

Reabilitação de Edifícios na Baixa do Porto

Análise de casos de obra

Pedro Miguel Marinho da Silva Martins

“Relatório de estágio apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil no ramo de construções”

Orientador: Professor Coordenador

Carlos Manuel da Silva Félix

Co-orientador

José Luís Vieira de Brito

Julho 2013

Agradecimentos

A realização deste relatório de estágio contou com a colaboração de diversas pessoas e entidades, que necessito deixar uma palavra de agradecimento.

Ao meu orientador, o Professor Carlos Manuel da Silva Félix, o meu agradecimento pelo seu apoio, pelos conhecimentos transmitidos, pela disponibilidade durante todo este período.

Ao meu co-orientador, o Arquitecto Luís Brito, o meu agradecimento por todo o apoio durante o período de estágio, transmitindo os seus conhecimentos, e orientando todo o trabalho desenvolvido no estágio, proporcionando um espírito de equipa durante este período.

À Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana, empresa que me proporcionou a realização de um estágio, contribuindo para o enriquecimento da minha formação profissional.

À minha família e aos amigos, pelo incentivo à realização deste trabalho.

Finalmente, à Daniela, pelo apoio e incentivo, que contribuíram para à conclusão deste trabalho.

Resumo

A reabilitação de edifícios antigos tem vindo a alcançar uma maior importância na atual narrativa da organização das cidades, devido à inevitável necessidade de reabilitar o património arquitetónico dos centros degradados, sendo vista pelo setor da construção civil como uma atividade com potencial de desenvolvimento para todos os intervenientes na construção.

Torna-se, por isso, num tema consensual e extremamente interessante como objeto de estudo e reflexão, concretamente na cidade do Porto, onde se pode encontrar um centro histórico classificado. Nesta perspetiva deve ser dada a devida relevância à preservação do património construído, reabilitando-o para que a população regresse ao centro urbano.

O presente relatório tem como base um estágio desenvolvido na empresa Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU) da Baixa do Porto.

Numa primeira parte deste trabalho será feita uma reflexão sobre a reabilitação urbana, registando a evolução que esta tem vindo a sofrer ao longo dos tempos, tendo posteriormente o foco na cidade do Porto, mais concretamente no centro histórico da cidade. Também será dada ênfase à intervenção da Porto Vivo SRU.

Numa segunda parte, serão abordados os tipos de estrutura predominantes no centro histórico da cidade do Porto, nomeadamente, estruturas de madeira e estruturas de alvenaria de pedra.

Por fim, na terceira parte deste trabalho analisaremos dois casos de obra.

Como corolário, apresentamos a conclusão do trabalho onde se incluem propostas e sugestões para o seu desenvolvimento futuro.

Palavras-chave: reabilitação, preservação, património, Centro Histórico do Porto, Porto Vivo SRU.

Abstract

The rehabilitation of old buildings has achieved greater importance in the current account of the organization of cities, due to the inevitable need to rehabilitate degraded architectural heritage of centers, being seen by the construction industry as an activity with development potential for all actors in the construction.

It is therefore a theme consensual and extremely interesting as an object of study and reflection, particularly in the city of Porto, where one can find a historic center classified. This perspective should be given due importance to the preservation of the built heritage, rehabilitating it so that people return to the urban center.

This report is based on a developed stage in the company Porto Vivo, Urban Rehabilitation Society (SRU) of downtown Porto.

In the first part of this work will be a reflection on urban regeneration, noting the progress that has been suffering over the ages, and subsequently focus on the city of Porto, specifically in the historic city center. Emphasis will also be given to the intervention of Porto Vivo SRU.

In the second part, we discuss the types of structure prevalent in the historic center of Porto, namely, wooden structures and stone masonry structures.

Finally, the third part of this work we will analyze two cases of labor.

As a corollary, we present the conclusion of the work which includes proposals and suggestions for its future development.

Keywords: rehabilitation, preservation, heritage, historic center of Porto, Porto Vivo SRU.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract	iii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Organização do relatório de estágio.....	3
2. Princípios e história da reabilitação.....	6
2.1 Origem da reabilitação.....	6
2.2 Carta de Atenas.....	7
2.3 Carta de Veneza	8
2.4 Carta de Cracóvia.....	9
2.5 Recomendações do ICOMOS.....	10
2.6 Evolução da reabilitação em Portugal.....	12
2.7 Conceitos na área de reabilitação.....	14
3. Importância da reabilitação.....	15
3.1 O paradigma.....	15
3.2 Sustentabilidade da reabilitação.....	17
3.3 Dificuldades na reabilitação	22
3.4 A reabilitação e a autenticidade.....	23
3.5 Considerações	25

4. O papel da Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)	26
4.1 Enquadramento legal	26
4.2 Condições gerais de intervenção: a estratégia da Porto Vivo SRU	27
4.3 Programas de apoio à reabilitação urbana	29
4.4 Área de atuação da Porto Vivo SRU	31
4.5 Zona de Intervenção Prioritária (ZIP)	32
4.6 Intervenção da Porto Vivo SRU na cidade.....	33
4.7 Considerações	35
5. Sistemas construtivos dos edifícios antigos no Porto	36
5.1 Introdução	36
5.2 Fundações	37
5.3 Pavimentos	39
5.4 Coberturas.....	42
5.4.1 Cobertura inclinada de quatro águas	44
5.5 Paredes.....	45
6. Plano de Reabilitação da Sé.....	47
6.1 O programa	47
6.2 Revisão histórica - valor histórico e patrimonial - evolução das intervenções	52
6.3 A degradação do edificado	55
6.4 Objectivos da reabilitação da Zona da Sé.....	57
6.5 Caracterização construtiva dos quarteirões alvo de estudo.....	58
6.6 Considerações	61

7. Estruturas de madeira.....	62
7.1 Enquadramento	62
7.2 Metodologia de reabilitação de estruturas de madeira.....	63
7.3 Principais critérios e regras a seguir na reabilitação de estruturas de madeira	63
7.4 Danos frequentes em estruturas de madeira	65
7.5 Verificação de segurança	67
7.5.1 Estados limites últimos.....	69
7.5.2 Estados limites de utilização.....	69
7.6 Ligações	70
7.7 Princípios para a preservação de Edifícios Históricos em madeira	71
7.8 Considerações	76
8. Paredes de alvenaria de pedra.....	77
8.1 Enquadramento	77
8.2 Vantagens e desvantagens da utilização das paredes de alvenaria de pedra	79
8.3 O dimensionamento	81
8.4 Tratamento das paredes em alvenaria de pedra	83
8.5 Considerações	84
9. Reabilitação do edifício na Rua de Santana.....	85
9.1 Identificação do edifício.....	85
9.2 Descrição geral do estado do edifício.....	86
9.3 Objetivos e sistemas construtivos.....	88

9.4 Organização espacial proposta	90
9.5 Revisão do projeto de Estruturas.....	91
9.6 Conforto	93
9.6.1 Revisão do Projeto de Acústica	93
9.6.2 Revisão do Projeto de Comportamento Térmico.....	95
9.7 Outras especialidades.....	97
9.7.1 Drenagem e entubamento de linhas de água.....	97
9.7.2 Eletricidade	97
9.7.3 Telefones e comunicações.....	98
9.7.4 Abastecimento de água e Drenagem de águas pluviais.....	98
9.8 Observações à revisão do projeto	98
9.9 Fases de execução da obra	100
9.10 Considerações.....	103
10.Reabilitação do edifício na Rua dos Mercadores	104
10.1 Apresentação do edifício.....	104
10.2 Inspeção e avaliação do edifício.....	108
10.3 Materiais e sistemas construtivos	108
10.4 Organização espacial proposta.....	109
10.5 Especialidades estudadas.....	110
10.5.1 Projeto de estruturas	110
10.6 Conforto.....	111
10.6.1 Projeto de acústica	111

10.6.2 Projeto de térmica	114
11. Outras Operações acompanhadas	120
11.1 Enquadramento.....	120
11.2 Operação B	120
11.3 Operação E1	121
11.4 Operação F	122
11.5 Considerações.....	122
12. Conclusões.....	123
12.1 Considerações finais	123
12.2. Desenvolvimentos futuros.....	126
13.Bibliografia.....	127
13.1.Bibliografia consultada	127
13.2. Referências Bibliográficas.....	129

Anexos

Índice de Anexos

A. 1. Outros conceitos relevantes sobre reabilitação urbana	A
A. 2. Programas de incentivo à Reabilitação Urbana no Porto.....	A
A. 3. Rua de Santana 20 a 22/Largo de Pena Ventosa 3-Arquitetura	A
A. 4. Estudo económico comparativo dos projetos da operação E2.....	A
A. 5. Rua dos Mercadores 160 a 162	A
A. 6. Evolução da Operação B	A
A. 7. Evolução da Operação E1.....	A
A. 8. Evolução da Operação F	A
A. 9. Atividades Desenvolvidas durante o Estágio na Empresa Porto Vivo SRU	A

Índice de Figuras

Figura 1 - Edifícios em mau estado no Morro da Sé do Porto	16
Figura 2 - Inter-relação de atividades para obtenção da sustentabilidade.....	21
Figura 3 - Edifícios reabilitados em Mouzinho da Silveira, no Porto	24
Figura 4 - ARU's existente dentro da ZIP.....	31
Figura 5 - Delimitação das várias áreas de intervenção	32
Figura 6 - Diferentes programas desenvolvidos na ZIP	33
Figura 7 - Edifícios no Corpo da Guarda, Porto, reabilitados pela Porto Vivo SRU	34
Figura 8 - Edifícios antigos cidade do Porto.....	36
Figura 9 - Exemplo de uma parede resistente na cidade do Porto.....	37
Figura 10 - Arco de alvenaria de pedra na Rua de Mouzinho da Silveira no Porto	38
Figura 11 - Pavimento danificado e estrutura de madeira	40
Figura 12 - Exemplo de uma solução construtiva em madeira.....	41
Figura 13 - Asna de madeira de uma cobertura	42
Figura 14 - Exemplo de uma constituição de uma asna de madeira.....	43
Figura 15 - Coberturas de quatro águas na zona da Sé, no Porto.....	44
Figura 16 - Clarabóias no Centro Histórico do Porto	45
Figura 17 - Parede divisória em tabique em edifício no Morro da Sé, na cidade do Porto	46
Figura 18 - Morro da Sé.....	47
Figura 19 - Delimitação do Morro da Sé.....	47
Figura 20 - Intervenções previstas no Morro da Sé.....	51
Figura 21 - Rua de Santana, e entrada para o Largo do Colégio.	52
Figura 22 - Edifícios em mau estado na Rua dos Mercadores no Porto	55
Figura 23 - Cartograma de edifícios devolutos em bom e mau estado na Sé.....	57
Figura 24 - Edifícios da Sé	58

Figura 25 - Estrutura de madeira em edifício em reabilitação	62
Figura 26 - Exemplo da fixação dos barrotes de madeira num edifício no Porto.....	71
Figura 27 - Parede de meação em alvenaria de pedra em edifício em Reabilitação.	78
Figura 28 - Fachada principal de um edifício em alvenaria de pedra.....	79
Figura 29 - "Barriga" na parede de meação em granito, na operação F	80
Figura 30 - Parede de alvenaria de granito já tratada	84
Figura 31 - Identificação do caso de estudo.....	85
Figura 32 - Fachada na Rua de Santana n° 20 a 22	85
Figura 33 - Fachada voltada para o Largo de Pena Ventosa	86
Figura 34 - Pavimento e parede em mau estado de conservação	87
Figura 35 - Estado do interior do edifício.....	88
Figura 36 - Teto falso do edifício em mau estado de conservação.....	89
Figura 37 - Localização da Fração de estudo.....	104
Figura 38 - Estado atual do edifício	104
Figura 39 - Estado das vigas de madeira e do soalho antes da desmontagem	106
Figura 40 - Estado atual do edifício	107
Figura 41 - Fachada Principal Rua dos Mercadores 116 a 120	121
Figura 42 - Fachada na Rua de Santana Figura 43 - Fachada Largo de Pena Ventosa	121
Figura 44 - Fachada Principal Figura 45 - Interior da parcela.....	122

Índice de Quadros

Quadro 1 - Medidas de sustentabilidade nas diferentes fases do ciclo de vida.....	20
Quadro 2 - Ensaaios NDT.....	73
Quadro 3 - Mapa de trabalhos	101
Quadro 4 - Duração prevista da obra.....	101
Quadro 5 - Orçamento previsto da obra.....	102
Quadro 6 – Dados das Frações.....	115
Quadro 7 - Dados relevantes do edifício	115
Quadro 8 - Detalhes técnicos do sistema de climatização	116
Quadro 9 - Sistema de produção de AQS	117
Quadro 10 - Dados do sistema de aproveitamento de energia.....	118
Quadro 11 - Dados sobre a ventilação nas fracções	119

1. Introdução

1.1 Enquadramento

Este relatório de estágio tem como objeto de estudo a reabilitação urbana da Baixa do Porto.

O motivo da escolha deste tema foi o interesse pessoal pela reabilitação urbana, um tema atual e de importância reforçada em altura de crise no setor da construção civil. Outro fator que contribuiu para a escolha do tema, é o facto de viver na cidade e de a usar como “cidadão”, observando a imperiosa necessidade desta se regenerar, quer a nível cultural, social, económico, mas sobretudo e como motor de arranque, ao nível do seu parque edificado. Finalmente pesou o facto de grande parte do edificado em Portugal, principalmente nos centros históricos das cidades, estar em mau estado de conservação, pelo que este não é um tema exclusivo do Porto, mas de cariz regional e nacional.

A cidade do Porto, detentora de um património arquitetónico riquíssimo, possui uma malha urbana central bastante envelhecida e degradada, por isso, com a necessidade de ser reabilitada e consequentemente reabilitada. De realçar que o Porto possui um Centro Histórico que é classificado como Património Mundial, ou seja, o seu valor é inestimável para a Humanidade.

Para este processo de reabilitação ser bem-sucedido, é necessário convergir esforços e criar condições, nomeadamente as económicas e sociais, para tentar recuperar grande parte do parque edificado da cidade. O panorama atual na cidade do Porto é preocupante, pois as carências físicas dos edifícios do centro da cidade são por demais evidentes, até numa observação ocular simples. Assim a população portuense, sofrendo na pele o desconforto da situação, com os seus edifícios em condições visivelmente degradadas, viu-se forçada a um “exílio” para a periferia, onde tem um nível de vida menos dispendioso e com melhores

condições de habitabilidade, ainda que com agravadas condições de acessibilidade aos locais de emprego.

Para inverter esta corrente demográfica, é urgente implementar processos de reabilitação e dar condições aos proprietários para fazerem obras nos seus edifícios, para recuperar a zona da Baixa e o Centro Histórico do Porto.

A Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana, local onde foi realizado o presente estágio, é a empresa responsável pela reabilitação de uma área crítica de recuperação e reconversão urbanística correspondente a oito freguesias do centro da cidade.

O Morro da Sé é uma dessas zonas, para o qual foi desenvolvido o Plano de Reabilitação da Sé, onde se vão inserir os casos alvo de análise apresentados neste trabalho.

O período de estágio permitiu determinar os constrangimentos existentes na implementação de planos de reabilitação e contactar com a população residente, auscultando “in loco” as principais necessidades. Igualmente foi estudada grande parte da legislação no âmbito da reabilitação urbana, bem como, os procedimentos a efetuar no lançamento de uma empreitada, conforme previsto no Código dos Contratos Públicos (CCP), pelo qual se rege o investimento efetuado pela SRU na reabilitação dos seus edifícios. A Porto Vivo forneceu o melhor acesso a documentos referentes aos casos de estudo. Podemos verificar que a reabilitação do centro do Porto evolui a uma velocidade lenta, mas que essa lentidão se deve, sobretudo, à difícil conjuntura económica que o País atravessa.

1.2 Objetivos

O principal propósito deste trabalho é conhecer e analisar a situação atual da reabilitação urbana na Cidade do Porto. Com esse intuito e com a oportunidade de estagiar na instituição melhor colocada no terreno - a Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana - estabeleceu-se como objetivos complementares, tomar contato com os processos de

reabilitação urbana, compreender as dificuldades e as particularidades existentes ao realizar uma obra de reabilitação, conhecer e discutir soluções técnicas de verificação da segurança de estruturas de madeira e alvenaria, tendo como base a legislação vigente, bem como, discutir soluções técnicas de análise do conforto das construções.

O acompanhamento de obras de reabilitação em zonas intervencionadas permitiu a análise dos procedimentos adotados no lançamento de concursos públicos de obras na ZIP e discutir e compreender os constrangimentos e as restrições que condicionam a conceção, a execução e utilização das obras. No anexo A.9 podem ser consultadas em detalhe as atividades desenvolvidas durante o estágio, que teve duração de seis meses.

1.3 Organização do relatório de estágio

O presente relatório de estágio desenvolve-se em doze capítulos. Neste primeiro capítulo é enquadrado o tema da reabilitação na cidade do Porto e estabelecidos os objetivos principais.

No Capítulo 2 é apresentada a história da reabilitação, a sua evolução e os seus princípios, realizada uma análise da reabilitação em Portugal, bem como, dada a importância às recomendações do ICOMOS. Por fim são apresentados alguns conceitos chave no âmbito da reabilitação urbana.

No Capítulo 3 é realçada a importância da reabilitação, sendo dada uma atenção particular à questão da sustentabilidade, às dificuldades existentes num processo de reabilitação, bem como, a relação da reabilitação com a autenticidade, devido às pré-existências que se devem preservar.

No Capítulo 4 é abordado o papel da Porto Vivo SRU, tendo em consideração as condições gerais e a estratégia, os programas de apoio à regeneração urbana e o papel importante que esta tem para a cidade, as áreas de actuação, a zona de intervenção prioritária.

No Capítulo 5 são focados os sistemas construtivos dos edifícios antigos da cidade do Porto, dando realce às fundações, pavimentos, coberturas, e paredes divisórias existentes.

No Capítulo 6 é apresentado o Plano de Reabilitação da Sé, sendo feita uma revisão histórica, um levantamento da degradação do edificado, a apresentação dos objetivos da reabilitação deste núcleo do Centro Histórico, bem como, realizada uma caracterização construtiva dos quarteirões onde estão inseridos os casos de estudo.

No Capítulo 7 é apresentada uma solução construtiva característica da cidade do Porto, caso das estruturas em madeira. Assim é apresentada uma metodologia de reabilitação, regras para obter bons resultados na reabilitação realçando o cálculo estrutural de estruturas de madeira e os danos frequentemente encontrados neste sistema estrutural. Por fim, são apresentadas medidas para a preservação de edifícios históricos com construção tradicional em madeira.

O Capítulo 8 trata das paredes de alvenaria de pedra, que são características dos edifícios da cidade do Porto. Assim, são apresentadas as vantagens e desvantagens da utilização deste tipo de solução estrutural, são tecidas considerações acerca do seu dimensionamento e como pode ser realizado o seu tratamento destas paredes.

Nos Capítulos 9 e 10 são analisados dois casos de estudo: no capítulo 9 é apresentado o edifício na Rua de Santana, cujo processo de licenciamento já estava aprovado, onde se procede a revisão do processo na sua globalidade, com maior ênfase na verificação da segurança estrutural, e do conforto térmico e acústico. No Capítulo 10 é dedicado ao edifício na Rua dos Mercadores, cujo processo estava em fase de anteprojeto. Neste caso de estudo foi desenvolvido um trabalho em cooperação com o arquiteto Luís Brito, no intuito de melhorar o projeto inicial. Para isso, foi realizado um trabalho de cálculo estrutural e posteriormente, a realização dos projetos de especialidades de comportamento térmico e acústico.

No Capítulo 11 são apresentadas outras operações acompanhadas durante o estágio, registando-se em anexo, a evolução de cada uma delas.

No Capítulo 12 são tecidas as considerações finais, tendo em consideração o conteúdo deste trabalho e deixadas algumas sugestões para desenvolvimentos futuros.

2. Princípios e história da reabilitação

2.1 Origem da reabilitação

A necessidade da conservação do património histórico foi desvalorizada ao longo de séculos, tendo apenas recentemente dada a devida relevância a este assunto e começado os respetivos processos de reabilitação. De ressaltar que existem sempre exceções, como casos esporádicos de algumas culturas ou personalidades que já tinham consciência desta matéria, como pode ser visto ao longo deste capítulo.

Todas as sociedades deixam as suas marcas na passagem de cada época, tantas vezes sem ter em conta o trabalho desenvolvido por gerações anteriores, procedendo assim, por vezes, a uma substituição total de marcos históricos, desvalorizando o passado e a preservação do anteriormente edificado, numa leitura de progresso que advém das características culturais, sociais e económicas de então.

Existem vários exemplos desta substituição, consoante a época, onde se pode destacar igrejas construídas por cima de fundações de igrejas de épocas anteriores, onde é claro um desencontro com as ideias actuais de preservação do património. A reabilitação nos séculos passados era baseada na necessidade de reparar as edificações, para as manter em funcionamento.

O primeiro grande impulso nesta temática deu-se no século XIX, onde a reabilitação começou a ser vista com um outro olhar. Numa fase inicial estes conceitos, de reabilitar, restaurar, conservar, inserem-se numa ideia de restauro dos monumentos e edifícios com valor histórico, onde grande parte deles, foi danificado ou destruído pelas guerras.

Dada a evolução desta temática, surgem algumas personalidades que foram os primeiros impulsionadores da reabilitação. Assim é importante fazer uma referência ao arquitecto francês Eugène Viollet-le-Duc, considerado um dos primeiros teóricos da preservação do património histórico, destacando-se em diversas obras de restauro, como em catedrais e

castelos medievais. Porém defendia que haveria a necessidade de destruir os acrescentos das épocas anteriores, com o intuito de voltar ao edificado original.

Estas ideias eram discutíveis, sendo que algumas pessoas contrapõem essa teoria, como John Ruskin, crítico de arte. Ruskin defendia que essa atitude era uma “...*destruição de vestígios históricos, acompanhada de uma falsa descrição desses vestígios*”.

No final do século XIX, nasce um outro conceito que serviu de ponto de partida para os conceitos actuais, destacando-se o arquitecto Camillo Boito. Este arquitecto defendia que as operações deveriam ser a um nível equilibrado entre as teorias acima referenciadas.

Por fim de destacar, Cesare Brandi como uma pessoa fundadora das teorias da reabilitação até à atualidade, concretamente na distinção entre o original e a intervenção executada num edifício.¹

2.2 Carta de Atenas

Com o intuito que traçar uma linha de orientação e definir princípios que regulamentam as intervenções de reabilitação foram criadas cartas internacionais, para o restauro de monumentos. Em Outubro de 1931, em Atenas, na Grécia, realizou-se o 1º Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos, cujas elações ficaram registadas num documento que ficou conhecido por Carta de Atenas. Este documento foi assinado pelos mais importantes arquitectos e urbanistas internacionais da época. Das conclusões deste documento, destaca-se a importância da preservação do património histórico e recomendações de uso, com o pressuposto de potenciar a longevidade do património edificado.

Com esta Carta, foi feita menção para que cada estado, concretamente as autoridades públicas, tivessem o poder de intervir nas situações de urgência nos monumentos de posse privada, devido à inatividade deste setor. Com o surgimento da Carta de Atenas, foram definidos os princípios gerais da conservação de monumentos.

Notou-se na época uma alteração de paradigma, pois foi abandonado o conceito de reconstituição integral, substituído sucessivamente pelo de manutenção e preservação dos edifícios. Quando não houvesse outra solução que não o restauro devia-se respeitar a obra histórica, preservando os marcos e estilos de todas as épocas.

Assim este documento tem como objectivo principal, a defesa dos monumentos, onde estes devem ser adequados respeitando a sua história, de forma a assegurar a sua longevidade.

Outro ponto importante da Carta de Atenas consiste em que todos os técnicos devem trabalhar diretamente com especialistas das ciências, para que o edificado tenha valências das diversas áreas. Se os monumentos se encontrassem em estado de ruínas, estas deveriam ser conservadas, podendo os elementos originais encontrados serem repostos.

Este primeiro documento normativo internacional, na altura inovador, apresentou novas ideologias para a conservação do edificado, destacando que a manutenção é preferível ao restauro devido a que este pode desvirtuar a história, com a possibilidade da eliminação de características de épocas anteriores.²

2.3 Carta de Veneza

Em Maio de 1964 dá-se o II Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos, em Veneza, Itália. Nesta conferência foi criado um novo documento, a Carta de Veneza, com o fundamento de atualizar a legislação, adequando as ideias da sociedade às necessidades impostas pela arquitetura e pelo urbanismo.

Este documento definiu naquela época, o conceito de monumento, que consiste em qualquer construção, coletiva ou isolada, que caracterize uma civilização, não olhando à dimensão do edificado mas sim ao seu valor cultural. Defende também que a conservação do edifício baseia-se numa manutenção constante, em que o restauro é a última opção, em que deve-se ter em conta a história e o estilo, não descaracterizando a construção inicial.

Para uma valorização dos monumentos foram impostas recomendações para respeitar a fisionomia das cidades, tendo em atenção os edifícios envolventes mais antigos.

Se não for possível restaurar o edifício recorrendo a técnicas tradicionais, pode-se recorrer às técnicas modernas, embora tendo de ser realizado um estudo profundo em diversas especialidades. Se houver a necessidade de se proceder à substituição de elementos, estes devem enquadrar-se nos edifícios, devendo existir uma distinção entre os originais e os novos, não comprometendo a arte e a componente histórica do edificado.

Neste documento é detetável a preocupação com o monumento, com a sua envolvência, para que seja parte integrante desta, e mostrando a necessidade de documentar todo o processo de conservação ou de estudo do monumento para eventuais futuras intervenções. Existe nesta Carta de Veneza, a responsabilização de cada comunidade para a gestão dos seus valores culturais enquanto constituintes da sua própria identidade.³

2.4 Carta de Cracóvia

O tema da reabilitação continuou a ser motivo de debate e de reflexão na comunidade científica, nomeadamente em conferências internacionais. Em Outubro de 2000, em Cracóvia, na Polónia, realiza-se a Conferência Internacional “Cracóvia 2000”, tendo como temática a Conservação do Património Cultural. Esta conferência resultou na elaboração da Carta de Cracóvia 2000, apresentando um conjunto de recomendações sobre a conservação e o restauro do património construído.

Este documento tem como base diversos conceitos da Carta de Veneza, existindo um aperfeiçoamento do conceito de conservação e da necessidade da constante evolução através da investigação.

Nesta Carta a responsabilidade pelo património é remetida para cada comunidade como denota, por exemplo, estes excertos da carta: “...*Cada comunidade, tendo em conta a sua memória coletiva e consciente do seu passado, é responsável, quer pela identificação, quer*

pela gestão do seu património” e “... cada comunidade desenvolve uma consciência e um conhecimento da necessidade de preservar os bens culturais construídos, pois eles são portadores dos seus próprios valores patrimoniais comuns.”

Esta Carta invoca que a conservação deve ser traduzida através de diversos tipos de intervenção, como a manutenção, a reparação, o controlo do meio ambiente, o restauro, a reabilitação, a renovação e a reabilitação.

Em relação às técnicas de conservação, a Carta de “*Cracóvia 2000*” afirma que o tipo de intervenção deve estar de acordo com “... a função original é assegurar a compatibilidade com os materiais, as estruturas e os valores arquitetónicos existentes”.

A conservação do património deve ser executada de acordo com um projeto, no qual esteja explícita uma estratégia para a preservação a longo prazo. Também refere que o objetivo da conservação dos monumentos em meios rurais ou urbanos é a preservação da sua autenticidade e integridade e que as técnicas a utilizar devem ter como base uma investigação profunda em diversas áreas, tendo em conta materiais e tecnologias usadas na construção.⁴

2.5 Recomendações do ICOMOS

O ICOMOS (Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitetónico) é o principal consultor da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) sobre conservação e proteção do património. Tem como missão, no âmbito da Convenção para a Proteção do Património Mundial, Cultural e Natural (1972), aconselhar o Comité do Património Mundial e a UNESCO na avaliação das candidaturas de novos bens culturais à Lista do Património Mundial.

Existem outras recomendações sobre a reabilitação, no âmbito do restauro de estruturas, como as recomendações emitidas pelo ICOMOS. Este documento faz referência a todas as recomendações apresentadas em documentos anteriores sobre o tema reabilitação,

acrescentando que “...*O valor de cada construção histórica não está apenas na aparência de elementos isolados, mas também na integridade de todos os seus componentes como um produto único da tecnologia de construção específica do seu tempo e do seu local.*”

Assim, é evidente o respeito pelas técnicas e materiais utilizados numa determinada construção, reprovando obras de reabilitação em que só se faça o aproveitamento das fachadas do edifício, desaproveitando deste modo o “miolo” da construção.

Neste mesmo documento há uma alusão às questões relacionadas com a segurança, onde é referido que os regulamentos actuais para o dimensionamento de estruturas não são apropriados para estruturas de carácter histórico, “... *em que as exigências para aumentar a resistência podem conduzir à perda de elementos estruturais ou a alterações na conceção original de estrutura.*”. Sente-se por isso a necessidade de optar por uma abordagem mais flexível, para deste modo preservar o princípio da intervenção mínima, relacionando as medidas de intervenção com o comportamento estrutural.

Porém, todas as medidas adotadas, sempre que possível, deverão ser “*reversíveis*” para que possam ser substituídas por técnicas mais adequadas. Quando esta reversibilidade não é assegurada na totalidade, as intervenções passadas não devem comprometer as intervenções futuras. É afirmado também que a remoção ou alteração do original existente deve ser evitado, sempre que possível, dando sempre prioridade à reparação.⁵

Para o ICOMOS a definição de conservação é “*todo o processo de cuidar de um lugar com o fim de manter a sua importância cultural. Tal pode incluir, conforme as circunstâncias, os processos de manutenção ou de reintrodução de um uso, os processos de manutenção das memórias e significados, os processos de manutenção, de preservação, de restauro, de reconstrução, de adaptação e de interpretação e implica frequentemente uma associação de vários destes processos*”.

Para o ICOMOS, a reabilitação consiste “*no processo de adaptação de uma construção a um novo uso ou função, sem alterar as partes que são significativas para o seu valor histórico. Em termos estruturais, consiste na alteração da estrutura, para que esta volte a um estado ou condição referente a um ponto particular da sua história (ou seja, consiste na reaquisição da sua capacidade de trabalho), sendo por isso uma intervenção muitas vezes conjectural*”.⁶

2.6 Evolução da reabilitação em Portugal

A reabilitação em Portugal tem experimentado mais recentemente um assinalável desenvolvimento, começando a surgir na atualidade um avanço e uma consciência geral da importância da reabilitação. Embora Portugal tenha começado a criar condições e programas para a reabilitação das cidades, ainda está longe de atingir o desenvolvimento a nível europeu, constatação que é evidenciada perante a análise dos últimos dados estatísticos sobre a construção no país e na Europa. Após a entrada de Portugal na União Europeia, o crescimento do setor da construção foi notório, devido grande parte à necessidade de novos empreendimentos nas várias áreas da construção civil. O facto de a construção em Portugal se basear na construção nova de edifícios habitacionais e obras de engenharia de rede viária, resultou da necessidade que Portugal sentia em acompanhar a este nível o resto da Europa. Este panorama sofreu alterações à medida que as infraestruturas iam sendo construídas e as necessidades de habitação iam sendo colmatadas, a par de uma crise que envolveu, não só o setor da construção, como toda a economia a nível nacional e internacional.

Em 2003, a reabilitação de edifícios representava apenas 6% da produção total no setor da construção. Este valor não tinha vindo a sofrer grandes alterações ao longo de anos, e colocava Portugal como o país que menos reabilitava e mais promovia a construção de novos edifícios. Este valor pode não ser espelho da realidade, pois só são contabilizadas as

obras licenciadas, levando a crer que grande parte das obras de reabilitação é realizada sem qualquer licenciamento, podendo o valor verificado – 6.2% – ser maior.

Em 2005 dados do *Euroconstruct*, apontam para uma subida do peso da reabilitação de Edifícios, na construção portuguesa para cerca de 23%, representando uma nova tendência no mercado nacional da construção continuando no entanto, Portugal ainda muito abaixo da média europeia. Esta subida pode ser originada por um crescimento das obras de reabilitação, ou a inclusão de obras que anteriormente não teriam sido contabilizadas, ou seja, obras não licenciadas.⁷

O valor ainda diminuto da reabilitação no mercado da construção pode ser explicado pelo início tardio da sua prática em Portugal, apesar de o conceito de reabilitação de monumentos e património classificado existir há muitos anos. Embora tenha surgido na Europa por volta dos anos 60, o conceito de reabilitação só se começou a dar importância e a discutir-se em Portugal por volta dos anos 80.⁸ A falta de formação de técnicos contribuiu igualmente para esta situação, surgindo apenas nos últimos anos uma crescente aposta nesta área por parte de algumas universidades e instituições. Aliando todos estes fatores a um mercado direcionado para a nova construção, leva a que a prática da reabilitação em Portugal seja reduzida⁹.

No entanto, nos últimos tempos, tem-se desenvolvido esforços no sentido de contrariar esta situação, quer pela saturação do mercado em termos de oferta de construção nova, quer pela nova dinâmica de requalificação dos centros das cidades, que pretende devolver os habitantes aos antigos núcleos urbanos. Foram realizados encontros sobre esta temática, destacando-se os Seminários Património 2002, Património 2005 e Património 2010, ou aposta na formação de técnicos através de cursos lecionados em algumas instituições no país. Estas iniciativas constituem alguns exemplos da tentativa de colmatar a lacuna

existente sobre o conceito de reabilitação na construção civil, ainda hoje carregada de mitos.

Em 2013 a situação é a seguinte: 6.2% da produção da construção é Reabilitação Urbana, enquanto na Europa regista-se uma média de 23% (Alemanha como expoente máximo com 35%).

2.7 Conceitos na área de reabilitação

Estabelece-se de seguida um conjunto de conceitos, essenciais para um melhor entendimento das atividades desenvolvidas na área da reabilitação.

Reabilitação urbana - é a forma de intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no todo ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infraestruturas Urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização coletiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação ou demolição dos edifícios.

Área de reabilitação urbana - é a área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos de utilização coletiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, através de uma operação de reabilitação urbana aprovada em instrumento próprio ou em plano de pormenor de reabilitação urbana;

Operação de reabilitação urbana – é o conjunto articulado de intervenções visando, de forma integrada, a reabilitação urbana de uma determinada área.

Outros conceitos relevantes na área da reabilitação podem ser consultados no Anexo A.1.

3. Importância da reabilitação

3.1 O paradigma

O estudo de edifícios antigos apresenta um interesse incontestável, dada a importância que tem vindo a ser atribuída à reabilitação e à conservação do património construído, nomeadamente na requalificação dos centros urbanos antigos que é mais geral do que a simples visão conservacionista de monumentos e edifícios públicos, ou seja, estendido também à arquitetura civil.

Na atualidade o conceito de património engloba, não só os edifícios monumentais, mas também edifícios habitacionais, industriais e comerciais que contribuem para idealizar a forma como o Homem se organizou, viveu e trabalhou e como as cidades evoluíram ao longo do tempo. Pode-se ter em consideração os monumentos, que retratam expressões individuais de eventos singulares de uma determinada época, possibilitando assim associar estes à evolução do Homem.

Tendo em atenção o período de estagnação em que o setor da construção civil se encontra ao nível da construção de novos edifícios, existe a consciência da necessidade de investir na reabilitação do património já edificado. Esta necessidade prende-se, com a preservação estrutural do património edificado, mas também com o próprio uso dos edifícios. Embora as construções mais antigas não apresentem o mesmo desempenho e comportamento das novas, tanto ao nível estrutural como do conforto, é possível resolver a lacuna existente entre o novo e o velho.

É importante demonstrar a utilidade do investimento na reabilitação do património português, principalmente das edificações características da cultura portuguesa, pois o desaparecimento de alguns edifícios impediria gerações futuras de conhecer parte da identidade portuguesa.

É de salientar que existem cada vez mais notícias de edifícios antigos com problemas



Figura 1 - Edifícios em mau estado no Morro da Sé do Porto

estruturais e muitas delas mesmo informando de edificações que ruíram. Estas fragilidades devem-se à idade do edifício, bem como, ao seu deficiente estado de conservação. Em relação ao primeiro fator o Homem nada pode fazer, visto que não há nada que possa

evitar a evolução natural do tempo.

Para ser estabelecido um termo

comparativo, as novas edificações registadas nos tempos de hoje (na sua maioria em betão armado) são projetadas com um tempo de vida útil de 50 anos, tempo que já foi ultrapassado por muitos edifícios de interesse e ainda perduram no nosso tempo. Em relação ao estado de conservação, como exemplificado na Figura 1, o Homem tem um papel preponderante, sendo que o abandono e a falta de manutenção são os principais motivos da ruína de diversos edifícios.

Para além de ter em consideração valor histórico dos edifícios, é imperativo ter em atenção a segurança dos seus utilizadores e da restante população. Posto isto, podemos concluir que um primeiro passo num processo de reabilitação deve consistir em analisar a segurança estrutural do edifício, porque, para além do seu grande valor histórico, é primordial que sejam tomadas medidas que contribuam para a confiança na sua estabilidade estrutural, salvaguardando pessoas e bens, tomando a responsabilidade civil como um valor que a todos diz respeito. Fazendo uma observação a estes conceitos, podemos confirmar a emergente importância que a reabilitação do património edificado possui na atualidade.

3.2 Sustentabilidade da reabilitação

A reabilitação pode ser encarada como uma actividade compatível com a aplicação dos critérios de sustentabilidade ambiental, de forma a tornar a habitação mais sustentável.

Assim importa consciencializar que a sustentabilidade pode definir-se como um conjunto de ações e atividades humanas que tem como finalidade satisfazer as necessidades atuais dos seres humanos, de modo que, não seja comprometido as próximas gerações.

A progressão ao nível da sustentabilidade é alicerçada em alguns fundamentos relevantes tais como:

- Incentivar a melhoria dos projetos referentes à eficiência energética – diminuindo as necessidades de iluminação, ventilação e climatização artificiais, entre outros;
- Proceder à substituição do consumo de energia convencional por energia renovável, que seja não poluente e gratuita;
- Potenciar a utilização de materiais locais, principalmente materiais provenientes de fontes renováveis ou com possibilidade de reutilização com o intuito de minimizar o impacto ambiental.

Perante os pontos acima evidenciados, podemos concluir que a sustentabilidade está interligada com o desenvolvimento económico, com um pensamento de não agredir o meio ambiente. Assim é necessário promover a utilização dos recursos naturais de forma inteligente e eficaz para que eles se mantenham no futuro (florestas, rios, oceanos), garantindo uma boa qualidade de vida para as próximas gerações.

Assim chegamos ao conceito de desenvolvimento sustentável que se traduz num modo de desenvolvimento capaz de responder às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de crescimento das gerações futuras. Este visa melhorar as condições de vida dos indivíduos, preservando simultaneamente o meio envolvente a curto, médio e, sobretudo, a longo prazo. O desenvolvimento sustentável comporta três objetivos: um

desenvolvimento economicamente eficaz, socialmente equitativo e ecologicamente sustentável.

Ao longo destes anos foram elaborados vários relatórios sobre a temática do Desenvolvimento Sustentável sendo de destacar o Relatório do Clube de Roma (1968), a Declaração de Estocolmo (1972), o Relatório de Bruntland (1987), a Declaração do Rio (1992) e a Agenda 21 (1992). No setor da actividade da construção civil foi elaborada uma conferência em 1994 sobre a construção sustentável, onde foram enunciados seis princípios para a sustentabilidade¹⁰:

- Minimizar o consumo de recursos;
- Maximizar a reutilização dos recursos;
- Utilizar recursos renováveis e recicláveis;
- Proteger o ambiente natural;
- Criar um ambiente saudável e não tóxico;
- Fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

Uma das possibilidades de minimizar os impactos ambientais ao reabilitar um edifício, é introduzir métodos e formas de sustentabilidade ao longo de todas as fases da construção. Assim é possível criar um edifício que gere menos gastos ao longo do seu ciclo de vida, garantindo na mesma as condições de conforto.

Para uma reabilitação sustentável podemos então introduzir medidas de forma a intervencionar em todas as fases do ciclo de vida de um edifício de habitação, ou qualquer que seja a sua utilização.

O ciclo de vida de um edifício pode-se traduzir nos estágios sucessivos e encadeados num sistema de produto, desde a aquisição de matéria-prima, geração de recursos naturais à disposição final. É necessário fazer uma avaliação do ciclo de vida dos produtos para obter-se um aumento de longevidade deles, com menor desperdício ao nível de energia, em

termos económicos e com responsabilidade em termos ambientais e sociais ao longo de todo o processo. As diferentes fases do ciclo de vida são Inspeção, Projeto, Construção, Utilização e Manutenção.

A inspeção é um período em que se elabora uma avaliação do edificado a reabilitar, verificando a existência de anomalias, os sistemas construtivos e produtos existentes, bem como se a exigências funcionais de habitação estão a ser ou não cumpridas. Na fase de projeto é necessário fazer um enquadramento das ações em torno das soluções construtivas ecológicas, ações passivas e ativas, de forma que se obtenha o nível de conforto ambiental requerido. Também se efetua um estudo dos recursos e produtos envolvidos na obra em questão, que visa conceber uma eficiente solução construtiva.¹¹

A fase de construção é um período de elaboração de planos de segurança no trabalho e escolha de técnicas que minimizem os impactes ambientais, satisfazendo as exigências.

Na fase de utilização é incentivado o correto uso do edifício de habitação, bem como, de todos os sistemas a utilizar, de modo a obter-se melhores desempenhos ambientais e funcionais no interior do edifício.¹¹

Por último, a fase de manutenção, em que os procedimentos são orientados com o objetivo de que as atividades sejam de fácil implementação e de grande eficiência sustentável.

Posto isto, no Quadro 1 é demonstrado que medidas podem ser tomadas nas diferentes fases do ciclo de vida, para garantir uma construção mais sustentável.¹¹

Inspeção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fazer o levantamento de todas as anomalias existentes ✓ Identificar o local das anomalias ✓ Avaliação do estado de conservação ✓ Identificar dos sistemas utilizados do edifício e verificar o cumprimento das exigências funcionais ✓ Ter em consideração os materiais que têm a possibilidade de ser reutilizados, reciclados no novo sistema
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localização geográfica e exposição solar ✓ Estudo dos ventos predominantes, ✓ Estudo do nível de radiação solar ✓ Estudo da pluviosidade ✓ Estudo dos níveis de ruído ✓ Estudo dos sistemas passivos de energia solar ✓ Estudo da geometria da forma ✓ Conceção da solução estética ✓ Adoção e compatibilização do sistema construtivo ✓ Seleção preferencial de produtos sustentáveis ✓ Simulação e avaliação do sistema construtivo ✓ Estimativa do conforto ambiental ✓ Elaboração de projeto de execução detalhado e compatibilizado ✓ Estudo de soluções alternativas ao sistema construtivo
Construção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboração de plano de qualidade ✓ Adoção de rotinas de execução sustentáveis ✓ Adoção de rotina de acompanhamento sistemática das diferentes fases de construção ✓ Minimização dos impactes ambientais temporários ✓ Implementação de normas de segurança, higiene e saúde no trabalho
Utilização	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboração de manual de utilização dos edifícios ✓ Elaboração de listagens de materiais, produtos e fornecedores ✓ Controlo de uso dos espaços
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboração de manual de procedimentos de manutenção ✓ Controlo de execução periódica

Quadro 1 - Medidas de sustentabilidade nas diferentes fases do ciclo de vida

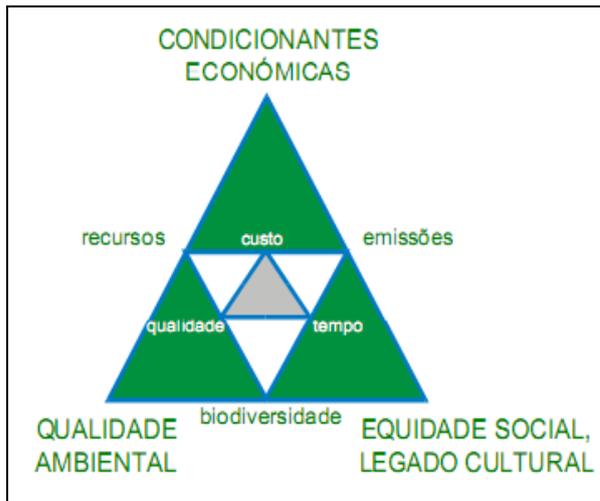


Figura 2 - Inter-relação de atividades para obtenção da sustentabilidade

É de todo importante ao iniciar-se uma reabilitação, ter o intuito de esta ser uma reabilitação sustentável. Outro fator importante é promover a realização de um programa onde sejam definidos níveis de conforto ambiental, requisitos sociais e económicos, como ilustra a Figura 2¹², definida a eficiência energética e fazer uma exposição clara de todas as atividades a

realizar na obra.

Pode-se dar atenção a uma publicação *Green Building Guidelines*¹³ que propõe algumas intervenções para promover a sustentabilidade ambiental ao nível dos projetos de execução das intervenções de reabilitação em edifícios. Estas orientações abrangem cinco importantes questões: localização e envolvente; eficiência energética; economia de materiais e recursos; melhoria da qualidade do ambiente interior; preservação e economia de água.

Em termos de obra, a reabilitação (com a manutenção do “miolo estrutural” do edifício), traduz-se diversas vezes numa redução de custos, pela diminuição de área de estaleiro, possibilitando reduzir a ocupação da via pública, pois não há necessidade de montagem de grua e pela menor quantidade de entulhos a transportar para vazadouro, entre outros. Estes custos são particularmente importantes nos centros de grandes áreas urbanas, tendo em atenção a actividade populacional e o tráfego viário existente.

Também no âmbito da sustentabilidade, podemos enquadrar a arquitetura bioclimática.

A arquitetura bioclimática pode definir-se, em pensar e projetar um edifício tendo em conta toda a envolvência climática bem como, características ambientais do local em que se insere. Pode igualmente englobar aspetos culturais e socioeconómicos. Este tipo de

arquitetura tem em conta dois fatores importantes, como a multidisciplinaridade necessária para conceber um projeto eficiente e a sua inserção no tema da sustentabilidade.¹⁴

3.3 Dificuldades na reabilitação

As dificuldades na reabilitação são inúmeras, consoante o grau de intervenção a que vai ser sujeito o edifício. Algumas das dificuldades são:

- Insensibilidade às vantagens sócio económicas;
- Inadequação dos incentivos fiscais, financeiros e a rarefação de linhas de crédito;
- Incompreensão do que a salvaguarda do património construído representa, em termos da preservação de uma identidade e de uma especificidade cultural;
- Insuficiente preparação técnica de agentes envolvidos;
- Deficiente recolha de técnicas e materiais de construção tradicionais, bem como, o esclarecimento adequado das metodologias de restauro, conservação e reabilitação;
- Dificuldade em encontrar mão-de-obra tecnicamente adequada, por insuficiente formação de operários em conservação e reabilitação de edifícios, bem como, o abandono das técnicas tradicionais de construção.

Antes de dar início ao processo de reabilitação é necessário realizar um estudo da envolvente onde se insere o edifício, com o intuito de o edifício proposto para reabilitação se enquadre na envolvente, não correndo risco deste ficar descaracterizado dos demais.

Outra dificuldade que se depara num processo de reabilitação, mais concretamente na reabilitação urbana, é a montagem do estaleiro, devido ao pouco espaço existente, nomeadamente nas zonas históricas, onde as ruas são muito estreitas e de difícil acesso.

Existem alguns riscos a que a população está sujeita em habitações com uma degradação considerável tais como:

- Queda por desabamento;

- Inundações ou soterramento;
- Queda de elementos e materiais de construção desprendidos;
- Exposição a odores e cheiros;
- Contatos com a rede eléctrica.

A intervenção de reabilitação de edifícios ocorre, essencialmente, a três níveis:

- Desempenho da envolvente exterior (fachadas e cobertura);
- Condições de habitabilidade e conforto (podendo abranger instalações e sistemas);
- Comportamento estrutural.

O primeiro nível diz, essencialmente, respeito à envolvente exterior do edifício, tendo em conta as suas características, podendo refletir-se no segundo nível. O segundo nível incide no bem-estar dos utilizadores de um dado edifício, seja ele de habitação ou de outro tipo de uso. Por fim, o terceiro nível diz respeito à segurança dos utilizadores e bens, assumindo particular relevância quando se está perante construções localizadas em zonas onde ação sísmica é relevante¹⁵.

É de fácil análise que dos níveis apresentados acima, o terceiro nível é motivo de maior preocupação. Porém as intervenções relativas a este nível são inicialmente consideradas erradamente dispendiosas, não se traduzindo em benefícios imediatos, devido que intervenções ao nível da segurança estrutural interrompem ou perturbam a normal utilização dos edifícios.

É de salientar a importância de evitar trabalhadores isolados, sendo que as equipas de trabalho devem ser constituídas no mínimo por dois trabalhadores, pois poderá haver sempre a possibilidade de entreaajuda em caso de necessidade.

3.4 A reabilitação e a autenticidade¹⁶

A noção de reabilitação deve ser relacionada com o conceito de autenticidade. Numa construção, está relacionada a forma (arquitetura), com a função para o qual foi

concebida, a utilização pretendida e por fim com os materiais e a estrutura. Em reabilitação o novo uso a dar a um edifício deve adaptar-se ao edifício existente.

Na atuação sobre os Centros Históricos, um dos problemas mais discutido em termos de autenticidade é o fachadismo. Esta prática surge no século XVIII, com a preocupação de preservar a identidade das cidades. Refira-se a título de exemplo, a intervenção em alguns



Figura 3 - Edifícios reabilitados em Mouzinho da Silveira, no Porto

edifícios no Porto (Figura 3), onde esta técnica foi utilizada.

O fachadismo surgiu de uma forma assinalável no período pós Segunda Guerra Mundial. Com esta ideologia, pretendia-se aproveitar apenas as fachadas dos edifícios, em

que o interior dos mesmos era

reconstruído com recurso a novos materiais, nomeadamente em aço ou betão. O argumento mais utilizado para este atentado à autenticidade era, as exigências funcionais.

No entanto, na atualidade existe, ou deveria existir, uma maior sensibilidade por parte de quem executa e planeia o processo de reabilitação de forma a não descuidar nem desvirtuar a identidade do edifício, evitando ao máximo a utilização de técnicas intrusivas que provoquem a perda de identidade e de determinadas características das construções.

Com a inserção de elementos de betão armado pode existir uma perda de técnicas antigas de construção, sendo uma consequência ainda mais assinalável e gravosa da escolha deste material, a alteração do comportamento estrutural do edifício. Esta alteração prende-se com a discrepância de rigidez entre materiais.

3.5 Considerações

Podemos facilmente concluir da importância que a reabilitação de edifícios tem no atual paradigma. Outra ilação que se pode tirar com este panorama no setor da construção civil, é que reabilitar é uma atividade em franco desenvolvimento, embora exista a necessidade de compreender como se deve fazer, em que condições e que opção é que se deve tomar, para que a reabilitação seja bem-sucedida e, na medida possível, criar condições para que seja uma reabilitação sustentável.

É necessário ter consciência das dificuldades que implicam uma reabilitação, os riscos a que a população está sujeita com o número de edifícios em mau estado, ou mesmo devolutos existentes, nomeadamente na cidade do Porto.

Outra ideia chave, prende-se com a preservação das características morfológicas dos edifícios, nomeadamente as suas fachadas, as soluções construtivas, as tipologias, os usos, pois desta forma preservamos grande parte da riquíssima história do povo português.

Em suma, a necessidade de preservar o nosso património é uma questão com demasiada importância, em que todos os intervenientes devem ter consciência que reabilitar é preservar a nossa identidade histórica.

4. O papel da Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)

4.1 Enquadramento legal

Em 2004, é promulgado o Decreto-lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, onde ficou definido o Regime Jurídico Excepcional da Reabilitação Urbana de Zonas Históricas e de Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística, sendo assim satisfeitas as condições para que os municípios criassem sociedades de reabilitação urbana.

O objetivo da promulgação deste diploma foi potenciar e promover o processo de reabilitação urbana em Portugal, nomeadamente das zonas históricas e de áreas de recuperação urbanística, conferindo tais funções às sociedades de reabilitação urbana. Outro objetivo é reverter a deterioração evidente em termos de segurança, salubridade e de habitabilidade das zonas urbanas do País.

A *Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense S.A.*, é uma empresa de capitais públicos do Estado (IHRU - Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana) e da Câmara Municipal do Porto, constituída a 27 de Novembro de 2004 nos termos e ao abrigo do Decreto-lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, com o papel de orientar o processo de recuperação urbana da Baixa Portuense, elaborar a estratégia de intervenção nesta área, atuar como mediador entre agentes locais e privados e, em casos imperativos, tomar a seu cargo a operação de reabilitação, com os meios legais que lhe foram conferidos. (Diário da República II Série, 207, de 2004).

A atuação da *Porto Vivo SRU*, até 23 de Dezembro de 2009, era regida juridicamente pelo Decreto-lei n.º 104/2004.

A 23 de Outubro de 2009, o Decreto-lei n.º 104/2004, foi substituído pelo novo Regime Jurídico de Regeneração Urbana (RJRU), regulado pelo Decreto-lei n.º 307/2009 que, entretanto, sofreu alteração com a Lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto. Este novo documento introduz um enquadramento procedimental mais complexo que o anterior, sendo de

destacar a definição de princípios de iniciativa e de monitorização periódica das operações por parte do Município.

Para as zonas de intervenção das sociedades de reabilitação urbana (SRU), constituídas ao abrigo do DL n.º 104/2004, as mesmas, assumem a qualidade de entidade gestora e a reabilitação continua a ser enquadrada pelos instrumentos de programação e execução aprovados de acordo com o referido DL n.º 104/2004.

As unidades de intervenção com Documento Estratégico (DE) aprovado ao abrigo do DL n.º 104/2004 são equiparadas às unidades de intervenção reguladas na Lei n.º 32/2012 e, nestas, a Porto Vivo SRU viu-lhe conferidos os seguintes poderes¹⁷:

- Licenciamento e admissão de comunicação prévia de operações urbanísticas e autorização de utilização;
- De inspeções e vistorias;
- De adoção de medidas de tutela da legalidade urbanística;
- De cobrança de taxas e receção das cedências ou compensações devidas;
- De imposição da obrigação de reabilitar e obras coercivas;
- De lançamento de empreitada única;
- De demolição de edifícios;
- De direito de preferência, de arrendamento forçado e de servidões;
- De expropriação e de venda forçada;
- De reestruturação da propriedade.

4.2 Condições gerais de intervenção: a estratégia da Porto Vivo SRU

A atuação da Porto Vivo SRU, de acordo com o explanado anteriormente, inicia-se pela delimitação de uma Área de Intervenção e elaboração de uma Proposta Base de DE, com base num levantamento físico, funcional, socioeconómico e administrativo. De acordo com

o disposto legal, são recolhidas sugestões e críticas dos interessados até ao prazo de 90 dias, após o qual, é aprovado o DE da área a intervir.

Os proprietários são notificados para a realização de obras e são celebrados contratos de regeneração com os mesmos e selecionados parceiros privados para os substituírem, quando estes se recusam a participar no processo de regeneração.

Assim sendo, existem dois tipos de procedimento: Procedimento por Acordo ou por procedimento Coercivo.

Havendo consenso entre a *Porto Vivo SRU* e os proprietários, são outorgados contratos que estipulam os termos e a obrigação de reabilitar os imóveis de acordo com o grau e a extensão da intervenção definida pelo DE (vigora o princípio civilístico da Liberdade Contratual – do art.º 405º do Código Civil).

Estes acordos são estabelecidos por meio de *Contratos de Regeneração de Imóveis*, em que os proprietários são obrigados a fazer obras de regeneração dentro de um determinado prazo e por *Contratos de cedência de espaço com permuta*, aplicados essencialmente a espaços de logradouro e saguões, tendo como finalidade o estabelecimento de espaços comuns, para os quais os proprietários cedem partes dos seus logradouros, obtendo como contrapartida dessa cedência, a regeneração da fachada de tardoz, promovida pela Porto Vivo SRU a expensas suas. Não havendo consenso entre a Porto Vivo SRU e os proprietários, impõe-se o recurso a procedimentos coercivos que podem ser das seguintes ordens:

- *Expropriação por utilidade pública*, que na maioria dos casos, se pretende de forma amigável;
- *Tomada de posse administrativa*, com vista à realização de obras coercivas a expensas dos proprietários.

De notar que os proprietários têm possibilidade de aceder a determinados programas para apoio à reabilitação urbana, incentivando-os a recuperar os seus edifícios.

4.3 Programas de apoio à reabilitação urbana

Os programas de apoio têm o intuito de modificar o comportamento estático dos agentes locais e privados, mobilizando-os para o investimento na recuperação física dos edifícios.

Os proprietários ficam obrigados a apresentar uma candidatura aos programas e a fazer as obras dentro de um determinado prazo.

Para um melhor entendimento de todos os programas existentes, no anexo A.2, podemos encontrar toda a informação sobre esta matéria.

Se a desburocratização de alguns procedimentos administrativos já representa um incentivo à reabilitação urbana, o poder de expropriação que a legislação confere à Porto Vivo SRU mostra-se extremamente importante para o levantamento de alguns constrangimentos colocados pelos proprietários dos edifícios. Quando a Porto Vivo SRU se propõe a uma intervenção numa determinada área, os proprietários que se recusem a proceder a obras de recuperação das suas propriedades poderão incorrer em processos de expropriação, como demonstrado atrás. Se tal acontecer, o bem fica em posse administrativa da Porto Vivo SRU, despoletando o carácter de urgência e assim considerado de bem de utilidade pública, nomenclatura atribuída a estas expropriações. É de ressaltar que numa primeira fase, a *Porto Vivo SRU* realiza uma avaliação recorrendo a um perito que se restringe apenas em critérios materiais do bem em questão. Caso não se chegue a acordo, avança para um processo litigioso resolvido com a ajuda dos tribunais.

As estratégias de atuação da *Porto Vivo SRU* apoiam-se numa conceção multidimensional da reabilitação urbana, procedendo a intervenções em diversos níveis, promovendo desta forma uma maior atratividade através da exploração dos fatores que diferenciam uma cidade das demais: a sua história e património, o seu potencial de afirmação como centro

urbano cultural e cosmopolita e os seus centros de investigação científica de excelência, aptos a funcionarem como alavancas do desenvolvimento de polos de ciência e inovação. (Volume I do *Masterplan* da Porto Vivo, 2005).

Os três fatores de diferenciação da Baixa do Porto apresentados pela Porto Vivo SRU têm a seguinte interpretação (Volume II do *Masterplan* da Porto Vivo, 2005):

1. *A dinamização do turismo*, associada ao desenvolvimento das atividades culturais e de lazer e à requalificação e à regeneração dos espaços públicos;
2. *A revitalização do comércio*, através da qualificação e adequação da oferta à procura, protagonizada pelos turistas e pelos novos residentes;
3. *A promoção do negócio baseado na “criatividade e sustentabilidade”* e na fixação de novas atividades, nomeadamente em setores de excelência.

Os eixos de intervenção estratégica definidos desenvolvem-se, por sua vez, numa série de medidas com o objetivo de fazer do Porto “*uma cidade moderna, cosmopolita e integrada no roteiro das principais cidades europeias*” (Volume II do *Masterplan* da Porto Vivo, 2005), capaz de atrair, investimento e grande tráfego populacional. Em 2012, o plano de atividades da Porto Vivo SRU permanece com esses objetivos registando-se uma evolução em relação ao plano elaborado em 2005 pela localização – as Áreas de Regeneração Urbana (ARU) e pelo tipo de projetos “âncora”.

Assim, surgem projetos novos, designados “âncora” por serem, no entender da entidade, projetos que vão contribuir positivamente, junto com outras medidas, para a regeneração urbana, como por exemplo, o programa de ação para a regeneração urbana do eixo Mouzinho/Flores e o da “*1ª avenida - dinamização económica e social da Baixa do Porto*” (Plano de Atividades, *Porto Vivo SRU*, 2012, p. 12).

4.4 Área de atuação da Porto Vivo SRU

O novo RJRU deixou de ser excepcional e de estar limitado a Áreas Críticas de Reconversão e Recuperação Urbanísticas (ACRRU) e passou a contemplar Áreas de Reabilitação Urbana (ARU). Entendendo-se estas como a *“área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, podendo ser delimitada em instrumento próprio ou corresponder à área de intervenção de um plano de pormenor de regeneração urbana”* (Lei n.º 32/2012 de 14 de Agosto, art.º 2º, al. b).

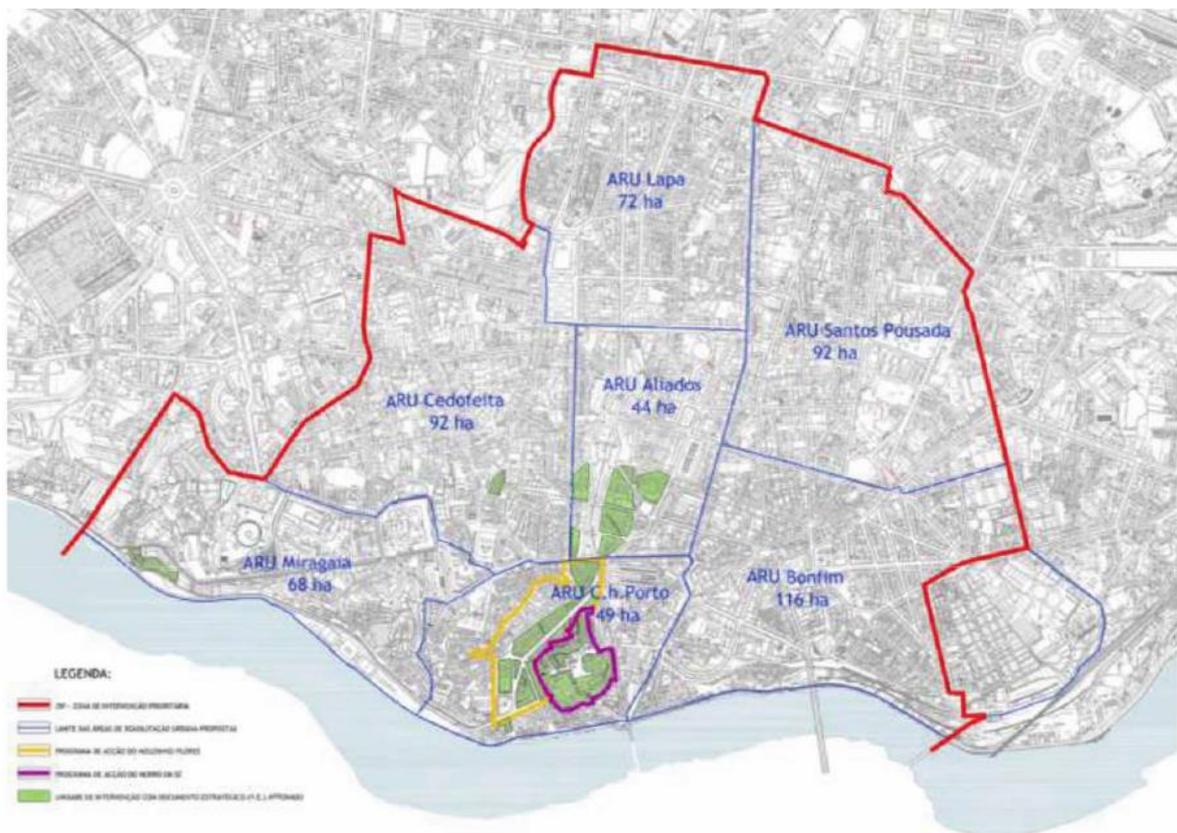


Figura 4¹⁸- ARU's existente dentro da ZIP

A figura 4 representa a ZIP delimitada pela linha vermelha. Dentro da ZIP, distinguem-se sete ARU's, da seguinte forma nomeadas:

- ARU do Centro Histórico do Porto (49ha)

- ARU de Cedofeita (92ha)
- ARU do Bonfim (116ha)
- ARU dos Aliados (44ha)
- ARU de Miragaia (68ha)
- ARU da Lapa (72ha)
- ARU de Santos Pousada (92ha)

4.5 Zona de Intervenção Prioritária (ZIP)

A área de intervenção do centro da cidade do Porto, com vista à reabilitação e revitalização foi delimitada após uma análise multicriteriosa, ver na Figura 5 (*Masterplan* volume II, 2005), realizada sobre dados estatísticos, no levantamento da concentração das oportunidades e das áreas onde a diferenciação económica, social e urbana se fazem sentir com maior intensidade. Assim, definiu-se uma Zona de Intervenção Prioritária, que representa cerca de 500 hectares e que é uma parte da Área Crítica de Reconversão e Recuperação Urbanística (ACRRU), que possui 1000 hectares de extensão.



Figura 5 - Delimitação das várias áreas de intervenção

Dentro da ZIP, como pode ser identificado na Figura 6¹⁸, estão em curso programas de reabilitação, como o do Morro da Sé (ver capítulo 6) e o de Mouzinho/Flores.



Figura 6 - Diferentes programas desenvolvidos na ZIP

A ZIP pode ser definida como uma área que associa cumulativamente as seguintes características:

- É central e está dentro da ACRRU;
- Tem um perfil comercial e de serviços contínuo e diversificado;
- É na maioria identificada pelos cidadãos do Porto como Baixa;
- É uma área consolidada do ponto de vista do tecido urbano e do valor arquitetónico.

4.6 Intervenção da Porto Vivo SRU na cidade

O processo de revitalização urbana da Baixa deve sustentar-se nas oportunidades e no potencial e na força da cidade, promovendo:

- A habitação, fixando a população residente e captando novos habitantes;
- A promoção de negócios baseados na criatividade e sustentabilidade, com base no conhecimento e nos centros de investigação existentes nas universidades;
- O comércio, suportado nos seus fatores únicos e distintos;

- O turismo, cultura e lazer potenciando a sua história, tradições e património;
- A qualificação do espaço público enquanto polarização do território;
- As ações estratégicas, tendo a intenção de potenciar mudança e incutir intervenção na sua envolvente.

Na Figura 7 podem ser observados edifícios, que foram alvo de uma reabilitação promovida pela Porto Vivo SRU, no corpo da Guarda no Porto, para habitação, desenvolvendo igualmente atividades comerciais.



Figura 7 - Edifícios no Corpo da Guarda, Porto, reabilitados pela Porto Vivo SRU

É importante também clarificar a diferença entre a denominação de Centro Histórico Classificado e de Baixa do Porto. O Centro Histórico circunscreve-se à cerca medieval e estende-se ao longo do Rio Douro, área que foi classificada como Património da Humanidade atribuída pela UNESCO. O Centro Histórico tem uma densidade construtiva e uma estrutura territorial orgânica, apresenta espaços públicos de pequena dimensão que estruturam a sua malha, embora apresente exceções, como o Terreiro da Sé e a Avenida da Ponte. A Baixa está muito desabitada enquanto o Centro Histórico está mais composto, a matriz física do território é medieval no Centro Histórico e neoclássica na

Baixa. Quanto ao comércio tradicional, regista-se igualmente diferenças entre o Centro Histórico e a Baixa.

4.7 Considerações

A Porto Vivo SRU, tem um papel essencial na dinamização da reabilitação da cidade do Porto, quer a nível do património edificado, quer a nível social. Outra função não menos importante, é a de desburocratização do processo de licenciamento, em que o processo corre de forma mais célere, do que na câmara municipal do Porto. Assim pode-se afirmar que o papel da Porto Vivo SRU, de elaborar a estratégia de reabilitação e regeneração da cidade do Porto, rejuvenesce a cidade, implicando que esta fique mais atrativa, e conseqüente promoção da ideologia de devolver mais população ao centro da cidade.

A população assume a maior importância em todo este processo de reabilitação. De notar que na cidade do Porto, existe uma massa populacional com escassos recursos, como o caso da população do morro da Sé, conforme será exposto no Capítulo 6. Esta população deparou-se com os seus edifícios em mau estado de conservação e sem meios financeiros para poder reverter esta situação.

Vendo o panorama da cidade, é possível concluir que diversos prédios estão em reabilitação, muitos outros em processo de licenciamento e com uma grande procura por parte da população jovem, para investir e ter uma habitação ou uma negócio na Baixa do Porto.

5. Sistemas construtivos dos edifícios antigos no Porto

5.1 Introdução

O sistema de construção tradicional pode-se descrever, como o conjunto de procedimentos relacionados com modos de manuseamento de materiais simples, tendo como base técnicas e sistemas de construção de edifícios até finais do século XIX. Para uma melhor compreensão, o sistema construtivo da arquitetura tradicional do Porto, concretamente a sua casa urbana, diz respeito a edifícios não monumentais e de construção corrente, tipo de edificação inserida no contexto urbano, como por exemplo os edifícios na Figura 8, cujo desenvolvimento esteve ligado à actividade comercial, igualmente característico da cidade.



Figura 8 - Edifícios antigos cidade do Porto

É possível afirmar que, para além das características que permaneceram no sistema construtivo, é possível visualizar-se uma grande diversidade de alterações, consoante formas e metodologias de trabalho dos mestres construtores, característica da construção tradicional. Os materiais utilizados na construção dos

edifícios antigos da cidade do Porto são semelhantes aos empregues na construção antiga em todas as épocas da história de Portugal, sendo os materiais base, a pedra e a madeira.

A madeira é o material mais utilizado na construção de edifícios antigos, isto porque, entre outras qualidades, a madeira era o material mais disponível com capacidade para funcionar à tração, era de fácil transporte e de boa trabalhabilidade, existindo com relativa abundância por todo o país.

As construções com estrutura de madeira apresentam como vantagens: serem mais ligeiras e mais económicas. As suas desvantagens são: a facilidade de combustão, a durabilidade devido à exposição às agressões do clima, pela acção da humidade e pelo ataque e degradação causada por agentes biológicos como poderá ser visto posteriormente no Capítulo 7.

5.2 Fundações¹⁹

Nos edifícios antigos, as fundações são essencialmente de três géneros: diretas (constituindo um simples prolongamento, até ao terreno, das próprias paredes resistentes com a mesma largura ou com ligeiro alargamento), semidirectas (constituídas por poços de alvenaria de pedra, rematados por arcos de alvenaria de pedra ou tijolo) e indirectas (constituídas por estacaria de madeira, atravessando aterros e formações recentes, atingindo estratos profundos de solo resistente). A opção por caves não era prática usual, porém é de ter em atenção que o projeto destes edifícios era adequado à topografia dos terrenos, nomeadamente em cidades caracterizadas pelo relevo mais acidentado, induzindo à construção de pisos enterrados total ou parcialmente (como se verá no caso de estudo do capítulo 9).



Figura 9 - Exemplo de uma parede resistente na cidade do Porto

Em relação às fundações diretas (caso geral das fundações de edifícios antigos na cidade do Porto) estas são maioritariamente constituídas por sapatas isoladas (para pilares) ou contínuas (para paredes), executadas em alvenaria de pedra ou tijolo, com constituição semelhante à que se observa

nas paredes resistentes, conforme se ilustra na

Figura 9.

As fundações das paredes podem ter uma sobrelargura, induzida pela função da fundação, como transmissor dos esforços ao terreno. De registar que quando o solo possui escassa resistência, aumenta-se a área de contato da fundação com o solo. Por outro lado, a fundação era em geral executada com uma alvenaria mais “pobre”, devido ao facto desta ser a transição entre um elemento mais resistente (superestrutura) e um menos resistente (solo), situando-se, assim, num patamar intermédio de resistência mecânica.

Em certas situações, o terreno à superfície não é o melhor para fundação de uma estrutura, sendo necessário recorrer-se a fundações semidirectas. Para esse tipo de fundação é necessário proceder-se à escavação de alguns metros até se encontrar um terreno com propriedades de resistência e de deformabilidade compatíveis com as cargas a transmitir.

No caso de outra solução adotada, em arco de alvenaria, estas fundações justificavam-se



devido à estrutura utilizada ser em pedra ou em tijolo maciço, materiais que têm um bom comportamento à compressão e precário a esforços de flexão e de tração. Então, através do sistema estrutural em arco, é conseguida uma predominância das compressões face a esforços de flexão, assegurando-se, assim, a estabilidade da estrutura do pavimento que

Figura 10 - Arco de alvenaria de pedra na Rua de Mouzinho da Silveira no Porto

assenta nestes arcos. Na Figura 10, pode ser visualizado um arco de alvenaria na Rua de

Mouzinho da Silveira. Em determinados casos havia ainda o recurso a uma outra opção, a cravação de estacas de madeira.

Trata-se de uma solução com fortes limitações que provêm das exigências, no que respeita à natureza do solo das camadas atravessadas pela estaca, antes de se atingir a terra firme. Uma outra limitação é a indisponibilidade de estacas de madeira de grandes dimensões, que por vezes se tornavam necessárias devido aos limites de resistência. A ocorrência de singularidades, como estratos rijos, blocos de pedra, entre outros, origina a destruição da ponta das estacas e da sua cabeça, por ação do próprio bate-estacas. Devido à ocorrência deste tipo de situações, o uso de estacas de madeira limitou-se à utilização a casos, em que os estratos atravessados eram lodos ou solos homogêneos e muito brandos. Devido à predominância de solos de origem granítica na cidade do Porto, o recurso a estacas de madeira foi muito pouco utilizado, optando-se por fundações diretas ou em alguns casos por fundações semi-indiretas. No entanto há registo de algumas zonas ribeirinhas onde foi utilizada a técnica de fundações indiretas através de estacas de madeira.

5.3 Pavimentos ²⁰

Diversas soluções eram adotadas para os pisos térreos. Podiam ser executados em terra batida ou em enrocamentos de pedra arrumada à mão, sobre a qual se colocava a camada de revestimento e desgaste, lajeado de pedra, ladrilhos, tijoleiras cerâmicas.

Recorria-se também à solução de soalho de madeira, sobre vigamento igualmente em madeira, apoiado em maciços de pedra. A ventilação da caixa-de-ar entre o soalho e o terreno natural garantia a durabilidade da solução e reduzia o teor de humidade nas madeiras.

Por vezes usava-se apoiar os pisos (de madeira ou de granito) sobre uma estrutura constituída por arcos, especialmente dedicada às situações em que o solo de fundação era fraco ou muito húmido.

Os pavimentos em estrutura de madeira representam a grande maioria das soluções adotadas em pavimentos de edifícios antigos. Este tipo de pavimento inclui os vigamentos

e os soalhos como pode ser observado na Figura 11. É possível encontrar uma grande variedade de espécies de madeira utilizadas na construção destes pavimentos, dependendo das condições regionais.

Era usual a implementação de vigamentos em castanho de origem nacional e, em menor



Figura 11 - Pavimento danificado e estrutura de madeira

quantidade, de choupo, cedro e carvalho.

As casquinhas, originárias da Europa Central, tinham também uma frequente aplicação. O pinho e o eucalipto são menos comuns em edifícios mais antigos, e mais característicos de intervenções recentes, sobretudo pela sua abundância.

As vigas estruturais devem ser direitas, desempenadas e desprovidas de bornes,

para possibilitarem um bom assentamento e um bom funcionamento.

O pinho nacional apresenta, algumas características menos positivas que prejudicam, a sua utilização como material de construção, nomeadamente a sensibilidade a ataques de insetos (carunchos e térmitas) e de fungos (de podridão seca e húmida).

Esta ideia sobre este material é diretamente relacionada com o mau tratamento aplicado a esta madeira. A má seleção da madeira é um outro fator que condiciona o seu desempenho, pois pode ser adequada para determinada função.

Considerando uma planta de um piso a pavimentar, a orientação do vigamento pode ser feito em qualquer um dos sentidos do piso. No entanto, por razões do carácter económico, o assentamento do vigamento é feito no sentido de menor vão.

No que diz respeito aos pavimentos de pisos elevados, após a elevação das paredes da edificação até à cota da construção do pavimento, procede-se ao assentamento do

vigamento. As vigas são assentes sobre as próprias paredes, ou por vezes, podem ser assentes sobre frechais estendidos sobre as paredes, alinhados com o paramento interior das mesmas.

Os topos das vigas que apoiam nas paredes, denominadas por entregas, não devem medir menos que 0,20 m ou 0,25 m.

A secção do vigamento está dependente do vão a vencer, do afastamento entre vigas, do tipo de madeira utilizado e das cargas a suportar, como pode ser visto na Figura 12.



Porém as limitações das espécies florestais levam a privilegiar o recurso a perfis com altura igual ou inferior a 0,20m, o que, em casos reais limita os vãos a vencer a valores aproximados de 4 m. Contudo, em algumas situações, pelas condicionantes do projeto, há a

Figura 12 - Exemplo de uma solução construtiva em madeira

necessidade de vencer vãos de maior dimensão. Quando é necessário que o

pavimento seja organizado de forma mais complexa, implementa-se um ou mais alinhamentos de vigas principais, de grande altura, transversais às vigas do pavimento.

Em alternativa a este procedimento, pode-se optar pela técnica de “armar” as vigas de madeira, que consiste em compor secções de grande dimensão por sobreposição, com colagem ou pregagem, de elementos de menor secção.

Quando os pavimentos têm um grande desenvolvimento na dimensão transversal, recorre-se ao tarugamento do vigamento. É aplicada esta técnica para evitar oscilações, encurvadura, deformações transversais e torção (as últimas duas ocorrem durante o período de secagem da madeira) nas vigas do pavimento. O número de tarugos depende do

comprimento do pavimento a construir, em geral aplicam-se em intervalos de 2,5 m a 3 m, podendo no entanto haver acertos dependendo das dimensões pretendidas. Os tarugos devem ser construídos em linha reta, para se obter um perfeito travamento.

5.4 Coberturas²¹

As coberturas são um elemento construtivo fundamental na proteção dos edifícios contra as condições climáticas adversas, pelo que os seus defeitos representam um risco de patologia para o edifício. São estruturas que apresentam uma grande diversificação de soluções, na sua forma estrutural, na sua geometria, nos revestimentos, nos materiais e no isolamento. Em relação à forma, é visível uma predominância das coberturas inclinadas face às planas, em terraço e as coberturas curvas – abóbadas e cúpulas.

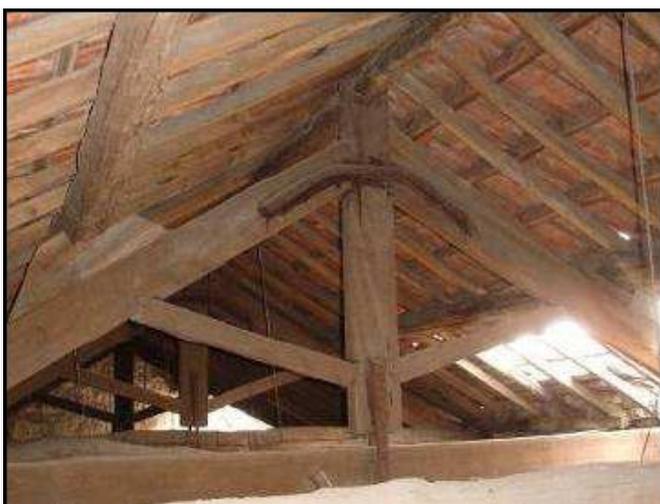


Figura 13 - Asna de madeira de uma cobertura

A estrutura das coberturas em terraço é geralmente baseada em arcos de abóbadas, com enchimentos de nivelamento que recebem as camadas impermeabilizantes, a proteção mecânica e a camada de acabamento.

Quanto ao funcionamento estrutural deste tipo de coberturas, é de salientar que praticamente não se usam elementos estruturais em madeira, devido aos problemas de durabilidade. No entanto este tipo de solução apresenta um problema, que se prende com a qualidade e a estanquidade.

A estrutura das coberturas inclinadas em madeira destes elementos pode ser constituída por um conjunto de vigas dispostas paralelamente, vencendo os vãos disponíveis. Na Figura 13, pode-se visualizar uma possível tipologia de asna de madeira. Nestes casos, o

teto pode ser inclinado ou haver uma estrutura horizontal, idêntica à da cobertura, que suporta o forro do teto.

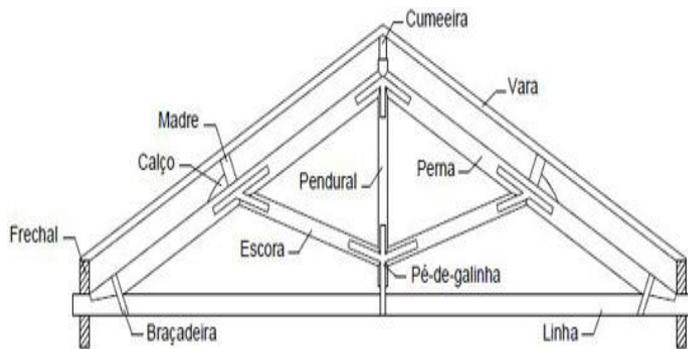


Figura 14 - Exemplo de uma constituição de uma asna de madeira

Contudo, a solução mais corrente das coberturas inclinadas recorre à utilização de asnas.

A asna de madeira, na sua forma mais tradicional, como pode ser observado na Figura 14²², é constituída por pernas, linhas,

escoras e pelo pendural. Sobre as asnas apoiam-se as madres, que recebem as telhas.

Em complemento à asna, existem elementos de travamento, nomeadamente, o frechal e as madres e elementos de ligação como os pés de galinha (em chapa ou barra de ferro).

Para além do pormenor das ligações há que ter em grande consideração a forma como as asnas de cobertura se fixam aos seus apoios. Quando o apoio é direto nas paredes, é usual assegurar a proteção dos topos embebidos nas alvenarias e assegurar uma zona de encaixe, o berço, para o apoio da asna. Sempre que é possível melhorar as características mecânicas das ligações de apoio, recorre-se a peças metálicas pregadas ou aparafusadas à linha da asna e chumbadas na parede.

Este pormenor construtivo é de grande importância, pois uma anomalia nesta zona pode provocar um mau funcionamento da asna e conseqüentemente provocar problemas na cobertura, tendo igualmente influência na estrutura do edifício.

Apesar da grande diversidade de soluções, até meados do século XIX a maioria das casas do Porto possuía telhados de quatro águas. Em casas estreitas este tipo de telhado não permite o aproveitamento do sótão, devido à altura útil existente. No entanto surgem inúmeros casos de andares suplementares, executados em variadas formas, o que atribui

aos edifícios uma diversidade peculiar nos edifícios do Porto. A partir do século XIX aparece por vezes, em algumas construções, o telhado de duas águas (sentido frente-traseiras) que permite o aproveitamento do seu vão para sótão, e construções suplementares como claraboias, trapeiras e mirantes.

5.4.1 Cobertura inclinada de quatro águas

A estrutura destes telhados é de origem ancestral, tendo a sua forma rudimentar perdurado, coexistido com a implementação de asnas mais complexas, devido à simplicidade da sua construção e de permitir o aproveitamento do vão da cobertura liberto de elementos estruturais.

“Pode-se dizer que, salvo raríssimas exceções, até meados do século XIX, as casas do Porto (mesmo já as velhas casas estreitas e altas da fachada de tabique, dos bairros da Sé e da



Figura 15 - Coberturas de quatro águas na zona da Sé, no Porto

Vitória) têm telhados de quatro águas (ver Figura 15), de telha caleira portuguesa – o que significa que os oitões terminam horizontalmente, na mesma linha do beiral frontal. Nas casas mais estreitas, esse telhado é tão baixo que não permite o aproveitamento do seu vão para qualquer sótão.”²³

Na Figura 15, pode-se observar diversos edifícios com coberturas de quatro águas no Centro histórico do Porto, concretamente no morro da Sé. Pode-se afirmar que a maioria das coberturas nesta zona tem esta composição.

Estrutura das clarabóias

Os telhados do Porto apresentam clarabóias de muitos formatos, sendo o mais comum o de clarabóia cónica circular ou elíptica.

Normalmente esta armação era travada transversalmente por outra viga, de menor dimensão, a cerca de dois terços da altura, apoiada nas pernas.



A definição do espaço onde se situa a clarabóia implica a interrupção do vigamento do teto. Dentro deste espaço era usual pregar um tabuado à estrutura do teto e da cobertura, em conformidade com as paredes da clarabóia. As clarabóias salientes dos planos da cobertura, com forma

Figura 16 - Clarabóias no Centro Histórico do Porto retangular, como por exemplo na Figura 15, eram executadas da mesma forma, apenas diferindo no tipo de lanternim. Na Figura 16 pode-se ver diversas clarabóias existentes no centro histórico do Porto.

5.5 Paredes

As paredes-mestras são paredes constituídas por alvenaria de pedra ordinária rebocada e apresentam grande espessura. Este tipo de paredes de alvenaria de pedra será aprofundado no capítulo 8 deste trabalho.

Paredes divisórias

Dos vários tipos de paredes divisórias destacam-se as paredes de tabique, obtidas através da pregagem de fasquiado sobre tábuas colocadas ao alto, sobre o qual é colocado um revestimento em ambas as faces, geralmente argamassa de cal.



Figura 17 - Parede divisória em tabique em edifício no Morro da Sé, na cidade do Porto

As paredes divisórias desempenham um papel relevante na estabilidade estrutural, em edifícios antigos, como pode ser observado na Figura 17. Embora em algumas situações estas não recebem diretamente cargas verticais, caso das paredes de compartimentação, têm um papel importante no travamento geral das estruturas, fazendo-se através dessas

paredes, a interligação entre paredes resistentes, necessária para garantir à estabilidade global e à resistência às ações horizontais (como sismo, vento, etc.).

Inicialmente as paredes divisórias encontram-se desligadas dos pavimentos (não recebem cargas verticais) porém, ao longo do tempo, com a inclusão de cargas nos pisos, fluência dos materiais e degradação dos mesmos, verifica-se uma deformação vertical do pavimento, de tal amplitude que este não só entra em contato com a parede, como passa a transmitir-lhe carga. A partir deste instante a deformação do pavimento é condicionada pelo novo apoio criado. Assim, a posterior remoção destas paredes, por vezes realizada em obras de reabilitação, pode ter consequências a nível estrutural.

Refere-se que por vezes as paredes divisórias são estruturais, como é o caso das paredes de frontal. As paredes de frontal (que possuem espessura maior que as paredes de tabique) possuem elementos inclinados ligados ao piso e ao teto falso, possibilitando um comportamento num esquema “escora-tirante”.¹⁹

6. Plano de Reabilitação da Sé



Figura 18 - Morro da Sé

6.1 O programa

O Programa de Reabilitação da Sé incide sobre a área delimitada pela Rua do Corpo da Guarda, Rua de São Sebastião, Calçada de Vandoma, Avenida de Vímara Peres, Escada



Figura 19 – Delimitação do Morro da Sé

das Verdades, Rua do Clube Fluvial Portuense, Rua dos Mercadores, Rua da Bainharia, Rua da Ponte Nova, Viela do Anjo, Largo Duque da Ribeira, Travessa do Souto, Rua dos Pelames, representando uma unidade territorial de cerca de 6 ha, integrada na Área de Intervenção Prioritária

(AIP) Sé -Vitória, uma das áreas inseridas na ZIP (ver Figura 19²⁴).

Trata-se de um subespaço inserido na AIP Sé-Vitória, uma das áreas definidas como preferenciais para a atuação de reabilitação urbana da Baixa e Centro Histórico do Porto

que se subdivide em três unidades: Morro da Sé (Figura 18), Morro da Vitória e Eixo Mouzinho-Flores. Esta AIP representa a atuação sobre a área classificada como património da humanidade, onde os cuidados sobre o edificado, sobre a morfologia urbana e também sobre uma comunidade residencial mais idosa e débil, exigem maiores cuidados.

Com a implementação do Programa de Reabilitação da Sé, pretende-se delinear uma estratégia a curto e a longo prazo, para chegar à revitalização da Sé, vista como uma área como um sistema complexo de sítios, de actividade, de memórias e de potencialidades.

Trata-se de reabilitar o espaço público e privado, de revitalizar a ocupação habitacional, comercial e turística, de modo a transformar a Sé, preservando os seus valores arquitetónicos e permitindo que contribua, efetivamente, para o desenvolvimento da cidade. Pelo seu carácter histórico e patrimonial, e pela sua localização central, a Sé será sempre um local de referência dentro da área metropolitana do Porto, com a qual agora melhor se relaciona através da rede de transportes.

Acontece que, no presente, esta área é, ainda, um reduto de degradação física, de desvalorização económica e de depressão populacional, que necessita de ser alterada, de forma sustentada, criando condições que contribuam para a mudança e melhoria da sua situação socioeconómica. O objetivo deste programa é inverter o que se passa atualmente, mobilizando todo o potencial de transformação disponível.

A reabilitação da Sé ganhará força com uma parceria que se desenrole a dois níveis: por um lado, ao nível da regulação e do planeamento, fazendo uma interação e uma cooperação da Câmara Municipal, com a Fundação para o Desenvolvimento da Zona Histórica do Porto (FDZHP) e a Porto Vivo SRU, entidades às quais a lei confere responsabilidades na matéria. Por outro lado, desde o início, integrar este núcleo duro com os agentes locais que no terreno podem contribuir para a implementação do Programa. A parceria que constitui o núcleo deste Programa inspira-se no Protocolo celebrado entre a

autarquia e o Ministério da Segurança Social, da Família e da Criança, que responsabiliza a FDZHP, em complementaridade com outras instituições, por se focalizar no domínio socioprofissional, da integração laboral, do desenvolvimento local e da inserção social da população do Centro Histórico, e a Porto Vivo SRU por ações em parceria relacionadas com a reabilitação do edificado.

A metodologia de desenvolvimento do Programa pretende assentar em ações que sejam estruturantes, mas também simbólicas e indutoras de outras ações complementares. À partida, destaca-se já um conjunto de oportunidades que facilitam a concretização de ações que poderão ancorar este processo:

- O parque edificado de propriedade pública capaz de possibilitar o desenvolvimento de um conjunto de projetos habitacionais, realizáveis em parceria com outras entidades, designadamente para realojamentos ou residências coletivas;
- A possibilidade de gerar Contratos de Desenvolvimento Habitacional no âmbito do edificado privado;
- O conjunto de pontos de interesse histórico-patrimonial com condições para sustentar uma rede de oferta turística e cultural;
- A metodologia de Gestão de Área Urbana que estabelece sinergias entre entidades públicas, agentes privados e população, aproximando o planeamento, a regulação e a exploração de projetos.

Atente-se assim à realidade do parque edificado da área de intervenção:

- 285 Edifícios, representam cerca de 70 000 m² de área bruta construída, pertencem a:
 - ✓ 187 (65 %) Privados
 - ✓ 63 (22 %) CMP
 - ✓ 33 (12 %) FDZHP
 - ✓ 2 (1 %) Porto Vivo SRU

- 118 Edifícios (41%) estão em mau estado, sendo:
 - ✓ 82 De propriedade privada o que equivale a 39% do seu património
 - ✓ 36 De propriedade pública, o que equivale a 36% do seu património
- Do total de edifícios, 62 estão completamente devolutos (22%) e destes 33 (53%) são de propriedade pública;
- Nos edifícios existem 883 alojamentos, dos quais 362 (41%) estão vagos e cerca de 45 % dos ocupados estão arrendados.

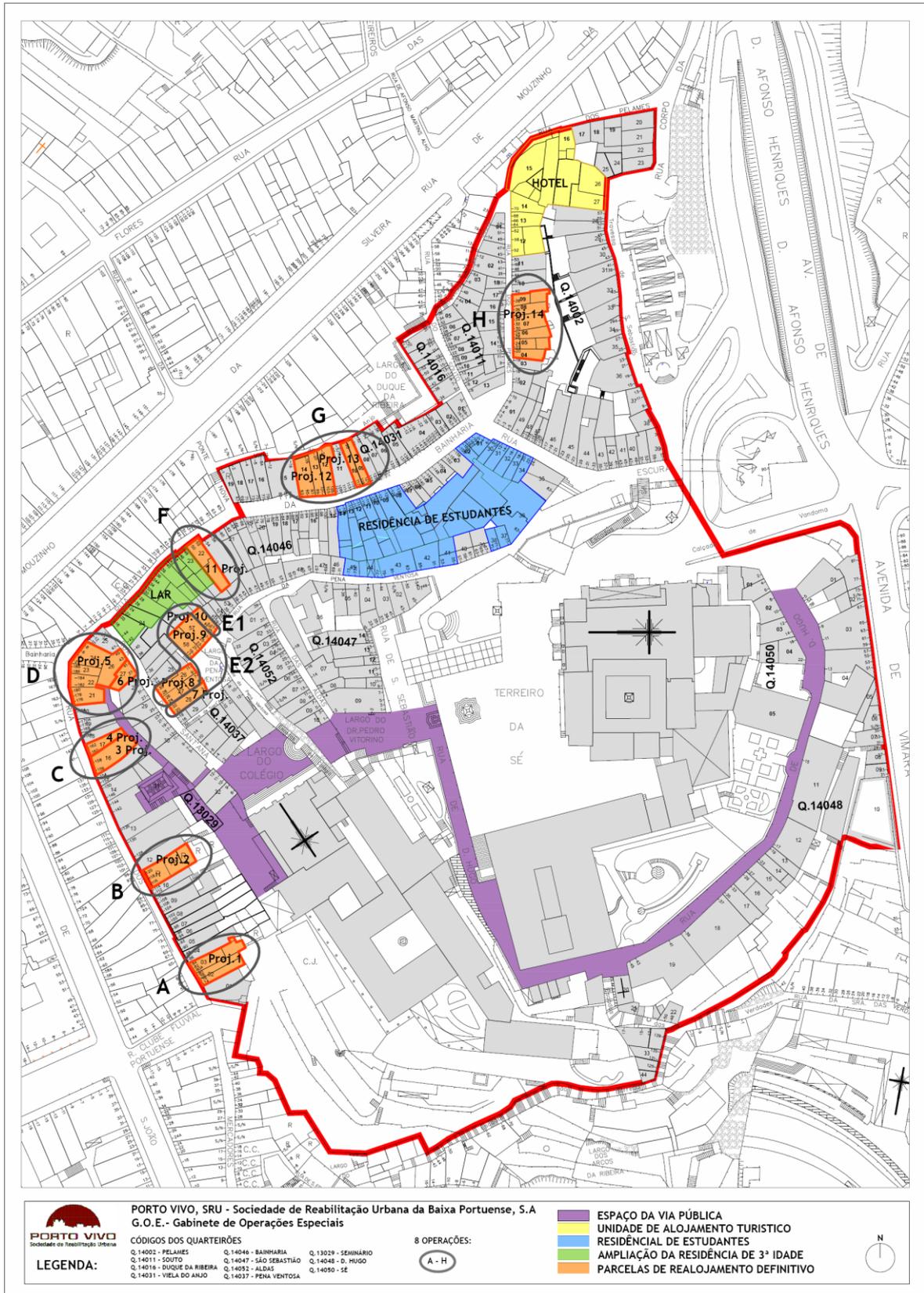


Figura 20 - Intervenções previstas no Morro da Sé

Na figura 20 pode-se observar as diversas operações previstas no Morro da Sé.

6.2 Revisão histórica - valor histórico e patrimonial - evolução das intervenções

A Sé é vista como o local de nascimento da cidade no século IV antes de Cristo e do seu renascimento medieval no século XII. Em consequência de toda a sedimentação urbana deixada por tão longo período de ocupação, existe uma concentração de edifícios e de pré-existências de grande valor histórico, o que reforça o imenso valor estético, sendo um local extremamente bonito/atrativo.

Existem diversos locais de interesse na Sé, incluídos em diversos sistemas de classificação, como a Lista do Património Mundial, Imóveis de Interesse Municipal, ou Monumentos Nacionais.



Figura 21 – Rua de Santana, e entrada para o Largo do Colégio.

É de destacar a Catedral, o Paço Episcopal, a igreja de S. Lourenço (vulgo dos Grilos), a Casa Museu Guerra Junqueiro, os sítios arqueológicos da Rua D. Hugo e do Largo do Colégio, o monumento a Vímara Peres, a torre da Casa da Câmara Medieval e os conjuntos edificados de arquitetura civil e popular de todas as ruas, constituído por um

edificado medieval renovado nos séculos XVIII e XIX. Na figura 21, pode-se observar a atual Rua de Santana, uma das ruas mais movimentadas no Morro da Sé.

Na década de oitenta, depois de todo o período de decadência continuada sem qualquer processo de contenção, procedeu-se às primeiras experiências de um programa de intervenção na Sé, referentes ao segundo projeto comunitário de luta contra a pobreza. Este projeto permitiu desenvolver ações de cariz social junto da população idosa, habitante deste núcleo. Embora não se registem muitos resultados significativos, permitiu, junto de

Bruxelas ganhar, posteriormente, um novo programa financeiramente muito mais dotado (luta contra a pobreza III).

De assinalar que durante a década de oitenta ocorreram violentos temporais que deram origem a uma transferência maciça de famílias por danos nas habitações que ocupavam. De salientar, que pelo menos 120 famílias foram realojadas pela CM do Porto em casas de madeira pré-fabricadas, oferecidas pelo governo norueguês e instaladas na zona Oriental do Porto.

Ainda nesta década, tem início uma forte transformação social no bairro que deixa de constituir uma tradicional zona de residência operária e de comércio de vizinhança, com alguns problemas de prostituição, para se transformar num dos maiores centros de tráfico e consumo de drogas da cidade e arredores. A par da situação social, agrava-se a degradação dos edifícios e das condições do espaço público.

Na década de 90, registou-se uma mudança de atitude perante a Sé, com as primeiras intervenções no plano físico e social da Fundação para o Desenvolvimento da Zona Histórica do Porto (FDZHP), financiada pelo referido terceiro projeto de luta contra a pobreza e depois com o CRUARB (Comissariado para a Renovação Urbana da Área da Ribeira/ Barredo).

Com base nestas intervenções, a Sé foi dotada de novas infraestruturas em todos os arruamentos, acompanhadas de escavações arqueológicas e de repavimentações, de novos equipamentos que provocaram a renovação de muitos edifícios, da intervenção na igreja e museu do Seminário Maior e de um programa de apoio à renovação exterior dos espaços comerciais.

No início do século XXI, perante a preocupação e o estigma de ser capital da cultura, a Sé vê agudizar-se o seu problema de decadência com o retorno do tráfego de drogas e a aceleração dos casos de ruína por abandono e falta de intervenção no edificado.

Em 2002 é ensaiado um Plano de Emergência para o Bairro da Sé, promovido pelo Governo Civil do Porto, que reuniu um amplo leque de parcerias, tendo como ambição, proceder a uma intervenção de emergência para fazer face aos problemas imediatos, sendo a resolução das questões de fundo, remetidas para o município. A aposta na criação e instalação da SRU proporcionou a criação de novos procedimentos para a reabilitação do centro da cidade e, necessariamente, da Sé também.

Disponibilidade de espaços e riqueza institucional

A Sé, apesar do seu denso tecido construído e da ocupação de muitos dos seus edifícios, detém, paralelamente, uma grande disponibilidade de espaços desocupados. Esta situação, que, à primeira vista, pode ser identificada como negativa, é, afinal, um ponto forte a favor da transformação, já que representa uma disponibilidade imediata, ou quase imediata, de intervenção no edificado.

Esta disponibilidade de intervenção pode constituir um movimento de regresso da população à Sé, em larga escala, que importa induzir, colocando todos os edifícios disponíveis, da Câmara Municipal do Porto, da Porto Vivo e da FDZHP num só universo de gestão. Sendo estabelecida uma base de parceria extensível a outras entidades, esta agregação de esforços, seja capaz de garantir novas soluções de habitação para setores específicos de procura, que não encontram ainda resposta no mercado da reabilitação.

Quanto à riqueza institucional, como todo o Centro Histórico, a Sé é uma agregação social rica em instituições locais de diversas naturezas, que importa mobilizar para um processo de transformação sustentável e duradouro.

As Instituições ligadas à Igreja, a promotores culturais, ao turismo, ao apoio social e as instituições que trabalham com o público em geral ou com setores específicos dentro da Sé, têm uma actividade persistente que pode ser aproveitada e potenciada para o suporte de diferentes ações deste Programa. Contudo, é primordial fazer o levantamento dos recursos

institucionais activos, seleccionando aqueles que são produtivos, separando os que sobrevivem artificialmente. Do ponto de vista da integração das populações locais no “novo” Bairro da Sé, este tecido institucional poderá revelar-se de relevante eficácia e um fator crítico da acção da Gestão de Área Urbana.

Diversidade urbanística

Sendo uma área de pequena extensão e de grande compactação urbana podemos assistir na Sé a uma significativa diversidade de espaços que pela sua qualidade de podem evidenciar, contribuindo para uma maior valia do ambiente urbano. Como exemplo temos a acrópole monumental ou a Rua D. Hugo. Além destes territórios diferenciados temos ainda várias zonas de fronteira, sobretudo com Mouzinho da Silveira e com a “Avenida da Ponte”.

6.3 A degradação do edificado

Enquanto parte de um círculo vicioso de decadência, o edificado é consequência e causa desse mesmo processo. A decadência, o abandono e a desvitalização levam à degradação dos prédios, e a degradação dos prédios com o seu impacto negativo no valor e no imaginário da cidade leva a mais repulsão, medo e afastamento de pessoas e actividades. Na Figura 22, visualiza-se o estado de alguns edifícios na Rua dos Mercadores, no Porto.



Figura 22 - Edifícios em mau estado na Rua dos Mercadores no Porto

Os processos da degradação estão por demais diagnosticados, no entanto, é de referir o ataque das intempéries, o abandono, a falta de obras de conservação, com a consequente fragilização das carpintarias, dos telhados, dos revestimentos das fachadas e as

resultantes deformações dos elementos estruturais dos prédios.

A corrosão de elementos metálicos, ataques biológicos (fungos e insetos) a vigamentos de madeira e escadas, e a erosão das argamassas, geralmente resultantes da falta de estanqueidade, são fatores generalizados de destruição, mais que o fogo ou os sismos.

É crucial sustentar este ataque para reduzir a dimensão crescente da ruína.

A degradação do edificado tem consequências a vários níveis:

- Impede a sua utilização;
- Empobrece o património arquitetónico;
- Prejudica a imagem do bairro e da cidade;
- Atrai presenças indesejáveis como a droga e a marginalidade;
- Desmobiliza a vontade de resistir;
- Alimenta a espiral de abandono;
- Contribui para a persistência da pobreza endémica do bairro;
- Corrói a autoestima das famílias sãs e ainda residentes.

A reabilitação do edificado, por seu lado, contribuirá positivamente para a fixação de habitantes e de negócios, para a preservação e enriquecimento do património arquitetónico e para a valorização urbanística, paisagística e turística.

Assim no seguinte cartograma, Figura 23, poderá ser identificado diversos edifícios inseridos neste programa de reabilitação do morro da Sé, elencando o estado dos mesmos, levando a pensar sobre o acima elencado.

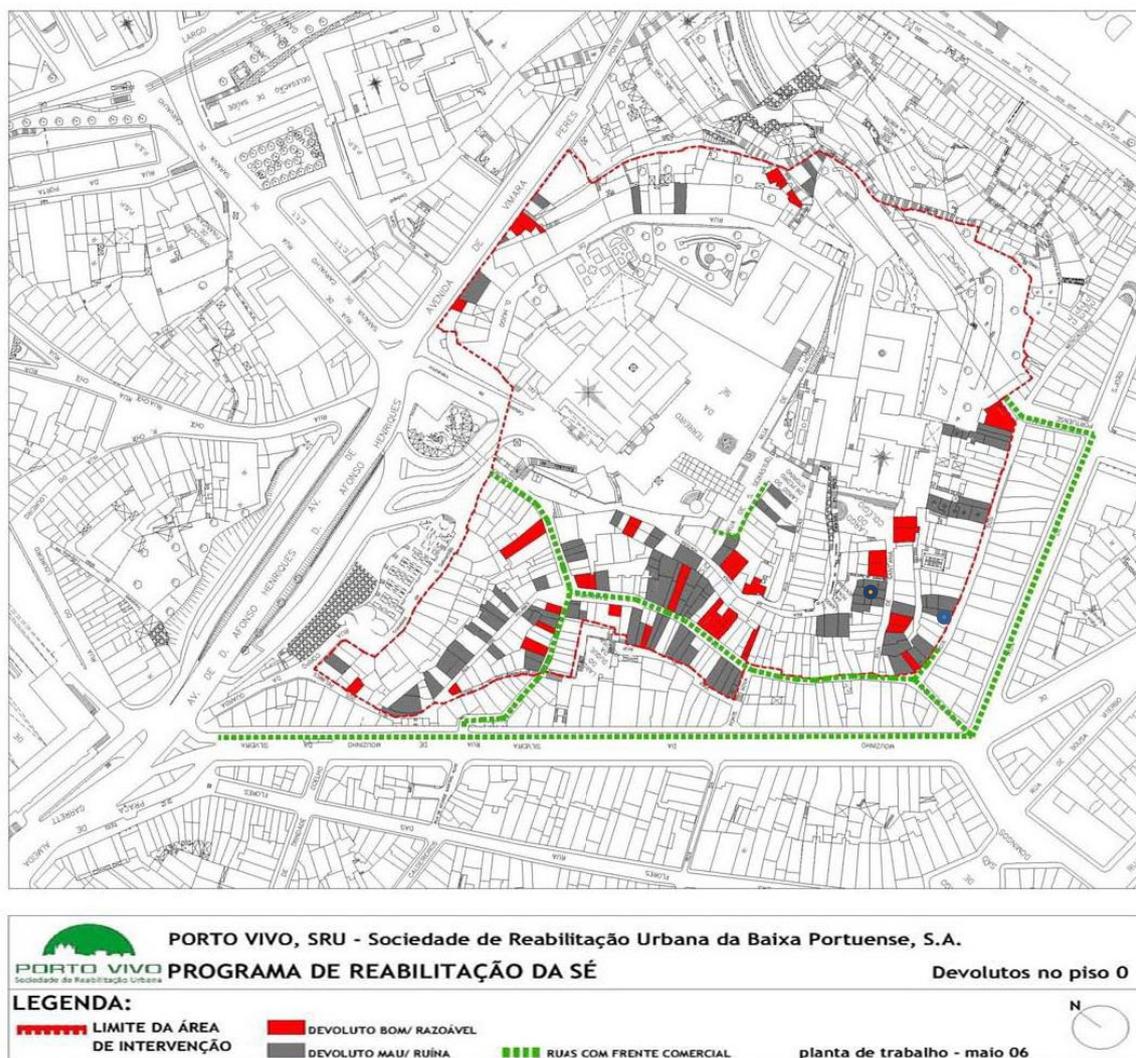


Figura 23 - Cartograma de edifícios devolutos em bom e mau estado na Sé

- Caso de estudo 1 - Rua de Santana, 20 a 22/Largo da Pena Venosa, 3
- Caso de estudo 2 - Rua dos Mercadores, 160 a 162

6.4 Objectivos da reabilitação da Zona da Sé

A Sé ainda é vista, pela restante cidade, como uma área a evitar, perigosa, onde existe tráfico de droga, logo uma imagem de um núcleo degradado.

É importante modificar este panorama, implementando um programa capaz de constituir um compromisso para o futuro com a cidade, ambicioso, mas realista, que permita regenerar a área, oferecendo-lhe as condições necessárias para atrair os investimentos públicos e privados indispensáveis, para o seu rejuvenescimento.

A Sé, sendo um território embrião da cidade, é o ponto de partida para o processo de reabilitação de que a Baixa é protagonista. Porém existe a preocupação de assegurar a dignidade da sua população e das suas características urbanas, que são parte integrante do património do Porto.

Assim os principais objectivos para reabilitar este núcleo urbano são:

- A integração espacial da Sé no contexto da Baixa
- A reabilitação física do edificado
- A valorização dos padrões de cidadania
- A atração de novos residentes visando o equilíbrio social
- A dinamização do eixo estruturante Terreiro da Sé/ Rua Escura/ Rua da Bainharia/ Rua dos Mercadores

6.5 Caracterização construtiva dos quarteirões alvo de estudo

Os edifícios localizados nestes quarteirões caracterizam-se por uma construção tradicional, com paredes-mestras de alvenaria de granito, pavimentos em estrutura de madeira, paredes interiores em tabique e coberturas em estrutura de madeira revestida a telha cerâmica.

Para uma melhor compreensão da caracterização habitacional no Morro da Sé, pode-se



observar a Figura 24, que ilustra os aspetos construtivos exteriores dos edifícios nesta zona.

As suas fachadas são na generalidade em alvenaria de granito, sendo os vãos emoldurados por cantaria de granito quase na totalidade dos edifícios. As fachadas são revestidas a elementos

Figura 24 - Edifícios da Sé

cerâmicos ou por reboco pintado com cores variadas. As paredes de meação são quase sempre de alvenaria de pedra.

As caixilharias exteriores são em geral do tipo batente com bandeira, em madeira pintada, sendo nos pisos superiores caixilharias em madeira do tipo de guilhotina. De registar que algumas das caixilharias foram substituídas nas fachadas a tardoz, por caixilharias em alumínio geralmente com vidro único. Nos pisos térreos as portas de acesso são normalmente em madeira, verificando-se contudo a existência de outras opções ao nível dos materiais, como o alumínio e o ferro.

As caixas de escadas são por norma em estrutura de madeira, algumas estando revestidas por betão, denotando que já sofreram alguma intervenção. A localização destas é normalmente central e devido à dimensão das parcelas, ser em alguns casos reduzida, observa-se situações de divisão da fração habitacional em duas partes, sendo o patamar das escadas comum.

Quanto às infraestruturas, pode verificar-se que por norma as parcelas possuem redes de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais, de um sistema de drenagem de águas pluviais, de eletricidade e algumas de rede de telecomunicações. Em relação à rede de gás, existe uma rede pública desta, porém não se regista a existência de gás canalizado nos edifícios.

Os pavimentos interiores são em geral de soalho de madeira, sendo que nas zonas húmidas regista-se a opção por revestimento cerâmico. No caso de um espaço comercial no piso térreo, os pavimentos são revestidos com mosaico cerâmico, existindo alguns edifícios a opção por lajeado de pedra.

As paredes interiores são normalmente em tabique, ou alvenaria de pedra, havendo também alguns edifícios com alvenaria de tijolo. O seu revestimento é predominantemente o reboco, pintado, ou o azulejo nas zonas húmidas.

Os tetos são na generalidade rebocados e pintados com cor dominante branca, havendo também a existência de tetos em estuque trabalhado.

Intervenção proposta

Para além dos objectivos principais (no subcapítulo 6.4) identificados, o Programa de Reabilitação da Sé tem um conjunto de ações que visam impulsionar este espaço, nomeadamente:

- Promover uma oferta de tipologias flexíveis adequadas, incentivando o regresso dos diversos setores da comunidade, principalmente daqueles que contam com raízes na zona, de famílias jovens e de estudantes a possuírem residência nesta zona;
- Melhorar as condições de apoio social, nomeadamente à 3ª idade, faixa etária predominante neste núcleo urbano;
- Potenciar a instalação e posterior promoção do alojamento turístico;
- Criar polos e eixos de concentração de actividades;
- Reforçar as condições de segurança na área e regenerar a imagem do edificado Património da Humanidade;
- Melhorar as condições de utilização do espaço público;
- Potenciar a Fixação de famílias da zona em boas condições de habitabilidade;
- Possibilitar a vitalização de um espaço público aprazível e nesta data subaproveitado.

Para a elaboração deste capítulo foi considerada a bibliografia referente ao plano de Reabilitação do Morro da Sé, documentos da Porto Vivo SRU e consultada toda a informação sobre o mesmo do site da Porto Vivo¹⁷.

6.6 Considerações

O programa de Reabilitação da Sé tem como principal objetivo reabilitar todo o edificado, e inserir a população desta zona na sociedade.

A reabilitação do edificado, devido à elevada degradação física desta área, em que muitos dos seus edifícios se encontram em ruína, devolutos ou em mau estado de conservação, torna-se num grande desafio.

Quanto à população, pode-se afirmar que esta área é vista pela restante população da cidade, como uma área a evitar e perigosa, muitas vezes falada por um local de tráfico de droga e violência nas suas ruas.

Assim, com este plano de reabilitação, tem-se o intuito de repovoar o Morro da Sé, devolvendo actividade e dinamismo a esta zona do Centro Histórico da cidade do Porto. É de ressaltar que todo o processo de reabilitação do Morro da Sé tem como base a manutenção da identidade desta a área nível arquitetónico.

O programa de Reabilitação da Sé é um processo gradual, onde alguns edifícios inseridos nesta área estão já em processo de reabilitação, como por exemplo, as diferentes operações desenvolvidas pela Porto Vivo SRU, outros em fase de licenciamento. Grande parte destes edifícios em reabilitação tem já destino traçado: o de realojar a população do bairro do Aleixo que viu as suas casas demolidas.

7. Estruturas de madeira²⁵

7.1 Enquadramento

A madeira é um material leve, que relativamente ao seu peso específico possui uma elevada resistência. A madeira é atualmente, um dos materiais utilizados na construção civil, mais sustentável.

A madeira tem um comportamento razoável quando sujeito a esforços de compressão e de tração paralela e perpendicular ao fio, e por consequência, tem um bom comportamento à flexão. Esta é utilizada em diversos sistemas estruturais, sujeita aos mais diversos esforços. Alguns dos sistemas estruturais mais utilizados são vigas, pilares, asnas, grelhas, podendo ser também utilizada como cofragem. A sua durabilidade é muito boa desde que sejam adotadas boas práticas de conservação, se forem bem dimensionadas e bem construídas.

Por outro lado, confere ao edifício um isolamento térmico e acústico de qualidade. A madeira tem a seu favor, as diversas cores e disponibilidade em diversas espécies,



tamanhos e formas, podendo ser classificado como um material, versátil e adaptável a diversas situações. Na madeira podem estabelecer-se ligações recorrendo a pregos, encaixes por entalhe, parafusos, parafusos e porca, e cavilhas.

Figura 25 - Estrutura de madeira em edifício em reabilitação

Na Figura 25 pode-se observar que as entregas foram realizadas na parede de granito, contendo na zona da entrega, uma manta geotêxtil que tem a função de proteger a viga de madeira neste local.

7.2 Metodologia de reabilitação de estruturas de madeira

Na reabilitação de estruturas de madeira em edifícios antigos não existe uma metodologia única, é necessário proceder a um levantamento do existente, podendo variar a solução de reabilitação para cada caso. Alguns aspetos fundamentais a ter em consideração numa reabilitação, sendo adequados a estruturas de edifícios em madeira são:

- A necessidade de serem encontradas soluções técnicas em tempo útil, com recurso aos vários especialistas envolvidos (arquitetos, engenheiros, arqueólogos, historiadores entre outros);
- A existência de um projeto, um programa de intervenção objetivo e ponderado, que trate globalmente o edifício no âmbito da intervenção e adequado à envolvente;
- Realizar um orçamento de obra, tendo em consideração o estado da estrutura, os materiais e mão-de-obra necessários e o custo da intervenção;
- Assegurar a presença dos projetistas na fase de execução da obra, para garantir um suporte sempre que surjam dúvidas sobre projeto devidas a falhas de diagnóstico em fase embrionária, como também se necessário fazer algum ajustamento;
- Existência de um coordenador permanente e responsável pela satisfação da metodologia;
- Realizar uma compilação técnica da obra, de forma a permitir no futuro uma compreensão e atuação compatível com as decisões tomadas na intervenção;
- Definir um plano de manutenção para a obra em fase de utilização;^{21 e 25}

7.3 Principais critérios e regras a seguir na reabilitação de estruturas de madeira

O primeiro critério a respeitar e também o mais importante na reabilitação estrutural é a verificação e restabelecimento da segurança estrutural de pessoas e bens (estados limites últimos e de utilização).

O segundo critério a ter em conta consiste na renovação e melhoramento da funcionalidade da estrutura considerando outros critérios não exclusivamente estruturais.

Para além destes, é de salientar um conjunto de princípios e regras importantes que deverão ser seguidos na reabilitação estrutural de estruturas de madeira, nomeadamente:

- Identificar a origem das anomalias;
- Quantificar a rigidez e resistência dos elementos estruturais de madeira;
- Interpretar o funcionamento da estrutura e detetar os pontos onde esta requer substituição ou algum tipo de reforço;
- Manter a estrutura a um nível adequado de esforço mecânico em todos os elementos;
- Encontrar soluções resistentes com coeficientes de segurança elevados;
- Eliminar todas as causas de degradação do edifício (realçando as promovidas pela envolvente do edifício, paredes e coberturas) antes de proceder à sua reabilitação;
- Preservar a autenticidade dos monumentos, reduzindo ao mínimo a substituição dos materiais originais;
- Controlar a fluência e o desempenho em serviço (deformações, vibrações) ao mesmo nível da resistência mecânica;
- Sempre que possível, optar por soluções técnicas reversíveis e implementar medidas para evitar o ressurgimento dos mesmos problemas;
- Garantir, no futuro, uma identificação física adequada da intervenção;
- Manter, se possível, o nível atual de restrições ao deslocamento e de apoios;
- Evitar desmontar as estruturas existentes pois a posterior montagem fará esses elementos terem diversos estados de tensão, resultantes das novas ligações;

- Verificar o desempenho dos restantes sistemas estruturais (fundações, paredes, tirantes de aço, etc.) em relação à estabilidade e nível de degradação que estes possuem;
- Realizar inspeções periódicas em serviço (tendo em conta: temperatura, humidade, taxa de renovação de ar, teor de água da madeira, deformação, defeitos dos elementos estruturais);
- Após a reabilitação, criar condições de acessibilidade de forma a garantir o exame visual da estrutura em serviço;
- Melhorar as condições serviço dos elementos de madeira para terem uma ventilação permanente, sendo uma ventilação adequada à estrutura e aos apoios, evitando o contato direto da madeira com outros materiais que possam reter humidade, potenciando condensações ou que impeçam a madeira de “respirar”;
- Utilizar sempre que possível madeira da mesma espécie;
- Colocar elementos de madeira da mesma classe de serviço em termos ambientais;
- Não esconder elementos estruturais com materiais de acabamento que impeçam a sua visualização;
- Restauro das estruturas da fundação para a cobertura;
- Assegurar a estabilidade e a baixa deformabilidade dos elementos de suporte, antes de intervir nas estruturas de madeira por eles suportados;
- Proceder em primeiro lugar à reabilitação dos elementos mais degradados.²¹

7.4 Danos frequentes em estruturas de madeira

Os danos patentes na estrutura de madeira decorrem normalmente dos seguintes fatores:

- Empenamento ou torção de vigas de madeira devido a assimetria de cargas ou degradação de elementos estruturais nos seus pontos de apoio, com o conseqüente desvio de transmissão de cargas para outros elementos;

- Degradação da estrutura de madeira da cobertura nos pontos de entrega na parede devido a falta de ventilação e conseqüente excesso de humidade. O apodrecimento desses pontos ou o efeito dos agentes xilófagos nesses pontos altera a superfície de contato e a distribuição de forças, provocando movimentos horizontais no topo das paredes e com isso, movimentos para fora do plano com maior impacto na zona superior dos cunhais. (Ruano et al, 2011-a). As entregas das vigas nas paredes constituem assim um ponto fraco de qualquer estrutura de madeira, por um lado devido a necessidade do apoio acomodar os deslocamentos da viga e por outro, por falta de ventilação. Por esse motivo é necessário que o apoio das vigas nas paredes seja realizado de forma a permitir a circulação de ar, através de um orifício na parede no prolongamento do topo da viga, ou por deixar um espaço no topo e na parte superior da viga;

- Ocorrência de danos devido ao dimensionamento inadequado de secções, à pormenorização e dimensionamento inadequado de ligações, e à falta de travamento da estrutura, seja desde a sua conceção, seja decorrente da sua remoção posterior em ações de reparação;

- Corte indevido de elementos da estrutura nomeadamente, madres, tirantes, vigas, entre outros;
- Danos registados por encurvadura, devido ao excesso de cargas e pela alteração do uso ou localização de elementos muito pesados, numa determinada área de contato;
- Fissuras trespassantes que diminuem a capacidade de desempenho do elemento;
- Elevado teor de humidade que prejudica os seus níveis de resistência e condiciona a sua durabilidade;

Para garantir a correta durabilidade da estrutura, deve-se ter em conta alguns aspetos interdependentes:

- A utilização da estrutura e a manutenção prevista durante a vida da estrutura;

- Os critérios de desempenho exigidos;
- As condições ambientais;
- A composição, propriedades e desempenho dos materiais;
- A forma dos elementos e as disposições construtivas;
- A qualidade da execução e o nível de controlo²⁷.

7.5 Verificação de segurança

As verificações de segurança de estruturas têm como base o Eurocódigo 5 (EC5), sendo feita uma avaliação quanto aos estados limites que vão ser abordados neste subcapítulo.

O projetista tem o trabalho de identificar rigorosamente todas as situações de solicitação no plano perpendicular ao fio ou que façam ângulos com o fio, pois a capacidade resistente dos elementos nestas condições baixa muito. É também de ter em conta a importância das ligações têm, no comportamento estrutural das estruturas na sua globalidade. Sendo um facto, a existência de alguma ductilidade e deformabilidade localizada de qualquer ligação entre dois elementos em madeira, é difícil aferir com exatidão, se uma ligação é rígida ou articulada. Assim, pode-se constatar que qualquer ligação será sempre capaz de transmitir algum momento fletor, pois nunca será totalmente rígida.

Pontos principais no dimensionamento das estruturas de madeira

- Análise das vibrações (estado limite de utilização);
- Análises lineares de 2ª ordem em alguma estrutura, como em pórticos;
- Importância das ligações e do modelo de cálculo escolhido para estas;
- Deformação muitas vezes é crítica no dimensionamento das estruturas;
- Variações dimensionais por efeito de temperatura e humidade;
- Anisotropia da madeira e influência desta na forma de construir a estrutura.

Nas estruturas de madeira, é necessário ter em consideração os conceitos de fator de deformação ($kdef$) e de módulo de deslizamento ($Kser$), associados ao material de construção madeira.

Outro conceito relevante é o fator de modificação ($Kmod$), associado à resistência para as classes de serviço e para as classes de duração das ações. Se uma combinação de ações for composta por ações que pertencem a diferentes classes de duração, o valor de $kmod$ que deverá ser escolhido, é o da ação de curta duração; por exemplo, para uma combinação de uma ação permanente e uma ação de curta duração deverá adotar-se para $kmod$ o valor correspondente à ação de curta duração.

É necessário ter presente, as classes de serviço que se destinam essencialmente para a definição das propriedades mecânicas dos materiais e que vão permitir o cálculo das deformações, em certas condições ambientais. As estruturas devem ser inseridas numa das classes de serviço indicadas seguidamente:

✓ *Classe de serviço 1*- Ambiente interior protegido, caracterizada por um teor de água dos materiais correspondentes ao teor de água de equilíbrio para um ambiente caracterizado por uma temperatura de 20°C e uma humidade relativa do ar ambiente excedendo 65% somente durante algumas semanas por ano (locais cobertos e fechados);

✓ *Classe de serviço 2*, ambiente interior não protegido ou exterior não sujeito à ação directa da água das chuvas e com contatos esporádicos com água líquida. Caracterizada por um teor de água dos materiais correspondentes ao teor de água de equilíbrio para um ambiente caracterizado por uma temperatura de 20°C e uma humidade relativa do ar excedendo 85% somente durante algumas semanas por ano (locais cobertos e piscinas);

✓ *Classe de serviço 3*, ambiente exterior com contatos frequentes com água das chuvas, muitas vezes em períodos longos. Caracterizada por condições climáticas conduzindo a

valores do teor de água dos materiais superiores aos que se verificam na classe de serviço 2 (locais ao ar livre).

7.5.1 Estados limites últimos

As verificações de segurança em relação aos estados limites últimos que são necessárias realizar em elementos de madeira são:

- Tração paralela e perpendicular ao fio;
- Compressão paralela e perpendicular ao fio;
- Flexão (simples, composta, desviada);
- Corte;
- Torção;
- Instabilidade (bambeamento e encurvadura).

Coberturas

A verificação de segurança dos elementos principais que constituem as coberturas de madeira, e relativamente aos estados limites últimos de resistência, poderá ser dividida em relação aos diferentes elementos existentes, nomeadamente:

- Pernas e escoras: verificação à flexão composta (M + C) e encurvadura;
- Linhas: flexão composta (M + T);
- Pendurais: Tração paralela ao fio;
- Cumeeira: Flexão simples e bambeamento;
- Madres: Flexão desviada e bambeamento.

7.5.2 Estados limites de utilização

As verificações de segurança relativas aos estados limite de utilização adequadas a estruturas de madeira são:

- De Deformação, verificando as deformações ou deslocamentos que afetem o aspeto ou a utilização efetiva da estrutura, ou que provoquem danos em revestimentos ou elementos não estruturais;

- De Vibração, averiguando as vibrações que sejam desconfortáveis para os utilizadores provoquem danos na construção ou no seu recheio ou que limitem a sua eficiência funcional.

7.6 Ligações²⁶

As ligações realizadas nos elementos de madeira podem dividir-se em dois géneros: ligações tradicionais de marcenaria, recorrendo a entalhes ou a espiga, e ligações mecânicas. As ligações mecânicas podem ser classificadas em ligadores tipo cavilha e ligadores planos (conectores). Os ligadores do tipo cavilha, inseridos na madeira paralela, oblíqua ou transversalmente ao fio da madeira, são uma forma corrente de ligação entre elementos de madeira. A forma mais eficiente de realizar a ligação entre os elementos é recorrendo a ligações transversais ao fio, aumentando assim a sua resistência. Esta resistência é obtida pelo esmagamento local da madeira na zona de contato, sendo possível a ocorrência de plastificação do ligador devido aos esforços atuantes (corte e flexão).

Os ligadores planos podem ter diferentes formas, como anéis abertos ou fechados, placas circulares, placas metálicas, chapas de pregar, entre outras. A área de contato entre ligadores e elementos de madeira, normalmente é elevada. Na escolha do sistema de ligação a utilizar, deverão ter-se em conta os seguintes aspetos:

- Capacidade de carga e rigidez;
- Estética e durabilidade;
- Custo de materiais e de montagem.

As cavilhas e os parafusos de porca são a opção habitual para elementos de grandes dimensões, nos quais está em causa a transmissão de esforços elevados. Os parafusos de

enroscar são utilizados, em geral, em elementos não estruturais ou elementos estruturais secundários.



Figura 26 - Exemplo da fixação dos barrotes de madeira num edifício no Porto

Nas coberturas, a fixação de barrotes, a uma viga de rincão pode ser agilmente realizada mediante o uso de elementos de corpo cilíndrico (parafusos auto-perfurantes, cavilhas, varões, etc.).

Depois de calculado a carga a transmitir do barrote ao rincão deve-se determinar o tipo e a quantidade de conectores a utilizar. Na Figura 26 pode-se observar a fixação de barrotes de madeira.

7.7 Princípios para a preservação de Edifícios Históricos em madeira²⁷

Os princípios para a preservação dos edifícios em madeira são: a *Inspeção*, o *Diagnóstico*, a *Intervenção* e a *Monitorização*.

Um dos princípios mais importantes dos enunciados acima é a inspeção. Este princípio pode ser entendido com um conjunto de tarefas que contribuem para a realização de uma avaliação de um edifício. A inspeção nunca poderá ser realizada com os elementos em estudo cobertos por camadas de sujidade e pó, que deverão ser previamente removidas, sendo assim feita uma limpeza. A limpeza, para além de permitir a remoção do material mais grosseiro, deve permitir examinar a superfície externa dos elementos, e as suas características macroscópicas, (cor, os nós, as fissuras, etc.).

Assim, é importante na fase de inspeção realizar:

- ✓ Caracterização da geometria e do funcionamento estrutural

- Recolha de informação de arquivo (peças desenhadas e escritas, alterações estruturais, etc.);
 - Medição de secções transversais, vãos, espaçamentos;
 - Avaliação das ligações entre os elementos estruturais e as paredes de alvenaria.
- ✓ Avaliação do estado de conservação
- Avaliação dos danos existentes e dos pontos críticos (apoios na parede, topos de vigas expostos, ligações, base de pilares, elementos exteriores);
 - Estimativa das áreas afetadas e das secções transversais residuais;
 - Quantificação da gravidade dos danos, consoante a importância do elemento afetado.

Nota: Para fazer esta avaliação recorre-se a formões, martelos, higrómetro e inspeção visual, videoscópio, resistógrafo, pylodin

- ✓ Estimativa das características físicas e mecânicas
- Determinação das características físicas, massa volúmica, etc.;
 - Estimativa das características mecânicas, módulo de elasticidade, resistência à flexão, resistência à compressão paralela ao fio, etc.;
 - Ensaio de caracterização – não destrutivos (NDT) e destrutivos (DT)

De entre os ensaios de caracterização NDT realce para o resistógrafo e videoscópio, sendo apresentados outros ensaios NDT no Quadro 2.

- Videoscópio – serve para observação de áreas ocultas e é útil quando não é viável remover o soalho. Proporciona a visualização dos elementos estruturais dos pavimentos e a deteção da presença de eventuais ataques bióticos.

- Resistógrafo – regista a relação entre a energia de penetração da agulha e a resistência à perfuração da madeira. Serve para a deteção de variações de densidade, defeitos internos (fendas, vazios) e degradações na secção transversal.

Exemplos de outros ensaios NDT	
<ul style="list-style-type: none"> • Pilodyn • Fractómetro • Ultra-sons • Ensaio de carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Georradar • Sismógrafos • Classificação visual • Identificação da espécie

Quadro 2 - Ensaios NDT

Os ensaios destrutivos são em geral realizados em provetes extraídos da estrutura. Correntemente são conduzidos ensaios a flexão, tração e compressão. Outro tipo de ensaio, é o de atrito viga-parede, que consiste na avaliação do atrito entre a viga de madeira e a parede de alvenaria de granito.

Diferenças entre ensaios NDT e DT

Os ensaios NDT fornecem informação qualitativa útil, mas tem dificuldade em estimar valores quantitativos. Estes ensaios permitem a manutenção dos elementos ensaiados. Os ensaios DT proporcionam a obtenção de informação quantitativa e qualitativa útil, embora provoquem a inutilização dos elementos ensaiados. Estes ensaios consideram-se desadequados para estruturas antigas que se pretenda preservar.

Outro dos princípios de preservação de realçar é o diagnóstico. Para a realização deste procedimento é necessário obter informações a nível das estruturas como:

- Geometria e funcionamento estrutural;
- Estado de conservação;
- Propriedades físicas e mecânicas (massa volúmica, resistência, rigidez).

Estas informações fornecem dados que possibilitam a definição de esquemas estruturais, atribuição de secções transversais residuais, bem como, a definição de classes de resistência (EN338) e consequente verificação da segurança de acordo com o EC5.

Na reabilitação de estruturas de madeira de edifícios antigos o **levantamento, inspeção e diagnóstico** são fundamentais e devem ser considerados em todas as situações.

O levantamento deverá ser efetuado antes da elaboração do projeto e durante a intervenção propriamente dita e deverá incluir:

- Pesquisa exhaustiva: história do edifício;
- Levantamentos arqueológicos (para perceber a relação entre o edifício e o local)
- Levantamentos técnicos (para identificar e caracterizar os materiais e soluções construtivas existentes);
- Levantamentos topográficos (terreno) e fotogramétricos (fachadas e coberturas);
- Levantamentos arquitetónicos (plantas, cortes, alçados e pormenores do existente);
- Levantamentos geotécnicos.

O diagnóstico deverá ser, como atrás se refere, realizado num contexto pluridisciplinar.

“Um diagnóstico minucioso das causas de degradação e falha da estrutura de madeira deve anteceder a intervenção e basear-se em evidências documentais, inspeção física, análise e, se necessário, medidas das condições físicas e métodos de ensaio não destrutivos”. (“princípios para a preservação de edifícios históricos em madeira” (ICOMOS 1999) (Internacional Council on Monuments and Sites)).

Durante a intervenção, e após ser possível o acesso físico em melhores condições aos diversos locais do edifício será necessário realizar:

- Uma avaliação detalhada do estado de degradação dos materiais e das soluções construtivas;
- A comprovação do diagnóstico anterior, após acesso aos locais antes ocultos;
- A repetição de alguns trabalhos anteriormente realizados em condições deficientes, de modo a poder comprovar a qualidade e rigor do levantamento inicial.

A inspeção preliminar da estrutura permite obter uma ideia geral dos problemas e estabelecer um plano de inspeção ao pormenor, tendo em conta o relatório das anomalias registadas, das condições de aplicação e dos possíveis riscos. Nas primeiras visitas será alvo de especial atenção, a existência de eventuais fontes de humidade e de todos os pontos críticos sujeitos a degradação.

Numa segunda fase, faz-se uma inspeção detalhada, permitindo o acesso visual aos elementos de madeira. Nesta fase para além da avaliação global e sistemática do edifício, deve reunir-se toda a informação disponível sobre a idade e a história do edifício (construção, ocupações, alterações, manutenção e reparações), tendo em conta aspetos singulares e de interesse, que ajudará a esclarecer eventuais incoerências.

A inspeção detalhada, perante a identificação dos agentes de degradação, a avaliação da degradação e a identificação da espécie e qualidade da madeira, permite estimar a resistência da estrutura, estabelecendo as medidas corretivas necessárias (tratamento e reforço).

A inspeção visual é o principal método de inspeção e diagnóstico para estruturas de madeira, consistindo em examinar diretamente, ou a uma curta distancia, a totalidade do elemento em causa, observando e registando todos os sinais indicadores de anomalias e de ataques de degradação, podendo ser o procedimento de inspeção auxiliado por instrumentos simples em zonas não diretamente visíveis. Para uma inspeção visual eficaz devem melhorar-se ao máximo as condições de acesso, limpeza e iluminação e proceder à análise com base em elementos gráficos ou desenhados adequados.

Depois de se realizar uma observação visual prévia, deve verificar-se a existência de manifestações ou sintomas de degradação, como, mudanças de coloração, micélios de fungos, orifícios de saída de insetos, fendas, entre outros.

7.8 Considerações

Pode-se concluir que grande parte do edificado no Centro Histórico do Porto, que ainda não sofreu nenhum processo de reabilitação, tem na sua constituição como estrutura principal, a estrutura em madeira. Posto isto, como um dos fundamentos de reabilitar é tentar preservar e manter o máximo do existente, é necessário recorrer-se a reabilitação com base em estrutura de madeira no intuito de manter a identidade do edificado. Hoje em dia é de registar, a massificação da construção ou reabilitação em betão, o que nem sempre deve ser a única opção, pois existem diversas soluções construtivas viáveis em madeira que recriam a construção tradicional, tendo um preço de mercado muito competitivo como poderá ser comprovado num estudo apresentado mais a frente.

Também é de realçar a importância que uma boa inspeção e um diagnóstico minucioso contribuem para a adoção das soluções adequadas para cada caso, pois cada edifício tem a sua identidade e as suas vicissitudes.

8. Paredes de alvenaria de pedra

8.1 Enquadramento

Nos edifícios antigos, bem como na construção atual, todas as paredes devem cumprir requisitos relativamente à segurança estrutural. Porém a designação de parede resistente não deve ser estendida a todo o tipo de paredes, pois só aquelas que desempenham um papel relevante na estrutura do edifício, no que respeita à resistência a cargas verticais e horizontais, é que devem ser consideradas paredes resistentes. Este tipo de paredes é correntemente designado de paredes-mestras.

Na constituição deste tipo de paredes em edifícios antigos, existem pontos comuns e fatores de diferenciação. Como fator comum, apresentam na maioria dos casos grandes espessuras e uma constituição por materiais heterogéneos, de onde resultam elementos rígidos e pesados. Os materiais constituintes deste tipo de estrutura têm geralmente uma reduzida resistência à tração.

As diferenças nas alvenarias, muitas vezes de cariz regional ou local, prendem-se com a disponibilidade dos materiais. A elevada quantidade de material necessário para a construção, tornava que fosse conveniente diminuir os custos de transporte, para a construção se tornar rentável. Esta questão que na atualidade é minimizada assumia um fator condicionante no início do século XX. Assim, a opção era por materiais existentes nas proximidades do edifício a construir, salvo raras exceções, como edifícios de grande valor, como catedrais ou mesmo habitações muito nobres, onde se procedia ao transporte de materiais de locais remotos, no país ou no estrangeiro. A localização geográfica tem, assim um peso essencial na constituição da alvenaria. As zonas de Trás-os-Montes, Beiras e Douro Litoral são ricas em granitos e xistos, originavam construções graníticas. Enquanto na Região de Lisboa, certas zonas do Alentejo e Beira Litoral ricas em calcários, davam origem a alvenarias neste tipo de material.

A grande espessura de algumas destas paredes justifica-se por um conjunto de razões, de ordem estrutural e mecânica. Os materiais constituintes destas estruturas apresentam um fraco comportamento à tração, e um bom comportamento à compressão. Devido a este facto, justificava-se a elevada largura das paredes como um efeito somatório na conjugação das ações atuantes. Assim, uma parede larga torna-se numa estrutura pesada, implicando que a força gravítica daí resultante funcione, como uma força estabilizadora das ações horizontais desestabilizantes, bem como uma força derrubadora, devido ao impulso das terras ou de outros elementos estruturais, como arcos e abóbadas, a choques acidentais, a ventos e sismos. Por outro lado, quanto maior a espessura uma parede, menor é a sua esbelteza, ou seja, menor risco de instabilidade devido a fenómenos de encurvadura. É importante salientar que com o aumento da largura da parede, e conseqüente incremento do peso estabilizador, do ponto de vista da resistência dos materiais, significa que aumenta a capacidade da parede de suportar forças derrubadoras, sem que se corra o risco de se instalarem tensões de tração na secção transversal da peça.

Para além das razões já mencionadas, do ponto de vista estrutural e mecânico, é de



salientar que paredes de grande espessura, como por exemplo, a parede ilustrada na Figura 27, apresenta outro papel preponderante, nomeadamente nas paredes exteriores, que têm como função, proteger o interior do edifício dos agentes atmosféricos, como a ação do vento e da

Figura 27 - Parede de meação em alvenaria de pedra em edifício em Reabilitação.

chuva. A elevada espessura das paredes representa um percurso bastante irregular e moroso que a água terá de percorrer entre o

meio exterior e interior do edifício. O período de tempo que a água demora a percorrer os espaços vazios da parede, durante a época das chuvas, é suficiente para que se suceda o tempo seco, durante o qual, a água infiltrada seguirá o percurso inverso, ocorrendo a secagem da parede. No entanto este ciclo não é perfeito, nomeadamente quando ocorrem Invernos prolongados e anormalmente chuvosos, em que o uso inerente ao edifício pode conduzir à infiltração definitiva de humidades, originando “salitres”, bolores e fungos.

Na cidade do Porto, as paredes de fachada e de tardoz são geralmente de pano duplo, enquanto as paredes das empenas são de pano simples, sendo as últimas geralmente



comuns ao edifício adjacente. Na Figura 28 pode-se observar uma fachada de um edifício no centro histórico do Porto, em alvenaria de pedra.

A espessura de cada pano de parede ronda em média os 0,24 m, tanto para as paredes da empena com as da fachada. As paredes frontais totalizam frequentemente uma espessura que ronda os 0,65 m, sendo o espaço criado entre os dois panos preenchido com material de enchimento, geralmente pedra com uma mistura

Figura 28 - Fachada principal de um edifício em alvenaria de pedra

de cal e saibro.¹⁶

8.2 Vantagens e desvantagens da utilização das paredes de alvenaria de pedra²⁸

De entre as diversas vantagens das paredes de alvenaria de pedra podemos destacar as seguintes:

- Estrutura resistente;
- Isolamento térmico e acústico;
- Proteção ao fogo e agentes atmosféricos;

- É um material de baixo custo e proporciona uma fácil execução das estruturas, com qualidades de acabamento boas;
- Possuem uma boa capacidade de carga vertical
- Permite grande flexibilidade de configurações estruturais sem grandes custos e sem alterações ao método construtivo.

Como **desvantagens**, estas paredes apresentam por vezes problemas de natureza estrutural, embora não sendo muito frequentes, que estão normalmente associados a assentamentos do solo, por má execução original, quer em termos do aglomerado das pedras, quer em termos da qualidade e tipo de aplicação das argamassas de assentamento. Em situações em que existem pequenos defeitos de execução, a estrutura acaba por encontrar o seu ponto de equilíbrio, no entanto se tivermos presente a necessidade de segurança antissísmica estas situações devem ser cuidadosamente analisadas.

Os sintomas de degradação começam pelo aparecimento de fissuração, pelo destacamento de rebocos e numa fase mais avançada, pela fissuração da própria pedra e resultando finalmente na rutura da parede.

Os **problemas estruturais** estão normalmente associados a:

- Deformação das paredes (“barrigas”) provocadas por ações verticais com excesso de



carga imposta às paredes (mais comum em paredes esbeltas), que não apresentam capacidade para resistir a esses impulsos, ou ações horizontais provocadas por estruturas intermédias (de cobertura ou de pisos, por exemplo), observando-se fissuras predominantemente horizontais.

Figura 29 - "Barriga" na parede de meação em granito, na operação F

O desmoronamento dá-se quando as ações ultrapassam a capacidade de resistência da parede e ocorre que, em estados avançados de degradação ou de incapacidade da parede de resistir a movimentos de tração, pode representar o colapso da parede (total ou parcial), não se enquadrando aqui o desprendimento do reboco por falta de aderência ao suporte. Pode-se observar um exemplo deste tipo de deformação na Figura 29.

- Separação entre duas paredes, falta de coesão entre as paredes na zona dos cunhais, decorrente de falta de travamento ou de paredes mistas com comportamentos diferenciados dos materiais e geometrias;
- Cedência do terreno provocando fissuração, cuja orientação depende do local onde se dá falha: a meio da parede, num dos extremos, em ambos os extremos, entre outros;
- Movimentos para fora do plano provocados por impulsos horizontais imprimidos a parede (efeito de elementos estruturais de cobertura, por exemplo) ou movimentos sísmicos;
- Inexistência de juntas de dilatação em edifícios com alturas e volumetrias diferentes como por exemplo ligação entre muro de meação e parede de edifício ou edifício com simplesmente fachada com diferentes alturas. O mesmo pode ocorrer em edifícios com panos de parede muito extensos e sem travamentos intermédios suficientes;
- Fragilidade na constituição construtiva do diedro dos vãos.

Relativamente às exigências funcionais, poderemos distinguir as paredes como: paredes-mestras (principais), contraventamento (secundárias) dimensionadas essencialmente para resistir a ações horizontais no seu próprio plano, contenção (muros de suporte) e paredes em consola (muros), etc. (Lourenço, 1999).

8.3 O dimensionamento²⁹

O dimensionamento e cálculo das estruturas de alvenaria resistente deverão ter em consideração os estados limites adequados, nomeadamente estados limites últimos e

estados limites de utilização. Para esse dimensionamento e segundo o EC6, deverá ser utilizado um modelo de cálculo da estrutura a partir de:

- Adequada descrição da estrutura, dos materiais que a constituem e das condições ambientais da sua localização;
- Comportamento de parte ou de toda a estrutura, correspondente ao estado limite considerado;
- Das ações e do modo como são aplicadas.

O cálculo da estrutura pode ser realizado em elementos distintos (como paredes) ou através de uma representação global desta, desde que o primeiro caso assegure uma eficiente ligação e interação à restante estrutura, assim como a estabilidade.

No cálculo para ações verticais e vento, pode-se assumir a teoria linear da elasticidade para o cálculo dos elementos resistentes, enquanto para o dimensionamento face à ação sísmica, o comportamento não-linear do material e da estrutura, deverá estar representado pelo coeficiente de comportamento (q). Este modelo de cálculo deverá fornecer todos os esforços atuantes (axiais, corte e momentos) em cada um dos elementos estruturais.

Assim, as características mecânicas essenciais ao dimensionamento são:

- Resistência à compressão, f_k ;
- Resistência ao corte, f_v ;
- Resistência à flexão, f_x ;
- Resistência a tração, f_c ;
- Relação tensões-extensões, σ - ϵ ; A resistência à tração da alvenaria é ignorada em projeto.

As estruturas de alvenaria foram o primeiro tipo de estruturas a necessitar de análises não lineares, pois percebia-se através do dimensionamento e pelas verificações de segurança de edifícios existentes, que o cálculo em regime elástico linear não era suficiente.

Um dos grandes problemas que levou à procura de novos métodos de análise foi o problema da localização da carga em edifícios de alvenaria existentes. A utilização de pavimentos e coberturas em madeira, não permite a análise com massa concentrada nos pisos. Como a massa está concentrada nas paredes, os cálculos através dos métodos actuais não se adequam a este tipo de estruturas, mesmo em alvenarias novas com pavimentos flexíveis sem massas concentradas nos pisos.

8.4 Tratamento das paredes em alvenaria de pedra³⁰

Em intervenções de reabilitação, o tratamento das paredes em alvenaria de pedra pode ser realizado, seguindo por exemplo, a metodologia a seguir apresentada:

- Todos os elementos de revestimento devem ser retirados;
- Os rebocos existentes devem ser picados e demolidos até às superfícies sãs das pedras;
- Picagem e limpeza das juntas na profundidade média de 10cm;
- Após os anteriores procedimentos, as pedras serão lavadas, de forma a limpa-las das poeiras das demolições e de todos os elementos que não estejam solidários com a alvenaria;
- Preenche as juntas com pedras duras bem marteladas;
- Todas as juntas de alvenarias resistentes, depois de limpas das argamassas antigas, serão refechadas com argamassa hidrofugante de cal e areia (1:3), bem apertada à colher. Antes da colocação de novas argamassas de ligação, sedarão as juntas molhadas, para se obter uma boa aderência das argamassas às pedras, como pode-se visualizar a título representativo na Figura 30;
- Fechar as juntas com argamassa hidrofugante de cal e areia (1:3) bem apertada à colher;
- Molhagem e chapiscagem das faces;

- Execução dos rebocos de acabamento, com argamassas hidrófugas, de forma a obter faces regulares e aprumadas, conforme o projeto de Arquitetura.
- Possibilidade de colocação de uma malha electrosoldada no interior do reboco;
- As zonas das paredes existentes que se encontram especialmente degradadas serão com muito cuidado desmontadas e reconstruídas com a pedra original.



Figura 30 - Parede de alvenaria de granito já tratada

8.5 Considerações

As estruturas de alvenaria de pedra são estruturas que fazem parte integrante da identidade da cidade do Porto, e claro do Centro Histórico classificado pela UNESCO. Assim, para preservar esta identidade, é necessário manter estas estruturas, reabilitando-as, oferecendo assim uma boa salubridade ao edifício, bem como, manter as suas características, que diferenciam épocas e culturas, como por exemplo cornijas e gárgulas, que se podem registar na visualização das diferentes fachadas dos edifícios antigos da cidade. As paredes de alvenaria de pedra, como acima exposto, têm uma grande resistência e são boas térmica e acusticamente, proporcionando boas condições de conforto.

As intervenções de reabilitação destes elementos estruturais devem ser realizadas cuidadosamente, repondo ou melhorando as condições de segurança estrutural e de conforto.

9. Reabilitação do edifício na Rua de Santana

9.1 Identificação do edifício

O edifício que foi alvo de estudo (caso de estudo 1) situa-se na zona histórica do Porto, concretamente na Rua de Santana n° 20 a 22, com acesso também pelo Largo de Pena Ventosa n°3. Este edifício encontra-se num dos quarteirões que a Porto Vivo SRU tem sob sua administração, o Morro da Sé. Nesta zona estão a ser desenvolvidas, no total de 8 operações de reabilitação, designadas pelas letras de A a H.

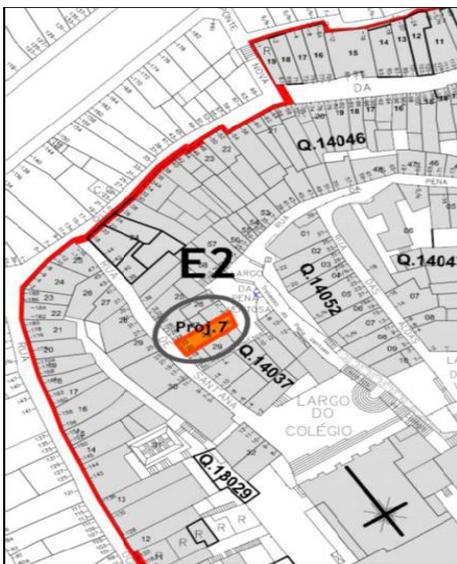


Figura 31 - Identificação do caso de estudo



Figura 32 - Fachada na Rua de Santana n° 20 a 22

Este edifício integra-se na operação E recebendo a designação de E2, como pode-se observar na Figura 31.

O lote consiste numa parcela com forma retangular orientado segundo o eixo Nordeste/Sudoeste, com profundidade de cerca de 14.75 metros e largura de cerca de 4.30 metros (fachada). O edifício tem uma variação de cotas de soleira de cerca de 6 metros, sendo a cota mais alta a do Largo de Pena Ventosa e a mais baixa a da rua de Santana (ver Figura 32).

A cobertura é de 4 águas, estando bastante degradada, com foco constante de infiltrações e humidades. No anexo A.3 pode ser consultada a arquitetura deste projeto.

9.2 Descrição geral do estado do edifício

O Edifício em questão possui duas frentes e duas entradas: Rua da Santana e Largo de Pena Ventosa.

A estrutura é constituída por paredes portantes em pedra onde se apoiam as vigas de madeira dos pisos e as asnas de cobertura. Quanto à caixa de escadas, é constituída por estrutura de madeira.

A fachada principal da Rua de Santana estava em estado razoável de conservação, mas encontrando-se em declínio, com o aparecimento de manchas e fungos na pedra. As caixilharias são em madeira de guilhotina e encontram-se em estado razoável de conservação.

Na fachada voltada ao Largo de Pena Ventosa, (ver Figura 33) o edifício mostra

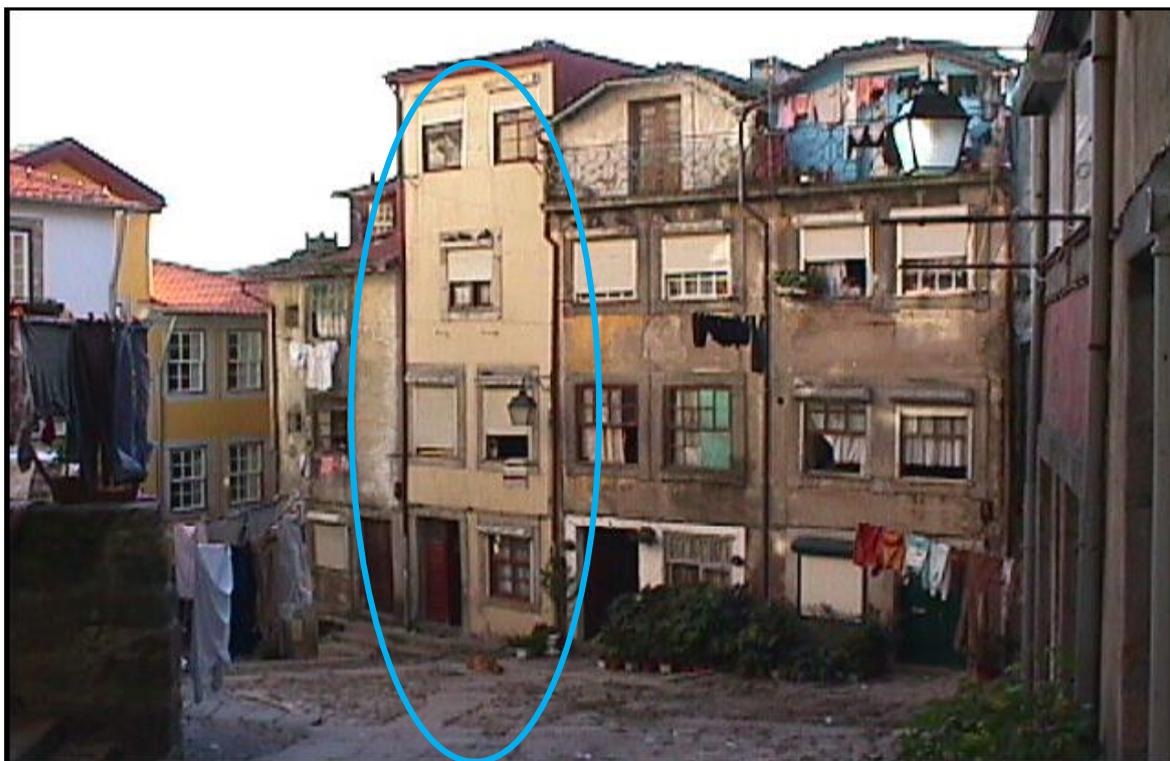


Figura 33 - Fachada voltada para o Largo de Pena Ventosa

características iniciais de degradação, mantendo a sua autenticidade, com a fachada principal em granito revestido a reboco, cantaria em pedra, estando em estado razoável, com quatro pisos acima da cota da soleira. As caixilharias são em madeira de batente de duas folhas, estando em mau estado, em alguns casos os vidros caíram para a via pública. Observe-se como dissonância as persianas pelo exterior que em nada contribui para o património histórico existente.

Procedendo-se a uma análise global do edifício, evidencia-se características iniciais de degradação, estando a fachada principal em granito, em estado razoável. O último piso é recuado, sendo de valorizar a sua constituição em tabique.

Nas empenas é de registar a presença de infiltrações, humidades, fissuras, manchas e fungos. Estes fatores contribuem para o deficiente estado das paredes de meação.

A cobertura desenvolve-se em estrutura de madeira, revestida a telha cerâmica. O seu estado de conservação é médio, com algumas patologias, principalmente nos remates com empenas e tardoz. Os tetos falsos são em tabique estando em estado razoável.

De referir a existência de um lanternim central à caixa de escadas, atualmente revestido e segmentado em chapa de policarbonato ondulado transparente.



Quanto aos **pavimentos** é de notar que o piso térreo é de betão, e se encontra em mau estado de conservação. A estrutura do pavimento dos restantes pisos é em vigas de madeira, estando estas em estado razoável, sendo revestidas a soalho de madeira, em alguns casos já sem soalho e sem acesso às divisões, visualizando-se pequenas intervenções posteriores (emendas),

Figura 34 - Pavimento e parede em mau estado de conservação sendo o estado de conservação do soalho mau.

Na Figura 34 pode-se observar o mau estado de conservação do pavimento, bem como das paredes.

No que diz respeito às infraestruturas, verifica-se que não existe rede de abastecimento de água, nem de energia elétrica, nem de gás.



O sistema de drenagem de águas residuais está em mau estado de conservação. Na figura 35 pode-se verificar o mau estado do interior do edifício.

Em 6 de Novembro de 2006, foi realizada uma vistoria ao edifício, tendo a equipa de peritos considerado que o edifício se encontrava em más condições de segurança, de salubridade e

de estética, concluindo que o edifício em causa não tinha condições de habitabilidade apresentando riscos para a segurança pública e para os residentes. Concluiu-se ainda que existia um grande risco de perda dos elementos de valorização patrimonial, devido ao acelerado processo de degradação em que se encontrava o edifício.

9.3 Objetivos e sistemas construtivos

O objetivo proposto para a intervenção é a remodelação do edifício, envolvendo a reconstrução dos espaços interiores e da cobertura, de modo a criar condições de habitabilidade, de eficiência das infraestruturas e de corrigir o aspeto geral exterior.

Após estudo do edifício, foi opção manter a identidade deste, preservando a solução estrutural original. Posto isto, está colocada de parte a opção por betão armado.

Também neste estudo foram detetadas anomalias e propostas soluções, nomeadamente:

- Necessidade de reforço de algumas entregas das vigas de madeira nos apoios;

- Substituição das vigas em pior estado de conservação;
- Se necessário, introdução de perfis em aço nos pisos, complementando a estrutura principal em madeira;
- Manutenção dos princípios do sistema construtivo, com a introdução pontual de soluções e de materiais inovadores.

Chegou-se igualmente à conclusão de que é necessário proceder-se a eliminação do último piso existente, devido a que este é claramente distinto dos restantes pisos, tanto ao nível da qualidade dos materiais (sendo mais pobres), assim como a sua importância no conjunto, quer pela linguagem, alinhamento, sobressaindo em relação à envolvente próxima de forma perturbadora e dissonante.

A introdução de novos materiais, quando necessária será realizada com o intuito de conciliar a melhor relação entre estes, melhorando níveis de humidade, de conforto e de comportamento ao longo do tempo.

Exteriormente serão mantidas as fachadas existentes com o aspeto atual, sendo estas limpas e os rebocos, pinturas e outros elementos serão refeitos. As guardas e os caixilhos em madeira serão pintados sem grande alteração do desenho original, do material e da textura e adequando a cor à envolvente.



Figura 36 - Teto falso do edifício em mau estado de conservação

A cobertura será em estrutura de madeira, isolada termicamente e impermeabilizada com subtelha, sobre a qual se aplicará a tradicional telha cerâmica. Os tetos serão executados no sistema leve de perfis de aço e placas de gesso cartonado e sistema autoportante para aumentar os índices de conforto acústico.

As paredes interiores serão executadas no sistema

leve de perfis de aço galvanizado e placas de gesso cartonado. Na figura 36 pode-se verificar o estado de má conservação que se encontra o teto do edifício.

9.4 Organização espacial proposta

O edifício após o procedimento de remodelação e reabilitação vai passar a ser composto por 5 pisos, sendo, rés-do-chão, mais 4 andares e cobertura.

O rés-do-chão é composto por um espaço comercial. Este espaço é destinado a oficina de restauro, em que o estabelecimento conta com 42.41m².

O 1º Andar é destinado a um complemento do espaço comercial e a habitação. O espaço destina-se a uma sala de formação com 20.41m² e banho da oficina de restauro com 3.33m². A habitação é composta por um quarto com 10.24m², banho com 3.20m² e zona de circulação de T₂ duplex com 3.52m².

O 2º Andar é destinado a habitação. A habitação é constituída por entrada das habitações com 2.21m² e T₂ duplex, uma sala com 19.68m², uma cozinha de 4.98m², sanitário de 2.33m², um quarto com 10.70m² e acesso ao 1º Andar.

O 3º Andar é constituído por uma habitação. Esta habitação é constituída por um acesso vertical às habitações e T1, com sala 20.04m², cozinha com 4.49m², banho com 3.20m², quarto com 10.70m², circulação e arrumo com 1.54m².

O 4º Andar é constituído por uma habitação. Este espaço é constituído por um acesso vertical às habitações e T1, com sala de 24.24m², cozinha com 4.49m², banho com 3.20m², quarto com 10.70m² e circulação.

A cobertura será de 4 águas, dotada de clarabóia situada na água voltada a Sudeste.

Os trabalhos de demolição serão executados com recurso a equipamentos de baixa vibração e em horários pré-estabelecidos pela fiscalização.

O empreiteiro tem a encargo a garantia da estabilidade de todos os elementos da obra, assim deverá dispor dos elementos de sustentação e contraventamento necessários.

Os detritos vão sendo retirados por meio de cordas, cabos, roldanas, guinchos, desde que se trate de zonas vedadas à permanência ou circulação pessoal. Devem recorrer-se a caleiras para detritos mais leves. A demolição dos pisos deve ser gradual, de preferência ao mesmo tempo da execução das lajes de piso à cota equivalente. As escadas devem ser as últimas peças a demolir em cada piso, uma vez que são necessárias à circulação de pessoal.

9.5 Revisão do projeto de Estruturas

A cobertura nova será constituída por asnas de madeira, de construção tradicional, mas com revestimentos de isolamento e impermeabilização de cobertura contemporâneos para fazer face às actuais exigências térmicas e acústicas.

Os pavimentos são constituídos por vigas de madeira e soalho, conforme o projeto de arquitetura impôs e introduzidos tetos falsos acústicos, com a intenção de dar cumprimento à legislação em vigor. Em complemento à solução de madeira, introduziram-se no sistema estrutural perfis metálicos IPE e UNP, para o apoio das escadas, bem como cantoneiras de abas iguais para transmissão dos esforços provenientes dos barrotes à alvenaria de pedra.

A fundação prevista na empreitada resume-se à sapata do primeiro lanço de escada, sendo que a única utilização de betão é neste ponto.

A seleção dos materiais a utilizar em obra teve em conta o processo construtivo preconizado para a execução da empreitada, face à exiguidade das acessibilidades, aos constrangimentos à colocação e montagem em obra de meios de elevação convencionais e ao reduzido espaço para instalação de estaleiro. Deste modo, privilegiaram-se soluções de materiais cujo fornecimento e aplicação condicionado às premissas referidas anteriormente permitindo a execução da obra com um rendimento sustentável. Foram especificados os seguintes materiais:

- Betão Armado (para a sapata) - C25/30;

- Regularização de Fundações: C12/15;
- Armaduras: A400NR (em varões de armaduras passivas);
- Aço em Estruturas Metálicas: (perfis laminados e chapas) S275 JR EN10025 (em geral);
- Parafusaria: Classe 8.8 (em geral) /Classe 10.9 HR (onde especificado);
- Estruturas de Madeira: Madeiras da Classe C20, Classe de Serviço 2.

As ações permanentes consideradas para a verificação da segurança da estrutura foram as seguintes:

- Peso próprio da estrutura:

Densidade do aço: 77kN/m^3 ;

Betão armado: 25kN/m^3 e Betão simples: 24kN/m^3 ;

Madeiras: 4kN/m^3

- Teto falso acústico – 0.9kN/m^2

Lã de rocha – $100\text{kg/m}^3 \times (0.09 + 0.045) = 13.5 \text{ kg/m}^2$

3 Placas tipo “Viroc” $e=18\text{mm}$: $1350 \times 3 \times 0.018 = 72.9 \text{ kg/m}^2$

- Paredes interiores – 0.60kN/m^2

Parede em gesso cartonado com 2 placas e isolante no interior

Altura da parede: 2.6m

Coefficiente de repartição – 0.4 (art.º 15º RSA)

- Cobertura:

Painel sandwich, autoportante: 0.15kN/m^2

Telha $\frac{1}{2}$ cana, incluindo ripas: 0.8kN/m^2

Nos pavimentos foram consideradas as seguintes sobrecargas:

- ✓ Em habitações: 2kN/m^2
- ✓ No estabelecimento comercial: 3kN/m^2

- ✓ Na cobertura: 0.3kN/m^2

As combinações das ações foram feitas de acordo com o RSA.

9.6 Conforto

9.6.1 Revisão do Projeto de Acústica

A intervenção da especialidade de acústica tem implicações no desenvolvimento e na definição do projeto de arquitetura e das restantes especialidades. O êxito do projeto de acústica estará dependente das condições de isolamento a sons de condução aérea e de percussão, entre frações, em particular entre loja e habitação, como também no reforço do isolamento de fachada.

A verificação dos limites regulamentares é efectuada tendo por base a legislação atualmente em vigor, designadamente o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, e o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) publicado em Decreto-Lei n.º 129/2002 e revisto pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho.

Para a obtenção de resultados satisfatórios, ao nível da acústica do edifício, deve-se respeitar três fatores essenciais:

- O isolamento a sons de condução aérea e de percussão entre a loja e as frações;
- Isolamento a sons de condução aérea e de percussão entre frações;
- Isolamento das fachadas.

A actividade ruidosa interior contempla as actividades ruidosas resultantes da actividade no edifício, e na envolvente, de que se salienta:

- Ventilação - Está prevista a instalação de um sistema de ventilação mecânica, para a extração do ar ao nível das casas de banho, sendo que os respetivos equipamentos de extração de ar estarão localizados na cobertura do edifício. Também vai ser efetuada a instalação de exaustores nas cozinhas de cada uma das habitações;

- Classificação do edifício - segundo o artigo 1 do DL 96/2008, como edifícios habitacionais e mistos;

- A classificação do local, visto que se encontra numa zona residencial, de comércio e serviços, sendo o nível de ruído o habitual para uma zona com essas características é de Zona mista. Assim, para um melhor entendimento de como se classifica o local, em relação, consultar o Regulamento Geral do Ruído.

O alçado principal do edifício confronta com uma estrutura viária que tem um volume de tráfego moderado, durante o dia e o entardecer e um volume de tráfego reduzido durante a noite. De registar a fonte de ruído urbano proveniente da circulação de habitantes ou turistas na área.

Assim, os principais aspetos a ter em consideração na verificação do conforto acústico do edifício em estudo, são os seguintes:

- ✓ Transmissão de ruído exterior para o interior dos quartos e zonas de estar dos fogos, através das fachadas, a verificar de acordo com a alínea a), i) do ponto 1, do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre habitações em pisos diferentes, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea b), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre os locais de circulação comuns e as habitações, a verificar de acordo com a alínea c), i), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre locais do edifício destinados a comércio/serviços e zonas de estar dos fogos, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea d), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

✓ Transmissão de ruídos de percussão entre habitações em pisos diferentes, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea e), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

✓ Transmissão de ruídos de percussão entre locais do edifício destinados a comércio/serviços e zonas de estar dos fogos, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea g), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

✓ Transmissão de ruídos de equipamentos eletromecânicos (ventiladores, portas de garagem e outros), para o interior de quartos e salas das habitações, a verificar de acordo com a alínea h), ii), do ponto 1, do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

✓ Transmissão de ruídos de canalizações/columnas de abastecimento de água para as habitações.

De realçar que, de acordo com a legislação em vigor, aos edifícios situados em zonas históricas que sejam objeto de ações de reabilitação, mantendo as vocações de uso, como as do caso em estudo e a mesma identidade patrimonial, podem aplicar-se uma tolerância de 3 dB.

9.6.2 Revisão do Projeto de Comportamento Térmico

Quanto ao projeto de térmica, não foi entregue para adjudicação na sua globalidade, atendendo a que, de acordo com a legislação em vigor (RCCTE, 2001), o presente edifício, como se trata de uma recuperação em zona histórica, não carece de verificação (ver artigo 2, ponto 9 alínea c) do RCCTE). Assim consta apenas informação relativa à instalação e equipamentos mecânicos, a produção de águas quentes sanitárias e ventilação que influenciam a térmica do edifício. Outra parte da informação foi recolhida no projeto de arquitetura, nomeadamente as características dos vidros, das caixilharias, as constituições das paredes, entre outras.

A instalação de equipamentos mecânicos de ventilação (AVAC), nas cozinhas para realizar a extração de fumos, deverá ser procedida sobre os fogões onde a ligação é feita através de tubos flexíveis de alumínio, às condutas independentes a instalar para tal efeito. Serão igualmente instalados em “courettes”, tubos em espiral em chapas de aço galvanizado, independentes para cada instalação. O ar que é aspirado será expulso para o exterior e através da chaminé instalada na cobertura do edifício. O ar de compensação passará para o interior dos locais, através de aberturas em contato com o exterior, previstas no projeto de arquitetura.

A ventilação dos sanitários e banhos das habitações e de fração de comércio é realizada através da instalação de pequenos electro-ventiladores murais nas paredes dos locais, conforme o que está indicado no projeto de arquitetura.

Cada um destes electro-ventiladores será comandado por um interruptor de iluminação de cada local. Estes possuirão temporização eletrónica incorporada. O ar aspirado por estes será expulso para o exterior através da cobertura do edifício. O ar passará para o interior dos locais através de folgas a prever na parte inferior das portas.

Para a ventilação e extração do espaço comercial, no rés-do-chão, será instalada uma conduta de reserva para esse efeito, esta que se elevará até à cobertura do edifício.

Para o pré-aquecimento de águas quentes de consumo (AQC), será efectuada uma instalação solar associada a cada fração. Serão instalados coletores solares na cobertura no edifício e orientados para o quadrante Sul. (orientação que se obtêm maiores ganhos solares).

A cada fração ficará afeto um coletor solar, plano, com área útil unitária de 2.23m^2 .

9.7 Outras especialidades

9.7.1 Drenagem e entubamento de linhas de água

Eventuais linhas de água existentes serão devidamente limpas, drenadas e entubadas e devolvidas aos seus leitos naturais no final da zona de intervenção. Os tubos de betão para a execução de coletores e drenos, devem obedecer à norma NP1469 em que a absorção de água, não deve exceder os 8%.

9.7.2 Eletricidade

As instalações elétricas serão alimentadas por cabos subterrâneos pertencentes à EDP e terão uma alimentação de 400/230V, 50Hz. A rede vai circular em tubos PEAD de diâmetro de 125-6 Kgf/cm², enterrados à profundidade mínima de 0,8m. Todos os quadros devem ter cerca de 20% de espaço de reserva. A tubagem deverá ficar recolhida em relação à superfície das paredes à volta de 3cm e será envolta em argamassa de cimento da mesma composição do reboco.

A habitação deverá ter caixas de passagem adequadas ao número e diâmetro dos tubos de 10 em 10 metros, em troços retos e em todos os pontos considerados fulcrais (mudanças de direção, curvas). Também deve ser colocado um código, com base em cores, para realizar a marcação das caixas e tampas de caixas de derivação, bem como, a passagem de forma a ser de fácil identificação os circuitos a que pertencem, por exemplo: tomadas, iluminação. Todas as caixas de passagem, de derivação, de aparelhagem e terminais serão em PVC, enquanto, as ligações dos condutores nas caixas de derivação serão feitas por placa terminal.

Os quadros elétricos serão localizados em armários próprios. É assumido, que após a sua instalação a parede de pedra assegurará ainda uma espessura mínima superior a 30cm.

9.7.3 Telefones e comunicações

A rede de telefones e comunicações será uma rede de tubagem enterrada, que vai ser constituída por tubos PEAD e ERM e caixas que serão construídas em alvenaria com as dimensões respectivas, conforme o projeto de arquitetura. A rede de cablagem contempla 3 tipos: Rede de pares de cobre, rede de cabos coaxiais, rede de fibra ótica. O armário das telecomunicações d edifício será constituído com asa dimensões mínimas regulamentares de 800*900*200mm (A*L*P) com fundo em madeira de boa qualidade.

O percurso de tubagens deverá ficar preferencialmente, embebido nas paredes. Pode optar-se se necessário, pela utilização de calhas técnicas ou em caso mais específicos, a tubagem ficar a vista. No estabelecimento comercial é considerado um bastidor mural de 19" de 6U com dimensões de 600*450*368mm (A*L*P).

9.7.4 Abastecimento de água e Drenagem de águas pluviais

A rede hidráulica circulará em tubos PEAD com pretensão de serviço de 10 Kg/cm² segundo a norma europeia EN1452, referente a aplicações de canalizações enterradas. Para as canalizações interiores de água quente e fria serão aplicados tubos em PP-r, do tipo COPRAX Plus. Esta tubagem vai ser protegida com material isolante, sendo esse material uma espuma elastomérica, do tipo SH/Armaflex ou equivalente, espessura 20 a 30mm. Ao contrário do que está documentado, a tubagem será disposta de forma a não ficar à vista.

A recolha de águas pluviais será efectuada através de caleiras e tubos de queda localizados no exterior do edifício, estado afastados de espaços sensíveis, do ponto de vista acústico.

Quanto à recolha de águas pluviais não foi encontrada qualquer informação a respeito.

9.8 Observações à revisão do projeto

Da revisão do projeto foram levantas diversas questões associadas às verificações regulamentares, que poderiam resultar em não conformidades, nomeadamente:

Nas zonas destinadas à habitação existem dois tipos de tipologias: T2duplex e T0

- De acordo com o Artigo 67.º ponto 1 do REGEU- As áreas brutas dos fogos terão os seguintes valores mínimos:

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Tx>6
35	52	72	91	105	122	134	1,6 x Ah

O T2 duplex possui uma área bruta de 56.87m² sendo a sua área inferior ao valor regulamentar para esta tipologia, como comprovado com a tabela acima exposta. Quanto aos T0 respeitam os valores estipulados.

- No Artigo 68º do RGEU, à área mínima de instalações sanitárias não deve ser inferior a 3.5m², enquanto na planta de arquitetura tem apenas 3.33m²;
- No Artigo 70º do RGEU, a largura dos corredores das habitações não deve ser inferior a 1.1m, o que acontece nas plantas de arquitetura;
- No Artigo 46º, nº 3 do RGEU, nas edificações para habitação colectiva 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, o que não acontece;
- No Artigo 50º, nº 3 do RGEU, nas edificações para habitação colectiva com mais de três pisos e em que a altura do último piso, destinado à habitação, medida nos termos do nº 1 deste artigo, for inferior a 11,5 m deve prever-se espaço para futuro instalação no mínimo de um ascensor;
- No Artigo 66º do RGEU, os compartimentos de habitação não poderão ser em número e área, inferiores a: Cozinha para tipologia T0 e T2 é de 6m², em planta as cozinhas têm 4,98m² e 4,49m².

O valor de Wk (valor característico da pressão dinâmica) é determinado como se o edifício estivesse na Zona B, o que não acontece. De facto, de acordo com o RSA, este edifício está na zona A, pelo que os valores característicos da pressão dinâmica a considerar devem ser obtidos multiplicando **por 1.2** os valores indicados (Artigo 24, RSA).

No projeto de estruturas refere-se que a laje do piso térreo tem 190mm de espessura e será armada com fibras metálicas. No projeto de arquitetura pode-se verificar que a laje do piso térreo tem 300mm e não é dada qualquer informação relativa à armação com fibras metálicas.

Nota: Não obstante a estas observações, é de referir que os edifícios inseridos no centro histórico do Porto estão isentos de cumprir as regras impostas pelo RGEU, e restantes leis referentes às diversas especialidades, segundo o artigo 60º do RJUE (edificações existentes) e o artigo 51º do RJRU (proteção do existente).

9.9 Fases de execução da obra

As fases de obra vão ser divididas em 2 partes, uma respeitante a trabalhos preparatórios e outra referente à construção.

Os trabalhos preparatórios consistem na vedação do estaleiro (escadas, gruas, etc.).

A fase de construção engloba diversas tarefas como:

- Demolições;
- Escavações;
- Estruturas;
- Execução de alvenarias e de infraestruturas;
- Execução de reboco;
- Impermeabilização de coberturas;
- Montagem de elementos pré-fabricados.

Para um melhor entendimento da duração em semanas de cada tarefa, apresenta-se o mapa de trabalhos no Quadro 3, ressalvando que algumas tarefas podem decorrer simultaneamente:

Mapa de trabalhos	
Tarefas	Duração (semanas)
• Estabilidade	6
• Massames, alvenaria e tabiques	1
• Abastecimento de água	2
• Drenagem de águas residuais domésticas e pluviais	12
• Instalação de Gás	12
• Instalação de segurança contra incêndio	12
• Instalações e equipamentos elétricos	12
• Infraestruturas de telecomunicações	12
• Instalação de equipamentos mecânicos -AVAC	12
• Impermeabilizações e isolamentos	3
• Revestimentos	6
• Cantarias	1
• Carpintarias	4
• Serralharias	4
• Pinturas	4
• Vidros e espelhos	2
• Equipamento sanitário e cozinha	2
• Diversos	2,5

Quadro 3 - Mapa de trabalhos

O mapa de trabalhos apresentado no Quadro 4, proposto pela candidatura vencedora contempla as durações:

Duração prevista da obra	
Total dias:	308
Total semanas:	44
Total meses:	10,26

Quadro 4 - Duração prevista da obra

O prazo de execução da obra é o intervalo de tempo que decorrer desde o início das obras até à receção. De acordo com o CCP(código dos contratos públicos), verifica-se que é necessário:

- Dar início à empreitada até 15 dias depois da adjudicação;
- Proceder à Receção provisória até 365 dias a contar do início da adjudicação;

- A Receção definitiva e o prazo de garantia têm 5 anos a contarem do início da data de receção provisória.

A prorrogação dos prazos só pode ser concedida por decisão do dono da obra, perante justificação de casos considerados de força maior, com influência no andamento da obra.

Orçamento da obra

O orçamento de obra previsto pode ser observado no Quadro 5.

Descrição dos Trabalhos	Valor (em €)
Construção civil	84150,39
Estabilidade	26470,62
Abastecimento de água, rede de águas pluviais e residuais	9332,08
Instalação de gás	4297,65
Instalação e equipamentos elétricos	11132,61
Infraestruturas de telecomunicações	4561,54
Instalação de segurança contra incêndio	3623,36
Instalação e equipamentos mecânicos - AVAC	15864,04
Total:	159432,29

Quadro 5 - Orçamento previsto da obra

Com este valor final para a execução da obra, dividindo pela área do edifício de 306m², chegamos a um valor de 521.02€/m².

Na operação E2 contempla outro projeto, o projeto 9. Este projeto consiste num emparcelamento de dois edifícios, hoje completamente demolidos, apenas dispendo das fachadas e empenas, que vão ser reabilitados com base em estrutura de betão.

No anexo A.4 pode ser consultado um estudo comparativo de custos entre projetos referentes à operação E2, em que é realizada uma análise económica destes globalmente, e especificamente em termos de especialidades. De ressaltar, que o caso de estudo 1 (projeto 7), tem como base estrutura de madeira e o Projeto 9 em betão, numa operação em que ambos projetos vão ser realizados pela mesma empresa.

9.10 Considerações

O caso de estudo 1 foi analisado na sua globalidade, não sendo possível apresentar evolução a nível da sua reabilitação. Embora o processo de licenciamento deste projeto esteja concluído, por opção da empresa, que está encarregue da obra, à data de entrega deste trabalho, esta ainda não começou.

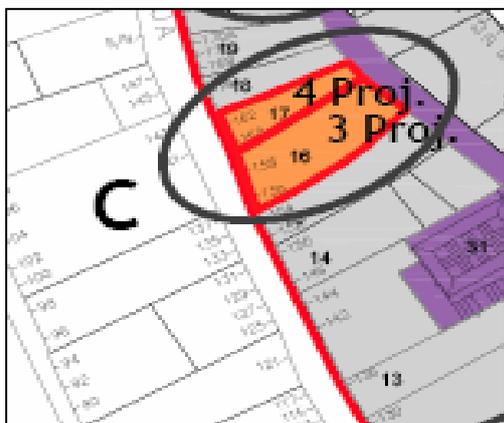
É de realçar que este edifício, a quando do início do estágio, estava prestes a iniciar-se a fase de obra, por isso a sua escolha para a realização desta revisão.

Quanto ao projeto, é de referir a opção de preservar a identidade do edifício, recorrendo à utilização da madeira, da alvenaria de pedra e do aço, como materiais estruturais, inserindo esta construção num contexto de reabilitação sustentável.

10.Reabilitação do edifício na Rua dos Mercadores

10.1 Apresentação do edifício

Este caso de estudo (caso de estudo 2), diz respeito ao Anteprojeto de um Edifício de



Habitação e Comércio, que a Porto Vivo SRU pretende reabilitar na Rua dos Mercadores, 160 a 162, localizado na Freguesia da Sé, no Porto. Na Figura 37 pode-se visualizar a operação a que este edifício pertence, no âmbito do programa de reabilitação da Sé.

Figura 37 - Localização da Fração de estudo

Trata-se da remodelação de um edifício existente bastante degradado, e envolve a reconstrução dos espaços interiores e da cobertura, de modo a criar as condições de habitabilidade, a eficácia das infraestruturas e o aspeto geral exterior salubre.

A Figura 38 ilustra o estado atual do edifício.



Figura 38 - Estado atual do edifício

A localização do lote obriga à adoção de uma metodologia específica, procurando criar um processo de continuidade com a história e a envolvente do edifício, com recurso a técnicas e tipologias compatíveis, procurando adotar um esquema estrutural próximo ou decorrente do tradicional.

Assim é proposta a implementação de uma metodologia evolutiva que permita a todo o momento a recolha de informações para uma actividade de projeto apoiada no maior número possível de elementos que possam contribuir para a qualidade do mesmo.

O projeto tem em consideração a necessidade de reforço de algumas entregas das vigas de madeira nos apoios, substituição de outras em pior estado de conservação e, caso se revele necessário, a introdução de perfis de aço como complemento da estrutura principal em madeira. Uma vez que a acção que reabilitar, também é adequar o edifício ao presente, é imperioso introduzir nas edificações numerosas instalações e infraestruturas. No entanto não se considera que a introdução de tais instalações seja, motivo suficiente para um rompimento total com o existente, a nível tipológico e construtivo, sendo possível uma reinterpretação das tipologias existentes, fundamentada num princípio de continuidade e não de ruptura. A manutenção dos princípios do sistema construtivo, ainda que com a introdução pontual de soluções e materiais inovadores, poderá resultar na básica manutenção do princípio de desenvolvimento tipológico das edificações. É consensual, que o valor patrimonial de uma edificação não se resume à sua fachada, principalmente quanto o seu significado não se concentra mais na fachada do que em qualquer outro elemento.

Fazendo um enquadramento na lógica patrimonial e na problemática da autenticidade, chega-se à conclusão, que a melhor proposta é preservar o existente. Perante uma verificação quanto à falta de qualidade ou de viabilidade do existente, é óbvio que a melhor solução é substituir.

O Lote consiste numa parcela de terreno com uma forma trapezoidal orientado, sensivelmente, segundo o eixo Poente/Nascente, sendo a sua profundidade de cerca de 14,00 m e a largura varia entre os 4,50 m e os 2,00 m.

O edifício ocupa a totalidade do lote, desenvolvendo-se com uma variação de cotas de soleira na ordem dos 10,50 m, entre a Rua dos Mercadores (a Poente), mais baixa, e a Viela de S. Lourenço (a Nascente), mais alta.



Figura 39 - Estado das vigas de madeira e do soalho antes da desmontagem

Realizou-se em devido tempo, sobretudo por questões de segurança, uma campanha de desmontagem seletiva, que, deparou-se com o elevado estado de degradação geral dos elementos, se revelou extensiva, ou seja, correspondendo à desmontagem integral do interior – divisórias e tabiques interiores, portas

e restantes elementos em madeira, tetos em estuque, soalhos e vigamentos. Na Figura 39

visualiza-se o estado que estava o soalho e os vigamentos.

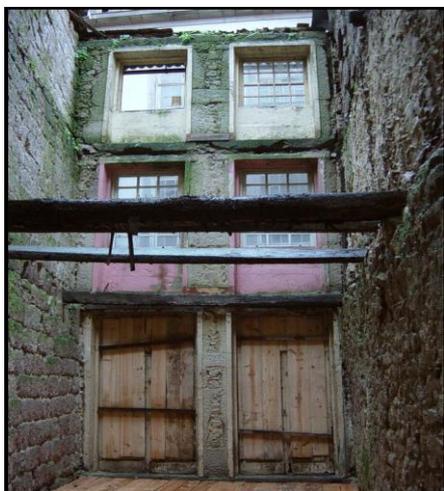
A cobertura apresentava uma forma regular, com três águas, sendo que o seu estado de conservação bastante degradado, constituía um foco constante de infiltrações e humidades, a principal causa do mau estado do edifício.

Procedeu-se à avaliação do potencial arqueológico, cujo relatório, para além de constituir um elemento de estudo que será submetido às entidades licenciadoras competentes, informará o projeto que agora se desenvolve, quanto ao valor patrimonial do solo, conduzindo a uma solução esclarecida.

O alçado nascente era constituído por alvenaria ordinária de pedra no rés-do-chão e taipa de rodízio de fraca qualidade e em muito mau estado no primeiro andar (4º andar em

relação a Mercadores), que acabou por desabar durante as desmontagens. Prevê-se assim conservar e restaurar a parede exterior de pedra, sendo redesenhado o restante alçado numa solução muito próxima da que existia, propondo-se que seja revestido a chapa de zinco, assumindo-se este corpo recuado (para Mercadores) como uma adição ao edifício original.

O alçado poente encontra-se em bom estado (o que esperamos venha a ser confirmado por posteriores análises e ensaios) apresentando ainda alguns dos caixilhos «originais» em relativo bom estado de conservação que provavelmente permitirá o seu restauro integral.



Em algumas zonas do alçado poente e das paredes interiores de meação, detetaram-se pequenas quantidades de reboco de saibro que aparenta possuir ainda partes de tinta de cal, que com um ensaio de caracterização nos poderá indicar o pigmento de cor original utilizado quer na pintura interior quer na pintura exterior. Na Figura 40 observa-se o estado do

Figura 40 - Estado atual do edifício edifício após os trabalhos de desmontagem.

Principais patologias

O edifício encontra-se em elevado estado de degradação, embora estivesse habitado até há uma década e cujo realojamento dos inquilinos foi negociado pelo anterior proprietário.

Embora a segurança estrutural das fachadas não esteja iminentemente comprometida ou em pré colapso, o estado dos materiais, principalmente os revestimentos exteriores e interiores encontra-se bastante deficitário.

A salubridade de todo o conjunto sofre assim diretamente pela qualidade dos materiais, pelo seu estado, próprio de um uso excessivo e da falta de manutenção.

O edifício não possui cobertura que foi desmontada numa campanha de pré-obras, bem como as vigas que se encontravam em mau estado, restando poucas nos primeiros níveis.

10.2 Inspeção e avaliação do edifício

O edifício em estado de ruína era constituído, por rés-do-chão e três pisos. Atualmente pouco mais resta do que a fachada principal, as janelas são em madeira do tipo guilhotina pintadas. As portas e janelas têm guarnição em granito. Existe uma varanda em pedra de granito ao nível do 1º Andar que se apresenta em mau estado de conservação. A guarda em ferro está igualmente em mau estado de conservação.

Da vistoria realizada ao imóvel, com base em observação visual, a equipa de peritagem considerou que o edifício se encontra sem condições de segurança.

Face ao exposto o edifício em causa não possui condições de habitabilidade, apresentando riscos graves para a segurança pública.

10.3 Materiais e sistemas construtivos

Sob o ponto de vista construtivo, o edifício não contém sistemas construtivos complexos e a introdução de novos materiais, quando necessária, será realizada com o objectivo claro de conciliar tanto quanto possível a melhor relação entre estes, e ainda os níveis de humidade, de conforto, de comportamento ao longo do tempo, etc.

Assim, prevê-se a utilização de um sistema misto que propõe uma caixa de escadas em perfis de aço apoiados em lâminas esbeltas de betão que forram a parede de encosto ao morro e nas vigas de aço que suportam as paredes de separação entre o espaço comum e o interior das habitações.

As poucas paredes interiores serão executadas no sistema leve de perfis de aço galvanizado e placas de gesso cartonado. Os tetos são propostos no mesmo princípio e no sistema autoportante para aumentar os índices de conforto acústico.

A cobertura será em estrutura de madeira, isolada termicamente e impermeabilizada com subtelha, sobre a qual se aplicará a tradicional telha cerâmica.

Exteriormente mantêm-se as fachadas existentes com o aspeto atual, limpando e refazendo rebocos e pinturas e/ou outros elementos, pintando guardas e caixilhos em madeira sem grande alteração do desenho original, do material, da textura e adequando a cor à envolvente.

A alteração prevê um corpo recuado, cujas paredes serão revestidas com chapa ondulada de zinco, assim como todos os rufos, tubos de queda e restantes elementos.

10.4 Organização espacial proposta

Após reabilitado, o edifício será constituído por rés-do-chão, mais quatro pisos e cobertura inclinada. O último piso é recuado em relação à fachada principal.

A organização espacial é por piso a seguinte:

O Rés-do-chão destina-se à entrada no edifício existindo ainda uma zona dedicada a comércio, com uma loja com uma casa de banho.

No 1º e 2º andar existe uma habitação por piso, com tipologia T0, composta por uma sala/cozinha, um quarto e uma instalação sanitária de apoio.

No 3º e 4º piso existe uma habitação do tipo T2 duplex, composta por sala, cozinha e instalação sanitária de serviço no 3º piso e por mais dois quartos e uma instalação sanitária no 4º piso.

Dando continuidade aos propósitos camarários de revitalização da Viela de S. Lourenço, já correspondidos por parte da Fundação no processo de reabilitação da parcela da Rua de Santana 43 a 45, onde se prevê se realize uma entrada, propõe-se a manutenção de um acesso ao edifício por este caminho público, para além da Rua dos Mercadores.

Dadas as características morfológicas do edifício, implantado de encosto ao morro da Sé, com quase praticamente 4 pisos enterrados, usufruindo, portanto, de condições de

salubridade, iluminação e ventilação bastante deficientes, esta proposta prevê que o desenvolvimento do acesso vertical se efetue junto à encosta, permitindo minimizar o problema, podendo resultar ainda um efeito plástico interessante.

Em termos práticos significa num recuo interior da fachada a nascente, ou seja, de uma nova fachada em contato com o espaço comum da caixa de escadas.

Conforme se observa no levantamento fotográfico, a parede de meação com a casa torre, a Sul, revela características excepcionais do ponto de vista patrimonial e arqueológico, encontrando-se em estudo pela equipa de arqueologia, e a opção do projeto é encostar-lhe o menor número de elementos. Como pode ser visto no anexo A5.1, é intenção clara que com duas ou três paredes se consiga resolver o modelo tipológico dos fogos, minimizando o esforço orçamental, mas também as cargas sobre as paredes e elementos estruturais, permitindo a reversibilidade da intervenção.

No Anexo 5, concretamente em A5.1, pode ser consultada a arquitetura deste projeto.

10.5 Especialidades estudadas

10.5.1 Projeto de estruturas

Com base no projeto de arquitetura, a solução estrutural passou por manter as paredes de fachada e de empena pois garantem a utilização como parte integrante da nova estrutura. A restante estrutura vai ter de ser substituída, de acordo com a vistoria acima exposta. As paredes vão ser novamente analisadas “in situ”, durante os trabalhos de demolição e construção.

A estrutura dos pisos vai ser realizada num misto entre estrutura de madeira, de aço e de alvenaria de pedra. As vigas de madeira irão funcionar perpendicularmente à fachada, com secção corrente de 0.11m*0.18m. Quanto aos perfis em aço, serão genericamente HEB160, que funcionarão paralelamente à fachada, salvaguardando que no último piso, atendendo a

que possui materiais mais pobres, os perfis serão também mais leves, sendo assim HEB140.

A planta estrutural e cálculo acessório podem ser consultados no anexo A.5.2.

As cargas permanentes foram quantificadas de acordo com os materiais utilizados, tendo em conta as suas características e dimensões, nos diversos pisos.

Como restantes cargas permanentes foram consideradas para cálculo, o peso das infraestruturas de 2 kN/m² e das paredes divisórias de 1.55 kN/m², perfazendo um valor de 3.55kN/m². A sobrecarga considerada para os pisos de habitação é de 2 kN/m².

A cobertura e a estrutura da caixa de escadas não foram abordadas pois ainda não estavam resolvidas em termos arquitetónicos a quando da realização desta verificação.

10.6 Conforto

10.6.1 Projeto de acústica

Os tipos de ruído que afetam os edifícios podem enquadrar-se em dois grandes grupos consoante a localização da fonte sonora: os **ruídos exteriores** e os **ruídos interiores**.

Aos primeiros encontra-se associado por exemplo o ruído aéreo devido ao tráfego de superfície. Aos segundos encontram-se associados os ruídos aéreos e de percussão provenientes das várias solicitações referentes às actividades de uso por parte dos respectivos ocupantes e utilizadores.

Podemos também classificar os ruídos consoante a origem e a forma de transmissão: podem ser **ruídos de percussão** quando originados por ações de choque ou outras solicitações mecânicas aplicadas directamente nos elementos de construção (por exemplo o arrastar de móveis ou bater de pés nos pavimentos) ou **ruídos aéreos** quando os ruídos não são provocados por uma solicitação directa nos elementos de construção (por exemplo a audição de música gravada ou a conversação entre pessoas).

Assim, e de forma a definir um padrão de requisitos mínimos a observar pelos edifícios no que ao isolamento sonoro diz respeito, encontra-se publicado o Regulamento dos

Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) a que se refere o decreto-lei n.º 129/2002 de 24 de Maio, republicado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho.

Considerar as actividades ruidosas resultantes da actividade no edifício, bem como, as seguintes:

- Ventilação - Está prevista a instalação de um sistema de ventilação mecânica, para a extração do ar ao nível das casas de banho, sendo que os respectivos equipamentos de extração de ar estarão localizados na cobertura do edifício. Também vai ser efectuada a instalação de exaustores nas cozinhas de cada uma das habitações.

- A classificação do local, visto que se encontra numa zona residencial, de comércio e serviços, sendo o nível de ruído o habitual para uma zona com essas características é de Zona Sensível.

- Classificação do edifício - segundo o artigo 1 do DL 96/2008, como edifícios habitacionais e mistos.

A parcela em análise situa-se numa zona residencial, de comércio e serviços, sendo o nível de ruído o habitual para uma zona com essas características. O alçado principal do edifício confronta com uma estrutura viária que tem um volume de tráfego moderado, durante o dia e o entardecer e um volume de tráfego reduzido durante a noite.

Os principais **problemas** a ter em consideração no edifício em estudo são os seguintes:

- ✓ Transmissão de ruído exterior para o interior dos quartos e zonas de estar dos fogos, através das fachadas, a verificar de acordo com a alínea a), ii) do ponto 1, do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre habitações em pisos diferentes, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea b), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;

- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre habitações do mesmo piso, através das paredes de separação, a verificar de acordo com a alínea b), do ponto 1, do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre os locais de circulação comuns e as habitações, a verificar de acordo com a alínea c), i), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos aéreos entre locais do edifício destinados a comércio/serviços e zonas de estar dos fogos, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea d), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos de percussão entre habitações em pisos diferentes, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea e), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos de percussão entre locais do edifício destinados a comércio/serviços e zonas de estar dos fogos, através do pavimento, a verificar de acordo com a alínea g), do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos de equipamentos eletromecânicos (ventiladores, portas de garagem e outros), para o interior de quartos e salas das habitações, a verificar de acordo com a alínea h), ii), do ponto 1, do art.º 5º do D.L. 96/2008 de 9 de Junho;
- ✓ Transmissão de ruídos de canalizações/colunas de abastecimento de água para as habitações.

De realçar que, de acordo com a legislação em vigor, aos edifícios situados em zonas históricas que sejam objeto de ações de reabilitação, mantendo as vocações de uso, como as do caso em estudo e a mesma identidade patrimonial, podem aplicar-se uma tolerância de 3 dB.

O ITE 8 do LNEC indica um critério simples para estimativa:

- Se $Rw < 35 \text{ dB}$, despreza-se a contribuição das TM

- Se $35 \text{ dB} > R_w < 45 \text{ dB}$, $T_M = 3 \text{ dB}$
- Se $R_w > 45 \text{ dB}$, é aconselhável recorrer à verificação do comportamento no local, pois as previsões podem ser bastante falíveis (podem assumir valores da ordem de 5 dB, ou superiores, excecionalmente até 10 dB)

No Anexo A 5.3 pode ser visto o estudo acústico de cada fração.

10.6.2 Projeto de térmica

O presente edifício situa-se na zona histórica classificada como Património Mundial da UNESCO, logo segundo RCCTE (Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril), artigo 2.º, ponto 9, alínea c), encontra-se isento da aplicação do mesmo, porem terão de se observar as prescrições definidas no DL n.º 78/2006 de 4 de Abril, artigo 3.º, ponto 1, alínea c).

Segundo este, “o edifício será considerado como existente e como tal certificado energeticamente pelo proprietário, aquando da celebração de contratos de venda ou de locação, incluindo o arrendamento, para apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário”. Sendo assim realizar-se-á o projeto de comportamento térmico do edifício de habitação coletiva e comércio com o objetivo de no final da obra se obter a melhor classificação energética possível, de acordo com o caderno de encargos definido pelo proprietário e o projetista de arquitetura.

Caracterização das frações autónomas

O edifício é destinado a habitação coletiva e comércio, sendo constituído por R/Chão, 4 pisos elevados e uma cobertura inclinada. A sua identificação é a seguinte: Fração A, B, C e D. A sua tipologia é: Rés-do-chão - Comércio; Piso1 e 2 -T0; Piso3 e 4 -T2 Duplex.

Orientação das fachadas e interação com outros edifícios

- Fachada Principal – Sudoeste;
- Fachada Posterior – Nordeste;
- Alçado Lateral Esquerdo - Noroeste;

- Alçado Lateral Direito - Sudeste.

O edifício está inserido no interior da zona histórica com ruas muito estreitas e como tal considerou-se um ângulo para obstruções de horizonte características de ambiente de interior de zona urbano, de 45°.

Espaços que compõem as frações autónomas e envolvente envidraçada

A fração A do tipo comércio (R/Chão) é composta por sala e instalação sanitária;

As frações B e C de tipologia T1 (1º e 2º Piso) são compostas por sala/cozinha, um quarto e uma instalação sanitária;

A fração D de tipologia T2 Duplex (3º e 4º Piso) é composta por sala, cozinha, uma instalação sanitária de apoio no 3º piso e por mais dois quartos e uma instalação sanitária no 4º piso. No Quadro 6 pode-se obter informação acerca de características de cada fração.

Fração	Área Útil Pavimento (m ²)	Pé Direito Médio (m)	Inércia Térmica
A	23,47	2,7	Forte
B	31,18	2,7	Forte
C	32,53	2,5	Forte
D	65,29	2,5	Forte

Quadro 6 – Dados das Frações

No quadro 7 pode-se obter informação quanto à localização, à altitude e zona climática, entre outros dados relevantes:

Localização	Porto
Altitude	30,13m
Zona Climática	I2; V1Norte
Nº de Graus dias (GD) (°C.dias)	1610
Duração estação de aquecimento (meses)	6,7
Temperatura externa do projeto (°C)	30
Amplitude térmica (°C)	9
Gsul [kWh/m2.mês]	93

Quadro 7 - Dados relevantes do edifício

A envolvente envidraçada é constituída por **vidro** duplo incolor composto por 6mm+caixa-de-ar com 10mm+4mm, com **caixilharia** Fixa ou giratória de madeira sem quadrícula e como **proteção Solar**, Portadas interior madeira de cor clara;

O Coeficiente de Transmissão Térmica considerado foi $U_{wdn} = 2.74 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (ITE50).

Factor solar:

$$g_{\perp}^{\text{vidro}} = 0.78 \text{ (vidro duplo 6+4mm)}$$

$$g_{\perp}^{\text{inv}} = 0.63 \text{ (vidro duplo incolor)}$$

$$g_{\perp} = 0.35 \text{ – vidro duplo de cor clara com portada de madeira interior}$$

$$g_{\perp}^{100\%} = 0.364 = 0.35 \times 0.78 / 0.75$$

$$g_{\perp}^{\text{verão}} = 0.48(9) = 30\% \times 0.78 + 70\% \times 0.36$$

No quadro 8, faz-se uma Descrição dos Parâmetros Térmicos do Sistema de Climatização.

Sistema de aquecimento	Resistência elétrica (Sistema por defeito RCCTE)
η_i	1
F _{pui}	0,29 Kgep/kWh
Potência (kW)	<25
Sistema de arrefecimento	Máquina Frigorífica (Sistema por defeito RCCTE)
η_v	3
F _{puv}	0,29 Kgep/kWh
Potência (kW)	<25

Quadro 8 - Detalhes técnicos do sistema de climatização

Descrição dos Parâmetros Térmicos do Sistema de Produção de AQS

Fração A- Termoacumulador com resistência elétrica, com potência nominal de 1,5 kW, com acumulação de 30l, do tipo Elacell Smart ES 030, da Junkers, ou equivalente, que possui eficiência de 80% uma vez que possui isolamento de 23mm, conforme RCCTE. A rede de distribuição de água deverá ser isolada com manga elastomérica com 10mm.

Frações B e C- Termoacumulador com resistência elétrica, com potência nominal de 2 kW, com acumulação de 160l, do tipo S 160 ZB-solar, da Junkers, que possui eficiência de 90% uma vez que possui isolamento de 45mm, com uma condutibilidade térmica de 0.034 W/m.°C, o que lhe confere uma espessura equivalente de 52mm, quando comparada com a condutibilidade térmica de 0.04 W/m.°C, conforme RCCTE. A rede de distribuição de água deverá ser isolada com manga elastomérica com 10mm.

Fração D- Termoacumulador com resistência elétrica, com potência nominal de 2 kW, com acumulação de 160l, do tipo S 160 ZB-solar, da Junkers, ou equivalente, que possui eficiência de 90% uma vez que possui isolamento de 45mm, com uma condutibilidade térmica de 0.034 W/m.°C, o que lhe confere uma espessura equivalente de 52mm, quando comparada com a condutibilidade térmica de 0.04 W/m.°C, conforme RCCTE. A rede de distribuição de água deverá ser isolada com manga elastomérica com 10mm. O Quadro 9 fornece informação respeitante ao sistema de produção de AQS.

Dados Sistema de produção de AQS		
Fração	η_a	F _{pu} a
A	0,8	0,29
B	0,9	0,086
C	0,9	0,086
D	0,9	0,086

Quadro 9 - Sistema de produção de AQS

Parâmetros Térmicos dos Sistemas de Aproveitamento de Energias Renováveis

Sistema solar térmico coletivo de circulação forçada, coletores comuns e depósito e apoio individual, para produção de A.Q.S. para as frações autónomas composto por 3 coletores, do tipo coletores solares planos, da marca Junkers, modelo FKC-1S CTE V2, ou equivalente, perfazendo uma área total de 6.8 m², instalados na cobertura inclinada, com azimute 29° e inclinação de 18°, não existindo obstruções assinaláveis de horizonte. Os depósitos de acumulação 160l dos T1 e do T2 duplex de capacidade com permutador de

calor em serpentina, com eficácia de 55%, área externa de 3,6m² e estarão localizados no interior de cada fração, na cozinha/sala e instalados na posição vertical. São construídos em aço vitrificado e possuem isolamento térmico em espuma rígida de poliuretano com espessura 45mm, com uma condutibilidade térmica de 0.034 W/m.°C, o que lhes confere uma espessura equivalente de 52mm, quando comparadas com a condutibilidade térmica de 0.04 W/m.°C, conforme RCCTE. O apoio será realizado por intermédio de resistência elétrica. No Quadro 10, refere os dados do sistema de aproveitamento de energia.

Inclinação	18°
Orientação	29°
Isolamento Rede	Espuma elastómera à base de borracha sintética com 30 mm;
Área de captação	3 coletores (6,8 m ²);
Coletor a utilizar	Coletores solares planos, da marca Junkers, modelo FKC-1S CTE V2 ou equivalente
E Solar (kWh/ano) (Fornecido Solterm)	Fração A – 0,0 kWh Fração B – 870,86 kWh Fração C – 870,86 kWh Fração D – 1306,28 kWh 3048 kWh > 2227 kWh (Coletor padrão)

Quadro 10 - Dados do sistema de aproveitamento de energia

Descrição dos Parâmetros Térmicos do Sistema de Ventilação

Trata-se de um sistema de ventilação mecânica centralizado com extração mecânica, através de três ventiladores, e insuflação feita pelas frinchas da envolvente.

Os ventiladores de extração das frações de habitação serão colocados na cobertura e o do comércio ficará no teto falso do teto do 1º piso e extrai para a fachada.

Os ventiladores funcionam em contínuo durante as 24 horas do dia e estão ligados a grelhas de extração localizadas nas instalações sanitárias de cada fração.

A exaustão das cozinhas apresentam um funcionamento intermitente logo, para o cálculo do consumo de eletricidade e do caudal de extração não se contabilizaram os exaustores da

cozinha. A potência total do ventilador VE1 é de 30 W, o que correspondente à fração A. A potência total do ventilador VE2 é de 200 W, o que correspondente 66.67 W à fração B, 66.67 W à fração C e 66.67 W à fração D. A potência total do ventilador VE3 é de 30 W, o que correspondente à fração D. A potência total para a fração D é de 96.67 W. O caudal total extraído no ventilador VE1 é de 75.00 m³/h, o que correspondente à fração A. O caudal total extraído no ventilador VE2 é de 300.00 m³/h, correspondentemente 100 m³/h à fração B, 100 m³/h à fração C, 100 m³/h à fração D. O caudal total extraído no ventilador VE3 é de 100.00 m³/h, o que correspondente à fração D. O caudal total extraído na fração D é de 200.00 m³/h. Não existe influência das infiltrações, considerando a classe de exposição 1 onde se insere o edifício.

Caudal de insuflação (m ³ /h)	-
Caudal extraído (m ³ /h)	Fração A – 75 m ³ /h
	Fração B – 100 m ³ /h
	Fração C – 100 m ³ /h
	Fração D – 200 m ³ /h
Infiltrações de ventilação natural	0 rph
Recuperador de calor	Não
Consumo Ventiladores	Fração A – 30 W
	Fração B – 66.67 W
	Fração C – 66.67 W
	Fração D – 96.67 W
Taxa de renovação horária nominal	Fração A – 1.17 rph
	Fração B – 1.03 rph
	Fração C – 1.04 rph
	Fração D – 1.12 rph

Quadro 11 - Dados sobre a ventilação nas fracções

No Anexo A.5.4, podem ser consultadas todas as folhas, relativamente à térmica, que devem ser preenchidas segundo o RRCTE, bem como, outros elementos auxiliares.

11. Outras Operações acompanhadas

11.1 Enquadramento

Como referido anteriormente, a Porto Vivo SRU, tem um conjunto de operações, que são denominadas de operação A a H, todas inseridas no plano de reabilitação da Sé.

Assim, durante o estágio foram acompanhadas as operações onde estão a decorrer processos de reabilitação. As operações que se encontram em fase de obra são: a operação B, a operação F e a operação E1. Nestas operações, foram realizadas visitas periódicas, (1 vez por semana), onde é feita uma análise visual do que é presenciado, fazendo um registo fotográfico de tudo que foi evidenciado, sendo verificada toda a evolução que as operações registam. Nestas operações é de salientar que todas têm características diferentes, os materiais utilizados e as soluções construtivas são diversificadas, sendo umas em betão, outras em perfis metálicos ou estrutura de madeira, bem como, a sua evolução decorrer a velocidades diferentes.

11.2 Operação B

A operação B situa-se na Rua dos Mercadores nº116 a 120 (ver figura 41). O projeto para este edifício consiste na reconstrução do edifício na qual só existe uma fachada, em que esta foi desmontada e reconstruída. Este edifício tem uma área bruta de construção de 483.29m², uma área de logradouro de 103.29m², sendo ele constituído por 3 pisos. Quanto a organização espacial ao nível da tipologia irá ser constituído por 2 T₂+1 e um espaço comercial.

Para mais informação em termos da evolução da operação B, consultar o anexo A.6.

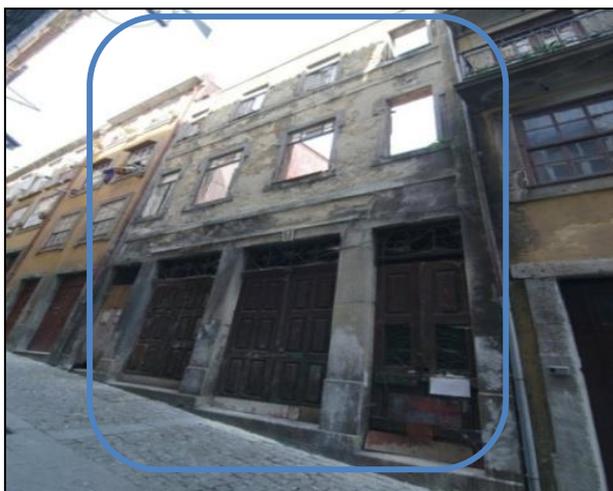


Figura 41 - Fachada Principal Rua dos Mercadores 116 a 120

11.3 Operação E1

A operação E1 situa-se na Rua de Santana n.º24 a 30 (ver figura 42 e 43). O projeto contempla a reabilitação integral de dois edifícios que se emparcelam. O objetivo é transformar dois edifícios que eram unifamiliares num edifício de apartamentos, economizando-se assim espaço pela não repetição da caixa de escadas. Estes edifícios foram projetados de forma a terem uma boa eficiência energética.

A evolução desta operação pode ser observada, ao consultar o anexo A.7 deste trabalho.

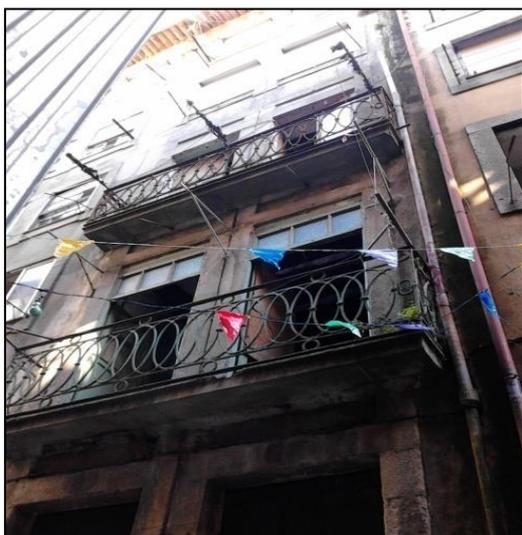


Figura 42 - Fachada na Rua de Santana



Figura 43 - Fachada Largo de Pena Ventosa

11.4 Operação F

A operação F situa-se na Rua da Banharia n° 50 a 52 (ver figura 44 e 45). O projeto consiste numa reconstrução do edifício, cujas condições físicas estavam bastante fragilizadas e que se impôs demolir totalmente no seu interior. Este prédio conta com uma área bruta de construção de 340.00 m², tendo cinco pisos na sua constituição. A sua organização espacial foi realizada de modo a incorporar dois T0 e um T2, bem como, um espaço comercial.

A evolução desta operação pode ser consultada, no anexo A.8 deste trabalho.

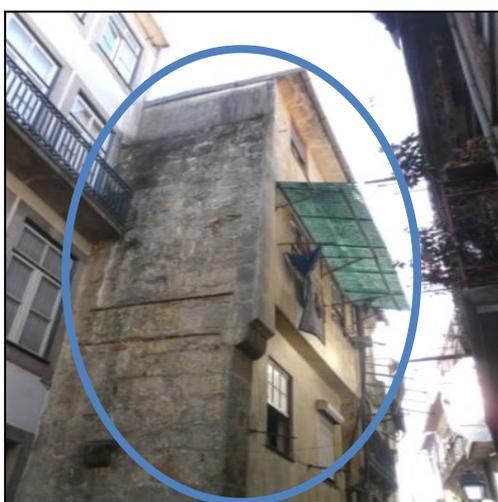


Figura 44 - Fachada Principal

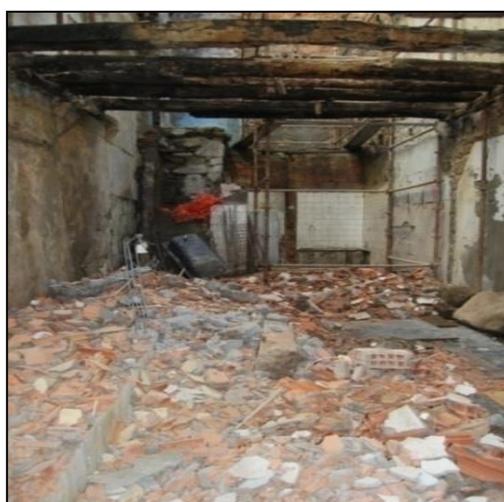


Figura 45 - Interior da parcela

11.5 Considerações

Durante o acompanhamento destas operações foi possível contactar com os trabalhadores, trocando ideias, que contribuíram para o enriquecimento dos conhecimentos a nível profissional. Também é de referir, que foi possível vivenciar as dificuldades e os imprevistos que podem ocorrer em obra, como as soluções encontradas para seleccionar tais problemas. Outra questão de realçar no acompanhamento destas operações, foi observar os métodos de trabalho de cada empresa, a velocidade de execução das tarefas presentes no mapa de trabalhos, bem como, a utilização por parte dos trabalhadores dos equipamentos de proteção coletiva e individual que são essenciais para a segurança dos mesmos.

12. Conclusões

12.1 Considerações finais

Portugal tem, atualmente, uma capacidade habitacional vasta e suficiente para a população residente no país. Porém grande parte do seu património habitacional encontra-se em mau estado de conservação, sobretudo o centro das maiores cidades, com premente necessidade de serem reabilitados. Com o setor da construção civil estagnado e em crise, as empresas ficam sem alternativa válida e tendo inevitavelmente de realizar uma aposta forte na reabilitação.

Como é evidente, nada disto se faz sem capital, e na situação económica em que o País se encontra, torna-se complicado aos proprietários investirem na reabilitação dos seus edifícios. Assim, deparamo-nos com a necessidade de implementar apoios financeiros que promovam e incentivem os proprietários e os novos investidores a iniciarem processos de reabilitação urbana. Como pode ser consultado no Anexo A.2, foram criados programas de incentivo a reabilitação, a nível nacional, apoiados e complementados por incentivos municipais. Porém, nos dias de hoje, grande parte destes programas está esgotada e sem fundos, o que implica um abrandamento natural dos processos de reabilitação.

Uma importante iniciativa no combate à degradação urbana tomada pelo Governo foi legislar a possibilidade dos municípios criarem sociedades de reabilitação urbana, com o objetivo de acelerar e desburocratizar os processos e reabilitar os seus centros urbanos (por exemplo a Porto Vivo SRU para a Baixa do Porto e o seu Centro Histórico).

A cidade do Porto, enquanto grande centro urbano e segunda maior cidade do país, encontra-se com necessidade de se regenerar, visto que grande parte do seu património edificado se encontra degradado. Isto pode ser comprovado ao percorrermos a cidade, e observarmos grandes conjuntos de edifícios devolutos, outros em ruína e outros em mau

estado de conservação, refletindo uma imagem urbanística preocupante para quem nela vive, trabalha e para aqueles que a visitam.

Como consequência da degradação do património edificado, surge a desertificação da Baixa do Porto, cuja população foi forçada a viver para a periferia e concelhos limítrofes, num movimento demográfico acentuado que os responsáveis da cidade querem ver invertido, devolvendo o território às pessoas.

Em 2004 nasceu, portanto, a Porto Vivo SRU, para gerir, planear, fiscalizar e promover as operações de reabilitação na Baixa do Porto e, essencialmente, informar os munícipes das melhores condições para a prossecução de um processo de reabilitação mais célere e oportuno. A própria Porto Vivo SRU para além destas funções que exerce, é de também de destacar o papel na reabilitação dos edifícios próprios, com diversas operações, nomeadamente no Morro da Sé, dando o exemplo e respondendo aos problemas de realojamento, como por exemplos, os provocados pela demolição do Bairro do Aleixo.

Outro procedimento desenvolvido é o constante apoio aos moradores, com destaque para os moradores do morro da Sé, considerada como uma zona de risco (droga, insegurança, entre outros).

Quem atua no Centro Histórico do Porto, necessita tomar conhecimento das suas características históricas e morfológicas, nomeadamente ao nível dos materiais e soluções construtivas, essencialmente em madeira e alvenaria de pedra. Assim, antes de dar início a um processo de reabilitação, é necessário fazer um levantamento exaustivo da pré-existência (fator condicionante à reabilitação) e estudá-la, para depois passarmos ao próximo passo de idealizar o projeto de reabilitação e obter a melhor solução para o edifício ou conjunto. Na fase de projeto é essencial uma boa coordenação entre a arquitetura, os projetos de especialidades e o dono de obra, com o intuito de se obter um bom planeamento para o edifício. É de referir, que um processo de reabilitação deve ser

sustentável, quer a nível económico, quer ao nível dos materiais e procedimentos utilizados, pois estes têm um impacto dominante nos custos das operações urbanísticas.

Remetendo-nos agora, para os casos em estudo apresentados neste trabalho, e situados no Morro da Sé, no Centro Histórico do Porto, podemos ver que ambos mantêm soluções construtivas características deste núcleo urbano, com clara adequação à atualidade e com as alterações necessárias ao nível dos materiais e da organização espacial/funcionalidade.

De salientar que ambos os edifícios são compostos por uma solução mista de estrutura de madeira e de aço, e nas fachadas por alvenaria de pedra (granito) já existente, respeitando assim a identidade dos edifícios.

Proporcionado o contato direto com a atual situação da reabilitação na Baixa do Porto, pode-se afirmar que existe um espírito positivo para reabilitar a cidade do Porto, diversas pessoas interessadas em investir em diversos eixos, o que poderá produzir um dinâmica extremamente interessante no futuro. Não obstante, existem ainda vários entraves ao processo, sendo o principal, o fator do investimento e financiamento das operações.

Desta forma, pretende-se clarificar o leitor para o relevo desta temática, para que ele contribua para a reabilitação e preservação do património existente ao longo de séculos na cidade.

12.2. Desenvolvimentos futuros

A perspetiva para o futuro tem tudo para ser risonha, visto que existe uma grande quantidade de edifícios devolutos ou a necessitar de serem reabilitados, sendo a reabilitação um mercado em expansão, proporcionando assim um novo impulso no setor da construção civil. No entanto, é necessário que todas as entidades, nomeadamente as públicas, tenham uma ideologia no cariz financeiro de forma requalificar o seu parque edificado.

Do ponto de vista técnico, pode-se afirmar que a construção em madeira poderá passar a ter uma utilização mais alargada. Principalmente em zonas históricas é necessário manter a sua identidade através dos seus marcos históricos, mas também ao nível estrutural.

É de salientar que é visível, uma nova mentalidade perante os edifícios em mau estado de conservação, para isso muito tem contribuído as sociedades de reabilitação urbana que têm dado um grande impulso a este setor da reabilitação.

No Porto este trabalho está a ser desenvolvido e nota-se o interesse da população em investir na cidade, contribuindo igualmente para a reabilitação de edifícios.

Um aspeto a ter em consideração na reabilitação, ao pretender-se trazer a população para habitar a cidade prende-se com os custos. Defende-se uma reabilitação dos edifícios de uma forma económica e sustentada, que proporcione conforto e segurança.

Em suma, esta temática da reabilitação é o presente e o futuro do setor da construção civil em Portugal, pois visa devolver às cidades portuguesas uma identidade histórica, obviamente modernizando nas diversas especialidades de cariz técnico, atraindo assim a população a voltar a viver nos centros das cidades.

13. Bibliografia

13.1. Bibliografia consultada

Regime jurídico da urbanização e da edificação (RJUE);

Regulamento geral das edificações urbanas (RGEU);

Regulamento de segurança e ações (RSA);

Regulamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado (REBAP);

Decreto-lei n.º 60/2007; Decreto-lei n.º 26/2011; Decreto-lei n.º 104/2004 -Decreto-Lei 309/2009 atualizado pela Lei 32/2012;

Plano de gestão do Centro Histórico do Porto, Porto Vivo, SRU;

Lei 107/2001, referente ao Património;

Decreto de lei n.º273/2003; Portaria n.º232/2008;

Regulamento de segurança no trabalho da construção Civil – NP-893/LNEC-242/LNEC629;

Para o cálculo estrutural dos edifícios foram consultados:

Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP)

Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)

Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas - Parte1-4: Ações do vento

Eurocódigo 3 – Projeto de estruturas de aço - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios

Eurocódigo 5 – Eurocode 5: Design of timber structures -Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings

Eurocódigo 6 - Projeto de estruturas de alvenaria

Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência à ação sísmica - Parte 1-1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios

João Negrão, Amorim Faria, Projeto de estruturas de madeira

Para a elaboração dos projetos de térmica foram consultados:

- RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios;
- RCCTE - Regulamentos das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

Para a elaboração dos projetos de acústica foram consultados:

- RGR – Regulamento Geral do Ruído
- RRAE- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
- Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho

Costa.A, Apontamentos de estruturas de madeira e de alvenaria, ISEP;

www.construcaomagazine.pt/xFiles/scEditor/File/Seminrio%20Acstica/Diogo%20Mateus.pdf (22-02-2013);

Volume I e II do Masterplan da Porto Vivo SRU;

Plano de Gestão do Centro Histórico do Porto Património Mundial I/II e III;

Eixo Mouzinho/ Flores- Território de Recolhimento e de Mercadejar (PortoVivo SRU);

Morro da Sé – Porta a Porta (Porto Vivo SRU);

www.necue.uevora.pt/Documentos/VIENEEC/ENEEC%20reabilita%C3%A7%C3%A3o/Jo%C3%A3o%20Appleton%20%206.%C2%BA%20Encontro%20Nacional%20de%20Estudantes%20engenharia%20Civil.pdf

www.inovadomus.pt/fh/images/documentos/article/5/MANUAL_INOVADOMUS.pdf

Lourenço, P.B. (1999), Dimensionamento de alvenarias estruturais, Departamento de Eng.civil, Universidade do Minho;

Teixeira.Joaquim, Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os Séculos XVII e XIX. Contributo para a história da construção arquitetónica em Portugal.

13.2. Referências Bibliográficas

- ¹ Luso, E., Lourenço, P. B., Almeida, M. Breve história da teoria da conservação e do restauro 2004 - (www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num20/Pag%2031-44.pdf) 6-12-2012
- ² Carta de Atenas (1931) - Conclusões da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumento <http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=232>
<http://www.igespar.pt/media/uploads/cc/CartadeAtenas.pdf> (consultados em 10-12-2012);
- ³ Carta Internacional sobre conservação e restauro dos monumentos e Lugares, 1964, 2º Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos, Veneza. (http://www.icomos.org.br/cartas/Carta_de_Veneza_1964.pdf) (consultado em 10-12-2012) e (<http://www.igespar.pt/media/uploads/cc/CartadeVeneza.pdf>) (consultado em 12-12-2012).
- ⁴ Princípios para a conservação e restauro do património construído. Conferencia Internacional sobre Conservação “Cracóvia 2000-26 de outubro”, Cracóvia. (<http://www.igespar.pt/media/uploads/cc/cartadecracovia2000.pdf>) consultado em 05-01-2013
- ⁵ ICOMOS, Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro do Património Arquitectónico, 2004. ICOMOS – Portugal, Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitectónico. (<http://icomos.fa.utl.pt/documentos/cartasdoutrina/icomosrecomendacoesestruturas.pdf>) consultado em 6-01-2013
- ⁶ Victor Coias-Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável.(consultado em 6-01-2013) http://www.bancaambiente.org/pdf/wokshop1/Reab_Sustent1.pdf
- ⁷ Euroconstruct -http://www.euroconstruct.org/service/cotm/portugal08_05/country_otm.php
- ⁸ Appleton, J. *Reabilitar ou as Regras do Jogo. Entrevista*. Engenharia e Vida, Abril/2006, Sogapal/Beprofit, Queluz de Baixo, 2006.
- ⁹ Almeida, J., Estudo de soluções estruturais para reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009
- ¹⁰ Corrêa, Lásaro R. Sustentabilidade na construção civil. Scribd. [Online] Janeiro de 2009. <http://www.scribd.com/doc/21264945/Sustentabilidade-Na-Constru-E7-E3o-CivilL>
- ¹¹ Amado, M. P., Júlia, A. J. e Santos, C. V. *O Processo na Construção Sustentável*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- ¹² <http://www.iisbeportugal.org/portugues/portugues.html>
- ¹³ Yudelson, Jerry. Green Building A to Z. Canada: New Society Publishers, 2007. ISBN: 978-0-86571-575-1.

-
- ¹⁴ http://www.gsd.inesc-id.pt/~pgama/ab/Relatorio_Arq_Bioclimatica.pdf (consultado em 3-03-2013)
- ¹⁵ Costa A., Arêde A., Guedes J., Paupério E. *Metodologias de Intervenção no Património Edificado. In Actas do 2º Seminário - A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação.* FEUP, Porto, 2005.
- ¹⁶ Guedes, Ruben- Reabilitação de estruturas de alvenaria de pedra , Julho 2010.
- ¹⁷ www.portovivosru.pt
- ¹⁸ http://www.portovivosru.pt/sub_menu_1_8.php
- ¹⁹ Appleton, J., *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de intervenção*, Edições Orion, Amadora, 2003.
- ²⁰ Appleton, J., *Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de intervenção*, Edições Orion, Amadora, 2003 e <http://pt.scribd.com/doc/72784560/Enciclopedia-Pratica-da-Construcao-Civil-1-a-5>.
- ²¹ Lopes, M. A. C. Tipificação de soluções de reabilitação de estruturas de madeira em coberturas de edifícios antigos. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2007.
- ²² <http://www.engenhariacivil.com/asnas-de-madeira-a-importancia-da-rigidez-das-ligacoes>
- ²³ Oliveira, E. V., Galhano, F. *Arquitetura Tradicional Portuguesa. Dom Quixote*, Lisboa, 2003.
- ²⁴ http://www.portovivosru.pt/pdfs/PlanoActividades_2012.pdf
- ²⁵ Para este capítulo foi consultado: Eurocódigo 5 (EC5);Lopes, Duarte – Cálculo de cofragens de acordo com o EC5;Correia,Emanuel – Análise e dimensionamento de estruturas de Madeira; Ilharco, T. *Pavimentos de madeira em edifícios antigos. Diagnóstico e intervenção estrutural.* Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- ²⁶ Negrão,J., Faria.A, Projeto de estruturas de madeira, 2009.
- ²⁷ Ilharco, T. *Pavimentos de madeira em edifícios antigos. Diagnóstico e intervenção estrutural.* Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- ²⁸ Patologia e inspeção de construções em alvenaria ordinária de pedra, IST, Lisboa.
- ²⁹ Eurocódigo 6 – Projeto de estruturas de alvenaria
- ³⁰ http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1162_T%C3%A9cnicasreabilitacao_alvenarias.pdf
http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Update_Webpage/2004_Luso_Lourenco1.pdf
http://www.civil.uminho.pt/masonry/publications/nat_journ/2003_roque_lourenco.pdf

ANEXOS

Anexos

- A. 1. Outros conceitos relevantes sobre reabilitação urbana
- A. 2. Programas de incentivo à Reabilitação Urbana no Porto
- A. 3. Rua de Santana 20 a 22/Largo de Pena Ventosa 3-Arquitetura
- A. 4. Estudo económico comparativo dos projetos da operação E2
- A. 5. Rua dos Mercadores 160 a 162
 - A. 5.1. Arquitetura
 - A. 5.2. Planta estrutural proposta
 - A. 5.3. Projeto de Acústica
 - A. 5.4. Projeto de Térmica
- A. 6. Evolução da Operação B
- A. 7. Evolução da Operação E1
- A. 8. Evolução da Operação F
- A. 9. Atividades Desenvolvidas durante o Estágio na Empresa Porto Vivo SRU

A.1

Outros Conceitos Relevantes na
Área da Reabilitação

Na área da reabilitação existe uma série de conceitos que é da maior importância ter presentes. Para além dos referidos no capítulo 2, refira-se os seguintes:

Reabilitação de edifícios – é a forma de intervenção destinada a conferir adequadas características de desempenho e de segurança funcional, estrutural e construtiva a um ou a vários edifícios, às construções funcionalmente adjacentes incorporadas no seu logradouro, bem como às fracções eventualmente integradas nesse edifício, ou a conceder-lhes novas aptidões funcionais, determinadas em função das opções de reabilitação urbana prosseguidas, com vista a permitir novos usos ou o mesmo uso com padrões de desempenho mais elevados, podendo compreender uma ou mais operações urbanísticas;

Reabilitação de um edifício classificado como património cultural – é o processo de possibilitar um uso eficiente e compatível de uma propriedade através de reparações, alterações e acrescentos, preservando, ao mesmo tempo, as características que transmitem os seus valores históricos, cultural e arquitectónicos.

Unidade de intervenção – denomina-se à área geograficamente delimitada a sujeitar a uma intervenção específica de reabilitação urbana, no âmbito de uma operação de reabilitação urbana aprovada, com identificação de todos os edifícios abrangidos;

Manutenção – é o trabalho de rotina necessário para manter o edifício num estado próximo do original, incluindo todos os seus componentes, quer sejam jardins, equipamentos ou outros elementos. Deve igualmente ter uma acção preventiva em relação a potenciais danos, conhecendo-se igualmente os processos de decaimento das estruturas e a durabilidade dos materiais. (ISO 6707/01, 2004).

Restauro – é a acção num edifício, ou parte dele, que se encontra degradado ou em ruína, sendo a sua restauração executada com o objectivo de coloca-lo de acordo com o

desenho ou aparência de uma prévia data específica reconhecida como tendo o maior valor de autenticidade;

Conservação – refere-se a acções de salvaguarda relativa a acidentes históricos com a combinação de protecção e reabilitação ativa;

Reabilitação – refere-se a qualquer acção que assegure a sobrevivência/preservação do futuro de: edifícios, bens culturais, recursos naturais, energia ou outra fonte de conhecimento com valor. Enquadra-se em vertentes de intervenção para uso futuro do edifício, em que a avaliação da função adequada/compatível com a estrutura e tipologia do edifício é um dos pressupostos deste processo. Assim não se pode considerar Reabilitação, os casos de demolição total do interior do edifício e apenas manutenção das fachadas.

Reparação – é o trabalho necessário para corrigir defeitos, danos significativos ou degradação causados deliberadamente ou por acidente, negligência, condições atmosféricas, desordens sociais, no sentido de colocar o edifício em bom estado, sem alterações ou restauração. Procura-se devolver ao elemento danificado as suas características mecânicas, a sua capacidade funcional e a sua durabilidade original. Esta na natureza da Reparação a irregularidade temporal da acção sendo esta para além da simples manutenção e tendo presente o evitar do reaparecimento dos problemas no futuro.

Alteração – refere-se ao trabalho produzido na construção que não se enquadra na manutenção ou na reparação e cujo objectivo é modificar ou alterar o funcionamento ou alterar a sua aparência.

Reconstrução – entende-se mais como uma operação associada ao desenho/concepção do que ao objecto construído. Neste sentido, pode-se entender que o desenho pode ser reconstruído baseado em evidências ou em documentos ou em ambos, fazendo-se a

reposição parcial ou total dos elementos seguindo o desenho original. Utilizado normalmente para colmatar o desaparecimento de partes significativas da construção original e se torna importante a sua reposição.

Reforço – é o conjunto de intervenções a realizar para aumentar a capacidade de carga de uma construção.

Reversibilidade – é o trabalho realizado num edifício ou em parte dele, de forma que este possa retornar ao estado anterior, com apenas alterações mínimas produzidas na construção, sem modificar elementos que lhe conferem autenticidade.

Estes conceitos foram consultados no DL307/2009 de 23 de Outubro, na ISO6707/04 e no manual de reabilitação e manutenção de edifícios¹.

¹www.inovadomus.pt/fh/images/documentos/article/5/MANUAL_INOVADOMUS.pdf

A.2

Programas de Incentivo à
Reabilitação Urbana no Porto

Programas de incentivo à Reabilitação Urbana

Os programas

Os programas a seguir descritos têm como fundamento apoiar os proprietários, que tenham os seus edifícios com a necessidade de serem reabilitados.

RECRIA- Regime especial de comparticipação na recuperação de imóveis arrendados

Este programa foi instituído pelo Decreto-Lei 4/88 e sofreu alterações até a sua última actualização pelo Decreto-Lei 329-C/2000. Este programa tem como finalidade apoiar a execução de obras que permitam a recuperação de fogos e imóveis arrendados em estado de degradação, tendo em consideração, as características arquitectónicas, culturais e sociais do edifício, mediante a concessão de apoios financeiros (comparticipação a fundo perdido) pelo Estado/IHRU e pela Câmara Municipal do Porto, apoiando esta ainda no realojamento temporário durante o período das obras. O IHRU financia ainda a parte das obras não comparticipadas.

No entanto este programa, embora ainda esteja activo, é como não funciona-se devido que as verbas para este programa estão esgotadas.

REHABITA- Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas

Foi instituído pelo Decreto-Lei n.º 105/96, de 31 de Julho, consistindo numa extensão do Programa RECRIA e visa apoiar financeiramente as câmaras municipais na recuperação de zonas urbanas antigas, sendo concedido mediante a celebração de acordos de colaboração entre o IHRU, as Câmaras Municipais e outras instituições de crédito autorizadas.

RECRIPH- Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal

Segundo do Decreto-Lei 106/96, de 31 de Julho, destina-se a apoiar financeiramente a realização, pelos condóminos proprietários, de obras nas partes comuns e fracções autónomas de prédios urbanos em regime de propriedade horizontal. Este programa apoia a fundo perdido, no valor de 20% das obras de conservação ordinária ou extraordinária e de beneficiação nas partes comuns e obras nas fracções autónomas (imóveis sujeitos ao regime da propriedade horizontal). O IHRU financia ainda a parte não comparticipada.

SOLARH – Sistema de solidariedade de apoio à Reabilitação de habitação própria permanente.

O Decreto-Lei 7/99, de 8 de Janeiro, criou o programa designado por SOLARH, que tem por objeto a concessão de um apoio financeiro especial, sob a forma de empréstimo sem juros, a agregados familiares de fracos recursos económicos, de modo a permitir-lhes a realização de obras nas habitações de que são proprietários e que constituem a sua residência permanente.

Este programa sofreu actualizações regendo-se actualmente pelo DL 25/2002.

Iniciativa JESSICA – Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas

Esta iniciativa constitui uma parceria entre a Comissão Europeia e o Banco Europeu de Investimento (BEI). Esta Iniciativa foi criada com o objetivo de intensificar o apoio a projetos integrados de desenvolvimento urbano, através dos Fundos Estruturais previstos nos Programas Operacionais do período de programação 2007-2013, promovendo a utilização de Instrumentos de Engenharia Financeira, designadamente Fundos de Desenvolvimento Urbanos (FDU). As prioridades de investimento definidas para a iniciativa em Portugal são:

- Reabilitação e regeneração urbana, incluindo regeneração de equipamentos e infraestruturas urbanas;
- Eficiência energética e energias renováveis;
- Revitalização da economia urbana, especialmente PME e empresas inovadoras;
- Disseminação das tecnologias de informação e da comunicação em áreas urbanas, incluindo redes de banda larga e sem fios.

Reabilitar para arrendar

O instituto de habitação e reabilitação Urbana (IHRU), lançou um novo programa de incentivo à reabilitação, o Programa “Reabilitar para Arrendar”, sendo este programa destinado a todo o país, com um fundo de 50 milhões de Euros.

Este programa tem como finalidade uma série de intervenções como:

- Promover a reabilitação ou reconstrução de edifícios cujo uso seja maioritariamente habitacional e cujos fogos se destinem a arrendamento nos regimes de renda apoiada ou de renda condicionada;
- Fomentar a reabilitação ou criação de espaços do domínio municipal para uso público desde que ocorram no âmbito de uma operação de reabilitação urbana sistemática, conforme o disposto no Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro, na redação dada pela Lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto;
- Reabilitação ou reconstrução de edifícios que se destinem a equipamentos de uso público, incluindo residências para estudantes;
- Construção de edifícios cujo uso seja maioritariamente habitacional e cujos fogos se destinem a arrendamento nos regimes de renda apoiada ou de renda condicionada, desde que se tratem de intervenções relevantes de preenchimento do tecido urbano antigo.

As intervenções deverão localizar-se em áreas de reabilitação urbana aprovadas ou em processo de delimitação, podendo localizar-se fora destas áreas caso a candidatura seja

apresentada ao abrigo do art.º 77.º-A do Regime Jurídico da Reabilitação Urbana, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto.

Incentivos municipais na cidade do Porto

Foram criados diversos incentivos municipais criados para facilitar a dinamização da reabilitação. Os incentivos municipais, que podem ser usados, no caso da sociedade de reabilitação urbana, Porto Vivo, SRU:

- Por motivo de obras directamente relacionadas com obras de construção, reconstrução, conservação, recuperação ou reabilitação do parque edificado, situadas na ACRRU, a taxa de ocupação do domínio público é reduzida em 80%;
- A taxa de licenciamento de publicidade, relativa à publicidade a colocar na Zona de Intervenção Prioritária (ZIP) é reduzida em 80%;
- A taxa de licenciamento / autorização de operações urbanísticas a realizar na ZIP é reduzida para metade.
- Os proprietários de prédios localizados na ACRRU que realizem obras de reabilitação enquadradas pelo regulamento do SIM-Porto (Sistema Multicritério de Informação da Cidade do Porto), têm direito a créditos de construção transaccionáveis a aplicar na construção nova noutras zonas da cidade. Ou seja, estes proprietários obtêm capacidade construtiva adicional em zonas novas (ex: Porto).

A informação sobre estes programas foi obtida na Porto Vivo, SRU¹, bem como, no portal da habitação².

¹ http://www.portovivosru.pt/sub_menu_6_14.php?from=incentivos

² <http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/index.jsp>

Considerações

Com estes programas de incentivos, foi proporcionado aos habitantes, nomeadamente da cidade do Porto, ter condições para reabilitar os seus edifícios, que estavam em mau estado de conservação.

Na atualidade, grande parte destes programas está sem verbas, sendo que em real funcionamento, temos o programa “Reabilitar para Arrendar” e os incentivos municipais. É também de realçar o interesse denotado por grande parte da população em reabilitar os seus edifícios, sendo que para além dos proprietários destes, quem beneficia desta nova mentalidade é a cidade do Porto.

A.3

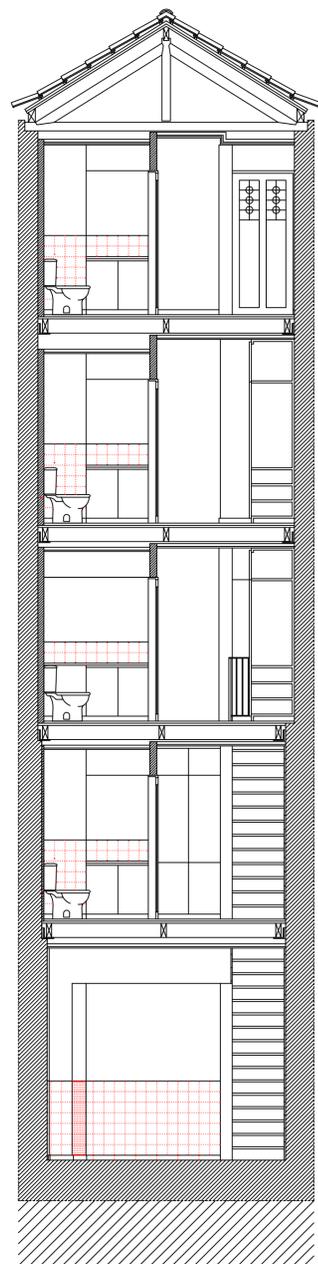
Santana 20 a 22 / Pena Ventosa 3

Arquitetura

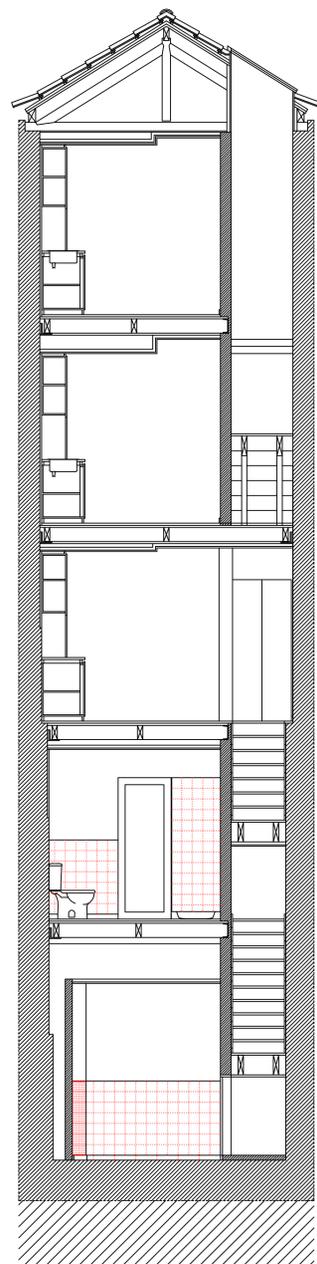


LEGENDA

- AZULEJO, MOSAICO CERÂMICO ou PORCELÂNICO
- MÁRMORE, GRANITO ou ARDÓSIA
- MADEIRA MACÍCA, CONTRAPLACADO ou AGLOMERADO
- VINÍLICO
- VIDRO
- V1 VÃO EXTERIOR
- P1 VÃO INTERIOR
- CL1 CLARABÓIA
- M1 MOBILIÁRIO
- 2.210 COTA DE PAVIMENTO
- PAREDES EXISTENTES
- PAREDES NOVAS



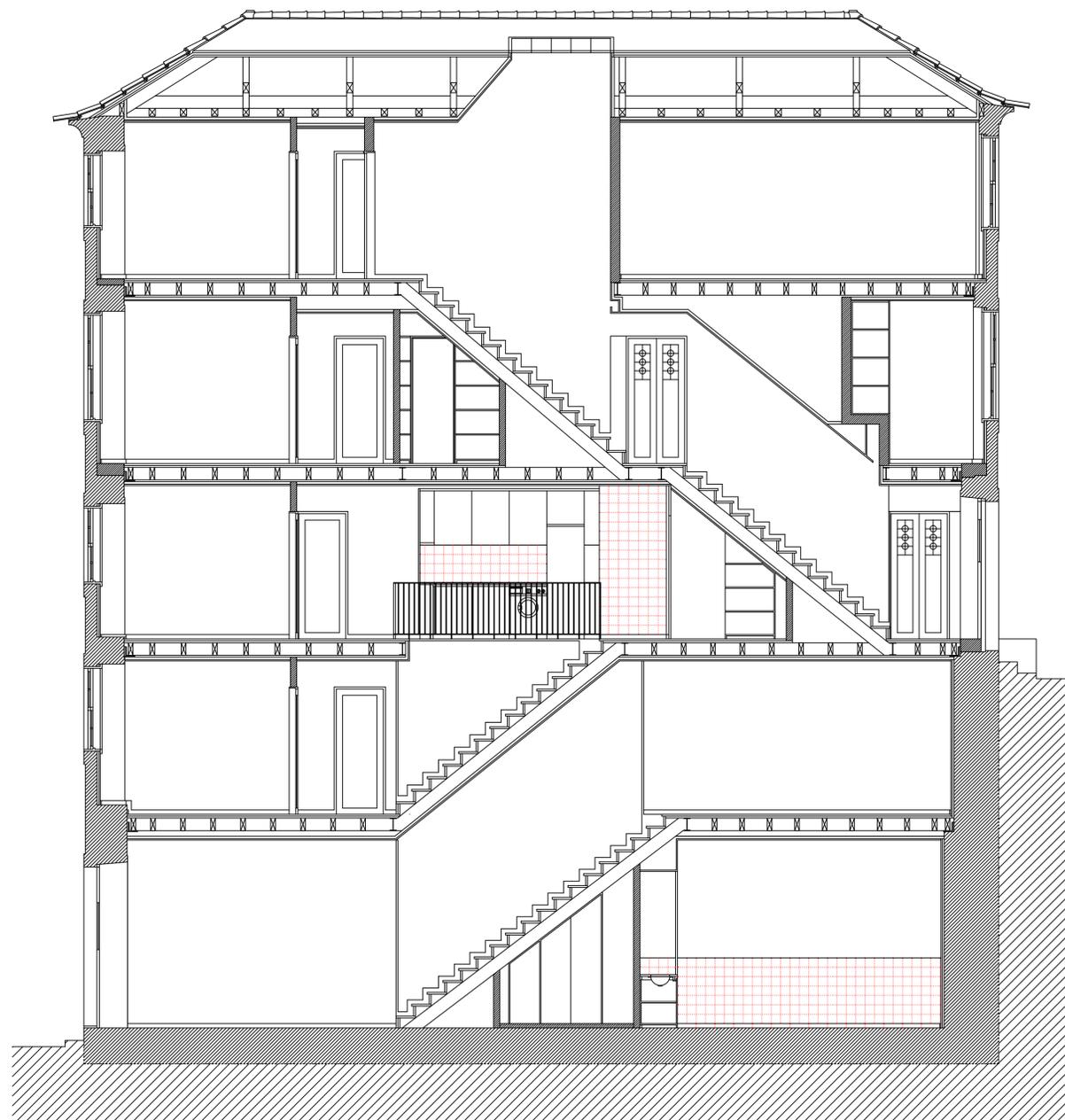
corte 1



corte 2



corte 3



corte 4

LEGENDA: AZULEJO, MOSAICO CERÁMICO ou PORCELÂNICO; MÁRMORE, GRANITO ou ARDÓSIA; MADEIRA MACÍÇA, CONTRAPLACADO ou AGLOMERADO; VINÍCO; VIDRO; V1: VÃO EXTERIOR; P1: VÃO INTERIOR; CL1: CLAREABOIA; M1: MOBILIÁRIO; E210: COTA DE PAVIMENTO; PAREDES EXISTENTES; PAREDES NOVAS

Rua de Santana, 20 a 22 / Largo de Penaventosa, 3
 Cotes
 Reabilitação de Edifícios da Baixa do Porto

Julho 2013
 1/30.4
 Pedro Martins 1060951-SEP



A.4

Estudo Económico Comparativo dos
Projetos da Operação E2

Estudo económico entre projetos da operação E2 da Porto Vivo, SRU

Enquadramento

A Operação E2 é constituída por dois projectos, o Projeto 7, relativo ao edifício situado na Rua de Santana e o Projeto 9, situado no Largo da Pena Ventosa n.ºs 17 a 27, sendo esta uma operação incluída no Programa de Realojamento para o Morro da Sé. Enquanto o projeto 7 é baseado numa solução estrutural que recorre à utilização da alvenaria de pedra e de madeira, o projeto 9 utiliza uma solução em betão armado. A tabela 1 compara algumas características destas duas intervenções.

	Operação E2	
	Projeto 7	Projeto 9
Tipo de construção	Madeira	Betão
Espaços comerciais	1	2
Número de fogos	2 T1 e T2duplex	6 T1
Pisos	5	4
Área Bruta (m ²)	306	504
Orçamento (€)	159432,29	291067,72
Preço /m2 (€)	521,02	577,52
Duração da obra (meses)	10,26	8,1

Tabela 1-Comparação de projetos da Operação E2

Orçamento Projeto 7 – Em estrutura de Madeira

A tabela 2 resume o orçamento previsto par o projeto 7 (caso de estudo 1), consoante os trabalhos realizados:

Projeto 7	
Descrição dos Trabalhos	Valor (em €)
Construção civil	84.150,39 €
Estabilidade	26.470,62 €
Abastecimento de água, rede de águas pluviais e residuais	9.332,08 €
Instalação de gás	4.297,65 €
Instalação e equipamentos eléctricos	11.132,61 €
Infra-estruturas de telecomunicações	4.561,54 €
Instalação de segurança contra incêndio	3.623,36 €
Instalação e equipamentos mecânicos - AVAC	15.864,04 €
Total:	159.432,29 €

Tabela 2-Orçamento Projeto 7

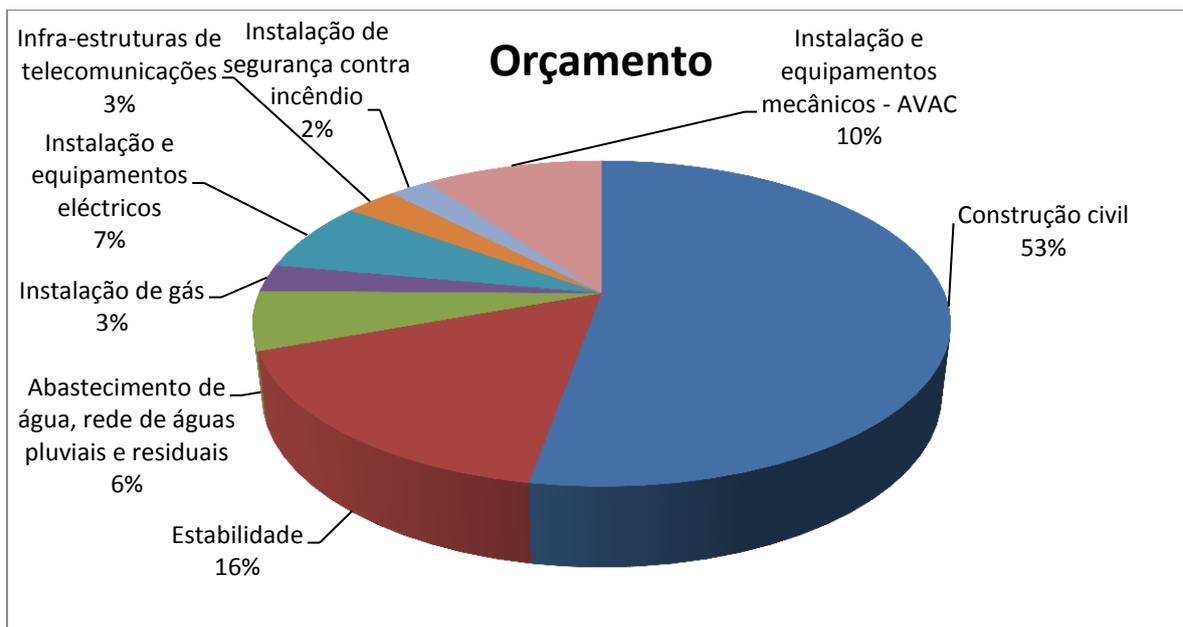


Gráfico 1-Distribuição Orçamental Projeto 7

Projeto 9-Estrutura em Betão

O orçamento previsto par o projeto 9 consoante os trabalhos realizados é o seguinte:

Projeto 9	
Descrição dos Trabalhos	Valor (em €)
Arquitectura	145.429,40 €
Estabilidade	68.746,94 €
Abastecimento de água, rede de águas pluviais e residuais	11.140,80 €
Instalação de gás	8.682,88 €
Instalação e equipamentos eléctricos	16.990,71 €
Infra-estruturas de telecomunicações	7.490,64 €
Instalação de segurança contra incêndio	4.982,01 €
Instalação e equipamentos mecânicos - AVAC	27.604,34 €
Total:	291.067,72 €

Tabela 3-Orçamento do Projeto 9

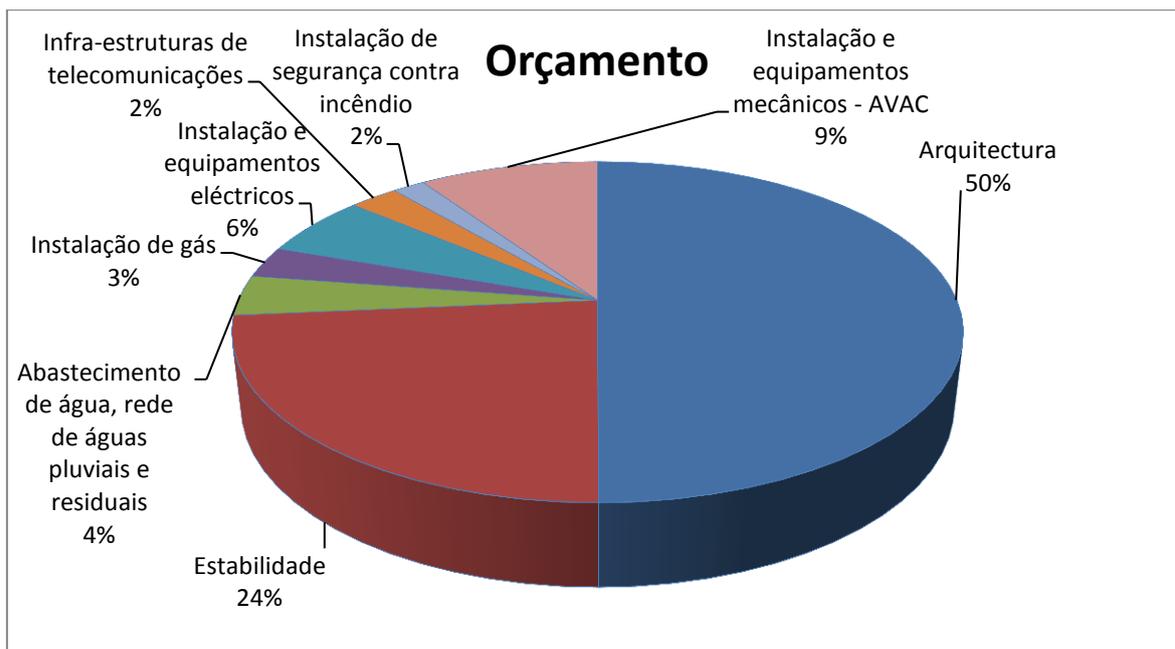


Gráfico 2-Distribuição Orçamental Projeto 9

Estudo comparativo entre o Projeto 7 e o Projeto 9

Comparando os dois projetos ao nível de percentagem de gastos em cada especialidade é:

Descrição dos Trabalhos	Projeto 7	Projeto 9
	%	%
Construção civil/Estabilidade	69%	74%
Abastecimento de água, rede de águas pluviais e residuais	6%	4%
Instalação de gás	3%	3%
Instalação e equipamentos eléctricos	7%	6%
Infra-estruturas de telecomunicações	3%	2%
Instalação de segurança contra incêndio	2%	2%
Instalação e equipamentos mecânicos - AVAC	10%	9%

Tabela 4-comparação dos gastos das especialidades da operação E2

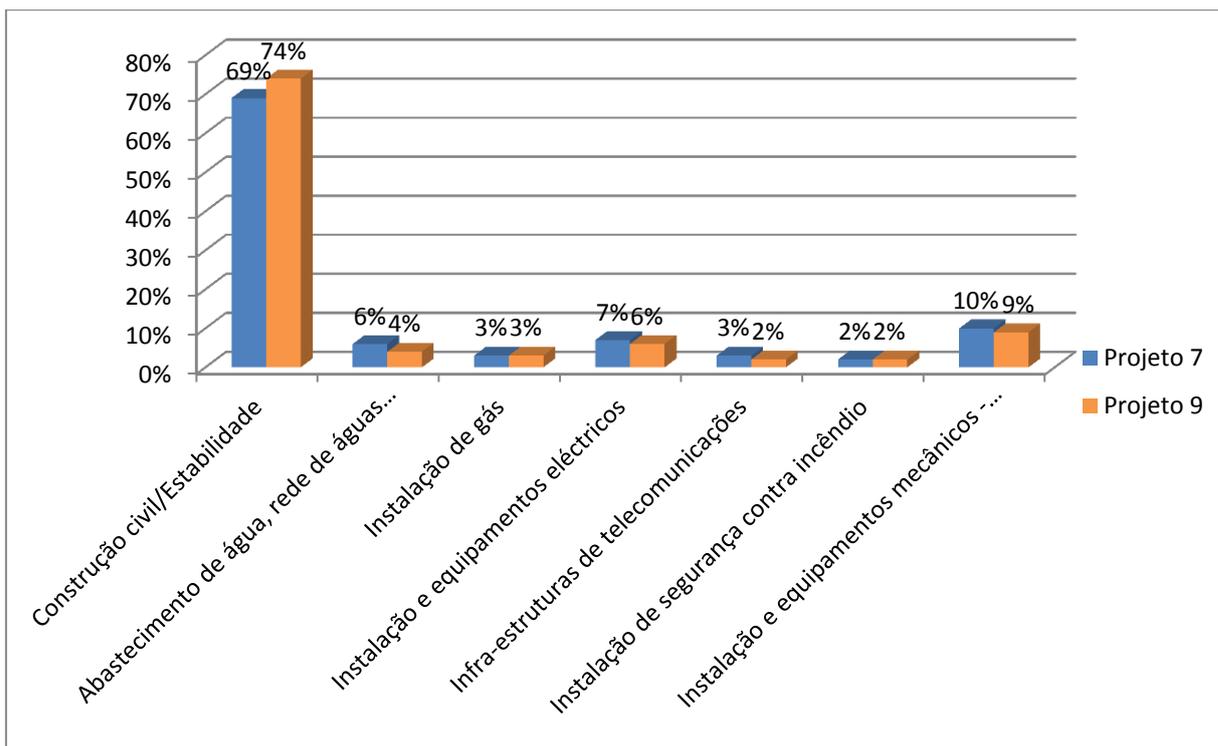


Gráfico 3-Comparação orçamental das especialidades da Operação E2

Estudo comparativo em termos de Preço/m²

Realizando um estudo comparativo ao nível do preço/m², de um projeto em estrutura de madeira e outro em betão, conclui-se que:

No geral

	Operação E2		
	Projeto 7	Projeto 9	
Área Bruta (m ²)	306	504	
Orçamento (€)	159432,29	291067,72	P7-P9
Preço /m ² (€)	521,02 €	577,52 €	-56,49 €

Tabela 5-Preço/m² dos projetos da Operação E2

Em termos estruturais

	Operação E2		
	Projeto 7	Projeto 9	
Arquitetura/C.Civil	84.150,39 €	145.429,40 €	
Estabilidade	26.470,62 €	68.746,94 €	
Área Bruta (m ²)	306	504	
Total	110.621,01 €	214.176,34 €	P7-P9
Preço/m ²	361,51 €	424,95 €	-63,45 €

Tabela 6-Preço /m² em termos estruturais dos projetos da Operação E2

Restantes especialidades

Operação E2			
	Projeto 7	Projeto 9	
Electricidade			
Orçamento	11.132,61 €	16.990,71 €	P7-P9
Preço/m2	36,38 €	33,71 €	2,67 €
Água			
Orçamento	9.332,08 €	11.140,80 €	P7-P9
Preço/m2	30,50 €	22,10 €	8,39 €
Telecomunicações			
Orçamento	4.561,54 €	7.490,64 €	P7-P9
Preço/m2	14,91 €	14,86 €	0,04 €
Segurança			
Orçamento	3.623,36 €	4.982,01 €	P7-P9
Preço/m2	11,84 €	9,88 €	1,96 €
AVAC			
Orçamento	15.864,04 €	27.604,34 €	P7-P9
Preço/m2	51,84 €	54,77 €	-2,93 €

Tabela 7-Preço/m² das especialidades dos projetos da Operação E2

Considerações

Como referido no texto principal pode-se concluir com este estudo económico, que é possível realizar uma reabilitação de um edifício, tendo como base estrutura de madeira, demonstrando assim ser uma alternativa válida ao betão, possibilitando a manutenção da identidade de inúmeros edifícios, concretamente na cidade do Porto. Também de realçar que com este estudo pode-se verificar como é feita, a orçamentação de uma empreitada, concluindo desta forma que existem discrepâncias e ajustamentos presumivelmente realizados, para equilibrar os gastos em determinadas especialidades. Para um melhor entendimento destas discrepâncias, recorrendo ao dono da empresa encarregue da empreitada, foi transmitido, que tais poderão ter ocorrido devido ao custo de mão-de-obra e ao preço dos materiais adequados para cada projeto desta operação.

A.5

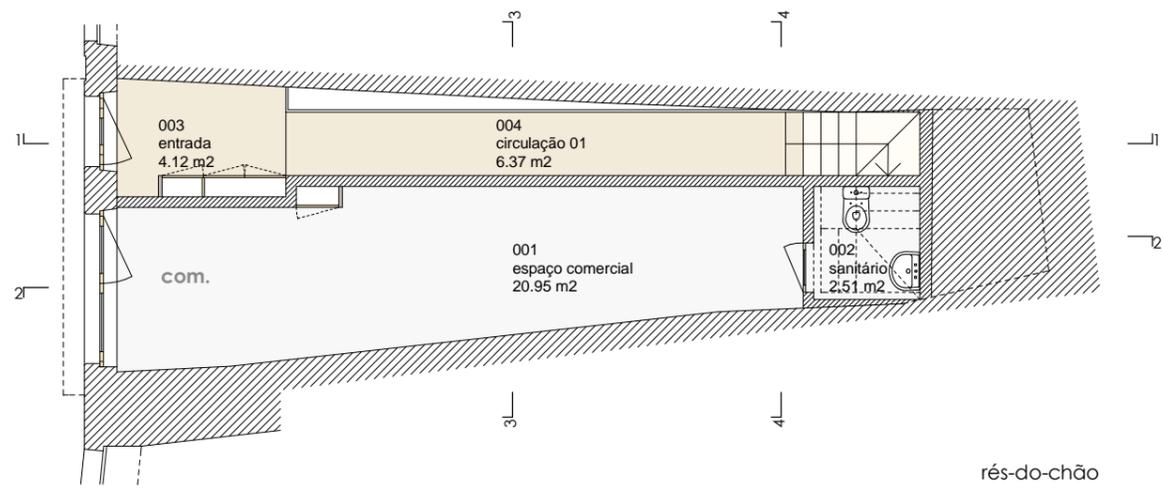
Mercadores

160 a 162

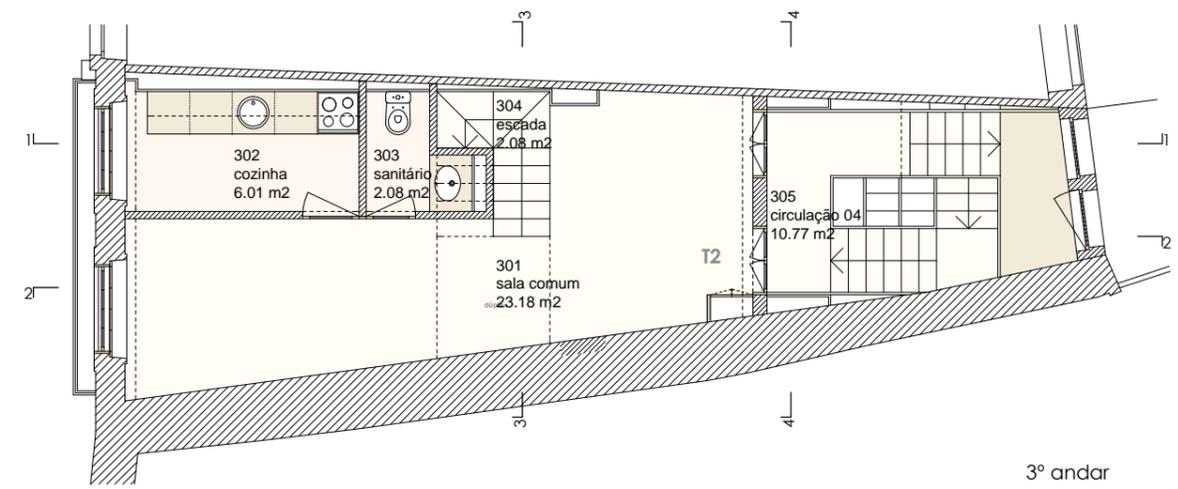
A.5.1

Mercadores 160 a 162

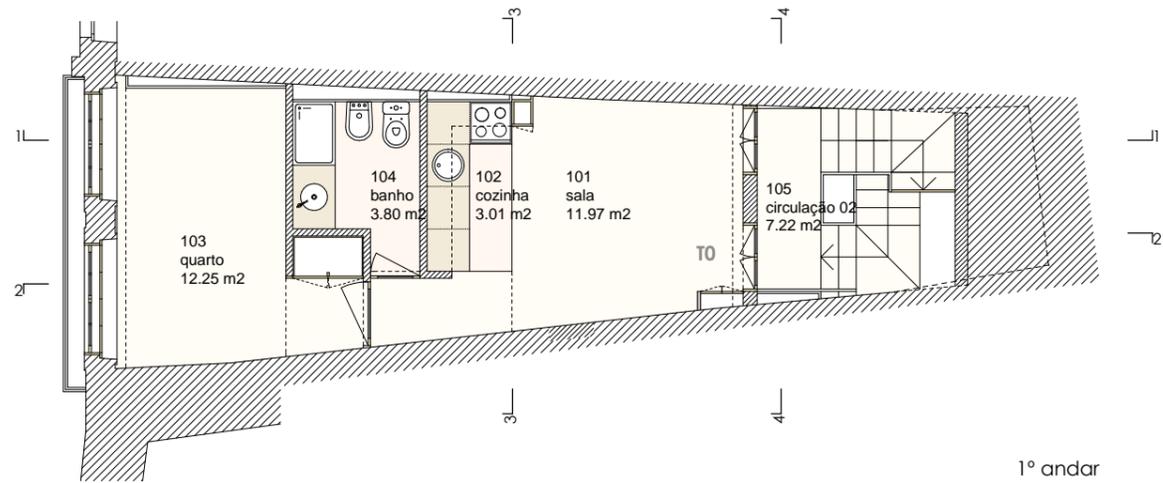
Arquitectura



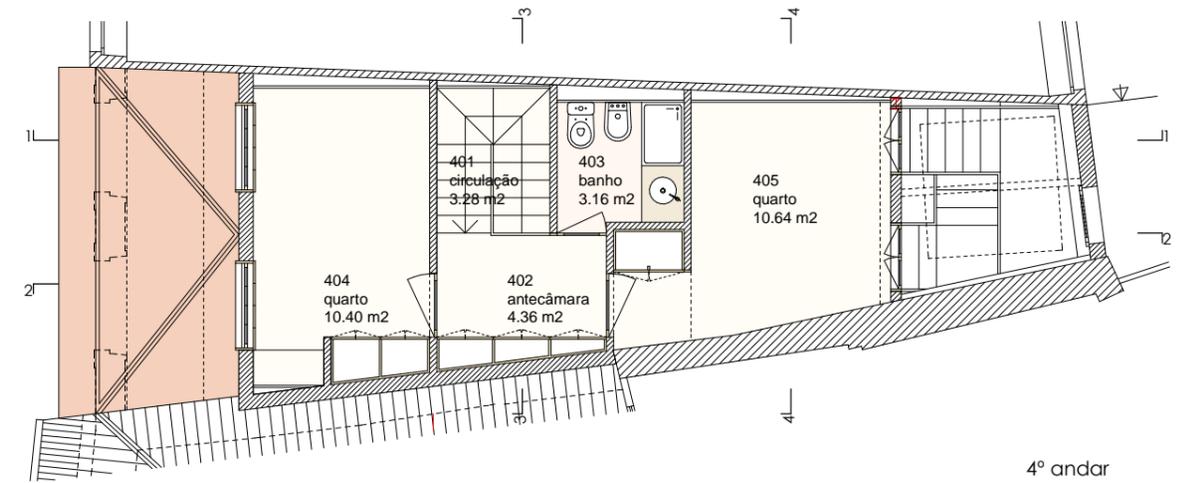
rés-do-chão



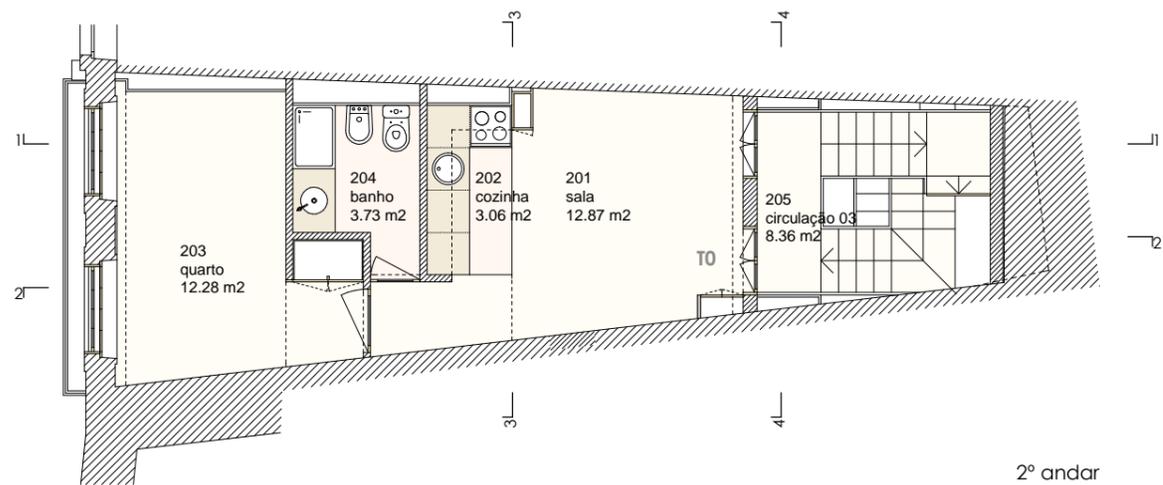
3º andar



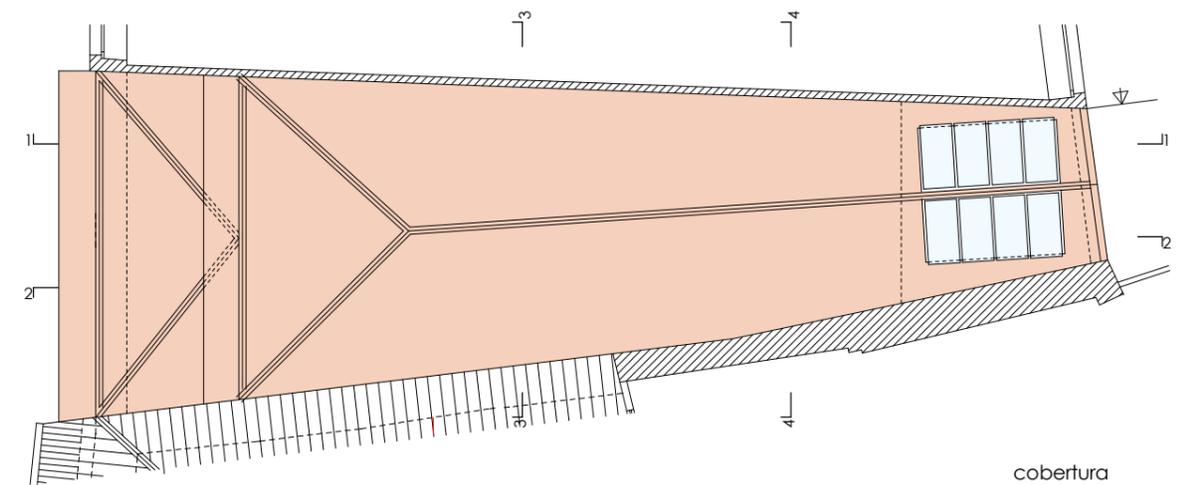
1º andar



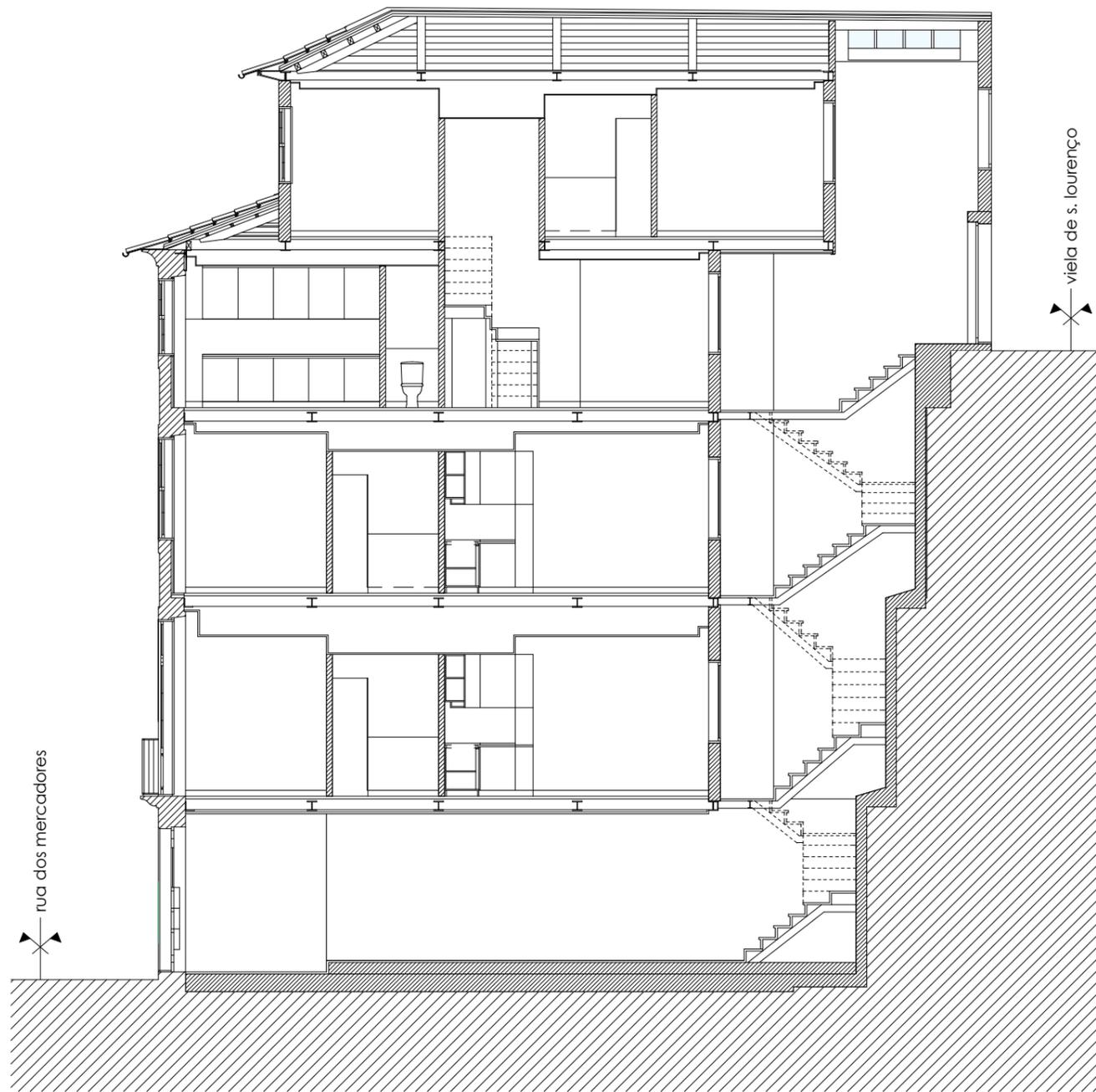
4º andar



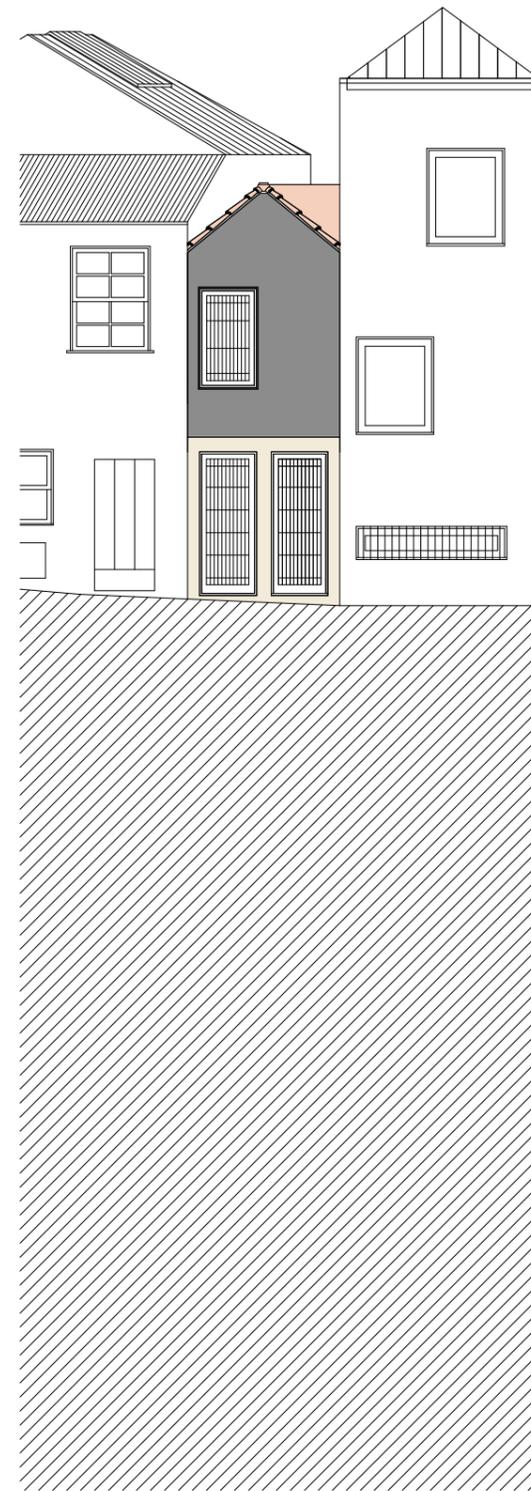
2º andar



cobertura



corte 1

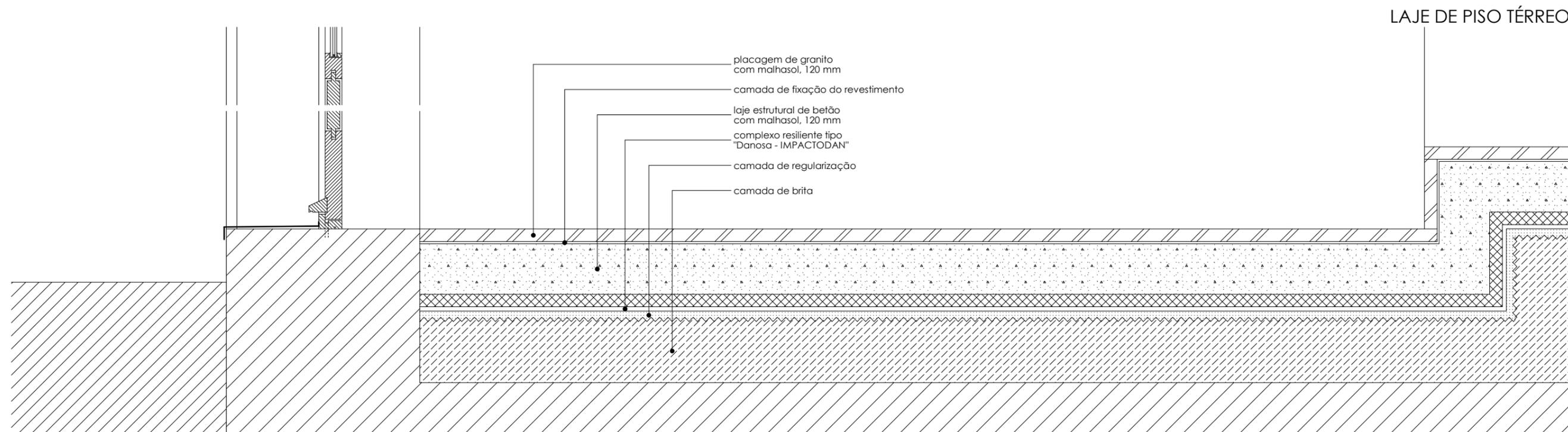
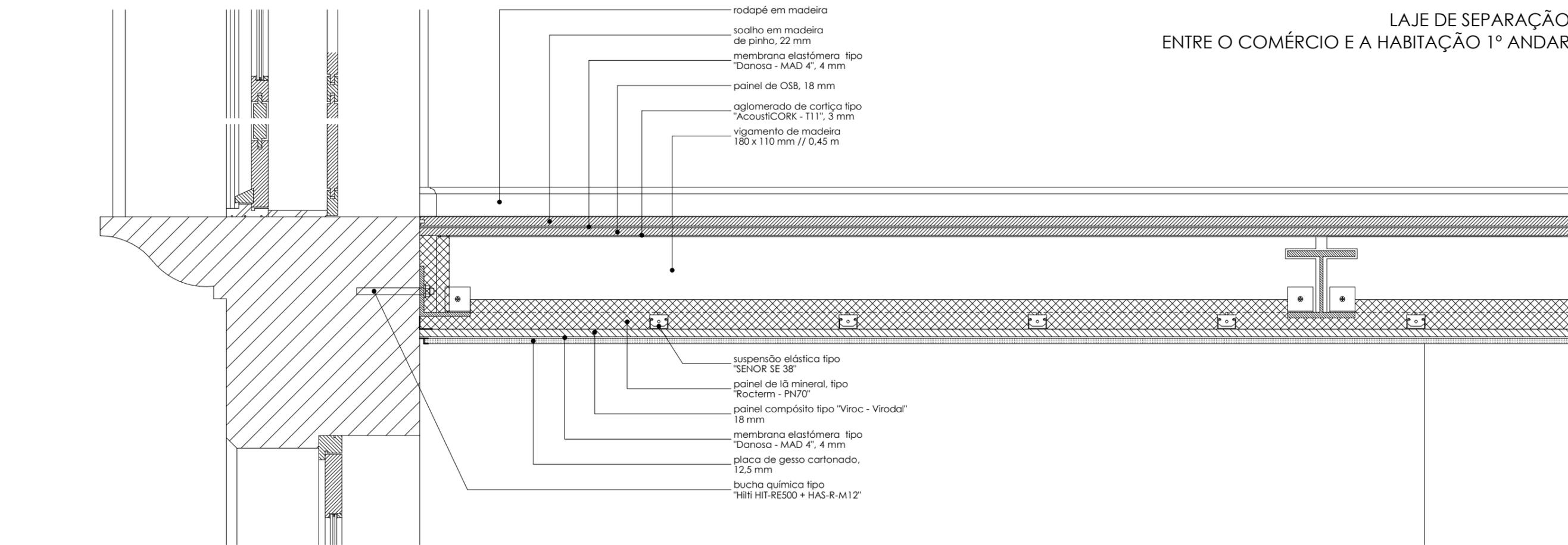


alçado nascente . vial de s. lourenço

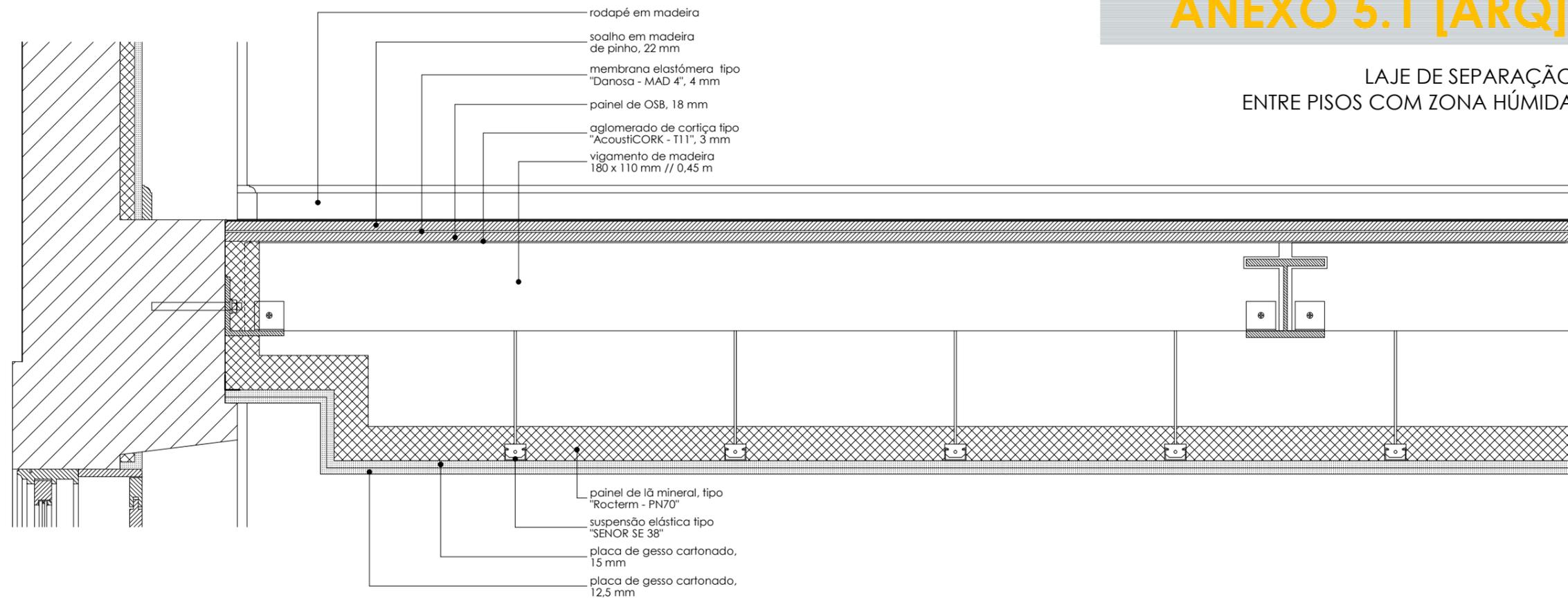


alçado poente . rua dos mercadores

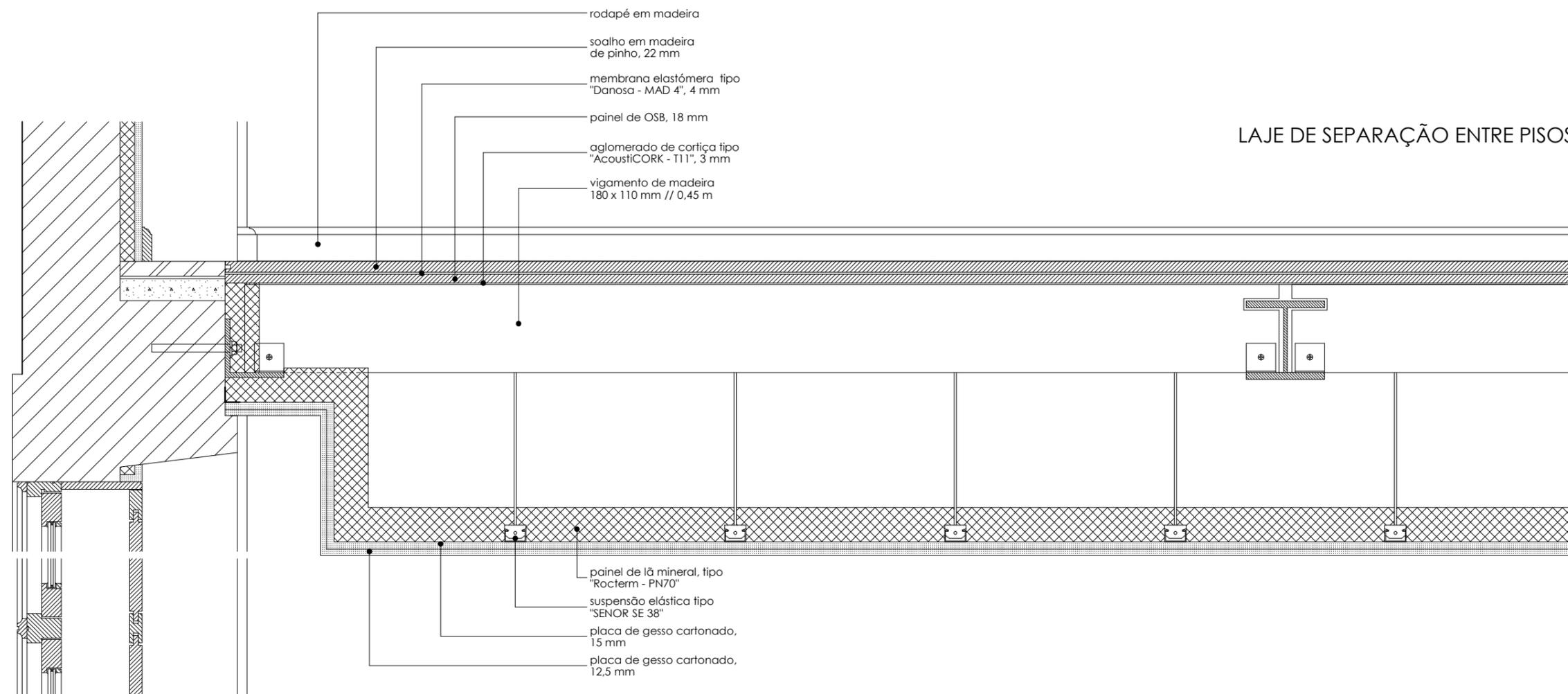
LAJE DE SEPARAÇÃO ENTRE O COMÉRCIO E A HABITAÇÃO 1º ANDAR

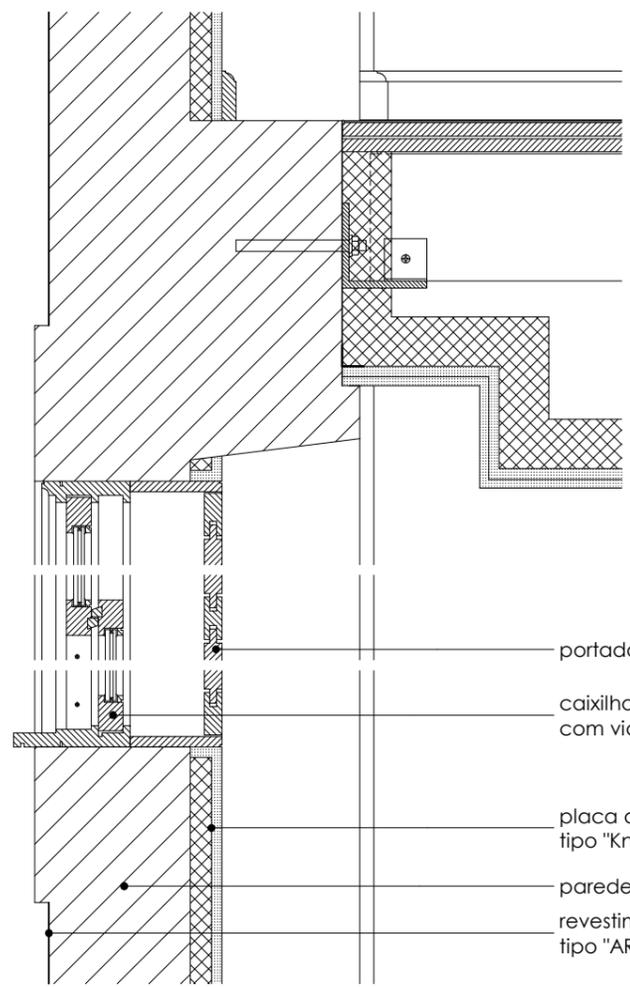


LAJE DE SEPARAÇÃO ENTRE PISOS COM ZONA HÚMIDA



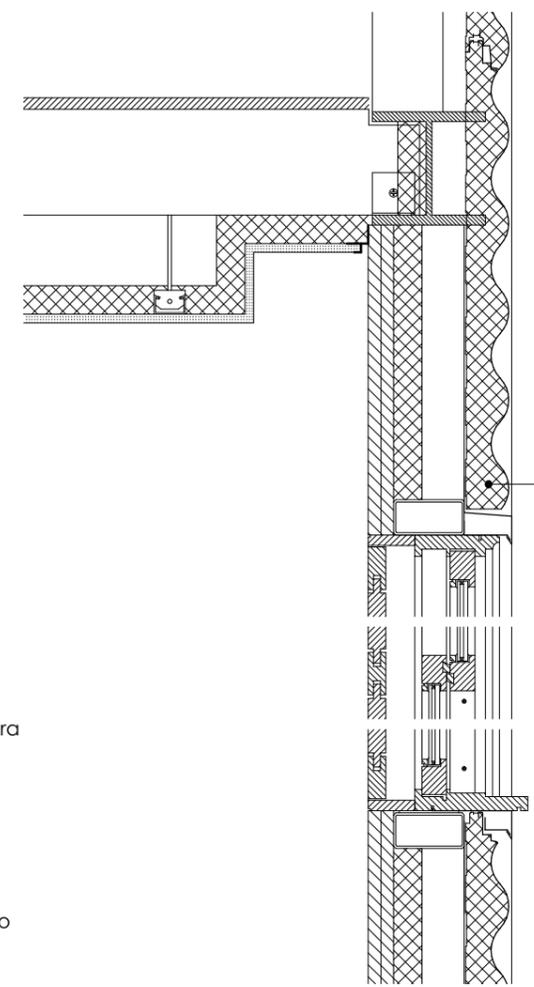
LAJE DE SEPARAÇÃO ENTRE PISOS





PORMENOR DA PAREDE DA FACHADA PRINCIPAL

- portada em madeira esmaltada
- caixilho em madeira esmaltada, com vidro duplo, com ferragem de abertura
- placa de gesso cartonado e poliestireno, tipo "Knauf - Polyplac"
- parede existente em alvenaria de granito
- revestimento plástico contínuo pigmentado tipo "ARMASAN-Robbialac"



PORMENOR DA PAREDE DA FACHADA DE TARDOZ

- painel isotérmico de fachada tipo "Perfilnorte - PO 1000", 60mm
- painel isotérmico de fachada tipo "Perfilnorte - PO 1000", 60mm
- painel isotérmico de fachada tipo "Perfilnorte - PO 1000", 60mm



PORMENOR DA FACHADA DO PISO RECUADO

LAJE DE SEPARAÇÃO ENTRE PISOS DO MESMO FOGO

- rodapé em madeira
- soalho em madeira de pinho, 22 mm
- painel de OSB, 18 mm
- aglomerado de cortiça tipo "AcustiCORK - T11", 3 mm
- vigamento de madeira 180 x 110 mm // 0,50 m
- painel de lã mineral, tipo "Rocterm - PN40"
- suspensão elástica tipo "SENOR SE 38"
- placa de gesso cartonado, 12,5 mm



PORMENOR DA PAREDE DE MEAÇÃO

- parede existente em alvenaria de granito de meação entre parcelas

A.5.2

Mercadores 160 a 162

Verificação da segurança
estrutural

Verificação da segurança estrutural

A planta estrutural proposta passa por uma solução de perfis metálicos, vigas de madeira e paredes de granito. Assim foi realizado um cálculo da estrutural, para proceder-se a escolha dos perfis, bem como, do afastamento que as vigas de madeira deveriam estar.

Verificação da segurança dos perfis metálicos

As cargas consideradas para este cálculo dos perfis metálicos foram as apresentadas no quadro 1 deste anexo.

Cobertura cargas:		
Peso próprio=	0,764	kN/m ²
rcp=	1,000	kN/m ²
Vplrd cob=	207,673	kN
Vplrd cob0,5=	103,836	kN
Cargas nos pisos:		
Peso próprio=	1,082	kN/m ²
rcp=	3,550	kN/m ²
Sobrecarga =	2,000	kN/m ²
Peso próprio 1andar=	1,200	kN/m ²
Sobrecarga 1piso=	3,000	kN/m ²
Vplrd =	279,279	kN
Vplrd*0,5=	139,639	kN

Quadro 2- Cargas a que os perfis metálicos vão estar sujeitos

S275	
C1=	1,12
C2=	0,45
Curva a =	0,21

Quadro 1-Dados auxiliares

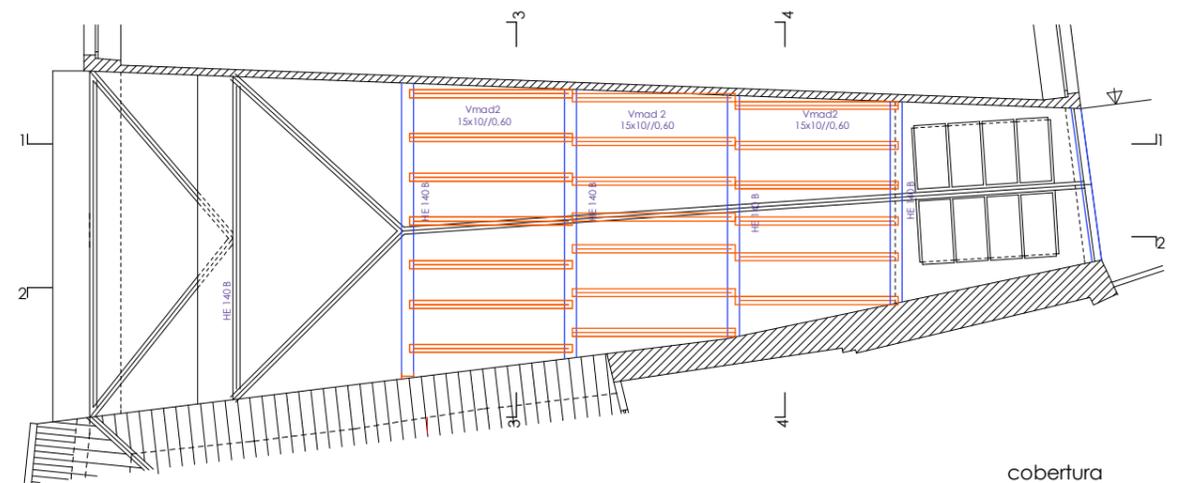
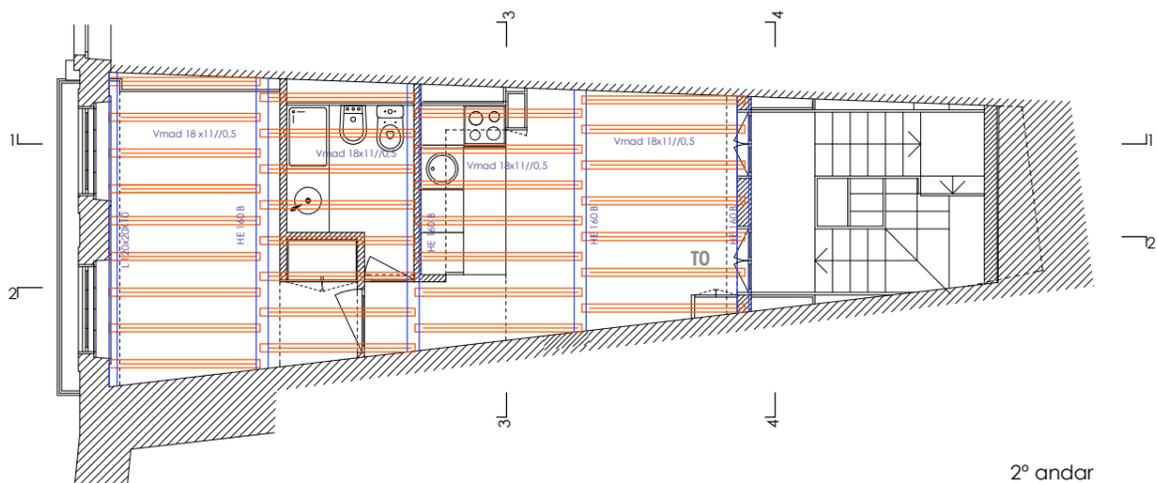
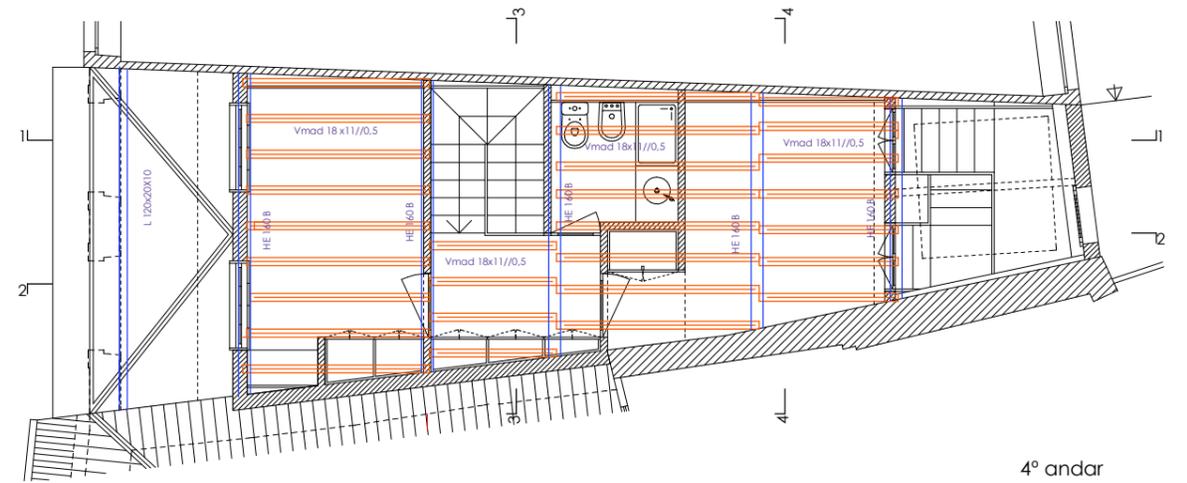
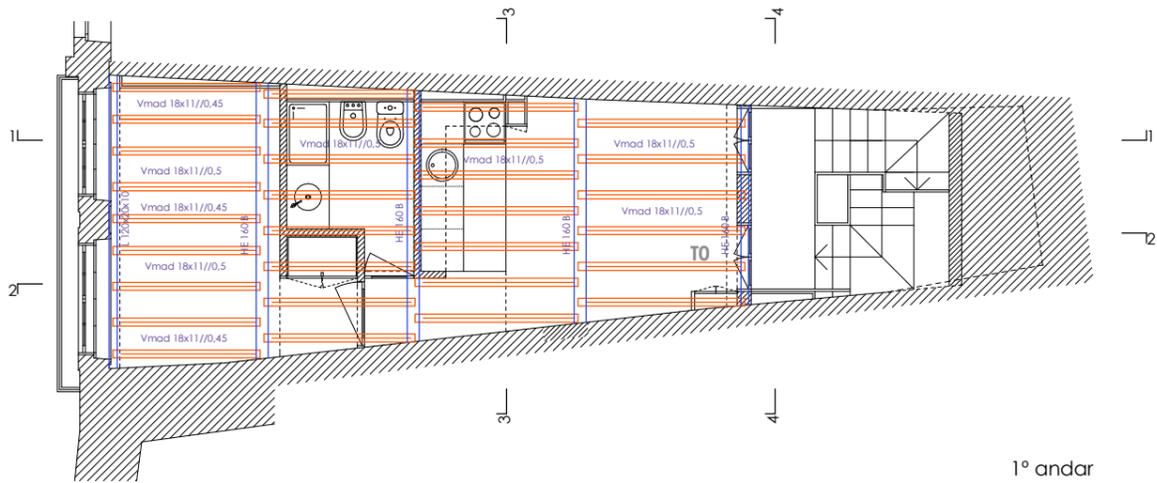
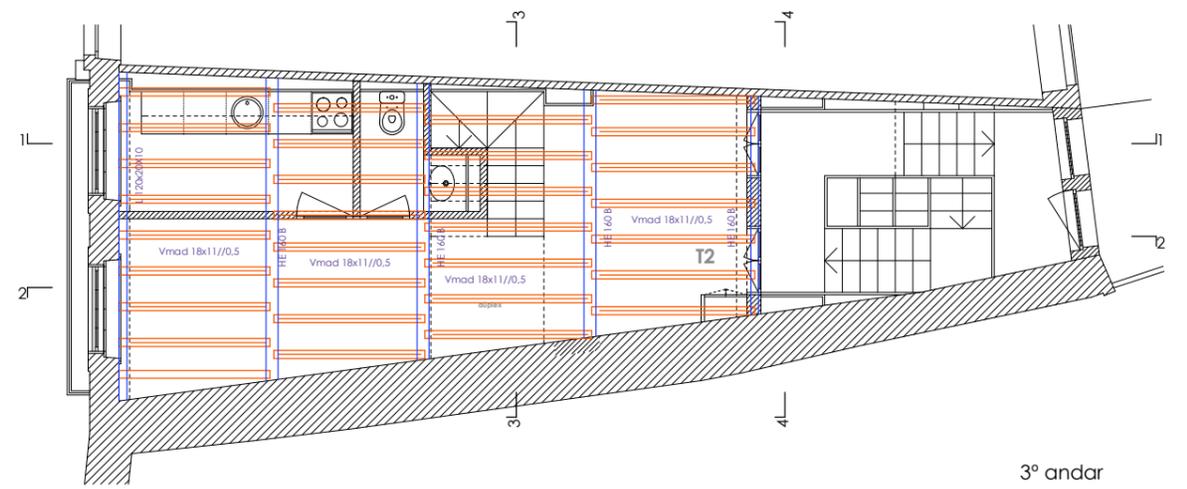
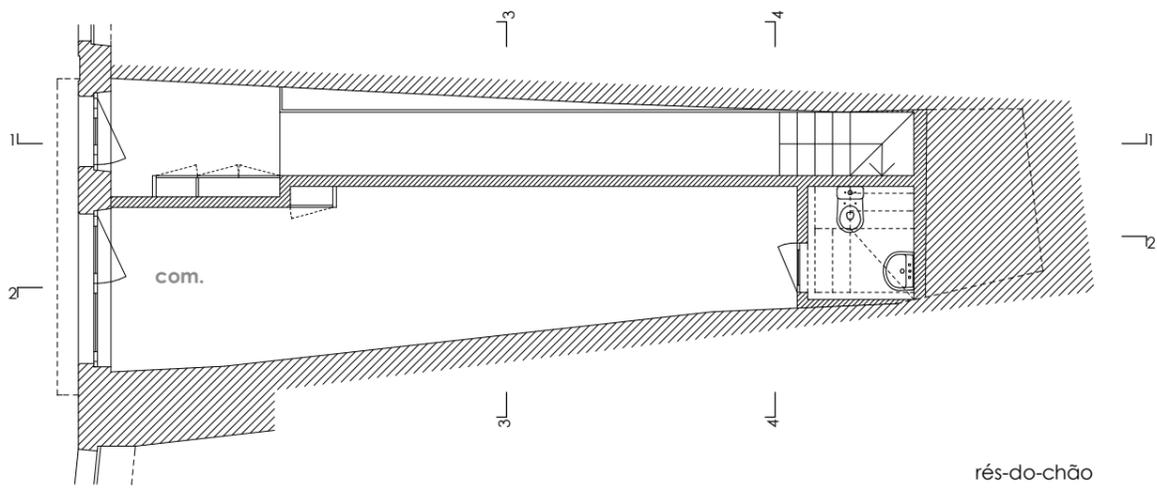
A verificação foi efetuada nas vigas intermédias, ou seja, nas centrais, pois estas situam-se na zona potencialmente mais gravosa.

	Local	Viga	L (m)	L influência (m)	ppviga (KN/m ²)	Carga (KN/m)	Esf.tranv (KN)	Momento (KN.m)	Verif.esf. transverso	Interação
HEB160	1º Andar	V1	3,9	2,15	10,913	23,462	45,751	44,607	Verifica	Verifica
		V2	3,6	2,25	10,913	24,553	44,196	39,776	Verifica	Verifica
		V3	3,2	2,35	10,913	25,644	41,031	32,825	Verifica	Verifica
HEB160	2º Andar	V1	4,1	2,15	9,254	19,895	40,785	41,805	Verifica	Verifica
		V2	3,8	2,25	9,254	20,821	39,559	37,581	Verifica	Verifica
		V3	3,4	2,35	9,254	21,746	36,968	31,423	Verifica	Verifica
HEB160	3º Andar	V1	4,3	2,15	9,254	19,895	42,775	45,983	Verifica	Verifica
		V2	3,9	2,25	9,254	20,821	40,600	39,585	Verifica	Verifica
		V3	3,5	2,35	9,254	21,746	38,055	33,299	Verifica	Verifica
HEB160	4º Andar	V1	4,5	2,15	9,254	19,895	44,764	50,360	Verifica	Verifica
		V2	4	2,2	9,254	20,358	40,716	40,716	Verifica	Verifica
		V3	3,8	2,35	9,254	21,746	41,317	39,251	Verifica	Verifica
		V4	3,3	2,4	9,254	22,209	36,644	30,232	Verifica	Verifica
HEB140	Cobertura	V1	4,2	2,3	5,381	12,377	25,992	27,291	Verifica	Verifica
		V2	3,8	2,3	5,381	12,377	23,516	22,341	Verifica	Verifica
		V3	3,5	2,3	5,381	12,377	21,660	18,952	Verifica	Verifica

Quadro 3- Verificação do esforço transverso e da interação

Verificação da encurvadura lateral										
	Local	Viga	L (m)	Momento (KN.m)	M crítico (KN.m)	λ_{LT}	Φ_{LT}	χ_{LT}	Mbrd (KN.m)	Med<Mbrd
HEB160	1ºAndar	V1	3,9	44,607	176,239	0,743	0,833	0,827	80,461	Verifica
		V2	3,6	39,776	191,608	0,713	0,808	0,842	81,935	Verifica
		V3	3,2	32,825	217,498	0,669	0,773	0,862	83,897	Verifica
HEB160	2º Andar	V1	4,1	41,805	167,418	0,763	0,850	0,816	79,476	Verifica
		V2	3,8	37,581	181,05	0,733	0,825	0,832	80,952	Verifica
		V3	3,4	31,423	203,641	0,691	0,791	0,852	82,916	Verifica
HEB160	3ºAndar	V1	4,3	45,983	159,517	0,781	0,866	0,806	78,490	Verifica
		V2	3,9	39,585	176,239	0,743	0,833	0,827	80,461	Verifica
		V3	3,5	33,299	197,42	0,702	0,799	0,847	82,426	Verifica
HEB160	4ºAndar	V1	4,5	50,360	152,393	0,799	0,882	0,796	77,503	Verifica
		V2	4	40,716	171,703	0,753	0,842	0,821	79,969	Verifica
		V3	3,8	39,251	181,05	0,733	0,825	0,832	80,952	Verifica
		V4	3,3	30,232	210,316	0,680	0,782	0,857	83,407	Verifica
HEB140	Cobertura	V1	4,2	27,291	102,856	0,810	0,892	0,790	53,309	Verifica
		V2	3,8	22,341	113,6	0,771	0,857	0,812	54,797	Verifica
		V3	3,5	18,952	123,446	0,739	0,830	0,828	55,910	Verifica

Quadro 4- verificação da encurvadura lateral



A.5.3

Mercadores 160 a 162

Elementos e verificações
do projeto de Acústica

Elementos de apoio e verificações do projeto de acústica

A realização do projeto de acústica foi feita de acordo com a legislação em vigor, nomeadamente o D.L. 96/2008 de 9 de Junho (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios) e o Regulamento Geral do Ruído.

Assim o processo de cálculo seguido foi com base nas seguintes fórmulas:

Isolamento sonoro a sons aéreos:

Estimativa do valor de projecto para isolamento sonoro a sons de condução aérea, entre um local emissor e um local recetor:

$$D_{nT} = R + 10 \times \log \left(\frac{0,16 \times V}{T_0 \times S} \right) - TM$$

Legenda:

R- Índice de redução sonora (dB)

V- Volume do espaço de recepção (m³)

S- Área do elemento separador (m²)

TM- Parcela correctiva devido às transmissões marginais (dB)

T₀- Tempo de reverberação de referência do compartimento recetor (geralmente 0,5 segundos)

Determinação do índice de redução sonora (R_w)

O índice de redução sonora foi calculado de acordo com a lei da massa (ver Figura 1).

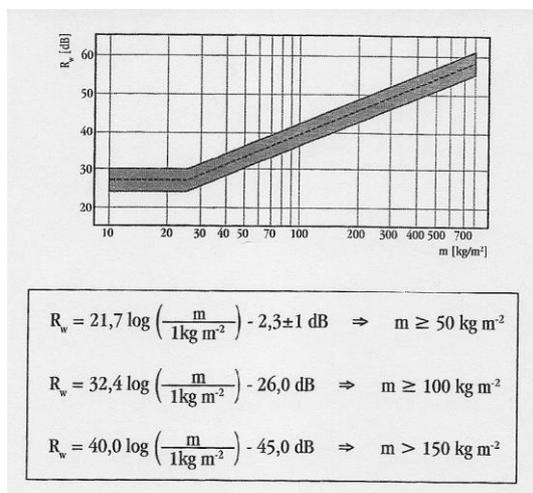


Figura 1 – Lei da Massa

Para a determinação do peso de cada material, bem como, das melhorias que estes proporcionam, foram consultados catálogos de empresas que possuem estes materiais no mercado, como por exemplo a Rochterm, Viroc-virodal, knauf, cortizo, entre outras.

Parede exterior (fachada):

- R_w do Envidraçado:

Isolamento acústico	
Máximo envidraçamento 57mm	
Exemplo de isolamento segundo o tipo de vidro:	
Vidro	Redução nível acústico
6/12/6	R=29 dBA
8/16/6	R=35 dBA
5+5/12/10	R=39 dBA ←
8+8/12/18+8	R=43 dBA
Acabamentos	
Possibilidade bi-cor	
Lacado a cores	
Lacado imitação madeira	
Anodizado	

A Constituição dos envidraçados é a seguinte:

	Espessura (cm)	Peso (Kg/m2)
Vidro simples	6	15,3
Caixa-de-ar	1	
Vidro simples	4	10,2
$R_w = 39$ dB		

Figura 2-Isolamento acústico em envidraçados (tabela da cortizo)

Quadro 1-Constituição do envidraçado

$$\tau_{med} = \frac{\sum S_i \times 10^{\frac{-R_i}{10}}}{\sum S_i} \Rightarrow R_{w,med} = 10 \times \log\left(\frac{1}{\tau_{med}}\right)$$

Isolamento sonoro a sons de percussão

Estimativa do valor de projecto para isolamento sonoro a sons de percussão, entre um local emissor e um local recetor:

$$L'_{nT,w} = L_{n,w} - 10 \times \log\left(\frac{0,16 \times V}{A_0 \times T_0}\right) + TM$$

Legenda:

V- Volume do espaço de receção (m³)

TM- Parcela correctiva devido às transmissões marginais (dB)

T₀- Tempo de reverberação de referência do compartimento recetor (geralmente 0,5 segundos)

A₀- Área de absorção sonora de referência (10m²)

Verificações acústicas

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO EXTERIOR PARA O INTERIOR DA ZONA DE ESTAR DOS FOGOS (FACHADAS)													
Paredes Exteriores													
	Local a estudar (recetor-emissor)	S fachada (m ²)	S alvenaria (m ²)	S envidraçado (m ²)	Rw(Alv)	Rw(Env)	τ_{med}	Rw,Med	V (m ³)	TM (dB)	D2m,nT	Mín reg. D2m,nT(dB)	Verificação
Habitação	1ºAndar Fachada Sudoeste (quarto)	12,71	4,30	8,41	62,63	39,00	8,349E-05	40,78	6,62	0,00	55,09	≥28	Verifica
	2ºandar Fachada Sudoeste (quarto)	12,33	8,25	4,08	62,63	39,00	4,204E-05	43,76	6,42	0,00	57,80	≥28	Verifica
	3ºAndar Fachada Sudoeste (sala)	7,14	5,64	1,50	62,63	39,00	2,688E-05	45,71	3,72	0,00	55,00	≥28	Verifica
	4ªandar fachada sudoeste (quarto)	11,48	8,60	2,88	39,49	39,00	1,158E-04	39,36	2,30	0,00	48,62	≥28	Verifica
Com 21cm	1ºAndar Fachada Sudoeste (quarto)	12,71	4,30	8,41	56,35	39,00	8,409E-05	40,75	6,62	0,00	55,06	≥28	Verifica

4ºAndar

Material	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (m)	Peso (Kg/m ²)	Melhoria (dB)
Lã mineral Rocterm Pn40	40	0,04	1,6	3
PO1000		0,04	11,3	
Viroc	1350	0,036	48,6	
		Total =	61,5	3
		Rw=	36,49	
		Rw total=	39,49	

Andares e rés-do-chão

Material	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (m)	Peso (Kg/m ²)	Melhoria (dB)
Alvenaria de granito	2593,7	0,44	1141,228	
Knauf Polyplac (XPE)	847	0,04	33,88	
		Total =	1175,108	
		Rw=	62,62958677	

Nos locais com menor espessura de alvenaria de granito

Material	Densidade (Kg/m ³)	Espessura (m)	Peso (Kg/m ²)	Melhoria (dB)
Alvenaria de granito	2593,7	0,21	544,677	
Knauf Polyplac (XPE)	847	0,04	33,88	
		Total =	578,557	
		Rw=	56,35186151	

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO ENTRE HABITAÇÕES

Paredes Interiores

Habitaciones	Local a estudar (recetor - emissor)	S (m ²)	V (m ³)	T0	Rw (dB)	TM (dB)	DnT	Mín.reg. DnT (dB)	Verificação
	1ºAndar Quarto (sudeste)	9,18	33,08	0,50	64,15	4,00	60,77	≥50	Verifica
	1ºAndar Sala (sudeste)	14,04	41,04	0,50	64,15	4,00	59,86	≥50	Verifica
	1ºAndar Quarto (noroeste)	6,21	33,08	0,50	64,15	4,00	62,47	≥50	Verifica
	1ºAndar Sala (noroeste)	12,15	41,04	0,50	64,15	4,00	60,49	≥50	Verifica
	2ºAndar Quarto (sudeste)	9,45	33,16	0,50	64,15	4,00	60,65	≥50	Verifica
	2ºAndar Sala (sudeste)	14,04	40,77	0,50	64,15	4,00	59,83	≥50	Verifica
	2ºAndar Sala (noroeste)	12,15	40,77	0,50	64,15	4,00	60,46	≥50	Verifica
	2ºAndar Quarto (noroeste)	6,21	33,16	0,50	64,15	4,00	62,48	≥50	Verifica
	3ºAndar Sala (sudeste)	23,49	63,26	0,50	64,15	4,00	59,50	≥50	Verifica
	3ºAndar Sala (noroeste)	7,56	63,26	0,50	64,15	4,00	64,43	≥50	Verifica
	4ºAndar Quarto 1 (noroeste)	6,75	28,46	0,50	57,61	4,00	54,91	≥50	Verifica
	4ºAndar Quarto 1 (sudeste)	6,75	28,46	0,50	57,61	4,00	54,91	≥50	Verifica
	4ºAndar Quarto 2 (noroeste)	6,75	27,65	0,50	57,61	4,00	54,79	≥50	Verifica
4ºAndar Quarto 2 (sudeste)	10,665	27,65	0,50	57,61	4,00	52,80	≥50	Verifica	

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Alvenaria de granito	2593,7	0,4	1037,48	
		Total =	1037,48	
		Rw=	64,14676021	

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Alvenaria de granito	2593,7	0,2	518,74	
		Total =	518,74	
		Rw=	57,61440931	

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO ENTRE HABITAÇÃO E CAIXA DE ESCADAS									
Parede Interior entre habitações e CHC									
Habitação	Local a estudar (recetor-emissor)	S (m ²)	V (m ³)	T0	Rw (dB)	TM (dB)	DnT	Mín reg. DnT (dB)	Verificação
Habitação	CHC+sala 1ºandar	7,56	40,77	0,50	40,51	3,00	39,67	≥40	Verifica
	CHC+sala 3ºAndar	7,8	60,918	0,50	40,51	3,00	40,05	≥40	Verifica
	CHC+sala 2ºAndar	8,1	40,77	0,50	40,51	3,00	39,52	≥40	Verifica

Tolerância de l=3dB

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Lã mineral Rocterm Pn40	40	0,04	1,6	3
PO1000			11,3	
Viroc	1350	0,036	48,6	
		Total =	61,5	3
		Rw=	37,51859001	
		RW total=	40,51859001	

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO ENTRE HABITAÇÃO E CAIXA DE ESCADAS									
Parede Interior entre habitações e CHC									
Habitação	Local a estudar (recetor-emissor)	S (m ²)	V (m ³)	T0	Rw (dB)	TM (dB)	DnT	Mín reg. DnT (dB)	Verificação
	CHC+quarto 4ºandar	7,00	25,60	0,50	42,01	3,00	40,76	≥40	Verifica

material	densidade (Kg/m3)	espessura (m)	peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Lã mineral Rocterm Pn70	70	0,07	4,9	4
PO1000		0,04	11,3	
Viroc	1350	0,036	48,6	
		Total =	64,8	4
		Rw=	38,01117763	
		RW total=	42,01117763	

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO ENTRE HABITAÇÃO E COMÉRCIO EM PISOS DIFERENTES									
Pavimento Interior entre o Comércio e 1ºandar(Habitação)									
Habitação	Local a estudar (recetor-emissor)	S (m²)	V (m³)	T0	Rw (dB)	TM (dB)	DnT	Mín. reg. DnT (dB)	Verificação
	Comércio + quarto	7,23	19,52	0,50	60,38	4,00	57,75	≥58	Verifica
	Comércio +sala	10,00	27,00	0,50	60,38	4,00	57,65	≥58	Verifica

TRANSMISSÃO DE RUÍDO AÉREO ENTRE HABITAÇÕES DE PISOS DIFERENTES									
Pavimento Interior entre habitações									
Habitação	Local a estudar (recetor-emissor)	S (m²)	V (m³)	T0	Rw (dB)	TM (dB)	DnT	Mín. reg. DnT (dB)	Verificação
	Quarto 1andar - Quarto 2 Andar	12,28	33,16	0,50	49,97	4,00	47,15	≥50	Verifica
	Sala 1 andar+sala 2 andar	15,10	40,77	0,50	49,97	4,00	47,05	≥50	Verifica
	Sala 2andar+sala 3 andar	15,10	37,75	0,50	49,97	4,00	47,00	≥50	Verifica

Lajes entre pisos

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Madeira de pinho	650	0,022	14,3	
Danosa		0,004	6,5	8
OSB	600	0,018	10,8	
Aglomerado cortiça	200	0,03	6	0
Lã mineral Rocterm Pn70	70	0,07	4,9	4
Gesso cartonado	800	0,0275	22	
		Total =	64,5	12
		Rw=	37,96744581	
		Rw final=	49,96744581	

Laje 1andar com comércio

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)
Madeira de pinho	650	0,022	14,3	
Danosa		0,004	6,5	8
Danosa		0,004	6,5	8
OSB	600	0,018	10,8	
Painel viroc	1350	0,018	24,3	
Lã mineral Rocterm PN70	70	0,07	4,9	4
Aglomerado cortiça	200	0,03	6	0
Gesso cartonado	800	0,0125	10	
		Total =	83,3	20
		Rw=	40,37799653	
		Rw final=	60,37799653	

TRANSMISSÃO DE RUÍDO DE PERCUSSÃO ENTRE HABITAÇÕES													
Pavimento Interior entre Habitações													
Habituação	Local a estudar (emissor- recetor)	S (m ²)	V (m ³)	A0 (m ²)	T0	TM (dB)	Rw	Ln,w	ΔLw	Ln,w,final	L'nT,w	Máx. reg.L'nT,w (dB)	Verificação
	Quarto 1ºandar com Quarto 2ºandar	12,25	33,08	10,00	0,50	5,00	60,38	55,00	21,00	34,00	38,75	≤60	Verifica
	Sala 1ºAndar com Sala 2ºandar	15,10	41,53	10,00	0,50	5,00	60,38	55,00	21,00	34,00	37,77	≤60	Verifica
	Sala 2ºAndar com Sala 3ºandar	13,5	36,45	10,00	0,50	5,00	49,96	55,00	21,00	34,00	38,33	≤60	Verifica
	Quarto 2ºAndar com Sala 3ºandar	7,875	21,2625	10,00	0,50	5,00	49,96	55,00	21,00	34,00	40,67	≤60	Verifica



De acordo com o livro "Acoustic Design of schools - a design guide"

Tolerância de l=3dB

Lajes entre piso

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)	Redução (dB)
Madeira de pinho	650	0,022	14,3		21
Danosa		0,004	6,5	8	
OSB	600	0,018	10,8		
Aglomerado cortiça	200	0,03	6	0	
Lã mineral Rocterm Pn70	70	0,07	4,9	4	
Gesso cartonado	800	0,0275	22		
		Total =	64,5	12	
		Rw=	37,96744581		
		Rw final=	49,96744581		

Laje 1andar

Material	Densidade (Kg/m3)	Espessura (m)	Peso (Kg/m2)	Melhoria (dB)	Redução (dB)
Madeira de pinho	650	0,022	14,3		21
Danosa		0,004	6,5	8	
Danosa		0,004	6,5	8	
OSB	600	0,018	10,8		
Painel viroc	1350	0,018	24,3		
Lã mineral Rocterm PN70	70	0,07	4,9	4	
Aglomerado cortiça	200	0,03	6	0	
Gesso cartonado	800	0,0125	10		
		Total =	83,3	20	
		Rw=	40,37799653		
		Rw final=	60,37799653		

Option	Construction - timber floors	R _w (dB)	L _{n,w} (dB)	Depth (mm)
8	As 7 but mineral wool replaced by 100 mm pugging (80 kg/m ²) on lining laid on top of ceiling	55-60	50-55	240-290
11	As 10, ceiling removed and replaced with suspended ceiling consisting of 2 layers of 15 mm wallboard or 2 layers of 12.5 mm dense plasterboard, suspended on a proprietary metal ceiling system to give 275 mm cavity containing 80-100 mm mineral wool (>10 kg/m ³)	60-65	50-55	360-410

Devido à dificuldade em obter informação ao nível do cálculo dos sons de percussão em estrutura de madeira, foi adotado o valor para o parâmetro L_{n,w} de acordo com o excerto da tabela do livro "Acoustic Design of schools- a design guide" (ver Figura 3).

Figura 3- Quantificação de sons de percussão em estruturas de madeira

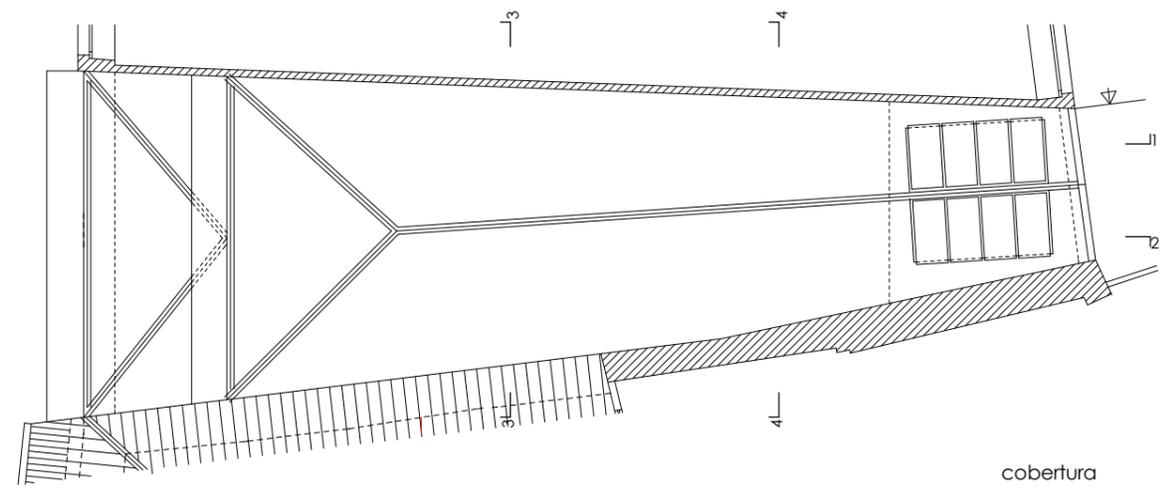
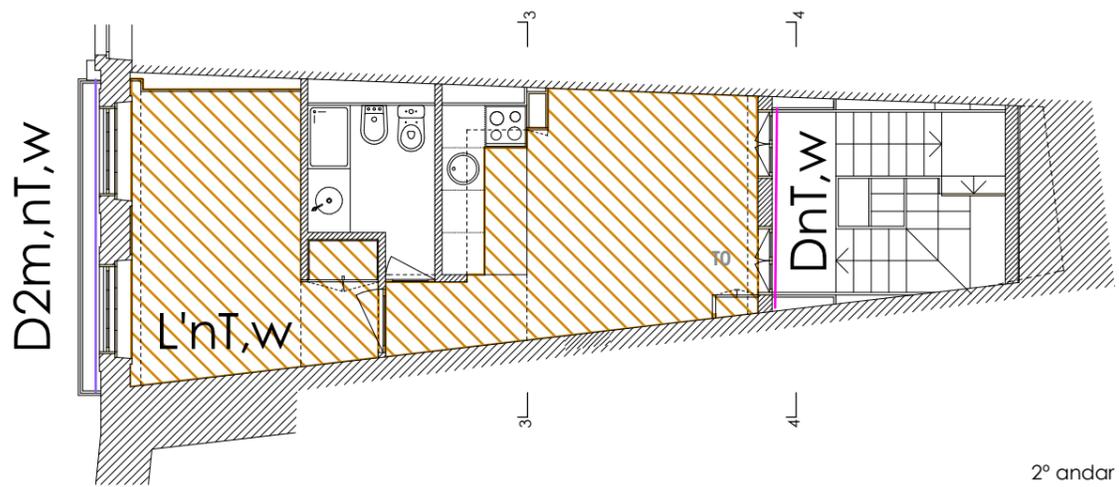
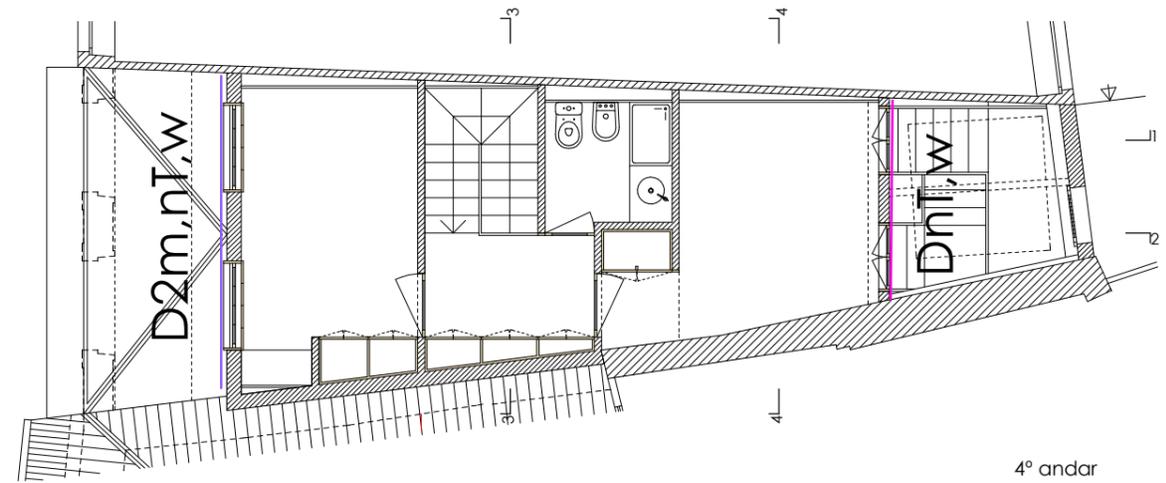
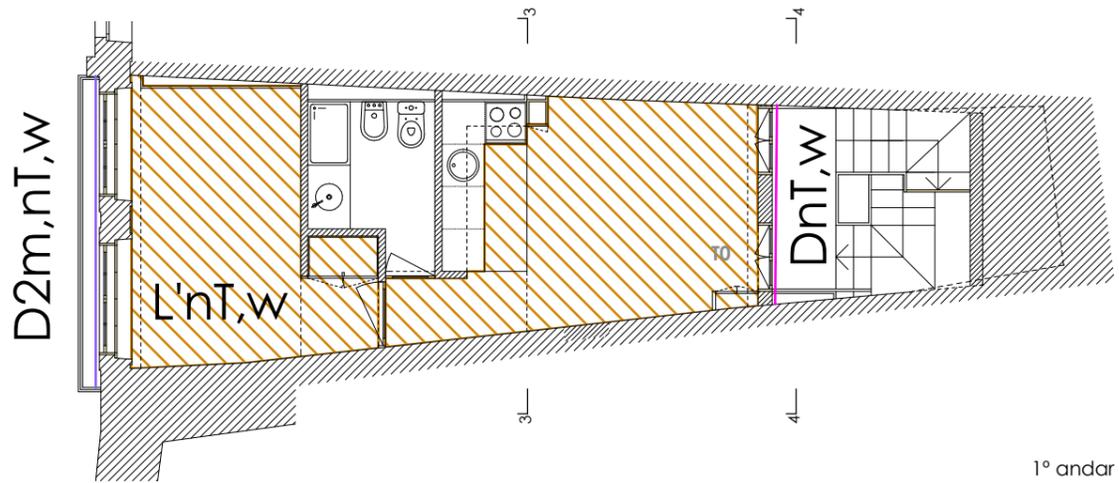
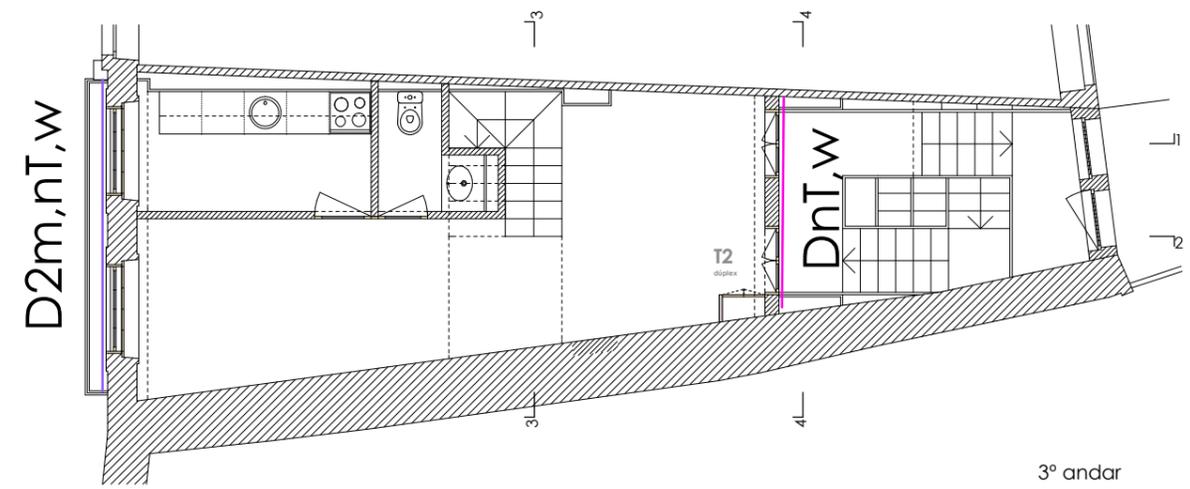
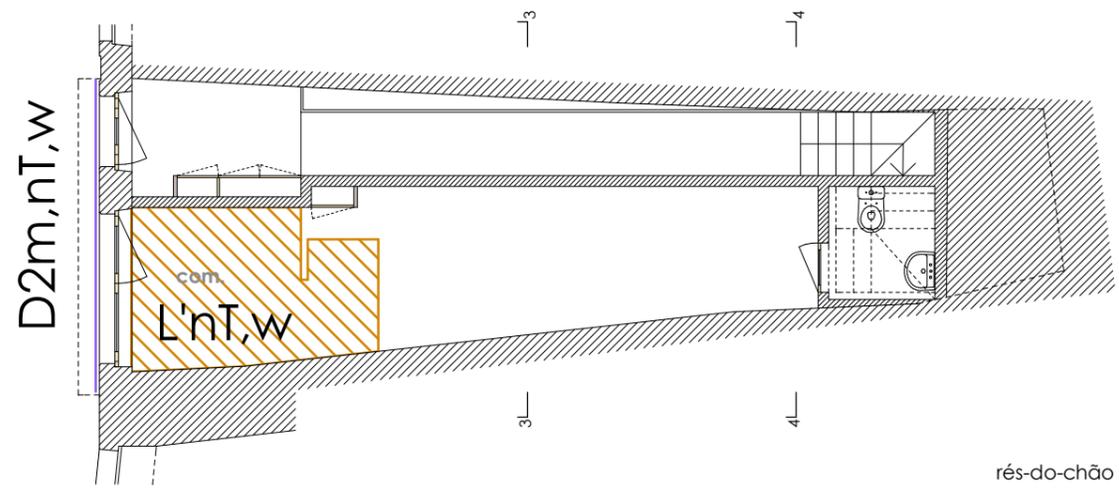
TRANSMISSÃO DE RUÍDO DE PERCUSSÃO ENTRE COMÉRCIO E HABITAÇÕES														
Pavimento Interior entre o Comércio e 1º Andar Habitação														
Habitação	Local a estudar (emissor- recetor)	S (m²)	V (m³)	A0 (m²)	T0	TM dB	Rw+Ln,w	Rw	Ln,w	ΔLw	Ln,w,final	L'nT,w	Máx reg.L'nT,w (dB)	Verificação
	Comércio +Quarto	7,23	33,08	10,00	0,50	5,00	130,00	67,30	62,70	21,00	41,70	46,45	≤50	Verifica
	Comércio +Sala	10,00	41,53	10,00	0,50	5,00	130,00	67,30	62,70	21,00	41,70	45,47	≤50	Verifica

Material	Densidade (Kg/m³)	Espessura (m)	Peso (Kg/m²)	Redução (dB)
Brita	2853	0,15	427,95	
Laje térrea em massame de argamassa	2141	0,1	214,1	
Revestimento de piso em material cerâmico		0,03		
Impactodan				21
Laje de inércia em argamassa armada		0,05	0	
		Total =	642,05	
		Rw=	67,30275401	

Tipo de pavimento e valores de $Rw+Ln,w$ (dB):

- laje de betão não revestida (espessuras correntes) – 130 ←
- laje de betão revestida com tacos de madeira – 115
- laje de betão c/ lajeta flutuante revestida a tacos de madeira – 110
- pavimento aligeirado de vigotas pré-esforçadas – 140
- laje de betão com pavimento flutuante de madeira - 112

Figura 4 – Valores de $Rw+Ln,w$



A.5.4

Mercadores 160 a 162

Elementos e verificações
do Projeto de Térmica

Folhas de cálculo da Fração B

Folha de Cálculo FCIV.1a Perdas associadas à Envolvente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto SW	4,3	0,857	3,69
			0,00
		TOTAL	3,69

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	4,1	0,3	1,23
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais			0,00
Fachada com caixa de estore			0,00
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril	18,1	0,2	3,62
Outras			0,00
		TOTAL	4,85

**Perdas pela envolvente exterior
da Fracção Autónoma**

(W/°C)

TOTAL	8,54
--------------	-------------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envoltente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Parede de separação com caixa de escadas	4,83	1,01	0,5	2,44
Parede de meiação	47,2	2,28	0,6	64,57
				0,00
TOTAL				67,01

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Quarto com comércio	7,23	0,365	0,5	1,32
Sala com comércio	15,1	0,365	0,6	3,31
Pavimento	2,2	0,365	0,5	0,40
TOTAL				5,03

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
				0,00
TOTAL				0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Envidraçado NE	1,35	2,2	0,5	1,49
				0,00
TOTAL				1,49

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
				0,00
TOTAL				0,00

Perdas pela envoltente interior da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL	73,52
--------------	--------------

Incluir obrigatoriamente os elementos que separam a Fração Autónoma dos seguintes espaços:

Zonas comuns em edifícios com mais de uma Fração Autónoma;

Edifícios anexos;

Garagens, armazéns, lojas e espaços não-úteis similares;

Sotãos não-habitados.

Folha de Cálculo FCIV.1c
Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m²)	U (W/m².°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
	4,06	2,74	11,12
	4,35	2,74	11,92
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
		TOTAL	23,04

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	31,18	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	84,19	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL *(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)*

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text"/>
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text" value="0"/>	Vf = <input type="text" value="100,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text" value="100"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="100,00"/>	V = <input type="text" value="1,187846"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text" value="0"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="1,187846"/>	(Vf / V + Vx) · (1-η)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text" value="192,1"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

N.B.:
(**) O valor acima determina a consideração ou não de infiltrações

Volume	84,19	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1,187846	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	34,00	(W ^o C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Area A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Area Efectiva Ae (m ²)
env sw2	duplo	4,06	0,84	0,63	0,43	0,65	0,9	0,54
env sw3	duplo	4,35	0,84	0,63	0,43	0,65	0,9	0,58
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	1,12
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sul}) na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	93
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	6,7
	=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	697,59

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	6,70	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	31,18	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Ganhos Internos Brutos	601,65	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	1299,24	
	5566,93	
Inércia do edifício: 3	a = 4,2	$\gamma =$ 0,23338461
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>		
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,99829899	
	x	
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	1299,24	
	=	
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	1297,02551	

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$	$\eta = 0,807692$
Se $\gamma \neq 1$	$\eta = 0,998299$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		4,3
Coberturas exteriores		0
Pavimentos exteriores		0
Envidraçados exteriores		8,41
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A . τ)	
Paredes interiores		30,735
Coberturas interiores		0
Pavimentos interiores		13,78
Envidraçados interiores		0,675
Área total:		57,90
Volume (de FCIV.1d):		/
		84,19
		=
FF		0,687763

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1610

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,095
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	79,28003
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	84,23087
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	114,8985

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 79,28003

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	8,54
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	73,52
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	23,04
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	34,00

	=
Coeficiente Global de Perdas (W/°C)	139,10
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1610,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	5566,93
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	1297,03
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	4269,90
	/
Área Útil de Pavimento (m ²)	31,18
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	136,94366
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	79,28

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 172,73%

Folha de cálculo FCV.1a
Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	3,69	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	23,04	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	34,00	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	60,73	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		19	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	60,73	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	1066,88	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1b
Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
			0,00
Envidraçado a SW	4,06	2,74	11,12
Envidraçado a SW	4,35	2,74	11,92
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
		TOTAL	23,04

Folha de Cálculo FC V.1d
Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

Orientação	POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL							
	SW	SW	...	...	...	...	...	...
Área, A (m ²)	4,05	4,35						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado <i>(protecção solar activada a 70%)</i>	0,49	0,49						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,65	0,65						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de selectividade do vidro, Fw (Quadro V.3)	0,85	0,85						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Área Efectiva, Ae	1,15	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	430	430						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	494,50	533,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								TOTAL
								1027,70 (KWh)

**Folha de cálculo FC V.1e
Ganhos Internos**

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m2)	31,18	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	365,1802	(KWh)

**Folha de cálculo FC V.1f
Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)**

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	1027,70	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	24,17	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	365,18	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1417,05	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f) 1417,05 (kWh)

/

Perdas Térmicas Totais (FCV.1a) 1066,88 (kWh)

=

Relação Ganhos-Perdas γ 1,328225002

Inércia do edifício (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3) 3

Cálculo intermédio:
 $a = 4,2$
 $\gamma = 1 \quad \eta = 0,8077$
 $\gamma \neq 1 \quad \eta = 0,6797$

	1	
	-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	0,679672622	
	=	
	0,320327378	
	x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1417,05	(kWh)
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	453,92	(kWh/ano)
	+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	195,21	(Ev=Pvx24x0,122(kWh))
	=	
TOTAL	649,13	(kWh/ano)
	/	
Área Útil de Pavimento (m ²)	31,18	
	=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	20,82	(kWh/m².ano)
	≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)	16	(kWh/m².ano)

Não verifica **K.O.**
Nvc/Nv (%) = 130,1177288

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	2,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	80,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 45°C)	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	3056,51	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,90	
E_{solar}	870,86	Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE
E_{ren}	0,00	Calculado com base num método devidamente justificado e reconhecido e aceite pela entidade licenciadora
Necessidades de energia para preparação de AQS, N_{ac}	80,99	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS, N_a	75,85631815	(kW.h/m ² .ano)

$N_{ac} \leq N_a$? Não verifica

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	79,28	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	136,94	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	20,82	
N_a (kW.h/m ² .ano)	75,86	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	80,99	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pui} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puv} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pua} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

11,137738 (kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

11,098123 (kgep/m².ano)

N_{tc} ≤ N_t? Não verifica

Verificação regulamentar do coeficiente de condutibilidade térmica de acordo com o RRCTE

local	Uobtido	Uregulamentar (umax)	Verificação
Parede exterior	0,857	1,6	Verifica
Parede exterior 4ºAndar	1,05	1,6	Verifica
Parede para local não aquecido	1,01	2	Verifica
cobertura	0,8	1	Verifica
Pavimento 1 andar	0,3645	1	Verifica
Pavimento entre habitações	0,257	1	Verifica
Pavimento com espaços não aquecido	0,561	1	Verifica
Parede de meiação	2,28	2	KO
Parede de meiação 2	2,11	2	KO

Folhas de cálculo da Fração C

Folha de Cálculo FCIV.1a Perdas associadas à Envolvente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Quarto Sudoeste	8,25	0,857	7,07
			0,00
		TOTAL	7,07

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	8,8	0,3	2,64
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais			0,00
Fachada com caixa de estore			0,00
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril	11,6	0,2	2,32
Outras			0,00
		TOTAL	4,96

**Perdas pela envolvente exterior
da Fração Autónoma**

(W/°C) **TOTAL** 12,03

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envolvente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Parede com caixa de escadas 2 Andar	4,68	1,01	0,5	2,36
Parede de meiação	49,68	2,28	0,6	67,96
				0,00
				0,00
TOTAL				70,33

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
				0,00
TOTAL				0,00

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
				0,00
TOTAL				0,00

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Envidraçado com caixa de escadas	1,35	2,2	0,5	1,49
				0,00
TOTAL				1,49

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
				0,00
TOTAL				0,00

Perdas pela envolvente interior da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	71,81
--------------	--------------

Incluir obrigatoriamente os elementos que separam a Fracção Autónoma dos seguintes espaços:

Zonas comuns em edifícios com mais de uma Fracção Autónoma;

Edifícios anexos;

Garagens, armazéns, lojas e espaços não-úteis similares;

Sotãos não-habitados.

Folha de Cálculo FCIV.1c
Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
SW	2,04	2,74	5,59
SW	2,04	2,74	5,59
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
	4,08	TOTAL	11,18

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		32,53	(m ²)
		x	
Pé-direito médio		2,7	(m)
		=	
Volume interior (V)		87,83	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL *(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)*

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	RPH = <input type="text"/>
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text" value="100"/>	Vf = <input type="text" value="100,00"/>
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="100,00"/>	V = <input type="text" value="1,13855"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text" value="0"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="1,13855"/>	(Vf / V + Vx) · (1-η)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text" value="192,096"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	<input type="text" value="87,83"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="1,13855"/>	
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
	=	
TOTAL	<input type="text" value="34,00"/>	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
SW	duplo	2,04	0,84	0,63	0,45	0,65	0,9	0,28
SW	duplo	2,04	0,84	0,63	0,45	0,65	0,9	0,28
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m²) 0,57
x

Radiação incidente num envidraçado a Sul (G_{sul})
na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m².mês) 93

Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses) 6,7

Ganhos Solares Brutos (kWh/ano) 354,17

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	6,70	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	32,53	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Ganhos Internos Brutos	627,70	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}} = \frac{981,86}{5177,43}$$

Inércia do edifício: 3 a = 4,2 $\gamma = 0,18964309$
(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)

Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η) 0,99924822

Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos 981,86

Ganhos Úteis Totais (kWh/ano) 981,126137

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = \eta = 0,808$

Se $\gamma \neq \eta = 0,999$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		8,25
Coberturas exteriores		
Pavimentos exteriores		
Envidraçados exteriores		4,08
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A .τ)	
Paredes interiores		30,74
Coberturas interiores		
Pavimentos interiores		
Envidraçados interiores		0,68
Área total:		43,75
		/
Volume (de FCIV.1d):		87,83
		=
FF		0,498116

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1610

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,095
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	67,98275
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	74,80665
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	114,8985

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 68,095

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	12,03
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	71,81
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	11,18
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	34,00

	=
Coeficiente Global de Perdas (W/°C)	129,02
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1610,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	5177,43
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	981,13
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	4196,31
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	32,53
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	128,9980369
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	68,10

Não verifica K.O.
Nic/Ni = 189,44%

Folha de cálculo FCV.1a
Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	7,07	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	11,18	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	34,00	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	52,25	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		19	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	52,25	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	917,92	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1b
Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
TOTAL			0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
	2,04	2,74	5,59
	2,04	2,74	5,59
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
TOTAL			11,18

Folha de Cálculo FC V.1c
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (*inclui paredes e cobertura*)

Orientação	SW								
Área, A (m ²)	8,25								
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	0,857								
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coeficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,4								
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	430								
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	48,64	0,00	TOTAL						
									48,64 (kWh)

Folha de Cálculo FC V.1d
Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	SW	SW	...	...	...	...	...	...
Área, A (m ²)	2,04	2,04						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado <i>(protecção solar activada a 70%)</i>	0,49	0,49						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,7	0,7						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,9	0,9						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de selectividade do vidro, Fw (Quadro V.3)	0,85	0,85						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Área Efectiva, Ae	0,54	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m2) (Quadro III.9)	430	430						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	230,17	230,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								TOTAL
								460,35 (KWh)

Folha de cálculo FC V.1e
Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	<input type="text" value="4"/>	
	x	
Área Útil de Pavimento (m2)	<input type="text" value="32,53"/>	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	<input type="text" value="380,9914"/>	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f
Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	<input type="text" value="460,35"/>	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	<input type="text" value="48,64"/>	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	<input type="text" value="380,99"/>	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	<input type="text" value="889,98"/>	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="889,98"/>	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		<input type="text" value="917,92"/>	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	<input type="text" value="0,969563883"/>	
Inércia do edifício	(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	<input type="text" value="3"/>	

Cálculo intermédio:	
a = 4,2	
$\gamma = 1$	$\eta = 0,80769$
$\gamma \neq 1$	$\eta = 0,81996$

		<input type="text" value="1"/>	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		<input type="text" value="0,819964942"/>	
		=	
		<input type="text" value="0,180035058"/>	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		<input type="text" value="889,98"/>	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		<input type="text" value="160,23"/>	(kWh/ano)
		+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)		<input type="text" value="195,30"/>	(Ev=Pvx24x0,122(kWh))
		=	
	TOTAL	<input type="text" value="355,53"/>	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m ²)		<input type="text" value="32,53"/>	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		<input type="text" value="10,93"/>	(kWh/m².ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)		<input type="text" value="16"/>	(kWh/m².ano)

Verifica	O.K.
Nvc/Nv (%) =	68,30765551

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	2,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	80,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 45°C)	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	3056,51	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,90	
E_{solar}	870,86	Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE
E_{ren}	0,00	Calculado com base num método devidamente justificado e reconhecido e aceite pela entidade licenciadora
Necessidades de energia para preparação de AQS , N_{ac}	77,63	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS , N_a	72,70826929	(kW.h/m ² .ano)

$N_{ac} \leq N_a$? Não verifica

Necessidades Globais de Energia Primária

Ni (kW.h/m ² .ano)	68,10	
Nic (kW.h/m ² .ano)	129,00	
Nv (kW.h/m ² .ano)	16,00	
Nvc (kW.h/m ² .ano)	10,93	
Na (kW.h/m ² .ano)	72,71	
Nac (kW.h/m ² .ano)	77,63	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pui} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puv} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pua} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

10,52266 (kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

10,57247 (kgep/m².ano)

N_{tc} ≤ N_t? Verifica

N_{tc}/N_t (%)= 99,53%

Folhas de cálculo da Fração D

Folha de Cálculo FCIV.1a Perdas associadas à Envolvente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Sala a SW	7,875	0,857	6,75
Quarto a SW	8,73	1,046	9,13
			0,00
	16,605	TOTAL	15,88

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
		TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	4,35	0,3	1,31
Fachada com cobertura inclinada ou terraço			0,00
Fachada com varanda			0,00
Duas paredes verticais			0,00
Fachada com caixa de estore			0,00
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril	19,4	0,2	3,88
Outras			0,00
		TOTAL	5,19

**Perdas pela envolvente exterior
da Fracção Autónoma**

(W/°C)

TOTAL	21,07
--------------	--------------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envolvente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
parede com caixa de escadas 3 andar	4,6	1,01	0,6	2,79
parede de meação 3 andar	45,6	2,28	0,5	51,98
parede com caixa de escadas 4 andar	4,12	1,01	0,6	2,50
parede de meação 4 andar	43,25	2,28	0,5	49,31
				0,00
TOTAL				106,57

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
Pavimento 4 andar com caixa de escadas	5,4	0,56	0,5	1,51
				0,00
TOTAL				1,51

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
cobertura 1	6,3	0,8	1	5,04
cobertura 2	32,85	0,8	1	26,28
				0,00
TOTAL				31,32

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)
envidraçado NE 3º Andar	1,35	2,2	0,5	1,49
envidraçado NE 4ºAndar	1,35	2,2	0,5	1,49
envidraçado NE 4 ºandar	1,35	2,2	0,5	1,49
TOTAL				4,46

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
ligação de cobertura com 3 andar	4,55	1	0,65	2,96
ligação com cobertura 4 andar	4,4	1	0,65	2,86
				0,00
TOTAL				5,82

Perdas pela envolvente interior da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	149,68
--------------	---------------

Incluir obrigatoriamente os elementos que separam a Fracção Autónoma dos seguintes espaços:

Zonas comuns em edifícios com mais de uma Fracção Autónoma;

Edifícios anexos;

Garagens, armazéns, lojas e espaços não-úteis similares;

Sotãos não-habitados.

Folha de Cálculo FCIV.1c
Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m²)	U (W/m².°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
3 andar SW	1,5	2,74	4,11
3 andar SW	1,5	2,74	4,11
4 andar SW	1,44	2,74	3,95
4 andar SW	1,44	2,74	3,95
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
	5,88	TOTAL	16,11

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento		65,29	(m ²)
	x		
Pé-direito médio		2,5	(m)
	=		
Volume interior (V)		163,23	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL *(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)*

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text"/>
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text" value="0"/>	Vf = <input type="text" value="200,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text" value="200"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="200,00"/>	V = <input type="text" value="1,225302"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações <i>(Vent. Natural)</i> Vx - (h ⁻¹)	<input type="text" value="0"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="1,225302"/>	(Vf / V + Vx) · (1 - η)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text" value="470,4"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	163,23	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1,225302	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	68,00	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
SW	duplo	1,5	0,84	0,63	0,38	0,65	0,9	0,18
SW	duplo	1,5	0,84	0,63	0,38	0,65	0,9	0,18
SW	duplo	1,44	0,84	0,63	0,38	0,65	0,9	0,17
SW	duplo	1,44	0,84	0,63	0,38	0,65	0,9	0,17
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,69
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sul}) na zona 12 do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	93
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	6,7
	=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	431,02

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	6,70	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	65,29	(m ²)
	x	
	0,72	
	=	
Ganhos Internos Brutos	1259,84	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	1690,85	10317,98
Inércia do edifício: 3 (In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)	a = 4,2	$\gamma = 0,16387445$
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	0,99957999	
	x	
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	1690,85	
	=	
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	1690,14265	

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$ $\eta = 0,8077$

Se $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,9996$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		16,61
Coberturas exteriores		0
Pavimentos exteriores		0
Envidraçados exteriores		5,88
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A . τ)	
Paredes interiores		49,657
Coberturas interiores		39,15
Pavimentos interiores		2,7
Envidraçados interiores		2,03
Área total:		116,03
Volume (de FCIV.1d):		/
		163,23
		=
FF		0,710841

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1610

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,095
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	80,65479
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	85,3192
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	114,8985

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 80,65479

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	21,07
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	149,68
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	16,11
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	68,00
	=
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	254,85
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1610,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	10317,98
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	1690,14
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	8627,83
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	65,29
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	132,1463358
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	80,65

Não verifica K.O.
Nic/Ni = 163,84%

Folha de cálculo FCV.1a
Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	15,88	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCV.1b)	0,00	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	16,11	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	68,00	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	99,99	(W/°C)

Temperatura interior de referência		25	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		19	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	99,99	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	1756,65	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1b
Perdas associadas a Coberturas e Envidraçados Exteriores (Verão)

Perdas associadas às coberturas exteriores

Coberturas exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Cobertura			0,00
			0,00
		TOTAL	0,00

Perdas associadas aos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
	1,5	2,74	4,11
	1,5	2,74	4,11
	1,44	2,74	3,95
	1,44	2,74	3,95
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
		TOTAL	16,11

Folha de Cálculo FC V.1d
Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	SW3	SW3	SW4	SW4	...	...	...	...
Área, A (m ²)	1,5	1,5	1,44	1,44				
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado <i>(protecção solar activada a 70%)</i>	0,49	0,49	0,49	0,49				
	x	x	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,65	0,65	0,65	0,65				
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,72	0,71	0,75	0,73				
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de selectividade do vidro, Fw (Quadro V.3)	0,9	0,9	0,9	0,9				
	=	=	=	=	=	=	=	=
Área Efectiva, Ae	0,31	0,31	0,31	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	430	430	430	430				
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	133,12	131,27	133,12	129,57	0,00	0,00	0,00	0,00
								TOTAL
								527,08 (KWh)

Folha de cálculo FC V.1f
Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	527,08	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	109,26	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	764,68	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1401,02	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		1401,02	(kWh)
		/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)		1756,65	(kWh)
		=	
Relação Ganhos-Perdas	γ	0,797548502	
Inércia do edifício	<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>	3	

Cálculo intermédio:
a = 4,2
 $\gamma = 1$ $\eta = 0,808$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,887$

		1	
		-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)		0,886797528	
		=	
		0,113202472	
		x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)		1401,02	(kWh)
		=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento		158,60	(kWh/ano)
		+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)		283,05	($E_v = P_{vx} \times 24 \times 0,122$ (kWh))
		=	
	TOTAL	441,65	(kWh/ano)
		/	
Área Útil de Pavimento (m ²)		65,29	
		=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc		6,76	(kWh/m ² .ano)
		≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv (Nº2 do Artigo 15º)		16	(kWh/m ² .ano)

Verifica **O.K.**
Nvc/Nv (%) = 42,27758

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	2,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	80,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 45°C)	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	3056,51	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,90	
E_{solar}	1306,29	Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE
E_{ren}		Calculado com base num método devidamente justificado e reconhecido e aceite pela entidade licenciadora
Necessidades de energia para preparação de AQS, N_{ac}	32,01	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS, N_a	36,22606831	(kW.h/m ² .ano)
$N_{ac} \leq N_a$?		Verifica
$N_{ac} / N_a(\%) =$		88,36%

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	80,65	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	132,15	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	6,76	
N_a (kW.h/m ² .ano)	36,23	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	32,01	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pui} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puv} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puα} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

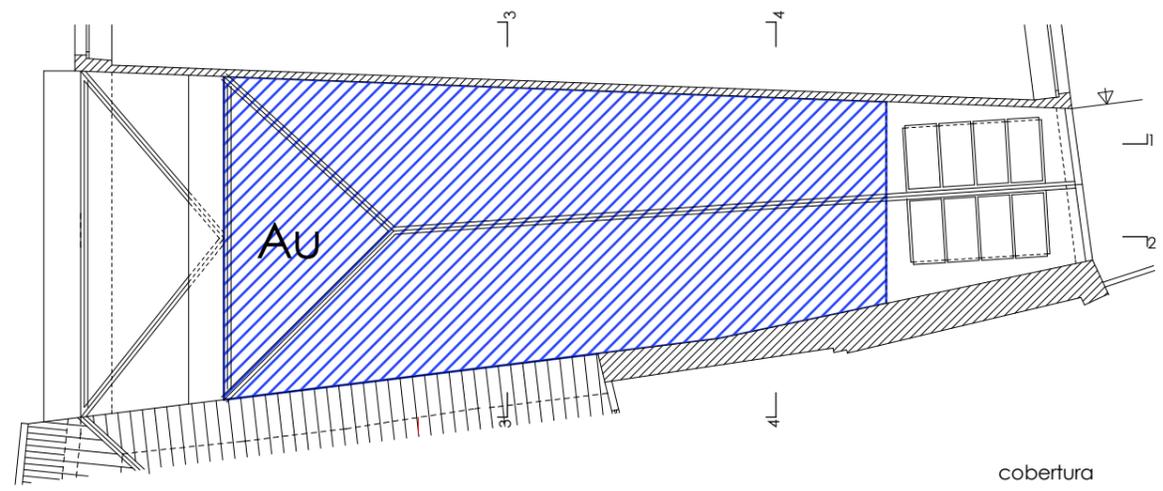
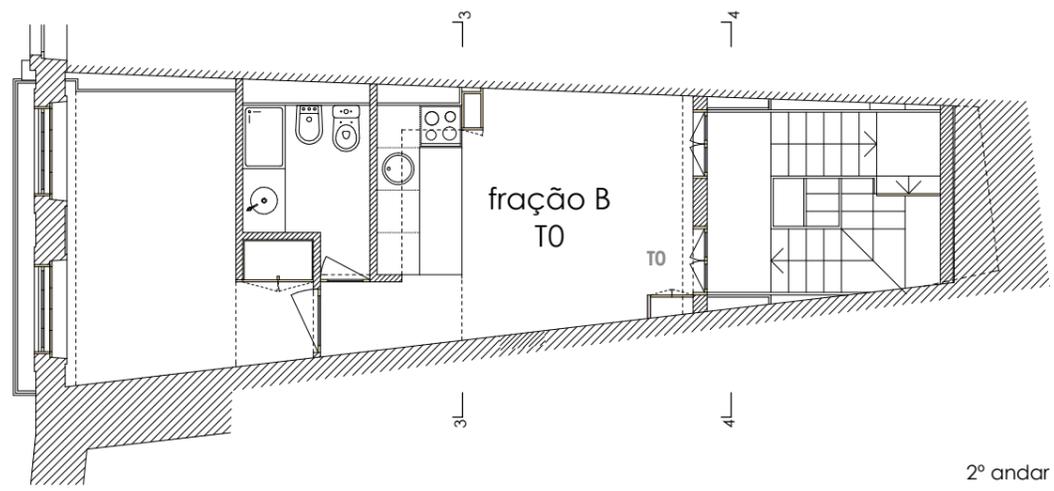
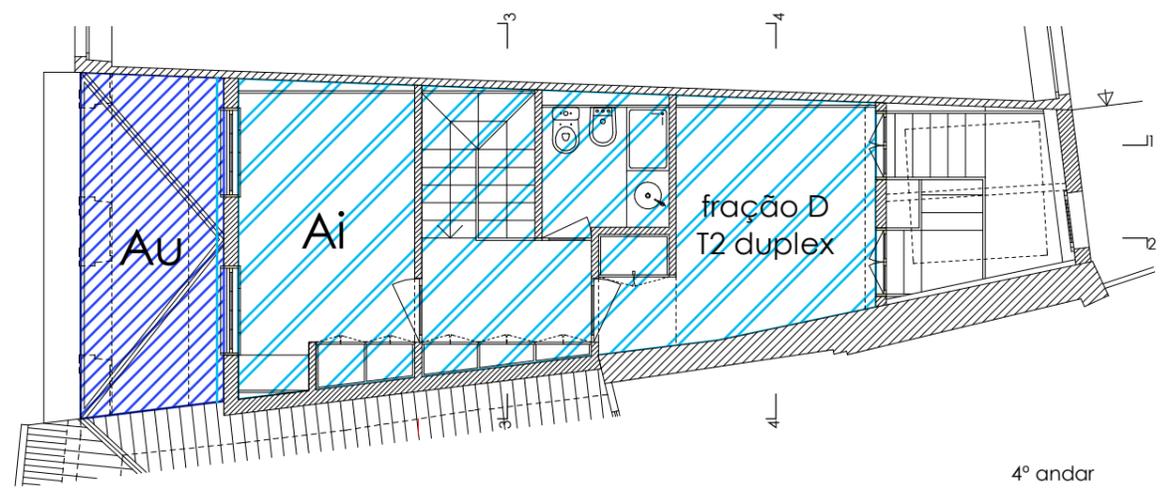
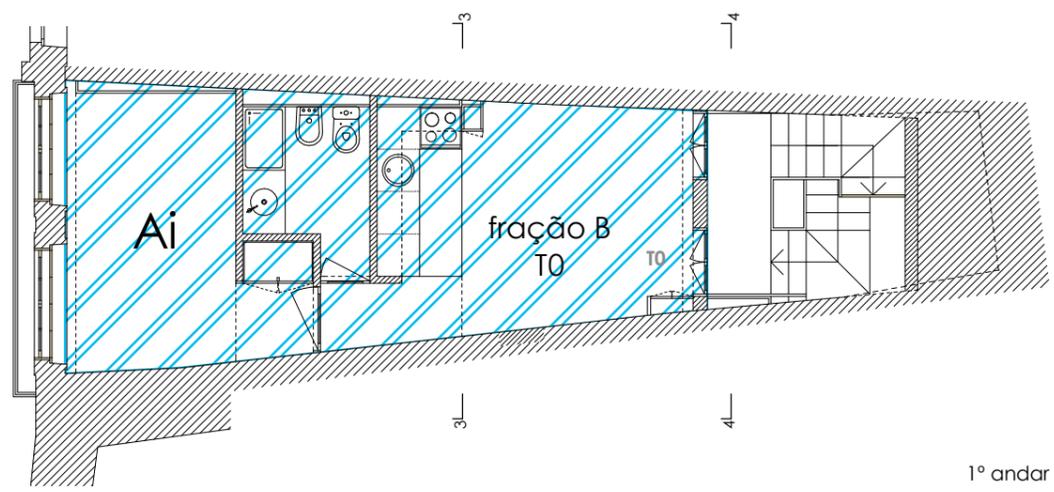
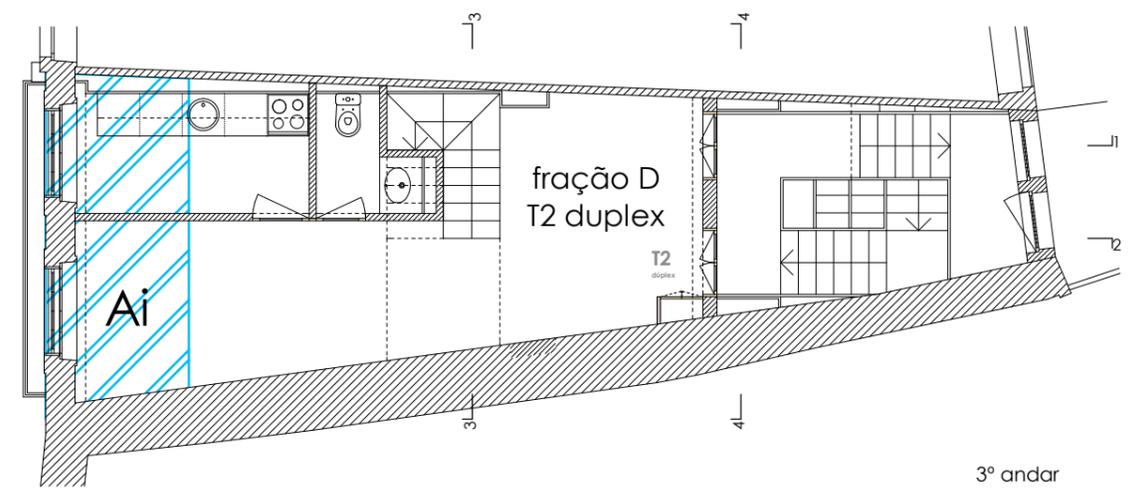
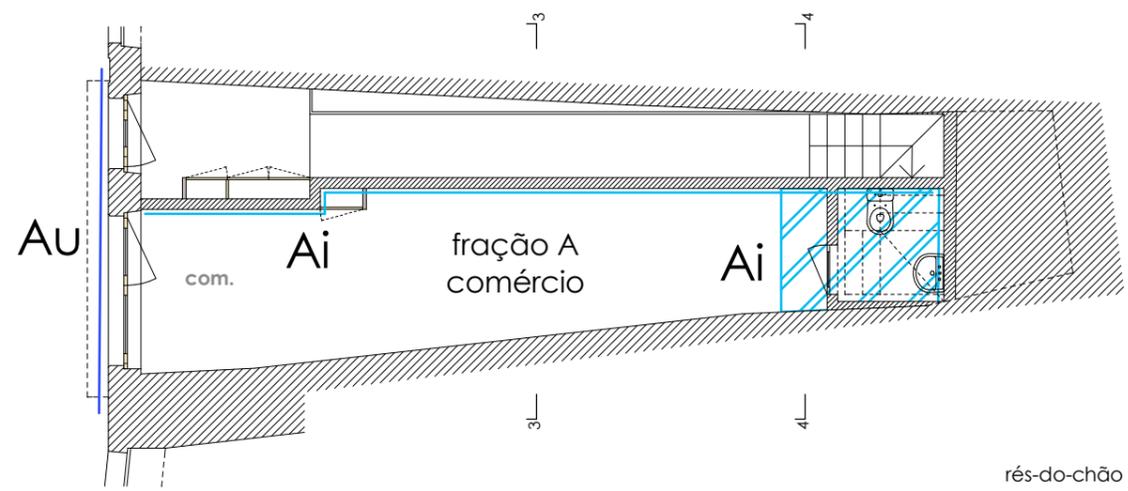
Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

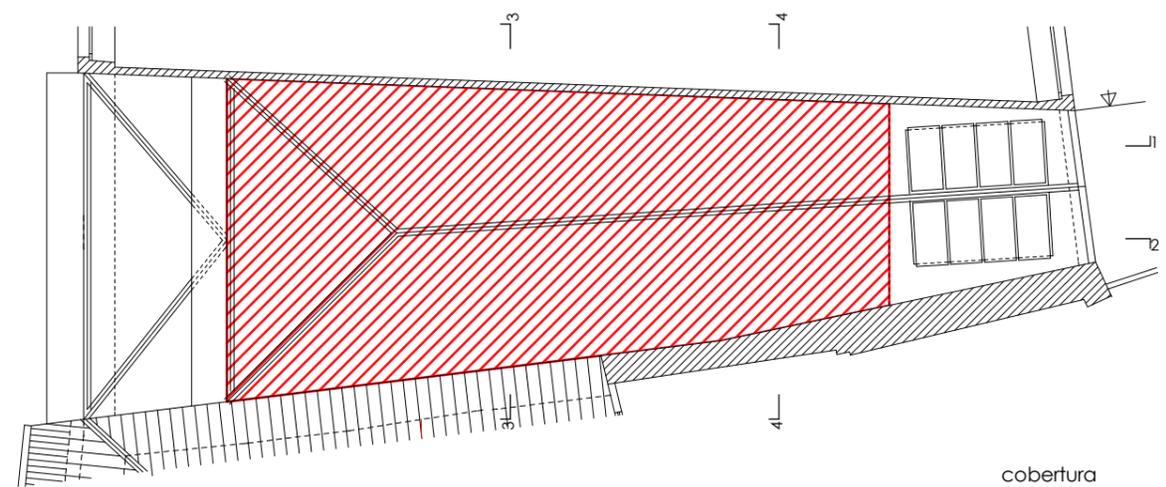
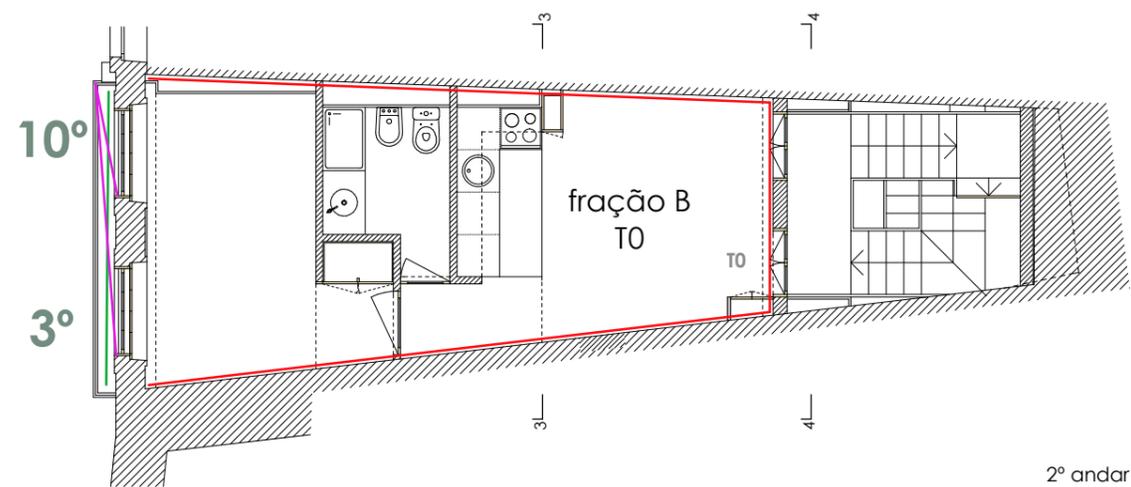
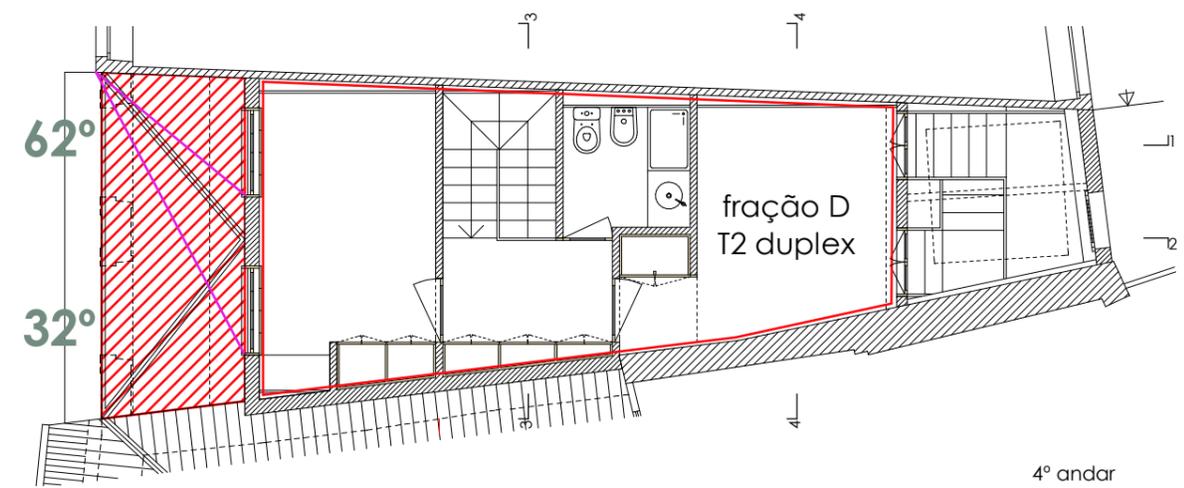
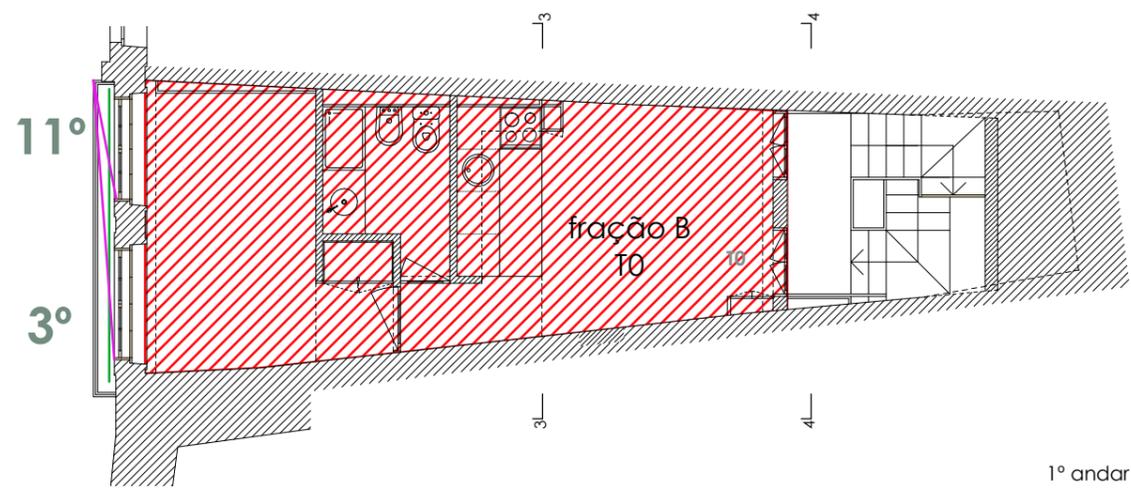
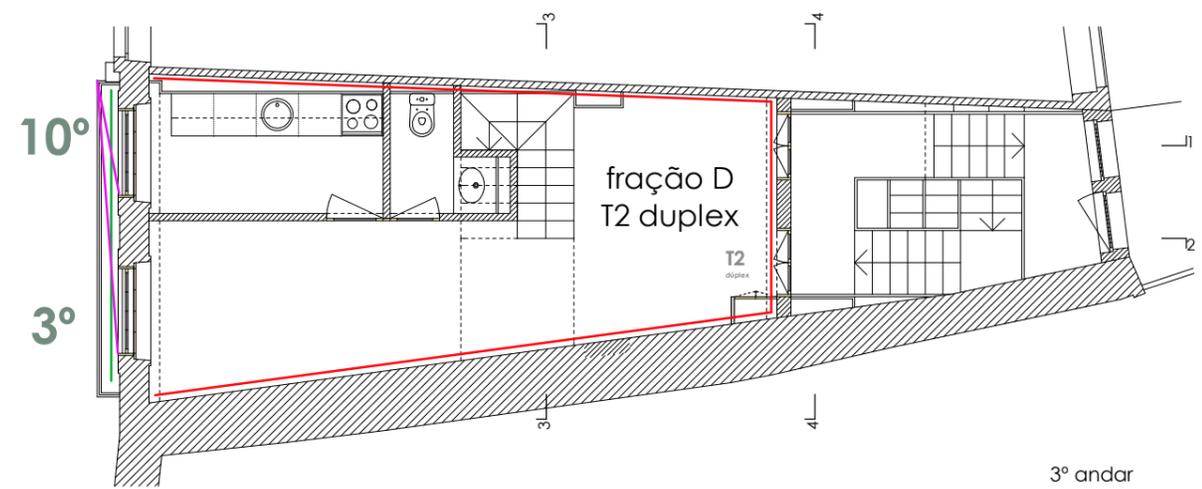
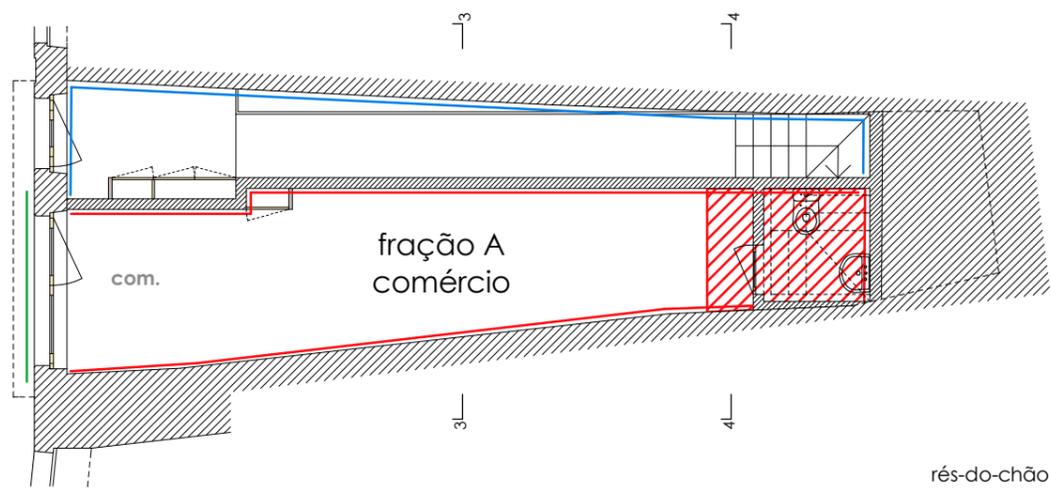
6,65036 (kgep/m².ano)

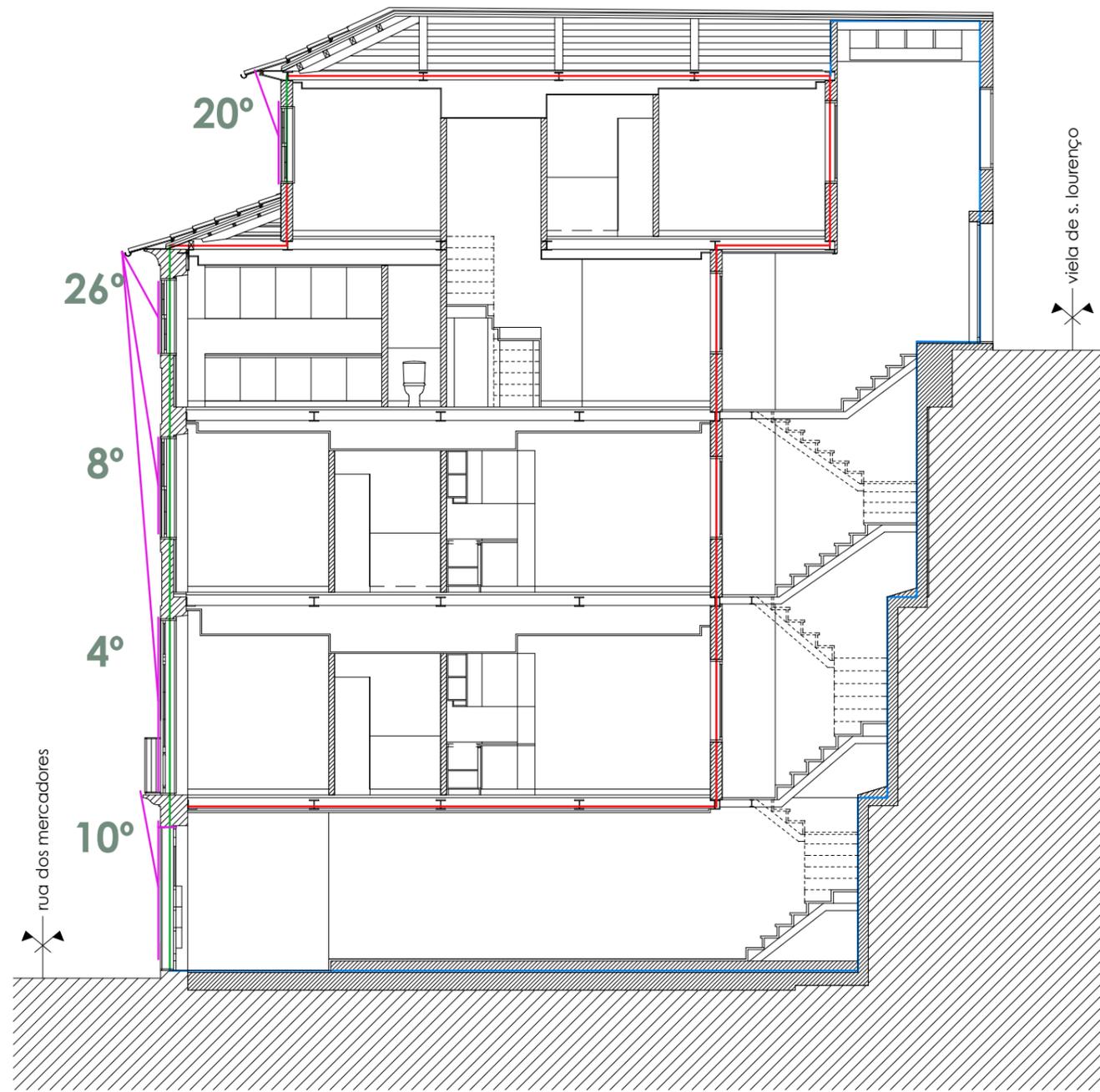
Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

5,760412 (kgep/m².ano)

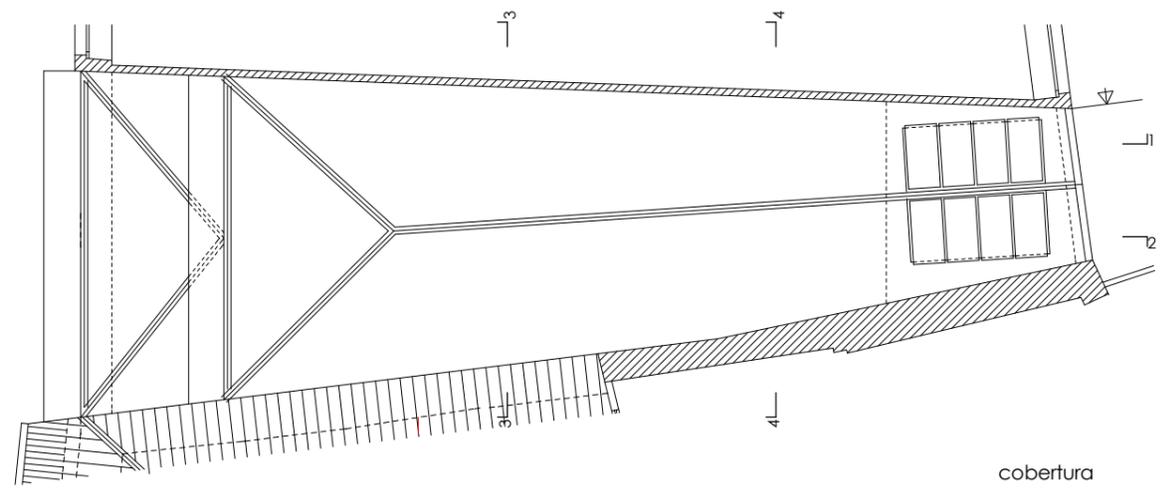
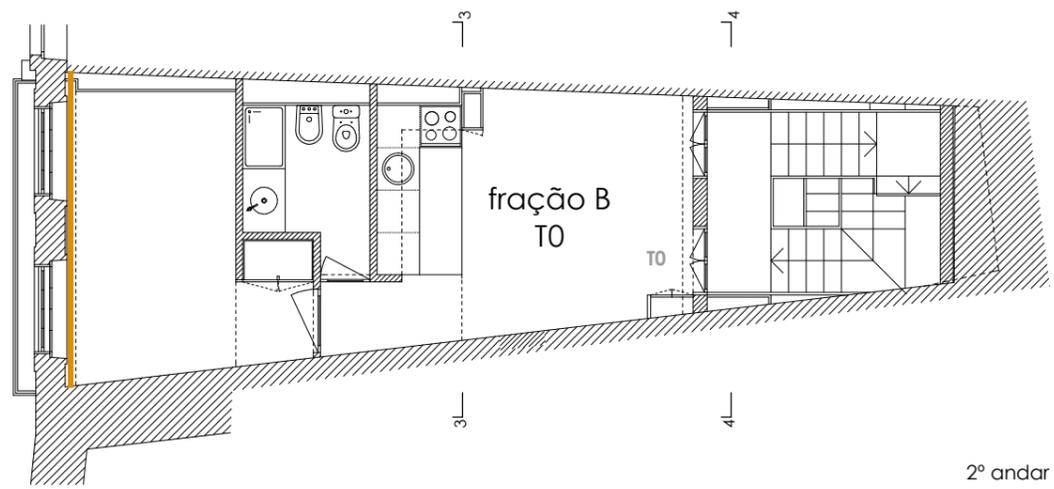
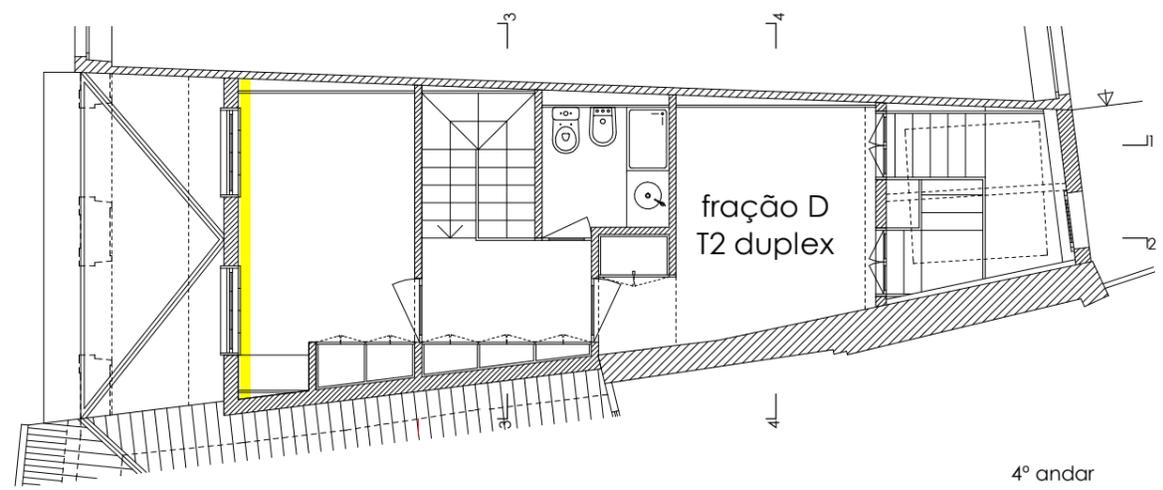
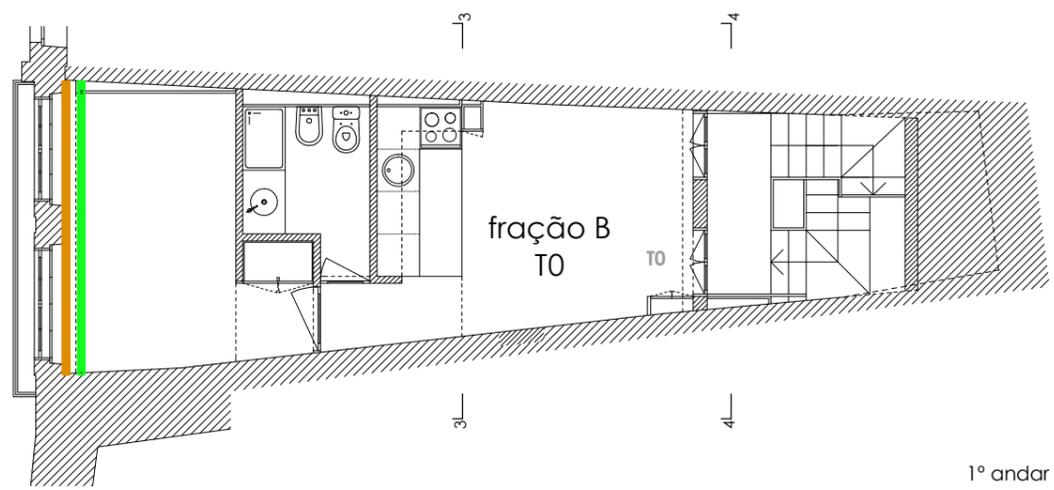
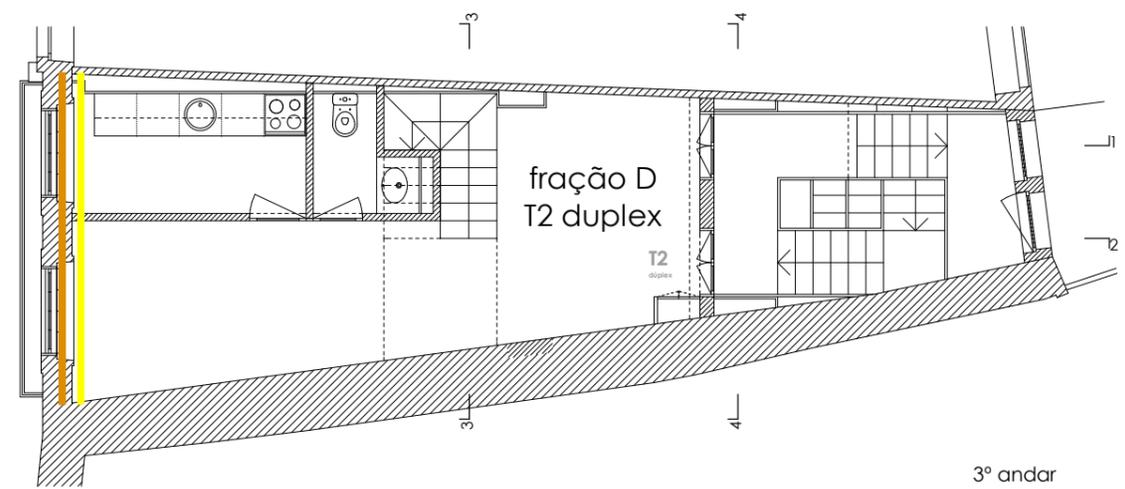
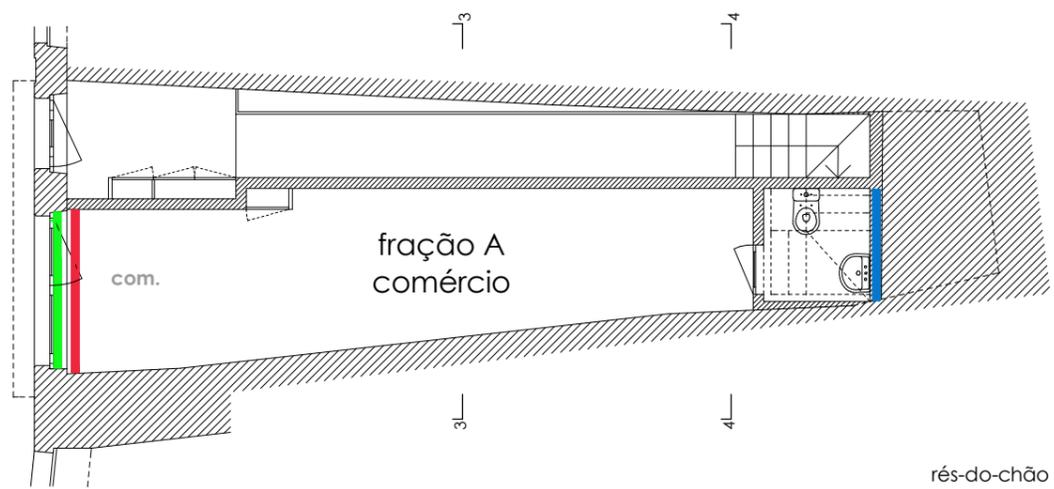
N_{tc} ≤ N_t? Não verifica







corte 1

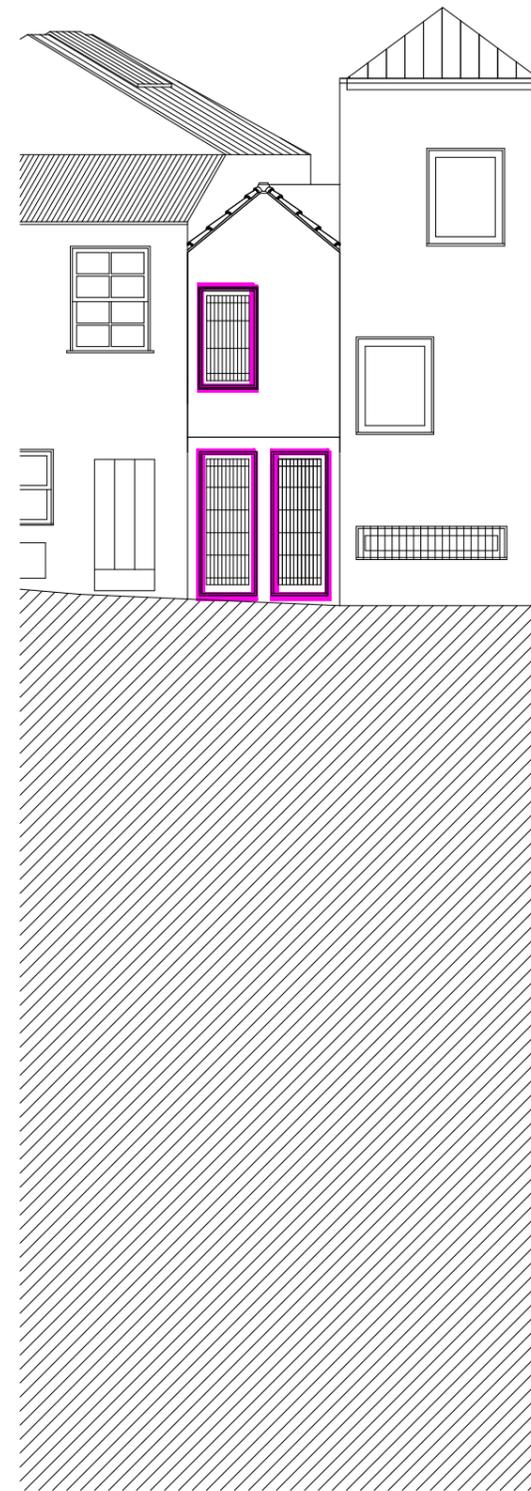


█ Ligação da fachada com pavimento terreo
█ Pavimento em contato com o terreno

█ Ligação da fachada com pavimento intermédio
█ Parede em contato com o terreno

█ Ligação da fachada com cobertura horizontal
█ Ligação da fachada com padieira, peitoril e ombreira

LEGENDA



alçado nascente . viela de s. lourenço



alçado poente . rua dos mercadores

■ Ligação da fachada com pavimento terreo
■ Pavimento em contato com o terreno

■ Ligação da fachada com pavimento intermédio
■ Parede em contato com o terreno

■ Ligação da fachada com cobertura horizontal
■ Ligação da fachada com padieira, peitoril e ombreira

A.6

Evolução da Operação B

Evolução da operação B

A operação B situa-se na Rua dos Mercadores n.º116 a 120, com uma área bruta de construção de 483.29m²e uma área de logradouro de 103.29m².

O projeto para esta operação, tem como fundamento proceder à reconstrução do edifício, com base em estrutura de betão e com cobertura em madeira.

Durante o período de 6 meses do estágio, foi realizado o acompanhamento desta operação, sendo registada a evolução, até ao momento.

O edifício inicialmente só possui a fachada principal como pode-se verificar na Figura 1.



Figura 1- Estado inicial do edifício antes da Reabilitação

No primeiro registo realizado durante o estágio (em 25-2-2013) a obra encontrava-se já com a parte estrutural praticamente concluída, sendo a situação a seguinte:



Figura 2- Estado do edifício encontrado



Figura 3- Fachada de tardoz do edifício

Durante as seguintes visitas (8-3-2013 e 21-3-2013) a operação foi registada a evolução:



Figura 4 - Barriga existente no rés-do-chão



Figura 5 - Corte da fachada de tardoz do edifício

A barriga acima identificada (ver Figura 4), ainda existe de momento, embora parte dela tenha cedido, possivelmente por efeitos climáticos. Ainda não se procedeu a qualquer tipo de intervenção para resolver esta questão.

Na Figura 5 pode-se identificar a constituição da parede de fachada de tardoz do edifício, com alvenaria de tijolo e os isolamentos térmicos e acústicos, lã de rocha e poliestireno extrudido.



Figura 6 - Cobertura do edifício (vista interior) Figura 7- Vista interior da fachada principal

Na Figura 6 pode-se observar a cobertura em madeira, constituída por asnas, que tem na sua constituição, escoras e o pendural. As ligações são feitas por aparafusamento.

Na Figura 7 pode-se observar a fachada principal, pelo interior do edifício.

Na visita seguinte (24-4-2013) foi registada que infra-estruturas já foram instaladas, porém ainda muitas delas visíveis (ver Figura 8).

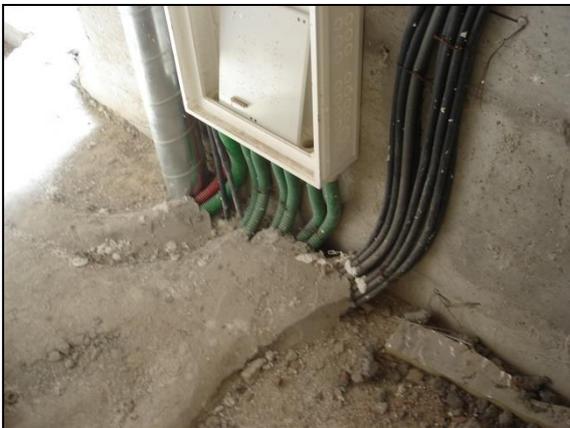


Figura 8 - Redes de infra-estruturas

No seguinte registo (22-5-2013) é de notar que a colocação das telhas já foi efectuada (ver Figura 10), bem como, já foi procedido á instalação da rede de ventilação e preenchimento das paredes interiores (ver Figura 9).



Figura 9 - Paredes interiores já com reboco e registo de instalação da rede de



Figura 10 - Colocação das telhas na cobertura

Na figura 11 pode ver-se um pormenor da rede de ventilação, e o seu percurso, bem como, na Figura 12 um pormenor construtivo da ligação pilar-viga, onde também pode ser visto o isolamento térmico existente naquela zona onde se inicia a cobertura.



Figura 11 - Cobertura com redes de ventilação já instaladas



Figura 12 - Pormenor construtivo da ligação pilar-viga

Também nesta visita foi possível observar que os quartos já se encontram em fase de acabamentos (ver Figura 14), sendo procedida a colocação das caixilharias para receber os envidraçados (ver Figura 13).



Figura 13 - Colocação dos caixilhos para os envidraçados



Figura 14 - Quarto em fase de acabamentos

O estado a quando da penúltima visita (5-6-2013) efetuada, denota-se que o edifício estava próximo nos pisos superiores de entrar em fase de acabamentos, enquanto o rés-do-chão, está mais atrasado (ver Figura 15 e 16).



Figura 15 - Estado actual do edifício



Figura 16 - Porta principal na actualidade

Na última visita efectuada a obra (30-6-2013), sendo o último registo documentado neste trabalho, a operação encontrava-se com algumas evoluções. Essas evoluções prendiam-se pela colocação dos azulejos nas cozinhas e casas de banho (Figura 17), bem como, o início da colocação dos tectos falsos (ver Figura 18 e 19).

Também foi registado que a barriga que se situa no rés-do-chão não sofreu qualquer alteração, desde a última visita (ver Figura 20).

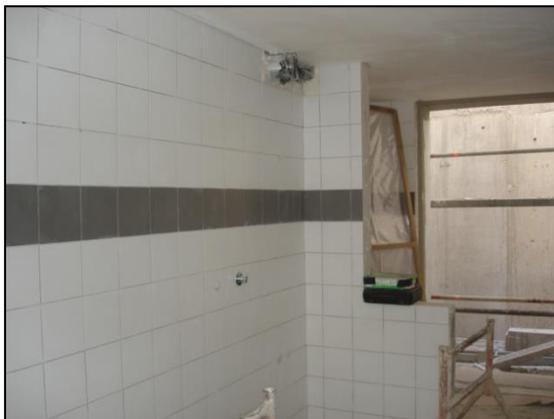


Figura 17 - Azulejos já colocados na cozinha



Figura 18 - Colocação dos caixilhos para receber o teto falso



Figura 19 - Teto falso já colocado

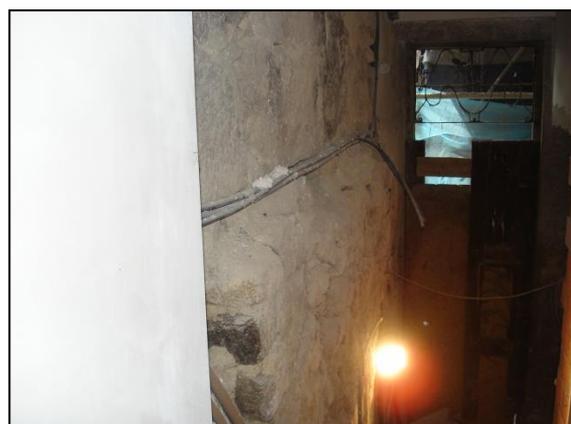


Figura 20 - Barriga no rés-do-chão, que permanece

A.7

Evolução da Operação E1

Evolução da Operação E1

A operação E1 situa-se na Rua de Santana nº24 a 30. O projeto confere que neste edifício seja realizada uma reabilitação integral de 2 edifícios que se emparcelam. A estrutura é essencialmente em aço, mantendo-se algumas vigas de madeira.

A situação em que estava o edifício antes da operação de reabilitação era a seguinte:



Figura 1 - Interior da parcela, piso 1^o

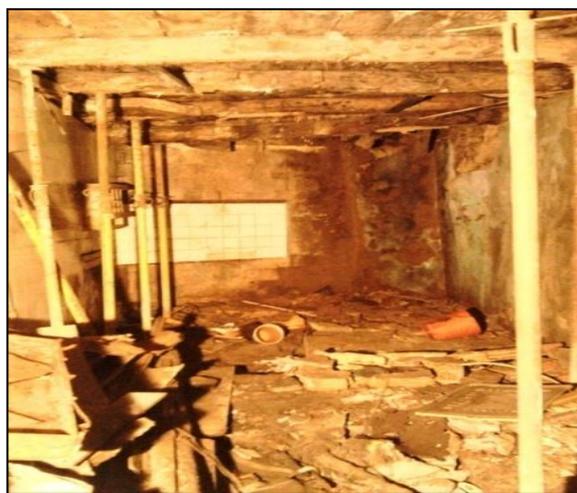


Figura 2 - Interior da parcela, rés-do-chão

A quando do começo do estágio na Porto Vivo, SRU, o edifício já se encontrava pintado na fachada virada para o Largo de Pena Ventosa, com a cobertura já colocada, bem como a restante estrutura essencialmente em estrutura metálica e vigas de madeira. Assim a situação era a seguinte (em 25-2-2013) (ver Figura 3 e 4):



Figura 3 - Fachada no Largo de Pena Ventosa



Figura 4 - Interior do edifício

Nas seguintes visitas (8-3-2013 e 21-3-2013) a obra foi identificado um problema com a escada, devido que após a sua implementação, a chegada desta ao patamar registou um desfasamento de 7cm. A resolução foi aumentar cada espelho, de forma a seleccionar este problema (ver Figura 5 e 6).



Figura 5 - Escada em perfis metálicos



Figura 6 - Vista do aumento realizado em cada espelho

Pode-se ver nas seguintes figuras como foi resolvido o problema das entregas das vigas de madeira. Como pode-se visualizar na Figura 7 as entregas das vigas de madeira são realizadas com recurso a uma manta de geotextil e em volta ajustada com argamassa. Na Figura 8 podemos ver o pormenor da viga de madeira. Também pode-se observar, como os perfis metálicos que iram receber os painéis de gesso cartonado estão fixados ao viroc, bem como, como foi seleccionado o problema na zona da viga, para o perfil contorna-la.



Figura 7 - Entregas das vigas de madeira



Figura 8 - Promenor da entrega da viga

Foi registada na visita seguinte (24-4-2013), o decurso os trabalhos de pichelaria, em que toda a rede de águas estava a ser instalada (ver Figura 9).

Também foi visualizado (Figura 10) a entrega das vigas metálicas, bem como, o afastamento entre vigas.



Figura 9 - Instalação da rede de abastecimento de água



Figura 10 - Pormenor da ligação das vigas metálicas

Numa posterior visita (5-6-2013) foi registado o decurso de limpeza das cantarias em alvenaria de pedra (ver Figura11), na fachada voltada para a Rua de Santana, bem como, trabalhos de pintura na fachada voltada ao Largo de Pena Ventosa(ver Figura 12).



Figura 11 - Trabalhos de limpeza da fachada



Figura 12 - Trabalhos de pintura

Na última visita (30-6-2013) realizada foi registada algumas evoluções relevantes, pois esta operação esteve parada algum tempo. Assim as evoluções registadas foram ao nível do soalho, das paredes e dos tetos.



Figura 13 - Fachada virada a Rua de Santana Figura 14 - Fachada no Largo de Pena Ventosa

As fachadas do edifício já tinham a caixilharia do tipo guilhotina, bem como os envidraçados. As cantarias de granito já estavam tratadas e limpas (ver Figura13 e 14).



Figura 15 - Colocação do soalho

Figura 16 - Colocação de lã de rocha no teto e nas paredes

Na figura 15 pode ser visualizado que está em decurso os trabalhos de colocação do soalho em madeira. Também é possível observar que é colocada lã de rocha, por baixo das tábuas de madeira, de modo a melhorar a capacidade térmica e acústica.

Na figura 16 identifica-se que foi colocada na parede e no teto, lã de rocha, para posteriormente este locais virem a receber os painéis gesso cartonado.



Figura 17 - Colocação dos painéis de gesso cartonado



Figura 18 - Quarto em que os painéis de gesso cartonado já estão colocados

Na figura 17 pode ser observado o processo de colocação dos painéis de gesso cartonado, sendo que na figura 18, observa-se um quarto da habitação, onde este processo já foi concluído. Devido a condicionalismos de acesso até ao último, por causas de segurança, só nesta visita foi possível aceder ao último andar recentemente. Assim regista-se alguns pormenores construtivos.



Figura 19 - Constituição da cobertura

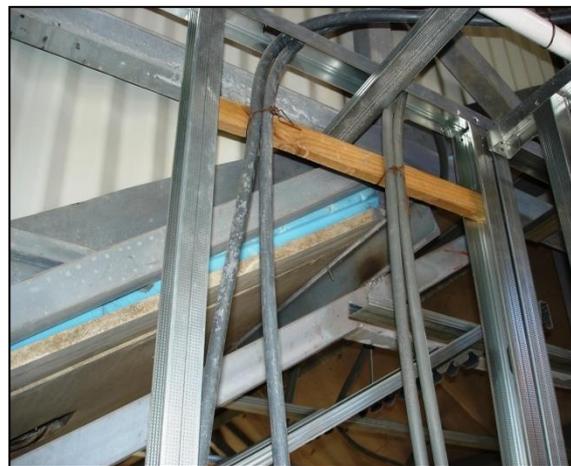


Figura 20 - Pormenor de uma zona a cobertura

Na figura 19 podemos ver a constituição da cobertura, que contém os painéis viroc, a subtelha e a telha cerâmica. De ressaltar que poderá a cobertura ter mais algum elemento, mas não está visível.

Na figura 20, podemos ver um pormenor na zona de uma mansarda, que na sua constituição é visível os painéis viroc, bem como, o isolamento em poliestireno.

ⁱ A figura 1 e 2 foram fornecidas pela Porto Vivo SRU

A.8

Evolução da Operação F

Evolução da Operação F

A operação F situa-se na Rua da Banharia n° 50 a 52. Este prédio conta com uma área bruta de construção de 340.00 m², tendo 5 pisos na sua constituição, sendo um projeto de reconstrução, visto que o edifício encontra-se em muito mau estado de conservação.

No início da operação a situação do edifício era a seguinte:

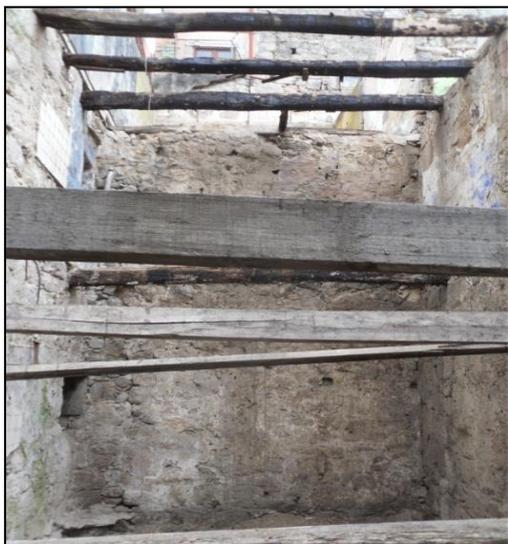


Figura 1 - Estado antes das demolições

Figura 2 - Interior do edifício

No começo de estágio, esta operação encontrava-se no final da execução dos trabalhos de estruturas (ver Figura 4 e 5). Assim o panorama encontrado era o seguinte (em 25-2-2013):

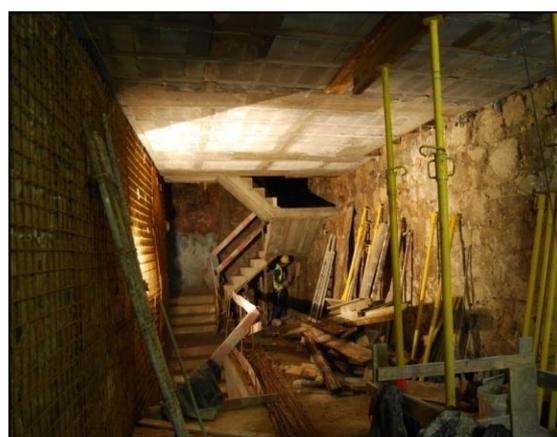


Figura 3 - Fase de execução de estruturas

Figura 4 - Rés-do-chão do edifício

Na figura 5 seguinte poderá ser visualizado como foi realizada a contenção da parede de alvenaria de pedra.



Figura 5 - Contenção da parede de alvenaria de pedra

Durante o mês de Abril e Maio foram registadas as seguintes evoluções:

Verificou-se a construção das paredes interiores em alvenaria e tijolo como pode ser observado na Figura 6 e 7.



Figura 6 - Execução da parede de alvenaria de tijolo



Figura 6 - Parede de alvenaria de tijolo

O seguinte passo foi a execução da cobertura do edifício, com base em estrutura de madeira, como pode-se comprovar na Figura 8. Posteriormente procedeu-se à colocação das telhas como pode ser observado na Figura 9.



Figura 7 - Execução da cobertura



Figura 8 - Cobertura já concluída

Na Figura 10 identifica-se um pormenor construtivo na execução da cobertura. Este passa pela utilização de ripas em PVC na constituição deste.

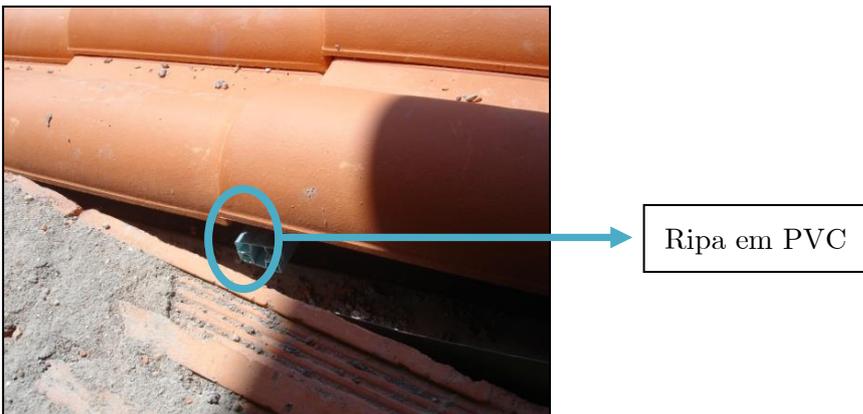


Figura 9 - Pormenor construtivo na cobertura

Na Figura 11 é de notar o pormenor construtivo em que a laje assenta em cachorros em alvenaria de pedra existente. Também de realçar a instalação dos perfis metálicos para receberem os painéis em gesso cartonado (ver Figura 12).



Figura 10 - Cachorro em alvenaria de pedra



Figura 11 - Instalação dos perfis metálicos e paredes já rebocadas

O procedimento seguinte foi a colocação dos aparelhos de fixação dos futuros painéis que iram compor o tecto falso do edifício (ver Figura 13 e 14).



Figura 12 - Aparelhos de ligação já instalados



Figura 13 - Pormenor da ligação ao futuro tecto falso

Na visita seguinte foi registado (5-6-2013), que as paredes de alvenaria de tijolo foram preparadas para receber a tubagem das diversas especialidades (ver Figura 15).



Figura 14 - Parede de alvenaria de tijolo preparada para receber tubagem

Na ultima visita (30-6-2013) foi observado o seguinte ponto de situação:



Figura 15 - Parede de alvenaria de pedra tratada Figura 16- Laje a assentar no perfil metálico

É de registar que não houve grandes evoluções desde a visita passada. Assim as evoluções nesta operação foi a limpeza e a retirada das contenções da parede de alvenaria de pedra, como pode ser observado na Figura 16.

Na Figura 17 pode ser visualizado o pormenor do assentamento da laje no perfil metálico, bem como, a evolução ao nível das instalações eléctricas, já colocadas e tapadas.

A.9

Actividades Desenvolvidas
durante o Estágio

Atividades desenvolvida durante o estágio

Durante o estágio, que teve duração de seis meses, foi possível desenvolver diversas actividades que proporcionaram o enriquecimento dos conhecimentos a nível profissional, como a nível pessoal. Durante o estágio foi-me dada total autonomia, para visitar e analisar as obras em curso. Também foi-me disponibilizado o acesso a diversos documentos sobre a cidade do Porto, incluindo os documentos estratégicos para as diferentes áreas de reabilitação urbana. Assim foram realizadas as seguintes atividades:

- Estudo de diversos processos de licenciamento, com soluções construtivas diversificadas, com características específicas, em que se pode identificar o paralelismo entre o existente, e as soluções propostas.
- Acompanhamento da verificação dos processos de licenciamento, quanto à posse deste de todos os documentos e peças necessárias para a validação da entrada na Porto Vivo SRU, para futura análise.
- Revisão de projeto Rua da Santana 20 a22 – Largo de Pena Ventosa 3, como pode ser visto no subcapítulo 9.8
- Desenvolvimento do projeto dos pisos do edifício situado na Rua dos Mercadores, nº 160 a 162, incluindo a verificação da segurança da nova solução proposta: vigas em aço HEB160 e HEB140, vigas de madeira maciça e soalho;
- Desenvolvimento do projeto de acústica e de térmica do mesmo edifício, que teve reflexos no projecto de arquitectura final, nomeadamente nos materiais utilizados e na espessura destes.
- Estudo da metodologia de cálculo de estruturas de madeira, que não tinha formação sobre este tipo de estrutura.

- Estudo/conhecimento de diversos materiais, de soluções construtivas que podem ser incorporadas num projeto de reabilitação de um edifício, com diversas pesquisas, sendo consultadas sites e catálogos de variadas empresas
- Acompanhamento de obras em curso da Porto Vivo, SRU, sendo feito um registo semanal da evolução de cada operação, como pode ser visto no capítulo 11.
- Elaboração de um estudo comparativo, a nível económico e em termos de área habitável, entre um projecto de estrutura de madeira e um de betão, projetos desenvolvidos por arquitectos diferentes. O estudo realizado foi sobre a operação E2, do programa de reabilitação da Sé por parte da Porto Vivo SRU, obras que foram ganhas pela mesma empresa.
- Participação na Jornada Técnica da Ordem dos Engenheiros Técnicos da Região Norte – “Reabilitação Urbana - Presente e Futuro”.
- Participação na Semana de Reabilitação Urbana nomeadamente:
 - ✓ Conferência Reabilitação Urbana e Espaço Público
 - ✓ Conferência Reabilitação Urbana – Uma abordagem multidisciplinar
 - ✓ Conferência soluções Técnicas para a Reabilitação Urbana
 - ✓ Seminário da APEMIP- Reabilitação Urbana – Um projeto inadiável
 - ✓ Conferência o Porto Imobiliário - Reabilitar para Vender ou Arrendar?
 - ✓ Conferência o Impacto Social da Reabilitação Urbana
 - ✓ Conferência Reabilitação Urbana e Turismo
- Estudo da legislação que rege a Reabilitação Urbana como:

- ✓ Código dos contratos públicos (CCP)
- ✓ RJUE
- ✓ RGEU
- ✓ DL104/2004; DL307/2009/ Lei nº32/2012
- ✓ Lei 107/2001- Património
- ✓ Lei nº31/2009
- ✓ Portaria nº701-H/2008
- ✓ RPDM-Porto
- ✓ SIM-Porto
- ✓ DL273/2003

- Com o estágio foi proporcionado o contato com a população residente no Porto, convivendo diariamente com os munícipes, ouvindo as suas opiniões, bem como, identificando as obras que entram para licenciamento;
- Desenvolvimento de trabalho de equipa;
- Contato com os trabalhadores da construção, registando opiniões e conhecimentos;
- Participação em reuniões de projeto, onde foram discutidas soluções técnicas em diversas especialidades (acústica, estrutura, segurança contra incêndio, térmica, acessibilidades e gás).

Nas diversas atividades acima referenciadas, contaram como o apoio do co-orientador deste trabalho, o Arq.Luís Brito.