foi verificado nas demais estruturas.

5 DIAGNÓSTICO E RESULTADOS OBTIDOS

A partir dos dados levantados, foi possível analisar as estratégias adotadas, em relação a medidas preventivas contra incêndio, em diferentes estruturas antigas que abrigam museus localizados no estado de Santa Catarina. De modo geral, pode-se afirmar que foram diagnosticadas boas práticas relacionadas à temática estudada, bem como algumas deficiências. Ademais, algumas sugestões podem ser avaliadas para incentivar investimentos adequados por parte dos órgãos responsáveis para cuidado destas estruturas. Este diagnóstico pode ser verificado no Quadro 21 abaixo.

Quadro 21 - Resultado do diagnóstico dos estudos de caso

<i>Museu</i> <i>Estratégias</i>	Museu do Vinho Mário de Pellegrin	Museu Municipal Vale do Rio do Peixe	Museu Municipal João Bedretchuk	Museu histórico e antropológico do contestado	Museu Municipal padre Fernando Nagel
Treinamentos para os funcionários					
Extintores do tipo A, B e C					
Sistema de Iluminação de emergência					
Indicação de abandono de local					
Pintura com manutenção inferior a 2 anos					
Manutenção periódica no entorno					
Cuidados com o layout do acervo					
Monitoramento por câmeras					
Rede Elétrica em boas condições					
Alarmes contra arrombamentos					
LEGENDA					
<i>Adequado</i>	<i>Existente, porém de forma equivocada ou insuficiente</i>			<i>Deficiente</i>	

Fonte: a autora

Das edificações pesquisadas, 80 % dos funcionários afirmaram que não tiveram nenhum tipo de treinamento voltado a rotinas adequadas focadas na prevenção de incêndio. Destes, 33% afirmaram que, se houvesse a necessidade de utilizar um extintor, não saberiam a forma adequada de manuseá-lo. Fica claro, dessa forma, que as problemáticas envolvendo uma edificação com estas características não estão evidentes para os usuários da estrutura. Episódios que provam este argumento podem ser verificados na Imagem 82 (a e b), em que a utilização de fontes de calor dentro da estrutura próximo de itens de papel pode se tornar um perigo. Além, é claro, da sobrecarga das tomadas antigas pelo excesso de aparelhos conectados com adaptadores do tipo T.

Imagem 83 - Problemáticas diagnosticadas

a) Fonte de calor sobre o assoalho



Fonte: a autora

b) Adaptadores e fiação precária



Além dos pontos citados, a manutenção do edifício deve ser priorizada para prevenir possíveis incidentes. Problemas relacionados à rede elétrica foram diagnosticados nos três museus, objeto dos estudos de caso, que não são tombados. Isso se deve, em partes, por se tratar de estruturas não protegidas por lei. Dessa forma, investimentos são deixados em segundo plano frente a outras demandas que os municípios possuem. Fiação com isolamentos adequados e estratégias que se apropriem de eletrocalhas e eletrodutos, por exemplo, é o mínimo que deveria ser priorizado neste tipo de estrutura. Além de orientações básicas aos usuários para desligar a energia geral do edifício em momentos de inatividade, deixando apenas a rede independente de alarmes e monitoramento em funcionamento.

Estas estratégias se apresentam como necessárias, pois, conforme observado na revisão do estado da arte do tema que envolve esta pesquisa, o percentual mais significativo de fatores que contribuem para o início de um incêndio neste tipo de edificação são problemas relacionados à rede elétrica e ao descuido humano/vandalismo.

Observa-se, além disso, que há situações em que medidas são tomadas de forma provisória apenas para atingir os parâmetros mínimos exigidos pelo corpo de bombeiros, para liberação de alvará no momento da fiscalização. Não se analisam as particularidades da edificação. Exemplos disso foram verificados na sinalização de abandono de local dos museus João Bedretchuk e no museu histórico e antropológico do Contestado. Verifica-se que a indicação de saída instalada de forma equivocada possui os mesmos efeitos negativos que a ausência de sinalização, pois orienta o usuário para um espaço enclausurado. O episódio ocorrido na Boate Kiss em 2013 é um triste exemplo disso.

Elenca-se assim que, além de um projeto preventivo de incêndio adequado às particularidades do edifício, o treinamento com os funcionários é uma medida básica e de baixo investimento com um retorno de eficiência significativo, pois, além de adotar práticas que inibam a ocorrência de um incêndio a partir do início de uma possível ignição, eles são os primeiros personagens envolvidos no início do combate ao fogo. Suas decisões são cruciais, pois interferem diretamente no futuro da estrutura.

Outro quesito avaliado se refere às condições da construção de madeira. Como é possível verificar na Imagem 83 (a e b), foram encontrados pontos de apodrecimento e infiltração de água que contribuíam para a umidificação da madeira, além da presença de rachaduras e do descascamento da pintura externa evidenciando a madeira seca debaixo da película protetora. Os estudos de Salleh e Mohtar (2020) e Dong, You e Hu (2014) descreveram os problemas que envolvem este aspecto, pois, além da segurança estrutural para com os usuários, a superfície áspera e porosa proporciona a potencialização do contato da superfície das tábuas de madeira com o ar, impulsionando a velocidade da inflamação da reação em cadeia a partir da combinação da presença de combustível, comburente e calor (tetraedro do fogo). As fendas ocasionadas pela dilatação do material nas esquadrias também contribui para isso, acelerando o *flash over*.

Imagem 84 - Problemas na madeira diagnosticados

a) Rachaduras e danos de apodrecimento



b) Beiral danificado



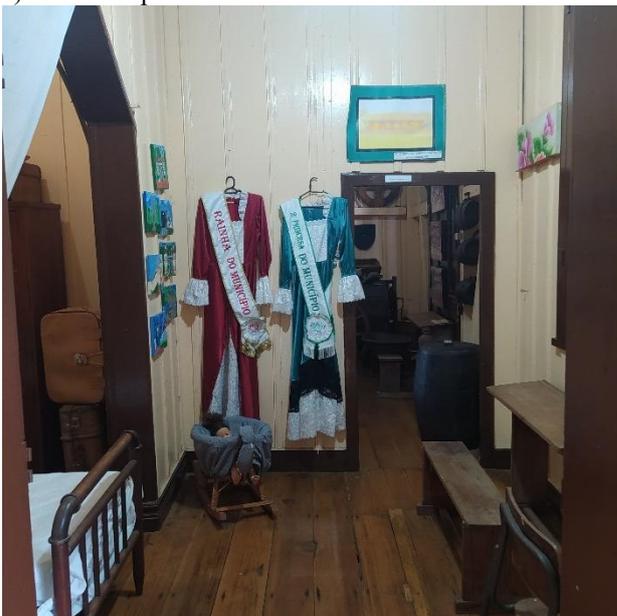
Fonte: a autora

A pintura, neste contexto, contribui não apenas para os quesitos estéticos e para a proteção da madeira sã contra a ação das intempéries, mas também para atrasar a propagação de uma chama. As tintas retardantes são uma alternativa adicional viável que, conforme descrito nos estudos de Ostman *et al* (2017), colaboram como um mecanismo de proteção passiva.

Internamente a disposição do acervo também foi um ponto que mereceu análise. Quando a dimensão dos ambientes permitem e o acervo não está contido dentro de abrigos de vidro, é preferível que não estejam alocados junto às paredes. Um exemplo são as rouparias expostas diretamente na parede sobre tomadas e interruptores antigos observada no museu do vale do Rio do Peixe. Este ponto vem de encontro ao descrito no estudo elaborado por Wei *et al* (2011) que comprova que a propagação de um incêndio em uma estrutura de madeira é acelerada quando materiais como tecidos e espumas estão em contato direto com a parede. Se a origem do fogo for no centro do compartimento, o alastramento é lento. A Imagem 84 (a) compara a situação descrita, com um exemplo de solução observado no museu municipal João Bedretchuk (b), onde a rouparia está disposta dentro de abrigos de vidro.

Imagem 85 - Exposição de acervo de roupas

a) Acervo exposto em contato com tomadas



b) Abrigo para roupas do museu João Bedretchuk



Fonte: a autora

Atrasar a propagação é importante, pois contribui para que o tempo de reação, tanto dos funcionários/usuários quanto dos bombeiros, possua graus maiores de eficiência. Identificar o incêndio em seu início também é um aspecto importante. Porém em todos os edifícios objeto dos estudos de caso desta pesquisa não foi diagnosticado nenhum tipo de detecção automática, como é possível se verificar no Quadro 22.

Quadro 22 - Correlação das estratégias adotadas nos estudos de caso

<i>Diagnóstico das medidas preventivas encontradas nos estudos de caso catarinenses</i>			
<i>MUSEU</i>	SISTEMA DE DETECÇÃO	SISTEMA DE SUPRESSÃO	OUTROS
<i>Museu do vinho Mário de Pellegrin</i>	Nenhum, dependente do fator humano	Extintor Tipo BC: PQS 4kg Extintor Tipo A: H ₂ O 10 L <i>Disposição: Na circulação por pavimento</i>	Iluminação de emergência Sinalização da rota de fuga
<i>Museu municipal Vale do Rio do Peixe</i>	Nenhum, dependente do fator humano	Nenhum	Nenhum
<i>Museu municipal João Bedretchuk</i>	Nenhum, dependente do fator humano	Extintores tipo BC: PQS 4kg <i>Disposição: um em cada sala de exposição + Biblioteca</i>	Iluminação de emergência Sinalização da rota de fuga (inadequada)
<i>Museu Histórico e Antropológico do Contestado</i>	Nenhum, dependente do fator humano	Extintores do tipo ABC: PQS 6kg <i>Disposição: 2 unidades por pavimento</i>	Iluminação de emergência Sinalização da rota de fuga (inadequada)
<i>Museu Municipal Padre Fernando Nagel</i>	Nenhum, dependente do fator humano	02 Extintores do tipo A: H ₂ O 10 L 01 Extintor BC Pó Químico 4kg	Iluminação de emergência Sinalização da rota de fuga

Fonte: a autora

Além dos itens dispostos no Quadro 22, verificou-se que quatro das cinco estruturas levantadas possuíam algum tipo de vigilância ou alarmes de segurança contra arrombamentos e atos de vandalismo, com vigia noturno. Destas, duas também apresentam monitoramento por câmeras. Havendo a necessidade de acionar o corpo de bombeiros, constatou-se que todas as edificações levantadas se encontram há um tempo de deslocamento inferior a 10 minutos, como é possível verificar no Quadro 23. Então, havendo um tempo de acionamento e resposta curta, os bombeiros conseguiriam ter acesso às estruturas de forma relativamente rápida.

Quadro 23 - Distância do corpo de bombeiros mais próximo

Nome do museu	Distância	Tempo estimado de deslocamento
Museu do Vinho Mário de Pellegrin	Aprox. 1,80km	5min
Museu Municipal Vale do Rio do Peixe	Aprox. 450m	1min
Museu Municipal João Bedretchuk	Aprox. 1,30km	2min
Museu Histórico e Antropológico do Contestado	Aprox. 1,5km	4min
Museu Municipal Padre Fernando Nagel	Aprox. 2,70km	6min

Fonte: a autora

Nestas edificações, observa-se que o próprio edifício é caracterizado como uma carga de incêndio por ser constituído na íntegra em madeira. Considerando esta condição especial, a NBR 12.693/2021 (sistemas de proteção por extintores de incêndio) descreve a necessidade de extintores do tipo A, B e C para extinção, tanto de materiais sólidos, quanto de líquidos inflamáveis e componentes elétricos. Essa condição foi verificada nas duas edificações tombadas, que continham extintores de carga de água aliado ao de pó químico seco. O museu municipal João Bedretchuk possui apenas extintores do tipo BC 4 kg e o museu municipal do Vale do Rio do Peixe nenhum. No museu histórico e antropológico do Contestado, há dois extintores do tipo ABC 6 kg instalados, porém o novo projeto preventivo de incêndio sugere a troca para o tipo BC. Isso se verifica como um equívoco.

O ideal, considerando os dados levantados e as características do acervo e da estrutura de madeira que também possui importância histórica, seria a apropriação de um extintor do tipo pó químico seco ABC e outro do tipo CO₂, que atua por abafamento, diminuindo a concentração de oxigênio e evitando danos severos aos materiais envolvidos com o sinistro. Além disso, proporcionam facilidade de manuseio, uma vez que os extintores de carga de água, além de pesados, possuem uma quantidade de água em alguns casos insuficiente. Este ponto vem de encontro à orientação dos personagens envolvidos com a estrutura, pois eles precisam compreender o porquê e a finalidade de cada extintor sugerido.

Outro aspecto tangente ao estudo de Dong, You e Hou (2014) observado nas estruturas dos municípios de Rio das Antas e de Caçador foi em relação ao entorno que envolve cada museu de madeira. A presença de folhas secas proporciona alastramento rápido e de difícil controle, gerando uma situação de perigo para as particularidades deste tipo de construção. Serviços de jardinagem semanais devem ser previstos para propiciar estas inspeções.

O consumo de cigarro e drogas próximo destas áreas com folhas secas também se apresenta como um problema que deve ser o foco de políticas públicas que orientem a conscientização por parte da comunidade do entorno. Além de alternativas que potencializem a iluminação, o paisagismo e a vigilância destes espaços públicos. Ponto que também se correlaciona as práticas de vandalismo, diagnosticadas como frequentes.

Diante deste cenário, conclui-se que o fator humano é crucial quando se trata de preservar estruturas antigas de madeira. Assim como pode colaborar para sua preservação para as futuras gerações, também o tempo pode ser o seu algoz. Ações educativas para orientação dos visitantes e dos moradores do entorno se mostram como pertinentes quando se trata da salvaguarda destas edificações.

Deve-se criar a consciência de que o melhor remédio para precaver um incidente é impedir toda e qualquer situação que possa contribuir para o início e o desenvolvimento de uma ignição dentro e no entorno destes museus, pois os danos são, na maioria das vezes, irreversíveis ou exigem investimentos elevados. Além de ser a alternativa mais barata, precaver o início de um incêndio é a forma mais eficiente de salvaguardar essas estruturas históricas de madeira.

Observa-se desse modo que estas construções, por possuírem características vernaculares, não comportam alternativas que exijam intervenções mais complexas, tanto de investimento, quanto de arquitetura. Sprinklers e sistemas de aspersão de alta pressão, dessa forma, são objeto de uma análise mais profunda, pois exigem uma infraestrutura complementar externa à edificação para abrigar equipamentos e reservatório de água.

Em contrapartida, há sim outras estratégias viáveis de serem implantadas com um grau de eficiência confiável. Medidas organizacionais e de gerenciamento são o ponto principal que deveriam demandar uma reflexão por parte das pessoas envolvidas com estes edifícios. Assim como o plano museológico, fica como sugestão que estes museus se apropriem de um manual orientativo acerca das suas particularidades e rotinas básicas de segurança que devem ser adotadas, para que, mesmo com a rotatividade de funcionários, todos tenham acesso ao material que esclareça todos os pormenores que o edifício possui, e como devem agir frente aos diversos cenários que podem ocorrer. O material deve conter plantas baixas do museu que descrevam

sua compartimentação e rotas de fuga, além de descrições acerca das peças contidas em seu interior.

Uma sugestão de metodologia que pode auxiliar no desenvolvimento deste manual é a análise SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), uma técnica de planejamento estratégico utilizada para auxiliar organizações a identificarem forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionadas a um determinado empreendimento para, a partir disso, avaliar projetos que corroborem para melhorar estas estruturas. O plano museológico do Museu Padre Fernando Nagel é um exemplo de apropriação desta estratégia.

Programas de arrecadação de fundos por meio de campanhas beneficentes também podem contribuir para a criação de um caixa para o museu, de forma complementar aos recursos fornecidos pelo poder público municipal e auxiliar nos gastos relacionados à manutenção da estrutura de madeira. Com o planejamento adequado, estas construções concebidas de madeira antiga possuem grande potencial turístico, retornando para a comunidade, além de valores financeiros provenientes do turismo, a salvaguarda de um legado iniciado na primeira década do século XX pelos primeiros colonizadores do estado de Santa Catarina.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se trata de edificações antigas de madeira, pode-se concluir que encontrar um equilíbrio entre medidas preventivas de incêndio efetivas e a salvaguarda da originalidade e integridade da edificação com o material da época de sua construção é um tanto quanto desafiador. Por mais que algumas das edificações levantadas não possuam nenhum grau de tombamento até a realização desta pesquisa, ficou clara, no decorrer do desenvolvimento do trabalho, a importância que elas possuem na preservação da memória dos primeiros habitantes de cada localidade.

Figura 32 - Tetraedro do fogo aplicado a construções de madeira



A madeira, como material combustível, deve ser sim um aspecto de cuidado especial quando se pensa nestas edificações. O tetraedro do fogo evidencia esse ponto, conforme ilustrado na Figura 33. Dentro dos fatores que se pode interferir neste caso de estudo, a própria

edificação é o elemento combustível, questão que limita as intervenções relacionadas a este aspecto, uma vez que revestir as peças com outro material ocultaria as características que tornam a construção única e de interesse histórico. Dessa forma, as alternativas viáveis de implantação diagnosticadas sempre se correlacionam a: impedir possível ignição e, no caso de sua ocorrência, extingui-la o mais rápido possível, não permitindo seu desenvolvimento. Se um incêndio ocorrer em maiores proporções, é fato que os danos à estrutura serão irrecuperáveis.

Preservar estas edificações de interesse histórico passa, nesse ponto, a não ser responsabilidade apenas do poder público, mas de todos os seus usuários e de quem vive em seu entorno. Durante os levantamentos, tanto globais quanto dos estudos de caso catarinenses, pode-se verificar que as problemáticas predominantes diagnosticadas se correlacionam à falta de cuidado humano, ao vandalismo e às deficiências em relação à parte elétrica que, a partir de um curto-circuito em uma rede precária, pode iniciar uma ignição.

Evidencia-se que a base de qualquer estratégia focada na prevenção de incêndio deste tipo de estrutura deve ter como premissa básica reduzir ao máximo a probabilidade de ignição. Além de ser a abordagem que requer menos recursos financeiros, é a forma que atuará com mais eficiência na preservação da sua integridade arquitetônica. Assim, com base no diagnóstico obtido, conclui-se que há duas linhas estratégicas que podem ser aplicadas a construções antigas de madeira com fins de uso museológico. Podem ser categorizadas como: de gerenciamento organizacional e implantação de mecanismos de proteção ativa, conforme descrito no Quadro 24 abaixo.

Quadro 24 - Alternativas sugeridas para edificações antigas de madeira

ORGANIZACIONAIS E DE GERENCIAMENTO		MECANISMOS DE PROTEÇÃO ATIVA	
Menor investimento	Cronograma de inspeções gerais	Mínimos	
	Mínimo de manutenções semanais no paisagismo externo (evitar o acúmulo de folhas secas);	Extintores alocados de acordo com a legislação vigente do tipo A, B e C.	
	Desativar a energia elétrica do edifício em momentos de inatividade	Iluminação e sinalização de emergência	
	Apresentar orientações básicas aos visitantes; Campanhas educativas para a comunidade;	Alarmes manuais	
	Treinamentos periódicos com os funcionários (<i>on-the-job</i>);	Sensores de calor e fumaça	
	Cuidados referentes a disposição do layout do acervo e ao modo de exibição das peças;	Tintas e vernizes com retardante de fogo	
	Manter a pintura do edifício em dia;	Complementares	
	Evitar dentro da edificação fontes de calor	Monitoramento por câmeras de segurança e vigilância em períodos noturnos	
	Prever inspeções periódicas na rede elétrica	Implantação de sistemas de aspersão de água por alta pressão ou <i>sprinklers</i>	
	Prever abrigos adequados para acervo composto por espumas e tecidos	Estratégias de conexão direta com o corpo de bombeiros mais próximo	
		Maior investimento	

Fonte: a autora

Sobre as medidas organizacionais e de gerenciamento, elas demandam menor investimento por parte do poder público, e ao mesmo tempo, são as mais efetivas. Cita-se aqui como um investimento, pois o retorno financeiro proveniente da movimentação turística que este tipo de estrutura fornece ao município é maior do que a hipótese de recuperar a estrutura depois de um acidente. Além de se apresentar como uma opção inviável dependendo do nível de exposição da construção a um incêndio, tal cenário exige valores significativamente altos de restauro quando se compara com o capital injetado no correto gerenciamento da estrutura edificada em madeira. Isso sem citar a importância histórica e valor cultural da edificação, que é incalculável e não pode ser reproduzido.

Com estes aspectos em evidência, esta pesquisa sugere que seja elaborado um manual do edifício, que enalteça todas as suas particularidades e plantas de *layout* descritivas que apontem características básicas do acervo, além da localização dos mecanismos de proteção ativa instalados e um plano de emergência claro, flexível e abrangente que oriente as medidas a serem tomadas em caso de sinistro, tanto em relação ao abandono do local por parte dos usuários, quanto especificando os itens do acervo prioritários em uma situação de retirada. Deve ser previsto também um local alternativo para guarda temporária deste material.

No mesmo documento, devem estar previstas as rotinas de manutenção, tanto de itens pertinentes ao próprio edifício, quanto do seu entorno e os profissionais responsáveis por cada inspeção. Dentro deste último, cabe citar os treinamentos com os funcionários, não apenas nos pontos relacionados à inspeção, mas também em relação à forma adequada de se manusear os equipamentos de proteção ativa presentes na edificação. Este ponto é importante, pois colabora para a contenção rápida em caso de início de uma ignição, uma vez que foi uma deficiência diagnosticada em grande parte dos estudos de caso levantados.

Além disso, enfatizar medidas educativas que visam à conscientização tanto por parte dos funcionários, quanto dos visitantes e moradores do entorno. Orientações acerca de boas práticas de limpeza e cuidados com materiais que envolvem chama e calor já podem mitigar consideravelmente um possível acidente. Trata-se de uma medida extremamente simples, porém de muito impacto, uma vez que se diagnosticaram casos em que não há plena ciência dos perigos que podem impactar diretamente uma estrutura antiga de madeira.

Muitas vezes extintores e plaquinhas de saída são instalados apenas por exigência dos bombeiros para liberação do alvará de funcionamento. Falta interesse dos responsáveis pela edificação em como protegê-la da forma adequada. Diagnosticou-se no decorrer da pesquisa que as pessoas envolvidas não compreendem o porquê de cada equipamento de proteção ativa instalado. Essa ausência de propósito contribui para o descaso em relação a alguns pontos.

Sobre a implantação de medidas ativas de proteção contra incêndio na estrutura, verifica-se que elas podem ser categorizadas em dois eixos: as mínimas e as complementares. A primeira se caracteriza por conter os itens básicos que deveriam ser encontrados nas estruturas objeto de estudo desta pesquisa. Estas medidas seriam a existência de extintores portáteis do tipo coerente com as características da edificação e instalados em uma posição adequada, a existência de alarmes manuais de incêndio para alertar a todos os ocupantes em caso de sinistro, além da iluminação de emergência e de abandono de local coerente com o exigido pela corporação do corpo de bombeiros local. Sensores de calor e fumaça para possibilitar a inibição imediata da ignição e o uso de tintas e vernizes que possuam em sua composição produtos para o retardo da propagação de incêndio. Assim ofereceria mais tempo para que medidas mitigadoras fossem adotadas.

Já as medidas complementares seriam as que exigem um investimento maior que suplementaria a proteção em caso de todas as demais alternativas citadas anteriormente falharem. Essas medidas seriam: o monitoramento por câmeras que, além de facilitar o diagnóstico da localização de possível ignição, também inibe práticas voltadas ao vandalismo, e a análise de implantação de sistemas de aspersão de água por alta pressão, tanto internamente quanto externamente, ativada por sensores automáticos. Esta estratégia se apresenta como interessante, uma vez que os dutos de cobre de pequeno diâmetro, quando instalados da forma adequada, ficam quase imperceptíveis na edificação. Esse investimento demandaria também a instalação de um reservatório de água para reserva técnica de incêndio em uma estrutura externa à edificação. Porém esta alternativa no momento ainda depende de altos investimentos, fator que onera a sua implantação em pequenas estruturas.

Ainda relacionado aos investimentos empregados neste tipo de estrutura, observa-se que o tombamento é uma alternativa que contribui para que medidas preventivas de incêndio sejam aplicadas de forma enfática, de acordo com as legislações vigentes, uma vez que por lei estão protegidas, obrigando o poder público a aplicar cuidados especiais para com a sua conservação. Desta forma, sugerir o tombamento das edificações que fazem parte da amostra descrita nos estudos de caso contribuiria para que as mesmas, além de mais valorizadas, tivessem recursos financeiros fixos direcionados para inspeções e manutenções periódicas.

Diante do exposto, pode-se afirmar que o proposto nos objetivos específicos desta pesquisa de diagnosticar, a partir de estudos de caso reais, os principais motivos que resultam em incêndio em edificações antigas de madeira e a identificação das principais estratégias de prevenção de incêndio utilizadas pelo mundo em edificações historicamente importantes construídas deste material, atingiu os aspectos pretendidos. A partir das análises de estudos de

caso localizados no estado de Santa Catarina, pode-se concluir que ainda há pontos a serem melhorados, uma vez que estas estruturas são únicas e agregam um valor histórico inimaginável. Foram encontradas tanto situações que ilustram boas práticas relacionadas à preservação, quanto a cenários preocupantes que demandam atitudes urgentes de revisão e manutenção.

A presente pesquisa dentro do relatado buscou contribuir como um instrumento norteador para as entidades, sejam elas públicas ou privadas, que possuem sob sua responsabilidade a salvaguarda destas estruturas. A intenção é que não apenas as edificações foco desta pesquisa sejam beneficiadas, mas que outras estruturas similares localizadas no sul do Brasil possam se apropriar das estratégias aqui sugeridas.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros, verifica-se que uma abordagem focada nos princípios da acessibilidade seria pertinente, além da apropriação de estudos computacionais simulando o comportamento destas estruturas em situação de sinistro. Verifica-se também que há alguns pontos sobre o comportamento dos gases inertes e das tintas e vernizes retardantes de fogo quando aplicadas à madeira antiga que ainda merecem ser analisados, para proporcionar a compreensão do real desempenho destes produtos, para verificar se há algum aspecto residual que, a longo prazo, possa comprometer uma peça de madeira exposta há anos à ação das intempéries.

Ao final do desenvolvimento da pesquisa, também se constatou que o corpo de bombeiros de Santa Catarina realizou um levantamento similar em alguns museus do estado, elencando aos seus responsáveis os ajustes pertinentes para adequá-los. Porém essa informação veio à tona na reta final do desenvolvimento da pesquisa, quando o tempo destinado à elaboração deste trabalho já estava se encerrando. Dessa forma, sugere-se que novos levantamentos focados neste tema se apropriem deste material para análise.

REFERÊNCIAS

AMERICAN, Expatriate Costa Rica. Electrical failure could have triggered fire in Dota church. Disponível em: < <https://www.usexpat costarica.com/electric-failure-could-have-triggered-fire-in-dota-church/>>. Acesso em: 10 set 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14432: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12693: Sistema de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 1993.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos. Rio de Janeiro, 2020.

ARVIDSON, M. Experience with Fire Suppression Installations for Wood Churches in Sweden. **Journal of Fire Protection Engineering**, v. 18, n. 2, p. 141–159, 1 maio 2008.

AKASHAH, Farid Wajdi; SYARIFAH NADIRAH WAN TEH & BAAKI, T. K. Fire Risk Assessment of Historic Buildings in Malacca World Heritage Site. **The Malaysian Surveyor**, v. 51, n. 4, p. 30-38, 2016.

BAHAMÓN, Alejandro; SOLER, Anna Vicens. Cabana da Arquitectura Vernácula à Contemporânea. Parramón, 2008.

BIASI, J. A. et al. Estudo de obras arquitetônicas em Santa Catarina. p. 154, 2021.

BIASI, J. A.; CAMARA, I. P. **ANÁLISE ARQUITETÔNICA TEMÁTICA DO MUSEU DO VINHO MÁRIO PELLEGRIN**. I Congresso Nacional para Salvaguarda do Patrimônio Cultural . **Anais...** Em: I CONGRESSO NACIONAL PARA SALVAGUARDA DO PATRIMÔNIO CULTURAL . 31 ago. 2017. Disponível em: <<https://eventosacademicos.ufmt.br/index.php/cicop/cicop2017ufmt/paper/view/2830>>. Acesso em: 14 set. 2022

BOGO, Amílcar J. Arquitetura em madeira em Santa Catarina: patrimônio histórico e tipologia habitacional atual. **Arquitextos, São Paulo**, n. 18.208, p. 02, 2017.

BOTOSSO, Paulo Cesar. **Identificação macroscópica de madeiras**: guia prático e noções básicas para ser reconhecimento. 65 p. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

BURKE, Roberto B. ADELOYE, Sam. **Manual de segurança básica de museus**. Rio de Janeiro, 1988.

BRAGA, Márcia (org.). Conservação e restauro: madeira- pintura sobre madeira- douramento em estuque- cerâmica- azulejo-mosaico. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.152p. Disponível em:<<http://www.marciabraga.arq.br/site/images/stories/pdf/madeira.pdf>>. Acesso em 06 out 2022.

BROMBILLA, D. DE C.; ANDRADE, I. F.; SOUZA, J. C. **EVACUAÇÃO EMERGENCIAL EM LOCAL DE REUNIÃO DE PÚBLICO: AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE E SEGURANÇA EM ESTÁDIO DE FUTEBOL BRASILEIRO**. Blucher Design Proceedings. **Anais...** Em: 16º ERGODESIGN – CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO TECNOLÓGICA. Santa Catarina, Brasil: Editora Blucher, jun. 2017. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/25804>>. Acesso em: 15 fev. 2021

CACHIM, P. B. **Construção em Madeira: a madeira como material de construção**. 2. ed. Porto: Publindústria, 2014.

CARNIELETTO, E. C.; DE CASTRO, M. G.; ARAÚJO, R. L. Residências Unifamiliares. **Revista FLAMMAE**, p. 27, 2019.

CHORLTON, B.; GALES, J. Fire performance of cultural heritage and contemporary timbers. **Engineering Structures**, v. 201, dez. 2019.

CHORLTON, B.; GALES, J. Fire performance of heritage and contemporary timber encapsulation materials. **Journal of Building Engineering**, v. 29, maio 2020.

COIMBRA, J.; BRITO, J. **Revisão do Eurocódigo 5: Aspectos Principais**. 1 mar. 2004.

COSTA, Ana Alexandra Pontes da. **Construção de edifícios com Cross Laminated Timber (CLT)**. Mestrado Integrado em Engenharia Civil -2012/2013. 129p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

COSTA, B. R. DA; PEREIRA, N. B.; DO VALLE, Â. **CASA RURAL ITALIANA E DA REGIÃO DE IMIGRAÇÃO NO SUL DO BRASIL | Galoá Proceedings**. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbctem/papers/casa-rural-italiana-e-da-regiao-de-imigracao-no-sul-do-brasil>>. Acesso em: 8 set. 2022.

COUTINHO, Joana de Souza. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. **Artigo, FEUP**, 1999. Disponível em: < <https://paginas.fe.up.pt/~jcouti/Madeiras%2099.pdf>>. Acesso em: 06 out 2022

CBMMG, Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Instrução Técnica nº 35 - Segurança contra incêndio em edificações históricas. 2017.

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução Normativa nº 01 - Da atividade técnica. 2022.

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução Normativa nº 05 - Edificações existentes e recentes. 2022

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução Normativa nº 06 - Sistema preventivo por extintores. 2022

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução normativa nº 11 - Sistema de iluminação de emergência.2022.

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução normativa nº 12 - Sistema de alarme e detecção de incêndio.2022.

CBMSC, Corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. Instrução normativa nº 13 - Sinalização para abandono de local.2022.

CBPMESP, **Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2019. Instrução Técnica nº 11. São Paulo: s.n., 2019.

CBPMESP, **Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2019. Instrução Técnica nº 09. São Paulo: s.n., 2019.

CBPMESP, **Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2019. Instrução Técnica nº 10. São Paulo: s.n., 2019.

CBPMESP, **Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2019. Instrução Técnica nº 21. São Paulo: s.n., 2019.

CRUZ, H.; NUNES, L. A MADEIRA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. p. 27, 2012.

DA FONSECA, Eliana Pinheiro. **Resistência ao Fogo de Elementos de Madeira pelo Eurocódigo 5**-Estudo de Caso na Reabilitação de Edifícios Antigos. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto. 2017.

DE OLIVEIRA, Muriel Batista et al. Museu nacional do Rio de Janeiro: estudo das instalações de prevenção e combate a incêndio National museum of Rio de Janeiro: study of fire fighting and prevention facilities. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 91264-91286, 2021.

DIAS, Alan. Estruturas de madeira pelo mundo #01 – Carbon12. Youtube, 2021. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=cc_I15Z4rg8&t=9s>. Acesso em 06 out 2022.

DONG, Q.; YOU, F.; HU, S. Investigation of Fire Protection Status for Nanjing Representative Historical Buildings and Future Management Measures. **Procedia Engineering**, v. 71, p. 377–384, 31 dez. 2014.

DOUGLAS, Pierre Home. Handbook of joinery (The Art of Woodworking). Editora Time-Life Books, 1993. 144 páginas.

DRIEMEYER, Rute A. Contribuições para a conservação do patrimônio histórico edificado em madeira da cidade de Antônio Prado/RS.112f. Dissertação (Mestrado) Departamento de

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FERNANDES, P. J. C. T. DA R. A história da madeira como material na arquitetura. 26 mar. 2014.

FERREIRA, N. S. DE A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257–272, ago. 2002.

FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. DE. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 4, p. 157–174, dez. 2009.

FRAGA, Emerson Passos de; PAIVA, Rogério Bueno de. Proteção contra incêndios em edificações históricas: estudo de caso de um museu de Gravataí. Unisinos, 2011. Disponível em: < <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/10732>>. Acesso em 06 out 2022

FRANCO, Luiza. Humanidade perdeu mais com incêndio do Museu Nacional do que na Notre-Dame, diz diretor da instituição Brasileira. BBC News. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48550660>>. Acesso em: 01 out 2022.

FRANZEN, D. O.; OLIVEIRA, P. D. DE; ORSO, M. O centro de Maravilha – SC: Relações entre Memória e Identidade Urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 34, 9 dez. 2017.

GIESBRECHT, Ralph Mennucci. Estações Ferroviárias do Brasil: Rio das Antas (Antiga Campos Novos). Disponível em: < [GIESBRECHT, Ralph Mennucci. Estações Ferroviárias do Brasil: Três Barras. Disponível em: < <http://www.estacoesferroviarias.com.br/sc-saofranc/tresbarras.htm>>. Acesso em: 07 out 2022.](http://www.estacoesferroviarias.com.br/pr-tronco/riodasantas.htm#:~:text=Rio%20das%20Antas%20%2D%2D%20Esta%C3%A7%C3%B5es%20Ferrovi%C3%A1rias%20de%20Santa%20Catarina&text=HISTORICO%20DA%20LINHA%3A%20A%20linha,Grossa%20com%20a%20E.%20F.%20Paran%C3%A1.> . Acesso em: 07 out 2022.</p></div><div data-bbox=)

GONÇALVES, J. M. C. Desenhar com/a madeira. 23 maio 2013.

GOUVEIA, Antônio M. C. Análise de risco de incêndio em sítios históricos. Brasília: IPHAN/Monumenta, 2006.

GUO, Jia. Asia’s tallest wooden pagoda burned down in Sichuan Province. Disponível em: < <https://thechinaproject.com/2017/12/11/asias-tallest-wooden-pagoda-burned/>>. Acesso em: 10 set. 2022.

GRACE CHENG, W. Y. et al. A view on the means of fire prevention of ancient Chinese buildings – from religious belief to practice. **Structural Survey**, v. 22, n. 4, p. 201–209, 1 jan. 2004.

HEDGPETH, Dana; COX, John Woodrow. Fire destroys businesses in historic area of Harpers Ferry. Disponível em: <<https://www.washingtonpost.com/news/local/wp/2015/07/23/massive-fire-in-historic-area-of-harpers-ferry/>>. Acesso em: 07 out 2022.

HOLANDA, Marina de. Metropol Parasol / Jürgen Mayer H. Architects. Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-27417/metropol-parasol-jurgen-mayer-h-architects>>. Acesso em: 01 out 2022.

HUANG, D. et al. Recent Progresses in Research of Fire Protection on Historic Buildings. **Journal of Applied Fire Science**, v. 19, p. 63–81, 1 jan. 2009.

HUANG, Y.-H. The Use of Parallel Computing to Accelerate Fire Simulations for Cultural Heritage Buildings. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 10005, jan. 2020.

INCÊNDIO destrói igreja histórica em El Salvador. Portal G1, 2013. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2013/01/incendio-destroi-igreja-historica-de-el-salvador.html>>. Acesso em: 15 set 2022.

INCÊNDIO destrói igreja histórica no centro de El Salvador. Terra, 2013. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/mundo/america-latina/incendio-destroi-igreja-historica-no-centro-de-el-salvador,7eda5fd65661c310VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>>. Acesso em: 15 set 2022.

INCÊNDIO destrói torre com mais de 600 anos na China. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/mundo/asia/incendio-destroi-torre-com-mais-de-600-anos-na-china,a86dc4eed2ba410VgnCLD200000b1bf46d0RCRD.html>>. Acesso em 07 out 2022.

JENSEN, Geir. **Manual fire extinguishing equipment for protection of heritage**. Research report. COST Action 17 Built Heritage: Fire Loss to Historic Buildings. Riksantikvaren; Historic Scotland, 2006.

JOHANNA, L. et al. Material properties of clay and lime plaster for structural fire design. **Fire and Materials**, v. 45, n. 3, p. 355–365, 1 abr. 2021.

JOHNSON, Rachel. The Advantages of Balloon Frame. **American Building Construction History**, p. 1-7, 2007.

JUNIOR, Ben-Hur Jales E Silva. **Estruturas de madeira submetidas a condição de incêndio: Comparativo normas NBR 7190 com Eurocode 5 1-2**. Palmas, 2019. Disponível em: <<http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/ensino/biblioteca/Acervo/trabalhos-academicos/engenharia-civil/2019/ben-ur-jales-e-silva-junior.pdf>>. Acesso em 01 ago 2021.

KARLSEN, E. Fire Protection of Norwegian Cultural Heritage. p. 10, 2019. Disponível em: <http://www.itam.cas.cz/ARCCHIP/w04/w04_karlsen.pdf>. Acesso em: 01 SET 2022

KAWANAMI, Silvia. Horyu-ji: Lendas e mistérios de um dos mais antigos complexos de templos de Nara. Disponível em: <<https://www.japaoemfoco.com/horyu-ji-lendas-e-misterios-de-um-dos-mais-antigos-complexos-de-templos-de-nara/>>. Acesso em: 01 set 2022.

KAISER, Group; PATH, Architecture. Carbon 12. Disponível em: < <https://www.kaiserpath.com/carbon12>>. Acesso em: 06 out 2022.

KIDD, Stewart. **Fire Safety management in tradicional buldings** - part 1: principles na practice. 84 p. 2010

KIDD, Stewart. **Fire Safety management in tradicional buldings** - part 2: Technical applications and management solutions. 194 p. 2010

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Vozes, 2016.

KUNZIG, Robert. Notre-Dame depois do incêndio. National Geograpic. Disponível em: < <https://nationalgeographic.pt/historia/grandes-reportagens/2989-notre-dame-depois-do-incendio>>. Acesso em 15 set 2022.

KRISTOFFERSEN, M.; LOG, T. Experience gained from 15 years of fire protection plans for Nordic wooden towns in Norway. **Safety Science**, v. 146, p. 105535, 1 fev. 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LI, J. et al. Investigation and Statistical Analysis of Fire Loads of 83 Historic Buildings in Beijing. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 14, n. 3, p. 471–482, 15 mar. 2020.

LINEHAM, S. A. et al. Structural response of fire-exposed cross-laminated timber beams under sustained loads. **Fire Safety Journal**, v. 85, p. 23–34, out. 2016.

LOG, T. Cold Climate Fire Risk; A Case Study of the Lærdalsøyri Fire, January 2014. **Fire Technology**, v. 52, n. 6, p. 1825–1843, nov. 2016.

LOG, T.; CANNON-BROOKES, P. ‘Water mist’ for fire protection of historic buildings and museums. **Museum Management and Curatorship**, v. 14, n. 3, p. 283–298, 1 set. 1995.

LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M. Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI. p. 14, 2013.

MACHADO, Pedro. Rota do Enxaimel de Pomerode recebe selo internacional de turismo da ONU. NSC Total. Disponível em: < <https://www.nscotal.com.br/colunistas/pedro-machado/rota-do-enxaimel-de-pomerode-recebe-selo-internacional-de-turismo-da-onu>>. Acesso em: 01 out 2022.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, G. D. A.; THEÓPHILO, Carlos Renato. Metodologia da investigação científica. **São Paulo: Atlas**, p. 143-164, 2009.

MARX, Graciela. **Imagens do museu municipal Padre Fernando Nagel**. Maravilha, 2022.

MOLINA, Julio Cesar; CALIL JUNIOR, Carlito. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

NFPA – National Fire Protection Association – NFPA 101A. Alternative approaches to life safety. 2003.

NFPA - National Fire Protection Association - NFPA 914. Code for fire of historic Structures. 2001

ÖSTMAN, B. Fire performance of wood products and timber structures. **International Wood Products Journal**, v. 8, p. 1–6, 4 maio 2017.

ÖSTMAN, B.; BRANDON, D.; FRANTZICH, H. Fire safety engineering in timber buildings. **Fire Safety Journal**, Fire Safety Science: Proceedings of the 12th International Symposium. v. 91, p. 11–20, 1 jul. 2017.

ÖSTMAN, B.; TSANTARIDIS, L. Durability of the reaction to fire performance of fire-retardant-treated wood products in exterior applications – a 10-year report. **International Wood Products Journal**, v. 8, p. 1–7, 24 maio 2017.

PARKINSON, Richard Hartley. Historic wooden pagoda reduced to pile of ash after fire rips through holy site. Disponível em: < <https://metro.co.uk/2017/12/11/historic-wooden-pagoda-reduced-pile-ash-fire-rips-holy-site-7149416/>>. Acesso em: 10 set 2022.

PETERSEN, Tomás Mayer. Como era o Castelo de Shuri, no Japão, que foi destruído por incêndio. Disponível em: < <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Historia/noticia/2019/11/como-era-o-castelo-de-shuri-no-japao-que-foi-destruido-por-incendio.html> >. Acesso em: 10 set 2022.

PINTO, E. M. **Proteção contra incêndio para habitações em madeira**. Mestrado em Tecnologia do Ambiente Construído—São Carlos: Universidade de São Paulo, 18 jun. 2001.

POLLUM, Jessica. **A segurança contra incêndio em edificações históricas**. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2016.

PORTAL Vitruvis. Pavilhão Atlântico. Disponível em: < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/11.131/4139>>. Acesso em: 01 out 2022.

POSENATO, J. A Arquitetura do Norte da Itália e das Colônias Italianas de Pequena Propriedade no Brasil. IN Martins, Neide Marcondes & Bellotto, Manoel Lelo. Turbulência cultural em cenários de transição: o século XIX ibero-americano. EdUSP, 2004.

PURDOM, Gwendolyn. How Historic Harpers Ferry is Recovering from a Three-Alarm Fire. Disponível em: <<https://savingplaces.org/stories/historic-harpers-ferry-recovering-from-fire#.Y0AWGHbMLrc>>. Acesso em: 02 out 2022.

PROGRAMA MONUMENTA. Manual de Conservação Preventiva para Edificações. Brasília: MINC; IPHAN, 2006.

ROTA do enxaimel. Eleita uma das melhores vilas turísticas do mundo. Disponível em: <https://rotadoenxaimel.com.br/?gclid=Cj0KCCQjw-fmZBhDtARIsAH6H8qgVLPC-bWFb8gaFs7a-zrUQlmQ09rjO2tEGqwcbay_QH-LXLnKAtCQaAkY2EALw_wcB>. Acesso em: 01 out 2022.

RUIJUN, Zhang. Longest covered bridge in Asia set to reopen after fire. Disponível em: <https://news.cgtn.com/news/3d63444e7867444e/share_p.html>. Acesso em: 07 out 2022.

SALLEH, Nurul Hamiruddin; AHMAD, A. Ghafar. Fire safety management in heritage buildings: The current scenario in Malaysia. In: **22nd CIPA Symposium**. 2009. p. 4-6.

SALLEH, N. H.; MOHTAR, M. ACTIVE FIRE SAFETY MEASURES IN THE HERITAGE TIMBER BUILDINGS IN MALAYSIA. **PLANNING MALAYSIA**, v. 18, 10 maio 2020.

SEITO, A. I. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008.

SERPA, Fabíola Bristot. **A segurança contra incêndio como abordagem de Conservação do patrimônio histórico edificado: a aplicação do sistema de projeto baseado em desempenho em edifícios históricos em Florianópolis, SC**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, Oscar. Casa Canônica: seu tombamento e seu fim. Santa Catarina: Centro Cultural de Videira, 1985.

SILVA, V. ARQUITETURA EM MADEIRA: IDENTIDADE E RELAÇÃO CULTURAL. v. 3, n. 2, p. 8, 2013.

SOUTO, L. G.; BUENO, L. DA S.; SILVA, P. DE D. E. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS UTILIZANDO MADEIRA E SUA EVOLUÇÃO HISTÓRICA. **Ignis: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação**, p. 62–76, 2016.

SCHMIDT, Ricardo. Um Pouco de Arquitetura: Igrejas Nórdicas. Disponível em: <<https://arquivorecreio.wordpress.com/2018/06/17/um-pouco-de-arquitetura-igrejas-nordicas/>>. Acesso em: 06 out 2022.

SHIGHE, Erich Kazuo. **A difusão da Construções em Madeira no Brasil: Agentes, ações e produtos**. Dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SZÜCS, C.A. et al. – **Estruturas de madeira** - apostila. UFSC/ ECV, Florianópolis, 2015, disponível em: <http://www.giem.ufsc.br/>.

TOLEDO, M. G. G. DE. Segurança contra incêndio em edificações históricas: um estudo comparativo entre as normas dos corpos de bombeiros militares do Brasil. 2018. Disponível em: <<http://monografias.fjp.mg.gov.br/handle/123456789/2499>>. Acesso em 12 out 2022.

UNESCO. Buddhist Monuments in the Horyu-ji Area. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/list/660?fbclid=IwAR2dK72PBkIUeM69tQ0N1N1NLso9nQM5-whe4O5FNke-JrULmMpq3xhTaHQ>>. Acesso em: 29 nov 2022.

ONU. Retomada do turismo traz riscos e oportunidades para sustentabilidade, aponta PNUMA. Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/134845-retomada-do-turismo-traz-riscos-e-oportunidades-para-sustentabilidade-aponta-pnuma>>. Acesso em: 06 jun 2022.

VALLE, Â, BRITES, R.D, LOURENÇO, P. Uso da perfuração controlada na avaliação de degradação da madeira em edificações antigas – estudo de caso. Anais do 10º encontro brasileiro em Madeiras e Estruturas em Madeira- EBRAMEM, São Paulo, 2006.

VALENTÍN, L. R. L. (2009), La Evaluación del Riesgo de Incendios. Espanha. Disponível em: <Disponível em: <http://www.monografias.com/trabajos71/evaluacion-riesgo-incendios/evaluacion-riesgo-incendios.shtml>>. Acesso em: 07 out 2022.

VIJAY, P. V.; GADDE, K. T. Evaluation of Old and Historic Buildings Subjected to Fire. **Journal of Architectural Engineering**, v. 27, n. 2, p. 05021002, 1 jun. 2021.

VOITILLE, Nadine. Bosque João Paulo II - Curitiba. Disponível em: < <https://www.cliquearquitectura.com.br/artigo/bosque-joao-paulo-ii-curitiba.html>>. Acesso em: 01 set 2022.

XINHUA, China daily. 600-year-old tower destroyed in SW China fire. Disponível em: < https://www.chinadaily.com.cn/china/2015-01/04/content_19227363.htm>. Acesso em 07 out 2022.

WATTS, J. M.; SOLOMON, R. E. Fire Safety Code for Historic Structures. **Fire Technology**, v. 38, n. 4, p. 301–310, 1 out. 2002.

WEI, P. et al. Full Scale Test on Fire Spread and Control of Wooden Buildings. **Procedia Engineering**, v. 11, p. 355–359, 2011.

YIN, R. K. Case Studies. Em: **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 194–201.

ZENID, G. J. MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. p. 8, 2020.

ZHOU, B. et al. Experimental Study on Fire Performance of Weathered Cedar. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 13, n. 8, p. 1195–1208, 17 nov. 2019.

ZHOU, B. et al. The Effects of Hydrogen Fluoride on the Wooden Surface of Historic Buildings during Fire Suppression Using Fluorinated Chemical Gases. **International Journal of Architectural Heritage**, p. 1–11, 15 jul. 2021.

ZIGLER, R.; POKORNÝ, M. FIRE PROTECTION OF TIMBER STRUCTURES STRENGTHENED WITH FRP MATERIALS. **Stavební obzor - Civil Engineering Journal**, v. 24, n. 4, 2015.

ZANI, A. C. Repertório arquitetônico das casas de madeira de Londrina - PR. Londrina: Antônio Carlos Zani. 2005.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. [livro eletrônico] Eduel. Londrina, 2013.

ANEXO A

FICHA DE LEVANTAMENTO – ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA

Identificação do museu:
Endereço:
Ano de construção:
Horário de funcionamento:
Data do levantamento:
Nome e cargo do entrevistado:

RELAÇÃO DE PERGUNTAS AOS RESPONSÁVEIS DOS MUSEUS

Nº	CHECK LIST DE PERGUNTAS
1	Quais são os tipos de exposição que o museu possui? () Fixas () Itinerantes () Ambas
2	A reunião de público acontece de qual forma? () Visitação apenas por agendamento () Visitação durante um horário específico de funcionamento () Realização de palestras e eventos () Cursos e treinamentos
3	Quais funcionários trabalham fixos na edificação?
4	Quais é o número médio mensal de visitantes?
5	Há algum projeto preventivo de incêndio aprovado para este museu? Se sim, qual o seu ano?
6	Há alguma instrução para os funcionários de como agir em situação de incêndio? () Sim () Não Se sim, qual a periodicidade destes treinamentos? () Semestral () Anual () Outro
7	Há treinamentos sobre o manuseio de extintores? () Sim () Não
8	Se houvesse a necessidade, você saberia a forma adequada de utilizar um extintor? () Sim () Não
9	É realizado algum procedimento de restauro dentro do museu? () Sim () Não Se sim, utiliza líquidos inflamáveis?
10	Há cozinha/copa na Edificação? () Sim () Não
11	Há alguma fonte de calor dentro da edificação? Se sim qual?
12	Há instalado na edificação algum sistema de monitoramento? Se sim como ele funciona?
13	Há alarmes de incêndio no edifício? () Sim () Não
14	Há detectores de calor ou fumaça? () Sim () Não

...Continuação do Anexo A

Nº	<i>CHECK LIST DE PERGUNTAS</i>
15	Qual foi a última inspeção geral realizada no edifício? Ano: O que foi realizado nesta inspeção?
16	Qual é a periodicidade da manutenção elétrica no edifício
17	Qual é a periodicidade da manutenção da pintura do edifício?
18	Como é realizado o procedimento de limpeza e descarte do lixo?
19	O museu possui algum histórico de acidentes envolvendo fogo?
20	Em caso de incêndio, há um protocolo de prioridade para retirada do acervo? () Sim () Não
21	Há alguma orientação aos visitantes sobre não fumar dentro e no entorno do edifício?
22	Há algum tipo de monitoramento por vídeo, interno ou externo?
23	Vocês possuem o costume de desligar toda a energia do edifício em momentos de inatividade? () Sim () Não
24	Existe algum planejamento periódico sobre a manutenção do paisagismo externo do edifício? () Sim () Não Quem é o responsável?
25	A edificação sofre com atos de vandalismo? Se sim descrever as ocorrências

ANEXO C
CHECK LIST – ANÁLISE INTERNA

Museu analisado:

CROQUI DA PLANTA BAIXA DO AMBIENTE	
AMBIENTE:	Data da medição:

Levantamentos necessários

- Dimensões gerais com aberturas
- Pé direito
- medidas de proteção ativa diagnosticada e sua posição
- Distribuição básica do layout
- Descrição dos materiais predominantes e tipo de acervo

ANEXO D

- CHECK LIST -

INSPEÇÃO DAS MEDIDAS ATIVAS DE PROTEÇÃO E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Museu analisado:

<i>Item</i>	<i>Parâmetros de análise</i>
<i>Extintores</i>	Quantidade total de extintores
	Tipos
	Ambientes que possuem extintores
<i>Sinalização de emergência</i>	Possui? () Sim () Não
	Descrição
<i>Materiais combustíveis</i>	Descrição dos materiais observados
	Há acervo encostado nas paredes ou cortinas? () Sim () Não
<i>Fiação elétrica</i>	Exposta? () Sim () Não
	Descrição das condições do cabeamento
<i>Saídas de emergência</i>	Possuem obstáculos? () Sim () Não
<i>Sprinklers e detectores</i>	Possui? () Sim () Não

ANEXO E

MEMORIAL DO PPCI DO MUSEU PADRE FERNANDO NAGEL

Autoria: Duo Arquitetura – Patrícia Betin e Luciana Grandó
Fornecido pela prefeitura municipal de Maravilha

O sistema preventivo de incêndio da edificação referente a este projeto deverá seguir as exigências conforme a classificação de ocupação da mesma e seu respectivo risco em determinação das IN elencadas pela Diretoria de atividades técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

- 1. SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES**
- 2. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA**
- 3. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA**
- 4. SINALIZAÇÃO DE ABANDONO DE LOCAL**

1 - SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES

A proteção por extintores para a edificação será realizada com o uso de extintores manuais que possuem os seguintes agentes e capacidades:

PÓ QUÍMICO SECO - PQS: 04 Kg

ÁGUA PRESSURIZADA – H2O: 10L

Serão utilizados esses dois tipos de extintores devido as características apresentadas pela edificação, por ela ser em madeira e abrigar uma grande carga de fogo que são os mobiliários antigos pertencentes ao museu

O risco de classificação da ocupação é LEVE, portanto cada capacidade extintora irá proteger uma área máxima de 500,00 m² e seu caminamento máximo para alcance do extintor será de 20 m. Em relação à quantidade e a localização de cada extintor está especificada no projeto em anexo.

Sobre a instalação, serão colocadas uma seta a cima dos extintores, em vermelho e amarelo, indicando o tipo de cada extintor. Sob o mesmo, a 20 cm da base, será colocado um círculo de 30 cm, em vermelho e amarelo, com letras pretas, com a inscrição “PROIBIDO DEPOSITAR MATERIAIS”. Verificar detalhe no projeto em prancha específica.

Caso algum extintor venha a ser instalado em coluna ou pilar, estes deverão ser pintados em todas as suas faces uma faixa vermelha com bordas em amarelo com a letra “E” em negrito.

2 - SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

A obra é classificada de acordo com a IN como de Reunião de público sem concentração, podendo ser percorrido um caminamento máximo de 25 metros da edificação para com o logradouro público conforme se exige no Art. 18 da IN 09. A obra já é existente e possui uma área de 139,80 m², ela apresenta 02 (duas) saídas de emergência. Atendendo a condição exigida, sendo que as larguras das saídas atendem as dimensões necessárias conforme exigidas nas tabelas de cálculo.

3 - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A iluminação de emergência da edificação seguirá rigorosamente o que está determinado no projeto correspondente, e que seguirá as normas e especificações contidas na IN 011 sobre o sistema de iluminação de emergência.

O sistema será constituído basicamente de:

a - Luminárias de emergência

A iluminação de emergência será dotada de dois tipos de luminárias:

- **Do tipo bloco autônomo, luminárias tipo fluorescente compacta**, não ofuscante, com 2 lâmpadas de 09 W localizadas em projeto, baterias gel, selada, 6V – 4 Ah, alimentação 220V, fluxo luminoso de no mínimo 600 lúmens, estando o luxímetro a 0,75 m do ponto referencial – conjunto, com autonomia mínima de 01 hora. Deverá possuir dispositivo para que entre em funcionamento no caso de interrupção da alimentação normal.

As luminárias deverão estar instaladas a uma altura entre 2,10 m e 2,50 m, que são as alturas das aberturas para o exterior. Ver detalhe em prancha anexa. Ao lado de cada luminária estará instalada uma tomada de força 220 V, de um circuito exclusivo para iluminação de emergência e iluminação de sinalização, protegido por disjuntores.

As luminárias terão seus componentes constituídos de forma que qualquer das suas partes resistam a uma temperatura de 70°C, no mínimo 01 hora. O material utilizado para a fabricação da luminária deve ser o tipo que impeça

propagação de chama e que sua combustão provoque um mínimo de emissão de gases tóxicos.

A iluminação de emergência deve garantir um nível mínimo de iluminamento, a nível de piso, de:

- 5 lux para locais com desnível, tais como escadas e locais com obstáculos
- 3 lux para locais planos, tais como corredores, halls.

O nível de iluminamento acima deverá ser verificado com o uso de luxímetro. No caso de não ser conseguido o mínimo exigido, por mudanças do tipo de luminária e que não tenha o fluxo luminoso indicado ou por influência do fator de local em função dos índices de reflexão média do teto, piso e parede, deverá ser consultado projetista para verificar se será necessário a colocação de mais luminárias ou a troca por luminária mais potente.

Na medição do nível de iluminamento, verificar ainda se a proporção média entre as áreas claras e escuras seja menor que 1:20. Se ultrapassar este valor, consultar o projetista para ser adotadas medidas de modo a corrigir esta proporção.

b – Luminárias de Sinalização

Sob a portas de saída e nos pontos de inversão de fluxo de saída, marcados em projeto será colocada uma placa de indicação, sendo que terá nesta a indicação de “SAÍDA”. Serão dotadas de um tipo de luminária;

- **Do tipo bloco autônomo, luminárias tipo fluorescente compacta**, não ofuscante, com 1 lâmpadas de 09 W localizadas em projeto, baterias gel, selada, 6V – 4 Ah, alimentação 220V, fluxo luminoso de no mínimo 300 lúmens, estando o luxímetro a 0,75 m do ponto referencial – conjunto, com autonomia mínima de 01 hora. Deverá possuir dispositivo para que entre em funcionamento no caso de interrupção da alimentação normal.

4 - SINALIZAÇÃO DE ABANDONO DE LOCAL

A sinalização de abandono de local será apresentada em projeto, de modo a indicar a posição e o detalhamento em que deverão se encontrar as placas de

sinalização. Sendo importante ressaltar que a sinalização deverá obedecer a um fluxo luminoso de no mínimo 30 lúmens, com uma autonomia mínima de 1 hora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A responsabilidade quanto a manutenção, conservação e necessidade de troca dos elementos de segurança e sinalização quando for o caso, será do proprietário da obra, estando este ciente de que é sua função zelar pelo perfeito estado de funcionamento dos equipamentos.

Maravilha, SC, 06 de Novembro de 2014.

ROSIMAR MALDANER
Município de Maravilha

LUCIANA GRANDO
Arquiteta e Urbanista
CAU A98067-6

PATRICIA BEDIN
Arquiteta e Urbanista
CAU A98058-7