



M 2020

REABILITAÇÃO DE COBERTURAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS USANDO SISTEMAS INOVADORES - APLICAÇÃO À CASA BURGUESA DO PORTO

DIOGO PEDRO MODESTO BARROS PINTO DA SILVA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA CIVIL – ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

REABILITAÇÃO DE COBERTURAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS USANDO SISTEMAS INOVADORES – APLICAÇÃO À CASA BURGUESA DO PORTO

DIOGO PEDRO MODESTO BARROS PINTO DA SILVA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de Araújo Faria

JULHO DE 2020

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2019/2020

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2019/2020 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2020.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Os orientadores reservam-se nos direitos sobre os créditos deste documento.

Aos meus Pais

“Para hacer las cosas bien es necesario: primero, el amor, segundo, la técnica”

“Para fazer as coisas bem é necessário: primeiro, o amor, segundo, a técnica”

Antoni Gaudi

AGRADECIMENTOS

Apesar do caráter individual associado a uma dissertação, a verdade é que nunca teria sido possível realizar este trabalho sem o contributo de algumas pessoas, por essa razão servem as seguintes linhas para expressar o meu sincero agradecimento a todas elas.

A minha primeira palavra de gratidão é dirigida ao meu orientador, o Professor José Amorim Faria, porque sem o seu constante acompanhamento e aconselhamento, o desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível. Agradeço por toda a dedicação demonstrada e por toda a disponibilidade para conversar quando alguma dúvida surgia. E, não posso deixar de estar agradecido por todas as lições e conhecimento que me transmitiu ao longo destes últimos meses, sem dúvida que os levo para a vida.

À SRU, pela cedência dos documentos e planos essenciais para a elaboração do caso de estudo.

Aos meus colegas e amigos de curso.

Os que me acompanham quase desde o primeiro dia em que entrei na faculdade e que se mantiveram até aos dias de hoje. Elsa, André, Carlos, Edgar, Hélder e João por todos dias que passámos em volta dos livros e que grande parte das vezes se estendiam noite dentro, sem vocês nunca teria chegado a esta etapa final. O meu sincero obrigado.

Os mais recentes, que acompanharam o meu último ano, tornando-o ainda mais rico com a sua boa disposição e alegria. Bárbara, Filipa, Inês, Margarida e André agradeço-vos por todos os bons momentos e todo o ânimo para enfrentar este último capítulo.

À minha amiga especial, foste incansável em todo o apoio que me deste, desde que começamos este percurso. Obrigado por toda a ajuda, por todas as horas que perdeste comigo e toda a paciência que demonstraste. Aida Catarina, agradeço-te por toda a amizade, risos e motivação em todos os momentos.

Em último, um agradecimento muito especial aos meus pais, são a minha inspiração e o exemplo que quero seguir, sem vocês nada disto seria possível. Agradeço por todo o amor e dedicação que diariamente me proporcionam, são os pilares de tudo aquilo que alcancei até hoje. São os que acreditam sempre em mim, apoiando-me incondicionalmente, em todos os momentos da minha vida. Para vocês, o meu eterno obrigado.

RESUMO

A reabilitação de edifícios assume cada vez mais uma importância elevada no setor da construção. A preocupação com um desenvolvimento sustentável, a recuperação do património habitacional antigo e o combate à desagregação urbana são alguns dos fatores que explicam esta mudança de paradigma na indústria.

Nesta perspetiva, a de apostar na reabilitação de edifícios antigos decidiu-se desenvolver um estudo sobre a aplicabilidade de reaproveitamento do vão das coberturas da Casa Burguesa do Porto, atribuindo-lhe a função de habitação.

Assim sendo, com o intuito de atingir o objetivo acima referido, em primeiro lugar realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, de forma a compreender o Estado de Arte e as evoluções de conceitos relativos à intervenção no património antigo. Desta forma, foi possível concluir que desde sempre que o tema tem sido alvo de várias reformas e debates, sendo que cada país europeu tem a sua própria estratégia e visão relativamente ao modo de intervir nos edifícios antigos.

O objeto de estudo para aplicação da intervenção proposta pelo autor é um edifício antigo do centro do Porto, o qual tem todas as principais características da Casa Burguesa do Porto. Por essa razão, se fez uma descrição detalhada de cada um dos seus elementos, permitindo assim ter uma visão mais acertada daquilo que deve ser mantido devido ao seu valor arquitetónico.

Previamente à descrição da solução pensada apresenta-se uma metodologia de reabilitação para intervenção em edifícios antigos. Este guião foi pensado para que futuramente a solução proposta possa ser aplicada a outros edifícios nos quais seja necessário cumprir todas as etapas de intervenção, desde a fase de análise e diagnóstico, cumprindo as etapas de definição da estratégia de intervenção, a elaboração do projeto, a obtenção de orçamentos e por último o acompanhamento da obra de intervenção.

Finalmente, a aplicação ao caso de estudo é feita num edifício antigo do centro histórico do Porto, na Rua da Ponte Nova. Apesar de ainda não ter sido alvo de qualquer intervenção, este edifício já havia sido objeto de estudo de uma antiga dissertação da aluna Ana Rita Coelho. Como tal, decidiu-se manter a proposta dessa aluna até ao teto do piso 3, fazendo a sua proposta a partir deste patamar.

De uma forma geral, propõe-se a total demolição da cobertura e do sótão e posterior construção de um novo piso utilizando um sistema estrutural inovador, o Aço Leve (LSF). Pelas suas características, de pouco peso próprio e rápida execução, o autor considerou ser uma solução de excelência para aplicar na reabilitação de edifícios antigos e para testar essa afirmação, aplica o sistema ao caso de estudo.

É apresentado um projeto de arquitetura do interior do novo sótão, cumprindo todas as exigências legais e ainda alguns princípios obtidos através da sua pesquisa bibliográfica. A solução obtida é um T2 com 3 casas de banho, uma sala e cozinha em *open space* e um terraço voltado para a rua.

Por fim, e como no entender do autor uma reabilitação deve oferecer aos futuros inquilinos o maior conforto possível, tal como se de uma construção nova se tratasse, propõe um conjunto de sistemas para cada um dos elementos que compõem a solução que apresentam materiais e características que acrescentam ao novo piso melhorias em termos térmicos, acústicos e de SCIE.

Palavras-chave: Reabilitação, Casa Burguesa, Light Steel Framing, Sistemas Construtivos, Vão da cobertura

ABSTRACT

The building refurbishment is becoming a particularly important concept in the construction field. The attention given to the sustainable development, the restoration of old urban patrimony and the search to stop the depopulation of urban centres are the main factors that explain the change in the pattern of the industry.

This strategy made the author develop a study about the applicability of granting a new function, to the *Casa Burguesa do Porto* attics. Housing is the use that is going to be tested.

To accomplish this goal, firstly is made a bibliographic research about the theme, in order to understand the State of Art in the rehabilitation field and the concept evolution related to old patrimony intervention. This built ground to conclude that since the beginning of times there has been a lot of debates and redefinitions of the concepts and that each European country has its own strategy and vision towards the way of intervening in old buildings.

The object of study to implement the intervention strategy suggested by the author is an old building in the historic centre of Porto, which has all the main characteristics of the *Casa Burguesa do Porto*. Because of that, it was made a detailed description of each element, allowing the author to decide which of the elements should be maintained because of their architectural value.

Previously to the proposal of the solution, it is presented a methodology of rehabilitation in old buildings. This guide was elaborated, so that in the future the strategy proposed could be applied in other projects that need to accomplish all of the phases established in that methodology, since the analysis and diagnosis stage, fulfilling the definition of the intervention strategy, the obtention of budgets and lastly the monitoring of the intervention work.

Finally, the application to the study case is done in an old building in the historic centre of Porto, in the Rua da Ponte Nova street. Although there has not been made any intervention, this building had already been the object of study in a previous thesis of the student Ana Rita Coelho. Because of this, the author decided to maintain the proposal of the author until the third-floor ceiling, making his suggestion of solution starting from this baseline.

It is proposed the total demolition of the roof and its attic and further construction of a new floor using an innovative structural system, Light Steel Framing (LSF). Its characteristics, low weight, and fast implementation made it the best choice in a building intervention, to test it, this system was applied to the case study.

The architectural project presented in this document complies all the legal requirements and some principles obtained in the bibliographic research. The solution is an apartment with two bedrooms, three bathrooms, one leaving room with a kitchen in open space and one terrace facing the street

Lastly, the author consider that an intervention should be able to add value to the previous solution. It should be the most comfortable solution for the future tenants as if it was a new construction. A set of systems are proposed that allow the building to have better characteristics in terms of thermic, acoustic and fire safety.

Key words: Refurbishment, *Casa Burguesa*, Light Steel Framing, Construction systems, Attic

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE QUADROS	XIII
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	XV

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	2
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3

2 ESTADO DE ARTE.....5

2.1 INTRODUÇÃO.....	5
2.2 CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS	6
2.3 RESTAURO E REABILITAÇÃO. EVOLUÇÃO HISTÓRICA	7
2.4 EXPERIÊNCIA EUROPEIA FACE À REABILITAÇÃO	9
2.4.1 NOTA PRÉVIA	9
2.4.2 A ESTRATÉGIA ITALIANA.....	10
2.4.2.1 Enquadramento Histórico.....	10
2.4.2.2 Atualidade	10
2.4.3 A ESTRATÉGIA ESPANHOLA.....	12
2.4.3.1 Enquadramento Histórico.....	12
2.4.3.2 Atualidade	13
2.4.4 A ESTRATÉGIA FRANCESA	16
2.4.4.1 Enquadramento Histórico.....	16
2.4.4.2 Atualidade	17
2.4.5 A EXPERIÊNCIA NACIONAL	18
2.4.5.1 Enquadramento Histórico.....	18
2.4.5.2 O Setor da Reabilitação	20
2.4.5.3 Atualidade	22

3 A CASA BURGUESA DO PORTO – ANÁLISE DETALHADA DA COBERTURA 25

3.1 INTRODUÇÃO.....	25
3.2 O SISTEMA CONSTRUTIVO DA CASA BURGUESA DO PORTO.....	26
3.2.1 FUNDAÇÕES	27
3.2.2 ENVOLVENTE INTERIOR	27
3.2.2.1 Pisos ou sobrados.....	27

3.2.2.2 Paredes interiores em tabique	29
3.2.2.3 Paredes da caixa de escadas	30
3.2.2.4 Escadas interiores	30
3.2.2.5 Caixilharia interior	30
3.2.3 ENVOLVENTE EXTERIOR	31
3.2.3.1 Paredes de meiação em alvenaria	31
3.2.3.2 Paredes das fachadas	32
3.2.3.3 Caixilharia exterior	33
3.2.4 COBERTURA	34
3.2.4.1 Águas furtadas, trapeiras e Mirantes	37
3.2.4.2 Claraboias	37
3.2.4.3 Algerozes	38
3.2.4.4 Beirados	39
3.2.4.5 Caleiras	39
3.2.5 INSTALAÇÕES	40
3.2.5.1 Águas pluviais	40
3.2.5.2 Drenagem de esgotos	40
3.2.5.3 Abastecimento de água	40
3.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	41

4 METODOLOGIA DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO 43

4.1 INTRODUÇÃO	43
4.2 PRINCÍPIOS DA REABILITAÇÃO	43
4.3 METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO	44
4.3.1 FASE DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO	45
4.3.2 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO	49
4.3.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REABILITAÇÃO	50
4.3.3.1 Programa Base	50
4.3.3.2 Estudo prévio	51
4.3.3.3 Anteprojeto	51
4.3.3.4 Projeto de Execução	51
4.3.4 OBTENÇÃO DE ORÇAMENTOS	52
4.3.5 FASE DE EXECUÇÃO	52
4.4 CONCLUSÃO	53

5 METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO APLICADA AO CASO DE ESTUDO 55

5.1 INTRODUÇÃO	55
5.2 PLANO DE DEMOLIÇÕES	56
5.3 PROPOSTA DE ARQUITETURA	59
5.3.1 APLICAÇÃO DO REGULAMENTO GERAL DAS EDIFICAÇÕES URBANAS (RGEU)	59
5.3.2 PRINCÍPIOS ADOTADOS	61

5.3.3 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	62
5.3.4 QUADRO SÍNTESE	65
5.4 CONCLUSÃO	67
 6 SOLUÇÃO ESTRUTURAL COM MATERIAIS LEVES	 69
6.1 INTRODUÇÃO	69
6.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO	70
6.3 O LIGHT STEEL FRAMING (LSF)	71
6.3.1 DEFINIÇÃO DO CONCEITO	71
6.3.2 ORIGEM E HISTÓRIA DO LSF	72
6.3.3 DESEMPENHO DO SISTEMA LSF	72
6.3.4 MODO DE FUNCIONAMENTO	74
6.4 CATÁLOGOS	75
6.4.1 PERFISA – FÁBRICA DE PERFIS METÁLICOS, S. A.	75
6.4.2 BLINK HOUSE	77
6.5 PROPOSTA	78
6.5.1 PAREDE EXTERIOR	78
6.5.1.1 Estrutura	78
6.5.1.2 Revestimento	80
6.5.1.3 Montagem	81
6.5.2 COBERTURA	81
6.5.2.1 Estrutura	81
6.5.2.2 Revestimento	85
6.6 CONCLUSÃO	87
 7 OUTROS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	 91
7.1 INTRODUÇÃO	91
7.2 PAVIMENTO	91
7.3 PAREDES INTERIORES	93
7.3.1 PAREDE EM TABIQUE	93
7.3.2 PAREDE EM GESSO CARTONADO	94
7.4 DESEMPENHO DAS PAREDES EXTERIORES	95
7.5 DESEMPENHO DA COBERTURA	97
7.6 JANELAS	98
 8 CONCLUSÃO	 101
8.1 PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS	101
8.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
 ANEXOS	 109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Torres de San Gimignano.....	11
Figura 2.2 - Edifícios alvo de estudo e escavação no terreno adjacente, antes do acidente, [18].....	15
Figura 2.3 - Planeamento dos Trabalhos, adaptado de [18].....	16
Figura 2.4 - Evolução da repartição de obras concluídas entre construção nova e reabilitação (2013 - 2018), adaptado de [22]	21
Figura 2.5 - Obras de reabilitação por tipo de obra, fonte [22]	21
Figura 2.6 - Produtividade do segmento da reabilitação em edifícios em países da UE, fonte [23]	22
Figura 3.1 - Ribeira do Porto - exemplo de construções típicas (foto do autor)	25
Figura 3.2 - Estrutura da Casa Burguesa do Porto.....	27
Figura 3.3 - Estrutura do pavimento em madeira de uma habitação de três frentes (adaptado de [26])	28
Figura 3.4 - Paredes de tabique interior: a) Duplo tabuado sem frechal) Duplo tabuado e frechal inferior elevado. (Foto retirada de [26])	29
Figura 3.5 - Asna simples sem nível. Desenho retirado de [26]	35
Figura 3.6 - Asna simples com nível. Desenho retirado de [26]	35
Figura 3.7 - Asna com pendural e escoras, executadas com peças esquadriadas. Desenho retirado de [23].....	36
Figura 3.8 - Conjunto de coberturas: a) Telhados de duas águas; b) Telhados de quatro águas. (Fotos do Autor)	36
Figura 3.9 - Águas furtadas: a) trapeira; b) mirante. (Foto do autor)	37
Figura 3.10 - Claraboias do Porto: a) Claraboia rasante; b) Claraboia saliente; c) Claraboia do Palácio da Bolsa no Porto. (Foto do autor)	38
Figura 3.11 - Pormenores da execução do algeroz: a) Sobre parede de meação; b) Com parede de meação comum. (Desenhos retirados de [26])	39
Figura 4.1 - Fluxograma com a metodologia proposta pelo ICOMOS, adaptado de [5].....	44
Figura 5.1 - Representação em planta da localização do edifício	55
Figura 5.2 - Representação da proposta de intervenção (alçado da Rua da Ponte Nova)	56
Figura 5.3 - Esquema de demolições do Sótão	57
Figura 5.4 - Esquema de demolições da Cobertura	58
Figura 5.5 - Planta da proposta de arquitetura. a) Planta com móveis e equipamentos; b) Planta com áreas de implantação	62
Figura 5.6 - Planta da rede de drenagens da tese da aluna Ana Rita, retirado de [34]	64
Figura 6.1 - Apoio de viga madeira em parede de alvenaria de pedra, adaptado de [37]	71
Figura 6.2 - Esquema de transmissão de cargas ao longo de uma parede com função estrutural, retirado de [38]	74

Figura 6.3 - Modelo de estrutura em LSF (adaptado de [41]).....	76
Figura 6.4 - Propriedades da secção transversal de um perfil estrutural em C - S280GD, retirado de [41].....	76
Figura 6.5 - Sistema LSF: a) Montagem da estrutura em fábrica; b) Elevação e execução da estrutura em obra. Fonte, [44]	77
Figura 6.6 - Perfis metálicos da parede exterior (desenhos produzidos pelo autor)	78
Figura 6.7 - Ligações entre perfis de Aço Leve: a) Vista frontal; b) Vista de cima; c) Vista lateral (desenhos do autor)	79
Figura 6.8 - Parede exterior - ISOLPRO, proposta do autor	80
Figura 6.9 - Detalhes de cobertura inclinada por painéis em LSF, retirado de [38]	82
Figura 6.10 - Perfis metálicos da cobertura	82
Figura 6.11 - Ligações entre perfis de Aço Leve: a) Vista frontal; b) Vista de cima; c) Vista lateral, desenhos do autor	84
Figura 6.12 – Esquema da cobertura, adaptado de [50]	85
Figura 6.13 - Ligação Parede exterior-cobertura: a) Vista frontal; b) Vista superior; c) Vista lateral ...	86
Figura 6.14 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Frontal).....	88
Figura 6.15 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Traseira).....	89
Figura 6.16 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Lateral)	90
Figura 7.1 - Pavimento misto madeira betão	92
Figura 7.2 - Tabique Simples	93
Figura 7.3 - Corte transversal vertical da parede composta	95
Figura 7.4 - Corte transversal horizontal da parede composta	95
Figura 7.5 - Estrutura da verga em LSF.....	98
Figura 7.6 - Estrutura da verga com o caixilho <i>Gercima</i>	99

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Conceitos ligados à reabilitação	6
Quadro 2.2 - Critérios de intervenção no acréscimo de novos pisos, [16]	12
Quadro 2.3 - Comparação económica e ambiental: reabilitação vs construção nova, adaptado de [17]	14
Quadro 2.4 - Estado de conservação dos edifícios, adaptado de [21]	20
Quadro 4.1 - Elementos suscetíveis de análises especializadas, adaptado de [30]	47
Quadro 5.1 - Áreas mínimas para compartimentos de um T2 (adaptado de [36])	60
Quadro 5.2 - Critérios do RGEU para dimensionamento da arquitetura do fogo	65
Quadro 5.3 - Critérios definidos pelo autor para dimensionamento da arquitetura interior do fogo	66
Quadro 6.1 - Vantagens e desvantagens do <i>Lightweight Steel Framing</i>	73
Quadro 6.2 - Propriedades dos perfis da parede exterior.....	79
Quadro 6.3 - Propriedades dos perfis da cobertura.....	83
Quadro 7.1 - Resistência à flexão das placas de gesso cartonado, adaptado de [47].....	94
Quadro 7.2 - Resistência térmica das placas compostas com EPS, adaptado de [47].....	94
Quadro 7.3 - Características e desempenho das placas de ISOLPRO, adaptado de [49]	96
Quadro 7.4 - Índice de Isolamento a Sons de condução aérea - R_w , adaptado de [49]	96
Quadro 7.5 - Desempenho térmico da solução de parede $[U - W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$, adaptado de [49]	96
Quadro 7.6 - Propriedades do Painel Sandwich, adaptado de [50].....	97
Quadro 7.7 - Cargas máximas admissíveis $[KN/m^2]$, adaptado de [50].....	97
Quadro 7.8 - Desempenho da telha lusa: normas/exigências funcionais, adaptado de [51]	97
Quadro 8.1 - Síntese de desenhos produzidos com recurso ao software AutoCad.....	103

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ANAH - “Agence Nationale pour l’Amélioration de l’Habitat (Agência Nacional para melhoria da habitação)

CLT – Cross Laminated Timber (Madeira Laminada Cruzada)

GTL - Gabinetes Técnicos Locais

EPS – Poliestireno Expandido

EUA – Estados Unidos da América

FAUP – Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

ICOMOS – International Council of Monuments and Sites (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios)

ITRE – Industry, Research, Telecoms & Energy (Indústria, Pesquisa, Telecomunicações e Energia)

LSF – Light Steel Framing (Aço Galvanizado Leve)

OSB – Oriented Strand Board (Aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas)

PP - Plano de Pormenor

PGU - Plano Geral de Urbanização

PRAUD – Programa de Recuperação de Áreas Urbanas Degradadas

PRID - Programa para a Recuperação de Imóveis Degradados

PRU - Programa de Reabilitação Urbana

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

SRU - Sociedades de Reabilitação Urbana

UE – União Europeia

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura)

1

INTRODUÇÃO

1.1 OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

O objeto de estudo definido para esta dissertação é um caso real de um edifício antigo no centro histórico do Porto. Pretende-se intervir neste imóvel, reabilitando-o com sistemas inovadores que lhe confirmem melhores condições de habitabilidade, mantendo o seu valor histórico.

Esta tese é um desenvolvimento futuro do trabalho da aluna Ana Rita Coelho, também uma reabilitação no mesmo edifício, mas no qual, por razões de tempo disponível, não foi possível dar a devida atenção ao potencial do vão da cobertura.

Neste trabalho, o autor pretende estudar as potencialidades do aproveitamento de um piso extra num edifício antigo do centro histórico do Porto.

A pesquisa bibliográfica relativa ao tema da reabilitação, assim como a consulta de artigos que permitem aferir a visão de alguns países europeus, incluindo Portugal, são essenciais para a caracterização da estratégia de intervenção a seguir no objeto de estudo.

A preocupação para com o tema da reabilitação e o aproveitamento do património pré-existente prendem-se, fundamentalmente com duas questões. A primeira é a visão sustentável que se considera ser essencial para a indústria da construção se poder manter competitiva em relação às demais indústrias. A segunda é o facto de os grandes centros urbanos europeus, no caso particular, o Porto, ter vindo a perder a sua população ao longo dos últimos anos, que decidiu mudar-se para a periferia da cidade em busca de melhores condições de habitabilidade, devido ao mau estado de conservação dos edifícios nesta zona e porque, os edifícios que se encontram em boas condições têm rendas incompatíveis para as pessoas da classe média, média baixa.

Assim sendo, a motivação deste trabalho é a de responder a esta necessidade de intervenção no património habitacional do Porto, com edifícios tradicionais de valor arquitetónico muito elevado. No entanto, não se pretende limitar a intervenção a um simples restauro, no entender do autor é preciso atribuir aos edifícios condições melhores de habitabilidade, porque a configuração dos espaços interiores e os próprios sistemas construtivos utilizados estão adaptados às exigências do antigamente, de quando os edifícios foram erguidos. Para o autor, a construção, em particular a reabilitação, deve ser progressista, devem ser implementados novos sistemas, adequados às exigências atuais, de forma a satisfazer as necessidades da sociedade dos dias de hoje, mas tendo sempre o cuidado de manter o aspeto da arquitetura da Casa Burguesa, por ser uma marca da cidade e que deve ser preservada.

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo desta dissertação é o desenvolvimento de um projeto de reabilitação de uma cobertura de um edifício típico do Porto, utilizando para a intervenção sistemas inovadores.

A par do objetivo primordial, definiram-se alguns secundários.

Um deles é a realização de uma metodologia de intervenção que poderá ser adotada em outros projetos de reabilitação, de forma a testar a aplicabilidade deste guião, parte dele será aplicado ao caso de estudo.

Simultaneamente, o pretende-se desenvolver um guia para a execução de um projeto de arquitetura, relativamente simples, uma vez que não é essa a área de formação do autor. Fundamentalmente, o objetivo é contribuir com um conjunto de princípios que devem ser cumpridos de forma a garantir que a habitação irá apresentar melhores condições de habitabilidade, sobretudo em termos de organização do espaço interior.

Outro dos objetivos é o de estudar a potencialidade de aproveitamento do vão das coberturas de edifícios antigos. Normalmente, as águas furtadas não têm qualquer função prática a não ser a de assegurar a ventilação do espaço interior da cobertura e, eventualmente, podem servir como arrumos. O autor tem em mente utilizar este espaço para habitação e, dessa forma, aumentar o número de fogos habitáveis no centro urbano da cidade, que já se encontra saturado.

A par do objetivo anteriormente referido, pretende-se implementar um sistema estrutural inovador que não coloque em risco a estrutura pré-existente devido ao aumento das cargas que um novo piso pode trazer.

1.3 BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Este trabalho foi sendo desenvolvido ao longo de diferentes etapas, cada uma das quais essenciais para atingir os objetivos impostos.

Numa primeira fase realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o tema da reabilitação. É feita uma compilação de conceitos relativos ao tema e uma análise à evolução histórica das cartas e recomendações internacionais sobre intervenções em patrimónios. Este estudo teve como finalidade criar as bases para a definição de uma metodologia de intervenção.

Conjuntamente fez-se uma pesquisa sucinta de artigos científicos a nível europeu e nacional com o objetivo de compreender as estratégias tomadas em cada país e as suas visões na forma de intervir nos edifícios antigos.

Posteriormente, a consulta do documento “*Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa*” do professor José Lopes Teixeira permitiu elaborar uma divisão da casa tradicional do Porto em subsistemas e, assim, tornar mais simples a caracterização de cada um deles. Esta técnica irá ajudar a compreender quais os elementos que devem ser mantidos numa reabilitação de um edifício antigo do Porto.

O desenvolvimento da metodologia de intervenção foi conseguido através da consulta de documentos relacionados com o tema, conjuntamente com o apoio bibliográfico consultado no capítulo do Estado de Arte.

Após a construção de uma base de conceitos teóricos sólidos, uma caracterização do objeto de estudo detalhada e a elaboração de uma metodologia de intervenção, foram criadas as condições mínimas necessárias ao desenvolvimento do projeto a implementar no caso de estudo e que se destina assim a ilustrar a possibilidade de intervir sobre uma pré-existência, mantendo o seu espírito e características construtivas essenciais e juntando-lhe um novo volume que não agrida o existente, mas antes seja visto

como uma sua continuidade natural. Para cumprir esse desejo, entendeu-se dever aplicar sistemas construtivos inovadores que de alguma forma são julgados por muitos como incompatíveis com uma intervenção de reabilitação pouco intrusiva, situação que se pretendeu desmistificar com o estudo de caso apresentado na dissertação.

Obviamente que o aumento de mais um piso neste edifício poderia não ser aprovado pela Câmara Municipal do Porto mas tal não se entendeu ser relevante para o propósito desta dissertação, assumindo-se assim que essa aprovação seria possível.

Julga-se inclusive que, em muitas situações no Porto, a “correção volumétrica” com o aumento de um ou mais pisos em altura poderá melhorar a imagem urbana da cidade em alguns locais, sendo as soluções construtivas “leves” uma via bastante interessante para materializar esse aumento volumétrico.

Numa primeira fase de aplicação ao caso real, pretende-se realizar o projeto de arquitetura, para tal o autor apoia-se, essencialmente, em três documentos: o primeiro é a tese da aluna que iniciou o estudo do caso prático, de forma a manter a compatibilidade do projeto por ela proposto com o atual projeto; o segundo é o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) para garantir que a sua proposta cumpre com todos os requisitos legais; e finalmente o livro *Guia Técnico Habitacional* de José Vasconcelos Paiva e outros, que em conjunto com os documentos anteriores ajudaram o autor a elaborar um guião com os princípios que devem ser cumpridos num projeto de reabilitação de um edifício antigo.

Seguidamente, é apresentada a solução do sistema estrutural inovador em Aço Leve (LSF). Toda a caracterização do sistema, as suas propriedades e o seu modo de montagem foram conseguidos através da consulta de catálogos de fornecedores e aplicadores do sistema e acessórios do mesmo. A acompanhar os catálogos também foram consultadas as fichas técnicas dos produtos e estes dois documentos em conjunto permitiram o autor definir a sua solução estrutural a propor.

Os desenhos de pormenor, as plantas, os cortes e os alçados da solução que o autor pretende que seja aplicada foram todos realizados pelo mesmo com recurso ao software AutoCad. O uso desta ferramenta foi vital para a realização dos projetos apresentados ao longo deste trabalho, auxiliando o autor e o leitor a compreender aquilo que é proposto que seja executado e a forma como se conceberam as soluções construtivas que materializam o projeto de arquitetura idealizado pelo autor.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em 8 capítulos.

Neste capítulo é feita a introdução geral ao trabalho a ser desenvolvido ao longo dos seguintes capítulos. É apresentado o objeto de estudo, assim como o âmbito e motivações pessoais do autor para a realização desta tese. Seguidamente são expostos os objetivos que o autor pretende atingir e a metodologia que o mesmo assumiu seguir, as ferramentas e os processos adotados, de forma a cumprir com o estipulado. E, por fim, apresenta-se a estrutura deste trabalho por capítulos.

No capítulo 2, referente ao Estado de Arte, o autor apresenta grande parte da pesquisa bibliográfica realizada e que serviu de apoio ao estudo desenvolvido ao longo desta tese. Primeiramente, é elaborada uma construção de conceitos associados à reabilitação, incluindo a sua evolução histórica. Posteriormente, são expostos exemplos de estratégias seguidas em exemplos relativos a 3 países europeus (Espanha, França e Itália) em relação ao tema da reabilitação. Apresenta-se inicialmente uma breve introdução histórica associada a cada um dos 3 países e de seguida apresentam-se artigos científicos que ilustram situações de intervenções concretas realizadas nesses países e que foram

escolhidos de forma a ilustrar a visão metodológica mais ou menos conservadora que se pode adotar numa intervenção de reabilitação.

Por fim, é feita uma análise à experiência nacional focando em três pontos: enquadramento histórico, análise estatística do mercado da reabilitação e apresentação de alguns artigos científicos.

O capítulo 3 apresenta uma descrição detalhada dos vários elementos característicos da Casa Burguesa do Porto, simultaneamente é feita uma decomposição do edifício em diferentes subsistemas que permitem ter uma melhor visão da organização do sistema global. A acompanhar a descrição textual há um conjunto de fotografias obtidas pelo autor que permitem compreender melhor as características do objeto em estudo e que por razões de economia se concentraram nas coberturas.

No capítulo 4, o autor faz uma descrição da metodologia que deve ser seguida numa intervenção de reabilitação em edifícios antigos. De uma forma geral, devem ser cumpridas as seguintes fases: análise e diagnóstico, definição da estratégia de intervenção, elaboração do projeto de execução, obtenção de orçamentos para a intervenção e, por fim, a execução dos trabalhos. Cada uma destas etapas é abordada em pormenor no capítulo em questão.

Os capítulos 5, 6 e 7 são referentes ao estudo de caso.

O capítulo 5 contém a descrição da metodologia utilizada pelo autor para a realização da proposta de arquitetura ao edifício em estudo. Em primeiro lugar, é apresentada uma descrição do plano de demolições, que permite “mapear” a evolução proposta para o edifício, em particular do sótão e da cobertura. Seguidamente, é elaborado um guião com vários critérios de intervenção que devem ser cumpridos de forma a garantir um projeto de arquitetura o mais eficiente e com as melhores condições de habitabilidade possíveis. A acompanhar este capítulo estão os anexos A e B com desenhos, em plantas e cortes, que ajudam a compreender a proposta de intervenção e de arquitetura sugerida para o edifício incluindo a identificação das demolições a realizar (desenhos de “vermelhos e amarelos”).

No capítulo 6 é apresentada a solução estrutural proposta pelo autor, este pretende tal como definido nos objetivos deste trabalho, que seja adotado um sistema inovador e por isso propõe uma estrutura em Aço Leve (LSF). Primeiramente é feita a descrição da estrutura do pavimento do sótão (servirá de base ao resto do projeto). Seguidamente, explica-se o modo de execução do LSF nas paredes exteriores e na cobertura, com apoio de pormenores construtivos elaborados pelo autor. Simultaneamente, o anexo C serve de complemento a este capítulo através de um conjunto de plantas estruturais que ajudam a compreender melhor o funcionamento do sistema proposto.

O capítulo 7 diz respeito às soluções construtivas do pavimento, das paredes interiores e exteriores e da cobertura a adotar neste projeto, ou seja, especificam-se os outros sistemas construtivos mais relevantes a aplicar na reabilitação proposta.

Para cada um destes sistemas é apresentado um guião de montagem, acompanhado por desenhos de pormenor realizados pelo autor e, ao mesmo tempo, são expostas as melhorias, em termos de resistência estrutural, melhoria térmica, melhoria acústica e de SCIE, que cada uma das soluções apresenta.

Por último, o capítulo 8 apresenta a conclusão da dissertação, na qual se inclui um resumo dos principais resultados obtidos, uma reflexão sobre o cumprimento dos objetivos traçados inicialmente e uma proposta de desenvolvimentos futuros do presente trabalho.

2 ESTADO DE ARTE

2.1 INTRODUÇÃO

Os centros históricos das nossas cidades são repositórios da memória e da identidade própria, desempenhando, pela sua localização na estrutura urbana, um papel central nos aspetos culturais, comerciais e sociais da vida na cidade. A conservação do património e a reabilitação urbana são, desde sempre, objetivos prioritários para o desenvolvimento e para a competitividade dos centros urbanos. Tal como consta no artº 9º da Constituição Portuguesa: uma das tarefas essenciais do Estado é “proteger e valorizar o património cultural do povo português”.

Intervir no património é nos dias de hoje, não uma arbitrariedade de países desenvolvidos, mas uma necessidade com repercussões sociais e económicas importantes. É a nossa história, o que fomos e o legado que deixamos ao mundo que interessa preservar reabilitando espaços e criando dinamismos à cultura e ao turismo. Preservar o património edificado significa conjugar diferentes áreas e técnicas, desde a Engenharia à Arquitetura, passando pela história, arqueologia e restauro, num projeto comum de interesse nacional, [1].

No entanto, só há relativamente pouco tempo é que a reabilitação em Portugal ganhou alguma importância, quer a nível social quer a nível da própria indústria da construção. “Em 2009 o investimento total associado à construção na zona da EUROCONSTRUCT foi de cerca de 672.4 biliões de euros, correspondendo 52 % a obras de reabilitação e os restantes 48 % à construção nova. Em 2005 o mercado português da construção foi estimado em 25,6 mil milhões de euros em que aproximadamente 23 % correspondia a obras de renovação.”, [2].

É importante compreender, que a definição de valor patrimonial, não depende apenas de um valor tangível como a riqueza da arquitetura e da engenharia presentes, mas também de valores intangíveis tais como o legado histórico, cultural e tradicional do edifício e aquilo que representa para um povo.

É senso comum, a necessidade de intervir e preservar o património edificado. No entanto, é preciso saber decidir quais os processos de intervenção na reabilitação de edifícios antigos, uma vez que, uma escolha incorreta pode originar problemas. O grau de intrusão na obra de reabilitação e a permanência ou não do carácter histórico do edifício dependem do tipo de intervenção escolhida, [3].

Existem vários conceitos teóricos que procuram traçar linhas gerais relativamente às intervenções a realizar em edifícios antigos. No entanto, na prática, não é possível aplicar esses conceitos criteriosamente devido às várias condicionantes que as obras de reabilitação apresentam.

Neste capítulo explica-se a evolução dos conceitos teóricos atrás referidos. É analisada a perspetiva europeia relativamente à reabilitação e conservação de edifícios antigos, em países como Portugal, Espanha, França e Itália.

Por fim, para cada um dos países referidos foram realizadas pesquisas bibliográficas com as evoluções de pensamento e os contributos científicos que de alguma forma moldaram o autor desta dissertação com ideias fundamentais a serem aplicadas na metodologia que nesta dissertação se pretendeu usar. Esta pesquisa baseou-se fundamentalmente em artigos de revista que abordam o tema da reabilitação e restauração, seja através da análise de casos práticos seja abordando os conceitos mais teóricos que estão na base das intervenções.

2.2 CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS

Existem diferentes estratégias de intervenção em edifícios antigos, dependendo fundamentalmente das técnicas e materiais utilizados. Assim sendo, é necessário distinguir essas diferentes práticas, de maneira a facilitar a compreensão de cada uma. No Quadro 2.1 apresenta-se uma síntese dos conceitos ligados à reabilitação.

Quadro 2.1 - Conceitos ligados à reabilitação

O que se entende por...	
Conservação	“(…) conjunto de atuações de prevenção e de salvaguarda visando assegurar uma duração, que se pretende ilimitada, da configuração material do objeto considerado”, [4].
Prevenção	“(…) conjunto de atuações de conservação, no mais amplo prazo possível, motivadas por conhecimentos prospetivos sobre o objeto considerado e sobre as condições do seu contexto ambiental.”, [4].
Salvaguarda	“(…) qualquer medida de conservação e prevenção que não implique intervenções diretas sobre o objeto considerado.”,[4].
Restauro	“Processo de recuperar a forma de uma construção de acordo com a imagem de determinado período de tempo com recurso à remoção de trabalhos adicionais ou substituição de trabalhos posteriores em falta.”, [5].
Reabilitação	“Processo para adaptar uma construção a um novo uso ou função, sem alterar as partes da construção que são significativas para o seu valor histórico.”, [5].
Manutenção	“(…) conjunto de ações decorrentes de programas de intervenção, dirigidas a manter os objetos de interesse cultural em condições ótimas de integridade e funcionalidade, especialmente depois de terem sofrido intervenções excecionais de conservação e/ou restauro”,[4].

Neste trabalho adotam-se sobretudo dois tipos de intervenção, o Restauro e a Reabilitação. Em termos teóricos e no que à intervenção em edifícios antigos diz respeito, as duas estratégias dão origem a resultados diferentes. A escolha de uma em detrimento da outra, tem consequências diretas no maior ou menor grau de conservação do património, da arquitetura, da estética, da capacidade resistente e do conforto de forma geral, entre outros.

Segundo as definições do Quadro 2.1, entende-se que restauro consiste numa recuperação, mantendo todos ou quase todos os materiais pré-existent e as técnicas tradicionais de construção, conservando o aspeto original de qualquer edificação antiga. Já que a reabilitação se trata de uma intervenção mais liberal onde apenas se procura conservar as características dos elementos com maior valor histórico.

Assim sendo, é importante compreender que dificilmente ocorrem casos de restauro total de um edifício antigo, normalmente verifica-se uma reabilitação, na qual poderá haver soluções de intervenção pontuais, onde se opta por restaurar esses mesmos elementos.

No caso em estudo no capítulo 5, a intervenção é fundamentalmente de reabilitação, uma vez que se procura dar um novo uso ao espaço do último piso, considerando a sua ligação à cobertura e também ao “remate” das fachadas.

2.3 RESTAURO E REABILITAÇÃO. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

O grau de intrusão, a conservação ou não do valor patrimonial, a melhoria ou não das condições de habitabilidade e conforto, entre outros, são aspetos que dependem diretamente da solução escolhida na reabilitação de edifícios antigos.

Este tema tem sido debatido por notáveis teorizadores ao longo dos séculos, tendo o seu estudo sido ampliado ao longo dos últimos anos. No entanto, e como se verá mais à frente neste capítulo, o problema do restauro ou reabilitação foi sempre tratado com um olhar sobretudo baseado na conservação da identidade dos edifícios, materiais e técnicas, sem nunca serem relacionados com aspetos sociais como a habitabilidade e o abandono.

A reabilitação, conservação ou o restauro de um edifício é o conjunto de soluções de intervenção que decorrem do conhecimento e interpretação de cada um dos intervenientes na obra. E, como tal, é difícil ao longo de todo o processo arranjar uma solução consensual. É, com o objetivo de estandardizar e regular as intervenções que ao longo do tempo foram surgindo Cartas, Congressos e Recomendações que definem conceitos e linhas de orientação. Instrumentos estes que permitiram ao autor desta dissertação elaborar a sua metodologia de reabilitação descrita no capítulo 4.

É sobretudo no século XIX que surgem as teorias do restauro, destacando-se o contributo de personalidades como:

- Viollet-le-Duc (1814-1879), um arquiteto francês considerado como um dos primeiros teóricos da preservação do património histórico, este defendia que era necessária a destruição de todos os acrescentos de épocas anteriores de modo a restituir o original, [6];
- John Ruskin (1819-1900), um crítico de arte e um dos maiores opositores de Viollet-le-Duc, defendia o romantismo da ruína, justificando uma conservação minimalista, [7];
- Camillo Boito (1836-1914) um arquiteto italiano que durante o seu trabalho de conservação de edifícios e monumentos antigos tentou estabelecer um meio termo entre as duas visões distintas dos seus contemporâneos, procurando minimizar as suas intervenções e tentando manter a autenticidade arquitetónica e os materiais originais, [8];
- À sistematização de Boito, junta-se o contributo de Gustavo Giovannoni (1873-1947) que identificou quatro tipos de intervenção: consolidação, recomposição, libertação e renovação, dando assim origem ao predomínio teórico da escola italiana, reforçado por Cesare Brandi e a sua “*Teoria del Restauro*”, [4].

Com influência direta dos contributos da escola de pensamento italiana aprova-se em 1931 a chamada “Carta de Atenas” [9], dita do “Restauro”. Trata-se do primeiro documento internacionalmente

reconhecido para a condução dos processos da conservação patrimonial. Entre as mais inovadoras propostas destacam-se as seguintes:

- A defesa do respeito pela obra histórica e artística do passado, sem banir ou selecionar diferentes “estilos” das diferentes épocas representadas (...);
- A chamada de atenção para a importância dos contextos envolventes;
- A afirmação da necessidade de um rigoroso trabalho prévio de análise e documentação que fundamente as intervenções e possa fornecer um diagnóstico correto das anomalias detetadas;
- Relativamente às técnicas de intervenção, aprova o emprego criterioso de todos os recursos associados às técnicas e materiais modernos à época, especialmente o betão armado.

Em 1964, as ideias debatidas no II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos, organizada com o apoio da UNESCO, serviram de base para a elaboração da Carta de Veneza, [10], sobre a Conservação e o Restauro de Monumentos e Sítios. De uma rápida análise conceptual, são de realçar os seguintes aspetos:

- A preocupação quanto à necessidade de qualificação e preservação das áreas envolventes, ao destacar que *“(...) Sempre que o espaço envolvente tradicional subsista, deve ser conservado, não devendo ser permitidas quaisquer novas construções, demolições ou modificações que possam alterar as relações volumétricas e cromáticas.”* (artº 6)
- Maior preocupação quanto à manutenção das técnicas e materiais tradicionais no restauro de edifícios com valor histórico: *“O seu objetivo (do restauro) é a preservação dos valores estéticos e históricos do monumento, devendo ser baseado no respeito pelos materiais originais e pela documentação autêntica.”* (artº 9)
- Contudo deixa em aberto a possibilidade de utilizar técnicas e materiais modernos à época: *“Quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação de um monumento pode ser efetuada através do recurso a outras técnicas modernas de conservação ou de construção, cuja eficácia tenha sido demonstrada cientificamente e garantida através da experiência de uso.”* (artº 10)

Aos poucos, na Europa, começa a surgir esta preocupação com a reabilitação urbana na perspetiva de melhorar a qualidade de vida das populações dos centros das cidades. Esta nova abordagem é designada por “reabilitação integrada” e serviu de base para a realização de uma declaração europeia conhecida como “Carta de Amesterdão sobre a Conservação Integrada”, [11] cujos principais contributos são os dispostos a seguir:

- A designação de Conservação integrada como *“(...) o resultado da ação conjunta das técnicas de restauro e de pesquisa de funções apropriadas. (...) Assim, a conservação integrada deve constituir um dos preliminares das planificações urbanas e regionais. (...) esta não é exclusiva de toda a arquitetura contemporânea nos bairros antigos, mas deverá ter na maior conta o quadro existente, respeitando as proporções, a forma e a disposição dos volumes, assim como os materiais tradicionais”* (Princípio 7);
- A conservação deve ser considerada como um objetivo maior do planeamento urbano e do ordenamento do território. Recomenda-se uma política comum de conservação integrada que implica esforços para integrar o património arquitetónico na vida social, contrariar a exclusão ou segregação social na cidade antiga (*Gentrification*), contrariando a deslocação das populações. Adaptado de [4].

Em 2000, a Carta de Cracóvia [12], mantém a postura defendida em 1987, referindo que “as técnicas de conservação (...) devem respeitar a função original e assegurar a compatibilidade com os materiais, as estruturas e os valores arquitetónicos existentes.” (ponto 10)

É possível perceber a importância que é dada à manutenção do património histórico de edifícios antigos. Porém, estas recomendações não são muito tidas em conta nos edifícios de serviços e em edifícios residenciais, sendo seguidas com mais cuidado na reabilitação/restauro de monumentos. Em muitos casos, opta-se por demolir parte do edifício, ou mesmo todo ele com exceção da fachada.

Esta opção de manutenção exclusiva da fachada, conhecida por “fachadismo”, é extremamente criticada pelo Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitetónico do ICOMOS, que em 2003, nas suas “Recomendações para Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitetónico”[5], refere que: *“O valor do património arquitetónico não está só na sua aparência, mas também na integridade de todos os seus componentes, como produto único da tecnologia de construção específica do seu tempo. Em particular, não é conforme aos critérios da conservação a remoção das estruturas interiores mantendo-se apenas as fachadas”*.

Consegue-se compreender que a evolução das mentalidades dos peritos tem-se traduzido numa grande preocupação pela manutenção do património edificado, com recurso a técnicas e materiais tradicionais de forma a preservar o “caráter” histórico dos edifícios. O papel da reabilitação hoje, consistirá numa ação conciliadora entre o construir da sua contemporaneidade e a necessidade de conservar o essencial da memória e da específica cultura desses lugares urbanos.

Concluindo, as cartas que têm surgido ao longo dos anos têm sido alvo de uma evolução no sentido de uma maior preocupação com a parte estrutural e com a monitorização, em vez de se focarem exclusivamente na vertente arquitetónica. É sobre estas recomendações que se deve refletir e continuar este trabalho de forma a ser possível preservar o legado histórico das cidades para as gerações futuras.

No caso particular desta dissertação, estes documentos foram utilizados como princípio para a elaboração dos capítulos da metodologia de intervenção e para a aplicação ao caso de estudo.

A metodologia apresentada no capítulo 4 tem uma etapa, em 4.3.1, dedicada à análise de documentos e informação existente para posterior diagnóstico, tal como recomenda a carta de Atenas de 1931.

No capítulo 6, a utilização de técnicas inovadoras, para a intervenção no sótão do edifício em estudo, é um dos princípios defendidos tanto pela carta de Atenas como pela carta de Veneza (artigo 10). Há também a preocupação com uma política de conservação integrada que preserve as características de todos os edifícios envolventes, evitando assim um choque entre arquitetura contemporânea e a arquitetura tradicional das casas do Porto.

2.4 EXPERIÊNCIA EUROPEIA FACE À REABILITAÇÃO

2.4.1 NOTA PRÉVIA

Nos anos 80 e 90 do século passado, verificou-se, na Europa, uma mudança de paradigma face às obras de construção de edifícios. À anterior visão de uma construção em massa para albergar o maior número de pessoas motivada pelo grande crescimento demográfico que se registava até então, muitas vezes sem a qualidade mínima exigida e, ao crescimento das urbanizações para as zonas periféricas das cidades, deu lugar a uma preocupação com a conservação dos edifícios já existentes, melhorando as suas características e mantendo o seu valor histórico.

O maior problema que as cidades europeias enfrentam neste momento pode ser designado por “desagregação urbana”, isto é, a emigração de habitantes dos centros das cidades para as suas periferias. Este fenómeno pode ter várias explicações como a degradação de edifícios antigos ou as elevadas rendas que são aplicadas nas zonas centrais das principais cidades.

A simples reabilitação dos edifícios antigos dos centros urbanos não será por si só a solução para combater esta realidade. Para tal, será necessário atribuir a estas áreas urbanas novas características, de forma a tornar estas zonas tão desejadas e competitivas como outras áreas residenciais, [13].

É com este objetivo em mente, de travar o êxodo dos centros urbanos, que foi idealizada a estratégia de intervenção abordada pelo autor no capítulo 5. O aproveitamento dos sótãos dos edifícios para uso habitacional permitirá aumentar o número de fogos disponíveis na cidade do Porto e assim, combater a pressão imobiliária que se traduz num aumento do valor das rendas, devido à enorme procura e pouca oferta existente no centro histórico.

De seguida, são apresentadas as visões de 3 países europeus sobre o tema da reabilitação. Para tal, foram consultados artigos científicos que também ajudaram o autor a alargar os seus horizontes e compreender a importância de intervir no património histórico, ao mesmo tempo, analisando diferentes estratégias para o fazer.

2.4.2 A ESTRATÉGIA ITALIANA

2.4.2.1 Enquadramento Histórico

Itália é um país vanguardista no que ao restauro diz respeito. Cidades como Siena, Veneza, Florença ou Roma são sinónimo dessa preocupação com a conservação da “cultura das cidades”.

A “Teoria del Restauro” de Cesare Brandi, publicada em Roma, em 1963, é um marco teórico de suporte à prática da moderna conservação e restauro.

Comumente, entende-se por restauro qualquer intervenção destinada a restabelecer a funcionalidade original de um produto, [14].

Em 1972, é publicada a “Carta do Restauro” [14], na qual são indicadas as principais diretrizes a seguir num projeto para o restauro de uma obra arquitetónica:

- Estudo detalhado do edifício a intervir a partir de diversos pontos de vista: o contexto urbano, os aspetos tipológicos, as emergências, os sistemas e características estruturais, etc.);
- Acompanhamento contínuo para garantir uma boa execução e para que se possa intervir de imediato sempre que existirem dificuldades ou se apresentarem factos novos;
- Respeitar a salvaguarda dos elementos construtivos da obra.

Mais à frente nesta dissertação, o autor aplicou estes princípios à sua metodologia, nomeadamente nas etapas de:

- Análise e diagnóstico, 4.3.1, na qual se deve realizar um levantamento arquitetónico e construtivo do edifício a intervir, de forma a, tal como Cesare Brandi defendia, compreender o seu funcionamento;
- E na execução, 4.3.5, onde tal como indicado se deve sempre manter um acompanhamento contínuo da obra.

2.4.2.2 Atualidade

A dicotomia entre reabilitar e/ou restaurar é debatida em alguns artigos italianos. De seguida são apresentados dois sobre o tema. O primeiro trata-se de uma intervenção na cidade de San Gimignano, na qual se opta por uma estratégia global de reabilitação, dando uma nova função às antigas torres de defesa da cidade, mas conservando a sua arquitetura e técnicas construtivas, ou seja, em certos elementos

em vez de se reabilitar optou-se por restaurar. O segundo é um artigo de reflexão sobre uma metodologia de intervenção utilizando um material inovador, o Cross Laminated Timber.

a) Evolução arquitetónica: modificações, alterações e restauro ao longo dos séculos, [15]

Este artigo aborda um estudo realizado às 14 torres da cidade de San Gimignano (Figura 2.1). Para cada uma das torres, foram analisadas as demolições e reconstruções que ocorreram ao longo do tempo nos seus materiais, na alvenaria e nos pontos de descontinuidade.

Este estudo tem como objetivo preencher a falta de dados sobre técnicas construtivas, materiais e estado de preservação analisando o sistema de torres como um todo.

A importância do conhecimento destes dados prende-se com a necessidade de realizar trabalhos de preservação e restauração com o mínimo de alterações possível ao original.

Com o passar dos anos, as torres foram sendo adaptadas para servir funções de habitação. Isto, resultou na execução de novos pisos e na demolição de paredes interiores, de forma a obter divisões maiores com condições mínimas de habitabilidade. Em alguns casos, foram realizadas pequenas aberturas nas paredes exteriores que permitiram a colocação de janelas e a consequente entrada de luz de maneira a dar um toque residencial às intervenções.



Figura 2.1 - Torres de San Gimignano

É possível concluir que o caso apresentado se trata de uma reabilitação com o intuito de atribuir um novo uso às antigas torres da cidade, as quais, antigamente, tinham características de proteção para possíveis ataques de inimigos. No entanto, como é possível imaginar, essa função já não tem utilidade nos dias de hoje e assim, foi adotada uma estratégia de intervenção que permite reaproveitar estas torres para o quotidiano dos habitantes desta cidade.

Assim sendo, pensou-se na possibilidade de tal como neste caso, reaproveitar o vão das coberturas dos edifícios antigos da cidade do Porto e dar-lhes uma nova função. Esta ideia é aplicada no capítulo 5.

b) Metodologia de intervenções em edifícios residenciais italianos em zonas sísmicas [16]

Este ensaio apresenta os resultados de uma análise a um edifício residencial em Itália usando o software de desenho Revit, com o objetivo de identificar critérios e guias sobre intervenções nas

quais há um acréscimo de piso, dando especial atenção às componentes técnicas da construção e aos aspetos estruturais tendo em conta a análise sísmica.

O aumento de volume dos edifícios através da construção de um piso extra é uma estratégia de reabilitação cada vez mais usada nos Estados membros da União Europeia, com vista a cumprir as metas de construção sustentável impostas e a responder à necessidade do aumento de habitação nos centros urbanos com cada vez menos espaço disponível para edifícios novos.

Em Itália, após os sismos em Umbria e Marche (1997), Abruzzo (2009), Emilia (2012) e Lazio (2016) surgiu uma nova preocupação na prática da reabilitação de edifícios, de forma a torná-los mais resistentes a estes fenómenos. De maneira a cumprir com este critério, mas visando simultaneamente a sustentabilidade na construção, decidiu-se focar este estudo na aplicação de estruturas em painéis CLT (Cross Laminated Timber) e analisar a viabilidade da sua aplicação nas intervenções de acréscimo de pisos a edifícios pré-existentes.

Neste artigo, são definidos alguns critérios que devem servir de guia para uma intervenção sustentável (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 - Critérios de intervenção no acréscimo de novos pisos, [16]

Operação exigida	Critério de intervenção
Limitar o excesso de carga acrescentada à estrutura antiga	▪ Usar elementos leves; ▪ Estudar a ligação entre a construção nova e a pré-existente; ▪ Reversibilidade da intervenção.
Diminuir o tempo de execução	▪ Recurso à pré-fabricação; ▪ Colocação de elementos sem recurso a argamassa.

Foi possível concluir que o aumento, em altura, do volume de um edifício é exequível, desde que sejam cumpridas as linhas de orientação indicadas no artigo. Recorrendo a um sistema CLT, que foi aplicado ao caso de estudo, conseguiu-se que a carga acrescentada à estrutura antiga não fosse tão elevada assim que provocasse problemas de instabilidade.

Há muitas semelhanças entre a estratégia adotada nesta intervenção e a que será aplicada mais à frente nesta dissertação (Capítulo 6). Tal como aqui, também se irá acrescentar um piso ao edifício já existente e para tal, o autor decidiu adotar um sistema inovador, o LSF (Light Steel Framing), que apresenta características semelhantes ao CLT do artigo anterior e, assim, seguir as linhas de orientação em intervenções com aumento de carga à estrutura existente.

2.4.3 A ESTRATÉGIA ESPANHOLA

2.4.3.1 Enquadramento Histórico

Em Espanha, as políticas de reabilitação e de conservação do património arquitetónico começaram a ser desenvolvidas a partir de 1976, ano em que é criada uma “Dirección General de Arquitectura” no “Ministerio de la Vivienda”. Esse organismo estabeleceu como principais objetivos: a preparação de legislação, na qual fosse incorporado o conceito de “reabilitação integrada”; e o lançamento de

programas de conservação de património urbano, nos quais se estudassem metodologias e técnicas adequadas à realidade espanhola.

De forma a alcançar estes objetivos foram lançados estudos de análise e diagnóstico em várias localidades. O desenvolvimento destes “Estudos Basicos” [4], obrigava ao cumprimento de quatro fases principais sucessivas:

- Estabelecimento da metodologia e da programação de trabalho, estudando previamente as características particulares da área de estudo e as suas implicações no método a desenvolver, e discriminando o programa de estudos (este documento servia também para a avaliação posterior das fases de execução);
- Informação e documentação, recolhendo a informação de diversa proveniência para o conhecimento detalhado da área sob os pontos de vista urbano, arquitetónico, socioeconómico e funcional;
- Análise e diagnóstico, estudando a estrutura e a dinâmica, geral ou sectorial, da área, estabelecendo o diagnóstico da situação e as tendências previsíveis, e definindo os objetivos da reabilitação com a respetiva hierarquização das prioridades;
- Medidas e soluções, apontando as ações necessárias à reabilitação do tecido edificado, da estrutura funcional e ambiental e ainda da realidade socioeconómica, assim como desenvolvendo propostas alternativas a aprofundar em posteriores operações.

Os “Estudios” permitiram compilar um enorme volume de informação que reforçou o conhecimento dos fenómenos ligados à reabilitação da cidade e à especificidade da situação espanhola.

Uma vez mais, está implícita a importância de uma análise prévia do estado de conservação de um edifício e da sua envolvente, pelo que, o autor não poderia descuidar esta etapa na sua metodologia de intervenção, tal como será possível confirmar mais à frente neste trabalho, em 4.3.

2.4.3.2 Atualidade

De forma a avaliar a visão da sociedade espanhola, nos dias de hoje, face à reabilitação, foram consultados alguns artigos científicos. O primeiro aborda a dicotomia da estratégia a adotar na construção entre reabilitar ou demolir e construir de novo. O segundo, descreve a estratégia de intervenção que deve ser tomada num edifício após este sofrer algum acidente que obrigue à retirada das pessoas das suas habitações por questões de segurança.

a) Reabilitação de edifícios versus demolição com construção nova: impacto económico e ambiental [17]

Este artigo aborda a velha discussão entre reabilitar ou demolir e construir de novo, que tem vindo a intensificar-se ao longo dos últimos anos, devido à necessidade de renovar os antigos centros urbanos das cidades.

Correntemente, afirma-se que, quando um edifício se encontra em fase de ruína é mais favorável demoli-lo e fazer uma construção nova. De forma a atestar a veracidade desta afirmação foi proposto um modelo que procurou avaliar o impacto técnico, económico e ambiental que teria a adoção de cada uma das estratégias referidas (reabilitação ou demolição e reconstrução) num edifício multifamiliar na cidade de Sevilha, que se encontra com anomalias graves.

Foi possível, no final realizar um quadro de comparação entre as duas estratégias (Quadro 2.3) e concluir, que no caso em estudo, o valor orçamentado para uma reabilitação é 21 % mais baixo

do que para a estratégia de demolição e construção nova e, ainda que o impacto ambiental seria cerca de 58 % a 68 % menor numa reabilitação.

Quadro 2.3 - Comparação económica e ambiental: reabilitação vs construção nova, adaptado de [17]

Comparação por subcategorias	Demolição	Demolição + Construção nova		Reabilitação
		Demolição + Construção nova (2006)	Demolição + Construção nova (2013)	
Valor Global (€)	85 475.17	2,012,847.49	2,019,479.72	1,602,100.51
Pegada ecológica (ha)	4.42	473.88	592.83	200.6
Pegada Ecológica (ha/m ²)	0.002	0.136	0.169	0.06

É possível constatar que, tal como em Portugal, em Espanha também há uma enorme procura por habitação nos grandes centros urbanos. E, como há falta de terreno livre para construir as habitações necessárias, a questão passa por demolir os edifícios antigos e construir novos edifícios, ou então reabilitar os mesmos.

Um aspeto importante a ter em conta é o estado de conservação dos edifícios, isto porque, o custo de reabilitar um edifício com poucas patologias é bastante menor do que um com muitas. Contudo, este estudo foi realizado num edifício bastante degradado e, ainda assim, foi possível concluir que a opção por reabilitar, para além de ser mais económica, apresenta um muito menor impacto ambiental.

Assim sendo, este artigo, apresentou-se como uma grande motivação para o autor desenvolver o seu caso de estudo, uma vez que a estratégia adotada passa por reabilitar a cobertura de um edifício dando um novo uso, sem ser necessário demolir o edifício por completo e assim corresponder às expectativas europeias de tornar a construção uma indústria mais sustentável, ao mesmo tempo que responde à falta de habitação no centro urbano de uma cidade europeia.

b) Recuperação de edifícios após acidente [18]

Apesar de, cada vez mais, existirem estudos sobre a reabilitação de edifícios, há ainda, algumas situações que tendem a ser esquecidas, tal como o procedimento que deve ser tomado na recuperação de edifícios após acidentes de ordem natural ou por negligência humana.

Este artigo visa este mesmo assunto e todos os aspetos que devem ser tidos em conta perante uma emergência, sejam eles de ordem técnica ou social. A qualidade na execução destes trabalhos deve ser a maior possível, porque os edifícios que sofrem acidentes podem estar sobre risco estrutural e há uma série de elementos desconhecidos que têm de ser considerados pelas equipas de intervenção. Para obter mais informação que possa ser útil às equipas que se deparam com estes problemas foi analisado um caso de estudo em Espanha.

O caso de estudo trata-se de um conjunto de edifícios de habitação social, na cidade de Sevilha, construídos entre a década de 50 e 60. Um dos blocos de apartamentos com capacidade para 40 famílias começou a apresentar anomalias quando num terreno adjacente se iniciaram trabalhos de escavação para um futuro conjunto de blocos (Figura 2.2). O solo sofreu um assentamento que causou o aparecimento de fissuras nas paredes do edifício e o risco de colapso estrutural. Foi necessário evacuar rapidamente os inquilinos e proceder a uma intervenção de reabilitação do interior e exterior do edifício afetado assim como um reforço estrutural.



Figura 2.2 - Edifícios alvo de estudo e escavação no terreno adjacente, antes do acidente, [18]

A experiência ganha com o caso de estudo analisado permitiu estabelecer um ponto de partida para identificar os aspetos económicos mais importantes na tomada de decisão sobre seguir uma estratégia de demolição/reabilitação que poderá vir a ser aplicado em situações futuras.

A outra principal preocupação para além do controlo de custos é o planeamento dos trabalhos (Figura 2.3). Este foi dividido em 3 fases: (1) controlo de danos e garantia de que as necessidades básicas de segurança são garantidas; (2) diagnóstico e avaliação do estado do edifício, simultaneamente todos os habitantes afetados são mantidos a par de qualquer evolução ou alteração; e (3) trabalhos de reparação, que devem começar o mais rapidamente possível e, mantendo os residentes totalmente informados sobre o progresso das obras.

Esta experiência permitiu concluir que à aplicação de soluções técnicas com rápida execução, à definição de um prazo ajustado e à correta organização e planeamento eficiente devemos ainda adicionar o cuidado que há que ter com as pessoas afetadas por este tipo de acidentes.

Em suma, ainda que este artigo seja um pouco diferente dos anteriormente apresentados e que, possa parecer que não se enquadra totalmente com o tema desta dissertação, a verdade é que ajudou o autor a compreender que para além de todas as componentes técnicas que uma intervenção é obrigada a cumprir, também há um fator humano muito forte e é importante manter sempre uma comunicação transparente com todos os membros envolvidos numa reabilitação, incluindo os seus futuros habitantes, os quais perspetivam que as intervenções melhorem as suas condições de habitabilidade.

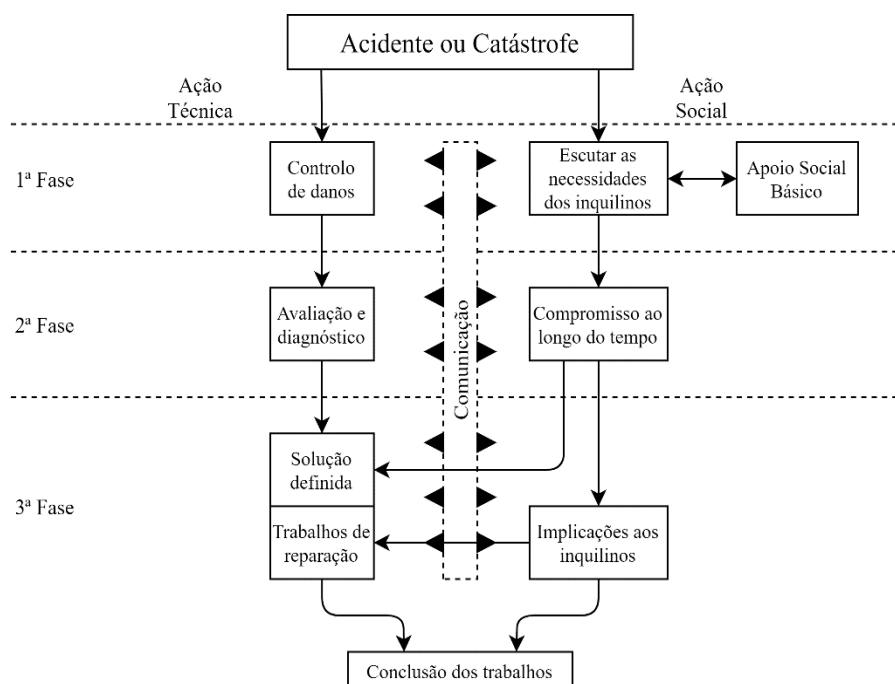


Figura 2.3 - Planeamento dos Trabalhos, adaptado de [18]

2.4.4 A ESTRATÉGIA FRANCESA

2.4.4.1 Enquadramento Histórico

O pioneirismo da experiência francesa na defesa da preservação do património arquitetónico e urbano, serve de inspiração à legislação portuguesa (principalmente do ponto de vista da definição estratégica e normativa). Neste sentido, um dos primeiros instrumentos legais publicados foi a Lei de Malraux em 1962.

A Lei de Malraux prevê a delimitação de setores urbanos que serão alvo de conservação e, nos quais, todas as ações de demolição e reconstrução deverão ser sujeitas a uma avaliação prévia por parte de um arquiteto que avalia o valor patrimonial e histórico dos edifícios a intervencionar.

A par desta política de conservação do valor histórico das cidades francesas, durante a segunda metade do século XX, começa a surgir a preocupação com a melhoria de tecidos urbanos com um património habitacional mais pobre e em condições de insalubridade e degradação.

Assim, a França criou uma agência estadual, a ANAH (“Agence Nationale pour l’Amélioration de l’Habitat”) que atribuía financiamento aos proprietários, promotores e inquilinos, com o objetivo de realizarem beneficiações nos edifícios habitacionais, dando incentivos para a adoção de medidas de conservação e economia de energia, [4].

É possível concluir que a França sempre se encontrou uns passos mais à frente em relação ao tema da reabilitação e que desde cedo procurou encontrar soluções para restaurar os edifícios mais antigos dos seus centros urbano incentivando os próprios habitantes a melhorar os seus fogos contribuindo com verbas monetárias para que o conseguissem fazer. Esta medida permitia ao mesmo tempo travar a saída de pessoas do centro das cidades, uma vez que, ao reabilitarem o seu património garantiam as condições mínimas de habitabilidade a valores mais adequados ao seu poder económico.

2.4.4.2 Atualidade

De seguida apresentam-se dois estudos que ajudam a compreender a perspetiva francesa face à reabilitação de edifícios e o seu papel perante um desenvolvimento sustentável da indústria da construção. O primeiro aborda a evolução da estratégia francesa para a conservação e reabilitação de edifícios antigos e com valor patrimonial. O segundo explica o plano da União Europeia de atingir um desenvolvimento sustentável e o papel que a reabilitação de edifícios poderá ter nesse sentido, exemplificando a política francesa para incentivar essa sustentabilidade.

a) Evolução urbana em França, seguindo programas de conservação e reabilitação, [19]

Este artigo pretende apresentar a evolução das políticas de proteção do património urbano em França. Desde o decreto lei de 1852 de Haussmann, no qual, é introduzida a noção de *ensemble historique*, passando pela Lei de Malraux que salvaguarda o valor dos centros históricos (1962), pela definição de *zones de protection du patrimoine architectural et urbain* (1983) e finalmente chegando à lei de renovação urbana de 2002 que integra o conceito de património na visão do planeamento urbano, a França deu sempre bons exemplos ao Mundo na perspetiva da reabilitação urbana.

O artigo, simultaneamente, procura analisar a situação atual e destacar as novas tendências na conservação e reabilitação urbana.

A 30 de setembro de 2015 foi aprovada em assembleia nacional uma proposta de proteção da liberdade artística, isto é, uma legislação mais moderna e atualizada à realidade atual, no entanto, sem nunca esquecer os seus princípios fundamentais de preservação do património histórico-cultural.

O principal objetivo é responder às necessidades atuais de um desenvolvimento sustentável, conciliando estratégias inovadoras, mas ao mesmo tempo de conservação de construções antigas.

Esta lei passa a incluir edifícios do século XX como obras de valor patrimonial elevado e que deve ser preservado. Simultaneamente, dá especial atenção às novas obras do século XXI de forma a integrar a arquitetura contemporânea com as construções do passado.

No final da análise feita neste trabalho, é possível compreender que ao longo do tempo a França procurou sempre responder da melhor forma às exigências de conservação do património urbano.

Num mundo cada vez mais globalizada, é importante preservar o valor dos centros históricos das cidades, não só atuando exclusivamente na sua proteção e conservação, mas também integrando-os no desenvolvimento sustentável da sociedade.

O extenso conhecimento no tema da reabilitação, a participação de vários intervenientes, a gestão do património cultural, a combinação das estratégias de planeamento urbano com o valor histórico existente, o envolvimento da sociedade civil e as ferramentas financeiras necessárias são passos importantes na procura por dar uma nova vida e valorizar os centros históricos

Apesar de não ser uma tarefa fácil, é possível concluir que a França está num caminho correto para atingir este objetivo.

Esta constante preocupação com a preservação do património antigo das cidades francesas serviu como inspiração para que nesta tese se optasse por uma estratégia de reabilitação do edifício de estudo abordado no capítulo 5, na qual procura manter as principais características

da casa tradicional portuense, ao mesmo tempo que lhe confere características inovadoras que melhorem as condições de habitabilidade do edifício estudado.

b) Encorajar a renovação de Edifícios: Qual o potencial de valor para a Europa, [20]

A reabilitação de edifícios é um ponto chave para alcançar as metas impostas pela UE no que à eficiência energética diz respeito. Este estudo aborda as várias estratégias de renovação de edifícios com o fim de cumprir com o objetivo imposto. Este documento foi supervisionado pelo “*Comitee on Industry, Research and Energy (ITRE) of the European Parliament*”.

A construção de edifícios corresponde a 40 % do consumo energético da UE, 36% da sua emissão de CO₂ e 55% do consumo de eletricidade. Assim sendo, a poupança de energia no setor da construção é vital para cumprir as metas de desenvolvimento sustentável.

O património habitacional na europa é relativamente antigo. Cerca de 40% dos edifícios foram erguidos antes de 1960 e 90 % antes de 1990. É de senso comum que os edifícios antigos consomem, normalmente, mais energia em comparação com os novos. Ou seja, de modo a diminuir este gasto energético é fundamental renovar o património construído.

Este artigo começa por descrever o estado de conservação dos edifícios da UE e o potencial da reabilitação dos mesmos. Conjuntamente, aborda os benefícios que esta estratégia pode trazer para a sustentabilidade da construção e os desafios que atrasam a implementação destas políticas.

O caso de estudo é feito a nível europeu com exemplos de políticas de alguns estados membros como é o caso de países como a Alemanha, Eslováquia, Espanha, Bélgica, Itália e França (que pretendo destacar).

Em França, uma taxa de crédito para o desenvolvimento sustentável foi a estratégia adotada. Esta taxa é aplicável a várias medidas de eficiência energética que sejam adotadas. O nível de apoio poderá variar de 10 a 32 % dependendo da medida e do número de residentes dos edifícios. Este programa atingiu 1,3 milhões de pessoas em 2010 com um investimento total de 11 000 milhões de euros e uma perspetiva de poupança da ordem dos 6,630 GWh/ano.

Com esta perspetiva de desenvolvimento sustentável, a intervenção ao caso de estudo que é analisado mais à frente no presente trabalho, adota soluções construtivas que permitem melhorar a eficiência energética da habitação em questão (Capítulo 7), porque no entender do autor e após a leitura do artigo anterior, a reabilitação pode ter um papel importante para tornar a indústria da construção mais sustentável.

2.4.5 A EXPERIÊNCIA NACIONAL

2.4.5.1 Enquadramento Histórico

Em Portugal, nos dias de hoje, assiste-se a um progressivo consenso sobre a importância cultural e a necessidade social e económica de reabilitar um património urbano de elevado valor.

No entanto, as políticas de intervenção sempre se focaram em desenvolver iniciativas de restauro em monumentos nacionais e edifícios de grande valor histórico, descartando os edifícios mais modestos e tradicionais do “povo”. Seguiu-se assim uma linguagem arquitetónica “de regime” durante o Estado

Novo, bastante nacionalista e ideológica, na qual se privilegiava determinadas épocas históricas e removendo traços de passagem de arquiteturas consideradas menos alinhadas com o regime.

Algumas medidas legais implementadas nos anos 40, têm repercussões até aos dias de hoje, como por exemplo o congelamento das rendas dos imóveis na cidade do Porto e de Lisboa, que provocaram uma redução dos rendimentos dos proprietários, os quais, conseqüentemente, se excluiram das suas obrigações de conservação dos edifícios, condicionando a possibilidade de até aos dias de hoje se recuperar grande parte desse património habitacional, [4].

Durante os anos 60 do século XX começa a notar-se uma mudança de perspectiva de intervenção nas cidades portuguesas. Importantes colóquios são realizados em Portugal, para debater o tema da reconstrução urbana e da conservação do património arquitetónico de sítios históricos e da paisagem.

No entanto, na década em questão, apesar da evolução conceptual verificada, nenhum dos princípios se materializou, tendo-se mantido inalterada a política que o Estado Novo tinha para estas matérias.

Ainda assim, no início da década seguinte, surgem algumas iniciativas de carácter legislativo com implicações para o ordenamento do território e para a reabilitação urbana. Surgem as figuras de Plano Geral de Urbanização (PGU) e de Plano de Pormenor (PP), em 1971. Anos mais tarde aparece o Plano de Pormenor de Renovação Urbana, no qual, os Municípios se viam obrigados a elaborar planos de renovação de áreas urbanas sobreocupadas ou em más condições de salubridade, solidez, estética ou com problemas de segurança, [4].

Com a revolução de abril e a conseqüente queda do regime ditatorial, as questões sociais adquirem uma importância acrescida. Nos finais da década de 70 é lançado o PRID (Programa para a Recuperação de Imóveis Degradados) criando linhas de crédito para financiar a recuperação de imóveis habitacionais degradados, [4].

Surge uma consciencialização por parte da sociedade civil para a problemática da salvaguarda do património e da reabilitação dos edifícios antigos. Outro fator que teve influência nesta evolução de atitude para com a reabilitação urbana foi a descentralização do poder da capital e o reforço do poder local, às câmaras municipais, no período pós 25 de abril. Este veio potenciar a valorização pela recuperação do património local, [4].

Em 1985 surge o Programa de Reabilitação Urbana (PRU), que procura ajudar as autarquias locais através da prestação de apoio financeiro e provocando o surgimento da primeira geração dos Gabinetes Técnicos Locais (GTL) que permitia uma melhor articulação entre a Administração Central e a Administração Local, [4].

O PRU apoiava-se na convicção de que seria possível desencadear a reabilitação dos tecidos históricos e das áreas urbanas degradadas através da atuação de equipas locais, com conhecimentos em várias áreas da construção de edifícios, e de uma intervenção privilegiada nos espaços públicos. E que, progressivamente se iria despoletar o interesse e a iniciativa dos proprietários e promotores privados para ações de reabilitação urbana, [4].

Foi relançado em 1988 um segundo programa de reabilitação urbana, passando a chamar-se Programa de Recuperação de Áreas Urbanas Degradadas (PRAUD), que alargava o âmbito da intervenção a áreas urbanas degradadas (históricas ou não), [4].

Apesar de haver alguns casos de insucesso, que podem ser associados à falta de capacidade de resposta da Administração Central às solicitações dos GTL e das autarquias, especialmente no que ao financiamento de obras diz respeito, muitos GTL desenvolveram ao longo dos anos uma intensa e admirável atividade de apoio técnico interdisciplinar às administrações locais nos campos da

recuperação e salvaguarda do património. Estes gabinetes foram responsáveis pelo lançamento e gestão dos primeiros processos de reabilitação urbana desenvolvidos na perspetiva da “reabilitação integrada”, como foi o caso de municípios como Évora e Guimarães, [4].

Recentemente, a entrada em vigor do Decreto Lei nº 104/2004, de 7 de maio, estabeleceu um novo regime jurídico da reabilitação urbana em Portugal. As denominadas Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU) constituem uma nova forma de gerir a intervenção sobre a cidade consolidada, com consequências tanto a nível da Administração local e das suas práticas, assim como a nível dos particulares, sejam eles proprietários, moradores, técnicos, construtores, promotores, investidores, entre outros, [4].

É possível concluir que a reabilitação urbana tem vindo a assumir uma importância crescente em Portugal, invertendo a tendência dominante para a construção nova que se fazia sentir.

O autor está ciente de que, atualmente, as intervenções em reabilitação em Portugal têm de responder a um número crescente de objetivos, expectativas e solicitações, isto é, para além de se proteger e conservar o património construído, este deve ser dotado de novas capacidades de resposta à vida contemporânea, de incorporar valores sociais, económicos, ambientais e de sustentabilidade. Por esta razão, defende, no capítulo de abordagem ao caso de estudo, que a intervenção no edifício deve melhorar as suas condições de habitabilidade mantendo o traço característico da arquitetura das casas tradicionais do Porto.

2.4.5.2 O Setor da Reabilitação

O setor da construção tem sentido ao longo do tempo uma mudança de paradigma, com um abrandar na execução de obras novas para dar lugar a uma maior aposta na área da reabilitação do parque edificado, uma vez que, este consegue responder à maior parte das necessidades das populações apesar de se encontrar degradado e com grandes necessidades de intervenção.

Segundo os dados do Censos 2011 sobre o estado de conservação dos edifícios é possível constatar que 1,7 % dos edifícios se encontravam muito degradados e 27,3 % necessitavam de reparações (ver Quadro 2.4).

Assim sendo, a maioria do parque edificado, 71 % que corresponde a 2 519 452, encontrava-se em bom estado de conservação e não era necessária nenhuma reparação.

Estes resultados permitem confirmar a mudança de paradigma a que se tem assistido nos últimos anos, consequência de uma aposta na reabilitação nos edifícios antigos. Nos últimos dez anos verificou-se uma melhoria muito significativa destes indicadores. Em 2001, 3% dos edifícios apresentavam-se muito degradados e 38% tinham necessidades de reparação (ver Quadro 2.4).

Quadro 2.4 - Estado de conservação dos edifícios, adaptado de [21]

Portugal	2001	2011
Edifícios muito degradados	2,92 %	1,67 %
Edifícios com necessidades de reparação	37,95 %	27,25* %

*Dado atualizado de 2013

Segundo a Figura 2.4, baseada nos dados estatísticos da construção e habitação de 2018, elaborados pelo INE, é possível constatar que as obras de reabilitação concluídas, durante o período de 2013 a 2018, registaram progressivos decréscimos em comparação com o total de obras concluídas, sendo que o valor mais baixo se verificou em 2018 (26,4%). Relativamente aos dados de 2013, as obras de construção nova ganharam um peso de 3,9 pontos percentuais face às obras de reabilitação, passando de 69,7% para 73,6 % do total de obras concluídas.

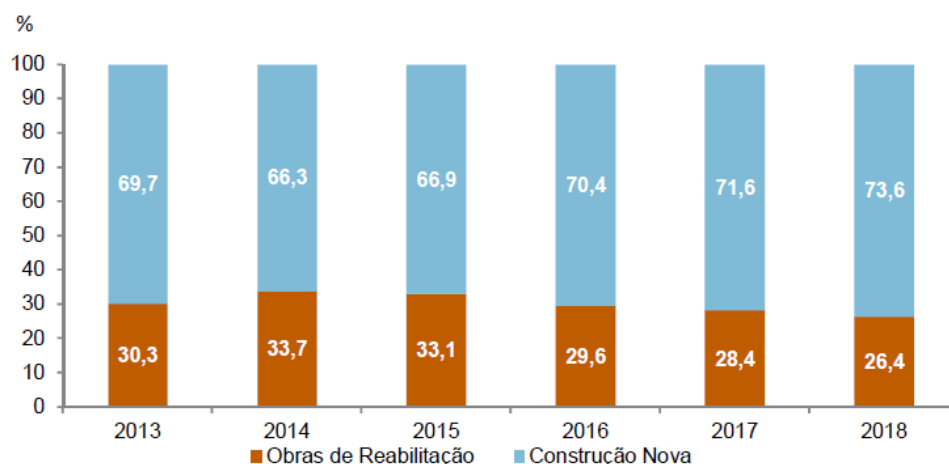


Figura 2.4 - Evolução da repartição de obras concluídas entre construção nova e reabilitação (2013 - 2018), adaptado de [22]

O mesmo documento, permite aferir que tem havido um crescimento do número de obras totais. Em 2018 verificou-se um acréscimo de 10,6 % no número total de obras de reabilitação face a 2017, com um total de 3 554 edifícios concluídos. Esta tendência já se tinha verificado no ano anterior com um crescimento de 2,6 % (3 213 edifícios concluídos). Relativamente ao número de construções novas, também se registou este crescimento, estimando-se em 2018 que tenham sido concluídos 9 929 edifícios (correspondente a um aumento de 22,3 %; 8 118 em 2017 e uma variação de + 9,1 %), [22].

Analisando o gráfico da Figura 2.5 verifica-se que em 2018, as obras de ampliação foram as que tiveram maior peso (69,4 %) no total de obras de reabilitação concluídas (2 465 edifícios). No entanto, as obras de alteração e de reconstrução têm vindo a assumir uma importância significativa na reabilitação. Em 2013, 15,9 % das obras concluídas eram de alteração (497), 72,1 % eram obras de ampliação (2 258) e 12,0 % eram obras de reconstrução (376). Em 2018 registou-se um aumento das obras de alteração (654), perfazendo 18,4 %, enquanto que as obras de reconstrução representaram 12,2 % (435 edifícios), ver Figura 2.5

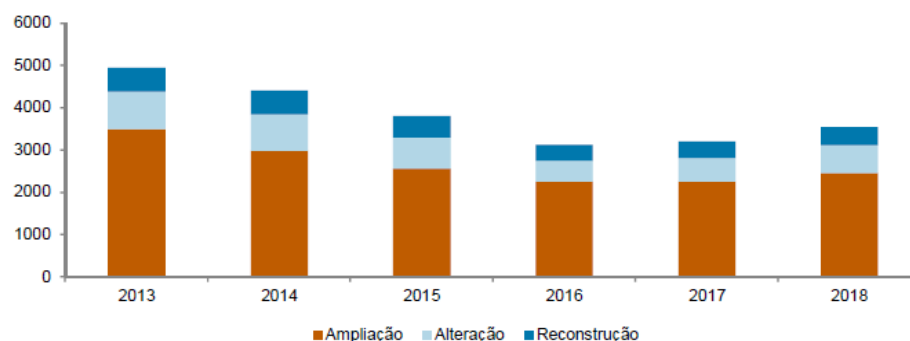


Figura 2.5 - Obras de reabilitação por tipo de obra, fonte [22]

Resumindo, o setor da construção em Portugal tem dado cada vez mais importância ao segmento da reabilitação como pode ser confirmado pelo menor número de edifícios a necessitar de intervenção (Quadro 2.4). Contudo, há uma preferência para as obras de construção nova, representado uma maior quota do mercado quando comparada com a reabilitação e, Portugal, é ainda um dos países europeus que menos aposta neste segmento (Figura 2.6)

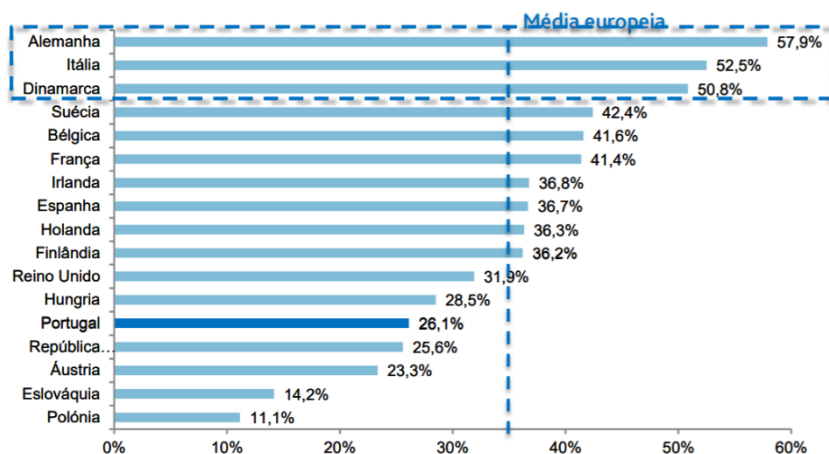


Figura 2.6 - Produtividade do segmento da reabilitação em edifícios em países da UE, fonte [23]

É possível concluir que há espaço de progressão no mercado da reabilitação em Portugal. É com esta ideia em mente que o autor ganhou motivação para a estratégia adotada no seu caso de estudo.

2.4.5.3 Atualidade

a) Inspeção, diagnóstico e reabilitação de sistemas em coberturas planas, [24]

Este artigo apresenta uma metodologia de intervenção em coberturas planas, apoiada num sistema eficaz de inspeção, diagnóstico e reabilitação.

Neste estudo, foram traçadas quatro matrizes de correlação: anomalia – causa; inter – anomalias; anomalia – método de diagnóstico; e anomalia – técnica de reabilitação. A partir deste sistema é possível determinar para cada anomalia o melhor método de diagnóstico, a mais eficiente técnica de intervenção e a causa mais provável. Esta metodologia é validada recorrendo a uma extensa análise a 105 coberturas planas em vários locais em Portugal.

Foram conjuntamente desenvolvidos formulários que contêm informação detalhada de cada anomalia/método/técnica. Em cada um, são considerados vários parâmetros que permitem organizar a informação da patologia e, assim facilitar o trabalho da equipa de fiscalização. Estes formulários foram validados através dos dados recolhidos no estudo das 105 coberturas.

Em suma, este estudo permitiu ao autor compreender as principais técnicas de intervenção para correção de anomalias em coberturas (o caso de estudo é uma reabilitação numa cobertura), assim sendo é de grande utilidade para que melhor possa compreender o funcionamento das mesmas. A construção de um sistema eficaz de inspeção e diagnóstico também serviu de base à estratégia montada no desenvolvimento do caso apresentado na dissertação (capítulo 5)

b) Aplicação de um modelo de reabilitação sustentável em cidades europeias de média dimensão: Coimbra, Portugal [13]

Neste artigo procura-se perceber as causas para a diminuição de habitantes nos centros urbanos das cidades europeias de média dimensão.

É apresentado um modelo de reabilitação sustentável e de gestão dos centros históricos de cidades europeias com 50 000 a 500 000 habitantes. A inovação da estratégia apresentada está na atribuição dos poderes de gestão da habitação aos municípios. Os conceitos de sustentabilidade passam a ser aplicados a nível urbano e não apenas aos edifícios, conjuntamente são utilizadas técnicas de construção mais modernas que permitem diminuir os impactos durante as intervenções.

O modelo assenta num edifício com vários usos e serviços, tais como, um parque para residentes, uma recolha de resíduos, reutilização de água da chuva, gestão e armazenamento de energia de fontes renováveis e serviços sociais para os residentes, resultando numa solução de baixo custo que permitirá trazer novos residentes e mais vida aos centros urbanos.

De modo a ilustrar a sua aplicabilidade em cidades europeias de média dimensão, o modelo é aplicado ao centro da cidade portuguesa de Coimbra.

Foi possível concluir que esta ideia de renovação urbana para atração de novos residentes será uma estratégia viável e sustentável para restaurar a vida social dos centros históricos das cidades europeias.

Com a conclusão da leitura do trabalho anterior, mais uma vez fica demonstrada a importância dada ao desenvolvimento urbano sustentável na comunidade europeia, simultaneamente apresentando algumas medidas para melhoria das condições de habitabilidade que ajudarão a combater o êxodo dos centros históricos das cidades.

3

A CASA BURGUESA DO PORTO – ANÁLISE DETALHADA DA COBERTURA

3.1 INTRODUÇÃO

A construção da arquitetura de edifícios antigos revela um saber decorrente de um apuramento de formas de construir que perduraram durante vários séculos, recorrendo a materiais como a madeira e a pedra.

Designa-se por construção tradicional o *“conjunto de procedimentos relacionados com determinadas formas de manuseamento de certos materiais, resultantes em técnicas e sistemas de construção de edifícios até às primeiras décadas do século XX”*, [25].

A construção tradicional está diretamente relacionada com a época em que se insere, o estilo, o contexto geográfico e o ambiente sociocultural. Por isso, a caracterização que é abordada na presente dissertação não pretende abranger todo o território nacional, porque essa seria uma tarefa demasiado difícil e extensa, restringindo-se ao sistema construtivo da arquitetura tradicional da cidade do Porto (Figura 3.1). O objetivo deste estudo refere-se a edifícios não monumentais e de construção corrente.



Figura 3.1 - Ribeira do Porto - exemplo de construções típicas (foto do autor)

O Porto é uma cidade portuária e, por isso, o seu desenvolvimento urbano está diretamente ligado às atividades comerciais.

A Casa urbana do Porto, também designada por Casa Burguesa, devido à sua origem, trata-se de construções inseridas ao longo das antigas estradas da região de ligação com os povos mais próximos e ao longo dos eixos projetados pelos Almada no século XVIII, [25].

São edifícios tradicionalmente retangulares com o maior lado na vertical (altos e estreitos). Esta é uma das características mais destacáveis na identificação da Casa Burguesa.

O Centro Histórico da cidade apresenta, nos dias de hoje, uma imagem única e com uma arquitetura de carácter regular. Este facto deve-se, em parte, à utilização do granito, que é um material muito abundante nas zonas da periferia da cidade e que permitiu que os sistemas construtivos tradicionais atingissem um grau de standardização e sistematização elevado.

Neste capítulo, a Casa Burguesa do Porto é decomposta nos seus subsistemas e nos diferentes elementos constituinte. Organiza-se e classifica-se o edifício. E, paralelamente é feita uma análise e levantamento de alguns edifícios concretos, apoiada por uma vasta cobertura fotográfica das coberturas. Tal é feito com o objetivo de melhor contextualizar e justificar a intervenção proposta no caso de estudo mais à frente desenvolvido no âmbito da dissertação.

3.2 O SISTEMA CONSTRUTIVO DA CASA BURGUESA DO PORTO

No que diz respeito ao sistema construtivo da Casa Burguesa do Porto, Joaquim José Teixeira, professor da FAUP apresenta uma descrição da história e das propriedades dos materiais que estão presentes no sistema construtivo das casas burguesas do Porto, [26]. A descrição propriamente dita do sistema construtivo está centrada nas formas e nas técnicas de resolver a construção dos vários elementos da arquitetura.

Para cada um destes elementos, é explicada a forma como é construída a sua estrutura, como é feito o seu preenchimento, revestimento e acabamento, indicando em todos os casos os materiais utilizados.

A descrição que se apresenta segue uma estrutura baseada nos elementos principais da Casa Burguesa, organizados de acordo com a sua hierarquia, considerando em simultâneo a sua função e importância dentro do sistema construtivo.

A consulta de 3 documentos: o “*Manual de Apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos*” [25]; a obra de Joaquim José Teixeira “*Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX*” [26] e a dissertação de mestrado “*Metodologia de Reabilitação de Claraboias Antigas no Centro do Porto*” [27], permitiu que fosse proposto um esquema síntese (Figura 3.2) em que divide o sistema principal em subsistemas mais detalhados com a descrição dos elementos mais representativos.

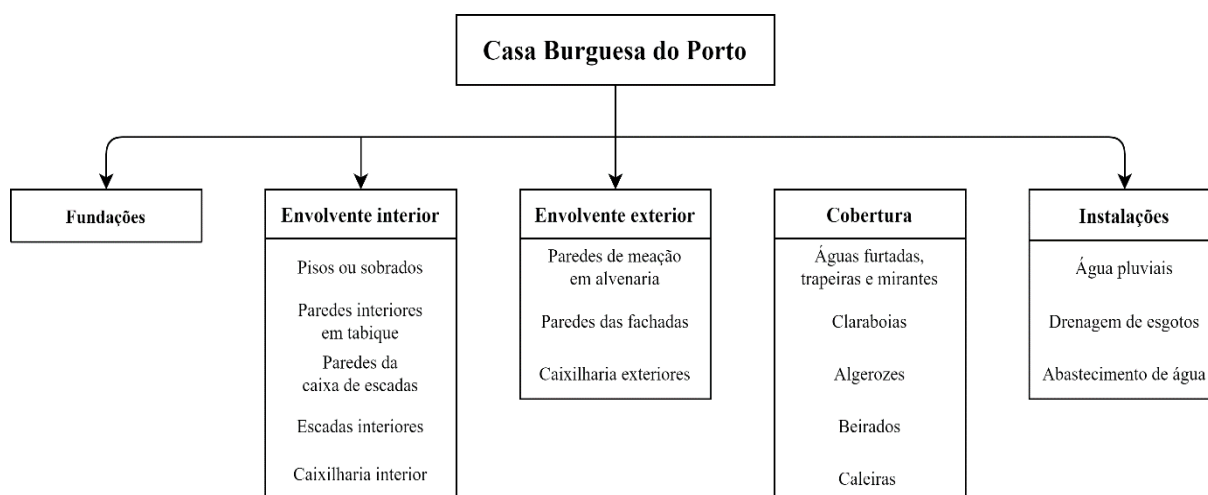


Figura 3.2 - Estrutura da Casa Burguesa do Porto

3.2.1 FUNDAÇÕES

Uma das principais características da casa burguesa é o tipo de fundações que se apresentam executadas em alvenaria de pedra, constituída por travadouros ou perpianho, [25].

A largura e profundidade das fundações está diretamente dependente das características do solo onde se implanta o edifício. Em algumas áreas da cidade do Porto, as fundações podem alcançar uma profundidade muito reduzida se estiverem localizadas sobre afloramentos rochosos ou, quando o terreno é de fraca qualidade (como acontece nas proximidades dos cursos de água, onde as fundações assentam sobre estacaria de madeira), [26].

As paredes exteriores apoiam-se em estruturas de nivelamento do tipo lintel corrido, resultante da pendente do terreno, [25].

3.2.2 ENVOLVENTE INTERIOR

3.2.2.1 Pisos ou sobrados

Em edifícios com duas frentes, a estrutura dos pisos ou sobrados era composta por um vigamento de troncos de madeira, designado por paus rolados. Estes eram aparados ou falqueados em duas faces de forma a receberem os revestimentos dos pavimentos e dos pisos. Junto às paredes das fachadas podem ser usadas vigas falqueadas em quatro faces, [25].

As paredes de meação serviam de apoio ao vigamento, com uma entrega de cerca de dois terços da espessura destas paredes. Os paus rolados que compõem este vigamento eram dispostos paralelos entre si começando e terminando com uma viga junto às paredes das fachadas. Este vigamento era travado por tarugos com um afastamento de aproximadamente 1,5 metros, [25].

Nos edifícios com três frentes (Figura 3.3), a estrutura dos sobrados tem como base o sistema anterior. De modo a resolver o suporte das vigas desta estrutura é necessário recorrer a cadeias, isto deve-se ao facto da estrutura se apoiar apenas numa parede de meação e na parede da fachada oposta, [25].

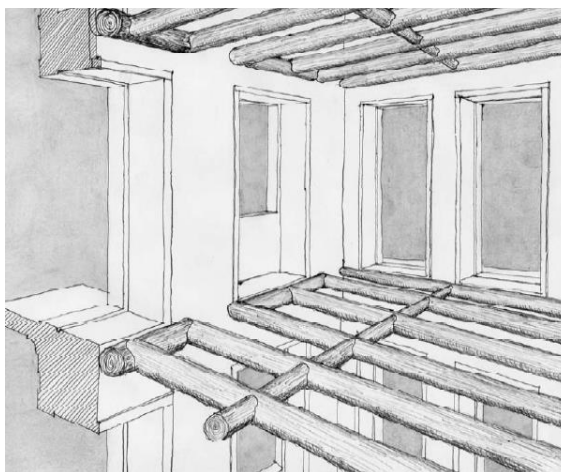


Figura 3.3 - Estrutura do pavimento em madeira de uma habitação de três frentes (adaptado de [26])

O revestimento dos pavimentos era realizado por um tabuado (soalho) em madeira de pinho. Na sua técnica de execução tradicional, as tábuas de soalho, eram unidas por encaixe (macho-fêmea ou meia madeira) e afagadas manualmente de forma a se obter uma superfície plana. Posteriormente, eram enceradas, acima de tudo por razões estéticas, mas também para proteção e conservação do soalho de madeira, [25].

No que aos tetos da casa burguesa diz respeito, estes eram construídos com constituição à base de elementos em madeira, sendo as peças base pregadas diretamente ao vigamento do pavimento do piso superior, aos degraus das escadas ou, ainda, à estrutura da cobertura. O tabuado preso ao vigamento poderia ser em forma de forro de esteira, ou sobreposto em duas camadas, em forma de “camisa e saia”. Esta tradição, apesar de não ter desaparecido foi gradualmente sendo substituída pela utilização do estuque, [25].

No século XIX são os tetos em estuque que apresentam maior aplicação nas casas de habitação corrente da cidade do Porto.

Uma das principais evoluções deste sistema construtivo foi a introdução de uma técnica inovadora para suporte dos revestimentos e acabamentos em gesso dos tetos. Esta consistia numa estrutura de ripas trapezoidais de pequena dimensão, os fasquios, dispostos em forma de grelha, [25].

Os trabalhos de revestimento e acabamento de tetos em estuque seguia o seguinte procedimento, [25]:

- Os fasquios, afastados entre si com uma determinada espessura, eram fixados diretamente aos paus rolados ou a uma estrutura intermédia de barrotes, com a finalidade de nivelar a estrutura do vigamento, enquanto possibilitava a sua ventilação;
- Previamente à colocação do soalho, era aplicada uma primeira camada de argamassa, à base de saibro e cal;
- De seguida, era depositada sob os fasquios, uma segunda camada de argamassa à base de areia fina e cal, que permitia regularizar o teto e criar uma superfície sobre a qual era aplicado o acabamento em estuque;
- Os ornatos eram executados com a máxima perfeição possível, através de uma técnica que consistia em pré-moldar as peças em barro, sendo posteriormente transferidas através de moldes de cera;

- As cornijas ou sancas, eram aplicados com um contra-molde em chapa, fixo a duas pequenas tábuas de madeira dispostas em ângulo reto, deslocando-o ao longo da interseção da parede com o teto.

Os acabamentos que persistem até aos dias de hoje estavam dependentes do gosto e das possibilidades económicas do dono de obra.

3.2.2.2 Paredes interiores em tabique

As paredes interiores de tabique são todas as paredes divisórias ou de compartimentação, não estando incluídas nesta definição as paredes das caixas de escada, [26].

Nas construções mais antigas, estas paredes são constituídas por uma estrutura de barrotes, dispostos em forma de frechais, prumos e vergas, preenchida por um tabuado de tábuas costaneiras, tal como nas paredes exteriores deste mesmo sistema construtivo. Este tabuado era colocado na vertical e pregado aos frechais. Em ambas as faces do tabuado é pregado um fasquiado, até à altura do rodapé, para receber os acabamentos em argamassa. Todas as samblagens entre as várias peças são executadas com as seguintes técnicas: meia madeira, cauda de andorinha e, algumas vezes, em respiga e mecha, [26].

As paredes de construção mais recente, usam uma estrutura de barrotes semelhante, mas disposto de forma diferente, preenchida por um duplo tabuado, tal como as paredes de tabique exterior, [26].

A estrutura de barrotes destas paredes pode ter duas formas de execução, [26]:

- Na primeira, os prumos, eram apoiados diretamente no vigamento do pavimento, pregados a um frechal superior e travados por travessanhos pregados à altura do rodapé (Figura 3.4);
- Na segunda, a estrutura era constituída por prumos a toda a altura junto das paredes de meação e na conformação dos vãos, um frechal superior e um inferior, sobrelevado à altura do rodapé e apoiado em pequenos prumos (Figura 3.4).

Ambas eram preenchidas por um tabuado, colocado na vertical e na diagonal, sobre a qual era pregado o fasquiado para receber as argamassas de reboco, à semelhança das restantes paredes interiores.

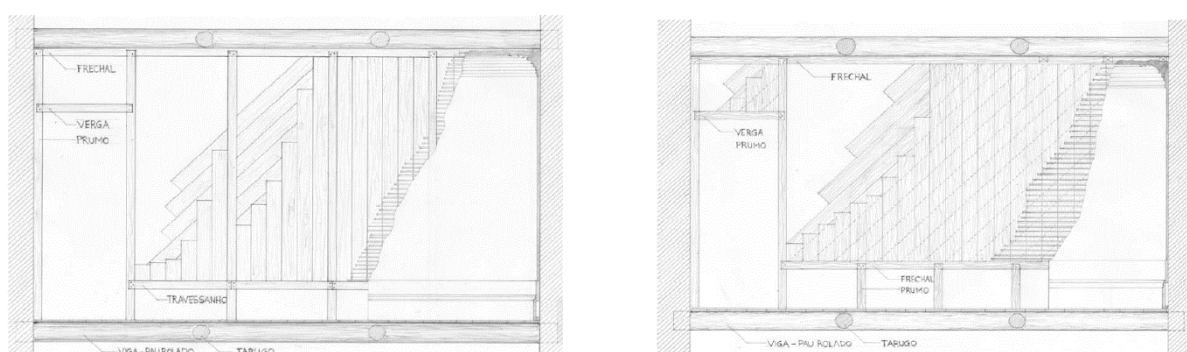


Figura 3.4 - Paredes de tabique interior: a) Duplo tabuado sem frechal b) Duplo tabuado e frechal inferior elevado. (Foto retirada de [26])

3.2.2.3 Paredes da caixa de escadas

As paredes das caixas de escada podem ser de dois tipos: ou iguais às paredes das fachadas de tabique, ou em tabique simples, com duplo tabuado.

O tipo mais antigo é o primeiro, no qual é executada uma estrutura em forma de gaiola que depende da colocação de travessanhos de apoio às cadeias dos patins intermédios. Esta estrutura é revestida em ambas as faces por um tabuado, contínuo pelo interior da caixa de escadas, sobre o qual é pregado um fasquiado para receber as argamassas de revestimento e acabamento.

O segundo tipo, é constituído por prumos, vergas e travessanhos. Os prumos, apoiados diretamente nas vigas da estrutura dos sobrados, localizam-se nas transições com as paredes de alvenaria, no apoio dos patamares intermédios das escadas e na conformação de vãos.

Os travessanhos e o duplo tabuado, disposto na vertical e na diagonal, são aplicados no apoio dos patamares intermédios das escadas. O segundo, para além desta função, ainda garante a continuidade do revestimento da parede.

O revestimento e acabamento, por se tratar de uma parede de tabique interior, são em tudo semelhantes às restantes paredes interiores de madeira das habitações. [1][25][25]

3.2.2.4 Escadas interiores

De forma a tornar possível a construção das escadas, é necessário interromper o vigamento dos pisos, recorrendo, para isso, a cadeias e chincaréis.

As vigas perna, que podem apresentar-se esquadriadas ou em paus rolados, apoiam-se nas cadeias dos patamares de piso. Estas apoiam-se no vigamento desse mesmo patamar, enquanto que as cadeias dos patamares intermédios se apoiam na própria estrutura da parede da caixa de escadas.

Sobre as pernas da estrutura das escadas são pregadas tábuas em forma de esquadro, com as dimensões necessárias para receberem os cobertores e os espelhos.

Os lanços e os patamares, para que recebam as argamassas de revestimento e acabamento a estuque, são revestidos pela parte inferior dos fasquios. A execução de sancas será semelhante à dos restantes tetos da casa.

O guarda-chapim é uma tábua, que será reforçada do lado oposto pelo rodapé, e estas duas tábuas juntas servirão de encaixe aos balaústres que suportam o corrimão.

O remate entre o guarda-chapim e o estuque será feito, pela parte inferior dos lanços, através de uma pequena guarnição. E o remate entre os degraus e a parede é realizado com recurso ao rodapé. [25]

3.2.2.5 Caixilharia interior

a) Porta

As portas interiores dos compartimentos principais têm, normalmente, uma bandeira com caixilho de vidro na parte superior das mesmas, de modo a permitir a iluminação dos espaços interiores com a luz proveniente dos vãos das fachadas ou das claraboias.

Os caixilhos das portas interiores, com uma ou duas folhas de abrir, têm uma estrutura formada pelos seguintes elementos: uma esquadria de tábuas dispostas em forma de couceiras; quadrícula de travessas intermédias que subdividem a esquadria; almofadas com motivos decorativos que

preenchem a quadrícula; os aros que são fixados diretamente aos prumos e às vergas das paredes de tabique; e mata-juntas que permitem rematar estas vergas, [25].

As samblagens entre as diferentes peças que constituem o caixilho são, à semelhança das caixilharias exteriores, constituídas predominantemente por malhetes do tipo respiga e mecha para as couceiras e travessas e por encaixes do tipo macho-fêmea para as almofadas, [25].

Os acabamentos, os vidros e as dobradiças são do mesmo tipo das referidas anteriormente, [25].

Para o seu encerramento são utilizadas fechaduras de trinco, embutidas ou justapostas numa das faces da folha, [25].

b) Portada

O objetivo das portadas é permitir que, quando abertas, fiquem recolhidas na parte interior do aro de gola das ombreiras, para tal, estas apresentam-se divididas em três ou quatro folhas.

O modo de execução e o acabamento são iguais aos dos caixilhos das portas interiores.

Os lancis das padieiras são elementos que fazem parte da constituição dos aros de batente das portadas. Estas eram fixas por dobradiças chumbadas à pedra, [25].

As portadas, para além das dobradiças, tinham dois fechos de embutir, fixos à couceira central de batentes, [25].

c) Janelas de batente e de guilhotina, [25]

As janelas de batente e de guilhotina são janelas interiores que se localizam na caixa de escadas, com a função de iluminar este espaço e os compartimentos interiores adjacentes a este.

Apesar de, estas janelas, serem predominantemente do tipo guilhotina, há certos casos em que se executam com outras formas de abertura, como basculantes.

O seu funcionamento, execução, acabamento, vidros e ferragens é muito idêntico ao das janelas de batente e de guilhotina exteriores.

3.2.3 ENVOLVENTE EXTERIOR

3.2.3.1 Paredes de meação em alvenaria

As paredes de meação das casas de habitação corrente da cidade do Porto são normalmente construídas em alvenaria de pedra de granito ou em tabique misto (estrutura de madeira preenchida por pedra miúda ou tijolo) nas construções mais antigas.

Devido à abundância de pedra nas redondezas da cidade do Porto conjuntamente com o medo de catástrofes semelhantes aos incêndios que causaram enormes danos em algumas cidades europeias, as paredes de meação passam a ser contruídas em alvenaria de granito, com perpianho ou travadouros. Esta é assente com argamassa de cal, areia e saibro obtendo espessuras que variam entre 30 e 60 cm, [25].

Estas paredes de pedra totalizam uma altura que parte desde o ensoleiramento, o qual corresponde ao nivelamento dado ao respaldo das fundações onde estão assentes, e termina na cobertura.

As paredes de meação são revestidas e acabadas pelo mesmo processo que as paredes das fachadas, isto é, todas elas eram emboçadas e regularizadas com argamassa de cal, areia e saibro, sobre a qual eram executados acabamentos em estuque com um barramento de pasta de cal, sendo no final caiadas ou pintadas, garantindo desta forma a unidade entre os espaços interiores, [26].

Pelo exterior, as secções expostas das empenas podiam ser revestidas com soletos de ardósia fixos com pregos a um ripado, ou por telha de canal, fixa de igual forma, consolidada com a ajuda de uma argamassa de cal, areia e saibro, [26].

No início do século XIX, começa a substituir-se os soletos de ardósia e a telha caleira, por uma técnica de barramento de asfalto para impermeabilização da parede, posteriormente protegida por chapa zincada ondulada fixa a um ripado. [26]

3.2.3.2 Paredes das fachadas

a) Parede das fachadas em pedra

As paredes das fachadas das casas do Porto, em regra geral, não servem de suporte ao vigamento dos pisos. Ainda assim, contribuem para o travamento das paredes de meiação e assim permitem a solidarização do conjunto das paredes exteriores.

Estas paredes eram executadas em alvenaria de pedra de granito e compostas por um conjunto de peças aparelhadas em cantaria, que definem os vãos de portas e janelas, sob a forma de lancis de soleiras, de parapeitos, de ombreiras e de lintéis, [25].

As paredes de pedra das fachadas, devido ao facto de serem autoportantes e de grande parte da sua superfície conter aberturas, apresentavam sempre espessuras consideráveis, [25].

As paredes das fachadas, à semelhança das paredes de meiação, nascem do ensoleiramento geral, determinado acima do nível das fundações, constituindo deste modo uma estrutura contínua, [25].

No início do século XX, numa perspectiva de racionalização e de diminuição do custo da construção, as paredes das fachadas tendem a diminuir de espessura, [25].

Pelo interior, todas as paredes eram regularizadas com argamassa de cal, areia e saibro, com acabamento a estuque, o qual era posteriormente pintado de forma igual às paredes de meiação, [25].

As primeiras paredes das fachadas eram, tal como as paredes interiores, regularizadas com um reboco de enchimento de argamassa à base de saibro, areia e cal, simplesmente caiado ou pintado, [25].

A partir de meados do século XIX, o azulejo tornou-se o revestimento típico das fachadas da casa burguesa do Porto, isto deve-se ao facto de, por esta altura, as condições de manufatura e de fabrico industrial terem melhorado bastante, o que permitiu mais fácil acesso a este material que também passou a ser produzido com custos significativamente mais baixos, [25].

O sucesso da utilização deste material pode ser explicado pelas suas principais características: funcionar como primeira camada impermeabilizante, não exigir manutenção e por ter um elevado valor estético, [25].

b) Parede das fachadas em tabique

Assim como nas paredes das fachadas de pedra, as paredes das fachadas de tabique não fazem parte da estrutura primária das habitações, apenas servindo de apoio às tacanicas da estrutura da cobertura.

A grande vantagem das paredes em tabique, comparativamente com as paredes de alvenaria, era o facto de serem mais económicas, pois a madeira era um material que abundava em Portugal,

sendo fácil de trabalhar e transportar. No entanto, estas eram mais frágeis, degradando-se com facilidade, [25].

Na cidade do Porto, encontram-se fundamentalmente dois tipos de paredes de fachada em tabique: as paredes de tabique simples e as paredes de tabique simples reforçado. Estes dois tipos de parede são muito semelhantes em termos construtivos, sendo que a única distinção está na sua forma e no número de elementos estruturais associados, [25].

As paredes de tabique simples eram constituídas por uma estrutura de barrotes de secção quadrangular, formada por elementos verticais – prumos – espaçados entre si e apoiados diretamente sobre o vigamento do sobrado ou sobre um frechal, quando se situam na continuidade uma parede de pedra, [25].

A parede de tabique simples reforçado era composta por um esqueleto em forma de gaiola, formada por barrotes de secção quadrangular, em tudo semelhante às paredes de tabique misto. Esta estrutura é executada pelo mesmo processo da anterior, [25].

3.2.3.3 Caixilharia exterior

a) Portas

As casas tradicionais do Porto têm, na sua composição, portas únicas. As primeiras eram largas e pesadas, de uma só folha e com espessas almofadas quadrangulares, dispostas regularmente e em simetria. Mais tarde, a partir do final do século XIX, essas portas tornam-se mais leves e estreitas, sendo agora constituídas por duas folhas, cada uma das quais com um postigo retangular, envidraçado e móvel, protegido, pelo exterior, por uma grade, [29].

Estas portas serviam de acesso ao interior da casa ou lojas, sendo assim mais robustas, por motivos de segurança. As mais recentes, podem atingir dimensões consideráveis e são constituídas por várias couceiras e travessas preenchidas por almofadas que obedecem a uma determinada lógica decorativa, [26].

Os elementos que constituem o caixilho começam a surgir com menores dimensões, no entanto as ligações entre si permanecem iguais às das portas mais primordiais. Os aros continuam a ser peças de cantaria, nas quais são fixadas as dobradiças, [26].

O pinho de terra era a madeira mais utilizada, que posteriormente era pintada em tons escuros, como o verde, o vermelho, o castanho, o azul, ou até mesmo o preto, [26].

b) Janelas de peito e de sacada batente

Em velhas casas do Porto é, ainda possível, ver portadas de varanda de duas folhas, com caixilho de vidraça fixo, pregado do lado exterior da portada e, por trás destes postigos móveis de igual dimensão da portada, estes podem ser abertos sem ser preciso abrir as vidraças e, mesmo assim, iluminar os compartimentos interiores.

As janelas de peito podem ser de dois tipos, ou de batente ou de guilhotina, enquanto que as janelas de sacada são sempre de batente. Ambos os tipos estão localizados nos pisos das habitações, [25].

Regra geral, por cima dos caixilhos de abrir está presente uma bandeira com caixilho fixo, excetuando nas janelas de pisos acrescentado ou de águas furtadas, por terem uma menor altura de pé direito, [25].

A estrutura dos caixilhos de abrir é composta por: uma esquadria de couceiras e travessas, divididas por pinázios e travessas intermédias, preenchida com vidros e almofadas. Nas travessas estão incorporadas pingadeiras, para evitar a entrada de água e nas couceiras de batente é fixo um perfil a toda a altura com a função de mata-juntas, [25].

Tal como acontece com as portas, há um perfil – travessa da bandeira – que separa os caixilhos de abrir da bandeira de caixilho fixo, [25].

As dobradiças são fixadas aos lancis das padieiras e das ombreiras com recurso a chumbadouros, [25].

O parapeito do vão é, normalmente, constituído por duas peças, a tábua de peito que reveste o interior e a soleira que reveste o exterior, [25].

Importa referir que quando estas janelas se localizam em trapeiras ou mirantes, torna-se fundamental construir um aro de madeira, rematado pelo exterior pelo mata-juntas, [25].

As madeiras mais utilizadas são o Pinho da Terra, a Casquinha e, por vezes, o Castanho. De modo a finalizar o acabamento é necessário seguir o seguinte procedimento: preparar a superfície de madeira, betumar as juntas, emassar e, por fim, pintar, [25].

Para fixação destas caixilharias, a técnica utilizada consiste na utilização de dobradiças chumbadas às ombreiras de cantaria dos aros de gola, tal como acontece com as portas exteriores. O encerramento é garantido por meio de dois frechais de embutir, fixos na parte superior e inferior da couceira de batente, [25].

c) Janelas de peito de guilhotina

As janelas de peito de guilhotina têm, na maioria dos casos, folhas de 3 e 4 vidros de largura por 2 e 3 de altura.

Os caixilhos de guilhotina, possuem um sistema, em forma de calha, no qual permitem o movimento das folhas. Este é conseguido através de um aro em madeira, o qual é constituído por uma esquadria formada por duas tábuas, fixas às ombreiras de pedra por tacos de madeira, [25].

As folhas, móveis ou fixas, são constituídas por uma esquadria de duas couceiras e duas travessas, com o interior dividido por pinázios dispostos em forma de quadrícula. As uniões são realizadas de forma igual ao exemplo anterior, assim como o revestimento do parapeito (soleira pelo exterior e tábua de peito no interior), [25].

O acabamento e o vidro das janelas de guilhotina é idêntico ao adotado para os restantes caixilhos, [25].

Estes caixilhos apenas usam um simples fecho para o seu encerramento e duas pequenas dobradiças para fixar a folha móvel quando aberta, [25].

3.2.4 COBERTURA

As casas do Porto, até cerca da metade do século XIX, eram compostas por telhados de quatro águas com telha canudo, [28].

O facto de a construção destes telhados ser relativamente fácil e simultaneamente permitir um melhor aproveitamento do vão da cobertura, ajudou a que a estrutura destes telhados tenha perdurado ao longo

de muito tempo até aos dias de hoje, conseguindo até coexistir com a introdução de asnas mais complexas, [26].

Os elementos que criavam esta estrutura eram: uma armação simples de duas vigas – *pernas* – que se uniam superiormente a meia madeira, dando a forma de uma *tesoura*; estas apoiavam-se numa viga disposta transversalmente – *linha* – a qual se apoiava nas paredes de meiação; Por vezes para além da linha, havia ainda uma outra viga de menor dimensão que travava a armação – o *nível* – que encaixava nas *pernas*; o *pau de fileira* localizado ao nível da cumeeira com função de travar a estrutura na direção longitudinal; e ainda, as *madres* que desempenham a mesma função, mas que se localizam a meio do vão da *tesoura*; finalmente, as *telhas* eram pregadas a um ripado que se encontrava fixado a um tabuado de *guarda-pó*, também este pregado a uns trocos de madeira – o *varedo* – que se apoiava na armação através de pregos de fixação. As figuras Figura 3.5, Figura 3.6 e Figura 3.7 ajudam a compreender constituição da estrutura dos telhados, [26].

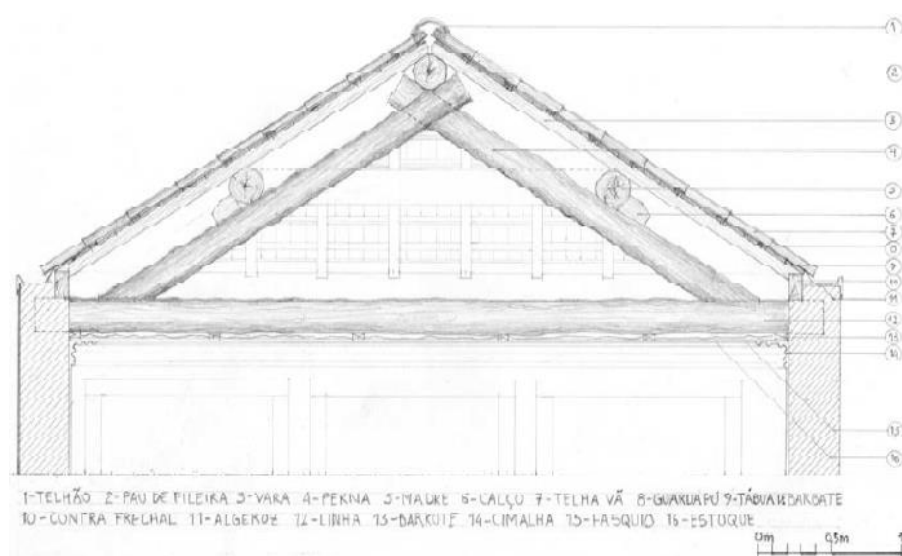


Figura 3.5 - Asna simples sem nível. Desenho retirado de [26]

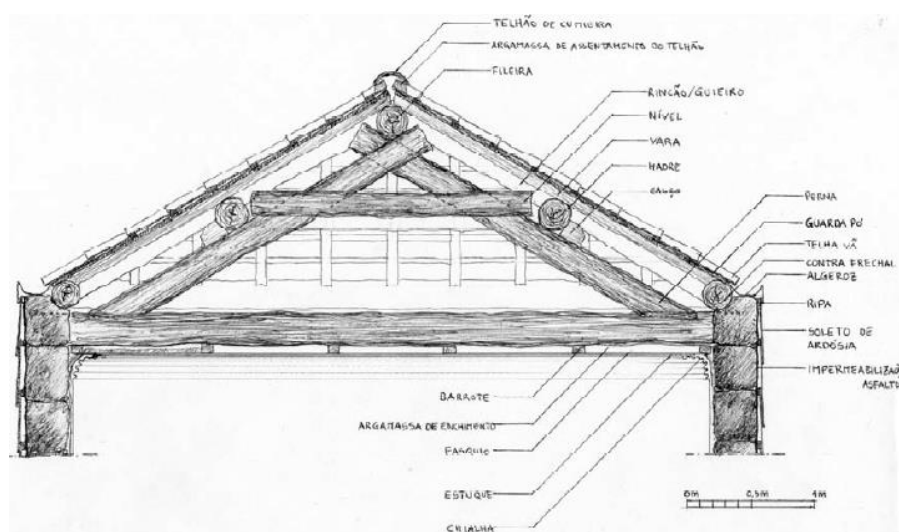


Figura 3.6 - Asna simples com nível. Desenho retirado de [26]

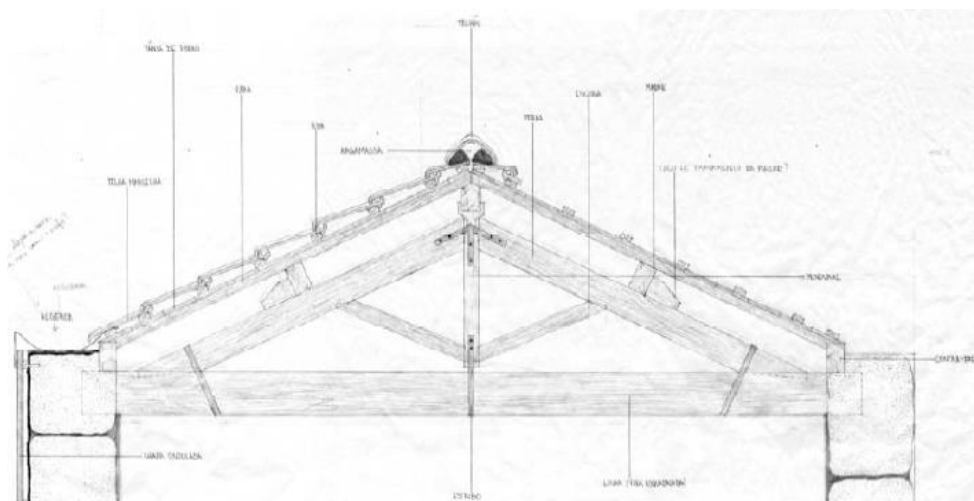


Figura 3.7 - Asna com pendural e escoras, executadas com peças esquadriadas. Desenho retirado de [23]

O revestimento dos telhados era inicialmente realizado em telha de *canal* ou *romana*, vulgarmente conhecido por telha vã, as quais assentavam diretamente sobre o guarda-pó.

Apenas nos finais do século XIX surgem as asnas mais complexas, nas quais surgem elementos como a *linha*, o *pendural* e as *escoras*. Lentamente, as estruturas ancestrais com vigas em paus rolados vão sendo substituídas por vigas esquadriadas de madeira, [26].

Ao mesmo tempo, a introdução da telha Marselha na construção ajudou a vulgarizar a utilização de coberturas de duas águas (Figura 3.8) que permitia aumentar as pendentes das vertentes e, assim obter um melhor aproveitamento do vão da cobertura, [26].

O acabamento dos velhos telhados de quatro águas (Figura 3.8), em telha caleira, foi também sendo gradualmente substituído por telha Marselha, tendo para isso, sido alterada a sua estrutura, de maneira a aumentar-lhes as pendentes, substituindo as antigas armações por asnas mais complexas, [26].

Nas coberturas mais recentes, com a generalização do revestimento em telha Marselha e a construção de espaços habitáveis nos sótãos, deixa de se utilizar o guarda-pó, passando este a ser empregue apenas nas casas mais abastadas, [26].



Figura 3.8 - Conjunto de coberturas: a) Telhados de duas águas; b) Telhados de quatro águas. (Fotos do Autor)

3.2.4.1 Águas furtadas, trapeiras e Mirantes

A grande maioria das casas tradicionais do Porto, apresentam nos seus telhados, uma construção complementar em tabique. Se esta se enxerta no telhado aproveitando-lhe o vão designa-se por trapeira, se por outro lado se eleva acima do telhado é mais comumente designada por mirante (Figura 3.9), [28].

Estas construções são uma marca intemporal da casa burguesa, sendo muitas vezes construídas já durante a fase de utilização das habitações.

As paredes destas estruturas, ou se apoiavam diretamente no vigamento do sobrado ou numa cadeia construída na estrutura da cobertura, [26].

A partir do século XIX, com a introdução da telha Marselha e o consequente aumento do aproveitamento do vão dos telhados, surgiu um aumento das dimensões das águas furtadas, [26].

Os revestimentos interiores das paredes das trapeiras e dos mirantes são iguais aos das paredes dos pisos recuados e das coberturas, [25].



Figura 3.9 - Águas furtadas: a) trapeira; b) mirante. (Foto do autor)

3.2.4.2 Claraboias

Uma das principais características das coberturas do Porto são as suas claraboias com diferentes formas (Figura 3.10), desde as mais simples quadrangulares e retangulares com os lanternins ao correr das águas, até às mais complicadas, circulares ou elípticas, em forma de cúpula de vidro, [28]. O princípio construtivo, destes diversos tipos de claraboias é sensivelmente igual, havendo apenas alguns pormenores que os distinguem.

Começando por descrever a estrutura das claraboias rasantes (Figura 3.10), mais simples e de forma quadrangular ou retangular, estas são constituídas por vigas e cadeias situadas no plano do telhado e por varas e cadeias no plano da cobertura. Em relação às paredes da claraboia, a sua composição era feita com recurso a um tabuado de tábuas costaneiras que eram pregadas à estrutura do teto e da cobertura, [25].

As claraboias salientes (Figura 3.10), de forma circular ou elíptica, exibem uma estrutura mais elaborada. A sua forma era conseguida através da colocação de vários barrote de secção quadrangular, em forma de aduelas, nos cantos do espaço onde se iria situar a claraboia, o qual era definido por duas cadeias e por duas vigas do teto, [25].

Estas aduelas, estavam travadas a meia altura por travessanhos, ligeiramente curvados, e superiormente por um frechal curvo de coroamento, onde se apoiava a estrutura metálica do lanternim. Esta “gaiola”,

em forma de cúpula, era revestida por um tabuado, ao qual se pregava o fasquiado para apoio das argamassas de revestimento e acabamento, [25].

Pelo interior, as paredes das claraboias têm um acabamento semelhante às demais paredes da casa. Relativamente ao exterior, nas superfícies salientes do telhado, o revestimento do tambor era inicialmente feito com telha caleira assente em argamassa, tendo esta técnica sido substituída pela chapa zincada, uma vez que esta apresentava uma maior garantia de impermeabilização, [25].



Figura 3.10 - Claraboias do Porto: a) Claraboia rasante; b) Claraboia saliente; c) Claraboia do Palácio da Bolsa no Porto. (Foto do autor)

3.2.4.3 Algerozes

Os algerozes têm como principal função recolher as águas das vertentes da cobertura, levando-as até aos tubos de queda, que executam a ligação à rede pública de águas pluviais. Assim sendo, são um elemento fundamental nas casas do Porto, visto ser uma cidade com um grau de pluviosidade alto.

Os primeiros algerozes sobre as paredes de meação eram executados, como ainda podemos provar olhando para a arquitetura tradicional, com telha caleira ou romana. No entanto, com o passar dos anos, assiste-se ao recurso à chapa de zinco, por ser um material mais barato, mas com a desvantagem de ter uma duração mais limitada e, por isso, as famílias mais endinheiradas optavam por colocar chapas de chumbo, [25].

As figuras seguintes permitem compreender melhor o modo de execução dos algerozes (Figura 3.11). A da direita apresenta um corte tipo de um algeroz em chapa de zinco sobre uma parede de meação e a da esquerda representa um corte tipo de algeroz com parede de meação comum, neste exemplo, o algeroz é conformado por dois barrotes apoiados nas linhas das asnas e nas vigas do teto.

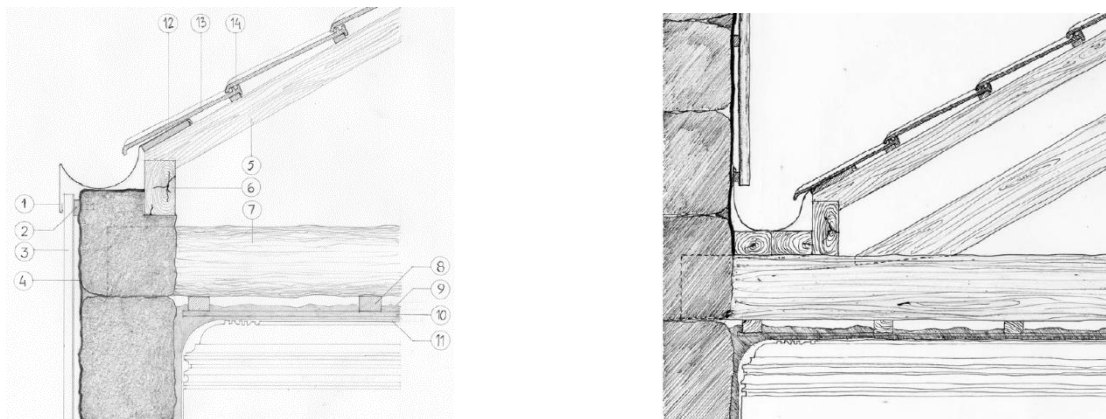


Figura 3.11 - Pormenores da execução do algeroz: a) Sobre parede de meação; b) Com parede de meação comum. (Desenhos retirados de [26])

3.2.4.4 Beirados

O beirado é, em regra geral, composto por 3 fiadas de telha de canudo sobrepostas ou por telhas de canal.

De forma a que a água da chuva caísse o mais possível no meio da rua era usual que a primeira fiada fosse constituída por telhas de maior dimensão, os telhões, que permitia projetar o beirado o suficiente para garantir esta função, isto numa época em que ainda não estava imposto por lei a utilização de caleiras para a recolha das águas pluviais, [25].

3.2.4.5 Caleiras

As caleiras eram canais de secção semicircular ou retangular existente numa cobertura para o escoamento de águas da chuva.

A utilização de caleiras e dos respetivos tubos de queda só se generalizou a partir do momento em que foi imposta por legislação, a recolha das águas pluviais das coberturas e a sua condução para a rede pública.

As caleiras primordiais eram executadas em chapa de ferro zincada, suspensas em escáculas chumbadas no plano das cimbalhas, [25].

Os respetivos tubos de queda, geralmente fixados às paredes das fachadas da rua, podiam ser realizados com diferentes materiais, designadamente: ferro fundido, chapa de ferro zincada ou, raramente, em zinco, [25].

3.2.5 INSTALAÇÕES

3.2.5.1 Águas pluviais

Inicialmente, antes da entrada da legislação de recolha e drenagem de águas pluviais, esta era feita de uma forma mais rudimentar. A recolha nas coberturas era realizada através de algerozes, conformados por largas telhas de canal, localizadas ao longo das paredes e, posteriormente esta água era drenada diretamente para o meio da rua, através de gárgulas ou do beirado das tacaniças.

Mais tarde, e com a entrada em vigor da legislação que impunha a drenagem das águas da chuva para a rede pública, os algerozes passam a ser revestidos a chapa de chumbo ou de ferro, e conduziam a água para tubos de queda, preferencialmente executados em chapa de ferro ou em ferro fundido.

Quando as águas das tacaniças terminam em beirado, a sua recolha é efetuada por caleira executadas em chapa de zinco ou de ferro galvanizado, apoiadas em escápolas, chumbadas sobre a cantaria da cimalha. A drenagem das caleiras é efetuada por tubos de queda exteriores, executados em ferro fundido ou em ferro galvanizado.

Nas uniões do tubo é utilizado ferro fundido e solda para os de zinco e de chumbo. [25]

3.2.5.2 Drenagem de esgotos

Em 1896, aquando da realização dos primeiros estudos da rede geral de saneamento para a cidade do Porto, começam a surgir as primeiras instalações sanitárias com ligação à rede de saneamento. Assim sendo, nas construções passam a introduzir-se tubos de queda, sifões e tubos de ventilação, [25].

Os tubos de queda e os sifões são fundamentalmente feitos em grés cerâmica vidrada ou em ferro fundido.

Para a ventilação dos tubos de queda e dos sifões, são utilizados tubos que, podem ser executados com materiais muito distintos, desde o ferro fundido ao barro comum.

3.2.5.3 Abastecimento de água

No início da segunda metade do século XIX, a rede de abastecimento de água era ainda feita através de encanamentos que permitiam o transporte de água desde a periferia rural até à cidade, alimentando as suas fontes e chafarizes públicos.

No entanto, as condições de higiene não eram as melhores e, impõem-se a transformação radical deste sistema o que ocorreu sensivelmente a partir de 1950.

Assim, surgiram diversos projetos de abastecimento de água à cidade executando-se então grandes obras de intervenção para captação, elevação, transporte e distribuição domiciliárias. Os pontos de água das habitações situam-se quase exclusivamente nas instalações sanitárias e nas cozinhas, [25].

A rede de abastecimento é normalmente executada em tubos de ferro fundido, de ferro laminado ou de chumbo, [25].

3.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

O conhecimento da arquitetura do passado e dos elementos da casa tradicional do Porto é a forma ideal de entender o presente e constitui uma fonte de inspiração para o futuro.

A criação de uma base de informação que permite compreender o sistema construtivo tradicional poderá auxiliar projetistas e técnicos intervenientes em futuras obras de recuperação e reabilitação, indicando o melhor caminho a seguir para alcançar o melhor resultado a nível da preservação do património urbano e, simultaneamente melhorar as condições de habitabilidade das casas antigas.

4

METODOLOGIA DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Entende-se por reabilitação de edifícios, o conjunto de ações de intervenção necessárias e suficientes capazes de os dotar de condições de segurança, funcionalidade e conforto, preservando o caráter das construções antigas, respeitando a sua tipologia, arquitetura e sistema construtivo.

Um projeto de reabilitação é geralmente mais complexo do que a construção corrente, exigindo um domínio de metodologias e tecnologias apropriadas. É fundamental avaliar o estado atual de um edifício para que seja possível propor soluções que permitam atingir o desempenho desejado.

Quando se avalia a necessidade de reabilitar um edifício antigo, coloca-se a questão de intervir no edifício repondo a qualidade inicial, ou efetuar obras que permitam melhorar as condições de funcionamento, adequando-o às exigências de conforto e qualidade. As ações de pesquisa documental, inspeção, levantamento e ensaios devem permitir elaborar um diagnóstico que sustente a estratégia a seguir.

A metodologia de intervenção poderá passar pelo simples restauro, pela substituição parcial de determinados elementos, ou pela alteração profunda do edifício ou parte dele, dando-lhe um novo uso. Assim sendo, podemos afirmar que, ao contrário das obras de construção nova, os edifícios a reabilitar têm características únicas sendo, por isso, bastante complexo e difícil elaborar uma metodologia que consiga abranger todos os casos.

4.2 PRINCÍPIOS DA REABILITAÇÃO

Como foi visto no subcapítulo 2.3 do Estado de Arte, por vezes, projetos designados como “reabilitação” são na verdade projetos de reconstrução completa do interior mantendo apenas as paredes exteriores da fachada (“fachadismo”), no entanto apenas uma intervenção adaptativa e pouco intrusiva pode conduzir a resultados equilibrados, como foi defendido pelo Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitetónico do ICOMOS, em 2003, nas suas “Recomendações para Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitetónico”.

As cartas e recomendações internacionais, particularmente a “Carta de Cracóvia 2000 – Princípios para a Conservação e Restauro do Património Construído”, que Portugal subscreveu, são bastante claras no reconhecimento do valor inerente ao sistema construtivo do edifício colocando a par com outras áreas interessadas na conservação do património construído, em particular com o valor arquitetónico, o valor histórico e o valor artístico, [2].

Contudo, ao longo do tempo tem-se vindo a perder as práticas e técnicas antigas de construção, tornando difícil o acesso a mão de obra qualificada e complicando as práticas de manutenção e reabilitação, sendo por isso, mais fácil optar pela demolição e reconstrução.

Noutras situações assume-se que o edifício não possui capacidade resistente para cumprir as normas de segurança estrutural por ser antigo e/ou por não se dominarem as técnicas construtivas necessárias para uma intervenção eficaz. Na grande maioria das vezes, um diagnóstico rigoroso permite aferir não só o estado da estrutura, como também a qualidade dos materiais que compõem o edifício.

De forma a responder à quantidade de desafios no diagnóstico e no restauro de estruturas do património arquitetónico, o ICOMOS (*International Council on Monuments and Sites*) desenvolveu um conjunto de “*recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitetónico*”, elaborada a partir da Carta ICOMOS (2003). Estas recomendações baseiam-se na apresentação de princípios, onde são propostos conceitos fundamentais sobre conservação e salvaguarda da autenticidade e originalidade dos edifícios, bem como a apresentação de um guião que contém as regras e metodologias que um projetista deve seguir quando intervém no património edificado existente, [5]. O fluxograma apresentado na Figura 4.1 sintetiza a informação recolhida nesse guião.

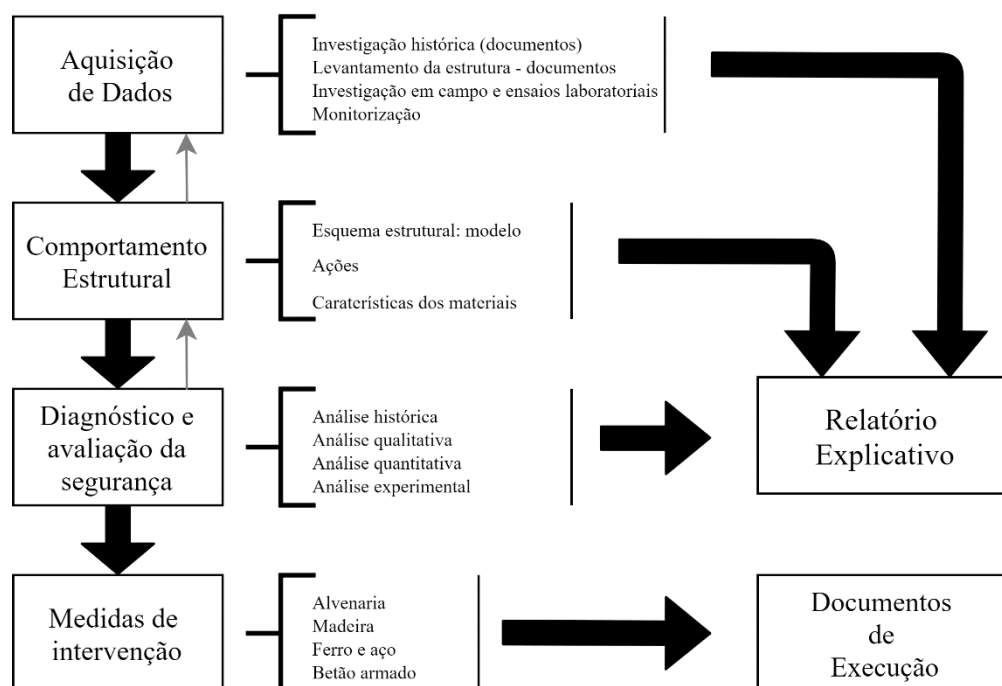


Figura 4.1 - Fluxograma com a metodologia proposta pelo ICOMOS, adaptado de [5]

4.3 METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO

A intervenção em edifícios antigos deve, portanto, decorrer após a realização de um conjunto de ações que justifiquem, de forma ponderada, a necessidade e a dimensão dessa mesma intervenção (estudo de diagnóstico).

No projeto de reabilitação é frequente defrontarmo-nos com situações construtivas pouco comuns e é, por isso, imperativo que os projetistas tenham um conhecimento profundo das técnicas de construção

tradicional e as consigam conjugar com o estudo de novas técnicas, de maneira a encontrar soluções de convivência ou de substituição entre os velhos e os modernos materiais e tecnologias.

Em qualquer intervenção, a garantia da qualidade é fundamental, exigindo, para tal, uma metodologia específica que permita, de uma forma refletida, [30]:

- Definir os objetivos essenciais e o grau da intervenção, que será justificado com recurso a um processo de análise e diagnóstico do estado do edifício;
- Elaborar uma estratégia de intervenção de maneira a assegurar os objetivos definidos;
- Executar corretamente as soluções propostas em projeto.

As opções de intervenção serão influenciadas pelos resultados obtidos através da análise aos valores históricos, arquitetónicos e construtivos do edifício e dos seus elementos constituintes, conjuntamente com a avaliação e o diagnóstico das anomalias e a definição das beneficiações a realizar. Posteriormente, será possível definir o tipo de soluções técnicas de reabilitação e o grau de intervenção necessários.

Assim sendo, é possível dividir um processo de reabilitação de edifícios nas seguintes fases, [31]:

- 1ª Fase: Elaboração de um estudo de diagnóstico das patologias presentes no edifício, conjuntamente com a proposta de soluções e a apresentação de uma estimativa orçamental;
- 2ª Fase: Análise técnico-económica das necessidades de intervenção e definição por parte do Dono de Obra da estratégia a seguir, a qual dependerá da disponibilidade financeira;
- 3ª Fase: Definida a estratégia, prossegue-se a elaboração de um projeto de execução da obra de reabilitação, constituído por: memória descritiva e justificativa, caderno de encargos, medições, desenhos gerais e desenhos de pormenor;
- 4ª Fase: Consulta de empresas de construção e análise técnico-económica das propostas;
- 5ª Fase: Execução dos trabalhos, acompanhados por uma equipa de fiscalização.

O autor da presente dissertação definiu como objetivo abordar com maior pormenor, no seu caso de estudo do capítulo seguinte, a fase após a definição da estratégia, ou seja, a 3ª etapa seguindo a lista anterior. Este facto deve-se à falta do tempo adequado para que fosse possível implementar todo o processo. No entanto, de seguida, são analisadas as especificidades que devem ser cumpridas em cada uma das etapas e que poderá servir como um desenvolvimento futuro deste trabalho.

4.3.1 FASE DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO

Uma metodologia adequada de desenvolvimento das ações de reabilitação implica um forte investimento na fase inicial, de forma a ser possível obter um conhecimento completo sobre o objeto a intervir, seja esse objeto uma parte da cidade ou um edifício.

Quando se avalia a necessidade de reabilitar um edifício antigo, coloca-se a dúvida de intervir no edifício seguindo uma estratégia que permita melhorar as condições de funcionamento, adequando o edifício às exigências de segurança e conforto, isto é, reabilitação com inovação. Ou então intervir no edifício repondo a qualidade original, seguindo mais uma ideia de restauro. A distinção entre os dois conceitos está bem explicada no subcapítulo 2.2.

É fundamental que o Estudo de diagnóstico (ou estudo prévio) faça uma recolha de informação, antecedente a qualquer tomada de decisão, e a correspondente análise, as quais permitirão realizar um primeiro diagnóstico suficientemente rigoroso da situação. Nesta fase, para além de se avaliar o estado de conservação do edifício, é importante definir a estratégia a adotar de maneira a responder ao programa delineado.

Evidentemente, cada caso é um caso, mas de uma forma geral devemos seguir a metodologia seguinte:

1) Levantamento arquitetónico e caracterização construtiva, [31]

Na fase preliminar de um projeto de reabilitação torna-se imprescindível efetuar um levantamento arquitetónico, através de plantas, alçados e cortes que tornam a volumetria e a envolvente claramente tipificadas.

O Dono de Obra deve, por isso, fornecer ao projetista um conjunto de documentos escritos e desenhados: desenhos gerais, desenhos de pormenor, especificações técnicas dos trabalhos executados e, se existir, o registo das múltiplas intervenções de conservação, consolidação e ampliação, com o qual é possível mapear em planta, o “percurso” do edifício.

As coberturas e o funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais constituem sempre uma maior preocupação. Deve-se, sempre que possível, avaliar o sistema de drenagem de águas pluviais e o seu desempenho do ponto de vista hidráulico.

Tendo em consideração que o autor tem à sua disposição os dados necessários para cumprir esta etapa, a mesma será abordada em pormenor e aplicada ao caso de estudo através de um “mapa de demolições” que vai permitir compreender as várias intervenções a que o edifício foi sujeito e as que ainda se pretende realizar.

2) Estudo de diagnóstico, [31]

É necessário efetuar a observação visual do exterior do edifício para identificação do seu estado de degradação e das condições da envolvente.

Recomenda-se a realização de visitas ao interior dos edifícios, em especial dos fogos mais degradados, são procedimentos fundamentais para o levantamento exaustivo das patologias.

Deve ser realizado um levantamento fotográfico do edifício e das suas patologias, principalmente quando não dispomos de informação desenhada do edifício.

É recomendável avaliar a necessidade de implementação de um plano de monitorização do edifício que ajuda a identificar, por exemplo, a existência de movimentos ativos na estrutura.

Em alguns casos, poderá ser importante efetuar sondagens, medidas ou ensaios “in situ” ou em laboratório para caracterização dos materiais e da configuração dos diversos elementos construtivos, em termos físicos, mecânicos e do comportamento da própria estrutura, incluindo as fundações.

Os ensaios poderão ser realizados “in situ” mediante a utilização de técnicas não destrutivas ou em laboratório sobre amostras recolhidas no local, para subsequente análise em laboratório. Alguns dos ensaios mais comumente utilizados são: caracterização da absorção/capilaridade dos materiais, determinação da permeabilidade ao vapor de água, determinação da permeabilidade líquida, determinação das curvas higroscópicas, determinação da condutibilidade térmica, estudos de termografia, ensaios de arrancamento por tração, ensaios mecânicos sobre rebocos, análise de variação dimensional face à temperatura e humidade, medições de fissuras, entre outros.

Os ensaios estáticos ou dinâmicos que envolvem a construção no seu todo, ou em partes, têm como finalidade a validação do comportamento estrutural, quer em termos das suas prestações

em serviço (ensaios de carga) quer em termos de resultados comparativos para calibração do modelo estrutural (ensaios dinâmicos de identificação modal).

3) Análises especializadas

Após este diagnóstico preliminar, é necessário recorrer a uma análise especializada a alguns elementos do edifício, como proposto no quadro seguinte (Quadro 4.1):

Quadro 4.1 - Elementos suscetíveis de análises especializadas, adaptado de [30]

Dados exteriores ao edifício	Iconografia histórica – antigos projetos, mapas, arquivos do notário, cadastros antigos, postais, fotografias antigas, documentação gráfica avulsa, etc.
	Literatura – manuscritos, testamentos, doações, artigos de jornal, etc.
	Estatísticas relativas ao ambiente construído – número de edifícios e de alojamentos, regime de propriedade, infraestruturas básicas, época de construção, atividades comerciais, equipamentos e serviços existentes, etc.
	Estatísticas demográficas – número de moradores, faixa etária, número de agregados familiares, tipo de situação financeira, qualificações, etc.
Dados intrínsecos ao edifício	Elementos de referência – autores, projetos, data de construção, de início de utilização, de intervenções, etc.
	Aspetos Construtivos – identificação de todos os materiais construtivos, tecnologias construtivas utilizadas e as patologias existentes
	História do edifício – tipologia construtiva e alterações à construção original, materiais e procedimentos construtivos utilizados e ocupação ao longo dos anos.
	Situação atual – características arquitetónicas e construtivas
	Estado de conservação – Segurança estrutural do edifício, de forma a evitar acidentes.

Sempre que seja possível, a equipa de projeto, deve obter todos estes dados de forma a garantir um conhecimento profundo do edifício a intervencionar. No entanto, relativamente ao caso de estudo, os aspetos construtivos, a história do edifício, a situação atual e o estado de conservação não são exaustivos e incluem apenas os dados que o autor conseguiu recolher.

4) Aspetos Socio-espaciais

O ponto de vista social deve ser sempre considerado nas obras de reabilitação de edifícios, implicando assim a elaboração de um estudo com o intuito de compreender quais serão as consequências que a obra terá para a vida da população residente. Se por um lado estas obras poderão representar uma melhoria da qualidade de vida das populações através das melhorias das condições do parque habitacional, por outro lado exigem a manutenção e a sustentabilidade

dos contextos em que intervêm. Assim sendo, é importante que na fase de análise e diagnóstico se tenham em conta os seguintes aspetos, [30]:

- As suscetibilidades do tecido urbano, isto é, o desemprego, a marginalidade, o abandono, a superlotação, entre outros;
- As dinâmicas de convívio e socialização;
- As celebrações e festividades que acontecem em alguns espaços;
- As eventuais necessidades de realojamento;
- As situações de risco durante as obras (desabamentos, objetos perigosos ou em risco de queda, etc.)

Não é feita qualquer referência a esta etapa, no caso de estudo, tal deve-se à complexidade que esta poderia trazer para o trabalho da presente dissertação e o autor optou por se focar em outros objetivos que não contemplam a análise social do local onde o edifício se encontra.

5) Aspetos económicos

Devido ao grau de complexidade associado às intervenções em reabilitação, torna-se, por vezes, complicado definir em concreto o valor das obras. É imperativo gerir os custos com realismo, conhecimento e proximidade. Para tal, é necessário que na fase de análise e diagnóstico os fatores económicos sejam considerados, nomeadamente no que diz respeito aos seguintes aspetos, [30]:

- Combinar o que se pretende realizar (o projeto) com as prioridades da reabilitação (o diagnóstico e tratamento das patologias) e com os recursos disponíveis;
- Importância do controlo de custos, assim como com a possibilidade de financiamento;
- Conjugação do grau de intervenção com os recursos disponíveis, a fim de definir as soluções mais adequadas durante a fase inicial do projeto, considerando o montante disponível para a intervenção;
- Elaboração de uma estratégia com um grau de definição que se situe entre o do “estudo de viabilidade” e o do “estudo prévio”. Começando por um “diagnóstico preliminar” e terminando numa “estimativa preliminar”.

É assumido, mais à frente pelo autor, que não haverá qualquer restrição a nível económico para a implementação da estratégia proposta.

A conciliação destas ações de levantamento e inspeção devem facilitar a elaboração de um diagnóstico que defenda devidamente a estratégia de intervenção sobre um edifício. A estratégia poderá ser: reabilitação, restauro ou, em casos extremos, de substituição ou demolição de elementos, ou ainda de estabelecer novas medidas de diagnóstico para um melhor apoio à estratégia definida.

A presente dissertação aborda, como vem sendo referido ao longo do texto, uma reabilitação com técnicas inovadoras e que permitam acrescentar valor ao edifício existente.

A informação obtida nesta fase deve ser devidamente organizada de forma a facilitar a sua consulta e compreensão sendo traduzida na redação de um Relatório Preliminar, com a seguinte estrutura:

- 1) Introdução;
- 2) Descrição dos elementos construtivos em análise;
- 3) Resultado das sondagens e medições e respetiva interpretação;
- 4) Descrição das patologias;

- 5) Causas das patologias;
- 6) Metodologia para a resolução das anomalias;
- 7) Estimativa do custo unitário das soluções propostas de reabilitação das anomalias;
- 8) Metodologia para adequação do edifício às exigências atuais;
- 9) Estimativa do custo unitário das ações a desenvolver.

Este relatório deverá ser elaborado por técnicos especialistas e ser de fácil compreensão para outros intervenientes externos. O objetivo deste relatório é identificar os pontos fortes e fracos do edifício, de modo a destacar o potencial da reabilitação.

A qualidade de soluções propostas e uma estimativa orçamental global são decisivas no auxílio à definição da estratégia a adotar.

4.3.2 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO

O Dono de Obra será capaz de definir uma estratégia de intervenção assim que conhecer o parecer dado pelo projetista após a sua análise e diagnóstico ao estado do edifício, isto é, as necessidades de intervenção global no edifício, as possíveis soluções de reparação e a estimativa do custo unitário dos trabalhos de reabilitação, [31].

Pode justificar-se a interferência de um especialista em economia da construção, no sentido de fazer uma análise financeira mais detalhada e elaborar um plano de financiamento dos trabalhos.

A partir do diálogo com a equipa de projetistas ficará definida a estratégia que o Dono de Obra pretende seguir, assim como as suas possibilidades económicas para a intervenção no edifício. O estudo de viabilidade terá em consideração três aspetos fundamentais, [32]:

- 1) A realização de um mapa de demolições, no qual se evidencia que partes do edifício serão objeto de transformação (demolição, alteração ou acrescento) e que partes devem ser conservadas;
- 2) O programa de novos usos propostos pelo Dono de Obra e concebidos pela equipa de projeto (engenheiro e arquiteto);
- 3) Avaliação das condições regulamentares associadas ao planeamento urbanístico que o município possa ter dessa zona.

Na aplicação ao caso de estudo, será possível verificar que o autor propôs um mapa de demolições e explicitou os novos usos dados à parcela reabilitada. Foi, contudo, assumido que não haveria restrições a nível autárquico, de forma a que fosse possível realizar o programa proposto, ainda assim, é importante reafirmar que num caso real esta avaliação é uma etapa indispensável para assegurar que todas as condições regulamentares exigidas pelas entidades licenciadoras são cumpridas.

Em certos edifícios é necessário dar especial atenção à exigência de qualidade, principalmente quando se trata de edifícios considerados de elevado valor patrimonial. Essa garantia de qualidade terá de passar por, [2]:

- Garantir a autenticidade do objeto a reabilitar;
- Aumento da durabilidade, visto que se espera que o tempo de vida de uma construção antiga seja bastante maior do que o de uma construção corrente;
- Exigir a compatibilidade e reversibilidade das estratégias de intervenção, porque uma incompatibilidade com um material poderá originar degradação e danos a curto prazo e que a reversibilidade deixará aberta a possibilidade de no futuro se alterar a solução implementada;
- Realizar uma análise económica que deverá prestar atenção ao valor patrimonial intangível de certos imóveis, ainda que tal conceito possa suscitar diferentes interpretações este deverá ser

contabilizado na análise económica. *“Um edifício vale pelo que representa para um povo ou para uma cultura, e não só pelo somatório de parcelas atribuídas, ao imóvel, ao tipo de ocupação, etc.”*, [2]

4.3.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REABILITAÇÃO

Após a definição da estratégia de intervenção, deve seguir-se a elaboração do Projeto de Execução.

Para além dos fatores anteriormente referidos, que condicionarão o desenvolvimento de um projeto de reabilitação, existem ainda fatores intrínsecos ao desenvolvimento físico dos trabalhos. Assim sendo, há alguns aspetos de uma obra de reabilitação que merecem ser especificados, [30]:

- A necessidade de estabelecer um cuidadoso planeamento e de assegurar uma eficaz e racional gestão dos trabalhos previstos, que permita um cuidadoso controlo de custos;
- O estudo das implicações e dificuldades na organização do estaleiro, com as dificuldades inerentes aos tecidos urbanos, em particular, em zonas antigas;
- A realização de trabalhos preparatórios e de consolidação preventiva que garantam a necessária segurança no decorrer dos trabalhos futuros e preservem as partes delicadas dos edifícios sujeitos a obras.

Acresce ainda que uma obra de reabilitação de edifícios, contrariamente a uma construção nova, não se realiza sobre um terreno vazio, mas sobre um edifício existente. No caso particular de edifícios habitacionais, as implicações de os trabalhos se realizarem em locais ocupados introduzem particularidades quanto ao processo de desenvolvimento do projeto e da obra, nomeadamente no que diz respeito ao faseamento dos trabalhos e eventuais realojamentos a efetuar.

Nos projetos de reabilitação é indispensável garantir uma correta organização dos documentos e o registo de todas as intervenções previstas, deixando claramente legível para o futuro, através da adequada representação gráfica e escrita, as características físicas encontradas na construção preexistente, as alterações projetadas e as efetivamente realizadas.

Segundo a portaria nº 701-H/2008 um projeto desenvolve-se segundo as fases a seguir indicadas, [33]:

- Programa Base;
- Estudo prévio;
- Anteprojeto;
- Projeto de execução e assistência técnica.

4.3.3.1 Programa Base

É um documento elaborado pelo Projetista a partir do programa preliminar, visando a viabilidade da obra e estudando soluções alternativas, o qual, após aprovação pelo Dono de Obra, servirá de base ao desenvolvimento das fases seguintes do projeto.

O programa base deve incluir os seguintes elementos:

- Esquema da obra e respetiva programação de todas as operações a realizar;
- Definição dos critérios de dimensionamentos dos diferentes elementos constituintes da obra;
- Principais restrições à ocupação do terreno;
- Peças escritas e desenhadas;
- Estimativa geral do custo da obra;

- Descrição sucinta das opções relacionadas com o funcionamento, exploração e conservação da obra.

Apesar da sua importância e obrigatoriedade dentro de um projeto, esta fase não será realizada no caso de estudo.

4.3.3.2 Estudo prévio

Após a aprovação do programa base, o Projetista pode proceder à elaboração do Estudo prévio, visando a solução que mais se adegue ao programa, essencialmente no que diz respeito à conceção geral da obra.

O Estudo prévio é constituído por peças escritas e desenhadas, de forma a facilitar ao Dono de Obra a apreciação das soluções propostas pelo Projetista. Este estudo deve conter os elementos seguintes:

- Memória descritiva e justificativa;
- Elementos gráficos claros sob a forma de plantas, alçados, cortes, perfis, esquemas de princípio e outros elementos em escala apropriada;
- Principais características dos elementos fundamentais da obra e respetivo dimensionamento;
- Definição dos processos de construção, dos materiais e dos equipamentos mais significativos;
- Análise do desempenho térmico, energético e da qualidade do ar interior nos edifícios;
- Análise do desempenho acústico;
- Estimativa do custo da obra e do seu prazo de execução.

4.3.3.3 Anteprojeto

Corresponde ao desenvolvimento do Estudo prévio aprovado pelo Dono de Obra, destinado a estabelecer, em definitivo as bases para o Projeto de Execução.

O Anteprojeto deve conter:

- Memória descritiva e justificativa da solução adotada;
- Programa geral dos trabalhos;
- Estimativa de custos atualizada;
- Peças desenhadas a escalas convenientes;
- Mapa de espaços técnicos verticais e horizontais para instalação de equipamentos, terminais e redes;
- Elementos de estudo que serviram de base às opções tomadas.

Foi assumido na elaboração do projeto de execução do capítulo 5 que as etapas anteriores foram alvo de aprovação por parte do Dono de Obra.

4.3.3.4 Projeto de Execução

O Projeto de execução desenvolve o Programa base aprovado, sendo constituído por um conjunto de informações escritas e desenhadas de fácil interpretação das entidades intervenientes na execução da obra.

O projeto de reabilitação que servirá para o concurso deve ter uma estrutura tradicional, que será constituída por:

- Memória descritiva e justificativa das soluções adotadas e descrição geral da obra;

- Cálculos relativos às diferentes partes da obra;
- Medições e mapas de quantidades de trabalhos;
- Orçamento baseado nas quantidades e qualidades de trabalhos constantes das medições;
- Peças desenhadas, contendo todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;
- Condições técnicas, gerais e especiais, do caderno de encargos.

A memória descritiva deve fundamentar as opções seguidas no projeto (resultados de simulação numérica, ensaios e sondagens realizados e sua interpretação, etc.). O caderno de encargos não deve ser prescritivo, mas sim conter as exigências quanto às técnicas, produtos e materiais e deve existir uma relação clara entre as Condições Técnicas Especiais e o Mapa de Trabalhos e Quantidades.

O sucesso da reabilitação vai depender muito da qualidade e especificidade dos desenhos de pormenor, que são de elaboração difícil, tanto mais que nem sempre estão disponíveis os desenhos de projeto adequados.

Será esta última fase, que o autor irá elaborar com o maior detalhe possível no seu capítulo de aplicação ao caso de estudo. Os desenhos apresentados são do próprio e foram obtidos com recurso ao software de desenho AutoCad.

4.3.4 OBTENÇÃO DE ORÇAMENTOS

A escolha de uma empresa especializada na área poderá ser essencial para o sucesso da intervenção. Devem ser consultadas várias empresas, pois há uma grande variabilidade de preços para o mesmo trabalho. Atendendo à especificidade de muitos dos materiais e tecnologias utilizadas é normal encontrar-se na análise técnico económica das propostas variações que vão do simples ao triplo, [31].

Esta análise técnica e económica deve cumprir os seguintes objetivos, [2]:

- Verificar se a proposta cumpre todos os requisitos processuais;
- Analisar, detalhadamente, os preços unitários propostos, com o objetivo de identificar preços anormais;
- Garantir que o empreiteiro respeita o estabelecido no Mapa de Trabalhos e Quantidades e no Caderno de Encargos;
- Analisar todas as propostas alternativas, de forma a assegurar igualdade de circunstâncias entre todos os concorrentes;
- Avaliar a experiência das diferentes empresas em trabalhos de índole semelhante;
- Comparar os materiais e equipamentos propostos pelos empreiteiros para a realização dos trabalhos, tendo em atenção que os cadernos de encargos devem ser exigenciais e não prescritivos;
- Realizar uma análise multicritério: preço, experiência, prazos, garantias, etc., de forma a ordenar as propostas do ponto de vista técnico e financeiro.

4.3.5 FASE DE EXECUÇÃO

A reabilitação é uma obra complexa, porque há um elevado número de especialidades a trabalhar e, muitas vezes, operam em simultâneo diferentes subempreiteiros. Esta situação implica que seja realizado um esforço adicional no planeamento e na coordenação das subempreitadas.

É importante ter em atenção, desde o início do projeto, as condições de implantação e organização do estaleiro, principalmente quando a obra decorre em tecidos urbanos antigos, com arruamentos estreitos e alta densidade de pessoas em circulação e outras construções a ocorrer em simultâneo.

Quando termina a fase de projeto e se dá início à obra, deve realizar-se uma reunião entre a equipa de projeto e os intervenientes responsáveis pela execução da empreitada. Esses agentes devem ser identificados e os diferentes trabalhos das subempreitadas definidos.

A qualificação das empresas executantes deve ser assegurada, de forma a garantir o sucesso da intervenção e o cumprimento de todos os requisitos colocados para a realização da obra.

Em reabilitação, por muito cuidado e exaustivo que tenha sido o estudo e projeto, há sempre ajustes e adaptações que têm de ser efetuadas em obra. Daí a necessidade da existência de uma equipa de fiscalização, que faça o controlo técnico e financeiro dos trabalhos. As suas principais funções são, [31]:

- Verificação e adequabilidade dos trabalhos executados em relação ao especificado;
- Controlar os materiais aplicados;
- Controlar os desvios de quantidades, a mais e a menos, que sempre existem em reabilitação;
- Centralizar as preocupações dos utilizadores durante a obra.

Assim que todas as tarefas de reabilitação sejam dadas por terminadas, é boa prática realizar uma vistoria completa aos trabalhos concluídos e elaborar um auto de receção. Em simultâneo, o empreiteiro fará a entrega das peças desenhadas, incluindo as alterações efetuadas em obra (telas finais) e das garantias oferecidas pelos diferentes fornecedores e fabricantes. A partir da data do auto de receção provisória dá-se início à contagem do prazo de garantia, [2].

Uma vez que, não foi possível fazer o acompanhamento de nenhuma obra de reabilitação, seria interessante como desenvolvimento futuro desta dissertação testar os critérios acima definidos para garantir uma correta execução de uma intervenção de reabilitação de edifícios.

4.4 CONCLUSÃO

Uma obra de reabilitação pode acarretar uma série de desafios que uma obra de construção nova não apresenta. A importância de seguir um guião de trabalho está relacionada com o maior controlo por parte de todos os intervenientes, de forma, a tentar simplificar o complexo processo que é intervir num edifício antigo.

Enquanto que numa construção de raiz, a adoção de uma determinada estratégia não está dependente de qualquer tipo de condicionantes, excluindo a capacidade financeira do cliente, numa reabilitação tal não acontece, pelo que se torna fundamental realizar um diagnóstico ao edifício a ser alvo de intervenção, previamente a qualquer tomada de decisão.

Esta etapa prévia à definição da estratégia permite aferir o estado de conservação de um edifício, as suas patologias e as condicionantes impostas pelo seu valor patrimonial, isto é, consoante a riqueza histórica e cultural de um edifício, maior será o grau de dificuldade da intervenção e menos alterações à sua imagem devem ser feitas.

O levantamento construtivo, os ensaios in situ e em laboratório, a própria história do edifício, o conhecimento daquilo que representa para a sociedade e o reconhecimento do espaço envolvente em que se encontra são fases fundamentais para decidir que estratégia seguir na intervenção: simples restauro, mantendo as características gerais do edifício, os seus materiais e técnicas construtivas; uma nova análise de diagnóstico para clarificar alguns aspetos que não tenham ficado claros; optar pela total

demolição do edifício, quando este não tem qualquer valor e representa um perigo para a saúde pública; ou finalmente, reabilitação, onde se tenta conservar o valor patrimonial do objeto conferindo-lhe melhores condições de uso e habitabilidade, adaptadas à atualidade da sociedade humana.

No capítulo seguinte, é abordado um caso de estudo, no qual a fase de diagnóstico já foi realizada numa tese anterior a esta, o que permite ao autor da presente dissertação avançar de imediato para a etapa da definição da estratégia de intervenção.

5

METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO APLICADA AO CASO DE ESTUDO

5.1 INTRODUÇÃO

O conteúdo deste capítulo serve para se compreender o guião seguido pelo autor na aplicação ao seu caso de estudo. O objetivo da dissertação é que seja possível extrapolar o modelo seguido para outras intervenções em edifícios tradicionais do Porto, para tal, o caso escolhido é um edifício típico do centro do Porto com as características da chamada Casa Burguesa, descrita no capítulo 3.

O edifício em estudo está localizado no centro histórico, na Rua da Ponte Nova, entre a Rua das Flores e a Rua Mouzinho da Silveira (Figura 5.1).

Este edifício, que ainda se encontra em acelerado estado de degradação e ainda não foi alvo de qualquer intervenção, foi objeto de estudo da dissertação da aluna Ana Rita Coelho, [34], como tal, a presente dissertação poderá ser considerada como um desenvolvimento futuro desse trabalho, uma vez que devido ao grau de complexidade que um projeto de reabilitação apresenta, não foi possível entrar em detalhe em relação a alguns elementos construtivos, como é o caso da cobertura que é analisada em profundidade nesta dissertação.

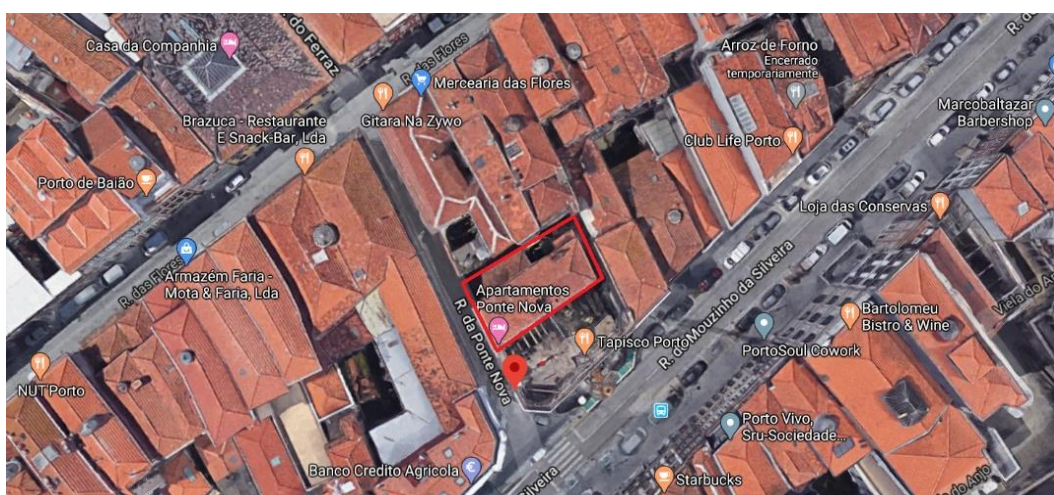


Figura 5.1 - Representação em planta da localização do edifício

Assim sendo, numa primeira fase deste capítulo são apresentadas as propostas de intervenção: demolição, conservação, e ampliação para o caso de estudo referido, com o qual é possível mapear em planta, o “percurso” do edifício. Posteriormente é descrita a estratégia adotada pelo autor para a realização da proposta de arquitetura.

5.2 PLANO DE DEMOLIÇÕES

Em primeiro lugar, importa salientar uma vez mais, que o objetivo desta dissertação não é a reabilitação deste edifício em particular, mas sim poder transportar este modelo de intervenção em coberturas para outros edifícios.

Assim sendo, toma-se como base o teto do piso 3, não sendo alterada qualquer proposta feita pela aluna até ao referido nível. Acima desta cota, a solução apresentada pelo autor é a de demolição da cobertura existente e ampliação de um piso com uma estrutura leve (Figura 5.2).

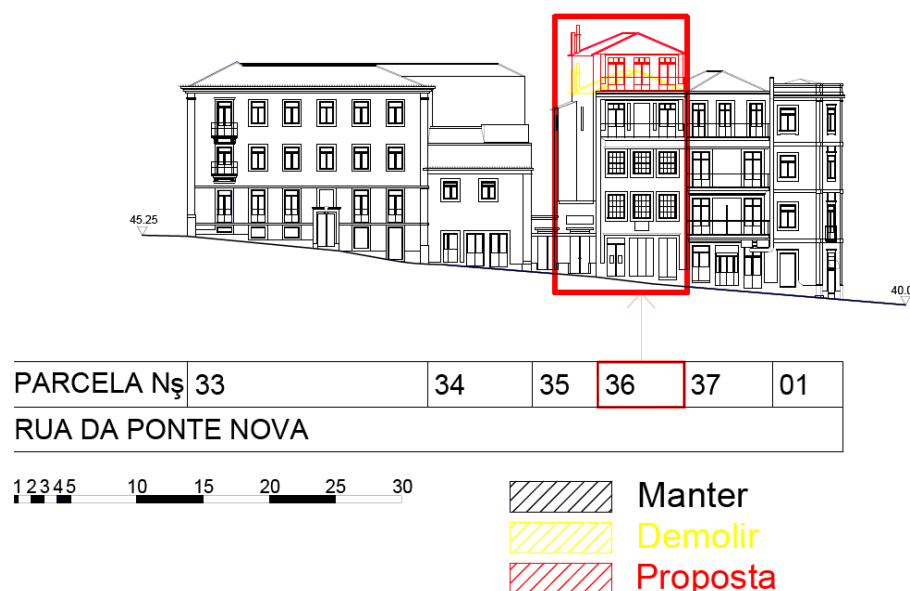


Figura 5.2 - Representação da proposta de intervenção (alçado da Rua da Ponte Nova)

Importa referir que, a demolição da cobertura e ampliação do número de pisos de um edifício antigo apresenta vários desafios, tanto a nível da organização do espaço de estaleiro como relativamente ao planeamento dos trabalhos. No entanto, devido à limitação de tempo, o autor não pretende abordar esta problemática, focando os objetivos na conceção arquitetónica e estrutural da solução.

Como foi referido, toda a estrutura da cobertura será substituída por uma nova estrutura com materiais leves, que sejam de fácil transporte, rápida execução e que, fundamentalmente, não imponham à estrutura antiga cargas demasiado elevadas que possam originar patologias graves e risco de tornar inviável a utilização do edifício.

Analisando a planta base da Figura 5.3 a partir da qual são propostas as respetivas alterações, isto é, demolições e reconstruções a fazer é possível compreender que, relativamente à envolvente interior, prevê-se que as escadas de acesso ao Mezzanine e o pavimento do mesmo sejam demolidos e que as paredes da caixa de escadas em tabique estrutural sejam mantidas. Analisando a envolvente exterior, opta-se por demolir por completo as paredes estruturais em granito e a estrutura de suporte da claraboia, isto porque o objetivo é ampliar o pé direito do sótão.

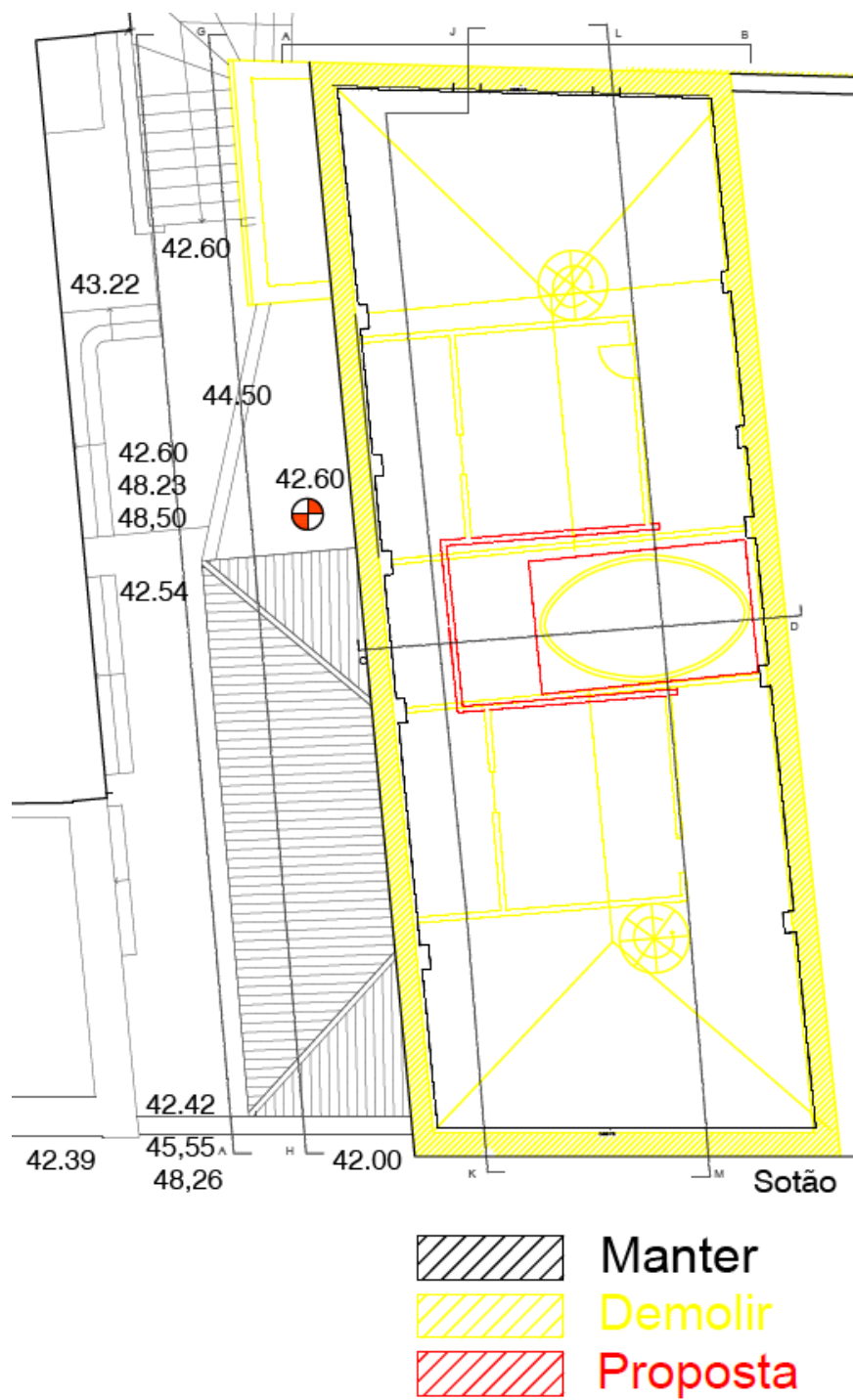


Figura 5.3 - Esquema de demolições do Sótão

Centrando a atenção na cobertura, esta será completamente demolida e substituída por uma estrutura de suporte metálica leve e revestida por painéis sandwich compostos por isolamento acústico e chapas metálicas. A claraboia, por ser um elemento característico da casa Burguesa do Porto, com muito valor patrimonial será totalmente reconstruída e incorporada na estrutura da cobertura a edificar (Figura 5.4).

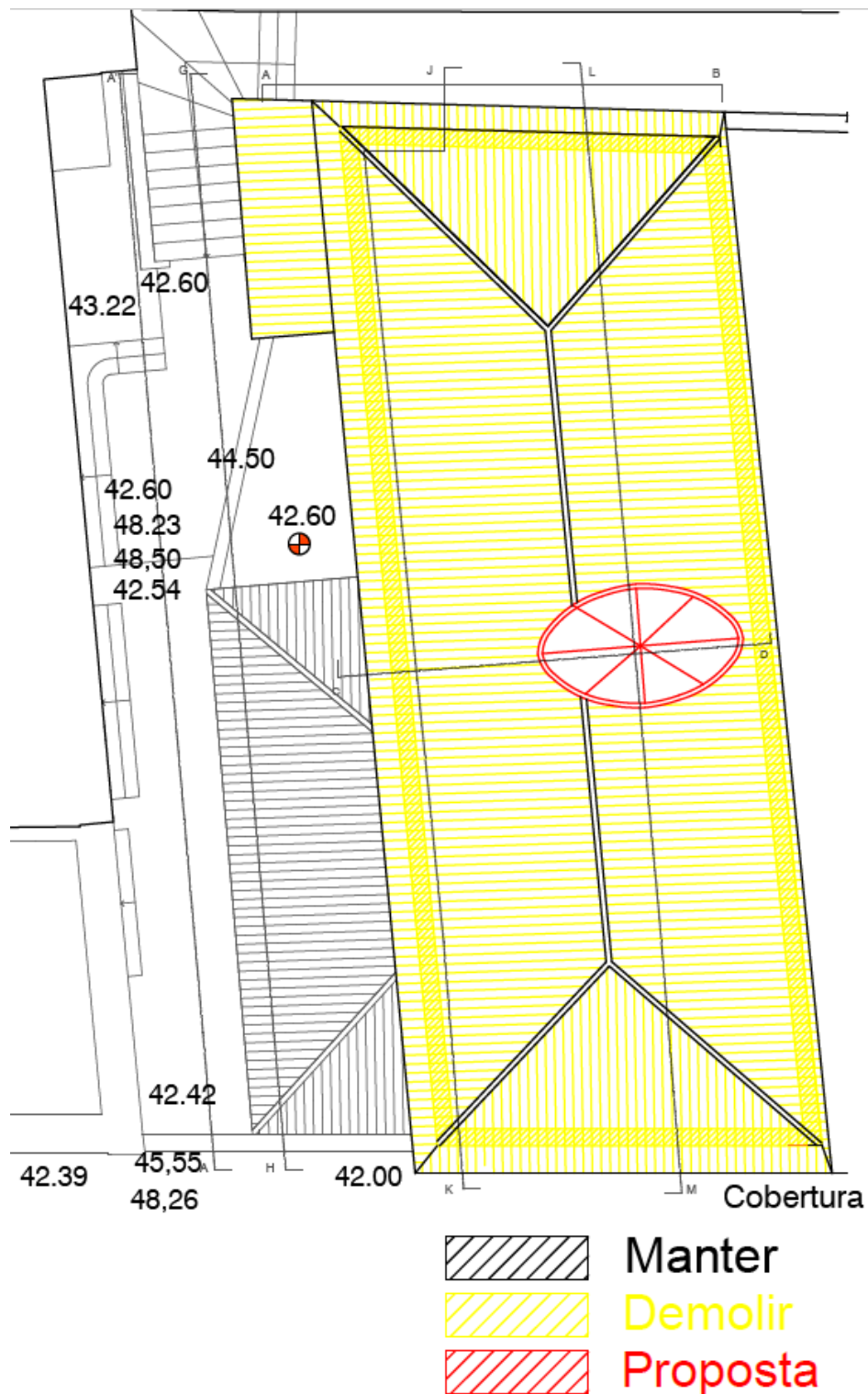


Figura 5.4 - Esquema de demolições da Cobertura

Os restantes desenhos com cortes longitudinais e transversais, conjuntamente com os alçados laterais e das traseiras estão apresentados no anexo A e são uma ferramenta útil para melhor compreensão, por parte do leitor, da proposta de demolições e reconstrução que o objeto de estudo será alvo. De seguida, estão expostos os critérios que o autor seguiu para formular a conceção arquitetónica do interior do sótão que terá como nova função a de habitação, tendo por isso que cumprir certos requisitos impostos, pela legislação, nomeadamente o RGEU.

5.3 PROPOSTA DE ARQUITETURA

Antigamente, as diminuídas dimensões das habitações e dos seus compartimentos, a sobreposição de funções para um determinado espaço e o reduzido nível de conforto e privacidade, eram aceites e vistos até com naturalidade dentro da sociedade. Havia mesmo situações que atualmente seriam consideradas insalubres, como a sobreposição do uso da cozinha em conjunto com a higiene pessoal (por exemplo, espaços em que podiam co-existir a chaminé e a pia, por vezes o único sistema “sanitário” que o fogo possuía) ou a existência de quartos de dormir sem aberturas para o exterior que permitissem a adequada ventilação do espaço, [35].

As mudanças estruturais na sociedade ao longo dos últimos anos foram acompanhadas por uma evolução na forma e no conceito de habitar, os quais têm sofrido profundas alterações, constituindo aspetos que devem ser tidos em atenção quando se realiza uma intervenção de reabilitação de um edifício antigo.

A aplicação do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) permite garantir que as condições mínimas de habitabilidade são cumpridas, impedindo a construção de fogos com áreas pequenas ou a existência de ligações entre compartimentos consideradas como violadores da privacidade ou insalubres.

Uma vez que o autor da presente dissertação não tem a sua formação em arquitetura, a qual lhe daria as bases para melhor organizar a configuração da sua proposta e o próprio aproveitamento do espaço interior, teve em conta os critérios presentes no RGEU e o senso comum, de forma a conceber o melhor projeto de arquitetura possível. De seguida, estão apresentadas as principais regras que foram cumpridas.

5.3.1 APLICAÇÃO DO REGULAMENTO GERAL DAS EDIFICAÇÕES URBANAS (RGEU)

Segundo o artigo 1º do RGEU, *“A execução de novas edificações ou de quaisquer obras de construção civil, a reconstrução, ampliação, alteração, reparação ou demolição das edificações e obras existentes, (...) dentro do perímetro urbano e das zonas rurais de proteção fixadas para as sedes de concelho (...) subordinar-se-ão às disposições do presente regulamento.”*[36], uma obra com as características da proposta no caso de estudo desta dissertação deve cumprir os dispostos presentes no regulamento, nomeadamente:

- Artigo 23.º *“As paredes das edificações serão constituídas tendo em vista não só as exigências de segurança, como também as de salubridade, (...) proteção contra a humidade, as variações de temperatura e a propagação de ruídos e vibrações.”*
- Artigo 31.º *“As paredes das casas de banho, (...), cozinhas e locais de lavagem serão revestidas até, pelo menos, à altura de 1,50 m, com materiais impermeáveis de superfície aparente lisa e facilmente lavável.”*
- Artigo 35.º *“Na constituição dos pavimentos das edificações deve atender-se não só as exigências da segurança, como também as de salubridade e à defesa contra a propagação de ruídos e vibrações.”*

- Artigo 36.º “As estruturas dos pavimentos e coberturas das edificações serão construídas de madeira, betão armado, aço e outros materiais apropriados que possuam satisfatórias qualidades de resistência e duração.”
- Artigo 42.º “As coberturas das edificações serão construídas com materiais impermeáveis, resistentes ao fogo e à ação dos agentes atmosféricos, e capazes de garantir o isolamento calorífico adequado ao fim a que se destina a edificação.”
- Artigo 44.º “Os algerozes dos telhados serão forrados com materiais apropriados para impedir infiltrações nas paredes. O forro deve ser prolongado sob o revestimento da cobertura, formando aba protetora, de largura variável com a área e inclinação do telhado (...).”
- Artigo 46.º 3- “Nas edificações para habitação coletiva com mais de dois pisos ou com mais de quatro habitações, servidas pela mesma escada, os lanços terão a largura mínima de 1,10 m.”
- Artigo 50.º 1- “Nas edificações para habitação coletiva, quando a altura do último piso destinado a habitação exceder 11,5m, é obrigatória a instalação de ascensores. (...) medida a partir da cota mais baixa do arranque dos degraus ou rampas de acesso do interior do edifício.”
- Artigo 65.º 1- “A altura mínima, piso a piso, em edificações destinadas à habitação é de 2,70m (27m), não podendo ser o pé-direito livre mínimo inferior a 2,40 m (24m).”
- Artigo 66.º 1- “Os compartimentos de habitação não poderão ser em número e área inferiores aos indicados no quadro seguinte:”

Quadro 5.1 - Áreas mínimas para compartimentos de um T2 (adaptado de [36])

Tipologia: T2	
Compartimentos:	Área [m ²]
Quarto casal	10,5
Quarto Duplo	9
Sala	12
Cozinha	6
Suplemento de área obrigatório	6

- Artigo 67.º1- “As áreas brutas dos fogos terão os seguintes valores mínimos: (...) T2: 72 m² (...)”
- Artigo 68.º 1- “Nas habitações T0, T1 e T2, a área mínima para instalações sanitárias é de 3,5 m², (...)”
- Artigo 70.º 1- “A largura dos corredores das habitações não deve ser inferior a 1,10 m.”
- Artigo 71.º 1- “Os compartimentos das habitações referidos no n.º 1 do artigo 66º serão sempre iluminados e ventilados por um ou mais vãos praticados nas paredes, em comunicação direta com o exterior e cuja área total não será inferior a um décimo da área do compartimento com o mínimo de 1,08 m² medidos no tosco.”
- Artigo 72.º “Deverá ficar assegurada a ventilação transversal do conjunto de cada habitação, em regra por meio de janelas dispostas em duas fachadas opostas.”
- Artigo 79.º “Os sótãos, águas-furtadas e mansardas só poderão ser utilizados para fins de habitação quando satisfaçam a todas as condições de salubridade previstas neste regulamento para os andares de habitação. Será, no entanto, permitido que os respetivos compartimentos tenham o pé-direito mínimo regulamentar só em metade da sua área, não podendo, porém, em

qualquer ponto afastado mais de 30 centímetros do perímetro do compartimento, o pé-direito ser inferior a 2 metros. Em todos os casos deverão ficar devidamente asseguradas boas condições de isolamento térmico.”

- Artigo 84.º 1- *“Em cada habitação, as instalações sanitárias (...) terão, como mínimo, uma instalação com lavatório, banheira, uma bacia de retrete e um bidé.”*

A partir destas imposições, o autor elaborou uma “check-list”, que está apresentada mais à frente neste capítulo, de forma a garantir que cumpre todos os regulamentos. Simultaneamente, estes próprios critérios ajudaram a montar uma ideia base da configuração interior do sótão que será utilizado para fins de habitação.

5.3.2 PRINCÍPIOS ADOTADOS

A consulta do regulamento apresentado anteriormente foi uma ferramenta necessária para a elaboração do projeto de arquitetura, no entanto o autor considerou que não seria suficiente para, de facto, se atingir as condições de habitabilidade e conforto que o mesmo pretendia dar ao seu objeto de estudo.

Assim sendo, realizou uma lista de princípios chave com base nos próprios conhecimentos que foi adquirindo ao longo da sua vida, do senso comum e da consulta do capítulo 4 do livro *Guia Técnico de Reabilitação Urbana*, [35]:

- Adotar uma solução construtiva de divisão dos compartimentos interiores que permita, no futuro, se o utente pretender, alterar a configuração do fogo;
- Criar duas zonas distintas dentro da habitação, isto é, uma área mais comum com sala e cozinha onde se possa receber convidados e uma outra área mais resguardada destinada ao descanso (quartos);
- Espaços mais amplos como uma zona de estar e zona de refeições diferenciadas, mas ao mesmo tempo integradas numa sala comum;
- Quartos: existir um espaço entre a ponta da cama e a parede oposta de pelo menos 0,50 m;
- Sala de estar: ser possível circular livremente à volta da mesa de refeições;
- Instalações sanitárias: dimensões interiores (largura e profundidade) nunca inferiores a 1 m; base de duche com dimensões de, pelo menos, 0,80 m por 0,80 m; deve ser possível inscrever dois cilindros assentes no piso, um com 1,50 m de diâmetro e 0,30 m de altura e outro com 1,30 m de diâmetro e 2,00 m de altura;
- Cozinha: lava-loiça, bancada de preparação de alimentos e o fogão dispostos em sequência, não existindo circulação interposta ou obstáculos nos percursos entre eles; deve ser possível inscrever dois cilindros assentes no piso, um com 1,50 m de diâmetro e 0,30 m de altura e outro com 1,30 m de diâmetro e 2,00 m de altura;
- Conjuguar a zona de entrada e o espaço de estar/reunir de modo a permitir a expansão da sala, se assim o utilizador o entender;
- A cozinha e o espaço de refeições correntes devem poder ser conjugadas (ou separadas, dependendo da vontade do utente), de forma a criar um espaço mais amplo de preparação e realização de refeições (open space);
- Para de obter as duas soluções anteriormente especificadas deve ser adotado um sistema construtivo leve (por exemplo: paredes de gesso cartonado) de modo a ser possível demolir ou construir rapidamente as paredes divisórias;
- Entrada – deve ser possível inscrever um cilindro assente no piso com 1,50 m de diâmetro e 2 m de altura;
- Vão das portas de acesso entre compartimentos interiores pelo menos de 0,80 m.

5.3.3 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

O processo de realização da proposta de arquitetura foi feito numa base de tentativa-erro, no qual o autor ia testando várias soluções até chegar a uma que cumprisse com o maior número de critérios da lista realizada.

Assim sendo, apresenta-se um fogo de tipologia T2, que tal como previsto tem duas zonas com finalidades distintas, ligadas por um corredor e que estão divididas pela caixa de escadas de acesso comum do edifício (Figura 5.5).



Figura 5.5 - Planta da proposta de arquitetura. a) Planta com móveis e equipamentos; b) Planta com áreas de implantação

A área voltada para a fachada da Rua da Ponte Nova é destinada a um uso de maior convívio entre as pessoas e os seus possíveis convidados, com a sala de jantar e de estar no mesmo espaço, mas com uma distribuição que permite distinguir bem as respetivas finalidades, lazer e refeições. Conjuntamente há uma cozinha em open space voltada para a sala de jantar permitindo assim obter um espaço mais amplo e integrado, no qual todas as pessoas possam estar em comunicação e se sintam próximas. Um dos maiores valores desta zona é o seu terraço com portas de acesso tanto para a cozinha como para a sala, este pode ter vários usos, desde o simples lazer como para a própria secagem da roupa. Por fim, e de forma a evitar que os convidados circulem para a zona mais resguardada dos quartos existe uma casa de banho de serviço, a qual possui apenas um bidé, um lavatório e uma bacia de retrete.

A área mais restrita voltada para as traseiras do edifício é constituída por 2 quartos de grandes dimensões, cada um dos quais com uma casa de banho privativa com as dimensões mínimas exigidas e com todos os equipamentos necessários. O quarto de casal tem ainda uma extensão destinada a um *closet* que servirá como vestiário para guardar e vestir a roupa dos utilizadores do mesmo.

É de realçar que se optou por uma solução de interior sem teto falso e, assim, aproveitar integralmente o volume interior disponível. Sugere-se que o acabamento da camada interior da cobertura seja definido por um arquiteto ou decorador de interiores.

Uma vez que, a presente proposta de arquitetura para o piso do sótão é um desenvolvimento futuro da tese da aluna Ana Rita Coelho [34], procurou-se que o sistema de drenagem de águas residuais seja compatível com a solução presente na referida dissertação. Assim, e apesar de não ser feito nenhum dimensionamento da rede predial, o autor considera que a disposição do espaço interior do sótão não confere nenhum entrave ao projeto proposto pela aluna. Como se pode comprovar pela Figura 5.6 a Instalação Sanitária junto ao open space encontra-se exatamente por cima da IS do piso inferior, relativamente à cozinha, esta apresenta um ligeiro desvio, no entanto, esse pode ser solucionado através do espaço existente entre o pavimento do sótão e o teto falso do piso 3, o mesmo acontece com as IS do piso do quarto, novamente há um pequeno desvio, mas que não será impedimento para a compatibilização com a rede de drenagem do piso inferior.

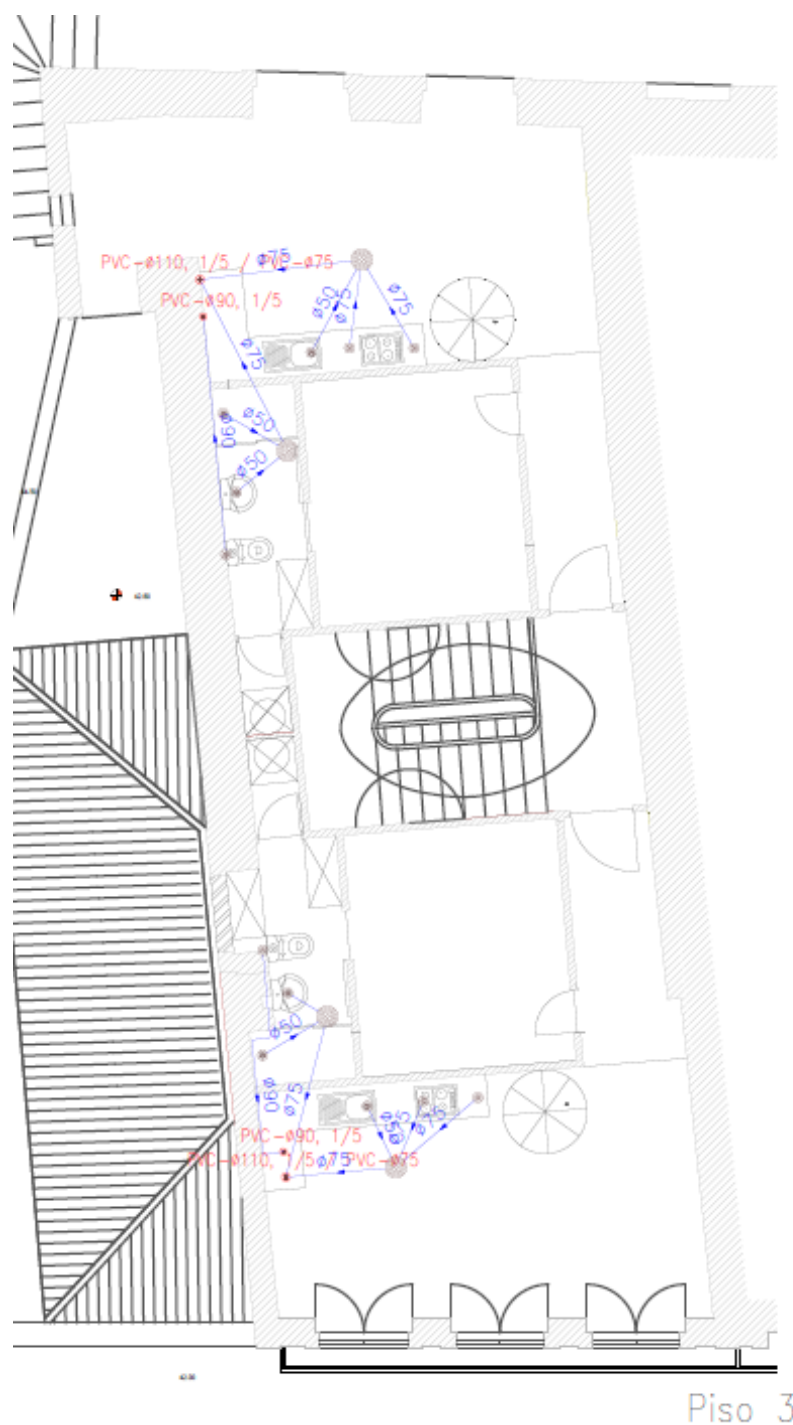


Figura 5.6 - Planta da rede de drenagens da tese da aluna Ana Rita, retirado de [34]

5.3.4 QUADRO SÍNTESE

Para a conceção da solução apresentada foram elaborados dois quadros que permitem verificar, respetivamente se as normas do regulamento (Quadro 5.2) e os critérios especificados pelo autor (Quadro 5.3) estão a ser cumpridos ou não.

Quadro 5.2 - Critérios do RGEU para dimensionamento da arquitetura do fogo

Regulamento Geral de Edificações Urbanas (RGEU)		
Artigo	Medição/Descrição	Validação
46.º 3 - Lanços de escada com largura mínima de 1,10 m	Largura = 1,25 m	Cumpre
50.º 1 - Obrigação de instalação de um ascensor se a altura do último piso for superior a 11,50 m	Altura do último piso = 12,73 m	Não cumpre ^{a)}
65.º 1- Altura mínima piso a piso de 2,70 m e pé direito livre superior a 2,40 m	Altura piso a piso = 3,10 m Pé direito livre = 2,83 m	Cumpre ambos
66.º 1 - Áreas mínimas dos compartimentos: Quarto Casal = 10,5 m ² Quarto Duplo = 9 m ² Sala = 12 m ² Cozinha = 6 m ² Suplemento de área obrigatório = 6 m ²	A = 18,54 m ² A = 17,47 m ² A = 16,43 m ² A = 8,66 m ² A = 9,15 m ²	Cumpre todos
67.º 1 - Área bruta do fogo maior do que 72 m ²	A = 101,63 m ²	Cumpre
68.º 1 - Área mínima para as instalações sanitárias de 3,5 m ²	A _{IS quarto} = 4 m ² A _{IS serviço} = 3,55 m ²	Cumpre
70.º 1 - Largura mínima dos corredores de 1,10 m	Largura dos corredores = 1,10 m	Cumpre
71.º 1 - Compartimentos referenciados no art.º 66 devem ser iluminados e ventilados por vãos em comunicação direta com o exterior	Há uma janela em cada quarto. Uma porta de acesso ao terraço na cozinha Duas portas de acesso ao terraço na sala	Cumpre
72.º Ventilação transversal por meio de janelas dispostas em duas fachadas opostas	Duas janelas na fachada das traseiras e três portas de acesso ao terraço na fachada principal	Cumpre
79.º Sótão pode ser utilizado como habitação desde que se cumpram os critérios anteriores	Todos os parâmetros que garantem as condições mínimas de salubridade são cumpridos	Cumpre
84.º Instalações sanitárias com um mínimo de um lavatório, uma banheira, uma bacia de retrete e um bidé	No fogo existem no total: 3 lavatórios, duas banheiras, 3 bacias de retrete e 3 bidés.	Cumpre
a) De forma a resolver este problema, poderiam ser adotadas algumas soluções como a construção de um patamar na entrada do edifício com altura suficiente para cumprir a distância máxima de 11,50 m até ao último piso		

Quadro 5.3 - Critérios definidos pelo autor para dimensionamento da arquitetura interior do fogo

Critérios definidos pelo autor		
Critério	Medição/Descrição	Validação
Solução construtiva leve para a compartimentação	Paredes interiores em gesso cartonado	Cumprir
Duas zonas distintas: área comum e área restrita de repouso	A caixa de escadas comum separa o espaço de convívio (sala, cozinha e terraço) do espaço pessoal (quartos)	Cumprir
Espaço amplo dedicado a refeições e lazer	A sala de estar e a sala de jantar encontram-se no mesmo espaço, ainda que seja possível distingui-las	Cumprir
Quartos: Espaço entre a ponta da cama e a parede oposta maior do que 0,50 m	Distância da cama à parede oposta = 1,27 m	Cumprir
Sala de jantar: Ser possível circular à volta da mesa de refeições	Pela observação direta da planta, circulação em redor da mesa não está comprometida	Cumprir
Instalações sanitárias: Dimensões interiores superiores a 1 m; Dimensões mínimas do duche: 0,80 m x 0,80 m; Inscrever dois cilindros: diâmetros 1,50 m e 1,30 m; alturas de 0,30 m e 2,00 m	Dimensões: IS quartos = 2 x 2 [m ²]; IS serviço = 1,25 x 2,85 [m ²] Dimensões duche = 0,80 x 0,80 [m ²] Nas IS dos quartos é possível inscrever qualquer um dos dois cilindros, mas não em simultâneo. Relativamente à IS de serviço, não se encaixa nenhum dos cilindros descritos	Cumprir parcialmente. Não se encontrou uma solução em que fosse possível inscrever os dois cilindros em simultâneo em todas as IS.
Cozinha: Sequência sem obstáculos intermédios de lava-loiça, bancada de preparação de alimentos e fogão; Inscrever dois cilindros: diâmetros de 1,50 m e 1,30 m; alturas de 0,30 m e 2,00 m (respetivamente)	Pela observação direta da planta é possível confirmar a disposição sequencial em obstáculos; Com a configuração de equipamentos apresentada na solução, não há qualquer problema em inscrever os dois cilindros descritos	Cumprir
Permitir a expansão entre a sala de estar e a zona de entrada	Na solução proposta não há uma separação entre as duas zonas, no entanto se assim o utente entender pode incluir uma divisória leve	Cumprir
Conjugação da cozinha com o espaço de refeições	O autor propõe a implantação de um open space	Cumprir
Na entrada incluir cilindro: 1,50 m (diâmetro) e 2 m (h)	É possível incluir um cilindro de 1,20 m de diâmetro e 2 m de altura	Não cumprir
Vão das portas interiores de pelo menos 0,80 m	Largura das portas interiores = 0,80 m	Cumprir

5.4 CONCLUSÃO

O objetivo desta dissertação é que seja possível criar um modelo de intervenção nas coberturas e águas furtadas da casa tradicional portuense. Para tal, foi apresentado neste capítulo um caso de estudo de um edifício real situado no centro histórico do Porto.

Este edifício já havia sido objeto de estudo de uma dissertação anterior realizada pela aluna Ana Rita Coelho, pelo que o autor da presente dissertação decidiu não fazer qualquer alteração há proposta da mesma até ao piso 3, sendo que a partir desse patamar (sótão e cobertura) apresenta as suas próprias soluções.

A estratégia de intervenção do autor passava por dar uma nova funcionalidade ao sótão do edifício, a de habitação, para tal era necessário aumentar o pé direito do piso em questão e alterar a distribuição interior do espaço.

De forma a atingir o objetivo descrito, o autor propõe uma solução em aço leve (Light Steel Framing) por não impor na estrutura antiga cargas demasiado elevadas que possam comprometer a segurança estrutural do edifício, mas também por ser uma solução de rápida execução e de fácil transporte, o que pode ser determinante em obras de reabilitação em centros históricos, onde a limitação de espaço de estaleiro obriga a uma tomada de estratégia diferente.

A acompanhar este capítulo, estão propostos em anexo vários desenhos que explicam as intervenções a que o edifício será alvo, isto é, as demolições, as propostas de reconstrução e o que deve ser mantido. Com este apoio ilustrativo é possível mapear a evolução do edifício.

Após esta fase de decisão do que deve ser mantido, demolido e reconstruído, o autor teve de decidir como organizar o espaço interior do novo piso acrescentado, fazendo assim, uma proposta de arquitetura para o seu caso de estudo. Esta proposta também é acompanhada por alguns desenhos em anexo que ajudam o leitor a compreender o que se pretende fazer.

O autor propõe uma estratégia que pode ser adotada em futuros projetos de reabilitação, esta consiste em seguir os critérios impostos pelo RGEU (Regulamento Geral de Edificações Urbanas) e realizar uma lista que permita acompanhar que todos os princípios impostos estão a ser cumpridos, simultaneamente apresenta ele próprio um guião com um determinado número de condições que devem ser atingidas, de forma a garantir as condições mínimas de habitabilidade e salubridade. A conjugação destas duas listas e o maior número de critérios que seja possível cumprir são fundamentais para que a proposta de arquitetura funcione de maneira eficaz.

Seguindo esse guião em forma de check list, o autor chegou a uma solução que de uma forma de geral pode ser descrita da seguinte maneira: um T2 com um terraço, cozinha e sala em open space (espaço comum), dois quartos com casa de banho e uma janela cada um e ainda uma casa de banho de serviço na área do fogo dedicada a receber visitas, garantindo assim que o espaço dos quartos fica sempre reservado exclusivamente aos proprietários do apartamento.

Nos capítulos seguintes são abordadas mais detalhadamente as soluções construtivas adotadas neste capítulo. Desde a solução estrutural em LSF, ao pavimento misto em madeira e betão, as paredes interiores e exteriores (gesso cartonado e ISOLPRO respetivamente) e finalmente a cobertura em painel sandwich.

6

SOLUÇÃO ESTRUTURAL COM MATERIAIS LEVES

6.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo serve para o autor explicar a solução estrutural que pretende implementar no seu estudo de caso. Assim sendo, os elementos estruturais que são alvo de análise detalhada incluem: o pavimento, as paredes exteriores e a cobertura.

Como foi referido no capítulo anterior, a estratégia de intervenção passa por demolir toda a estrutura da cobertura e do sótão, mantendo apenas o pavimento pré-existente, a este propõe-se a adição de uma camada de betão para lhe conferir maior rigidez e resistência à compressão.

A partir desta base, o autor apresenta a solução construtiva inovadora que quer que seja introduzida no edifício de estudo, a do Aço Leve (LSF) que por se tratar de um sistema vanguardista é, primeiramente feita uma definição do mesmo para que o leitor compreenda perfeitamente o seu funcionamento, principais características e o modo de montagem.

Seguindo uma lógica de projeto, ao longo do capítulo são feitas referências a vários catálogos de empresas que comercializam este tipo de soluções, conjuntamente com as fichas técnicas dos produtos a incluir para a execução das mesmas.

Por fim, é feita a proposta da solução estrutural de todo o esqueleto da intervenção a ser realizada (desde as paredes exteriores à cobertura). Apesar de nunca ser realizado nenhum cálculo estrutural que indique os perfis a utilizar, as suas espessuras ou o espaçamento entre eles (por não ser esse o objetivo da tese), o autor faz sempre uma indicação de quais devem ser as medidas a adotar, tomando por base a sua pesquisa bibliográfica, no entanto remete sempre para a necessidade de ser feito um cálculo estrutural por uma equipa projetista, não porque a solução que propõe apresente riscos estruturais, mas acima de tudo porque a mesma não é a mais eficiente ou económica.

O objetivo deste capítulo é fazer um estudo do modo de execução dos pormenores construtivos da solução proposta e, como tal, é acompanhado por muitos desenhos realizados pelo autor com recurso ao software AutoCad. Os detalhes (uniões e modos de montagem) são apresentados ao longo do texto, quanto às plantas estruturais, estas estão expostas no Anexo C que serve de complemento a este capítulo.

A solução completa (incluindo o revestimento) das paredes exteriores e da cobertura é também apresentada ao longo deste capítulo. Sendo que, há descrição dos materiais que compõem as camadas destes elementos se acrescenta um conjunto de desenhos desenvolvidos pelo autor.

6.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO

Por se tratar de uma obra de reabilitação decidiu-se manter a estrutura do pavimento pré-existente, isto é, as vigas em madeira e o próprio soalho, deste modo, evita-se a necessidade de trabalhos de demolição do pavimento e pode-se montar a estrutura do sótão e da cobertura a partir desta base.

No entanto, para além deste sistema base, pretende-se que seja adicionada uma camada de betão ao pavimento pré-existente e assim, tornar o pavimento mais resistente às cargas que serão posteriormente adicionadas. A função desta laje em betão é conferir ao pavimento uma maior rigidez, porque como é sabido o betão é um material que resiste bem à compressão e combinado com a madeira, que tem comportamentos semelhantes tanto à compressão como à tração é possível obter uma solução muito boa do ponto de vista estrutural. Assim sendo, o que o autor propõe é uma solução mista de pavimento em madeira e betão.

Segundo a pesquisa bibliográfica realizada pelo autor, [26], este verificou que há alguns detalhes que devem ser cumpridos, destacando-se:

- o espaçamento entre eixos das vigas que deve ser fixado entre os 0,4 e os 0,7 metros, sendo que as últimas vigas estão, normalmente, colocadas junto das paredes;
- Os apoios (ou entregas) dos pavimentos estruturais são colocados nas paredes exteriores em alvenaria com uma dimensão de 2/3 da espessura da mesma, de forma a ser garantida uma boa estabilidade e uma redução das vibrações.

Por impossibilidade de visitar o local da obra e verificar, de facto, qual o espaçamento e as dimensões das vigas foi assumido pelo autor que a distância entre vigas seria de 0,40 metros e as dimensões das mesmas de 10 x 20 cm² (estas dimensões foram retiradas da tese que serviu de apoio a este caso de estudo, [34].

No anexo 3.1 está apresentada a planta estrutural do sótão, sendo possível através da sua consulta determinar o posicionamento das vigas de madeira ao longo do pavimento e ainda que se pretende colocar uma camada de betão sobre uma cofragem recuperável. É necessário, reforçar a estrutura do pavimento onde a parede exterior de acesso ao terraço assenta, assim deve ser colocada uma nova viga no início do terraço, sem prejuízo de esta parede poder pousar em cima da nova “laje de betão”, mas garantindo-se sempre um reforço no início do terraço.

A necessidade de introdução desta nova viga está prevista no projeto apresentado no anexo 3.1, pretende-se que esta seja mais forte e mais larga do que as pré-existentes. Uma vez mais, deveria ter sido calculada a dimensão dessa nova viga, no entanto assume-se que esta tem uma dimensão de 20 x 20 cm².

Importa referir o modo como se realiza a ligação entre pavimentos e as respetivas paredes onde estes se apoiam, esta consiste no encaixe das vigas de madeira em aberturas dispostas nas paredes em posição e com a dimensão conveniente.

No caso de estudo, as vigas apoiam-se nas paredes de alvenaria de pedra da estrutura existente, o autor assume que a técnica utilizada para o encaixe das vigas passa por criar uma base de apoio, através de um bloco de pedra com a face superior aparelhada e horizontal, desta forma evita-se uma concentração indesejável de compressões na alvenaria, recorrendo a um elemento distribuidor de carga (Figura 6.1), [37].

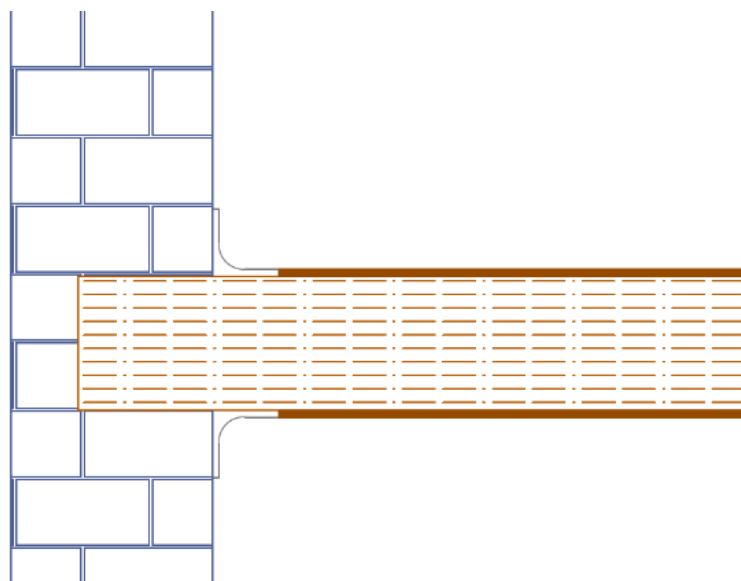


Figura 6.1 - Apoio de viga madeira em parede de alvenaria de pedra, adaptado de [37]

6.3 O LIGHT STEEL FRAMING (LSF)

Ao longo da presente dissertação, o autor foi explicando a intervenção que pretende levar a cabo no seu caso de estudo, isto é, demolição da cobertura e do sótão do edifício e posterior ampliação da altura do piso demolido com o intuito de lhe conferir uma nova funcionalidade, a de habitação (capítulo 5.2).

No entanto, ainda não havia sido feita nenhuma referência ao sistema construtivo a adotar para conceber esta estratégia. Assim sendo, nas linhas seguintes é explicado esse mesmo sistema, o *Lightweight Steel Framing*, que devido às suas características foi a solução que se considerou ser a mais adequada para aplicar na estrutura das paredes exteriores do sótão e na cobertura do edifício.

6.3.1 DEFINIÇÃO DO CONCEITO

O *Lightweight Steel Framing* é um sistema construtivo com estrutura leve em aço galvanizado enformado a frio, diferenciando-se assim da abordagem mais tradicional da construção em betão e tijolo.

Através da sua denominação é possível desmontar o conceito associado a este sistema, de forma a tornar mais compreensível a sua definição. A palavra *Lightweight* – peso leve – indica que os elementos que constituem o sistema são de baixo peso, tal deve-se ao facto de serem produzidos a partir de chapa de aço com espessura reduzida. O *Steel* refere-se, então à própria matéria prima usada, o aço. Quanto à inclusão da palavra *Framing*, esta representa o esqueleto estrutural, isto é, as centenas de elementos individuais ligados entre si. Por simplificação, daqui em diante o sistema construtivo em *Lightweight Steel Framing* será denominado pela abreviatura LSF.

6.3.2 ORIGEM E HISTÓRIA DO LSF

Até meados do século XX, a construção em madeira nos EUA era o método construtivo de preferência. No entanto, o flagelo da Segunda Guerra Mundial veio dar um impulso à indústria do aço neste país. Uma vez que, as construções em aço eram de rápida e eficiente execução, por se tratar de um material leve para ser transportado por via aérea e, porque o próprio processo de montagem de estruturas era relativamente simples, eram as mais implementadas na edificação de bases militares fora do território dos EUA, [38].

A partir dos anos 80, com o crescimento de movimentos para um desenvolvimento sustentável do planeta e uma regrada utilização dos seus recursos, as florestas mais antigas foram vedadas à indústria da madeira para fins de construção de novas habitações. Assim, verificou-se uma subida do preço da madeira e, consequentemente o aço teve um novo impulso, uma vez que os construtores começaram a empregar mais vezes este material nas suas soluções estruturais das residências, afastando-se do uso da madeira, [39].

Na década de 90, o crescimento da economia Asiática e do Médio Oriente aliada à quebra do consumo da madeira, provocou valores mínimos no preço do aço e criou as bases para um enorme crescimento da construção em aço leve nos EUA, [38].

Este início promissor de um sistema construtivo novo e inovador no mercado, levou à criação de associações de técnicos e construtores. A partir desse momento, o LSF passou a ser encarado de uma forma mais profissional e não como um sistema mal estruturado, [39].

Atualmente, os EUA são considerados os líderes mundiais na construção em aço leve, no entanto, outros países começam aos poucos a destacar-se como é o caso de algumas nações europeias, tais como o Reino Unido, a Dinamarca e a Suécia. No que ao mercado nacional diz respeito, a construção em aço leve teve o seu início por volta do ano de 1993, e desde então que a procura por casas com este sistema construtivo tem sido constante, [39].

Por mais vantagens que este sistema possa apresentar, há ainda um problema de aceitação por parte dos donos de obra, que pode ser explicado por dois fatores: o primeiro é que a construção em betão e alvenaria está demasiado consolidada no setor da construção do nosso país e o segundo, deve-se ao próprio desconhecimento das vantagens que este processo construtivo apresenta. Contudo, com o aumento da consciencialização da população em relação a sistemas construtivos inovadores é de esperar um aumento na procura por esses mesmos sistemas e tecnologias vanguardistas.

6.3.3 DESEMPENHO DO SISTEMA LSF

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo que apresenta melhorias, em termos de segurança e conforto dos seus utilizadores em comparação com outros sistemas mais tradicionais.

O baixo peso dos materiais usados no LSF tornam este método construtivo ideal para intervenções em edifícios antigos. A utilização destes materiais mais leves reduz a dificuldade de transporte e elevação dos mesmos, sendo possível dispensar a montagem de uma grua em obra, [40].

Grande parte dos perfis metálicos que constituem a estrutura são produzidos em fábrica, de acordo com padrões de qualidade definidos. Esta característica, confere à construção de edifícios em estrutura de aço leve uma enorme rapidez de execução em obra.

A execução de estruturas em LSF é relativamente simples, porque ao contrário da construção tradicional, a construção com perfis de aço leve não depende de cofragens nem de tempos de cura, que se prolongam

numa grande parte do tempo da obra. A satisfação do cliente está dependente do tempo que demora o processo de construção e como método construtivo permite ganhos de tempo enormes, também o seu potencial económico é elevado, [38].

Este sistema exhibe elevados níveis de produtividade, porque o custo de mão de obra é reduzido e, devido à grande quantidade de elementos pré-fabricados, a execução de uma estrutura em aço torna-se rápida.

A construção em *Light Steel Framing* oferece a garantia de não prejudicar o meio ambiente e pode ser uma das soluções a adotar na perspetiva de desenvolvimento sustentável da nossa sociedade e do setor da construção. Isto porque, para além de ser um material 100 % reciclável, a sua utilização permite reduzir bastante a quantidade de entulho. Por outro lado, uma construção em LSF garante uma poupança avultada de energia, quer na fase de construção, quer na fase de utilização, [41]

Outra característica associada a estas estruturas é a versatilidade de soluções de organização de espaço que esta permite conceber. O aço possibilita a criação de espaços flexíveis, eficientes e funcionais.

Ainda que, o LSF apresente características com muito valor que garantem a qualidade das intervenções em que o mesmo seja adotado, há alguns inconvenientes que devem ser referidos. Como qualquer sistema inovador a primeira dificuldade que apresenta é a sua integração no mercado, isto é, perante um setor tradicional como é o da construção, este sistema pode apresentar-se para muitos como incapaz de dar resposta ao que é pretendido para um determinado edifício de habitação.

Do ponto de vista estrutural, existem fundamentalmente duas condicionantes: a primeira prende-se com o número de pisos que o edifício pode ter, quando se refere a construções de residências unifamiliares, normalmente o limite máximo está fixado nos 3 pisos; a segunda está relacionada com a abertura de vãos, porque é importante respeitar o modelo do sistema e como ele funciona, ou seja, a distribuição de cargas deve ser feita pelo perímetro da estrutura e por algumas paredes interiores, de forma a obter o melhor desempenho das estruturas em LSF perante um sismo, esta filosofia é divergente da construção em betão onde as cargas se concentram em pilares e sapatas, assim, uma estrutura em LSF será tanto mais eficiente quanto mais área de perfis montantes, não interrompidos, existir, [42].

Em suma, de forma a clarificar o desempenho de um sistema *Lightweight Steel Framing* é apresentado um quadro (

Quadro 6.1) com as principais vantagens e desvantagens:

Quadro 6.1 - Vantagens e desvantagens do *Lightweight Steel Framing*

Desempenho do sistema em LSF	
Vantagens	Desvantagens
Leve (elimina a necessidade de reforçar a estrutura do edifício)	Integração no mercado da construção com ideias mais tradicionais
Redução de custos	
Rapidez de execução	Construção em altura (máximo de 3 pisos)
Segurança em obra	
Versatilidade de soluções	
Simplicidade na execução	Abertura excessiva de vãos

Material reciclável - sustentabilidade

6.3.4 MODO DE FUNCIONAMENTO

Contrariamente às estruturas de betão e alvenaria, num sistema em Aço Leve, as cargas a que o edifício está sujeito não são distribuídas pontualmente, mas sim, ao longo de todas as paredes com função estrutural (neste caso as exteriores), de forma contínua, até à estrutura preexistente.

Estas paredes podem estar sujeitas a diferentes tipos de forças, tanto podem ser verticais (peso próprio dos seus elementos), como horizontais (vento ou sismos) e a transmissão destas dá-se por contacto direto entre perfis. Para tal é fundamental que os perfis estejam perfeitamente alinhados ao longo dos pisos, no entanto neste caso em particular haverá apenas um piso (o do sótão) com perfis metálicos estruturais, pelo que esta regra não se aplica. Contudo, considerou-se importante referir este princípio para que ele seja adotado em outras obras com este sistema. A Figura 6.2 ajuda a compreender o funcionamento da distribuição de cargas.

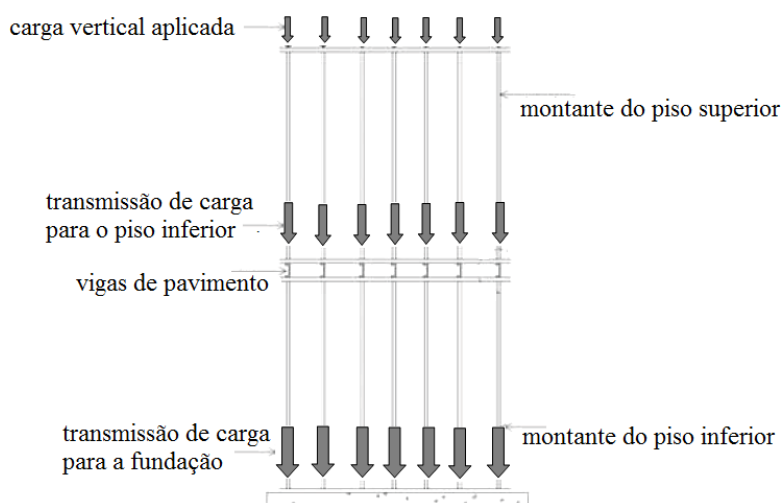


Figura 6.2 - Esquema de transmissão de cargas ao longo de uma parede com função estrutural, retirado de [38]

Relativamente à espessura e espaçamento entre perfis, estas características estão dependentes da intensidade das cargas a que a estrutura estará sujeita, isto é, quanto maiores forem as cargas menor deverá ser o afastamento entre perfis. O objetivo desta dissertação é avaliar as tecnologias e o modo de montagem deste sistema em particular e não o dimensionamento estrutural do mesmo, tal deverá ser deixado ao encargo de uma equipa projetista.

Uma fase fundamental do método de montagem de uma estrutura em LSF é o processo de fixação que inclui duas etapas: a primeira é a própria disposição dos elementos no local onde se pretende que estes sejam montadas e a segunda é a fixação dos mesmos. Os principais meios de fixação são os parafusos auto perfurantes e auto roscantes. Para além destes, por vezes pode fazer sentido, utilizar pregos, um método conhecido como *clinchng*, cavilhas, colagens, soldaduras, cliques e rebites, [38].

Há alguns princípios que devem ser conhecidos aquando da fixação dos perfis, [38]:

- Na fixação por parafusos, a ponta da broca deve ser tão longa quanto a espessura do material a perfurar;
- Os parafusos auto roscantes têm a capacidade de perfurar o material, devido à sua ponta em agulha;

- A distância entre eixos de parafusos deve ser de 13 mm, de forma a que seja possível aparafusar em toda a alma e abas do perfil e nunca no reforço das secções.

Após a instalação da estrutura metálica das paredes com função estrutural, estas devem ser revestidas por painéis de OSB (*Oriented Strand Board*) que lhes conferem rigidez e estabilidade, como se poderá constatar no capítulo seguinte da presente dissertação.

Apresentadas as características do sistema e as respetivas vantagens e desvantagens, conjuntamente com o modo de montagem do sistema e forma como este funciona, o autor considerou que a fase seguinte seria a consulta de catálogos de fabricantes de forma a compreender os diferentes modelos que existem no mercado e a respetiva forma de montagem e aplicação em obra. Este estudo, que a seguir é apresentado tem como objetivo, a posterior realização de desenhos de pormenor e uma explicação das características que o autor considera serem fundamentais para que o sistema funcione corretamente e possa trazer melhorias ao edifício alvo de intervenção.

6.4 CATÁLOGOS

Neste subcapítulo, o autor apresenta o seu estudo de mercado, etapa fundamental que qualquer equipa projetista deve realizar, de maneira a conhecer bem as soluções construtivas que irá aplicar e com o intuito de ter à sua disposição várias opções que possam ser comparadas e devidamente classificadas de acordo com vários parâmetros, como o preço, as características, o tempo de entrega, entre outras.

6.4.1 PERFISA – FÁBRICA DE PERFIS METÁLICOS, S. A.

O primeiro fabricante consultado foi a empresa Perfisa, que comercializa perfis metálicos e acessórios para divisórias, tetos falsos e, mais recentemente para a construção em *Light Steel Framing*, [41].

O seu sistema LSF, apesar de ser direcionado para a construção de raiz, pode também ser utilizado para a reabilitação de edifícios, em particular em centros históricos onde as áreas de acesso costumam ser mais limitadas, que é a intervenção que interessa abordar nesta dissertação.

A solução que a marca Perfisa propõe, permite manter o aspeto existente em edifícios antigos, trazendo ao mesmo tempo melhorias significativas em termos de conforto e segurança, [41].

Tal como mencionado anteriormente neste capítulo, também esta marca reafirma as vantagens associadas ao Aço Leve, destacando: a rapidez de construção, a redução das dificuldades de transporte e elevação, a ausência da necessidade de reforçar a estrutura do edifício e a redução de entulho, [41].

Na página de internet do grupo estão disponibilizados alguns documentos que o autor consultou, auxiliando-o a formular uma solução para aplicação ao edifício do seu caso de estudo, nomeadamente: um manual de aplicação de perfis metálicos para construção seca, o catálogo do *Light Steel Framing* e ainda um catálogo de perfis metálicos.

O primeiro é um guião com várias recomendações para uma correta montagem dos sistemas de revestimento por placas de gesso.

O segundo, descreve as vantagens da aplicação deste sistema e apresenta um modelo de aplicação para uma moradia, com os respetivos perfis e revestimentos utilizados (Figura 6.3).



Figura 6.3 - Modelo de estrutura em LSF (adaptado de [41])

Por último, o catálogo de perfis apresenta um conjunto de perfis metálicos em aço estrutural galvanizado segundo a norma europeia EN 1090-1:2009+A1:2011 e que podem ser aplicados em estruturas em *Light Steel Framing*. Estão disponíveis perfis em C, em U e em Ω com as respetivas características e propriedades geométricas das secções especificadas (Figura 6.4). De seguida, estão listadas as características que devem ser tidas em conta:

- Conformação – neste caso todos os perfis são obtidos por perfilagem a frio;
- Aço utilizado - S280GD ou DX51D;
- Galvanização – 275 gr/m²;
- Espessura – varia entre 1,2 e 3 mm;
- Comprimento – de 2,00 m a 12,00 m;
- Tipo de furação – ovalizada ou circular.

PROPIEDADES DA SECÇÃO TRANSVERSAL / CROSS SECTION PROPERTIES / PROPRIÉTÉS DE LA SECTION TRANSVERSALE

C - S280GD	t mm	a mm	b mm	c mm	P kg/m	t _{cor} mm	P _t kg/m	A _{eff} mm ²	Enz mm	I _{eff,y} mm ⁴	Z _{g2} mm	W _{eff,y,min} mm ³	Mz-			Mz+		
													I _{eff,z} mm ⁴	Y _{g3} mm	W _{eff,z,min} mm ³	I _{eff,z} mm ⁴	Y _{g3} mm	W _{eff,z,min} mm ³
C90x1.5	1,5	15	43	90	2,426	1,46	2,249	242	1,7	360728	44,2	8016	75738	14,5	2732	67128	16,7	2624
C90x2.0	2,0	15	43	90	3,234	1,96	2,962	355	0,8	464702	44,1	10327	96208	14,3	3472	92058	15,1	3422
C90x2.5	2,5	15	43	90	4,043	2,46	3,645	461	0,0	559147	43,9	12425	114116	14,1	4120	114116	14,1	4120
C90x3.0	3,0	15	43	90	4,851	2,96	4,299	544	0,0	644333	43,7	14319	129597	13,8	4681	129597	13,8	4681
C110x1.5	1,5	15	43	110	2,661	1,46	2,480	245	2,6	575580	54,0	10419	81464	13,2	2805	68499	16,4	2651
C110x2.0	2,0	15	43	110	3,548	1,96	3,271	365	1,7	747481	54,1	13591	103695	13,0	3573	94740	14,7	3471
C110x2.5	2,5	15	43	110	4,435	2,46	4,034	484	0,7	903514	53,9	16428	123267	12,8	4250	118974	13,5	4205
C110x3.0	3,0	15	43	110	5,322	2,96	4,767	603	0,0	1046130	53,7	19021	140317	12,5	4842	140317	12,6	4842
C130x1.5	1,5	15	43	130	2,897	1,46	2,710	246	3,3	851061	63,8	13006	86277	12,1	2862	69476	16,3	2671
C130x2.0	2,0	15	43	130	3,862	1,96	3,581	370	2,4	1113465	64,1	17130	109995	11,9	3652	96625	14,5	3507
C130x2.5	2,5	15	43	130	4,828	2,46	4,422	498	1,4	1350614	63,9	20779	130976	11,7	4354	122065	13,1	4261
C130x3.0	3,0	15	43	130	5,793	2,96	5,234	628	0,6	1569501	63,7	24146	149361	11,5	4970	145103	12,1	4931

Figura 6.4 - Propriedades da secção transversal de um perfil estrutural em C - S280GD, retirado de [41]

6.4.2 BLINK HOUSE

A Blink House é uma marca registada da Machado&Pelicano Lda, especialista na construção em LSF (Aço Leve / Light Steel Frame) e Casas Modulares, [43].

A conceção e fabrico das estruturas são realizados numa unidade fabril do grupo e posteriormente, estas são transportadas em painéis pré montados para o estaleiro da obra. Esta estratégia de pré-fabricação garante uma elevada eficiência e rapidez de execução dos trabalhos estruturais, [43].

O aço aplicado nas estruturas em Aço Leve está certificado com a marcação CE e cumpre todas as Normas Europeias, [43].

Ao contrário da empresa anteriormente referida que se dedicava à fabricação de perfis metálicos para posterior aplicação, a Blink House presta-se à montagem das estruturas em LSF em fábrica.

A consulta desta empresa ajudou o autor a compreender a importância da pré-fabricação numa obra de reabilitação e alguns aspetos que devem ser tidos em atenção no momento de aplicação de um determinado sistema. Simultaneamente, influenciou a tomada de decisão do autor para a aplicação deste sistema ao seu caso de estudo.

A página da internet da marca disponibiliza uma explicação dos benefícios da escolha do Aço Leve em reabilitação e algumas imagens que ajudam a compreender o funcionamento do mesmo. Das vantagens especificadas pela Blink House, destaco:

- Menor risco de sobrecarregar a preexistência;
- Produção e montagem de todos os elementos estruturais em fábrica permite a ausência de um estaleiro em obra, o que nos centros urbanos (como é o caso de estudo desta dissertação) é uma condicionante (Figura 6.5);
- Os meios de transporte e elevação disponibilizados pela marca garantem uma maior rapidez de todo o processo de intervenção e permitem resolver grande parte dos problemas inerentes à reabilitação (Figura 6.5);
- Construção em seco, eliminando assim a existência de cofragens, o consumo de água e consequentemente, diminuindo os desperdícios em obra.



Figura 6.5 - Sistema LSF: a) Montagem da estrutura em fábrica; b) Elevação e execução da estrutura em obra.
Fonte, [44]

6.5 PROPOSTA

O autor considerou, que após a realização da sua pesquisa pelo sistema em Aço Leve e posterior descrição das suas características e respetivas vantagens, conjuntamente com a consulta de um fabricante (Perfisa) e um aplicador (BlinkHouse), estaria em condições de tomar uma decisão mais específica da solução estrutural a implementar no seu caso de estudo.

De seguida, está apresentada uma descrição da solução escolhida, assim como, uma explicação dos fatores que levaram a essa decisão. Simultaneamente, são apresentados alguns desenhos de pormenor que ajudarão o leitor a ter uma visão mais clara daquilo que se pretende executar.

No final é apresentada a solução completa da envolvente do piso que se pretende acrescentar, de modo a que se compreenda perfeitamente o “volume” que vai ser colocado no topo do edifício. Após esta definição, fica ao critério do utente a forma como organiza o espaço interior, no entanto o autor refere uma tipologia que pode ser adotada neste caso de estudo em particular e, assim, testar a exequibilidade da sua solução.

6.5.1 PAREDE EXTERIOR

6.5.1.1 Estrutura

A estrutura em Aço Leve das paredes exteriores recebe as cargas da cobertura e do seu peso próprio, transmitindo-as ao pavimento e à estrutura preexistente.

A base de suporte da parede exterior é realizada em perfis metálicos da empresa *Perfisa* ou outra semelhante e é constituída por uma calha inferior em “U”, na qual se apoiam os perfis verticais do tipo “C”, que se encontram fixados com parafusos. Os perfis verticais devem ser dispostos com uma distância entre eixos de 60 cm. Sobre estes, apoiam-se perfis horizontais do tipo “C” com função de receber as cargas da estrutura da cobertura. A Figura 6.6 apresenta os perfis metálicos a aplicar na parede e no Quadro 6.2 mostra-se o tipo de aço e as dimensões desses mesmos perfis.

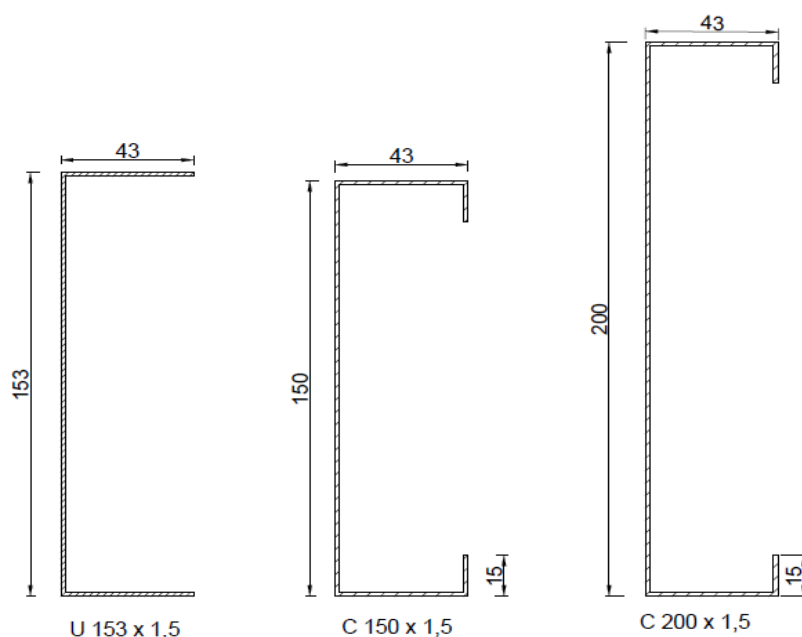


Figura 6.6 - Perfis metálicos da parede exterior (desenhos produzidos pelo autor)

Quadro 6.2 - Propriedades dos perfis da parede exterior

Parede exterior	Perfil	Aço	e [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]
Calha inferior	U 153 x 1,5	S280GD	1,5	43	153	-
Perfis verticais	C 150 x 1,5	S280GD	1,5	15	43	150
Perfis horizontais	C 200 x 2,0	S280GD	2,0	15	43	200

A Figura 6.7 mostra alguns desenhos de pormenor realizados pelo autor e servem de auxílio à compreensão do modo de ligação entre perfis metálicos em Aço Leve.

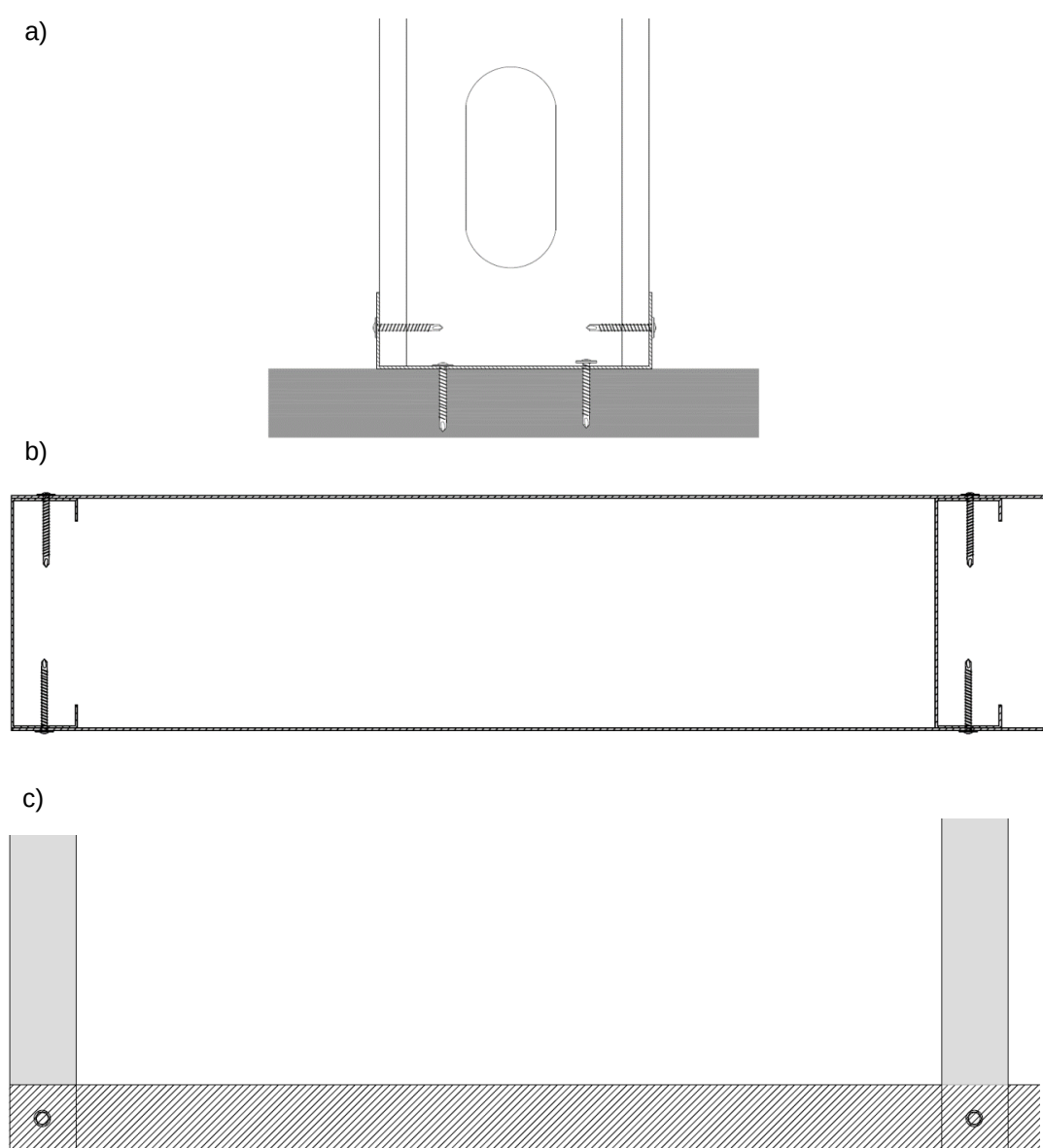


Figura 6.7 - Ligações entre perfis de Aço Leve: a) Vista frontal; b) Vista de cima; c) Vista lateral (desenhos do autor)

O primeiro, representa a vista frontal da ligação, na qual se consegue destacar a forma da calha inferior em “U” e verificar que esta se encontra fixada ao pavimento com auxílio de um ligador metálico. Simultaneamente, é possível compreender a razão pela qual estes perfis são mais leves, porque olhando ao perfil em “C”, que está ligado à calha inferior por dois parafusos, percebe-se que este tem um furo (que se vai repetindo ao longo do comprimento do perfil) e, como tal, a sua massa é inferior aos perfis tradicionais.

Seguidamente, apresenta-se a vista superior, que ajuda a entender que os perfis em “C” devem estar afastados entre si por uma determinada distância, a qual deve ser calculada por uma equipa projetista, mas que o autor assumiu ser de 60 cm, tal como é referido mais acima neste texto.

Finalmente, a análise à vista lateral em conjunto com as anteriores, permite ao leitor ter uma perfeita visão de como é feita a ligação entre os perfis da parede exterior.

As plantas cortes e alçado incluído no Anexo C permitem compreender melhor a solução estrutural que se pretende aplicar ao caso de estudo.

6.5.1.2 Revestimento

Tal como foi referido anteriormente, as paredes exteriores para além de protegerem o espaço interior do ambiente externo (chuva, vento, ruído etc.) também são constituídas por perfis metálicos em Aço Leve que lhe conferem ao mesmo tempo uma função de sustentar o seu peso próprio e o das cargas superiores da estrutura da cobertura.

De seguida, apresenta-se uma descrição dos materiais que constituem as camadas da parede exterior, conjuntamente com a Figura 6.8 é possível perceber a solução completa que se pretende executar. Partindo da camada mais interior para a que se encontra voltada para o exterior pode-se destacar:

- Placa de gesso laminado, 13 mm;
- Placa de gesso laminado, 13 mm;
- Perfis estruturais do tipo “C” 150;
- Lã de rocha do tipo Alpharock, 60 mm;
- Lã de rocha do tipo Alpharock, 60 mm;
- Película acústica de polietileno;
- Placa IsolPro, 40 mm;
- Reboco exterior.

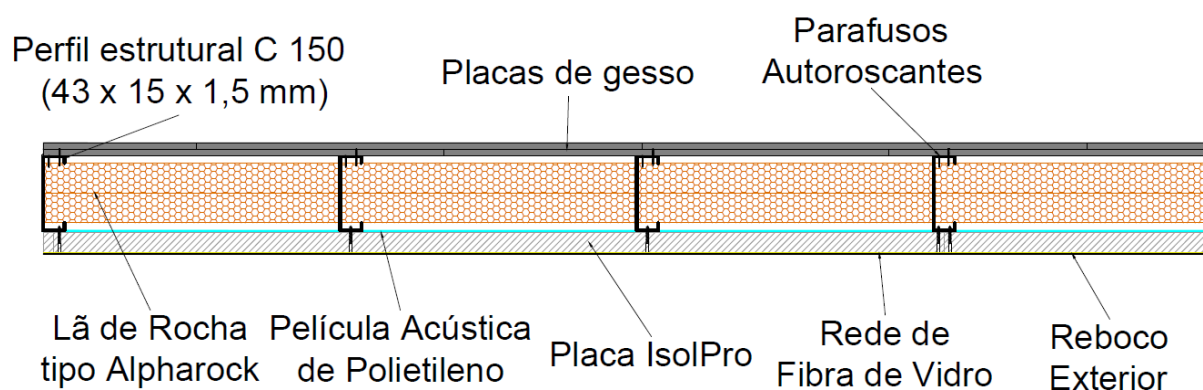


Figura 6.8 - Parede exterior - ISOLPRO, proposta do autor

6.5.1.3 Montagem

Esta solução foi obtida com base na consulta dos catálogos da empresa ModelEco do grupo Perfisa, [48]. De seguida o autor explicita cada passo de montagem:

- a) Execução das bases de suporte: esta é realizada com os perfis metálicos referidos no capítulo 6.5, sendo composta por uma calha inferior do tipo “U”, na qual se apoiam os perfis verticais do tipo “C” que são fixados com parafusos. A distância recomendada entre eixos é de 60 cm;
- b) Colocação da tela acústica: só pode ser colocada após a conclusão da estrutura de suporte, aconselha-se uma espessura de tela de 5 mm do tipo “Impactodan”, de forma a evitar o contacto direto entre as placas Isolpro e a estrutura metálica;
- c) Fixação das placas IsolPro: devem ser fixadas transversalmente aos perfis de suporte através de 8 parafusos em posições diferentes e o topo das placas tem de estar apoiado no suporte, podendo estas ser cortadas caso necessário. É aconselhado que primeiro se realize uma camada de nivelamento em toda a extensão do suporte e só depois se proceda à fixação das restantes placas, o que torna todo o processo de aplicação muito mais eficiente;
- d) Limpar as juntas: retirar o material excedente que se possa encontrar no exterior das placas, espuma de poliuretano ou cimento cola que serviu para realizar as juntas e o tamponamento dos parafusos secos;
- e) Aplicação de um primário: com recurso a uma espátula, deve ser aplicada a massa de barramento em todos os pontos de fixação (parafusos) e em todas as juntas;
- f) Colocar uma rede de fibra de vidro: a função desta rede de vidro é reforçar as zonas dos vãos existentes nas paredes (janelas) e os cantos (esquinas). Após a sua colocação nestes pontos críticos, deve ser aplicada uma segunda camada a toda a extensão da parede;
- g) Barramento secundário: novamente deve ser aplicada uma segunda camada de massa de barramento, desta vez em toda a superfície da parede com uma camada homogênea que cubra totalmente a rede de fibra de vidro, de forma a tornar a superfície de aplicação do acabamento final o mais regular possível;
- h) Acabamento exterior: as placas IsolPro podem receber qualquer tipo de acabamento exterior, ou seja, sobre o barramento primário a aplicar pode ser colocada uma fachada em cerâmica, pedra ou outros elementos, o que tornará a intervenção o menos intrusiva possível;
- i) Acabamento interior: colocação de placas em gesso cartonado fixadas aos perfis metálicos.

6.5.2 COBERTURA

6.5.2.1 Estrutura

Relativamente à cobertura inclinada, a construção é idêntica à de uma cobertura com estrutura em madeira. É por isso, necessário executar elementos de suporte mais resistentes, tais como asnas e viga de cumeeira, as quais são realizadas com perfis do tipo “C” e perfis em “U” respetivamente. A Figura 6.9 permite compreender melhor a composição da estrutura da cobertura em Aço Leve e o modo como são feitas as ligações entre os diversos segmentos das asnas, fundamentalmente este é conseguido com recurso a parafusos.

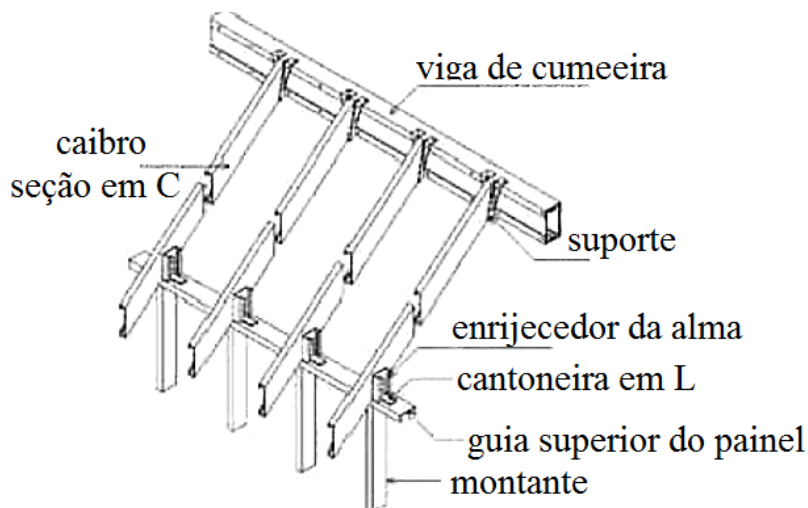


Figura 6.9 - Detalhes de cobertura inclinada por painéis em LSF, retirado de [38]

O espaçamento entre asnas, assim como o seu comprimento e tipo de perfil, devem ser calculados por uma equipa de engenharia, no entanto, nesta dissertação o autor pretende olhar mais ao sistema construtivo em si e, por isso, assume um espaçamento de 60 cm e asnas do tipo C90. Estas por sua vez são unidas, através de ligadores metálicos, a uma viga de cumeeira, sendo que o perfil a aplicar é um U 204. A Figura 6.10 permite compreender a forma desses mesmos perfis e o Quadro 6.3 explicita os perfis a utilizar e as respetivas características.

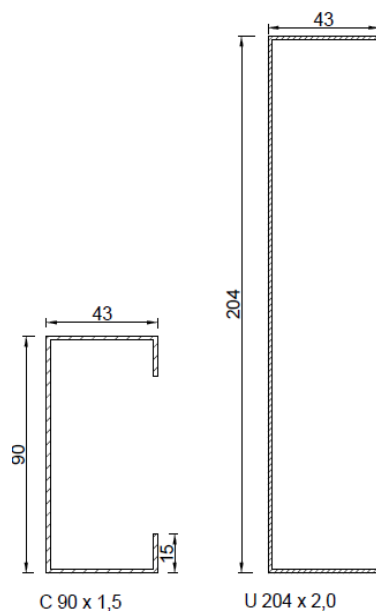


Figura 6.10 - Perfis metálicos da cobertura

Quadro 6.3 - Propriedades dos perfis da cobertura

Cobertura	Perfil	Aço	e [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]
Asnas	C 90 x 1,5	S280GD	1,5	15	43	150
Viga de Cumeeira	U 204 x 2,0	S280GD	2,0	43	204	-

Novamente, tal como apresentado nas paredes exteriores, o autor produziu alguns desenhos de pormenor (Figura 6.11) que permitem compreender as ligações entre os perfis da cobertura, porque no seu entender, apesar de o funcionamento e a montagem geral do sistema estar bem explícito nos parágrafos anteriores é essencial dar muito atenção aos detalhes, uma vez que quando ocorrem erros de execução numa obra, estes normalmente ocorrem precisamente nos pequenos pormenores e o autor considera que com o auxílio das suas representações esses erros possam ser evitados.

O primeiro pormenor representa a vista frontal dos perfis da cobertura. Os perfis em “C”, que formam a pendente das águas da cobertura, estão fixados a dois perfis em “U”, previamente soldados um ao outro, por ligadores metálicos, esta união é conseguida com recurso a esquadros.

No segundo é possível perceber melhor a função do esquadro, a de fazer a união entre as asnas e a cumeeira, a este são fixados parafusos de forma a garantir a consolidação entre todos os elementos metálicos.

Finalmente, a vista lateral em conjunto com as anteriores dá uma ideia clara da forma como as ligações são feitas. Os dois perfis do tipo “U” são soldados para formarem a viga de cumeeira que recebe as asnas em “C”. O esquadro que é fixado a ambos os perfis garante a união entre os dois elementos anteriores.

Seguindo os pormenores apresentados pelo autor, conjuntamente com a planta estrutural da cobertura e os cortes e alçados apresentados no Anexo C é possível compreender por completo a proposta que o autor pretende que seja realizada e, assim diminuir o risco de erros de execução do sistema construtivo exposto.

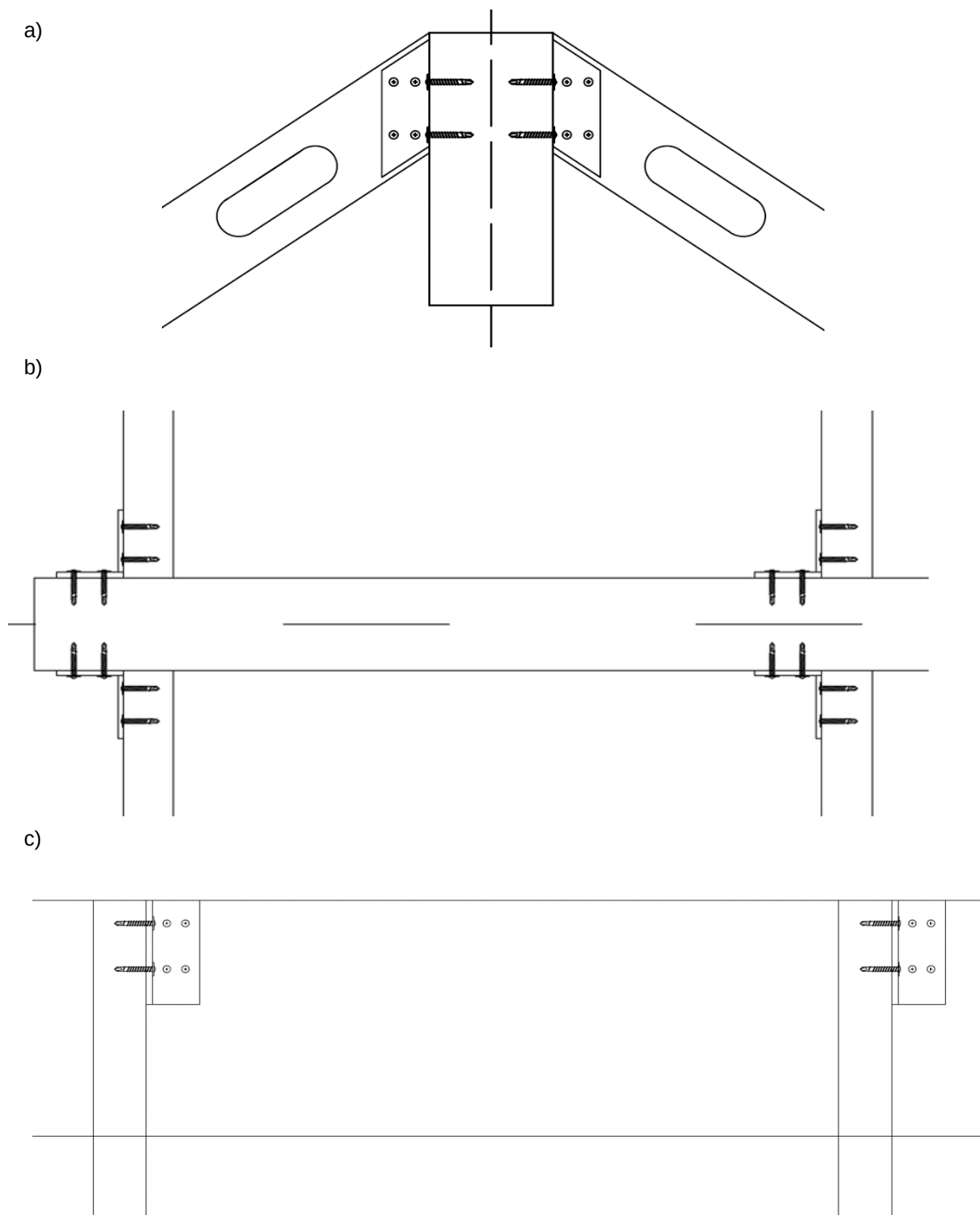


Figura 6.11 - Ligações entre perfis de Aço Leve: a) Vista frontal; b) Vista de cima; c) Vista lateral, desenhos do autor

6.5.2.2 Revestimento

A solução escolhida para a cobertura tem como objetivo a melhoria do conforto térmico e acústico em relação à solução original. Assim sendo, o autor consultou diversos fabricantes e chegou a uma solução em painel sandwich, isto é, um painel metálico de cobertura com uma camada de isolante em Lã de Rocha, esta painel deve posteriormente ser revestido com telha lusa para dar a imagem característica da Casa Burguesa.

As principais vantagens associadas a este sistema são:

- Melhoria do desempenho térmico;
- Melhoria do desempenho acústico;
- Bom comportamento ao fogo;
- E boa resistência mecânica.

A Figura 6.12 permite compreender a constituição da cobertura, desde a sua estrutura, que já foi referenciada anteriormente, à forma como o painel assenta no perfil metálico. Esta ligação é feita através de perfis em aço galvanizado com a forma em Z, os quais são fixados tanto ao perfil metálico como à camada de Lã de Rocha com recurso a ligadores metálicos (parafusos). Seguidamente é colocado um ripado em madeira que serve de apoio às telhas e assegura o seu posicionamento na estrutura.

De uma forma geral os elementos que compõem a cobertura são:

- Telhão;
- Telha;
- Ripa;
- Cumeeira superior;
- Parafuso de fixação da cumeeira superior ao painel;
- Chapa metálica perfilada
- Lã de rocha;
- Cumeeira interior;
- Perfil galvanizado (Z);
- Estrutura metálica (C).

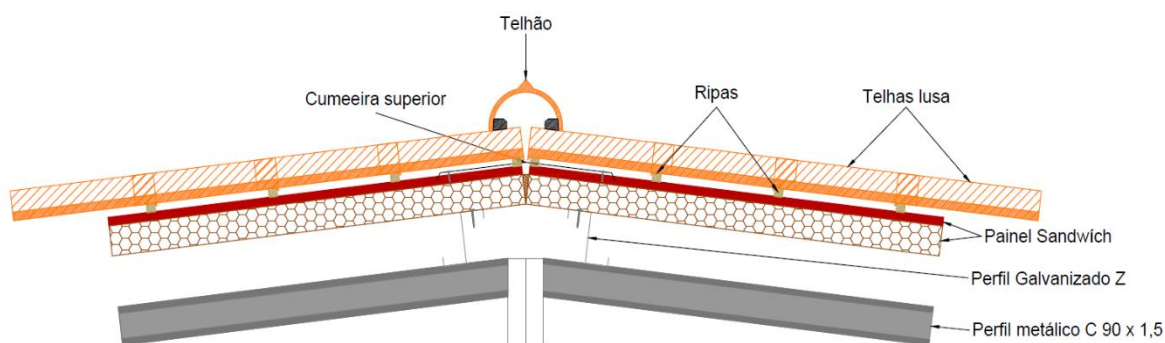


Figura 6.12 – Esquema da cobertura, adaptado de [50]

Tal como referido no capítulo 5.3.3, o novo piso não apresenta teto falso. No entanto, na zona da claraboia há uma estrutura que define e dá suporte a um teto novo (em acabado, ver anexo 2.5) e em simultâneo dá apoio à nova claraboia a realizar com um sistema construtivo tradicional, mantendo a ideia de imagem exterior semelhante ao edifício antigo.

Estando as soluções da parede exterior e da cobertura completamente definidas, importa compreender como se executa a ligação entre ambos os elementos. A Figura 6.13 apresenta 3 cortes de perspectivas diferentes, através dos quais se percebe totalmente como é feita essa união.

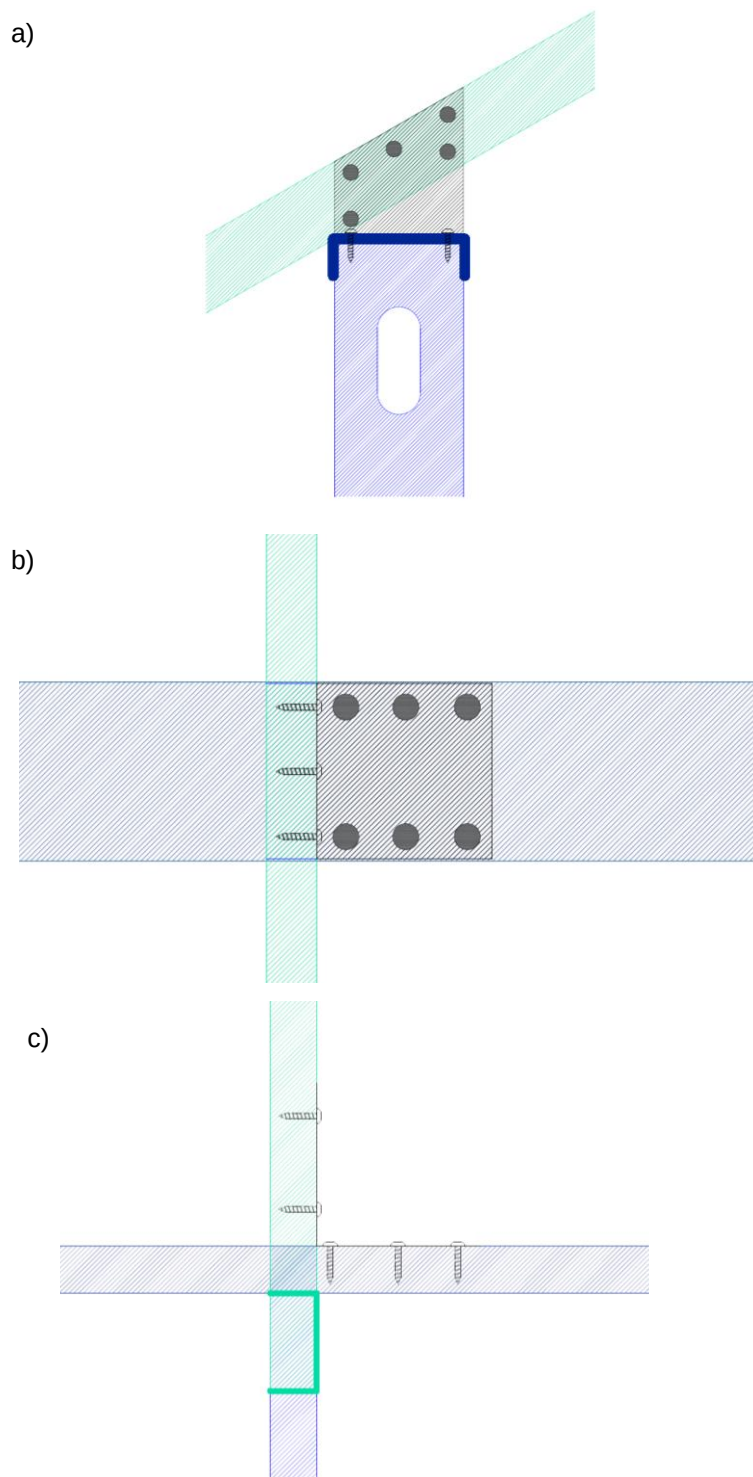


Figura 6.13 - Ligação Parede exterior-cobertura: a) Vista frontal; b) Vista superior; c) Vista lateral

De uma forma geral, o objetivo é conseguir fixar as asnas metálicas da cobertura, perfil C90, às calhas horizontais superiores da parede exterior, U153. Para tal, recorre-se a um elemento auxiliar, uma cantoneira metálica em forma de L, com uma face fixada ao perfil metálico da cobertura e a outra face fixada à calha horizontal, em ambas as faces a fixação é realizada com recurso a ligadores metálicos (parafusos).

6.6 CONCLUSÃO

Tal como foi explicado na introdução, o objetivo deste capítulo era realizar a caracterização estrutural do piso que se pretende acrescentar na intervenção ao edifício na Rua da Ponte Nova. De forma, a não acrescentar demasiado peso à estrutura pré-existente, o autor decidiu adotar uma solução em Aço Leve (LSF) e, a partir desta base estrutural, criar uma espécie de volume (“casinha”) que deve ser colocado no topo do edifício.

O principal objetivo é que o modelo da estrutura a acrescentar no último piso seja transposto para futuras obras de reabilitação, como tal, o autor propõe uma solução completa no que às paredes exteriores e à cobertura diz respeito, isto é, não só define o sistema estrutural a implementar, como também propõe uma solução de revestimento para os elementos da envolvente (parede exterior e cobertura).

As figuras seguintes, são desenhos realizados pelo autor e que permitem compreender todo o sistema que deve ser implantado no topo do edifício e, posteriormente depois de definida a envolvente exterior, se proceder à decisão de como organizar o espaço interior, o qual deve ser deixado ao critério de cada cliente.

Em suma, os alçados seguintes representam a solução que deve ser sempre seguida em futuros projetos, nos quais se adotem este sistema.



Figura 6.14 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Frontal)

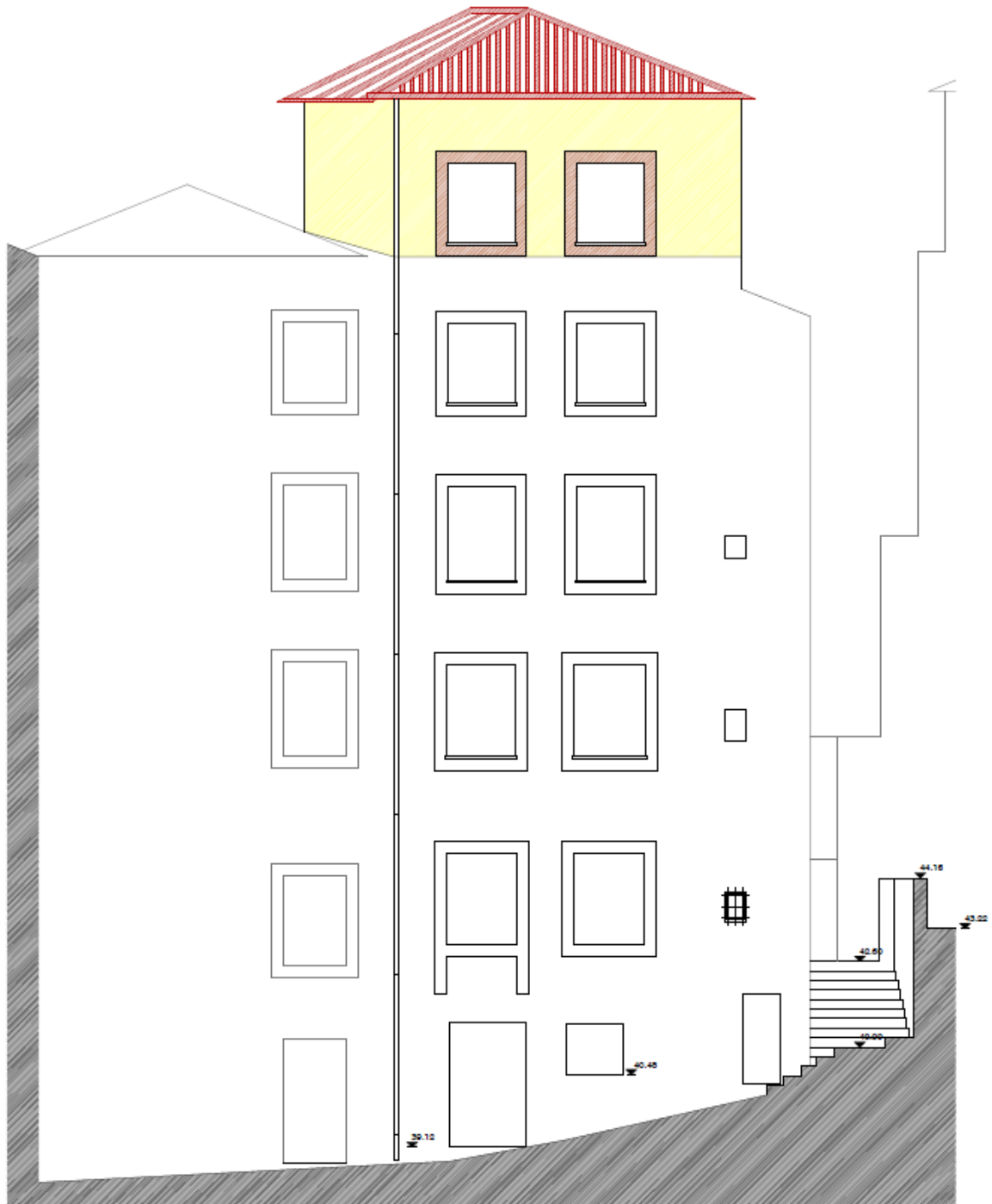


Figura 6.15 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Traseira)

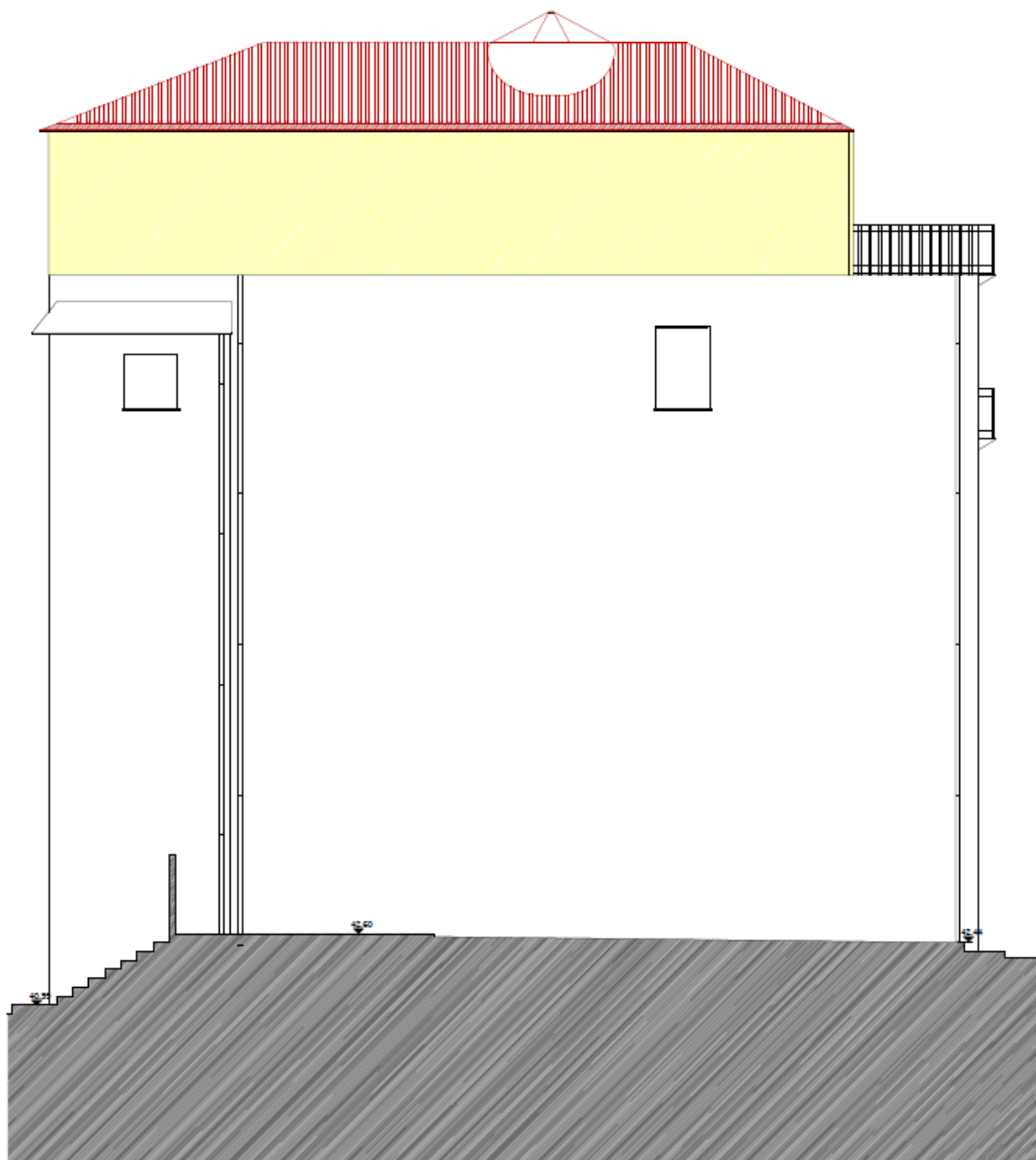


Figura 6.16 - Revestimento exterior da ampliação (Vista Lateral)

7

OUTROS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

7.1 INTRODUÇÃO

Após a definição dos sistemas a aplicar na envolvente exterior (Capítulo 6.5), o presente capítulo serve para o autor apresentar as propostas das soluções construtivas mais relevantes que se propõe aplicar neste projeto.

Apresenta-se a solução proposta para os acabamentos do pavimento, cerâmico para as Instalações Sanitárias e soalho de madeira no resto da área do fogo. Em seguida, apresenta-se a solução proposta para as paredes interiores, paredes em Gesso Laminado a delimitar o espaço interior e em tabique estrutural para suporte da estrutura das escadas. Por fim, é feita uma referência aos caixilhos exteriores que se sugere que sejam aplicados, incluindo a definição do modo como se realiza a sua ligação à estrutura em LSF.

Ao longo deste capítulo, é feita uma referência às beneficiações energéticas que cada solução traz ao edifício, através do isolamento térmico executado na envolvente exterior. Simultaneamente, refere-se o conforto térmico das soluções apresentadas. E, por fim, o comportamento que cada elemento tem ao fogo.

No anexo D apresentam-se pormenores desenhados relativos aos sistemas construtivos sugeridos.

7.2 PAVIMENTO

A intervenção proposta pelo autor para o pavimento do sótão do edifício em estudo é a conversão do pavimento pré-existente num sistema misto de madeira-betão. Deste modo, é possível reaproveitar a totalidade dos materiais originais caso estes se encontrem com um bom estado de conservação, devendo substituir-se por elementos similares os que se encontrem em mau estado ou em alternativa proceder a restauros localizados do existente que se admitiu estar em bom estado de conservação.

Como o objetivo é manter o vigamento e colocar uma cofragem recuperável para receber a laje de betão, importa compreender o funcionamento de todo o sistema, inclusive a parte que já se encontra existente no edifício.

A função da laje de betão é conferir ao pavimento uma maior rigidez, para tal é fundamental que a ligação entre a madeira e o betão seja feita corretamente. O betão é um material que resiste muito bem à compressão, já a madeira tem comportamentos ao esforço de tração e de compressão muito idênticos,

deve por isso haver uma adequada ligação entre as duas camadas, de forma a que haja uma boa distribuição de esforços na laje mista. Para isso, existem vários tipos de ligadores, sendo que os propostos pelo autor são os do tipo cavilha (pregos ou parafusos).

Esta combinação permite tirar o melhor partido das características dos dois materiais, combinando a rigidez, resistência e proteção ao fogo do betão com o reduzido peso próprio da madeira.

Este tipo de solução deve cumprir o seguinte guião de montagem, [45]:

- Realização de um escoramento adequado do pavimento existente, visto que a introdução de uma laje em betão provoca cargas elevadas;
- Proteção da superfície da madeira da humidade resultante da betonagem, tal pode ser conseguido com a introdução de telas impermeabilizantes;
- Colocar os ligadores (protegidos contra a corrosão) com o afastamento calculado pela equipa de projeto;
- Colocação da cofragem recuperável que recebe a laje de betão;
- Montagem da malha eletrossoldada;
- Betonagem.

Em suma, as principais vantagens desta estratégia são, segundo [46]:

- Obter cerca do dobro da capacidade de resistência às cargas em comparação com a solução original;
- Aumento da rigidez à flexão, para o triplo ou quádruplo;
- Funcionamento do sistema em diafragma;
- Diminuição do nível de vibrações;
- Aumento da capacidade de isolamento térmico e acústico;
- Maior resistência ao fogo;
- Fácil de implementar numa obra de reabilitação;
- Económico, uma vez que parte dos materiais são reutilizados.

As principais desvantagens a referir são o aumento do peso próprio e da altura do pavimento e a eventual imprecisão da avaliação do funcionamento estrutural conjunto dos dois materiais, betão e madeira.

De acordo com todos os conceitos e princípios referidos nos parágrafos anteriores, o autor, realizou uma proposta de um pavimento tipo a executar no seu caso de estudo, com referência aos materiais a utilizar e as devidas medições, essa proposta está de seguida apresentada (Figura 7.1) e foi obtida com recurso à ferramenta de desenho AutoCad.

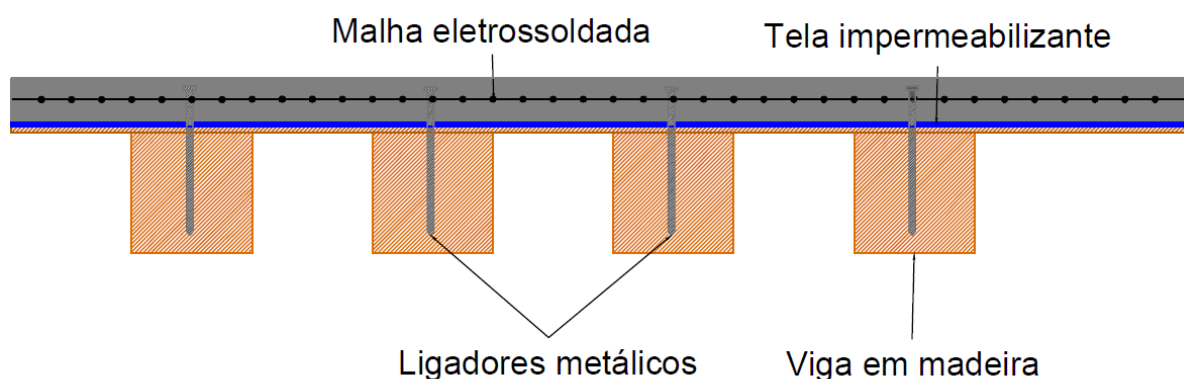


Figura 7.1 - Pavimento misto madeira betão

Definida a estrutura do pavimento tipo a executar, importa referir quais os materiais que devem ser aplicados para fazer o acabamento desta solução.

Relativamente ao pavimento das Instalações Sanitárias, este deve ser revestido com uma camada de um material cerâmico, é a solução ideal, por ser impermeável e por ser facilmente lavável.

Quanto ao restante pavimento, o acabamento proposto é em soalho flutuante, esta é uma solução standard para o revestimento de um pavimento e faz sentido, principalmente numa obra de reabilitação, manter essa solução. É de instalação simples e rápida e, depois de aplicado, é de manutenção simples.

7.3 PAREDES INTERIORES

Na aplicação ao caso de estudo há duas soluções distintas de paredes interiores, as paredes da caixa de escadas realizada em tabique e as paredes de compartimentação em gesso cartonado.

7.3.1 PAREDE EM TABIQUE

As paredes da caixa de escadas são realizadas em tabique simples, esta escolha por parte do autor deve-se principalmente ao facto de na tese [34] a aluna ter escolhido esta solução e assim ser possível manter uma continuidade entre todos os pisos.

De salientar, que a claraboia que se pretende manter na cobertura, está apoiada nestas novas paredes estruturais em tabique

O modo de execução e as características deste sistema construtivo estão referidos no capítulo 3.2.2.2 da presente dissertação, pelo que não se justifica voltar a repetir a mesma informação.

Assim sendo, serve o presente capítulo para apresentar a solução que o autor produziu (Figura 7.2)

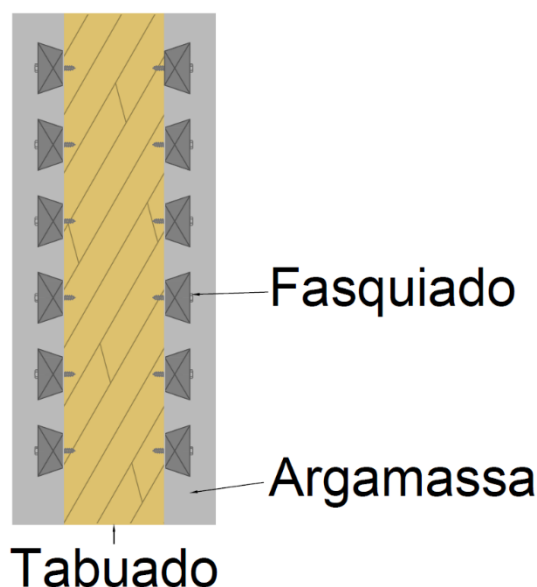


Figura 7.2 - Tabique Simples

7.3.2 PAREDE EM GESSO CARTONADO

O conteúdo existente neste subcapítulo foi obtido, essencialmente pela consulta do Manual Técnico de Instalação de Sistemas em Placas de Gesso do fornecedor Gyptec, [47]. Através desta consulta foi possível ao autor compreender o método de montagem das paredes em gesso laminado e, assim indicar um guião de aplicação que deve ser seguido, tal como os materiais e respetivas dimensões de cada elemento.

A solução escolhida é designada de Placa Composta e é constituída por gesso cartonado e isolamento em poliestireno expandido (EPS), o que lhe confere características melhores de desempenho térmico das soluções construtivas.

Para além das melhorias a nível de conforto térmico, também há outros parâmetros que importa salientar, tais como:

- Resistência à flexão: corresponde ao valor da resistência à flexão da placa de gesso cartonado e pode ser consultada no Quadro 7.1, retirado do documento acima referido:

Quadro 7.1 - Resistência à flexão das placas de gesso cartonado, adaptado de [47]

Tipo de tabela		Placa A					Placa H, F e D	
Espessura (mm)		6	9,5	12,5	15	18	12,5	15
Rotura à flexão (N)	Longitudinal	258	400	550	650	774	550	650
	Transversal	101	160	210	250	303	210	250

- Resistência Térmica: está dependente da espessura de cada material que constitui a placa e os seus respetivos valores da condutibilidade térmica.

Quadro 7.2 - Resistência térmica das placas compostas com EPS, adaptado de [47]

Ref. ^a	EPS 10-20	EPS 13 - 20	EPS 10 - 30	EPS 13 - 30	EPS 10 - 40	EPS 13 - 40	EPS 10 - 60	EPS 13 - 60
R [(m ² .°C)/W]	0,57	0,59	0,83	0,86	1,10	1,12	1,62	1,65

Importa também referir a metodologia a seguir para realizar a montagem desta solução na intervenção a realizar no edifício do caso de estudo, ou seja, de uma forma geral devem cumprir-se os seguintes passos, [47]:

1. Implantação do sistema;
2. Aplicação dos elementos horizontais, designados por perfis raia;
3. Execução dos elementos verticais, isto é, os perfis montantes;
4. Aplicação das placas.

De seguida são apresentados dois cortes da parede a montar no edifício da Rua da Ponte Nova, o corte da Figura 7.3 é transversal e perpendicular ao plano do solo, permitindo verificar as ligações da parede ao pavimento e ao teto, já o corte da Figura 7.4, também este transversal, mas desta vez paralelo ao

plano do piso, este ajuda a compreender a distância entre perfis metálicos de montante e o modo de ligação das placas de gesso a estes perfis.

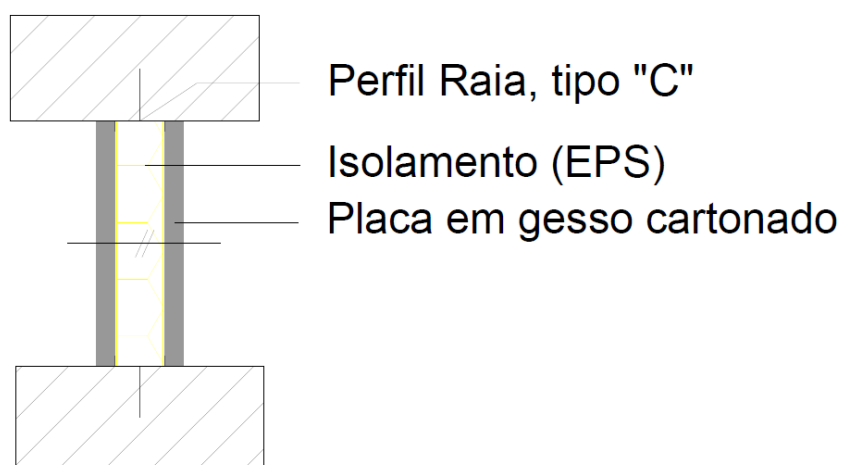


Figura 7.3 - Corte transversal vertical da parede composta

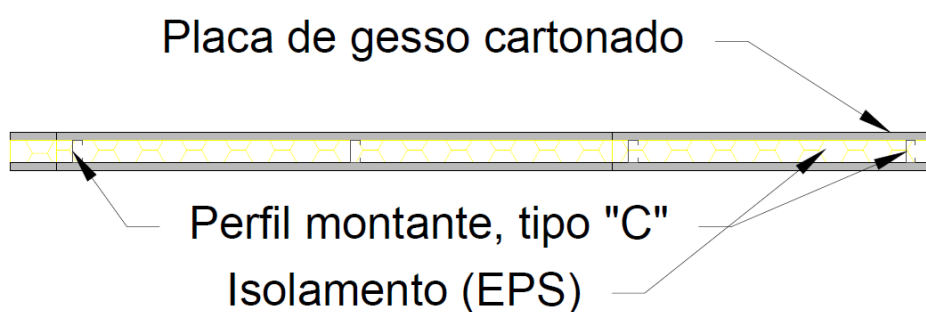


Figura 7.4 - Corte transversal horizontal da parede composta

7.4 DESEMPENHO DAS PAREDES EXTERIORES

Esta solução tem na sua composição um painel designado por ISOLPRO que é um compósito de cimento leve e outros agregados, que se apresenta como uma alternativa à construção tradicional em panos de alvenaria ou tijolo.

Estas placas possuem um bom comportamento ao fogo, podendo resistir durante duas horas e meia a uma temperatura de 1000 °C.

As placas ISOLPRO são usadas como elemento de preenchimento das paredes exteriores e são compatíveis com a utilização de qualquer tipo de sistema construtivo, principalmente o LSF, o que se torna bastante interessante para aplicação em obras de reabilitação.

As placas de preenchimento utilizadas têm como principais características as indicadas no Quadro 7.3.

Quadro 7.3 - Características e desempenho das placas de ISOLPRO, adaptado de [49]

Caraterísticas		Desempenho	
Reação ao fogo		Classe B-s1, d0	
Resistência ao fogo		EI 120	
Resistência ao corte		3,78 KN	
Resistência ao impacto	Segurança	Corpo mole (50 kg)	700 J
		Corpo duro (1 Kg)	10 J
	Utilização	Corpo mole (50 kg)	130 J
		Corpo duro (0.5 Kg)	6 J
Resistência à corrosão		Sem corrosão	
Condutibilidade térmica da argamassa leve		0.233 W/m°C	
Resistência térmica do painel		0.13 m².°C/W	

O Quadro 7.4 e o Quadro 7.5, que a seguir são apresentados, explicitam o desempenho acústico e o comportamento térmico da solução da parede exterior, estes foram obtidos seguindo a ficha técnica do produto “Parede ISOLPRO”.

Quadro 7.4 - Índice de Isolamento a Sons de condução aérea - R_w , adaptado de [49]

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
R (dB)	34	39,3	39,4	41,7	43,9	45,1	47,9	48,5	51,5
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	49,8	51,4	56,2	59,3	59,8	58,4	60,6	64,3	63,7

Quadro 7.5 - Desempenho térmico da solução de parede [U - W/(m².°C)], adaptado de [49]

Elemento da envolvente	Zona Climática		
	I1	I2	I3
	U = 0,50	U = 0,40	U = 0,35
Solução de parede ISOLPRO	Verifica	Verifica	Verifica

De acordo com o REH, DL 118/2013 – Tabela I.05B da Portaria nº 379-A/2015

7.5 DESEMPENHO DA COBERTURA

De seguida, o autor apresenta as propriedades associadas a esta solução, estas são fornecidas pela consulta da ficha técnica do Painel Sandwich da empresa FTB e serve como referência para o leitor ter uma melhor compreensão do comportamento deste sistema, [50]. Conjuntamente a ficha técnica da telha lusa da empresa Torreense Cerâmicas [51], apresenta as características físicas e mecânicas da telha escolhida para a solução da cobertura.

O Quadro 7.6 apresenta o desempenho da solução proposta para a cobertura do edifício em estudo, quer em termos térmico, acústicos, assim como o seu comportamento ao fogo.

Quadro 7.6 - Propriedades do Painel Sandwich, adaptado de [50]

Espessura (mm)		50	75	100	120
Térmicas	Resistência Térmica (R) [m².K/W]	1,19	1,78	2,38	3,86
	Coeficiente de transmissão térmica (U) [W/m².K]	0,71	0,50	0,39	0,33
Acústica	Isolamento Sonoro (R _w)	34 dB	Superior 34 dB		
Classe de Reação ao Fogo			A2-s1, d0		
Classe de Resistência ao Fogo Padrão		EI 45	EI 120		

O Quadro 7.7 é relativo às cargas que o painel consegue suportar sem entrar em rutura.

Quadro 7.7 - Cargas máximas admissíveis [KN/m^2], adaptado de [50]

Vão livre L (m)	Força máxima (Carga de Rutura)		Flecha máxima (mm)
	N/m^2	Kg/m^2	
1,50	6118	624	26
2,00	4408	450	27
2,50	3041	310	31
3,00	2224	227	49

O Quadro 7.8 apresenta o desempenho técnico da telha lusa.

Quadro 7.8 - Desempenho da telha lusa: normas/exigências funcionais, adaptado de [51]

Caraterísticas Físicas e Mecânicas	Especificação	Verificação
Resistência à Flexão	1200 N	Cumpre
Coefficiente de permeabilidade	Método 2 – Categoria 1 [NP EN 539-1]	Cumpre
Resistência ao gelo	Método E – Nível 2 [NP EN 539-2]	Cumpre

7.6 JANELAS

É necessário realizar aberturas na estrutura envolvente em Aço Leve para que, nesses vão exteriores, sejam instalados os caixilhos das janelas.

É fundamental, compreender como se processa a sua montagem, porque normalmente nos pequenos pormenores ocorrem grande parte dos erros de execução, que podem, posteriormente, resultar em anomalias graves. Assim sendo o autor apresenta os perfis necessários para a execução da verga que tem como função receber o caixilho da janela e redistribuir os esforços proveniente dos montantes superiores. Estas são constituídas por (ver Figura 7.5):

- Guia, perfis em U;
- Montante, perfis em C;
- Fixação, através de parafusos.

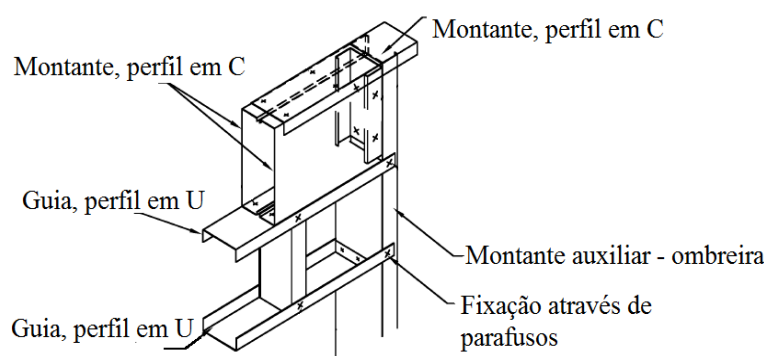


Figura 7.5 - Estrutura da verga em LSF

Após a execução da verga, é colocado o caixilho em madeira, do tipo *Gercima* ou semelhante, a sua fixação é conseguida através de parafusos que unem o caixilho à estrutura em Aço. A Figura 7.6 mostra em alçado a solução que se propõe.

A janela tem uma função muito importante num edifício, tanto devido aos diferentes efeitos estéticos que é capaz de proporcionar, assim como pelas características de proteção do meio interior em relação aos agentes exteriores, tais como:

- Estanquidade à água, ao ar e ao vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Conforto;
- Facilmente adaptável às necessidades do utilizador, sendo possível alterar a sua cor, por exemplo.

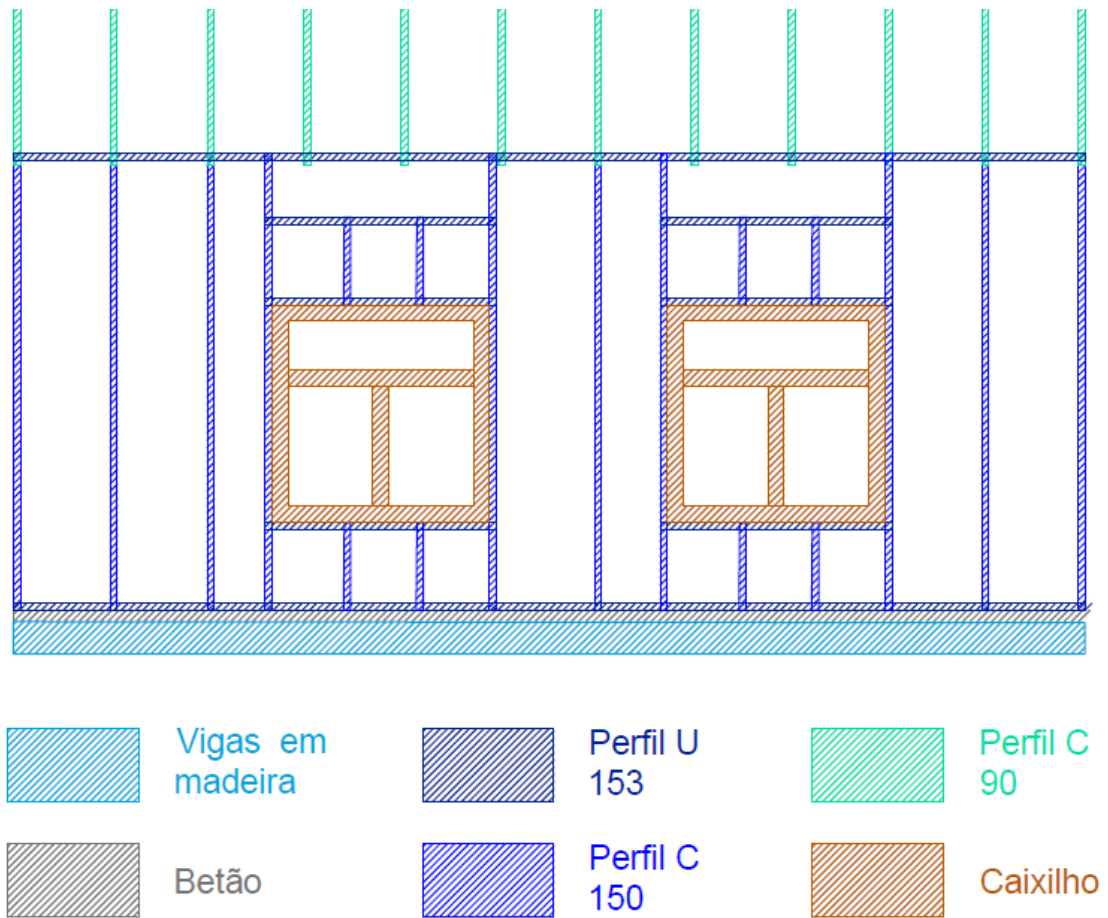


Figura 7.6 - Estrutura da verga com o caixilho *Gercima*

8

CONCLUSÃO

8.1 PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Assiste-se em Portugal, e no caso particular do Porto, a uma mudança de paradigma no panorama da construção. Nesse contexto, ocorre cada vez mais uma aposta na reabilitação do património habitacional de forma a conferir aos edifícios antigos características que melhorem as suas condições de habitabilidade.

O principal objetivo deste trabalho era a realização de um projeto de reabilitação de uma cobertura de um edifício antigo usando sistemas inovadores. Assim sendo, este ponto foi cumprido parcialmente, tendo sido realizados pelo autor o projeto de arquitetura e parte do projeto de estruturas (foi proposto o sistema a adotar, não tendo sido realizado cálculos de dimensionamento). Devido ao pouco tempo disponível para realizar um projeto na sua totalidade, o autor decidiu elaborar apenas os acima referidos.

Relativamente aos objetivos secundários, todos eles foram cumpridos, deixando o autor com um sentimento de realização total pelo trabalho desenvolvido.

A metodologia de intervenção foi concebida depois de uma fase de pesquisa bibliográfica em documentos que abordavam o assunto. O autor apresenta esse guião no capítulo 4 e, posteriormente, tentou aplicar parte desses princípios ao seu caso de estudo. Com o intuito de melhor se compreender a aplicabilidade desta metodologia, o autor considera que esta poderia ser testada numa reabilitação real, na qual seja possível cumprir todas as etapas mencionadas nessa mesma metodologia.

O segundo objetivo passava por elaborar um guião para a realização de um projeto de arquitetura que facilmente cumprisse com as imposições dadas na legislação e ainda alguns princípios de senso comum. Tal, também foi completado com sucesso e ainda foi possível testar a sua aplicabilidade ao caso de estudo. Após a sua aplicação, o autor pode concluir que certos critérios são difíceis de ser cumpridos devido às características inerentes a alguns edifícios antigos, tornando desafiante a organização do espaço interior. Assim sendo, o autor considera que este guião pode ser alvo de uma revisão, de forma, a ser ainda mais ajustável à maioria das intervenções em edifícios antigos. No entanto, acredita que esta primeira versão foi muito bem conseguida, cumprindo praticamente todos os objetivos a ela associados.

Relativamente à possibilidade de aproveitamento dos vãos das coberturas em edifícios típicos da Casa Burguesa do Porto, primeiramente o autor fez um levantamento dos elementos característicos destes edifícios, com o objetivo de compreender qual o valor arquitetónico de cada um deles e assim, decidir que elementos devem ser preservados e restaurados numa cobertura e quais podem efetivamente ser demolidos por não acrescentarem qualquer valor. Em segundo lugar, aplicou esta teoria de intervenção

a um sótão de um caso real, descrevendo todos os passos que devem ser cumpridos desde a demolição da cobertura pré-existente à ampliação do piso através da instalação de um novo piso.

Tanto o projeto de arquitetura, como o de estruturas e como todas as soluções construtivas propostas pelo autor para aplicação ao seu caso de estudo foram concebidas com a finalidade de tornar exequível a ideia de adaptar as águas furtadas do Porto a uma nova funcionalidade, a de habitação.

Por fim, a implementação de um sistema inovador fez parte dos objetivos do autor e, como tal, decidiu propor um sistema estrutural em Aço Leve (LSF). A decisão de escolher este sistema em detrimento de uma solução mais tradicional em alvenaria, prende-se com as suas características de rápida execução e de pouco peso próprio, o autor considerou que este sistema cumpria na perfeição os requisitos necessários para ser aplicado numa ampliação de piso num edifício antigo do centro do Porto.

De forma a compreender a solução completa da intervenção, o autor realizou vários desenhos de pormenor dos sistemas construtivos escolhidos e elaborou representações em corte, alçado e em planta do sótão e da cobertura.

O Quadro 8.1 apresentado mais à frente sintetiza a quantidade de desenhos produzida pelo autor.

8.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Todos os objetivos definidos pelo autor para a presente dissertação foram, de uma forma geral, cumpridos. Contudo, há certos aspetos que o autor gostaria de ter desenvolvido mais em detalhe, mas que devido à falta de disponibilidade em termos de tempo e pela falta de experiência não foi possível.

Assim sendo, o autor propõe um conjunto de ideias que podem servir como desenvolvimentos futuros deste trabalho.

Em primeiro lugar, propõe-se que seja aplicada a metodologia de intervenção definida nesta tese a um caso real, mas que sejam cumpridas todas as etapas que não puderam ser analisadas neste documento. Entre elas, o autor destaca a análise e diagnóstico para o estudo prévio à definição da estratégia de intervenção, ou então, a obtenção de orçamentos e posterior acompanhamento da fase de execução. Deste modo, seria possível concluir com maior certeza a aplicabilidade da metodologia proposta.

A segunda proposta que o autor apresenta é a de realizar um estudo de viabilidade económica do reaproveitamento dos vãos das coberturas dos edifícios antigos para fins habitacionais. Deve ser realizada uma prospeção do mercado imobiliário de modo a compreender se, de facto, há interesse em dar aos sótãos uma nova funcionalidade e fazer uma análise ao custo de construção destas intervenções e qual a margem de lucro para uma posterior venda ou arrendamento do espaço.

Finalmente, o autor acredita que o sistema em Aço Leve não é o único sistema inovador que possa ser aplicado a uma intervenção como a que propõe no caso de estudo, assim sendo, futuramente poderiam ser analisados outros sistemas alternativos, como por exemplo o Cross Laminated Timber (Madeira Laminada Cruzada).

Quadro 8.1 - Síntese de desenhos produzidos com recurso ao software AutoCad

Desenhos produzidos		Quantidade
Mapa de demolições	Plantas	2
	Cortes	3
	Alçados	3
Arquitetura	Plantas	2
	Cortes	3
Estruturas	Plantas	3
	Cortes	1
	Alçados	1
Solução completa da Envolvente exterior	Alçados	3
Detalhes	Apoio da viga	1
	Perfis metálicos	5
	Ligação parede exterior-pavimento	3
	Parede exterior	1
	Ligação entre perfis (cobertura)	3
	Cobertura	1
	Ligação parede exterior - cobertura	3
	Pavimento	1
	Tabique estrutural	1
	Gesso laminado	1
	Janela	1
Total		42

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Arede, A., Costa, A., Inspeção e Diagnóstico Estrutural de Construções históricas. Algumas contribuições da FEUP. In *A Intervenção no Património – Práticas de Conservação e Reabilitação. FEUP-DGEM*, Porto, 2 a 4 de outubro de 2002
- [2] Peixoto Freitas, V. e outros., *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos*, Ordem dos Engenheiros (Região Norte), Porto, 2015
- [3] Filipe de Oliveira Ferreira, N. *Técnicas de Ligação de Pavimentos/Paredes em Reabilitação de Edifícios Antigos*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2009
- [4] Vasconcelos Paiva, J. Reabilitação da cidade e dos edifícios: conceitos e experiências. In *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, Instituto Nacional de Habitação, Lisboa, 2006
- [5] ICOMOS. *Princípios para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitetónico*. Victoria Falls, Zimbabwe, outubro de 2003
- [6] Wikipédia (https://pt.wikipedia.org/wiki/Eugène_Viollet-le-Duc). 20/03/2020
- [7] Wikipédia (https://pt.wikipedia.org/wiki/John_Ruskin). 20/03/2020
- [8] Wikipédia (https://pt.wikipedia.org/wiki/Camillo_Boito). 20/03/2020
- [9] Serviço Internacional dos Museus. *Carta de Atenas*. Conclusão da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumentos, 21 a 30 de outubro de 1931, Atenas
- [10] UNESCO. *Carta de Veneza sobre a Conservação e o Restauro de Monumentos e Sítios*. II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos dos Monumentos Históricos, 1964, Veneza
- [11] Comité de Ministros do Conselho da Europa. *Carta Europeia do Património Arquitetónico*. Congresso sobre o Património Arquitetónico Europeu, 21 a 25 de outubro de 1975, Amesterdão
- [12] Comité de Redação. *Carta de Cracóvia 2000 Princípios para a Conservação e o Restauro do Património Construído*. Conferência Internacional sobre Conservação “Cracóvia 2000”, 26 de outubro de 2000, Cracóvia
- [13] Reyes Nieto, J., Dimões da Silva, L., Murtinho, V., Rigueiro C., Gonçalves A., *Conceptual Model for the Sustainable Rehabilitation of Medium-Size Inner Cities in Europe: Coimbra, Portugal*. Journal of Urban Planning and Development, American Society of Civil Engineers, USA, número 3, volume 142, November 05
- [14] Brandi, C. *Teoria do Restauro*. Edições Orion, Amadora, 2006
- [15] Giorgi, L., Matracchi, P. *Architectural Evolution: Modifications, Alterations, and Restorations through Centuries*. Journal of Performance Constructed Facilities, American Society of Civil Engineers, USA, número 5, volume 31, October 2017
- [16] Bertolazzi, A., Campagnola, M., Croatto, G., Turrini, U., Santi, G. *Building Upward: Methodological Approach to Defining Criteria and Guidelines for Interventions for Italian Post-War Housing Refurbishment in a Seismic Area*, Journal of Architectural Engineering, American Society of Civil Engineers, USA, número 2, volume 25, February 14
- [17] Desirée Alba-Rodríguez, M^a., Martínez-Rocamora A., Gozález-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., Marrero M., *Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment*, Environmental Impact Assessment Review, Elsevier, July 2017

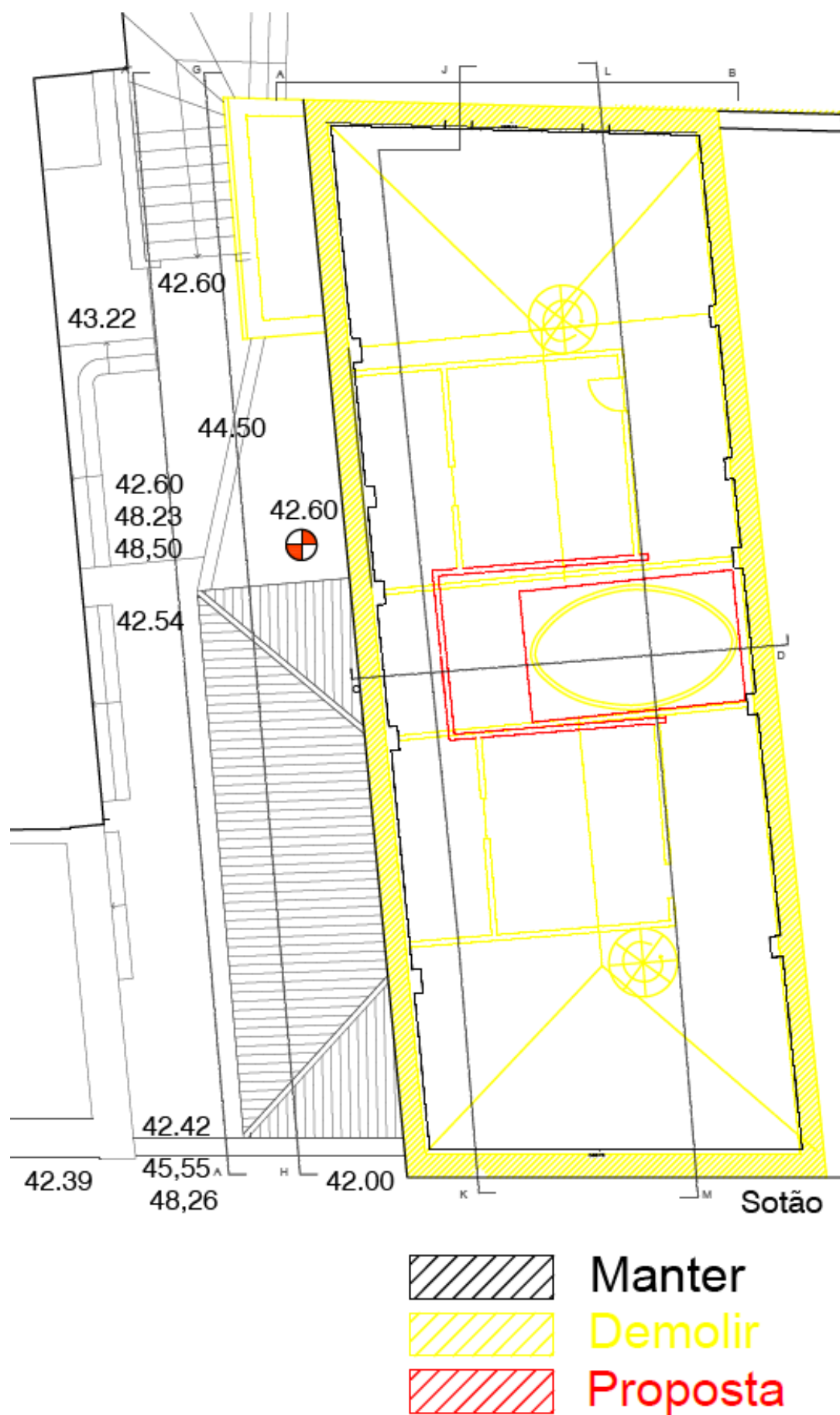
- [18] Ferreira-Sánchez A., Desirée Alba-Rodríguez M., Marrero M., *Technical-Social Tandem in Restoration of Buildings under Emergency Conditions: 40 Homes in Spain*, Journal of Performance of Constructed Facilities, American Society of Civil Engineers, USA, número 3, volume 33
- [19] Versaci A. *The Evolution of Urban Heritage Concept in France, Between Conservation and Rehabilitation Programs*, Procedia – Social and Behavioral Sciences, 2016, Elsevier
- [20] Artola I., Rademaekers K., Williams R., Yearwood J., *Boosting Building Renovation: What potential and value for Europe?* Policy Department A: Economic and Scientific Policy, October 2016, European Parliament
- [21] INE. *Censos 2011 Resultados Definitivos – Portugal*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, 2012
- [22] INE. *Estatísticas da Construção e Habitação – 2018*. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, 2019
- [23] Euroconstruct, *European Construction Market Outlook Until 2015 – Housing Market Only Sector to Expand in the Medium Term. Summary Report*, 74th Conference, dezembro 2012, Munich
- [24] Conceição, J., Poça, B., de Brito, J., Flores-Colen, I., Castelo, A., *Inspection, Diagnosis and Rehabilitation System for Flat Roofs*. Journal of Performance of Constructed Facilities, American Society of Civil Engineers, USA, número 6, volume 31
- [25] Peixoto Freitas, V. e outros, *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos*, Ordem dos Engenheiros (Região Norte), Porto, 2015
- [26] José Lopes Teixeira, J. *Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os séculos XII e XIX*, Prova de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, FAUP, outubro 2004
- [27] Sofia Lopes Pires, J. *Metodologia de Reabilitação de Claraboias Antigas no Centro Histórico do Porto*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2009
- [28] Veiga de Oliveira, E., Galhano F., *Telhados do Porto*. In *Arquitetura Tradicional Portuguesa*, Dom Quixote, Lisboa, 2003
- [29] Veiga de Oliveira, E., Galhano F., *Casas do Porto*. In *Arquitetura Tradicional Portuguesa*, Dom Quixote, Lisboa, 2003
- [30] Vasconcelos Paiva, J. Critérios orientadores e metodológicos da reabilitação de edifícios. In *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, Instituto Nacional de Habitação, Lisboa, 2006
- [31] Carlos Trindade Abrantes Almeida, V. *Reabilitação de Edifícios: estudo do comportamento e análise técnico-económica das soluções utilizadas nas obras de construção e reabilitação*. IGAPHE, Lisboa, 1999
- [32] Corporate authors Consortium RehabiMed *Traditional Mediterranean Architecture – Volume II. Rehabilitation Building*, Barcelona, 2007
- [33] *Portaria nº 701-H/2008, D.R. I Série, 145 p. 5106(37) – 5106(80)*
- [34] Rita Rodrigues Coelho, A. *Reabilitação de Edifício na Rua Ponte Nova – Estudo de Caso*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2017
- [35] Vasconcelos Paiva, J. Exigências funcionais aplicáveis à reabilitação habitacional. In *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*, Instituto Nacional de Habitação, Lisboa, 2006

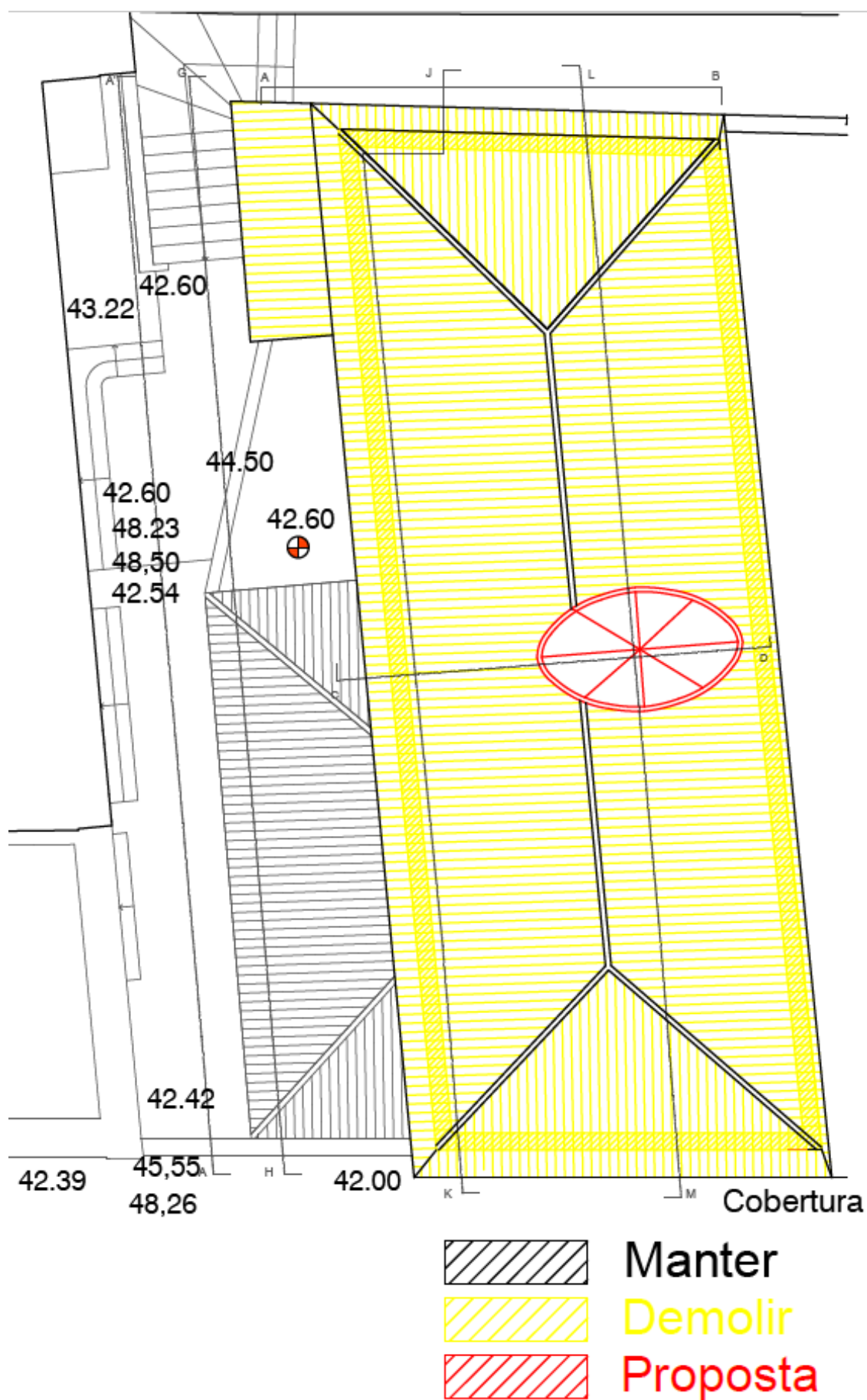
- [36] Decreto Lei nº 38382, Regulamento Geral das Edificações Urbanas, Série I de 1951-08-07, p. 715 – 729
- [37] Appleton, J. *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de Intervenção*, Edições Orion, Amadora, setembro de 2003
- [38] Sofia Martinho Ferreira, M. *O Sistema Construtivo com Estrutura Leve em Aço*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FCTUC, 2014
- [39] Futureng (<http://www.futureng.pt/origens>). 26/05/2020
- [40] Futureng (<http://www.futureng.pt/pre-fabricado>). 27/05/2020
- [41] Perfisa (<https://perfisa.pt/catalogos/>). 27/05/2020
- [42] Futureng (<http://www.futureng.pt/limitacoes-do-lsf>). 27/05/2020
- [43] BlinkHouse (<https://blink.house/sobre/>). 28/05/2020
- [44] BlinkHouse (<https://blink.house/reabilitacao/>). 28/05/2020
- [45] Filipe Sampaio da Costa, L. *Tipificação de Soluções de Reabilitação de Pavimentos Estruturais em Madeira em Edifícios Antigos*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, 2009
- [46] Jorge Branco, M., Cruz, P. *Lajes Mistas de Madeira-Betão*. In Revista Engenharia Civil, nº 15 Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Azurém, Guimarães, 2002
- [47] Gyptec Iberica. *Manual Técnico – Instalação de Sistemas em Placas de Gesso* (https://www.gyptec.eu/manual_tecnico.php) 23/07/2020
- [48] ModelEco, *Manual de Aplicação – IsolPro*, São Pedro do Sul, 2013
- [49] ModelEco, *Ficha Técnica – Painel ISOLPRO*, São Pedro do Sul, 2013
- [50] FTB, *Ficha Técnica – FTB PC 1000* (<http://www.ftb.pt/pt/Documentacao/Fichas-Tecnicas>). 11/07/2020
- [51] Torreense Cerâmicas (<http://www.ceramicatorreense.pt/inicio/telhados/telha-lusa/especificacoes-tecnicas-telha-lusa/>). 25/06/2020

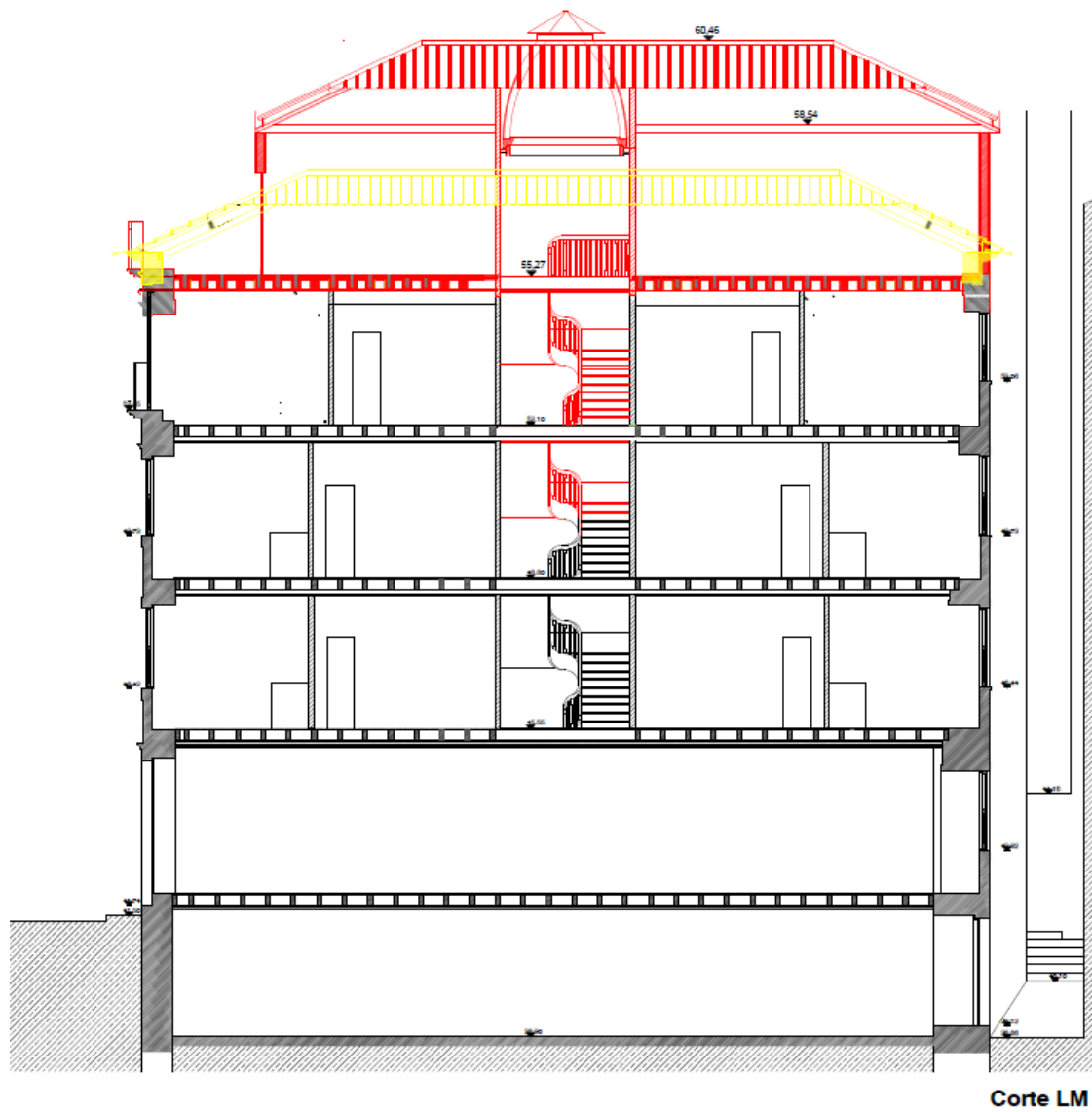
ANEXOS

ANEXO A – MAPA DE DEMOLIÇÕES

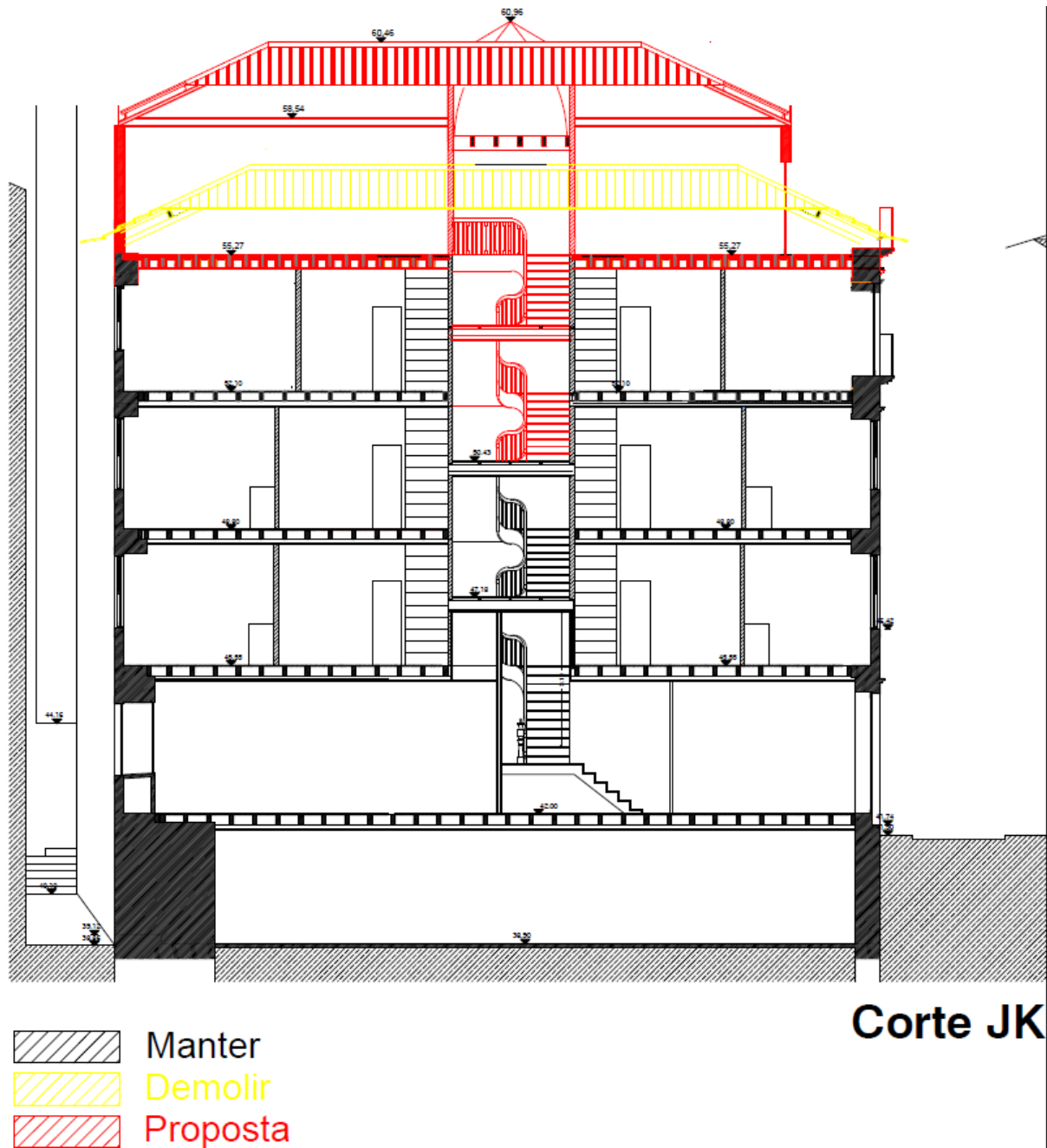
- 1.1 Planta do Sótão
- 1.2 Planta da Cobertura
- 1.3 Corte LM
- 1.4 Corte JK
- 1.5 Corte CD
- 1.6 Alçado Rua da Ponte Nova
- 1.7 Alçado AB
- 1.8 Alçado GH

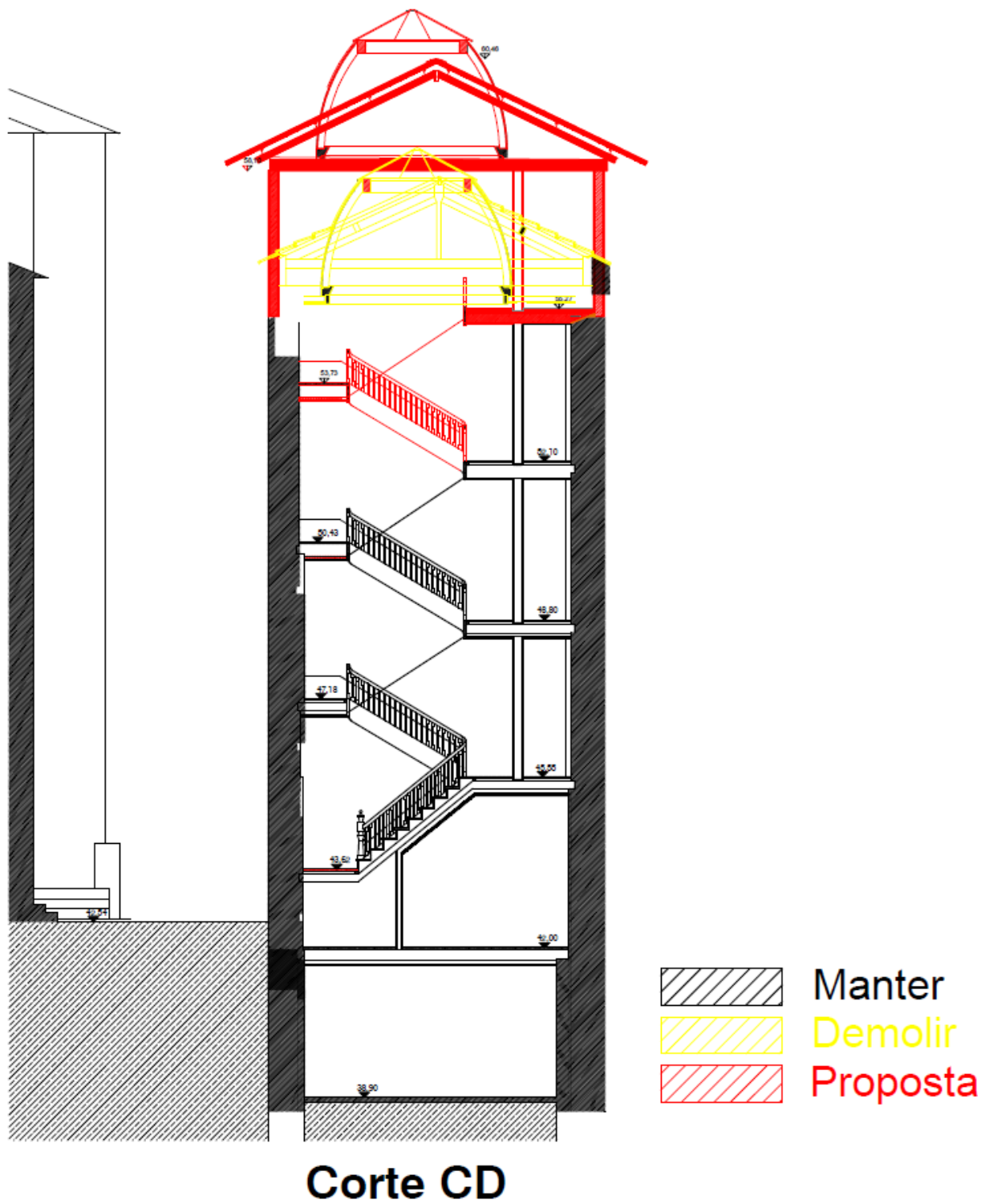


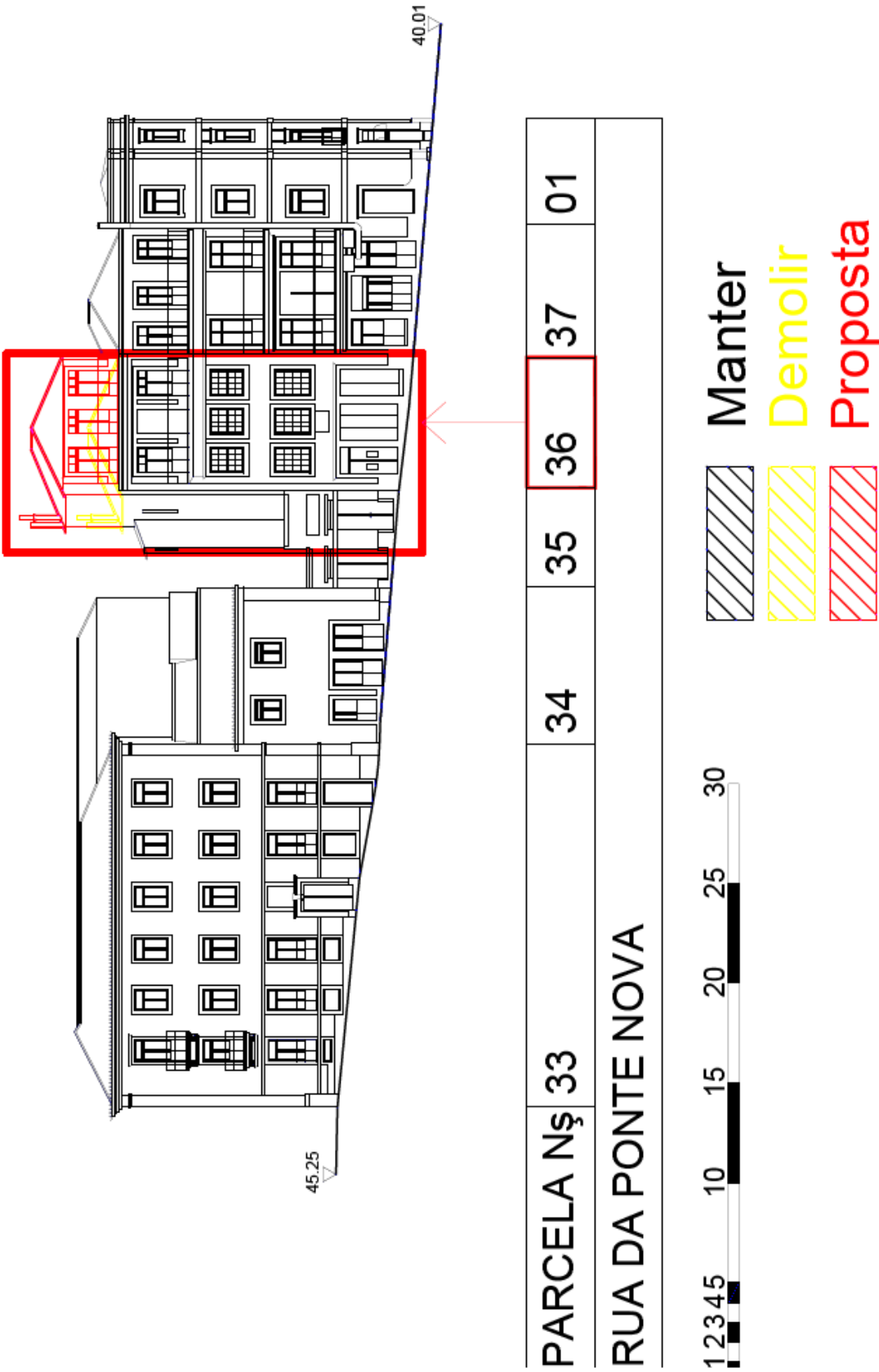




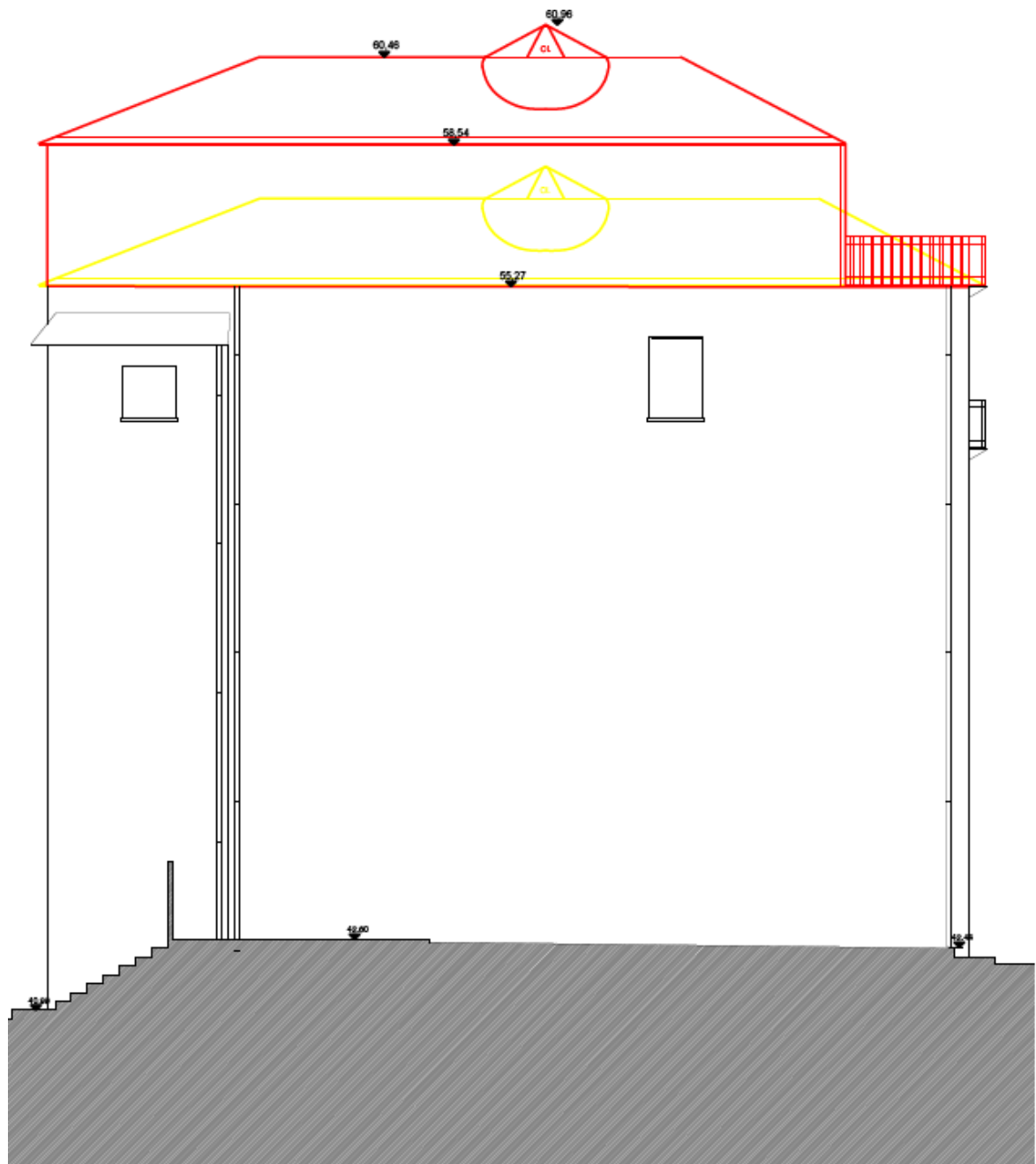
-  Manter
-  Demolir
-  Proposta











Corte / Alçado G11



ANEXO B – ARQUITETURA

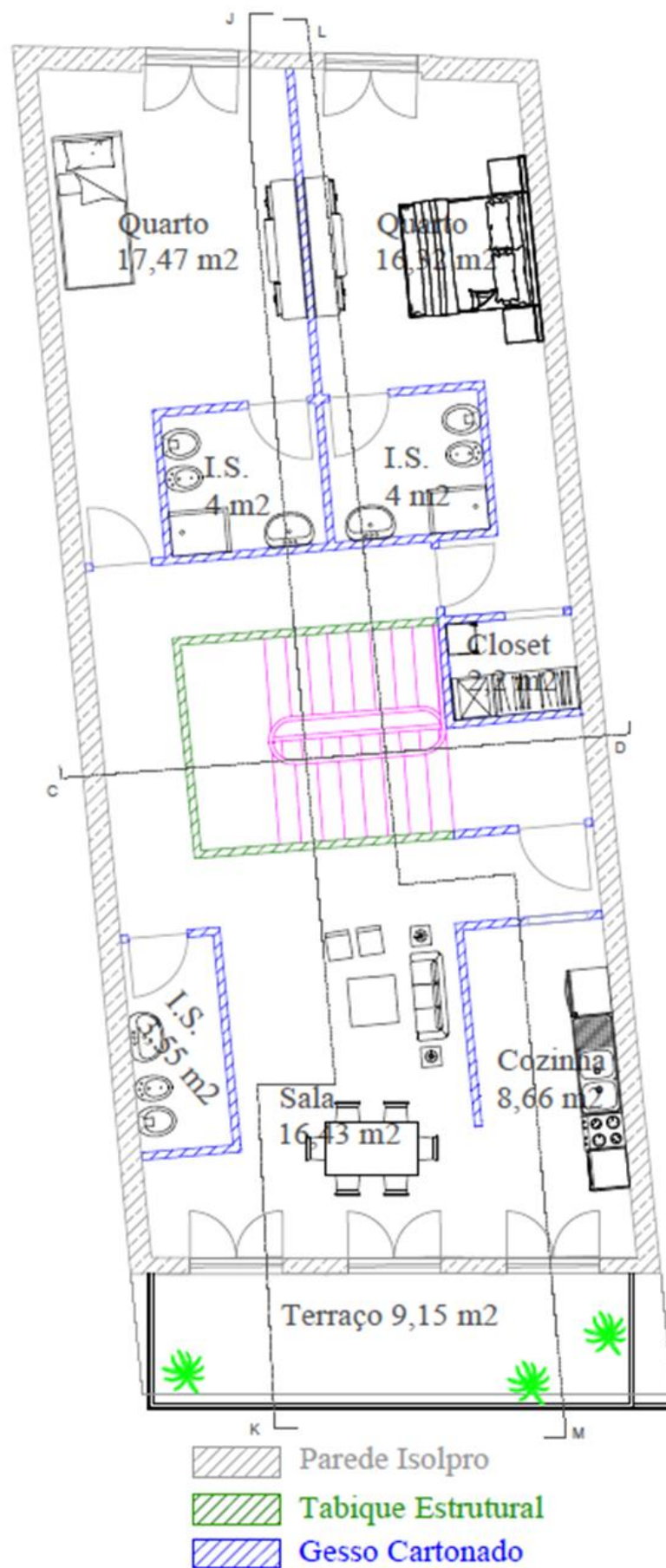
2.1 Planta do Sótão

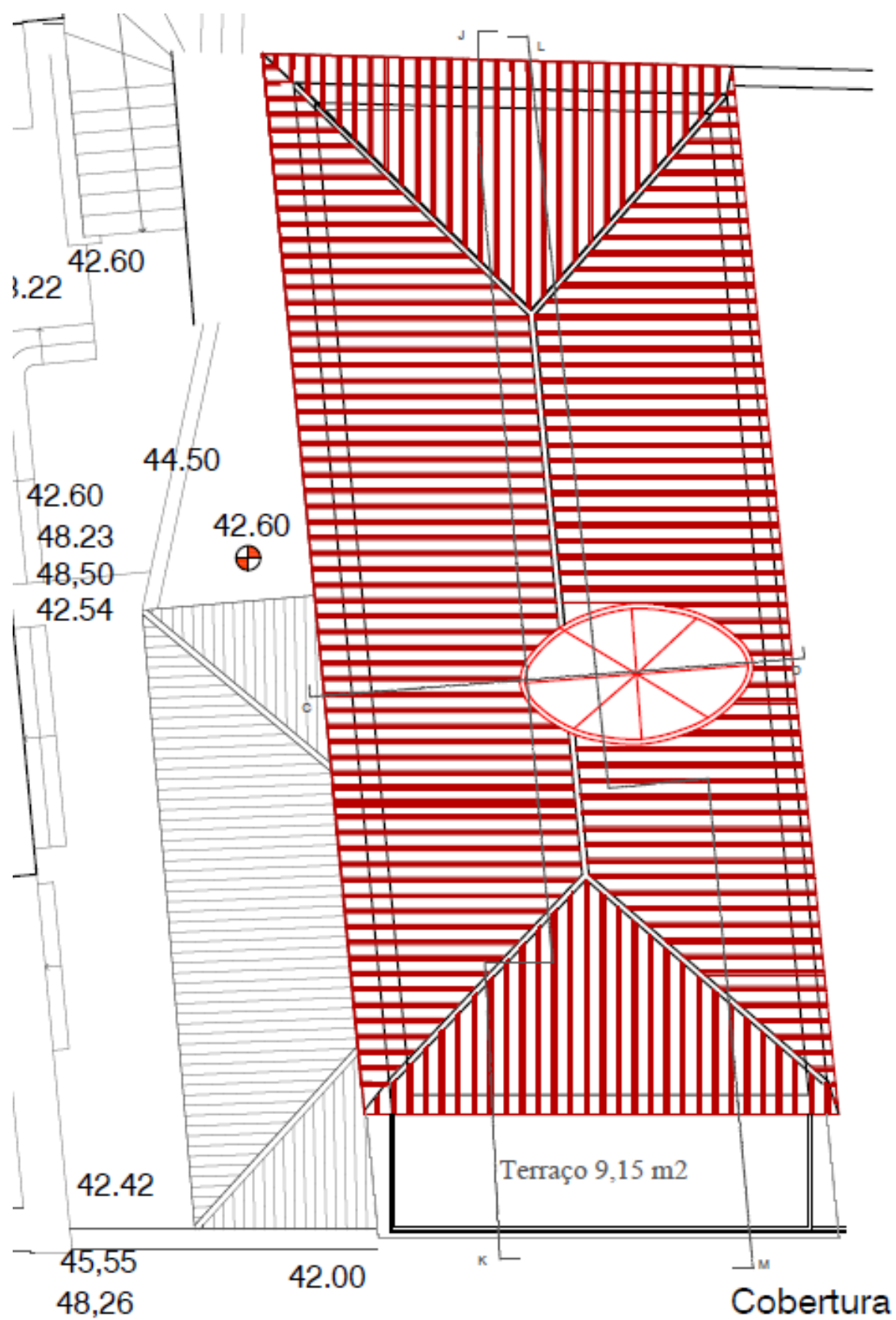
2.2 Planta da Cobertura

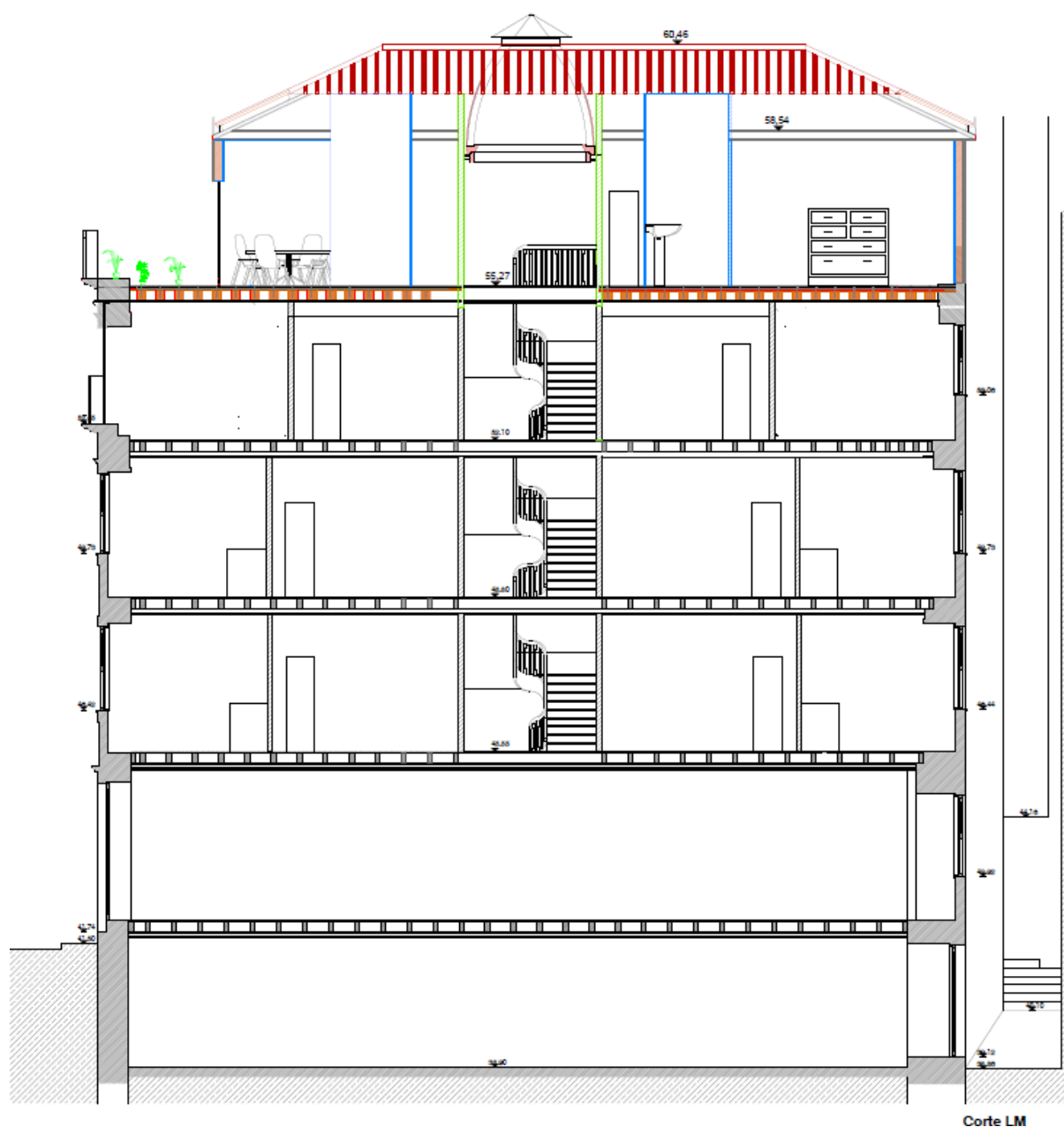
2.3 Corte LM

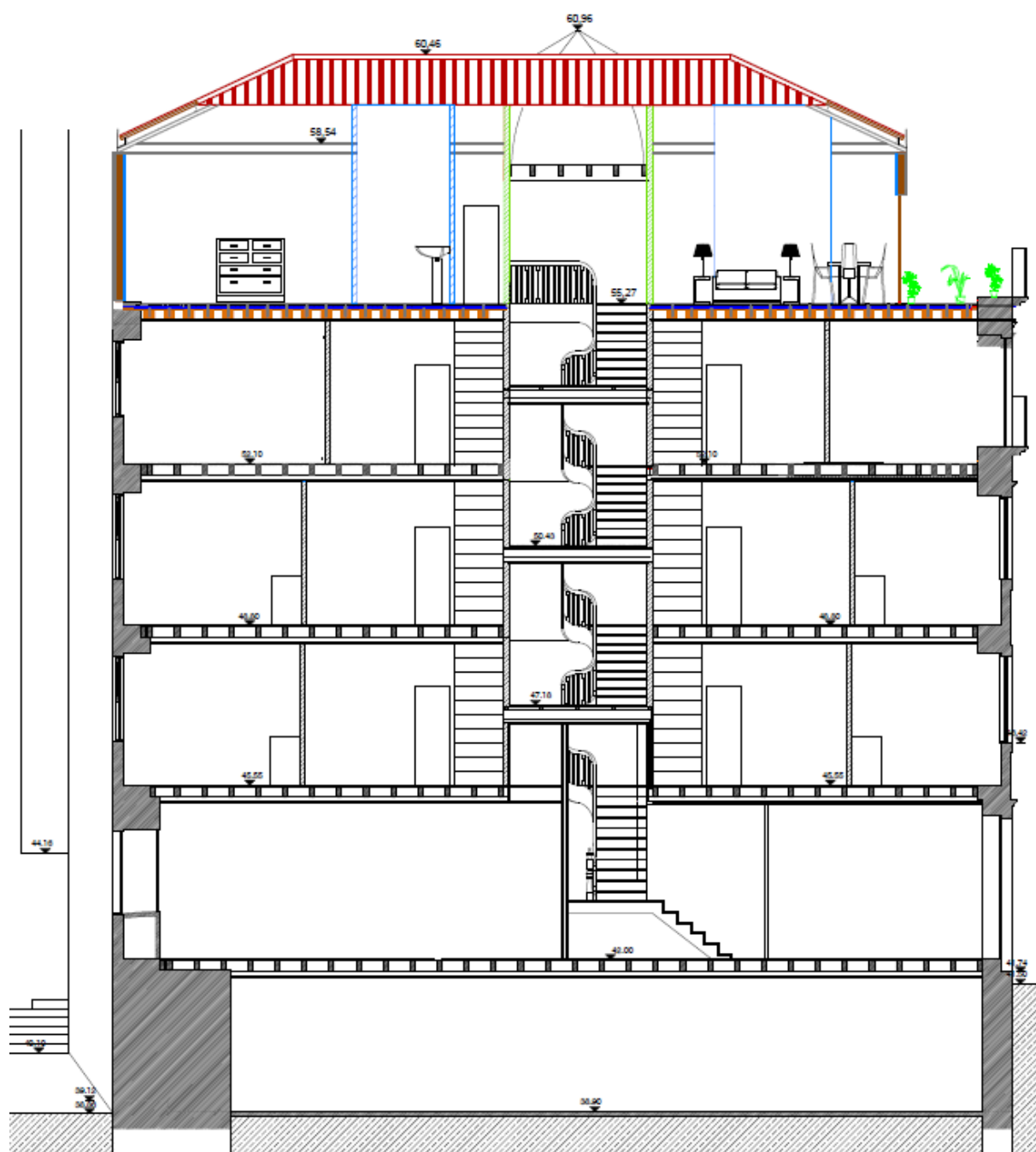
2.4 Corte JK

2.5 Corte CD

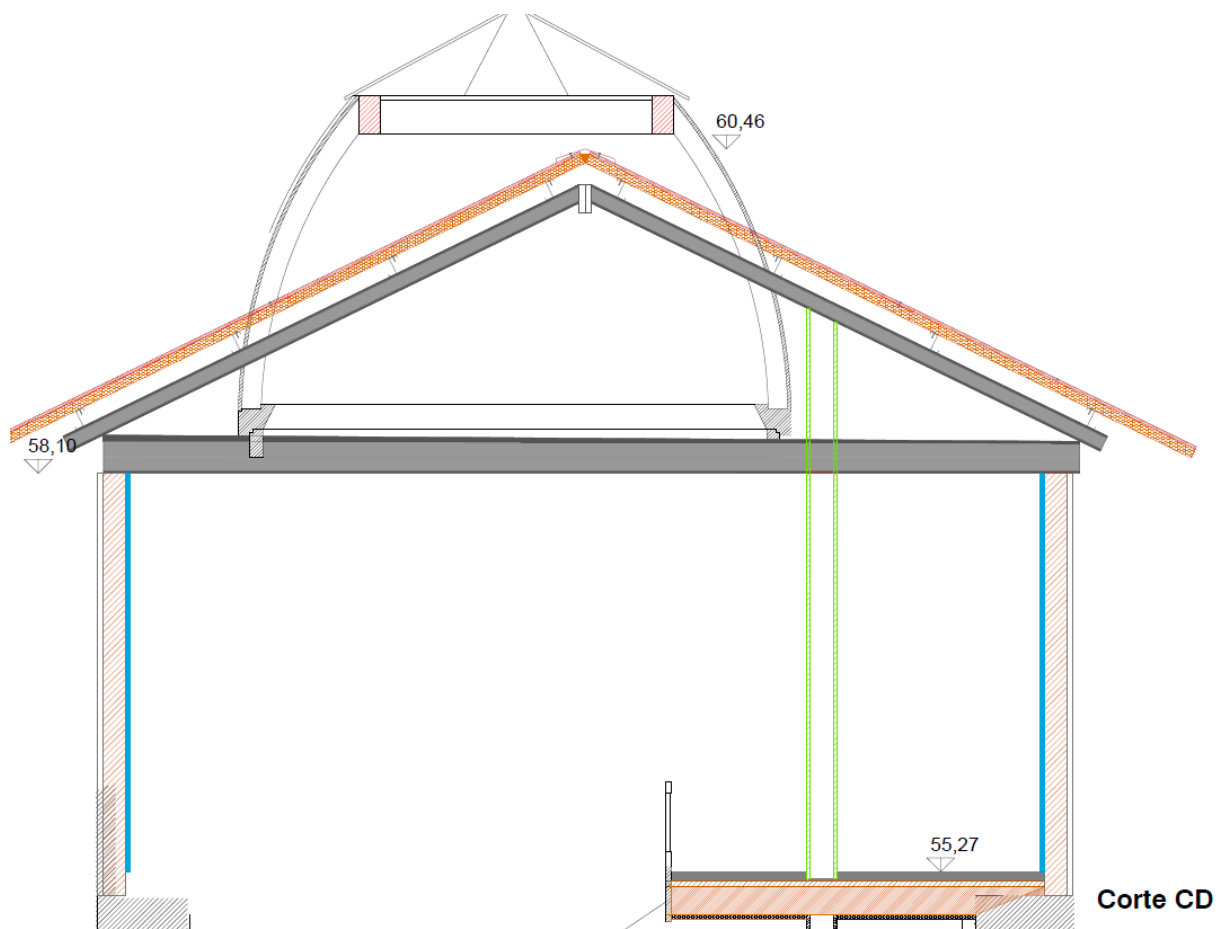






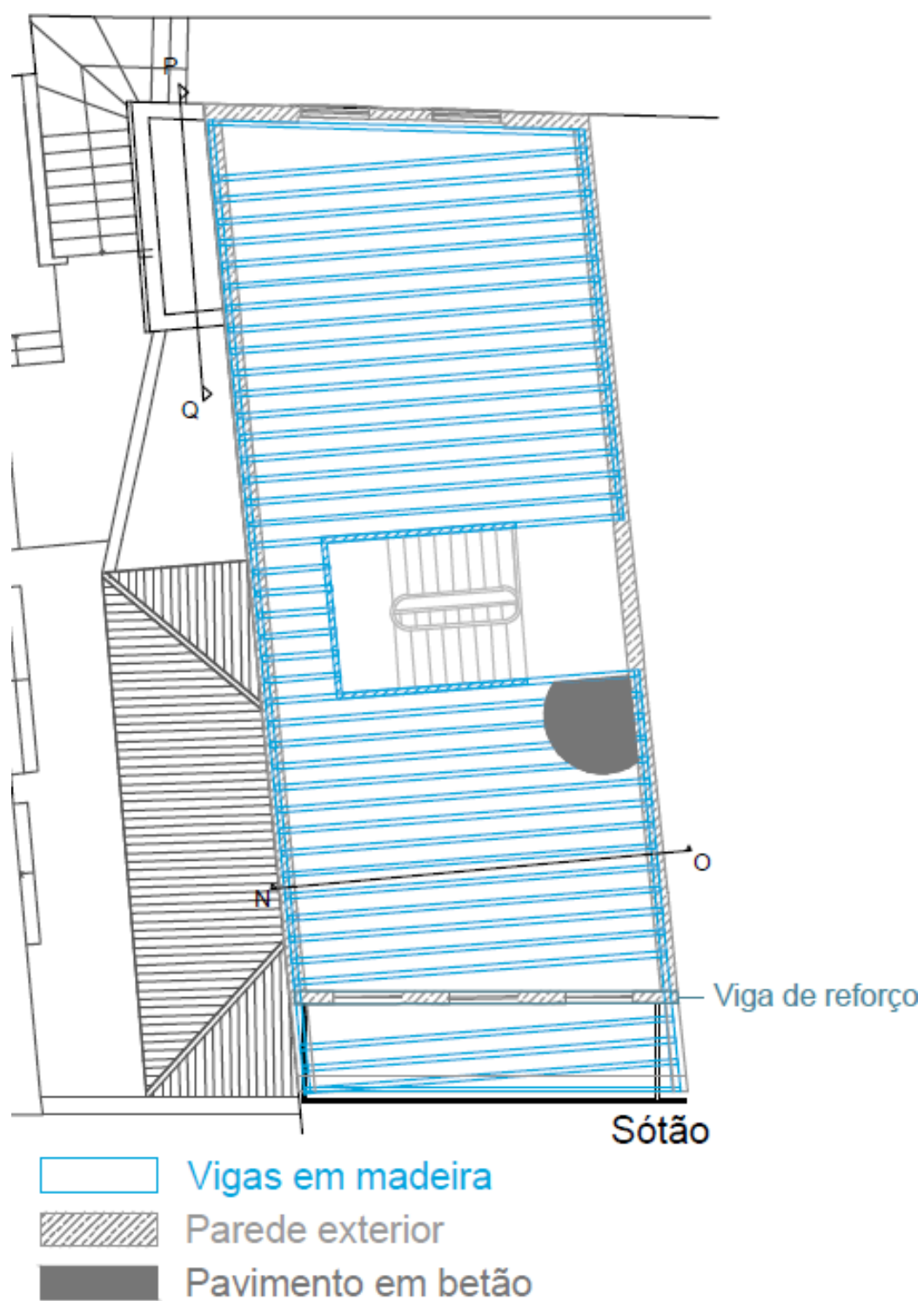


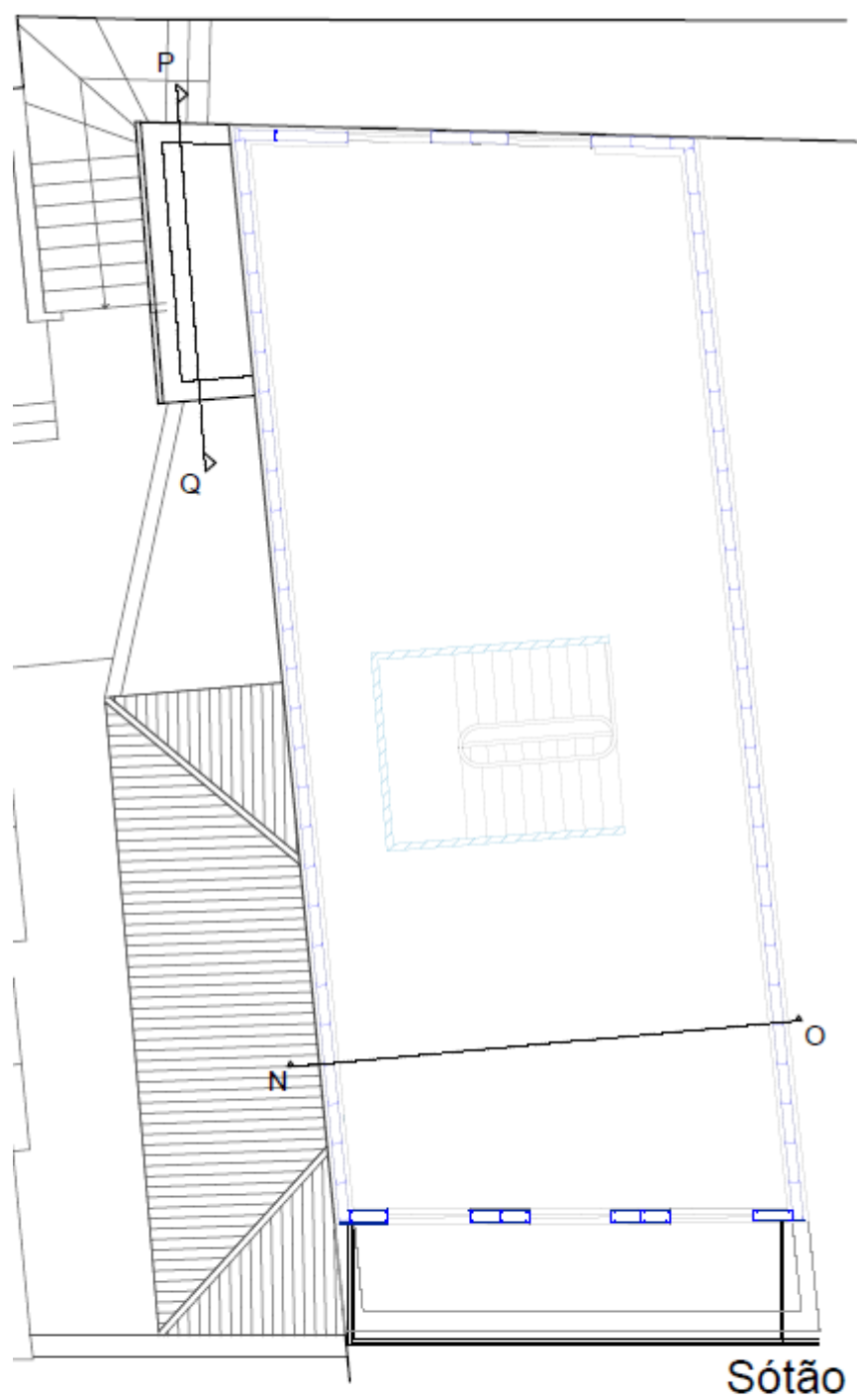
Corte JK



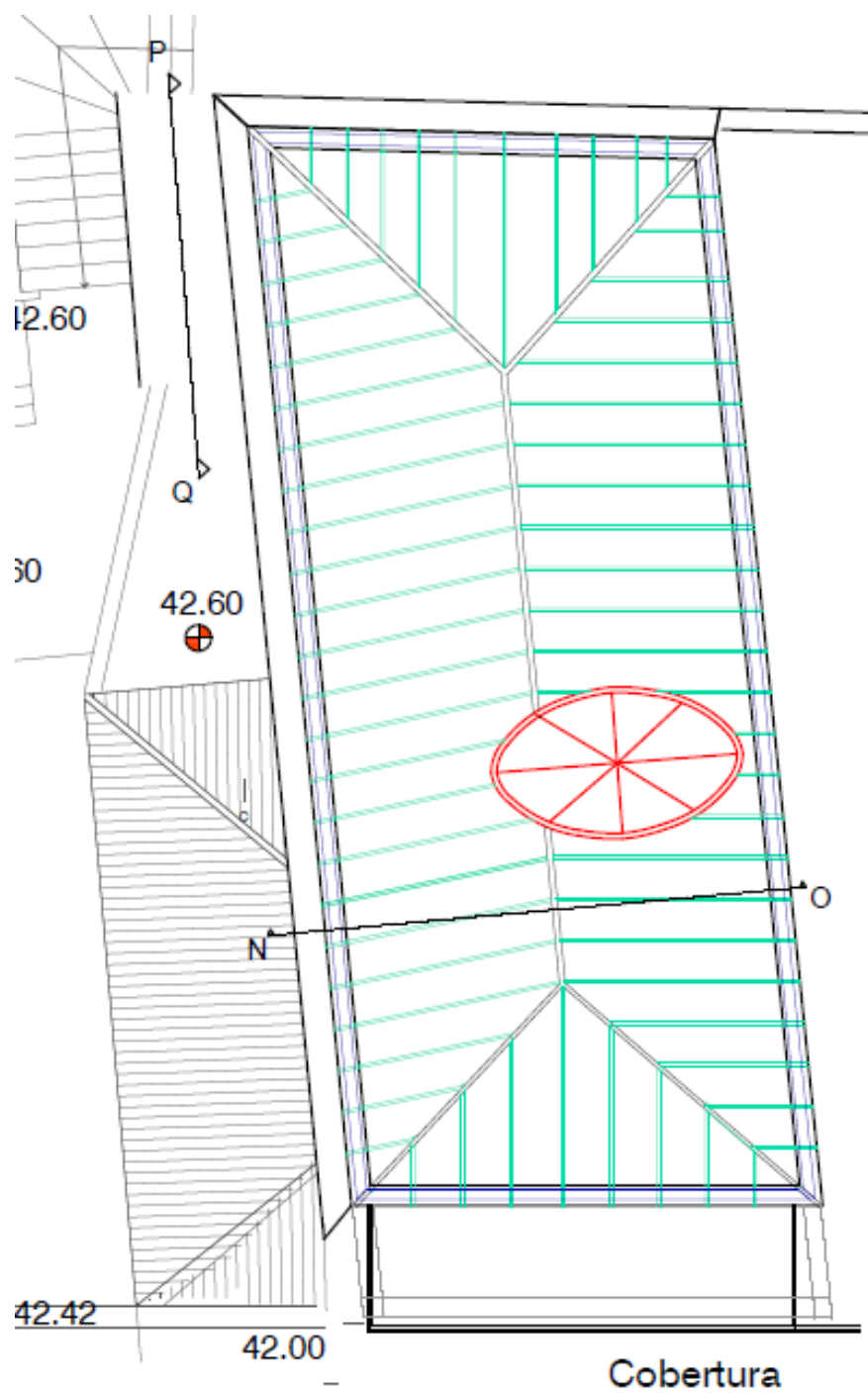
ANEXO C – PROJETO ESTRUTURAS

- 3.1 Planta do pavimento do sótão
- 3.2 Planta de perfis estruturais das paredes do sótão
- 3.3 Planta estrutural da cobertura
- 3.4 Corte NO
- 3.5 Alçado PQ

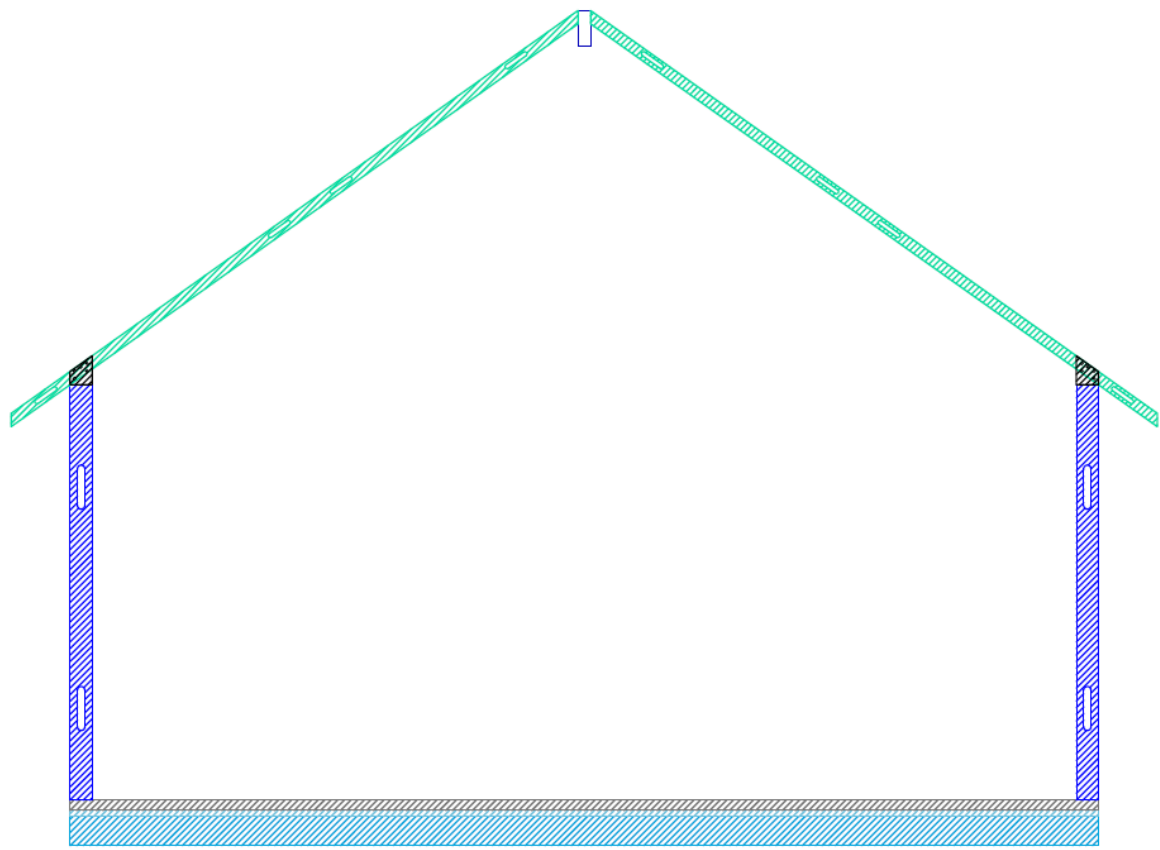




-  Perfil metálico vertical C150
-  Calha inferior U153
-  Tabique estrutural

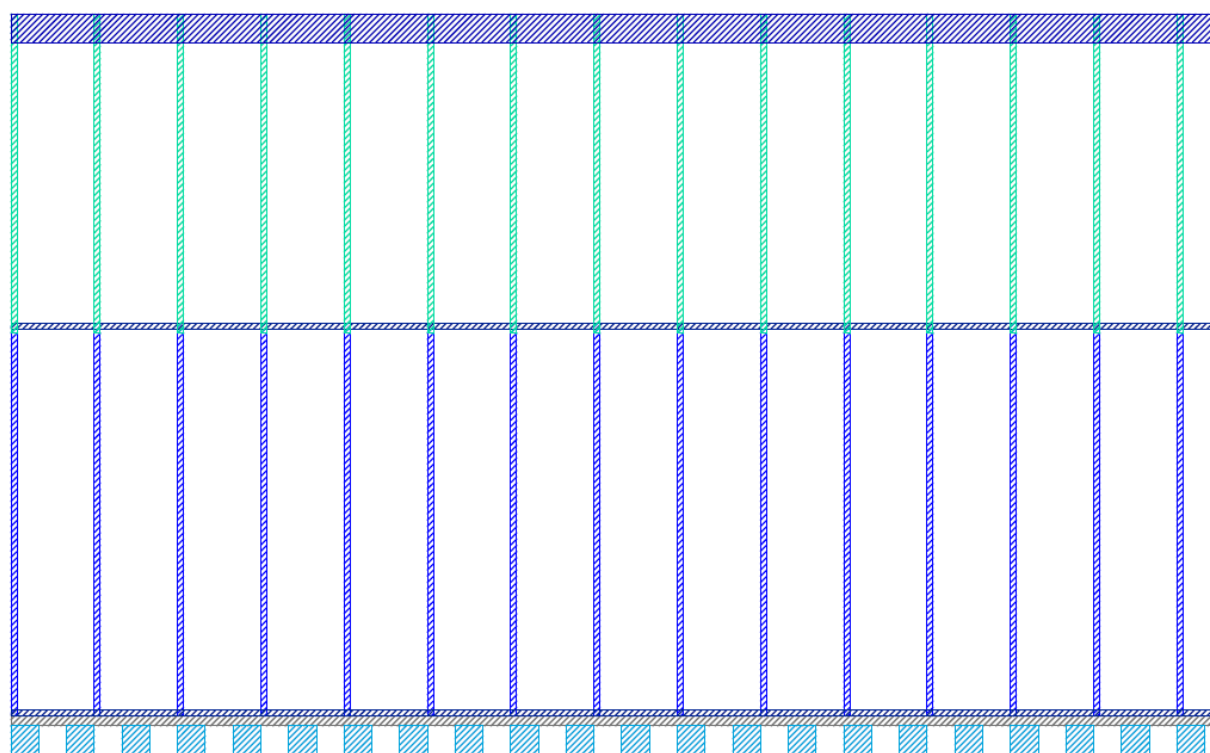


- Asnas metálicas C 90
- Viga de cumeeira U 204
- Guia Superior U 153



Corte NO

	Viga em madeira		Perfil C 90		Perfil U 204
	Betão		Perfil C150		Cantoneira em L



Alçado PQ



Vigas em
madeira



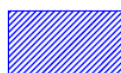
Perfil U
153



Perfil C
90



Betão



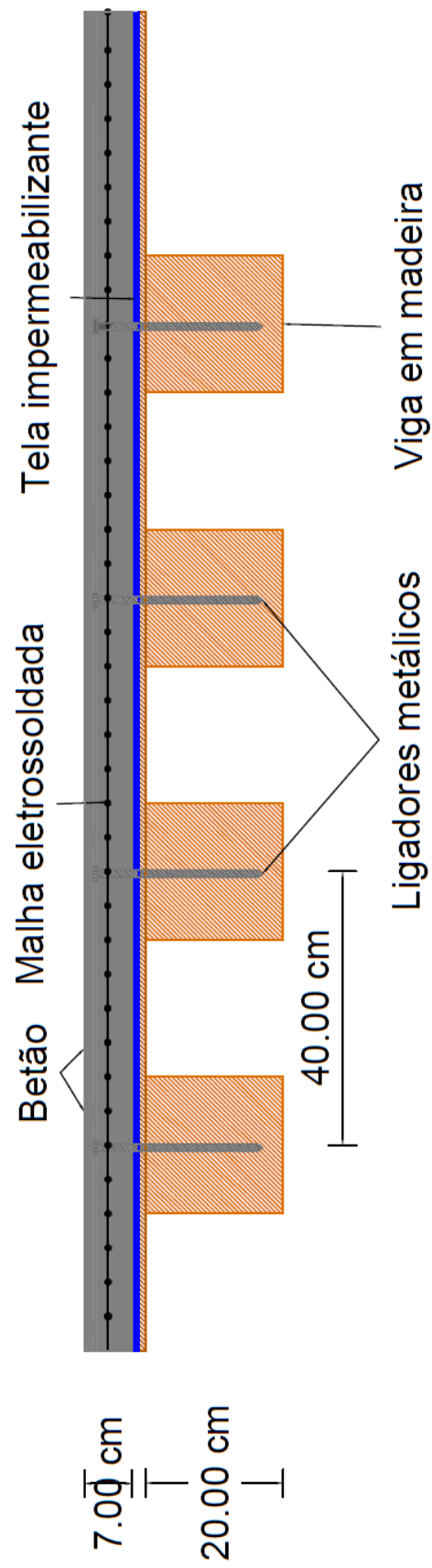
Perfil C
150

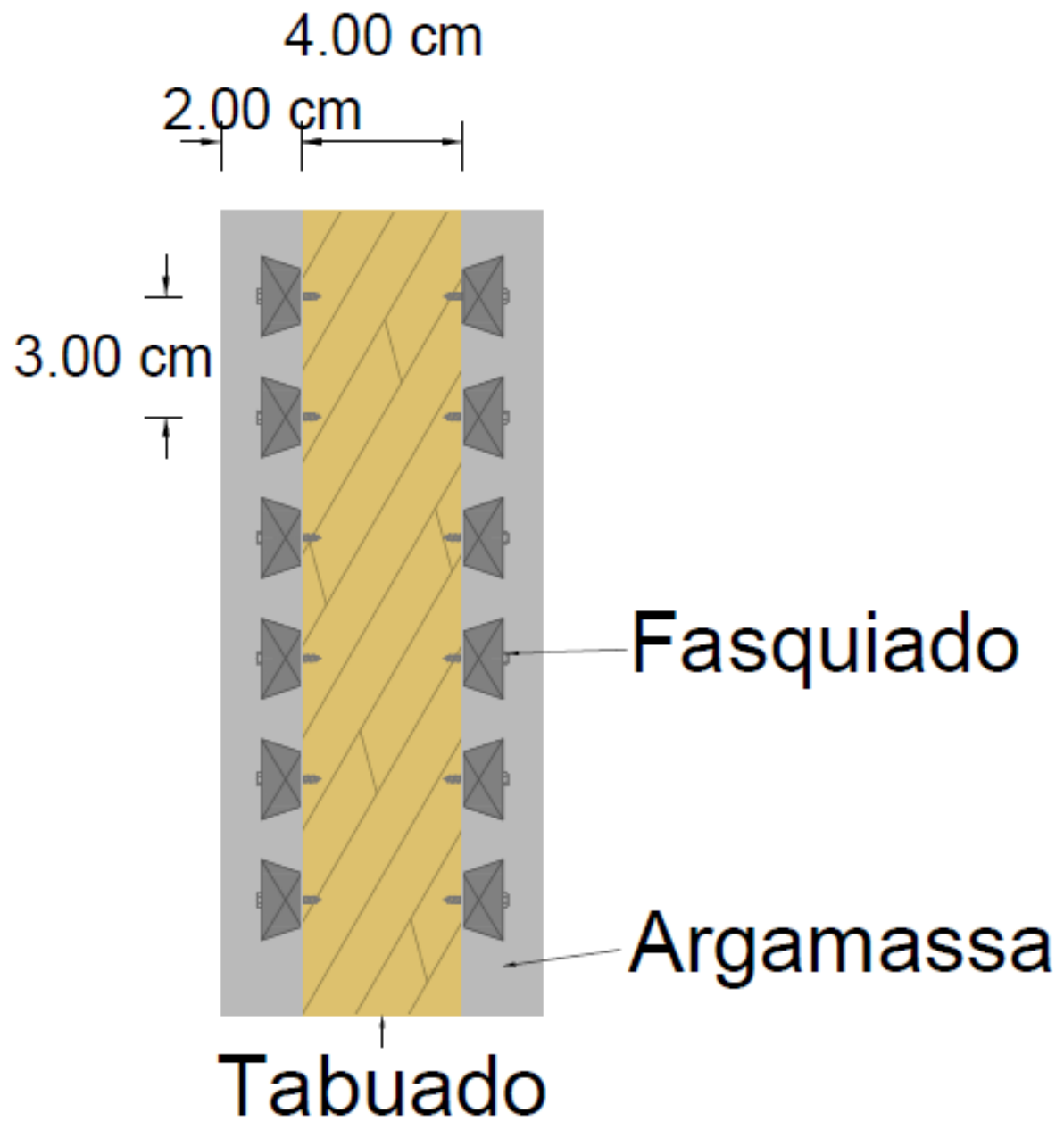


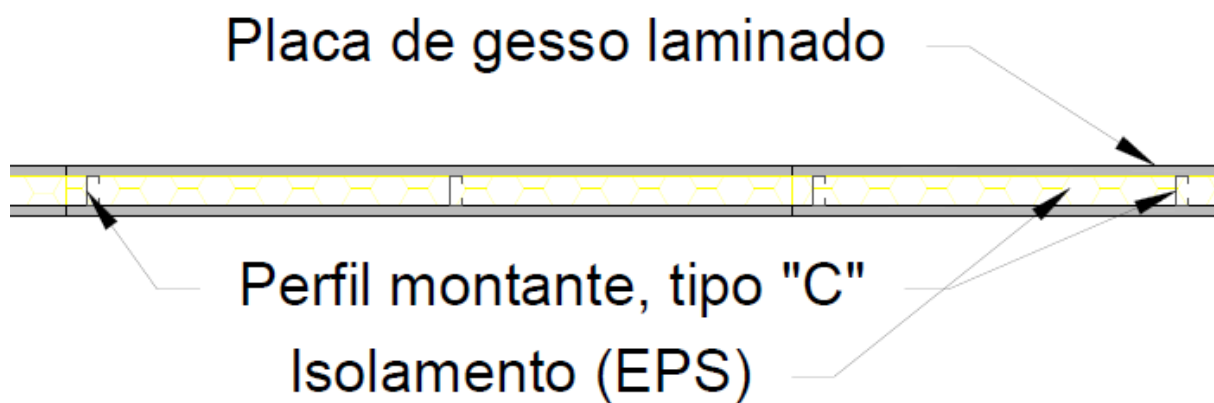
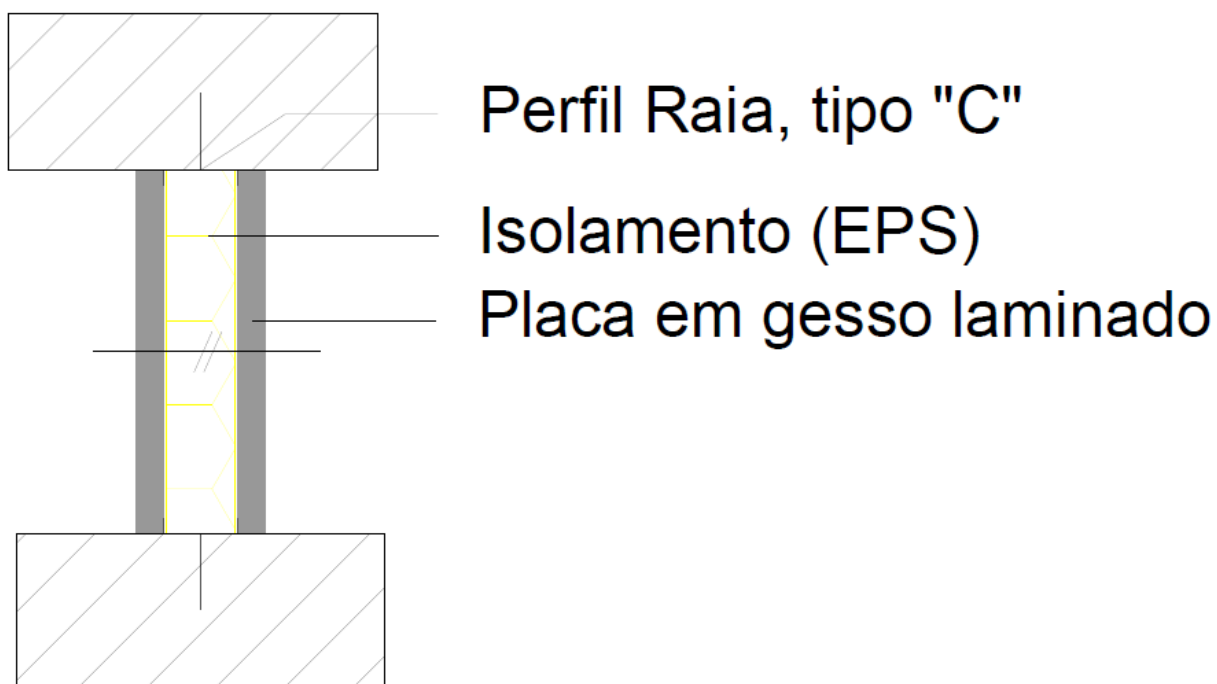
Perfil U
204

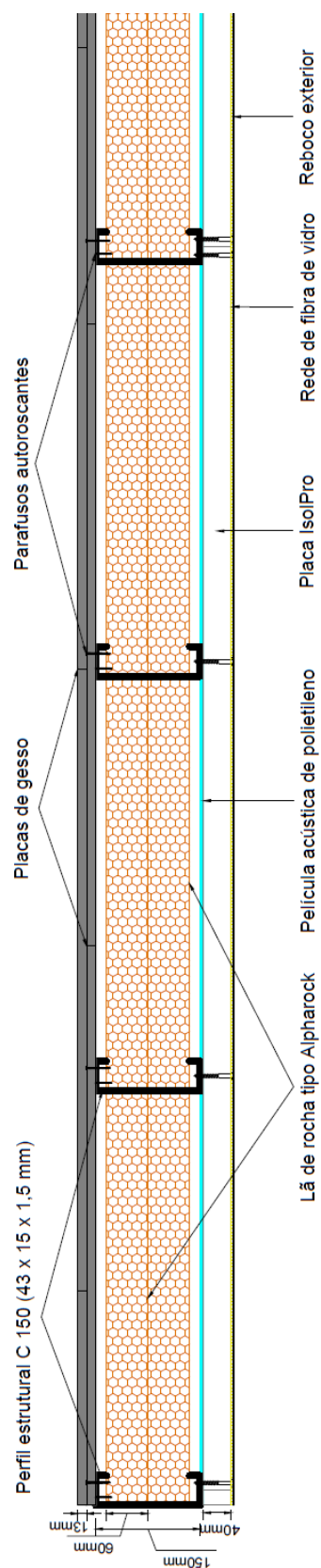
ANEXO D – PORMENORES CONSTRUTIVOS

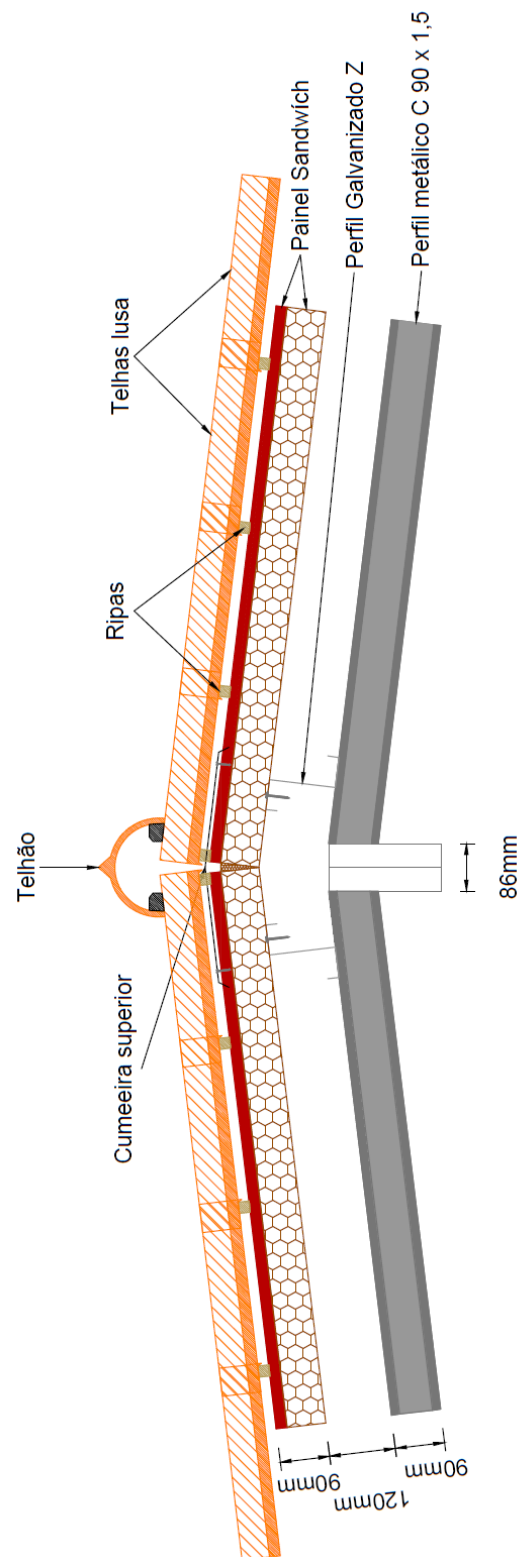
- 4.1 Pavimento Misto Madeira-Betão
- 4.2 Parede Interior em Tabique Estrutural
- 4.3 Parede Interior em Gesso Laminado
- 4.4 Parede Exterior Isolpro
- 4.5 Cobertura em Painei Sandwich
- 4.6 Janela

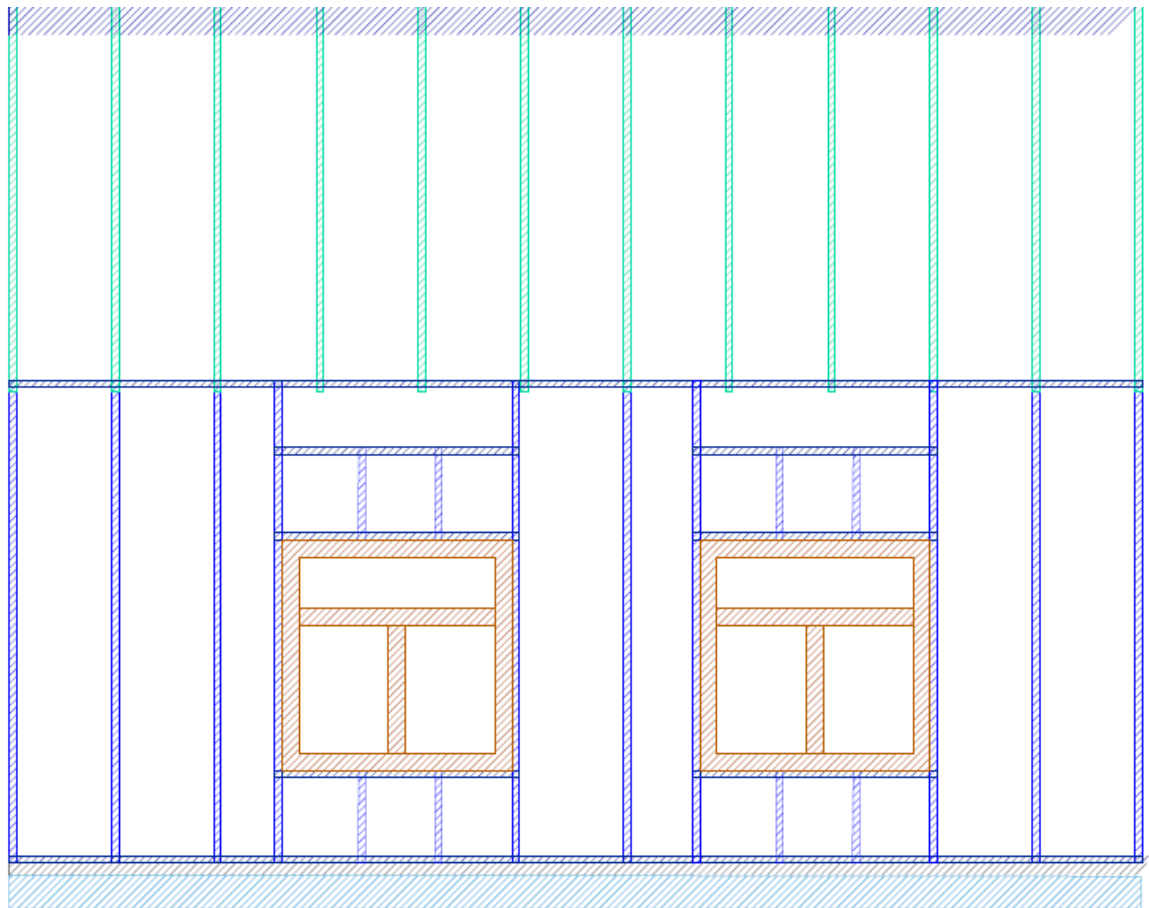












Vigas em
madeira



Perfil U
153



Perfil C
90



Betão



Perfil C
150



Caixilho

