



# Soluções de Melhoria de Desempenho Térmico na Reabilitação de Edifícios

Relatório de estágio apresentado no Instituto Superior de Engenharia do Porto  
para a obtenção do grau mestre em Engenharia Civil no ramo das construções

**Candidato:** Hugo Miguel Santos Trindade Guedes

**Orientadora:** Engenheira Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva

**Co-orientador:** Engenheiro João Ricardo Rodrigues Ferreira da Silva

Outubro 2013



## Agradecimentos

Ao longo dos seis meses em que realizei o estágio, no âmbito da unidade curricular DIPRE do curso de Mestrado em Engenharia Civil, do Instituto Superior de Engenharia do Porto, na Porto Vivo, SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, SA e na preparação do presente documento tive a oportunidade de contar com o apoio de diversas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração do presente relatório de estágio.

Nesse sentido, gostaria de agradecer a todos aqueles que, com o seu saber, a sua colaboração e o seu apoio crítico, dispuseram do seu tempo para me expor algumas orientações e práticas de engenharia e áreas conexas, nomeadamente a Eng.<sup>a</sup> Teresa Neto, o Eng.º Ricardo Ferreira da Silva, Eng.º Fernando Guedes, o Eng.º José Barral, o Eng.º António Batista, a Eng.<sup>a</sup> Iolanda Coelho e Eng.º Rui Quelhas pela valiosa orientação, essencial à obtenção deste relatório e à concretização deste trabalho.

Agradeço ainda aos meus amigos que me apoiaram com a sua amizade e no decorrer deste período.

Por último não posso deixar de manifestar o meu apreço pelo constante apoio da minha família.



## Resumo

O presente relatório pretende descrever a atividade desenvolvida durante o estágio efetuado na empresa Porto Vivo, SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, SA, à qual se encontra inserida num tema importantíssimo nos dias de hoje: a Reabilitação Urbana. Irá ainda ser dada uma ênfase especial a um caso de estudo relativo ao comportamento térmico de um edifício em reabilitação no Centro Histórico do Porto promovido pela mesma empresa.

Este estágio que decorreu desde o dia 3 de Dezembro até 3 de Junho, teve em vista a conclusão do Mestrado em Engenharia Civil, na área das Construções, no Instituto Superior de Engenharia do Porto e foi realizado no âmbito da disciplina de DIPRE.

Neste documento, procurar-se-á descrever, com detalhe e objetividade, toda a informação necessária para dar a conhecer o trabalho desenvolvido ao longo do estágio. Procurar-se-á igualmente abordar o tema da Reabilitação Urbana, o funcionamento da própria empresa, Porto Vivo, SRU e ainda expor as principais implicações ao nível das soluções construtivas exigidas pelo estudo do comportamento térmico de edifícios a reabilitar.

Palavras-chave: Reabilitação Urbana, património, Porto Vivo, SRU, térmica, edifício



## Abstract

This report aims to describe the activity performed during the trainee made the company Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação da Baixa Portuense, SA, and is inserted into an important topic these days: the Urban Rehabilitation. Will be given a special emphasis on a case study on the thermal behavior of a building rehabilitation in the Historic Centre of Porto promoted by the same company.

This trainee that ran from December 3 until June 3, was aimed at the completion of Master in Civil Engineering, in the area of construction, the Institute of Engineering of Porto and was conducted within the discipline DIPRE.

In this paper, an attempt will describe in detail and objectivity, all the information necessary to make known the work done over the trainee. Search will also address the issue of Urban Renewal, the operation of the company itself, Porto Vivo, SRU and further explain the main implications for the constructive solutions required by the thermal behavior of buildings to be rehabilitated.

Keywords: Urban Rehabilitation, heritage, Porto Vivo, SRU, thermal, building



## Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vii
1. Introdução .....	25
1.1 Breve Nota Histórica sobre a Baixa Portuense.....	32
1.2 Sistemas construtivos dos edifícios antigos no Porto .....	35
2. Empresa Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa do Porto .....	39
2.1 A Estratégia da Porto Vivo, SRU .....	42
2.2 Área de Intervenção.....	45
2.3 Projetos Realizados ou em Curso .....	46
2.3.1 Eixo Mouzinho/Flores .....	48
2.3.2 Corpo da Guarda .....	51
2.3.3 Passeio das Cardosas.....	61
2.3.4 Morro da Sé.....	70
2.4 Incentivos à Reabilitação.....	78
3. Atividades desenvolvidas durante o estágio.....	81
4. Reabilitação na Ótica do Comportamento Térmico dos Edifícios - Estudo de Caso ..	95
4.1 Comportamento Térmico dos Edifícios Existentes .....	95
4.1.1 RCCTE .....	96
4.1.2 Notas Técnicas da ADENE – SCE – DL 78/2006 .....	99
4.2 Caracterização do Edifício de Estudo .....	100
4.2.1 Breve Nota Histórica sobre a localização dos edifícios .....	101
4.2.2 Descrição dos Edifícios e Intervenções Realizadas.....	102
4.3 Dados Climáticos .....	115
4.4 Parâmetros necessários para a caracterização do comportamento térmico .....	116
4.4.1 Determinação do coeficiente de redução da temperatura, $\tau$ .....	116
4.4.2 Marcação das envolventes.....	122
4.4.3 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica .....	125
4.4.4 Definição do sistema de preparação das AQS (águas quentes sanitárias) .....	136

4.4.5	Definição do sistema de climatização .....	137
4.4.6	Parâmetros térmicos do sistema de ventilação .....	138
4.5	Aplicação do RCCTE a uma fração de habitação .....	140
4.5.1	Perdas térmicas lineares associadas às paredes exteriores.....	140
4.5.2	Perdas térmicas lineares associadas à parede para o saguão ( $\tau = 1 > 0,7$ ) .....	142
4.5.3	Fatores associados aos envidraçados exteriores .....	143
5.	Classe energética do caso de estudo – resultados.....	149
6.	Acompanhamento das soluções analisadas.....	151
6.1	Fase de adjudicação da empreitada.....	151
6.2	Fases da Construção.....	151
7.	Considerações Finais .....	173
8.	Referências Bibliográficas.....	175

## Anexos

A.1 Organigrama da empresa Porto Vivo, SRU

A.2 Desenhos de arquitetura referentes ao edifício em estudo

A.3 Folhas de cálculo relativas à aplicação do RCCTE da fração de habitação

A.4 Listagens do software Solterm

A.5 Carta de recomendação

## Índice de Figuras

Figura 1 Morro de Penaventosa - Fonte: Google Maps .....	33
Figura 2 Vista da Cidade do Porto: Morro de Penaventosa .....	34
Figura 3 Pavimento com vigamento em madeira - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU.....	36
Figura 4 Paredes resistentes em granito - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU .....	36
Figura 5 Parede interior em tabique.....	37
Figura 6 Coberturas de 4 águas .....	37
Figura 7 Logotipo da Porto Vivo, SRU - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU .....	39
Figura 8 Espaço físico da empresa Porto Vivo, SRU - Fonte: Eng <sup>o</sup> Fernando Guedes.....	40
Figura 9 ACCRU - Fonte: Eng <sup>o</sup> Fernando Guedes.....	46
Figura 10 Algumas áreas de intervenção por parte da Porto Vivo, SRU – Fonte: Google Maps.....	47
Figura 11 Eixo Mouzinho/Flores - Fonte: Google Maps.....	48
Figura 12 Mapa das áreas abrangidas pelo Programa de Ação para a Reabilitação Urbana do Eixo Mouzinho/Flores - Fonte: Documento Estratégico .....	50
Figura 13 - Corpo da Guarda – Fonte: Google Maps .....	51
Figura 14 - Corpo da Guarda na Rua Mouzinho da Silveira –Fonte: Documento Estratégico para o quartelão corpo da guarda.....	52
Figura 15 - Corpo da Guarda - Rua dos Pelames/Mouzinho da Silveira – Fonte: Google Maps.....	52
Figura 16 Corpo da guarda - edifícios construídos sobre escarpa granítica - Fonte: Google imagens.....	53
Figura 17 Estado de conservação dos edifícios do quartelão Corpo da Guarda - Fonte: Documento estratégico do Corpo da Guarda.....	55

Figura 18 Estado de ocupação dos edifícios - Fonte: documento estratégico do Corpo da Guarda.....	55
Figura 19 Parte da fachada do quartelão Corpo da Guarda - Fonte: Google Imagens.....	57
Figura 20 Exemplo de interiores de fogos no Corpo da Guarda – Fonte: Porto Vivo, SRU .....	58
Figura 21 Garagem no interior do quartelão Corpo da Guarda - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	59
Figura 22 Antes e depois da reabilitação do Quartelão do Corpo da Guarda – Fonte: Documento estratégico do quartelão Corpo da Guarda.....	60
Figura 23 Passeio das Cardosas – Fonte: Google Maps .....	61
Figura 24 Comércio dentro do quartelão das Cardosas .....	62
Figura 25 Restauração no R/C de um edifício de habitação no interior do quartelão das Cardosas .....	62
Figura 26 Edifícios de habitação no interior do quartelão das Cardosas.....	63
Figura 27 Hotel Intercontinental - Palácio das Cardosas - Fonte: Google imagens.....	64
Figura 28 Parque de estacionamento subterrâneo no interior do Quartelão das Cardosas .....	64
Figura 29 Vista aérea do interior do quartelão antes da intervenção – Fonte: Documento estratégico para a Unidade de Intervenção do Quartelão das Cardosas.....	65
Figura 30 Passeio das Cardosas depois da intervenção – Fonte: Google Images .....	66
Figura 31 Estado de conservação/ Estado de Ocupação - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU - Descrição do Quartelão das Cardosas .....	66
Figura 32 Andar modelo de uma fração de um edifício reabilitado no quartelão das cardosas - Fonte: www.lucios.pt .....	69
Figura 33 Morro da Sé – Fonte: Google Maps.....	70

Figura 34 Do canto superior à esquerda em sentido horário tem-se: Catedral da Sé, Igreja de S.Lourenço, Casa Museu Guerra Junqueiro e Paço Episcopal.....	71
Figura 35 Morro da Sé.....	72
Figura 36 Plano de intervenção para o Morro da Sé - Fonte: Documento estratégico para o Morro da Sé.....	75
Figura 37 Fachada das operações A, B e C, respetivamente - Fonte: Site Porto Vivo, SRU .....	77
Figura 38 Fachada das operações D, E1 e E2, respetivamente - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU .....	77
Figura 39 Fachada das operações F, G e H, respetivamente - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU .....	78
Figura 40 Localização da Operação B referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	84
Figura 41 Operação B antes da intervenção - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	85
Figura 42 Fase de betonagem da operação B – Fonte: Porto Vivo, SRU.....	85
Figura 43 Fase de estruturas da operação B – Fonte: Porto Vivo, SRU.....	86
Figura 44 Execução da parede de alvenaria de tijolo - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	87
Figura 45 Execução da cobertura - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	87
Figura 46 Execução das infraestruturas – Fonte: Porto Vivo, SRU.....	88
Figura 47 Colocação do isolamento no interior das paredes - Fonte: Porto Vivo, SRU ...	88
Figura 48 - Formação de uma "barriga" na parede do rés-do-chão - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	89
Figura 49 Localização da operação F referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	90

Figura 50 Fachada da operação F antes de qualquer intervenção - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	90
Figura 51 Interior da operação F antes da reconstrução - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	91
Figura 52 Betonagem da parede da caixa horizontal comum da operação F.....	92
Figura 53 Escoramento dos pisos e das vigas .....	92
Figura 54 Construção da cobertura – Fonte: Porto Vivo, SRU .....	93
Figura 55 Sistema de tabiques metálicos para a construção das paredes interiores - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	93
Figura 56 Caso de estudo - parcelas 26 e 27 do quarteirão da Bainharia – Fonte: Manual Programa de Ação para a Reabilitação do Morro da Sé_CH.1 .....	100
Figura 57 Vista aérea das parcelas – Fonte: Manual Programa de Ação para a Reabilitação do Morro da Sé_CH.1 .....	101
Figura 58 Alçados dos Edifícios de estudo – Fonte da imagem: Manual Programa de Acção para a Reabilitação Urbana do Morro da Sé_CH.1 .....	103
Figura 59 Largo de Penaventosa – Fonte: Google Imagens .....	103
Figura 60 Fachada principal dos edifícios a reabilitar - Rua de Sant`Ana.....	104
Figura 61 Fachada traseira dos edifícios a reabilitar - Largo de Penaventosa.....	104
Figura 62 Corte transversal do edifício – Fonte: Projeto de arquitetura.....	105
Figura 63 Corte transversal do edifício - Fonte: Projeto de arquitetura .....	106
Figura 64 Corte longitudinal do edifício - Fonte: Projeto de arquitetura.....	107
Figura 65 Plantas dos pisos -3 e -2 – Fonte: Projeto de arquitetura.....	108
Figura 66 Plantas dos pisos -1 e 0 – Fonte: Projeto de arquitetura.....	109
Figura 67 Pisos estreitos antes da aglutinação dos mesmos pela abertura na parede de meação (em granito) - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	110

Figura 68 Cobertura em telha lusa e paredes de tabique de chapa metálica ondulada - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	111
Figura 69 Limpeza do granito .....	111
Figura 70 Montagem do sistema de tabiques com estrutura metálica do tipo KNAUF... ..	112
Figura 71 Estrutura original complementada com elementos de aço com vigas de madeira (aproveitada da original) - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	113
Figura 72 Malha metálica de perfis em U.....	113
Figura 73 Asna metálica de perfis retangulares tubulares.....	114
Figura 74 Execução da cobertura - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	114
Figura 75 Espaços não úteis - Fonte: Projeto de arquitetura.....	118
Figura 76 Espaços não úteis.....	119
Figura 77 Espaços não úteis.....	119
Figura 78 Marcação das envolventes no Piso 1.....	123
Figura 79 Marcação das envolventes das diferentes frações, no corte transversal.....	124
Figura 80 Corte da parede exterior em granito .....	126
Figura 81 Corte da parede exterior em contacto com espaço não útil – Fonte: Projeto de arquitetura.....	128
Figura 82 Corte das paredes em contacto com espaços não úteis - Fonte: Projeto de arquitetura.....	129
Figura 83 Corte da cobertura exterior - Fonte: Projeto de arquitetura.....	130
Figura 84 – Corte do pavimento em contacto com espaços não-úteis - Fonte: Projeto de arquitetura.....	131
Figura 85 Corte do teto em contacto com espaços não-úteis - Fonte: Projeto de arquitetura.....	132

Figura 86 Corte da cobertura do comércio duplex com saguão - Fonte: Projeto de arquitetura.....	133
Figura 87 Altura acima do solo - Fonte: Projeto de arquitetura.....	138
Figura 88 Comprimento da ligação da parede exterior com pavimento sobre a CHC do piso 0 - Fonte: Projeto de arquitetura.....	140
Figura 89 Comprimento da ligação de parede exterior do piso 1 com pavimento interior do piso 0 - Fonte: Projeto de arquitetura.....	141
Figura 90 Comprimento da parede interior em contato com pavimento do saguão para piso 0 e piso 2 - Fonte: Projeto de arquitetura .....	142
Figura 91 Sombreamento por elementos horizontais orientado a nordeste - Fonte: Projeto de arquitetura .....	145
Figura 92 Condução de pedra da Época Contemporânea .....	152
Figura 93 Interior da Parcela 27 (ao nível do R/C do Largo de Penaventosa) .....	153
Figura 94 Interior da Parcela 26 (ao nível do R/C da Rua de Sant'Ana) .....	153
Figura 95 Interior da Parcela 26 - Escadas.....	154
Figura 96 Interior da parcela 26 – Fonte: Site Porto Vivo, SRU .....	154
Figura 97 Remoção e limpeza das parcelas.....	155
Figura 98 Colocação das Vigas metálicas e aproveitamento das vigas de madeira pré-existentes – Fonte: Site da Porto Vivo, SRU.....	156
Figura 99 Fachada no Largo de Penaventosa .....	157
Figura 100 Vigas de madeira aproveitadas e de malha metálica sob o painel VIROC ....	157
Figura 101 Execução da Cobertura – Fonte: Site Porto Vivo, SRU.....	158
Figura 102 Pormenores da cobertura.....	158
Figura 103 Colocação das chapas no recuado .....	159
Figura 104 Limpeza do granito no interior das frações.....	159

Figura 105 Preparação do sistema de tabiques .....	160
Figura 106 Sistema de tabiques do tipo KNAUF .....	160
Figura 107 Sistema de tabiques para teto falso .....	161
Figura 108 Colocação das infraestruturas.....	161
Figura 109 Instalação da rede de abastecimento de água – Fonte: Porto Vivo, SRU.....	162
Figura 110 Execução das escadas .....	163
Figura 111 Fachada Largo de Penaventosa .....	163
Figura 112 Nova janela proposta para a cozinha do último piso - Fonte: Porto Vivo, SRU .....	164
Figura 113 Fachadas da Rua de Sant`Ana e do Largo de Penaventosa – Fonte: Porto Vivo, SRU.....	165
Figura 114 Colocação do pavimento - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	165
Figura 115 Preenchimento das paredes interiores com lã de rocha .....	166
Figura 116 Paredes interiores - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	166
Figura 117 Pormenor da parede exterior - Fonte: Porto Vivo, SRU.....	167
Figura 118 Compartimento de uma fração de habitação praticamente finalizado.....	168
Figura 119 Pormenor das paredes divisórias.....	168
Figura 120 Lavandaria de uma fração de habitação .....	169
Figura 121 Compartimentação interior das frações.....	170
Figura 122 Saguão .....	170
Figura 123 Caixa horizontal comum de acesso aos pisos.....	171
Figura 124 Janela da cozinha do último piso.....	171
Figura 125 Vista de uma fração do edifício .....	172



## Índice de tabelas

Tabela 1 Valores do coeficiente de redução da temperatura – tabela IV.1 do RCCTE ...	117
Tabela 2 Coeficientes de transmissão térmica máximos.....	125
Tabela 3 Resistência térmica interior e exterior – Fonte: RCCTE .....	126
Tabela 4 Características da parede exterior em granito.....	126
Tabela 5 Características da parede em contacto com edifício adjacente .....	127
Tabela 6 Características da parede em contacto zona de circulação comum, saguão e lavandarias.....	128
Tabela 7 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica.....	129
Tabela 8 Características da cobertura exterior .....	130
Tabela 9 Características do pavimento em contacto com espaços não-úteis .....	131
Tabela 10 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica .....	132
Tabela 11 Características do teto em contacto com zonas comuns e lavandarias.....	132
Tabela 12 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica .....	133
Tabela 13 Características da cobertura do comércio duplex com saguão .....	133
Tabela 14 Características dos envidraçados.....	134



## Índice de abreviaturas e siglas

DIPRE – Dissertação/Projeto/Estágio

UNESCO - The United Educational, Scientific and Cultural Organization

CHP – Centro Histórico do Porto

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana

IHRU – Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana

ACRRU – Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística

RJRU – Regime Jurídico da Reabilitação Urbana

DE – Documento Estratégico

ARU – Área de Reabilitação Urbana

ZIP – Zona de Intervenção Prioritária

GAU – Gestão de Área Urbana

IVA – Imposto sobre valor acrescentado

IMI – Imposto Municipal sobre Imóveis

IMT – Imposto Municipal sobre as Transmissões Onerosas de Imóveis

NEO – Núcleo de Execução de Obras

CCP – Código dos Contratos Públicos

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos edifícios

AQS – Águas Quentes Sanitárias

ADENE – Agência para Energia

$I_r$  – Intensidade de radiação

$\tau$  - Coeficiente de Transmissão Térmico

$A_i$  - área do elemento que separa o espaço não útil do espaço interior aquecido ( $m^2$ )

$A_u$  - área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior ( $m^2$ )

ENU – Espaços não úteis

U – Coeficiente de transmissão térmica

U<sub>máx</sub> – Coeficiente de transmissão térmica máxima

R<sub>t</sub> – Resistência térmica

R<sub>si</sub> – Resistência térmica superficial interior

R<sub>se</sub> – Resistência térmica superficial exterior

$\lambda$  – Condutibilidade térmica

e - espessura

$g^{\perp}$  - Fator solar

$g^{\perp}$ <sub>máx</sub> – Fator solar máxima

I<sub>t</sub> – Inércia térmica

M<sub>si</sub> - Massa superficial útil do elemento i (kg/m<sup>2</sup>)

S<sub>t</sub> - Área da superfície interior do elemento i (m<sup>2</sup>)

R<sub>i</sub> - Fator de redução da massa

A<sub>p</sub> - Área útil de pavimento (m<sup>2</sup>)

PTP – Pontes térmicas planas

PTL – Pontes térmicas lineares

INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

R<sub>PH</sub> – Taxa de renovação de ar

CHC – Circulação horizontal comum

F<sub>s</sub> – Fator de obstrução

F<sub>h</sub> – fator de sombreamento do horizonte por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício

F<sub>0</sub> – Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado

F<sub>f</sub> – Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado

X – Fator de Orientação

Fg – Fração envidraçada

Nic - Necessidades nominais de aquecimento

Ni – Necessidades nominais de aquecimento máximas

Nvc – Necessidades nominais de arrefecimento

Nv – Necessidades nominais de arrefecimento máximas

Nac - Necessidades de energia para preparação das AQS

Na - Limite máximo para os valores necessários para a preparação das AQS

Ntc - Necessidades nominais globais de energia primária

Nt – Limite máximo das necessidades nominais globais de energia primária

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia



## 1. Introdução

Segundo a Carta de Lisboa para a Reabilitação Urbana Integrada – Outubro de 1995, entende-se por Reabilitação Urbana como “uma estratégia de gestão urbana que procura requalificar a cidade existente através de intervenções múltiplas destinadas a valorizar as potencialidades sociais, económicas e funcionais a fim de melhorar a qualidade de vida das populações residentes, exigindo assim o melhoramento das condições físicas do parque construído, pela sua reabilitação e instalação de equipamentos, infraestruturas, espaços públicos, mantendo a identidade e as características da área da cidade a que dizem respeito (supostamente com valor patrimonial)” [1].

Com o decorrer dos anos, assistiu-se a um abandono em massa da população dos centros da cidade para a periferia.

Em 29 de Junho de 2006, na conferência de apresentação do Novo Regime de Reabilitação Urbana, organizada pelo LNEC, em Lisboa, o Dr. Carlos Lobo, Secretário de Estado dos Assuntos Fiscais, no contexto da necessidade urgente de Reabilitação Urbana em Portugal, referiu: “As barreiras jurídicas desajustadas a um conceito social de propriedade, os desequilíbrios legislativos propiciadores de medidas redistributivas a curto prazo, mas com efeitos negativos a longo prazo, a subsidiação da expansão urbana, por via de instrumentos de gestão territorial desproporcionados, a desadequação da legislação generalizadora à especificidade da reabilitação, bem como os enormes prazos de licenciamento que daí decorriam, constituíram alguns dos fatores que criaram um enorme desequilíbrio económico que desfavoreceu a reabilitação do património edificado [2].

Nestas condições, assistiu-se a uma degradação das condições de vida nos centros históricos, o que conduziu a uma desertificação significativa dos mesmos, com os inevitáveis custos económicos, ambientais e sociais. Esta situação é tanto mais dramática

quando, num Mundo globalizado, uma das principais fontes de riqueza se reconduz à singularidade cultural, que tem como uma das mais ricas manifestações, o património histórico do edificado” [2].

Quando se fala em Reabilitação Urbana em Portugal, automaticamente se pensa na cidade do Porto e o seu Centro Histórico como um dos locais com maior necessidade de revitalização.

Com muito orgulho, a 5 de Dezembro de 2006, a cidade do Porto foi classificada como Património Mundial da Humanidade pela UNESCO (The United Educational, Scientific and Cultural Organization – Convenção do Património Mundial, sobre a Proteção do Património Mundial, Cultural e Natural, com vista a garantir a adequada identificação, proteção, conservação e valorização do Património Mundial) projetando esta Cidade para os quatro cantos do Mundo, merecendo grande atenção para a sua Reabilitação.

Tal classificação, por parte da UNESCO, foi baseada de acordo com o seguinte critério:

“Excelente exemplo de um tipo de construção ou de um conjunto arquitetónico ou tecnológico ou paisagístico ilustrando um ou vários períodos significativos da história da humanidade” [3].

Não só por este importante fator, a Reabilitação Urbana na Cidade do Porto é urgente na medida em que se por um lado se assiste à degradação física dos edifícios que são traduzidas em grande desconforto de habitabilidade dos ocupantes pertencentes a segmentos vulneráveis da nossa sociedade, por outro lado, uma das principais fontes de riqueza, o Património Histórico do Edificado, encontrando-se degradado, afeta a qualidade do tecido urbano, influenciando negativamente a imagem, a vitalidade, a competitividade e a atratividade da Cidade [3].

Assim, no âmbito desta inquestionável necessidade, a reabilitação deverá ser feita nas múltiplas frentes que constituem o todo urbano:

- Tecido urbano em todas as suas vivências
- Espaço público
- Património monumental
- Equipamentos Social e Cultural
- Edificado Residencial e Económico [3].

Antes de se proceder aos aspetos técnicos da reabilitação é importante definir de alguns conceitos utilizados nesta área:

- Conservação de um edifício – “Conjunto de medidas destinadas a salvaguardar e a prevenir a degradação de um edifício, que incluem a realização de obras de manutenção necessárias ao correto funcionamento de todas as partes e elementos de um edifício” (repor, dentro do possível, a sua qualidade inicial -> manutenção) [1].
- Reabilitação de um edifício – “Obras que têm por fim a recuperação e beneficiação de uma construção, resolvendo as anomalias construtivas, funcionais, higiénicas e de segurança acumuladas ao longo dos anos, procedendo a uma modernização que melhore o seu desempenho até próximo dos níveis atuais de exigência” [1].
- Restauro de um edifício – “Obras especializadas, que têm por fim a conservação e consolidação de uma construção, assim como a preservação ou reposição da totalidade ou de parte da sua conceção original ou correspondente aos momentos mais significativos da sua história” (em geral aplicável a edifícios com valor histórico) [1].
- Reconstrução de um edifício - “Qualquer obra que consista em realizar de novo, total ou parcialmente, uma instalação existente, no local de implantação ocupado por esta e mantendo, nos aspetos essenciais, a traça original” (não tem ligação com intervenções qualitativas) [1].

- Renovação de um edifício - “Qualquer obra que consista em realizar de novo e totalmente um edifício num local anteriormente construído” (está implícito que o local da construção se mantém, mas, ao contrário do restauro, podem existir com alguma liberdade alterações construtivas e funcionais amplas) [1].
- Recuperação de um edifício - Termo geralmente utilizado para designar intervenções de reabilitação muito amplas, quando os edifícios estão próximos do limite de insatisfação [1].
- Manutenção de um edifício - “Série de operações que visam minimizar os ritmos de deterioração da vida de um edifício e são desenvolvidas sobre as diversas partes e elementos da sua construção assim como sobre as suas instalações e equipamentos, sendo geralmente obras programadas e efetuadas em ciclos regulares” (termo que tem relação estreita e por vezes é usado como sinónimo de conservação) [1].
- Renovação urbana - “Ação que implica a demolição das estruturas morfológicas e tipológicas existentes numa área urbana degradada e a sua conseqüente substituição por um novo padrão urbano, com novas edificações (construídas segundo tipologias arquitetónicas contemporâneas), atribuindo uma nova estrutura funcional a essa área” (estas estratégias são aplicadas sobre tecidos urbanos degradados, sem valor patrimonial arquitetónico) [1].
- Revitalização urbana - “Engloba operações destinadas a relançar a vida económica e social de uma parte da cidade em decadência.” (estas ações, com semelhanças à reabilitação urbana, aplicam-se a todas as zonas da cidade com ou sem identidade e características marcadas) [1].
- Requalificação urbana - “Aplica-se sobretudo a locais funcionais da “habitação”; são operações destinadas a tornar a dar uma atividade adaptada a esse local e no contexto atual” (é uma noção idêntica à de reabilitação urbana, mas mais especificamente para zonas residenciais) [1].

Antigamente os edifícios eram construídos e não era tido em conta a sustentabilidade ambiental. Com o passar dos anos, o crescimento do buraco do ozono e o conseqüente efeito de estufa começou a ser uma grande preocupação da sociedade e a construção civil é uma área que muito contribuiu para os problemas ambientais.

No sentido de se reverter a degradação do meio ambiente foram-se adotando uma série de iniciativas, prova disso, foi por exemplo, em 1987, a publicação do Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (criada pela Assembleia das Nações Unidas) onde se definiu o conceito de Desenvolvimento Sustentável como “conjunto de ações que procuram satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidades das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” [4].

A reabilitação pode ser encarada como uma atividade compatível com a aplicação dos critérios de sustentabilidade ambiental de forma a tornar a habitação mais sustentável focando-se em pontos fulcrais, como por exemplo, potenciar o uso de materiais locais (essencialmente se forem provenientes de fontes renováveis ou com possibilidade de reutilização), substituição do consumo de energia convencional por energia renovável (não poluente e gratuita), melhoria dos projetos referentes à eficiência energética (reduzindo as necessidades de climatização, ventilação e iluminação artificiais), entre outros.

Para uma correta reabilitação sustentável é necessário atuar em todas as fases do ciclo de vida de um edifício, desde as fases de inspeção, de projeto e construção até à utilização e manutenção do mesmo.

Ainda no contexto da sustentabilidade, enquadra-se a arquitetura bioclimática, que consiste em pensar e projetar um edifício tendo em conta toda a envolvência climatérica e

características do local em que se insere, otimizando assim o conforto ambiental no interior de um edifício utilizando apenas o design e os elementos arquitetónicos disponíveis [5].

Quando se fala em reabilitação, pensa-se que é uma forma mais barata e mais económica de se construir, visto que “apenas” se tem de “reparar” o que está “danificado”. É claramente uma ideia errada, pois a reabilitação é uma forma de construção, na maioria das vezes, com custos superiores do que construir de novo. Essas dificuldades passam por:

- estudo exaustivo do património construído de forma a preservar a sua identidade e especificidade cultural;
- em grandes reabilitações de edifícios tradicionais é necessário muitas vezes adequar à legislação e exigências funcionais atuais;
- é necessário uma grande preparação técnica dos agentes envolvidos;
- é necessário uma eficiente recolha de técnicas e materiais de construção tradicionais, assim como, o esclarecimento adequado das metodologias de restauro, reabilitação e conservação, da mesma forma que é imprescindível encontrar mão-de-obra com formação técnica adequada para o efeito;
- nas obras de reabilitação em centros urbanos, nomeadamente nos centros históricos onde existe uma grande massa populacional, é essencial um excelente planeamento da montagem do estaleiro devido ao pouco espaço existente, onde as ruas são bastante estreitas e de difícil acesso, sendo por vezes necessário adotar soluções economicamente dispendiosas.

Uma das grandes dificuldades é também os riscos que a reabilitação em edifícios muito degradados acarretam devido ao perigo de desabamento da estrutura, inundações ou soterramento, exposição a odores e cheiros, queda de elementos e materiais de construção desprendidos ou até contactos com a rede eléctrica [6].

Os edifícios encontram-se em diferentes estados de conservação, perfilando-se fundamentalmente, em 4 níveis de intervenção:

- Nível 1: Reabilitação ligeira – execução de pequenas reparações e beneficiações de instalações e equipamentos já existentes nos fogos (normalmente em razoável estado de conservação), tais como equipamentos de ventilação e exaustão (mecânica ou passiva), limpeza e reparação de coberturas (incluindo caleiras, tubos de queda e redes de drenagem), de rebocos e pinturas (exteriores e interiores), de caixilharias ou beneficiação geral de instalações elétricas. Este tipo de reabilitação não deve ultrapassar 1/3 do custo por m<sup>2</sup> do edifício novo [7].
- Nível 2: Reabilitação média – para além dos trabalhos referidos no nível 1, ainda poderá incluir a reparação ou substituição geral de elementos de carpintaria (caixilharias, escadas, soalhos, tetos), reparação ou reforço de alguns elementos estruturais (lajes de pisos ou cobertura), reparação generalizada de revestimentos de paredes exteriores e interiores e cobertura, inclusão de nova instalação elétrica. Beneficiação de partes comuns do edifício, execução de ligeiras alterações em compartimentação, cozinhas e instalações sanitárias. Este tipo de alterações não deve ultrapassar 1/2 a 2/3 do custo por m<sup>2</sup> do edifício novo e obriga a desalojamento provisório dos habitantes em breves períodos [7].
- Nível 3: Reabilitação profunda - Além dos trabalhos referidos no nível 2, ainda pode incluir a necessidade de introduzir alterações profundas na compartimentação interior e nas tipologias dos fogos e alterações que implicam demolições e reconstruções significativas que poderão obrigar a mudanças nas lajes de pisos e outras questões estruturais. Este tipo de alterações aproxima-se do custo por m<sup>2</sup> do edifício novo e obriga à desocupação dos edifícios [7].

- Nível 4: Reabilitação excepcional – esta intervenção poderá obrigar ao recurso pontual a técnicas de restauro na envolvente ou no seu interior e em determinadas circunstâncias poderá mesmo levar à total reconstrução do edifício, com modernização de algumas partes (nomeadamente em instalações e equipamentos) para padrões elevados, muito superiores aos iniciais. Este tipo de alterações ultrapassa em custo por m<sup>2</sup> o edifício novo, pelo que só se executa em edifícios de elevado valor patrimonial ou arquitetónico obrigando à desocupação do edifício [7].

Pode-se então concluir que a reabilitação do edificado é de extrema importância nos dias de hoje e que a reabilitação é uma área em franco desenvolvimento.

Outra nota importante é que a reabilitação é uma temática mais extensa e complexa do que a construção nova. Para reabilitar é necessário interpretar e conviver com as pré-existências, respeitando, sempre que possível, as tecnologias primitivas, ou quando tal não for possível, estar seguro de que as tecnologias a empregar não são incompatíveis com as primitivas, nem aceleram a degradação da construção. Tudo isto tendo sempre em conta a sustentabilidade das habitações.

Preservar o nosso património é uma questão com demasiada importância e os habitantes da cidade bem como os que a visitam, deverão sentir um íntimo impulso de gratidão a todos aqueles que ontem e hoje, fazem deste Porto uma cidade eterna.

## **1.1 Breve Nota Histórica sobre a Baixa Portuense**

A ocupação humana do Porto começa no Morro de Penaventosa, por excelência um verdadeiro forte natural, ladeado por escarpas, e com provisão abundante de água – o Douro, o Rio da Vila, encanado sob Mouzinho da Silveira, e um pequeno ribeiro a nascente.

O desenvolvimento dos arruamentos e edificação da cidade, nos seus terraços naturais, apenas foi possível devido à orografia da mesma. Do mesmo modo, as Ruas que delineiam os quarteirões do Morro da Sé são consequência desta orografia difícil e naturalmente defensiva, seguindo ou cortando as curvas de nível, em acessos de envoltência, como é o caso, respetivamente, da Rua de Sant`Ana, e as Ruas da Bainharia e São Sebastião.



Figura 1 Morro de Penaventosa - Fonte: Google Maps

O Morro de Penaventosa é habitado desde há, pelo menos, três milénios, tendo sido encontrados vestígios arqueológicos que documentam esta ocupação, podendo-se distinguir três períodos após este povoamento inicial – com populações do Final da Idade do Bronze, a primeira; uma segunda, onde os contactos com o Mediterrâneo se desenvolveram; e uma terceira, com a romanização, antecedendo em pouco mais de um século a era atual [13].

A atribuição, por parte da UNESCO, do Centro Histórico do Porto como Património Mundial, significa o reconhecimento da existência de valores universais excepcionais na região, confirmando a densidade da sua história e outros bens culturais.

O Centro Histórico do Porto (a par com o Centro Histórico de Guimarães) pode ser identificado como exemplo representativo de toda uma região (região Norte), onde permanecem testemunhos expressivos da antiguidade da história do homem em momentos diversos, disseminados por todo o território, rico em manifestações notáveis, ao nível da arquitetura, da arte e da paisagem [8].

O Porto é hoje uma cidade que mantém uma dinâmica própria e constitui um destino turístico distinto no Norte de Portugal. A cidade tem vindo a desenvolver programas de reabilitação urbana, assentes em princípios de salvaguarda do património, valorizando a morfologia, a estética e as técnicas construtivas tradicionais, a par com políticas de requalificação do espaço público assim como políticas económicas e sociais. Sem dúvida que a inscrição do centros histórico e a intervenção nele realizada, constitui fatores de um significativo aumento da oferta de serviços, nomeadamente os orientados para o turismo [8].

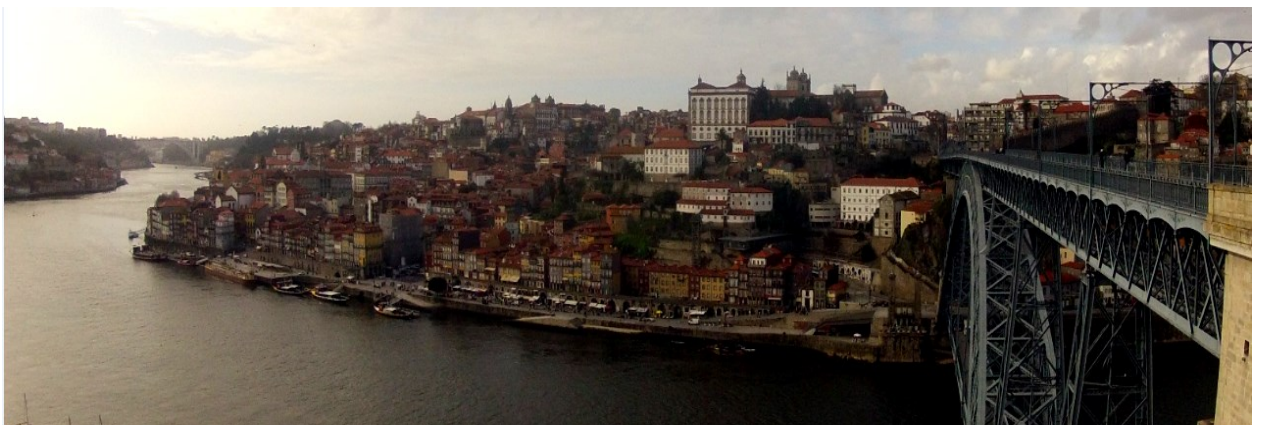


Figura 2 Vista da Cidade do Porto: Morro de Penaventosa

## 1.2 Sistemas construtivos dos edifícios antigos no Porto

Os materiais base utilizados na construção dos edifícios antigos da cidade do Porto eram essencialmente de pedra (granito) e madeira, sendo este último o mais utilizado.

Assim, os diferentes elementos construtivos de um edifício tradicional são na sua maioria constituídos por:

- Fundações – essencialmente são de 3 tipos:

- Diretas – simples prolongamento do edifício ao terreno das paredes resistentes;
- Semi-diretas – constituída por poços de alvenaria de pedra e rematadas por arcos de alvenaria de pedra ou tijolo;
- Indiretas – constituídas por estacarias de madeira, atravessando aterros e formações recentes, atingindo estratos profundos de solo resistente. [9]

- Pavimentos – Os pisos térreos são constituídos por terra batida ou em enroncamentos de pedra arrumada à mão, sobre a qual se colocava a camada de revestimento e desgaste, lajeado de pedra, ladrilhos, tijoleiras cerâmicas ou soalho de madeira. Os pisos superiores são constituídos por vigas de madeira alinhadas e orientadas no sentido do menor vão onde eram assentes nas paredes. As paredes, por sua vez, tem encaixes de dimensão adequada, de forma a servir de apoio às vigas. [9]



Figura 3 Pavimento com vigamento em madeira - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU

- Paredes resistentes – são essencialmente constituídas por alvenaria de pedra ordinária rebocada de grande espessura.



Figura 4 Paredes resistentes em granito - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU

- Paredes divisórias – normalmente construídas por paredes de tabique, obtidos através da pregagem de fasquiado sobre tábuas colocadas ao alto, sobre o qual era adicionado um revestimento em ambas as faces, geralmente de argamassa e cal. Estas paredes

desempenham um papel relevante na estabilidade estrutural embora nem sempre recebam diretamente cargas verticais.



Figura 5 Parede interior em tabique

- Coberturas – por norma são inclinadas e de quatro águas e geralmente constituídas por estrutura resistente em asnas de madeira onde se apoiam as madres que recebem as telhas lusas. Muito comum é também a existência de claraboias.



Figura 6 Coberturas de 4 águas



## 2. Empresa Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa do Porto

O centro histórico, como parte integrante da Baixa e do Porto Antigo, era profundamente afetado pela imagem de desleixo que a situação caótica da cidade transmitia a residentes e visitantes. Paralelamente, e não de somenos importância, à desordem do espaço público acresciam a dificuldade de circulação automóvel e de mobilidade dos cidadãos, sendo determinante tomar medidas que levassem a cidade a um novo rumo.

É então neste contexto que foi criada a empresa Porto Vivo, SRU com a missão de definir um projeto e respetivo instrumentos que permitissem soluções globais para a reabilitação do espaço público e do património imobiliário degradado [13].



Figura 7 Logotipo da Porto Vivo, SRU - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU

A empresa Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense S.A., é uma empresa de capitais públicos, da Câmara Municipal do Porto (detém 40%) e do Estado (IHRU – Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana – que detém 60%), que foi constituída nos termos e ao abrigo do DL n.º 104/2004, de 7 de Maio [13].

Constituída a 27 de Novembro de 2004, cabe à Porto Vivo, SRU o papel de orientar o processo de regeneração da Cidade, elaborar a estratégia de intervenção e atuar como

mediador entre agentes locais e privados e, em caso de necessidade, tomar a seu cargo a operação de reabilitação, com meios legais que lhes foram conferidos [13].

Na escritura pública de constituição, pode ler-se "sociedade anónima denominada, "Porto Vivo, SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense S.A.", com sede na Rua Mouzinho da Silveira, 208 a 214, freguesia da Sé, nesta cidade, e que tem como objeto promover a reabilitação e reconversão do património degradado da Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística do concelho do Porto, conforme deliberações da Câmara Municipal e da Assembleia Municipal, respetivamente de 21 de Setembro de 2004 e 25 de Outubro do mesmo ano e Despacho Conjunto número 561/2004, do Ministro das Finanças e Administração Pública e do Ministro das Cidades, Administração Local, Habitação e Desenvolvimento Regional, de 30 de Julho de 2004, publicado no Diário da República II Série, número 207, de 2 de Setembro de 2004" [10].



Figura 8 Espaço físico da empresa Porto Vivo, SRU - Fonte: Engº Fernando Guedes

A atuação da Porto Vivo, SRU Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense, até 23 de Dezembro de 2009, era conformada, juridicamente, pelo Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de Maio, sendo substituída depois pelo novo Regime Jurídico da Regeneração Urbana (RJRRU), regulado pelo DL n.º 307/2009 que, por sua vez sofreu alteração com a Lei n.º 32/2012, de 14 de Agosto. Este novo regime introduz um enquadramento procedimental mais vasto e complexo que o anterior, sendo de realçar a definição de princípios de iniciativa e de monitorização periódica das operações por parte do Município.

Assim, a Porto Vivo, SRU consideram-se investidas nos seguintes poderes:

- Licenciamento e admissão de comunicação prévia de operações urbanísticas e autorização de utilização;
- Inspeções e vistorias;
- Adoção de medidas de tutela da legalidade urbanística;
- Cobrança de taxas;
- Receção das cedências ou compensações devidas;
- Imposição da obrigação de reabilitar e obras coercivas;
- Empreitada única;
- Demolição de edifícios;
- Direito de preferência;
- Arrendamento forçado;
- Servidões;
- Expropriação;
- Venda forçada;
- Reestruturação da propriedade [11].

É da responsabilidade da Porto Vivo, SRU a elaboração de documentos estratégicos <sup>1</sup>para unidades de intervenção concretas que identificam os seguintes parâmetros:

- edifícios a reabilitar e a extensão das intervenções neles previstas;
- identificação dos respetivos proprietários;
- projetos-base de intervenção, no qual se descrevem opções estratégicas em matéria de reabilitação, designadamente no que concerne a habitação, acessibilidades, equipamentos, infraestruturas ou espaço público, quando a intervenção inclua estas áreas, explicando sumariamente as razões das opções tomadas de modo a refletir a ponderação entre os diversos interesses públicos relevantes;
- planificação e estimativa orçamental das operações;
- indicação de eventuais interessados em colaborar com proprietários na recuperação dos imóveis;
- auto da vistoria de cada uma das edificações, identificando o respetivo estado de conservação do ponto de vista da segurança, salubridade e estética [11].

## 2.1 A Estratégia da Porto Vivo, SRU

De acordo com o disposto legal e com o que foi citado anteriormente, a atuação da Porto Vivo - SRU, é constituída pela delimitação de uma Área de Intervenção e elaboração de uma Proposta Base de Documento Estratégico, com base num levantamento físico, funcional, socioeconómico e administrativo, sendo recolhidas sugestões e críticas dos

---

<sup>1</sup> Documento Estratégico é um documento aprovado pelo Conselho de Administração da Porto Vivo, SRU, que após a notificação à Câmara Municipal do Porto, nos termos e para os efeitos do RJRU em vigor, dispensa a elaboração de um plano de pormenor e que contém, as intenções de regeneração urbana, para determinada área

interessados até ao prazo vigente de 90 dias, após o qual é aprovado o Documento Estratégico da área a intervir [12].

Após a Proposta Base do Documento Estratégico, os proprietários são notificados no sentido de realizarem obras em que, caso sejam recusadas, são celebrados contratos de regeneração com proprietários e parceiros privados para os substituírem, havendo dois tipos de procedimento:

- Por acordo entre a Porto Vivo, SRU e os proprietários em que são outorgados contratos que estipulam a obrigação de reabilitar os imóveis de acordo com o grau e a extensão da intervenção definida pelo Documento Estratégico em que vigora o princípio civilístico da Liberdade Contratual do art.º 405º do Código Civil. Estes contratos são estabelecidos por meio de:
  - *Contratos de Regeneração de Imóveis* em que os proprietários são obrigados a fazerem obras de regeneração num determinado prazo;
  - *Contratos de Cedência de Espaço com Permuta*, espaços esses que normalmente são logradouros ou saguões, em que os proprietários cedem parte desse espaço em troca de regeneração da fachada de tardoz promovida pela Porto Vivo, SRU a expensas suas.
- Não existindo acordo entre a Porto Vivo, SRU e os proprietários, acionam-se procedimentos coercivos que podem ser de duas formas:
  - Expropriação por utilidade pública, que na maioria dos casos, se pretende de forma amigável;
  - Tomada de posse administrativa, com o intuito de se realizarem obras coercivas à expensa dos proprietários [12].

É de salientar que os proprietários têm a possibilidade de aceder a determinados programas de apoio e incentivos à regeneração urbana. Tema que será abordado mais à frente neste capítulo.

Se a desburocratização de alguns procedimentos administrativos já representa um incentivo à regeneração urbana, o poder de expropriação que a legislação confere à Porto Vivo, SRU revela-se essencial para o levantamento de alguns entraves colocados pelos proprietários [12].

Como acima mencionado, após a recusa dos proprietários na regeneração das suas frações (com urgência na sua reabilitação), estes poderão incorrer em processos de expropriação, ficando as frações em posse administrativa da Porto Vivo, SRU, que procede a uma avaliação (baseada em critérios materiais) por um perito qualificado do bem em questão. Caso não haja acordo entre os dois intervenientes, o processo é levado a tribunal [14].

No caso de uma habitação arrendada ser expropriada, são devidas compensações ao respetivo inquilino, que poderá optar entre uma habitação com localização e rendas semelhantes ou então ser indemnizado financeiramente atendendo-se ao valor do fogo, ao valor das benfeitorias realizadas pelo arrendatário e à relação entre as rendas pagas por este e as praticadas no mercado [12].

No caso de se tratar de um arrendamento comercial, de acordo com o Código das Expropriações, o inquilino tem direito a indemnização pelas despesas relativas à nova instalação, incluindo os diferenciais de renda que o arrendatário irá pagar, o prejuízo causado pela possível perda de clientes e as despesas de mudança, além da acessão dos lucros resultantes da paralisação da atividade [12].

É de salientar que a maior parte da área de atuação da Porto Vivo, SRU foca-se em edifícios devolutos de modo a evitar eventuais indemnizações a arrendatários.

As estratégias de atuação da Porto Vivo, SRU que assentam numa conceção multidimensional da regeneração urbana, preconizando intervenções a múltiplos níveis reforçando assim a sua atratividade, através da exploração conveniente de fatores que, supostamente, diferenciam uma cidade das demais.

Assim, os três fatores de diferenciação da Baixa do Porto apresentados pelo Porto Vivo, SRU são baseados na:

- dinamização do turismo, associada ao desenvolvimento das atividades culturais e de lazer e à requalificação dos espaços públicos;
- revitalização do comércio, através da qualificação e adequação da oferta às novas procuras, protagonizadas pelos turistas e novos residentes;
- promoção do negócio baseado na “criatividade e sustentabilidade” e na fixação de novas atividades, nomeadamente em sectores de ponta [13].

## 2.2 Área de Intervenção

O novo Regime Jurídico da Regeneração Urbana (RJRU) deixou de ser excepcional e de estar limitado a Áreas Críticas de Reconversão e Recuperação Urbanística (ACRRU) e passou a contemplar Áreas de Regeneração Urbana (ARU) [13].

Segundo a Lei nº32/2012 de 14 de Agosto, artº2, alínea b), entende-se Área de Regeneração Urbana 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”.

A ACCRU compreende cerca de 1000 hectares, ou seja, cerca de um quarto do concelho do Porto, sendo, por razões operacionais, delimitada a uma área menor, denominada Zona de Intervenção Prioritária (ZIP), onde será concentrado o esforço de Reabilitação Urbana [13].

Por sua vez, a ZIP compreende uma área com cerca de 500 hectares, cujos limites extremos são, grosso modo, a Sul, o Rio Douro; a Norte da praça do Marquês/Constituição; a Oeste, a Rua da Restauração/Carvalhosa; e, a Leste, o Bonfim. Engloba, portanto, o Centro Histórico do Porto (CHP), classificado como Património Mundial e respetiva área de proteção. [13]

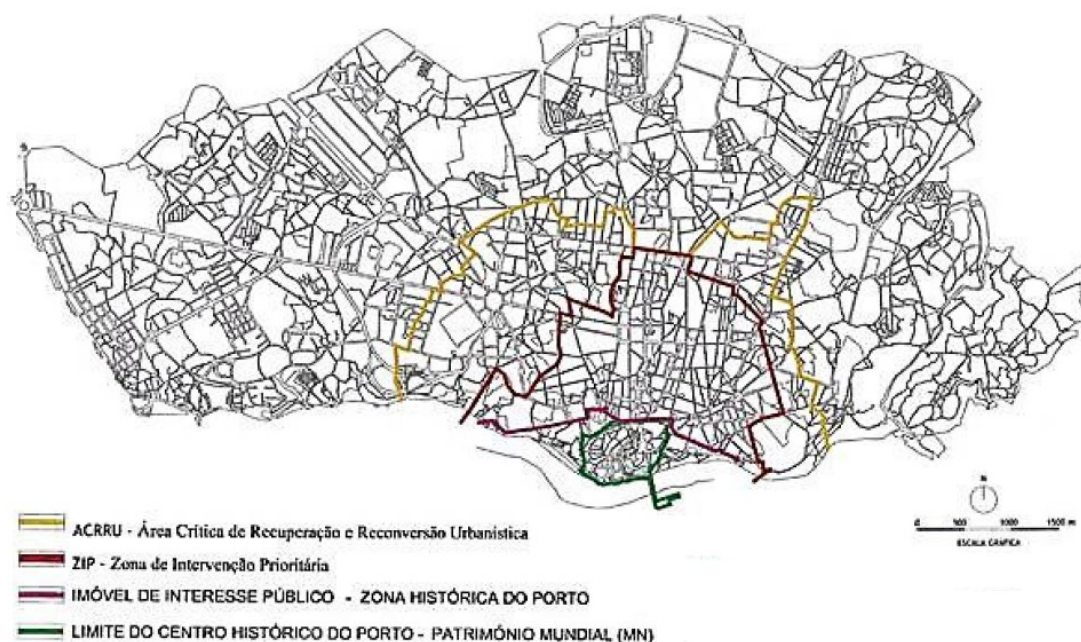


Figura 9 ACCRU - Fonte: Eng<sup>o</sup> Fernando Guedes

### 2.3 Projetos Realizados ou em Curso

Na área de atuação da Porto Vivo, SRU e no âmbito da Regeneração Urbana, realizaram-se várias intervenções no Centro Histórico e Baixa do Porto, nomeadamente:

- Eixo Mouzinho/Flores

- Corpo da Guarda
- Clérigos
- Quarteirão das Cardosas (incluindo Hotel Intercontinental)
- Vitória
- Morro da sé



- Legenda:
- Praça Carlos Alberto
  - Passeio das Cardosas
  - Corpo da Guarda
  - Morro da Sé
  - Clérigos
  - Rua de Mouzinho da Silveira
  - Rua das Flores

Figura 10 Algumas áreas de intervenção por parte da Porto Vivo, SRU – Fonte: Google Maps

De seguida serão abordados algumas das intervenções efetuadas pela Porto Vivo, SRU.

### 2.3.1 Eixo Mouzinho/Flores

O Eixo Mouzinho/Flores estende-se entre a Praça Almeida Garrett/Largo dos Lóios e a Praça do Infante, integrando as ruas que lhe dão a denominação.



Figura 11 Eixo Mouzinho/Flores - Fonte: Google Maps

O Programa de Ação para a Reabilitação Urbana do Eixo Mouzinho/Flores é uma das operações mais importantes, visto que se localiza no Centro Histórico do Porto, Património Mundial. Gozando desse estatuto, é um eixo de passagem obrigatória para os, cada vez mais numerosos, turistas que visitam a Cidade.

Assim, este Programa de Ação para a Reabilitação do Eixo Mouzinho/Flores assenta numa estratégia, assim como se deseja em todo o centro da Cidade, com especial enfoque

na sua reabilitação, devolvendo-lhe a dinâmica de outrora enquanto zona de grande expressão comercial. Justifica-se então que se crie boas condições de utilização do espaço público, aumentando a qualidade do ambiente urbano local e potenciando outros polos de animação centradas em atividades lúdicas e locais. A título de exemplo, são as intervenções realizadas no Palácio da Bolsa e Igreja S. Francisco, Hardclub, Palácio das Artes, Museu de Arte Sacra da Santa Misericórdia e circuito do Vinho do Porto na casa da Companhia [13].

A área de intervenção do Programa abrange 11 hectares, sendo constituído por quinze quarteirões, 421 parcelas, que, segundo o documento estratégico, 45% dos edifícios encontravam-se em mau estado de degradação, 20% devolutos e 40% parcialmente ocupados [13].

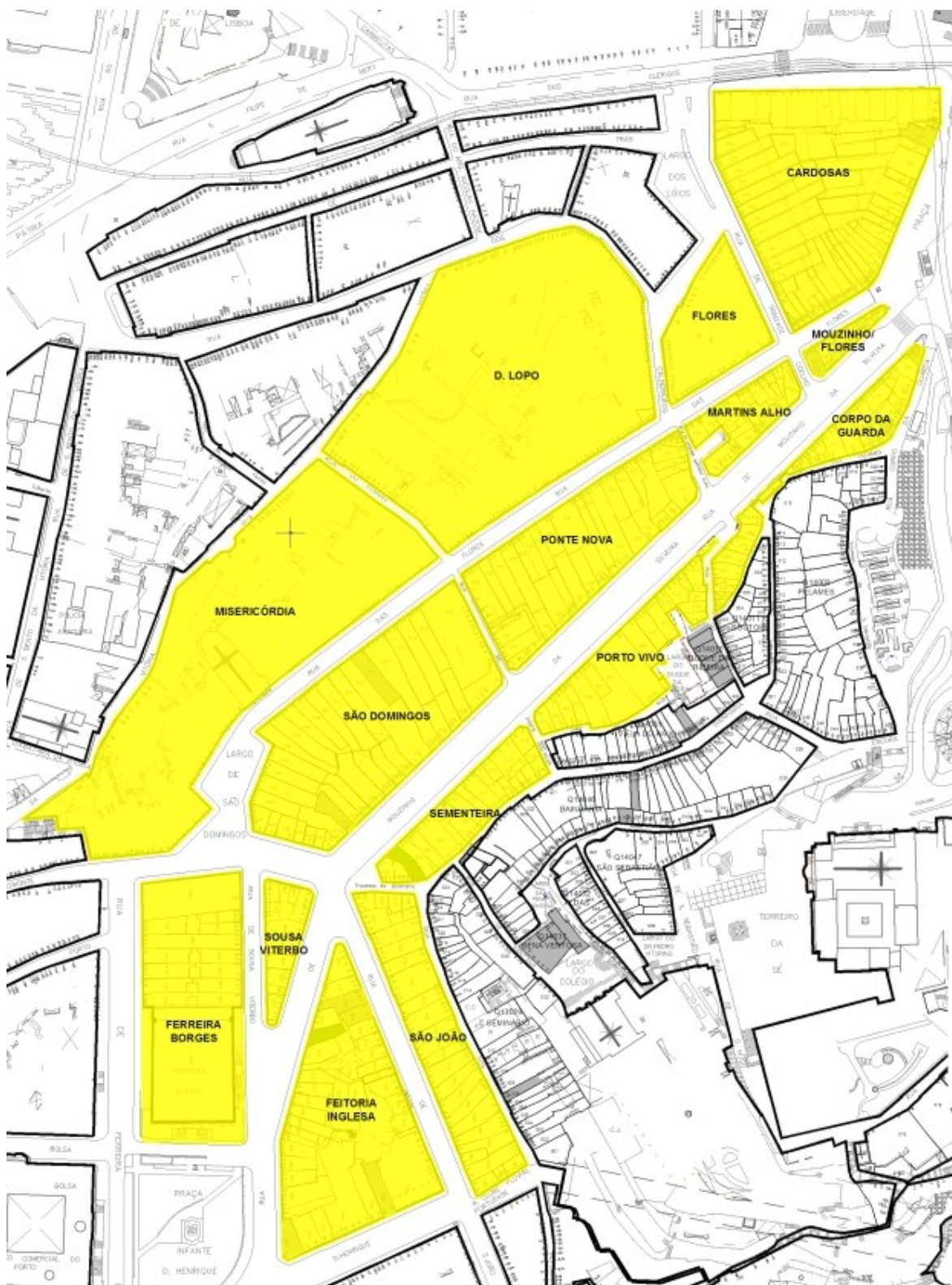


Figura 12 Mapa das áreas abrangidas pelo Programa de Ação para a Reabilitação Urbana do Eixo Mouzinho/Flores - Fonte: Documento Estratégico

### 2.3.2 Corpo da Guarda

Uma das obras já finalizadas que estão inseridas neste Programa é o quarteirão do Corpo da Guarda.



Figura 13 - Corpo da Guarda – Fonte: Google Maps

A Unidade de Intervenção do Quarteirão de Mouzinho da Silveira/Corpo da Guarda está inserida na área classificada como Património Mundial pela UNESCO, o que implica a preservação do respetivo carácter e fisionomia.

O quarteirão organiza-se num eixo principal norte/ sul e é delimitado: a poente pela Rua do Souto e Rua Mouzinho da Silveira, a nascente pela Traveira do Souto, Rua dos Pelames e Rua Corpo da Guarda e a norte pela Praça Almeida Garrett.

Possui um total de 315 metros de frente edificada e é constituído por 27 parcelas que formam duas unidades territoriais distintas, separadas por um pequeno largo situado na

cota alta da Rua dos Pelames, sobre o extradorso do grande arco da Fonte de Mouzinho da Silveira:

- Uma, com 9 edifícios, denominada Souto/Souto;
- Outra, com 18 edifícios, denominada Mouzinho/Pelames/Corpo da Guarda.



Figura 14 - Corpo da Guarda na Rua Mouzinho da Silveira –Fonte: Documento Estratégico para o quarteirão corpo da guarda

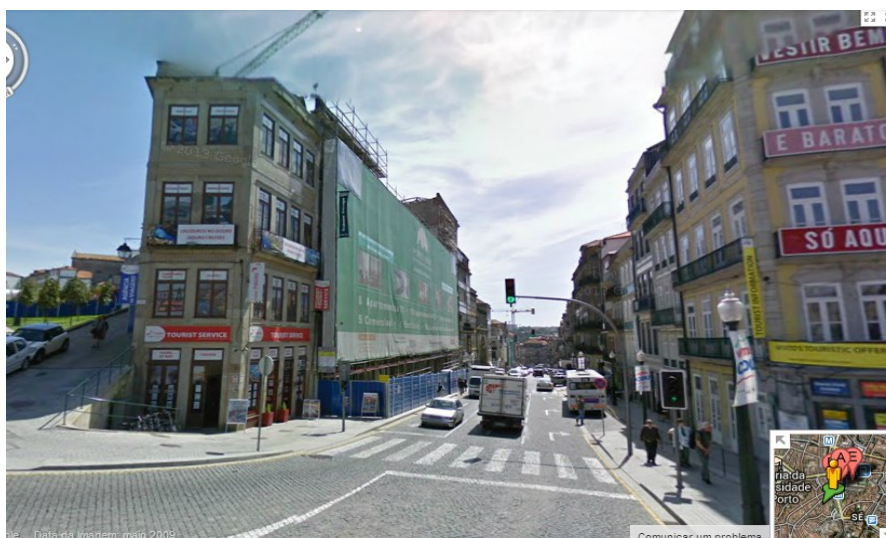


Figura 15 - Corpo da Guarda - Rua dos Pelames/Mouzinho da Silveira – Fonte: Google Maps

Não fugindo à tradição do tipo de construção na antiguidade na cidade do Porto, segundo o documento estratégico das obras de intervenção do quarteirão Mouzinho da Silveira/Corpo da Guarda, os edifícios apresentavam, regra geral, as seguintes características:

- a maioria das parcelas foi construída sobre escarpa granítica, cuja própria serve de parede estrutural nos pisos inferiores;



Figura 16 Corpo da guarda - edifícios construídos sobre escarpa granítica - Fonte: Google imagens

- as estruturas verticais dos pisos não confrontantes com a escarpa são em maioria de alvenaria em granito da região e as estruturas horizontais constituídas por vigamento em madeira onde assenta o soalho;
- as paredes divisórias interiores são de tabique e madeira rebocadas e pintadas de ambos os lados nas zonas secas e revestimento cerâmico em altura nas zonas húmidas;
- os acessos verticais são constituídos por escadas em madeira;
- os tetos são em gesso /estruque com cor geralmente branca;
- no que respeita às coberturas são de quatro águas (com claraboia) de revestimento a telha cerâmica do tipo Marselha com cor natural;

- as caixilharias são de madeira.

Claramente que muitas destas características já tinham sido substituídas devido à grande degradação que os materiais apresentavam [13].

Segundo a mesma fonte, das vistorias realizadas aos edifícios, constatou-se que mais de metade dos edifícios não possuíam condições de salubridade, devendo-se ao mau estado de conservação dos mesmos (ao nível dos elementos construtivos e instalações) e da deficiente ventilação no interior dos fogos. Na verdade, verificou-se até a existência de fogos habitacionais com instalações sanitárias privativas no seu interior.

Em síntese, constatou-se que mais de metade dos edifícios da unidade de intervenção estava em mau estado de conservação e alguns mesmo em ruína, necessitando de uma intervenção profunda. Em termos estatísticos, obteve-se:

- 12 edifícios (44%) em mau estado<sup>2</sup>, representando 3311 m<sup>2</sup> de área bruta de construção;
- 5 edifícios (19%) em ruína<sup>3</sup>, representando 1254 m<sup>2</sup> de área bruta de construção;
- 4 edifícios (15%) em bom estado<sup>4</sup> de conservação, representando uma área bruta de construção de 1337 m<sup>2</sup>;
- 6 edifícios (22%) em médio estado <sup>5</sup>de conservação, representando 1838 m<sup>2</sup> de área bruta de construção.

---

<sup>2</sup> Considera-se em mau estado um edifício sem condições de habitação, com fachada degradada, sem janelas ou entaipado

<sup>3</sup> Considera-se em ruína um edifício impossível de ser habitado, sem cobertura nem pisos

<sup>4</sup> Considera-se em bom estado um edifício com condições de habitabilidade e que tenha sido renovado há 5 a 15 anos

<sup>5</sup> Considera-se em médio estado um edifício com condições de ser habitado mas com a fachada ligeiramente degradada e pequenas anomalias no seu interior

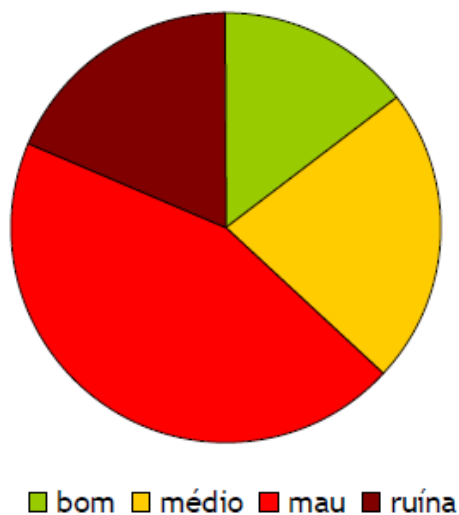


Figura 17 Estado de conservação dos edifícios do quartelão Corpo da Guarda - Fonte: Documento estratégico do Corpo da Guarda

Ainda da mesma fonte, no que respeita à ocupação dos edifícios, constatou-se que um terço do quartelão estava integralmente devoluto, cerca de metade dos edifícios totalmente ocupados e o resto da fatia parcialmente ocupados.



Figura 18 Estado de ocupação dos edifícios - Fonte: documento estratégico do Corpo da Guarda

Perante o cenário atrás descrito, nas figuras 17 e 18, este quarteirão tornou-se uma das prioridades para ser intervencionado [13].

A estratégia de reabilitação física passou por:

- intervenções de várias parcelas em conjunto de modo a racionalizar acessos verticais, aumentando a área habitável e evitando determinados acessos e estruturas de modo a criar fogos minimamente qualificados, com condições de segurança, salubridade e estética. Ou seja, com a remoção de escadas de todas as habitações, criou-se uma caixa de escadas única com acesso aos diferentes fogos, de modo a aumentar a área de habitação dos mesmos;
- devido à configuração do conjunto de algumas parcelas, permitiu um tipo de reabilitação excepcionalmente raro no Centro Histórico, que passou pela introdução de garagens, aproveitando os desníveis existentes entre arruamentos;
- em certos edifícios a intervenção teve de ser isolada, não permitindo o emparcelamento na medida que estes apresentavam cotas muito distintas entre si;
- foi feito um aumento de cérceas através de pisos recuados devidamente enquadrados com a envolvente possuindo uma composição de fachada coerente com as pré-existentes do edifício e do quarteirão;
- as anomalias das empenas foram corrigidas, convenientemente impermeabilizadas e revestidas a materiais tradicionais que se integram na imagem das construções;
- foi feita uma reparação ao nível das coberturas e respetivos sistemas de drenagem de águas pluviais, mantendo-se o mesmo tipo de material para a cobertura- telha cerâmica do tipo Marselha;

- os materiais, as cores e texturas dos revestimentos das fachadas originais, sempre que possível foram mantidos. Quando tal não foi possível, optou-se por revestimentos e elementos esteticamente integrados com os originais [13].

Em síntese, a reabilitação foi feita a 27 edifícios cuja estratégia passou pela intervenção conjugada de parte do quarteirão, com criação de estacionamento, comércio e habitação, reabilitação isolada dos restantes prédios e ainda pela manutenção das atividades existentes e a funcionar.

A operacionalização passou pelo recurso à expropriação, acordos de reabilitação com proprietários para a intervenção conjunta com a gestão da Porto Vivo, SRU e acordos de reabilitação com proprietários para intervenções isoladas, promovendo um investimento privado de 4.386.521€ contra 912.000€ de investimento por parte da Porto Vivo, SRU.



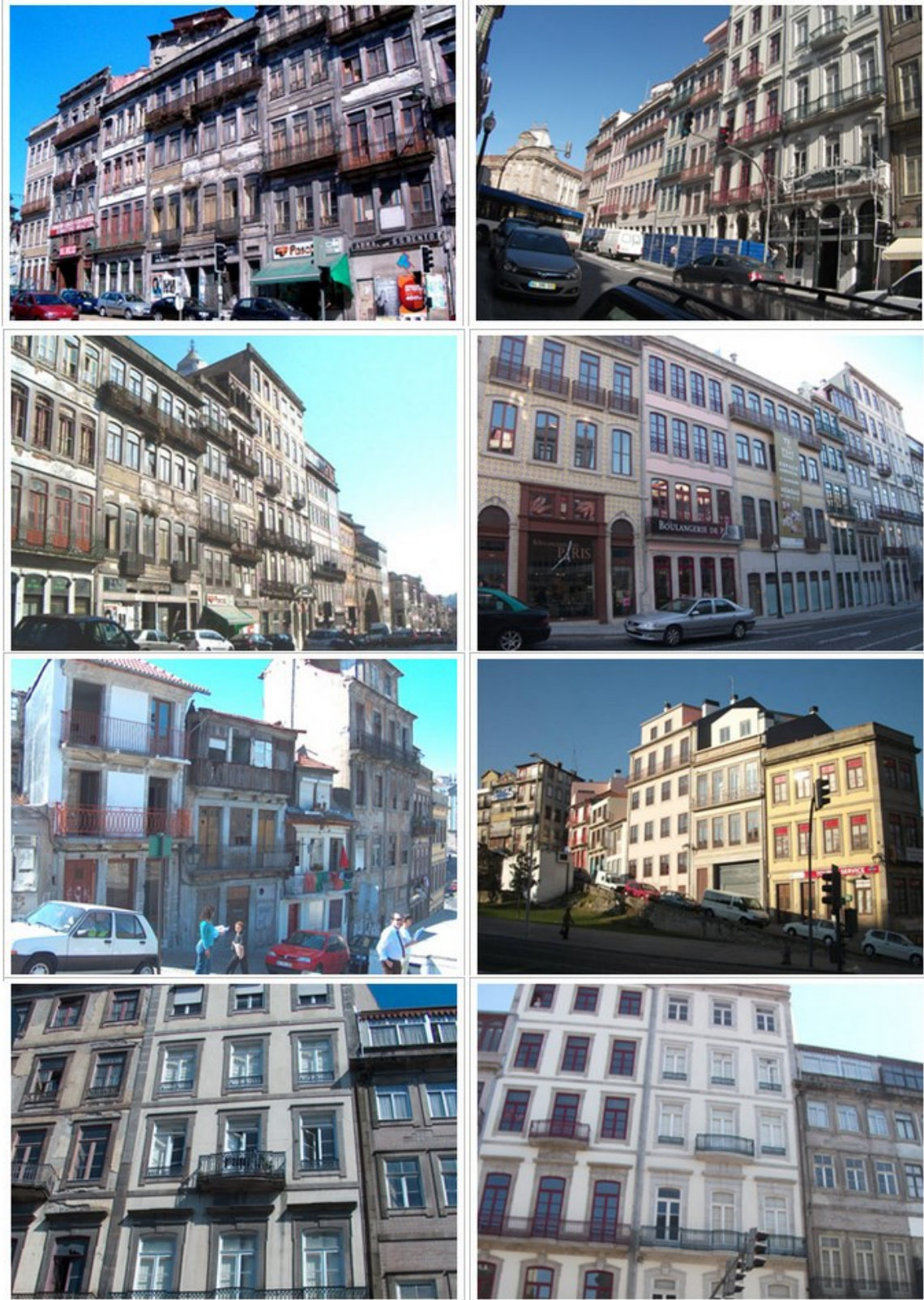
Figura 19 Parte da fachada do quarteirão Corpo da Guarda - Fonte: Google Imagens



Figura 20 Exemplo de interiores de fogos no Corpo da Guarda – Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 21 Garagem no interior do quartirão Corpo da Guarda - Fonte: Porto Vivo, SRU



ANTES

DEPOIS

Figura 22 Antes e depois da reabilitação do Quarteirão do Corpo da Guarda – Fonte: Documento estratégico do quarteirão Corpo da Guarda

### 2.3.3 Passeio das Cardosas



Figura 23 Passeio das Cardosas – Fonte: Google Maps

Delimitado a norte pela Praça da Liberdade, a nascente pela Praça Almeida Garret, a sul pela Rua das Flores e a poente pelo Largo dos Lóios e pela Rua Trindade Coelho, o Passeio das Cardosas constitui provavelmente um dos mais marcantes e bem localizados quarteirões do centro do Porto.

A sua localização central, a sua importância patrimonial e urbanística no contexto do centro da cidade e a estrutura do edificado existente, tornaram este quarteirão um espaço merecido de uma intervenção ambiciosa que induzisse mudanças e introduzisse novidades, garantindo a sua ampla renovação funcional. Um desses exemplos passou pela construção de um parque automóvel, uma infraestrutura escassa no centro da cidade.

Se um dos grandes objetivos da Reabilitação Urbana é atrair de novo a população para os centros urbanos, é necessário criar essas condições. Não é suficiente reabilitar apenas as habitações, é essencial criar condições para se viver nelas, condições essas que as periferias já oferecem. Assim, segundo o documento estratégico da Unidade de Intervenção do Quarteirão das Cardosas, a proposta funcional do mesmo passou por:

- reforçar a envolvente comercial, permitindo a sua ligação com a parte interior do quarteirão de forma a apoiar o quotidiano dos habitantes locais. As áreas destinadas ao comércio no perímetro do quarteirão (no R/C e 1º piso) poderão ser desde restauração (restaurantes, cafés e confeitaria) a outro tipo de lojas;

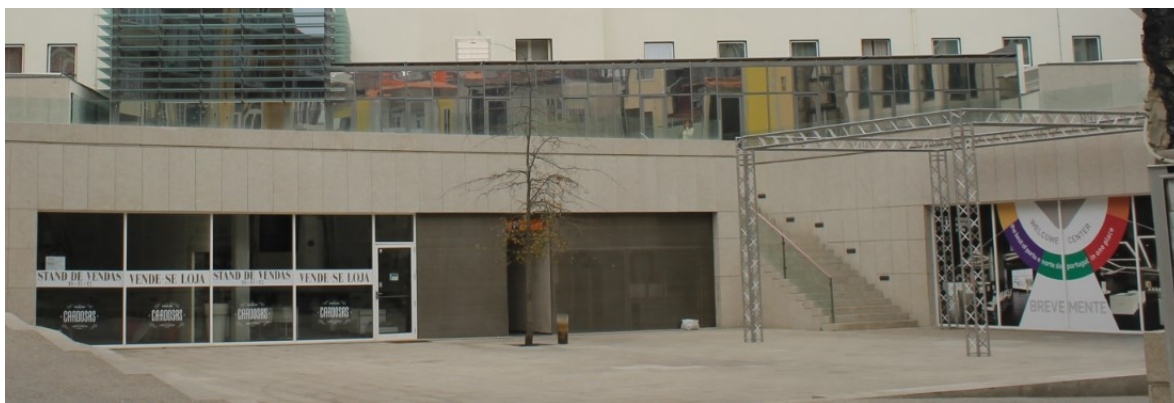


Figura 24 Comércio dentro do quarteirão das Cardosas



Figura 25 Restauração no R/C de um edifício de habitação no interior do quarteirão das Cardosas

- reforçar a função habitacional, a principal função, no 2º e 3º piso da grande maioria dos edifícios. Essa opção passou pela necessidade de oferecer tipologias adequadas e atrativas face a novos segmentos da população. A excelente acessibilidade a transportes públicos, comboio, metro (transporte com características qualificadas) que esta localização oferece, é um fator acrescido de diferenciação deste quarteirão, designadamente, para o segmento que opta por uma segunda residência na cidade do Porto.



Figura 26 Edifícios de habitação no interior do quarteirão das Cardosas

- instalação na fachada norte do quarteirão, o Palácio das Cardosas, de uma unidade hoteleira de qualidade superior com capacidade aproximadamente de 100 quartos, conferindo a dignidade ao nível da própria arquitetura da fachada do referido Palácio.

A instalação desta unidade hoteleira (Hotel Intercontinental – o primeiro e único até ao momento em Portugal – com fachada virada para a Avenida dos Aliados) constitui um fator de vitalidade para os espaços coletivos referidos, na medida que induz um conjunto de fluxos de entrada e saída de hóspedes e de outros visitantes do hotel e dos seus serviços, de restauração, bar ou até salas de reuniões profissionais ou pequenos congressos.



Figura 27 Hotel Intercontinental - Palácio das Cardosas - Fonte: Google imagens

- por fim, com um projeto sustentado por opções de ocupação funcional deste quarteirão levou à criação de um parque de estacionamento subterrâneo [13].



Figura 28 Parque de estacionamento subterrâneo no interior do Quarteirão das Cardosas

Contudo, apesar da introdução de uma nova dinâmica a um quarteirão “quase morto”, a intervenção nele efetuado foi alvo de muita contestação por parte de alguma população e

pelos média. Introduzido no Centro Histórico do Porto, Património Mundial, muitos defendem que deveria ter sido mantido toda a estética histórica. No quarteirão, outrora um amontoado de edifícios, a opção passou por se reabilitar toda a sua periferia (mantendo a sua traça original, sempre que possível) e demolindo o seu miolo.

A verdade é que esta intervenção foi considerada pela empresa a melhor solução encontrada para o estado de degradação que antes se assistia, declarando economicamente inviável a reabilitação por completo do quarteirão.



Figura 29 Vista aérea do interior do quarteirão antes da intervenção – Fonte: Documento estratégico para a Unidade de Intervenção do Quarteirão das Cardosas.



Figura 30 Passeio das Cardosas depois da intervenção – Fonte: Google Images

Segundo o site da Porto Vivo, SRU foi feito o diagnóstico a 42 parcelas que constituem o então denominado Quarteirão das Cardosas, obtendo-se os seguintes dados:

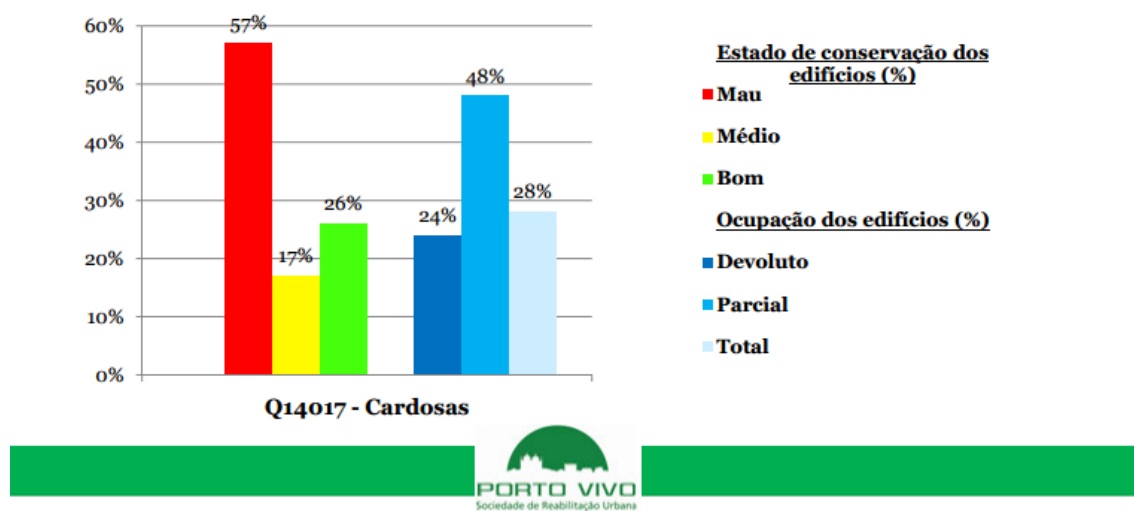


Figura 31 Estado de conservação/ Estado de Ocupação - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU - Descrição do Quarteirão das Cardosas

A designação “mau”, “médio” e “bom”, apresentam a mesma definição atrás citada como nota de rodapé relativamente aos critérios de avaliação do estado de degradação dos edifícios.

A Reabilitação foi feita a 42 edifícios com uma área bruta de construção de 29.639 m<sup>2</sup>, cuja estratégia, como já foi referido, passou pela demolição das construções do interior do quarteirão, criação de uma praça, de um hotel de 5 estrelas, casas habitacionais e ainda um parque de estacionamento subterrâneo.

Segundo o documento estratégico, a reabilitação física passou por:

- manutenção das fachadas existentes das construções principais de frente urbana, com as correções pontuais e alterações volumétricas;
- antigamente era muito comum a construção de edifícios estreitos, justificando-se assim a agregação de parcelas (edifícios) com o objetivo de dotar o quarteirão das Cardosas com funções residenciais mais apropriadas e melhor dimensionadas para as exigências atuais e ainda de modo a criar acessos horizontais e verticais independentes das atividades localizadas no rés-do-chão (de modo a oferecer espaços comerciais com áreas acrescidas);
- as soleiras dos pisos foram renovadas à mesma cota dos que existiam, mantendo-se assim as relações entre os vãos exteriores e os espaços interiores das construções;
- o pé-direito foi mantido, apresentando apenas pequenas diferenças decorrentes da inserção, nos tetos, de forras acústicas e de diversas instalações e elementos de equipamento;
- manutenção das paredes de meação (empenas) das construções principais de frente urbana, com as alterações decorrentes das reformulações tipológicas propostas como agregação de dois ou mais imóveis;

- reconstituição das fachadas de tardoz de modo a assumirem competências de serventia qualificada;
- foi feito o alinhamento de tardoz das construções, por demolição pontual das estruturas existentes, para acesso de peões ao novo espaço da praça e para serventia por automóveis à primeira cave de estacionamento (piso -2) a partir da Rua de Trindade Coelho;
- o interior do logradouro do palácio das Cardosas bem como os anexos dos edifícios que lá existiam foram integralmente demolidos, para a construção do parque de estacionamento subterrâneo;
- os paramentos dos pisos recuados e as faces verticais das trapeiras avançadas das mansardas foram forrados (chapeados) por chapa metálica ondulada e esmaltada, e as empenas laterais (outãos) tiveram o mesmo acabamento ou foram revestidas por soletos de ardósia (lousa a prumo);
- as coberturas das edificações existentes, incluindo as que foram modificadas, tiveram sempre acabamento por telha cerâmica;
- foram executadas operações de limpeza, pintura e reparações pontuais das fachadas das construções, incluindo a substituição de algumas prumadas de recolha das águas pluviais das coberturas, o desmantelamento de cablagens, aparatos e outros elementos estranhos apostos às fachadas das construções, e, ainda, foram substituídos toldos e reclamos por elementos desenhados em função dos termos de composição das fachadas, entre outros aspetos igualmente relevantes;
- removeu-se igualmente diversas caixilharias desadequadas que foram substituídas por novas caixilharias, tendo sido ainda admitidas outras soluções para os vãos (portas e montras) dos pisos de utilização comercial [13].



Figura 32 Andar modelo de uma fração de um edifício reabilitado no quarteirão das cardosas -  
Fonte: [www.lucios.pt](http://www.lucios.pt)

A operacionalização da reabilitação do quarteirão das Cardosas passou pelo recurso à expropriação e parceria com privados, promovendo um investimento de particulares de 29.172.534€ contra 9.578.946€ de investimento por parte da Porto Vivo, SRU.

### 2.3.4 Morro da Sé



Figura 33 Morro da Sé – Fonte: Google Maps

Reza a história que a ocupação humana na Cidade do Porto, começou no Morro da Sé no século IV antes de cristo, existindo uma considerável concentração de edifícios. Sendo uma zona de grande valor histórico, a Sé inclui-se no Centro Histórico do Porto, Património Mundial, destacando-se os seguintes imóveis de interesse municipal:

- Catedral da Sé;
- Casa Museu Guerra Junqueiro;
- Paço Episcopal;
- Igreja de S.Lourenço;
- Vimara Peres;
- Torre da Casa da Câmara Medieval;

- Rua D.Hugo;
- Largo do Colégio;
- entre outros.



Figura 34 Do canto superior à esquerda em sentido horário tem-se: Catedral da Sé, Igreja de S.Lourenço, Casa Museu Guerra Junqueiro e Paço Episcopal

Contudo, o abandono, nas últimas décadas, do Centro Histórico do Porto, fruto de fatores como a aposta em políticas urbanas de apoio à construção nova em vez da reabilitação do património existente, descapitalização dos senhorios devido ao congelamento das rendas que surgiu na década de 40 do séc. XX, questões burocráticas associadas ao licenciamento de obras numa zona de reconhecido valor histórico e patrimonial, a crise económica em geral, entre outros, conduziu à extrema degradação do centro do Porto. O Morro da Sé, localizado no centro histórico, é uma das zonas onde se fez sentir maior esse abandono e degradação física e social.



Figura 35 Morro da Sé

É neste contexto que foi definido o Programa de Reabilitação Urbana do Morro da Sé, constituído pelo Programa de Ação para Reabilitação Urbana do Morro da Sé<sup>6</sup> e pelo Programa de Realojamento definitivo<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Programa de Ação para Reabilitação Urbana do Morro da Sé é um projeto com o principal objetivo de regenerar a área do Morro da Sé, obtendo-se para tal participação comunitária. O projeto desencadeia a criação de novas dinâmicas, a atração de população jovem e o

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 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 [13].

É de sublinhar a ativa participação da Câmara Municipal do Porto, o apoio da Medida Parcerias para a Regeneração Urbana (PRU) da Operação Norte.2 e ainda a criação de uma parceria público-privada onde participam também ativamente a NOVOPCA IMOBILIÁRIA, a ASSOCIAÇÃO PORTO DIGITAL, e a WIDESCREEEN, cabendo à Porto Vivo, SRU coordenar o Programa [13].

Segundo o manual deste Programa constam um conjunto de operações, entre elas:

- criação de uma Residência de Estudantes;
- criação de uma Unidade de Alojamento Turístico;
- ampliação do Lar de 3ª Idade;
- valorização da imagem e da eficiência energética do edificado;
- qualificação do espaço público;
- criação do gabinete de apoio aos proprietários;

---

desenvolvimento de atividade turística, bem como procura oferecer melhores condições de vida à população residente.

<sup>7</sup> Programa de Realojamento Definitivo surge da necessidade de realojar famílias que foram temporariamente deslocadas para urbanizações sociais do Município por força do processo de libertação de edifícios que serão reconvertidos na Residência de Estudantes e na Unidade de Alojamento Turístico, operações cometidas ao Programa de Ação para a Reabilitação Urbana do Morro da Sé, assim como de outras famílias cujas condições atuais de habitabilidade são claramente deficitárias. O Programa de Realojamento Definitivo é da iniciativa da Porto Vivo, SRU, contando com financiamento do Banco Europeu de Investimentos (BEI), decorrente do contrato celebrado entre a Porto Vivo, SRU, a Câmara Municipal do Porto e o Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana

- instalação e operacionalização da Gestão de Área Urbana (GAU);
- manutenção de edifícios com valor histórico;
- promoção das histórias de auto-estima/oficinas.

Estas operações enaltecem o propósito de reabilitar o território do Morro da Sé, não somente intervindo sobre o edificado e o espaço público, mas atuando em perfeita sintonia com revitalização social e económica cujo principal impulso caberá à parceria que sustenta a metodologia de Gestão de Área Urbana, instituir com entidades residentes no Centro Histórico. Assim, os principais objetivos de reabilitar este tecido urbano visam impulsionar este espaço de forma a:

- valorizar os padrões de cidadania;
- realojar a comunidade com raízes na Sé bem como promover a residência de novas famílias, jovens e estudantes de forma a criar um equilíbrio social com boas condições de habitabilidade;
- melhorar as condições de apoio social, nomeadamente à 3ª idade (que é uma faixa etária predominante nesta zona);
- melhorar as condições de utilização do espaço público;
- reforçar as condições de segurança na área;
- criar polos e eixos de concentração de atividades;
- regenerar a imagem do Património da Humanidade;
- dinamização do eixo estruturante Terreiro da Sé/ Rua Escura/ Rua da Bainharia/ Rua dos Mercadores;
- integração espacial da Sé no contexto da Baixa [13].

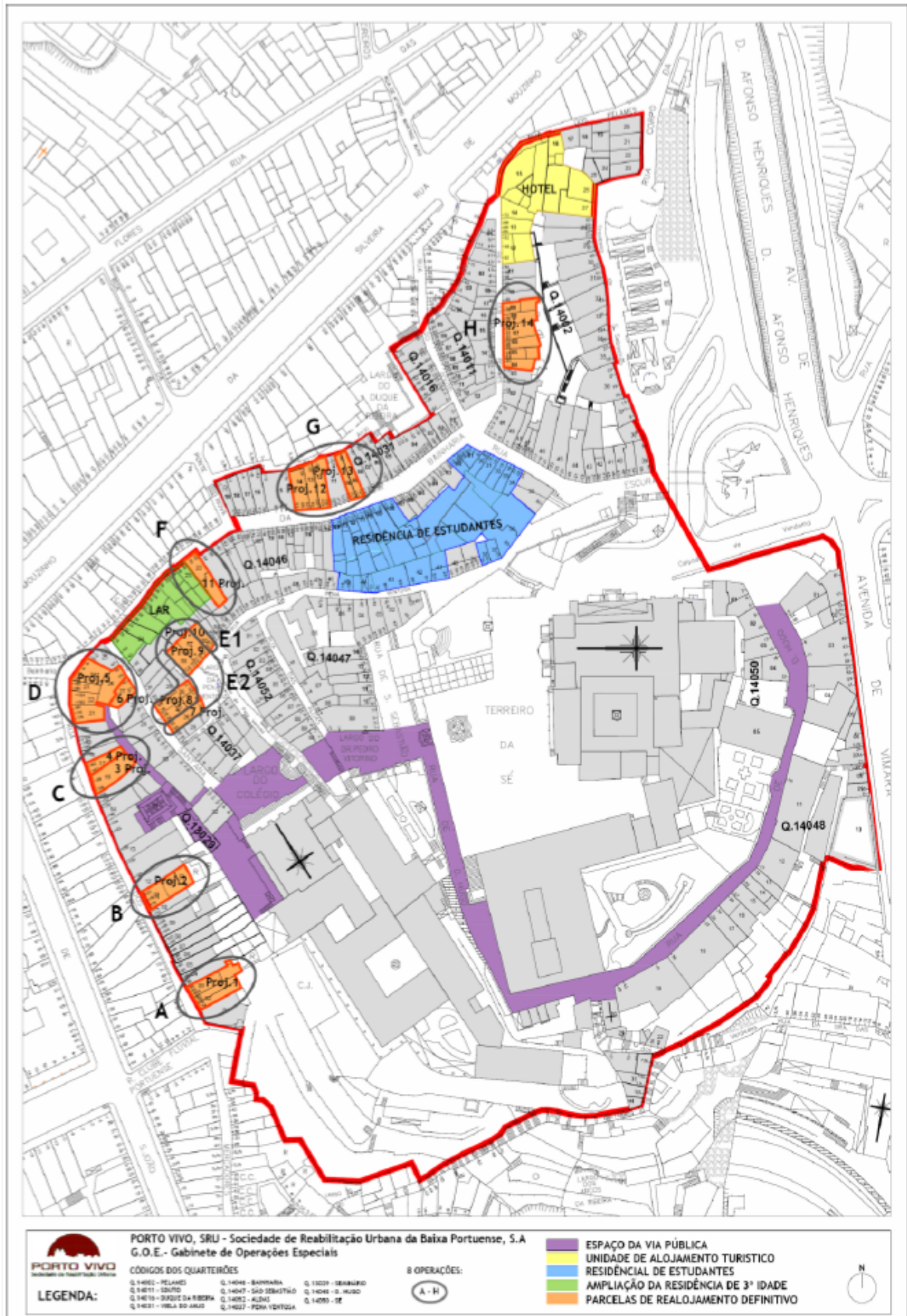


Figura 36 Plano de intervenção para o Morro da Sé - Fonte: Documento estratégico para o Morro da Sé

Assim, segundo o plano de reabilitação do Morro da Sé, constatou-se que de entre 285 edifícios com cerca de 70000 m<sup>2</sup> de área bruta construída, os mesmos pertencem a:

- 2 (1%) Porto Vivo, SRU,
- 33 (22%) Fundação para o Desenvolvimento da Zona Histórica do Porto
- 63 (12%) Câmara Municipal do Porto
- 187 (65%) Privados

Do total de edifícios, 118 encontram-se em mau estado enquanto que 62 encontram-se devolutos [13].

A maioria da construção dos edifícios antigos da Sé não foge à tradição, destacando-se as paredes-mestras e as de meação em alvenaria de granito e a estrutura dos pavimentos e da cobertura em madeira (esta última revestida a telha cerâmica). As caixas de escada são também normalmente em madeira e localizadas centralmente devido à dimensão das parcelas ser em alguns casos reduzida. As suas fachadas de alvenaria de pedra possuem os vãos emoldurados por cantaria de granito e são revestidas a elementos cerâmicos ou por reboco pintado com cores variadas. As caixilharias exteriores são geralmente do tipo batente com bandeira, em madeira pintada.

Este Programa será um processo gradual onde atualmente já se encontram alguns edifícios em reabilitação, exemplo disso são as diferentes operações desenvolvidas pela Porto Vivo, SRU, sendo que o caso de estudo deste relatório refere-se a um edifício que está inserido no “Programa de Realojamento para o Morro da Sé”, mais precisamente a operação E1.

As outras operações incluídas são Operação A, B, C, D, E2, F, G e H.



Figura 37 Fachada das operações A, B e C, respetivamente - Fonte: Site Porto Vivo, SRU



Figura 38 Fachada das operações D, E1 e E2, respetivamente - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU



Figura 39 Fachada das operações F, G e H, respetivamente - Fonte: Site da Porto Vivo, SRU

## 2.4 Incentivos à Reabilitação

Tal como já referido, a Porto Vivo, SRU tem como missão apoiar os proprietários nos processos de recuperação dos edifícios. Cabe-lhe agir como entidade facilitadora e impulsionadora do processo de reabilitação urbana.

O conjunto de incentivos fiscais e financeiros disponíveis e utilizáveis são capazes de diferenciar positivamente a recuperação do edificado, face a construção nova. Este conjunto de apoios está em constante aperfeiçoamento e utilização.

Assim, dividem-se em três grandes grupos de apoios, sendo eles:

- Benefícios Fiscais, em que:
  - o Imposto sobre o Valor Acrescentado, IVA, é apenas de 6%;
  - isenção do pagamento do Imposto Municipal sobre Imóveis, IMI;

- isenção do pagamento do Imposto Municipal sobre Transmissões Onerosas de Imóveis, IMT;

- redução do Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Singulares, IRS, que dependendo da situação.

- Incentivos Municipais, em que:

- redução em 80% do montante das taxas devidas pelo licenciamento de ocupação do domínio público por motivo de obras diretamente relacionadas com obras de construção, reconstrução, conservação, recuperação ou reabilitação do parque edificado, situadas na ACRRU (Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística);

- redução em 80% do montante das taxas devidas pelo licenciamento da publicidade, a colocar na referida Zona de Intervenção Prioritária (ZIP), alusiva às entidades que, no âmbito do programa “VIV’A BAIXA”, atuam em parceria com a Porto Vivo, SRU, (Deliberação da Assembleia Municipal do Porto de 19.12.2011);

- redução em 50% do montante das taxas devidas pelo licenciamento/autorização/admissão da comunicação prévia de operações urbanísticas localizadas na área definida como Zona de Intervenção Prioritária do programa “VIV’A BAIXA”;

- os proprietários de prédios localizados na ACRRU que realizem obras de reabilitação enquadradas pelo regulamento do Sim-Porto<sup>8</sup>, têm direito a créditos de construção transacionáveis a aplicar na construção nova noutras zonas da cidade;

- redução de cerca de 25% da Taxa Municipal de Infraestruturas (taxa devida pela realização, manutenção e reforço das infraestruturas urbanísticas), TMI;

---

<sup>8</sup> SIM-Porto destina-se a assegurar o cumprimento dos objetivos programáticos do PDM, articulados com as exigências de rigor, elasticidade e exequibilidade. A intervenção na Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística dá origem à atribuição de direitos de créditos de construção transacionáveis, nos termos resultantes da aplicação de uma escala de mensuração do interesse público.

- Programas de Apoio à Reabilitação Urbana, sendo eles:
  - programa “Recria” em que existe uma comparticipação a fundo perdido de cerca de 41%, dependendo do valor da obra e renda;
  - programa “RECRIPH” em que existe uma comparticipação a fundo perdido do valor total das obras;
  - programa “SOLARH” em que é feito um empréstimo por parte do IHRU (Instituto de Habitação á Reabilitação Urbana) não remunerado a reembolsar até ao limite de 30 anos (para habitações devolutas) ou 8 anos (para habitações próprias permanentes);
  - programa “JESSICA”, programa esse que procura apoiar a reabilitação em forma de empréstimo bancário, visando substituição de financiamento a fundo perdido por subsídios reembolsáveis [13].

### 3. Atividades desenvolvidas durante o estágio

O período de estágio teve a duração de seis meses, de 3 de Dezembro de 2012 a 3 de Junho de 2013, na sede da empresa Porto Vivo, SRU (Rua Mouzinho da Silveira, 212), no Núcleo de Execução de Obras. Em anexo encontra-se um organigrama que representa a forma de organização desta empresa – (Anexo A.1).

As funções realizadas neste núcleo passavam por acompanhar os processos necessários para ativar as parcerias conducentes à construção/requalificação bem como planear, coordenar e fiscalizar projetos de engenharia e obras nos quarteirões em reabilitação e obras particulares.

O estágio foi portanto desenvolvido na supracitada empresa, cumprindo a carga horária semanal mínima de 40 horas em atividades técnicas no Núcleo de Execução de Obras, procedendo a acompanhamento de projetos e obras de reabilitação urbana, no âmbito da atividade da Porto Vivo, SRU.

Assim, foram realizadas as seguintes atividades:

- estudo da temática da Reabilitação Urbana e o seu enquadramento legal;
- estudo da legislação pela qual a Reabilitação Urbana se rege, sendo elas:
  - Código dos contratos públicos (CCP);
  - DL104/2004; DL307/2009/ Lei n°32/2012;
  - Lei n°31/2009;
  - Portaria n°701-H/2008;
  - SIM-Porto.
- estudo sobre as regras de higiene e segurança a ter aquando das visitas às obras;
- estudo de vários projetos em curso promovidos pela Porto Vivo, SRU;

- participação em reuniões de obras com empreiteiros e projetistas onde eram discutidas soluções técnicas em diversas especialidades (estruturas, segurança, térmica, acústica, entre outras) e definido o ponto de situação da empreitada;
- contato com os trabalhadores da construção onde se registavam opiniões e conhecimento;
- reunião com as entidades que elaboraram o projeto de térmica e acústica de alguns projetos;
- realização de um levantamento da dinâmica imobiliária em vários quarteirões situados na área de reabilitação urbana definido no plano de gestão da empresa Porto Vivo, SRU. Os quarteirões onde foi realizado o levantamento foram no Centro Histórico do Porto, Bonfim, Cedofeita e Aliados. Este levantamento era realizado trimestralmente.

Assim, foram fornecidas tabelas para o levantamento, onde se registou o estado de degradação das fachadas e o estado de ocupação dos edifícios. Eram assinaladas também ocorrências de venda, aluguer e de avisos municipais que se encontravam nos mesmos.

No que respeita ao estado de degradação das fachadas, a avaliação era feita da seguinte forma:

- MB – Caso o edifício fosse novo ou renovado recentemente (a menos de 5 anos);
- B – Caso o edifício tivesse sido renovado entre 5 e 15 anos atrás;
- FB – Caso a fachada se apresentasse bem conservada;
- M – Caso a fachada estivesse razoavelmente conservada, apenas com ligeiros defeitos, como humidade ou as caixilharias desgastadas;
- FD – Caso a fachada se apresentasse degradada, sem azulejos, pintura gasta ou caixilharias bastante defeituosas;
- MM – Caso o edifício se apresentasse bastante degradada, com vidros partidos ou sem eles, paredes destruídas e sem pintura e cobertura em mau estado;

- Ruína – Caso o edifício estivesse completamente destruído, sem cobertura, sem pisos ou entaipado.

- O – Caso o edifício se encontrasse em obras.

Relativamente ao estado de ocupação, o registo era feito da seguinte forma:

- OG – Caso o edifício estivesse ocupado em geral;

- DG – Caso o edifício se encontrasse desocupado em geral;

- OP – Caso o edifício se encontrasse ocupado em geral, exceto no rés-do-chão;

- DP – Caso o edifício estivesse desocupado em geral, exceto no rés-do-chão.

- participação na semana da Reabilitação Urbana, cujos temas abordados foram:

- 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;

- acompanhamento e fiscalização dos empreendimentos da Porto Vivo, SRU em curso, mais especificamente das operações referentes ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé. As operações acompanhadas foram:

- Operação B:

Esta empreitada trata-se da reconstrução de um edifício situado na Rua dos Mercadores nº 116 a 120, com uma área bruta de construção de 483, 29 m<sup>2</sup> e uma área de logradouro de 103,29 m<sup>2</sup>. O projeto desta operação, tem como objetivo a reconstrução do edifício, do qual só existia a fachada, em betão armado e com a estrutura da cobertura em madeira.

A obra teve início no dia 28 de Maio de 2012 e está previsto terminar em Novembro de 2013.

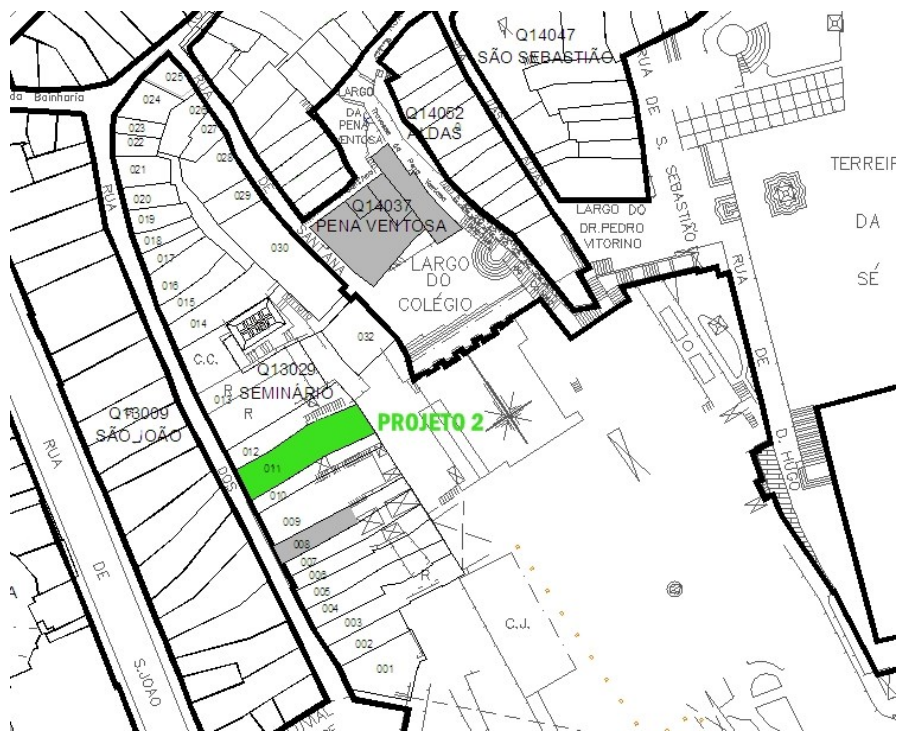


Figura 40 Localização da Operação B referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé -  
Fonte: Porto Vivo, SRU

Antes de qualquer intervenção, o edifício encontrava-se na seguinte situação:



Figura 41 Operação B antes da intervenção - Fonte: Porto Vivo, SRU

Em Dezembro, no primeiro contato com esta operação, a obra encontrava-se na fase de estruturas. Foi interessante acompanhar a obra desde esta fase, pois o autor do relatório teve a oportunidade de presenciar o processo de colocação das armaduras e a sua betonagem.

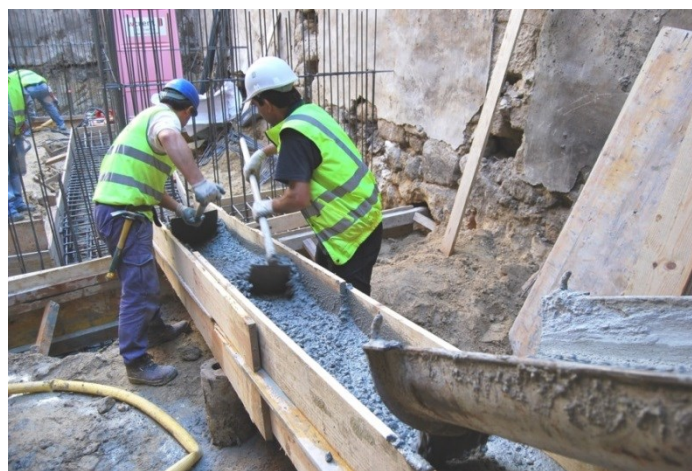


Figura 42 Fase de betonagem da operação B – Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 43 Fase de estruturas da operação B – Fonte: Porto Vivo, SRU

Durante os meses de Janeiro e Fevereiro observou-se a construção das paredes interiores de alvenaria de tijolo bem como as asnas de madeira que servem de estrutura de suporte à cobertura em telha lusa, conforme se encontra documentado nas figuras seguintes.



Figura 44 Execução da parede de alvenaria de tijolo - Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 45 Execução da cobertura - Fonte: Porto Vivo, SRU

Durante o restante tempo de estágio os avanços observados foram na execução das paredes interiores e das infraestruturas.

No que respeita às paredes interiores fica o registo da implementação das soluções construtivas com vista ao comportamento térmico do edifício, como é o caso da colocação da lã de rocha e do poliestireno extrudido.



Figura 46 Execução das infraestruturas – Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 47 Colocação do isolamento no interior das paredes - Fonte: Porto Vivo, SRU

Um dos contratemplos a que se assistiu foi a formação de uma “barriga” na parede do rés-do-chão. Durante o tempo de estágio não foi possível presenciar a resolução do problema.



Figura 48 - Formação de uma "barriga" na parede do rés-do-chão - Fonte: Porto Vivo, SRU

- Operação E1

O acompanhamento desta operação será abordado com maior pormenorização (por fazer parte do caso de estudo do presente relatório) no capítulo 6 “Acompanhamento da implementação das soluções analisadas”.

- Operação F

Esta empreitada trata-se da reconstrução de um edifício situado na Rua da Bainharia n° 50 a 52, com uma área bruta de construção de 340.000 m<sup>2</sup>. O projeto desta operação, tem como objetivo a reconstrução do edifício, do qual se encontrava em muito mau estado.

A obra teve início no dia 12 de Julho de 2012 e está previsto terminar em Janeiro de 2014.

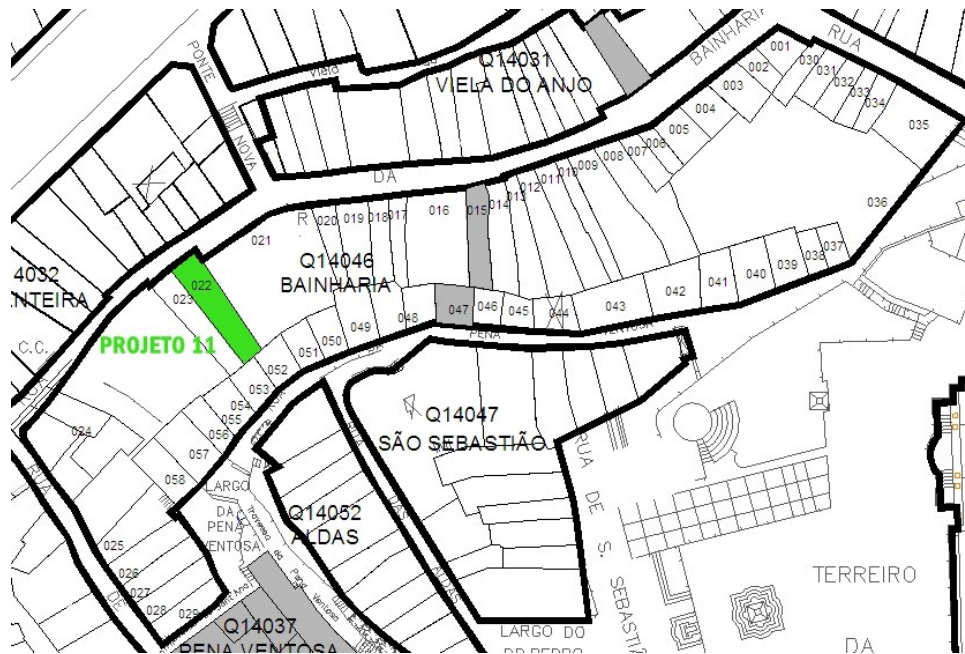


Figura 49 Localização da operação F referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé - Fonte: Porto Vivo, SRU

Antes de qualquer intervenção, o edifício encontrava-se da seguinte forma:



Figura 50 Fachada da operação F antes de qualquer intervenção - Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 51 Interior da operação F antes da reconstrução - Fonte: Porto Vivo, SRU

Durante os seis meses de estágio, esta empreitada foi a que menos possibilitou o seu acompanhamento por ter estado estagnada alguns períodos de tempo, pelo facto de a empresa adjudicada para a sua intervenção encontrar-se noutras empreitadas referentes ao mesmo Programa.

Na primeira visita à obra, a mesma encontrava-se na fase de estruturas. É possível observar na seguinte figura a betonagem da parede do rés-do-chão referente à comunicação horizontal comum:



Figura 52 Betonagem da parede da caixa horizontal comum da operação F

A fase de estruturas seguiu-se durante os meses de Janeiro e Fevereiro, sendo visível, na seguinte figura, as escoras a suportarem os pisos e as vigas betonados.



Figura 53 Escoramento dos pisos e das vigas

Os avanços mais visíveis foram durante os meses de Março, Abril e Maio que culminaram com a construção das paredes interiores em alvenaria de tijolo bem como a construção da cobertura, cuja estrutura é em asnas de madeira com acabamento em telha lusa.

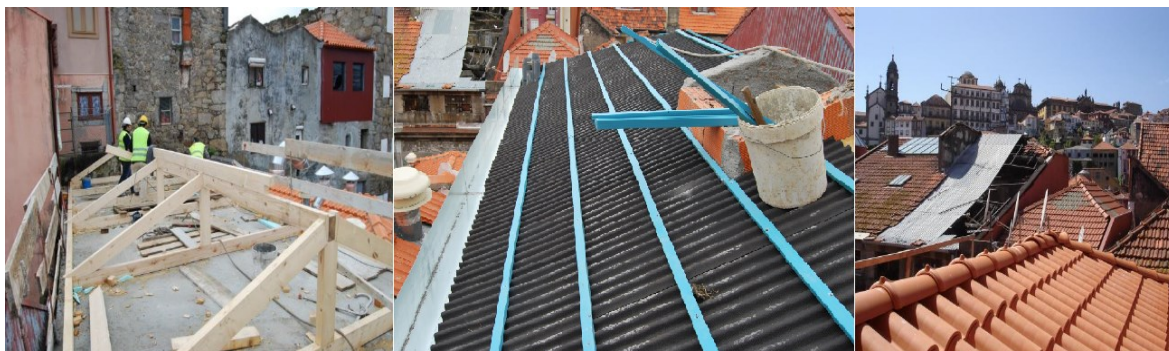


Figura 54 Construção da cobertura – Fonte: Porto Vivo, SRU

Por fim, a última grande mudança registada no final do estágio foi a colocação do sistema de tabiques metálicos na construção das paredes interiores.

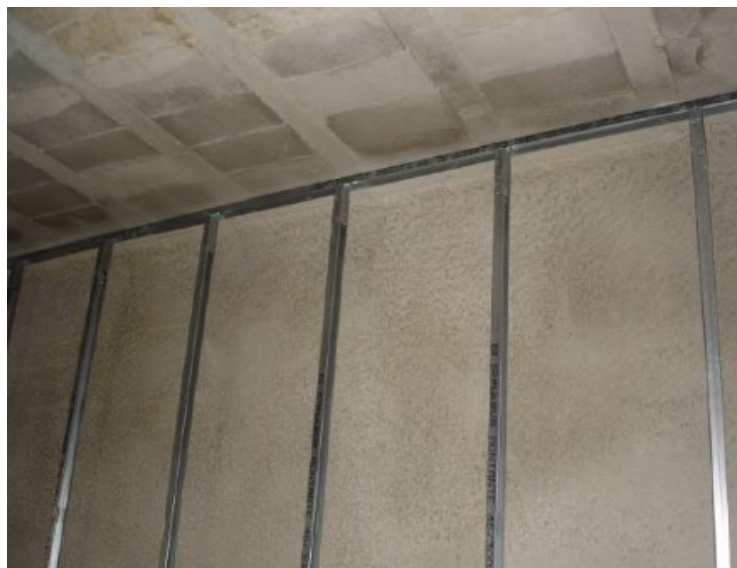


Figura 55 Sistema de tabiques metálicos para a construção das paredes interiores - Fonte: Porto Vivo, SRU

Para a realização de todas estas atividades desenvolvidas foi disponibilizado toda a documentação necessária.

É ainda de salientar que após esta experiência de estágio na empresa Porto Vivo, SRU o autor deste relatório recebeu uma carta de recomendação pelo trabalho pessoal desenvolvido. A mesma encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo A.5)



## 4. Reabilitação na Ótica do Comportamento Térmico dos Edifícios - Estudo de Caso

### 4.1 Comportamento Térmico dos Edifícios Existentes

Se nos primórdios da construção a grande preocupação sempre foi a segurança estrutural, hoje em dia, há outras preocupações, não menos importantes, como o conforto no interior dos edifícios e que é alvo de um conjunto de legislação de aplicação cada vez mais exigente.

Uma dessas preocupações é o conforto térmico dos edifícios de uma forma eficiente e eficaz, com custos reduzidos de energia não renovável, fazendo o aproveitamento da correta orientação da maior fachada, com soluções criteriosas na escolha dos materiais e a sua correta aplicação, aproveitamento da inércia térmica, entre outros.

Se antigamente não havia essa preocupação com o comportamento térmico, hoje-em-dia a necessidade de cumprimento da regulamentação, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), obriga os projetistas e construtores a cumprir níveis de exigência cada vez mais elevados.

Ao tema em questão, alia-se a grande temática ambiental que tem sido alvo de grande preocupação internacional com muitos acordos e protocolos que visam a redução da emissão de gases com efeito de estufa, levando a uma procura acentuada de equipamento de climatização e de preparação de AQS (águas quentes sanitárias) cada vez mais eficiente.

Assim, técnicos, construtores e entidades reguladoras, autónomas e isentas, nomeadamente a Agência para a Energia, “ADENE”, desenvolveram um trabalho de modo a garantir a qualidade térmica dos edifícios, e sendo o seu comportamento traduzidos através da

emissão de um certificado energético que infelizmente reflete sobretudo a eficiência dos equipamentos e não propriamente a eficiência das soluções construtivas [14].

#### 4.1.1 RCCTE

A construção civil é uma das áreas que mais contribui para o aquecimento global ou efeito de estufa, desde a extração de materiais para a construção até durante o tempo de vida da mesma.

Assim, Portugal viu-se forçado a satisfazer compromissos neste sentido quando assinou o Protocolo de Quioto em que se propõe a reduzir as emissões de todos os sectores consumidores de energia, nomeadamente pelos edifícios.

Segundo o Regulamento das Características de Comportamento térmico dos Edifícios, RCCTE: “Enquanto que no final da década de 1980 eram poucos os edifícios que dispunham de meios ativos de controlo das condições ambientais interiores, verifica-se atualmente uma penetração significativa de equipamentos de climatização, com um número significativo de edifícios novos a preverem equipamentos de aquecimento, mesmo no setor residencial e com um cada vez maior recurso a equipamentos de ar condicionado, sobretudo os de pequena dimensão, quer no setor residencial quer nos edifícios de serviços, dando portanto lugar a consumos reais para controlo do ambiente interior dos edifícios, o que se tem traduzido num crescimento dos consumos de energia no setor dos edifícios bastante acima da média nacional.”

Foi neste sentido que Portugal foi obrigado a criar instrumentos legais com requisitos no projeto de novos edifícios e de grandes remodelações de forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico, sem necessidades excessivas de energia, quer na estação de aquecimento, quer na estação de arrefecimento. Assim, foi criado o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo

Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril de 2006 e que resultou da transposição da diretiva europeia de eficiência energética dos edifícios de 2002.

Este regulamento, para além de ser essencial no que respeita ao conforto térmico no interior de um edifício com reduzidas necessidades de energia, procurou ser um marco importante na melhoria da qualidade da construção, garantindo a minimização de efeitos patológicos na construção derivados das condensações superficiais e no interior dos elementos da envolvente [15].

### **Objeto e âmbito de aplicação**

Segundo o Artigo 1.º do capítulo I do RCCTE, o mesmo estabelece as regras a observar no projeto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados de modo que:

a) As exigências de conforto térmico, seja ele de conforto térmico, seja ele de aquecimento ou de arrefecimento, e de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior dos edifícios, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia;

b) Sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com potencial impacte negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

Note-se que se entende por edifícios de serviços sem sistemas de climatização, aqueles cuja potência dos equipamentos seja inferior a 25 kW.

### **Âmbito de Aplicação**

Segundo o ponto 5, do artigo 2º, do capítulo I, do RCCTE, o presente Regulamento é aplicável às grandes intervenções de remodelação ou de alteração na envolvente ou nas

instalações de preparação de águas quentes sanitárias dos edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados já existentes, independentemente de serem ou não, nos termos de legislação específica, sujeitos a licenciamento ou autorização no território nacional, com exceção das situações (segundo a alínea c, do ponto 9, artigo 2, capítulo I do RCCTE):

- as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências deste Regulamento.

Segundo o ponto 6, do artigo 2º, do capítulo I, do RCCTE, entende-se por grande remodelação ou alteração, as intervenções na envolvente ou nas instalações cujo custo seja superior a 25% do valor do edifício, calculado com base num valor de referência  $C_{ref}$  por metro quadrado e por tipologia do edifício definido anualmente em portaria conjunta dos ministros responsáveis pelas áreas da economia, das obras públicas, do ambiente, do ordenamento do território e habitação, publicada no mês de Outubro e válida para o ano civil seguinte. Até à publicação da referida portaria deveria ser considerado um valor de referência de 630 m<sup>2</sup> (artº 17 do RCCTE). Assim, no caso em estudo os dados relativos ao custo da reabilitação são os seguintes:

- custo de referência: 630 €/m<sup>2</sup>;
- área bruta de construção: 737,57 m<sup>2</sup>;
- valor de referência do edifício =  $630 \times 737,57 \cong 465000$  €;
- valor da adjudicação: 499274,05 €.

Como o valor da adjudicação é superior a 25% do valor de referência do edifício ( $\cong 116250$ €) deve ser verificado o cumprimento do RCCTE.

#### 4.1.2 Notas Técnicas da ADENE – SCE – DL 78/2006

Pode ler-se na página da ADENE (Agência para Energia) que esta é uma empresa que realiza, prioritariamente, atividades de interesse público no domínio da política energética e dos serviços públicos concessionados ou licenciados no setor da energia, podendo atuar em áreas relevantes para outras políticas setoriais, quando interligadas com a política energética, em articulação com os organismos públicos competentes.

A ADENE-SCE desenvolve a sua atividade junto dos diferentes setores económicos e dos consumidores, visando a racionalização dos respetivos comportamentos energéticos, a aplicação de novos métodos de gestão de energia e a utilização de novas tecnologias. Para o efeito, a ADENE-SCE recorrerá ao apoio de entidades públicas ou privadas e agentes de mercado especializados.

As notas técnicas da ADENE-SCE são um conjunto de simplificações que foram desenvolvidas no sentido de apoiar os peritos qualificados na análise do desempenho energético e da qualidade do ar interior nos edifícios existentes, aplicando a metodologia de cálculo definida pelo DL n.º 80/2006 – RCCTE, nomeadamente para a quantificação dos índices e parâmetros de caracterização definidos no seu artigo 4.º, bem como para o cálculo dos valores limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento, para arrefecimento e para a preparação das águas quentes sanitárias tal como fixados no seu artigo 15.º.

Contudo, como o caso em estudo se trata de uma grande reabilitação, o estudo do comportamento térmico do edifício procurou cumprir o definido na legislação em vigor (RCCTE).

## 4.2 Caracterização do Edifício de Estudo

Como já foi referido, o caso de estudo insere-se na Operação E1 referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé e é constituída pelo Projeto 8 e pelo Projeto 10. Integra as parcelas 26, 27 e 56 (embora o presente caso em estudo ficou definido como sendo apenas as parcelas 26 e 27) do Quarteirão da Bainharia

Segundo o manual referente ao Programa de Realojamento para o Morro da Sé, a obra teve início no dia 28 de Maio de 2012 estando previsto terminar em Novembro de 2013.

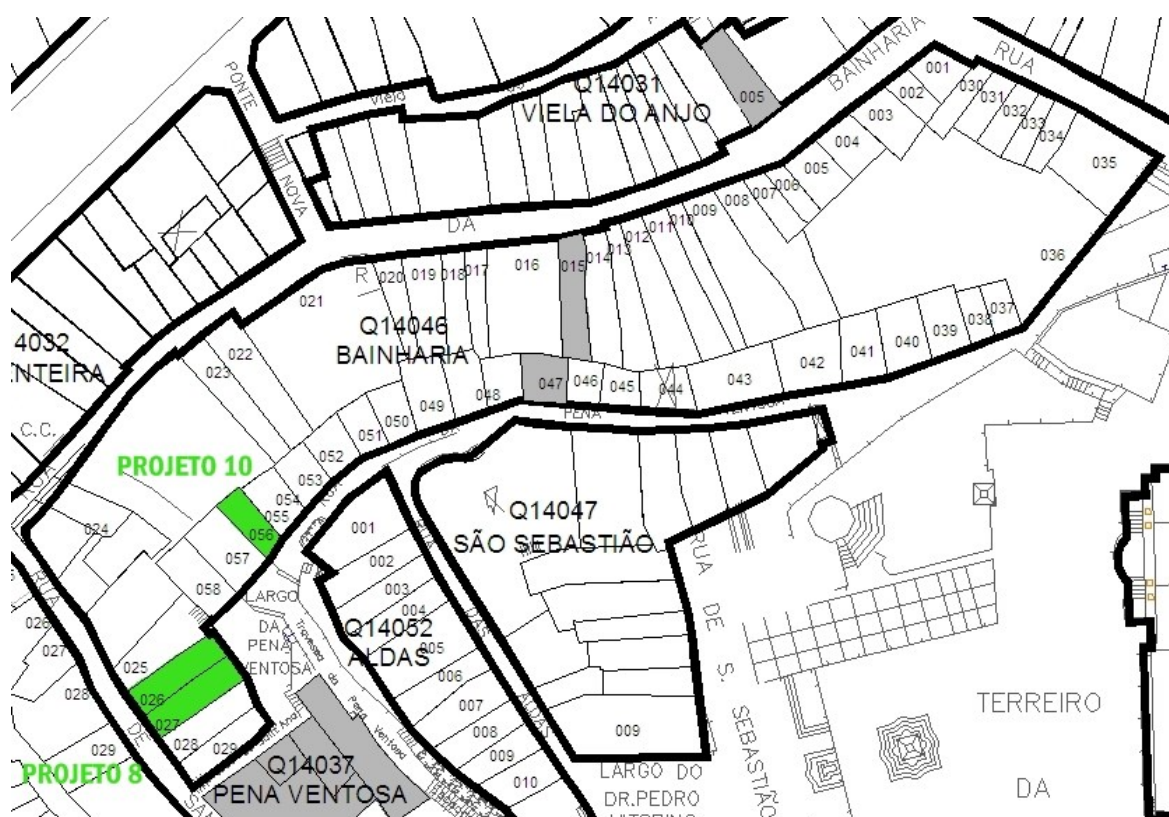


Figura 56 Caso de estudo - parcelas 26 e 27 do quarteirão da Bainharia – Fonte: Manual Programa de Ação para a Reabilitação do Morro da Sé\_ CH.1



Figura 57 Vista aérea das parcelas – Fonte: Manual Programa de Ação para a Reabilitação do Morro da Sé\_CH.1

#### 4.2.1 Breve Nota Histórica sobre a localização dos edifícios

Segundo a memória descritiva do agrupamento A da operação E1, os edifícios situam-se numa área de extrema sensibilidade, cerne da ocupação urbana primitiva da cidade, no perímetro definido pela muralha românica, ocupação cuja estrutura se manteve praticamente intacta até hoje. A estrutura medieval é claramente legível, sendo a permanência de desenho da muralha detetável na linha de contorno das edificações que marginam a norte, a nascente e a poente as ruas da Penaventosa, de D. Hugo e de Sant`Ana e na presença física de importantes vestígios, de que são exemplo os restos do antigo Arco de Sant`Ana.

A possível incorporação de materiais ou fragmentos da muralha românica na estrutura das edificações – sendo eventualmente detetáveis através de escavações arqueológicas - acrescentam revelações importantes para a história da Cidade, neste local.

O local a que se refere esta intervenção tem uma especificidade que resulta da sua situação no Centro Histórico do Porto, da sua qualidade patrimonial, o que o torna relativamente

incompatível com o total cumprimento das condicionantes regulamentares dos programas, sendo que, o cumprimento da regulamentação geral de construção, áreas mínimas, quantificação e tipologia de fogos, aparcamentos, segurança contra incêndios, eliminação de barreiras arquitetónicas, teve necessariamente que ser confrontado com as limitações inerentes, impostas pela realidade.

Em termos gerais a intervenção propôs a manutenção íntegra das edificações, recuperando o máximo possível da sua expressão original – coberturas, caixilhos, varandas, rebocos, cores e elementos estruturais de granito, tendo sido efetuados todos os esforços para a atualização da matriz tipológica das edificações, utilizando tanto quanto possível as estruturas que se apresentem funcionais e em bom estado.

#### **4.2.2 Descrição dos Edifícios e Intervenções Realizadas**

O caso de estudo abrangeu dois edifícios contíguos sitos na Rua de Sant`Ana n.ºs 24 a 30, fazendo traseira com o quarteirão do largo Penaventosa, no Morro da Sé.

Trata-se da reabilitação integral de dois edifícios que se emparcelam, cuja estratégia foi transformar habitações unifamiliares em edifício de apartamentos, em que a não repetição de caixa de escadas permitisse uma economia do espaço.

Nesta operação, iniciada pela Porto Vivo, SRU, integraram-se, no processo de reabilitação, soluções construtivas, equipamentos e materiais que melhorem o desempenho energético dos edifícios.

A fachada que está virada para a rua de Sant`Ana está orientada a sudoeste enquanto que a fachada virada para o Largo de Penaventosa está orientada a nordeste.

Foram realizados os trabalhos de sondagens arqueológicas, não tendo sido encontrados quaisquer vestígios de importância significativa.



Figura 58 Alçados dos Edifícios de estudo – Fonte da imagem: Manual Programa de Acção para a Reabilitação Urbana do Morro da Sé\_CH.1



Figura 59 Largo de Penaventosa – Fonte: Google Imagens



Figura 60 Fachada principal dos edifícios a reabilitar - Rua de Sant`Ana



Figura 61 Fachada traseira dos edifícios a reabilitar - Largo de Penaventosa

Os edifícios apresentam uma cêrcea de quatro pisos no que diz respeito ao Largo da Penaventosa, e seis/sete pisos em referência à Rua de Sant`Ana, sendo constituídos por 2 T1 e 3 T2 e dois espaços comerciais (sendo um deles duplex).

Um dos edifícios, para além do piso -3, será constituído por mais 5 pisos e o outro por mais 6 pisos, sendo a cobertura de ambos de duas águas.

Apresenta-se de seguida, alguns cortes e plantas dos edifícios reabilitados de forma a elucidar a descrição dos mesmos. Contudo, em anexo (Anexo A.2) a este relatório encontra-se todo o projeto de arquitetura onde podem ser identificados os cortes apresentados.

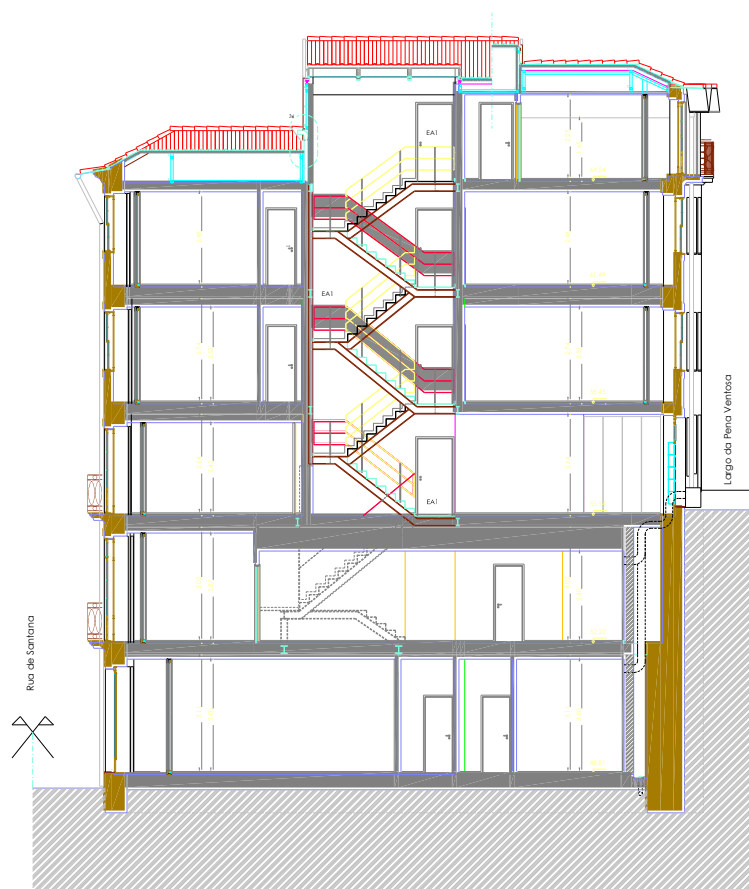


Figura 62 Corte transversal do edifício – Fonte: Projeto de arquitetura

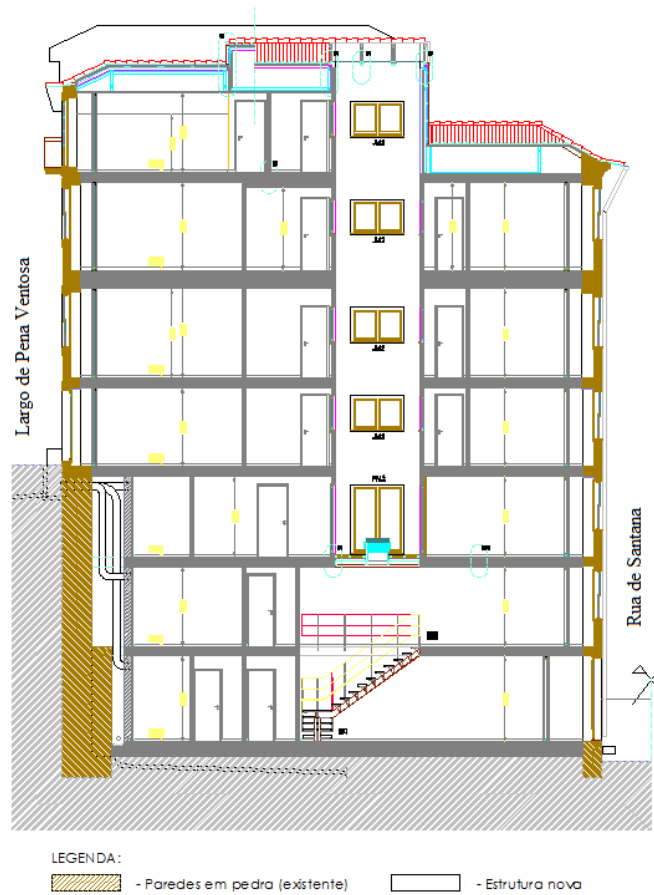


Figura 63 Corte transversal do edifício - Fonte: Projeto de arquitetura

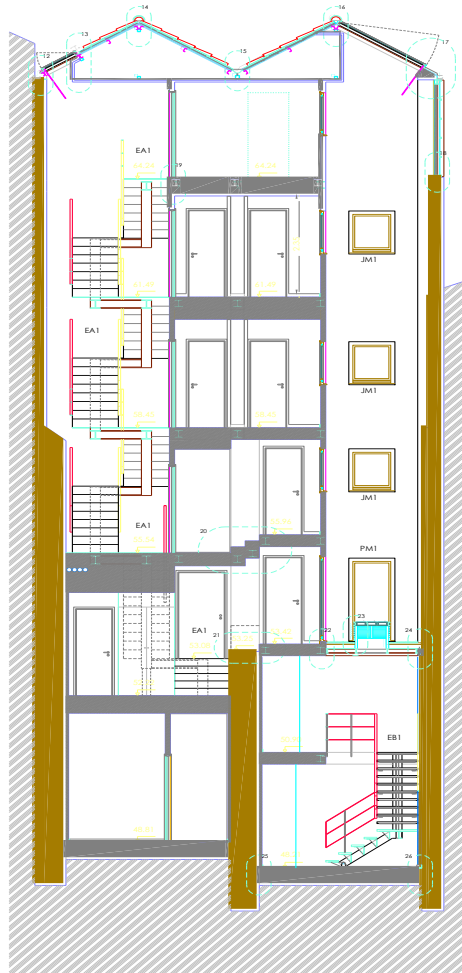


Figura 64 Corte longitudinal do edifício - Fonte: Projeto de arquitetura



Figura 65 Plantas dos pisos -3 e -2 – Fonte: Projeto de arquitetura

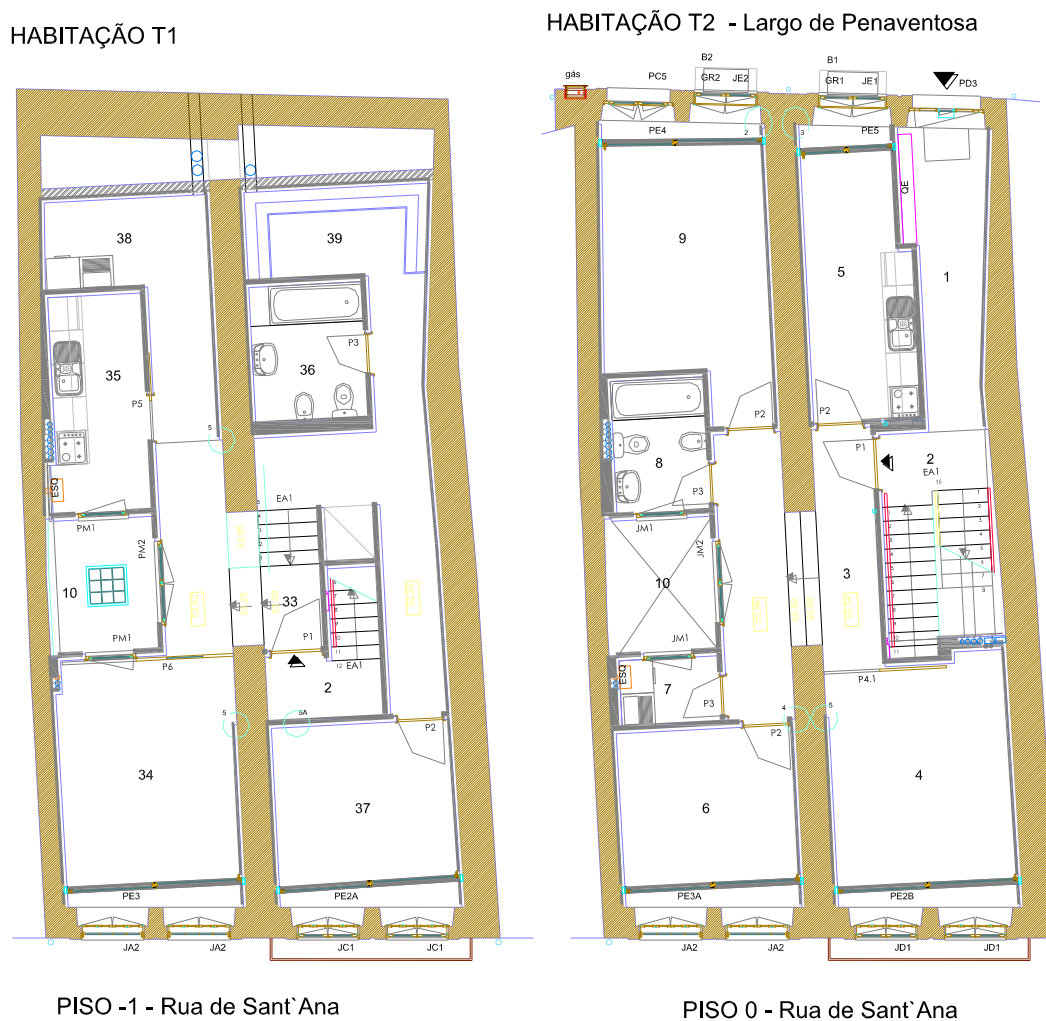


Figura 66 Plantas dos pisos -1 e 0 – Fonte: Projeto de arquitetura

Os pisos -3 e -2 são destinados a comércio (um duplex e outro simplex), em que o acesso é feito a partir da Rua de Sant`Ana enquanto que os pisos -1, 0, 1, 2 e 3 são destinados para habitação e o acesso é feito pelo Largo de Penaventosa.

Tanto o piso 3 (piso recuado) como o piso -1 são de tipologia T1 (simplex) e os restantes pisos de habitação são de tipologia T2 (simplex).

São construções excepcionalmente estreitas (cerca de 3.20 no piso térreo e 3.50 nos pisos superiores), pouco adaptadas a uma ocupação multifamiliar, pelo que a compartimentação dos espaços interiores adotados disso se ressentiu. A solução de ocupação passou pela aglutinação dos dois edifícios ao nível dos andares, através de uma abertura na parede de meação – que no entanto é mantida com o seu aspeto original, em pedra - constituindo fogos de habitação que se desenvolvem horizontalmente, em torno de um pátio interior iluminado superiormente e de uma circulação vertical comum, com acesso a partir do Largo da Penaventosa.



Figura 67 Pisos estreitos antes da aglutinação dos mesmos pela abertura na parede de meação (em granito) - Fonte: Porto Vivo, SRU

No que se refere ao tratamento volumétrico dos edifícios e à sua caracterização formal, optou-se por soluções próximas das existentes, com a necessária atualização de sistemas e materiais: cobertura em telha lusa, rebocos pintados, e cantarias lavadas à escova, caixilharias em madeira pintada segundo o desenho tradicional, grades de varandas

recuperadas, rufos, caleiras e tubos de queda em zinco e ainda paredes de tabique de chapa metálica ondulada ao nível do último piso.



Figura 68 Cobertura em telha lusa e paredes de tabique de chapa metálica ondulada - Fonte: Porto Vivo, SRU



Figura 69 Limpeza do granito

A compartimentação interior foi feita através de um sistema de tabiques com estrutura metálica tipo KNAUF, com placas duplas de gesso laminado em ambas as faces, com

variações diversas consoante o tipo de solicitações dos compartimentos. O mesmo sistema foi utilizado no forro das paredes laterais.

No interior das paredes e forro foi colocada manta de lã de rocha.



Figura 70 Montagem do sistema de tabiques com estrutura metálica do tipo KNAUF

Estruturalmente, manteve-se, tanto quanto possível, a estrutura original (devidamente testada e tratada com produto ignífugo e antiparasita), complementada com elementos de aço, em determinados pontos.

Assim, optou-se por uma estrutura metálica em todos os elementos de suporte apoiados em paredes de alvenaria de pedra existentes em que para os pilares foram utilizados perfis HEB e IPE e para as vigas aproveitou-se (as que apresentavam boas condições) as existentes em madeira e perfis metálicos perfurados 20 cm em cada lado e aparafusados às paredes existentes.



Figura 71 Estrutura original complementada com elementos de aço com vigas de madeira (aproveitada da original) - Fonte: Porto Vivo, SRU

Para as lajes, a solução adotada foi uma malha metálica com perfis U espaçados de 0,5m onde foram aparafusados painéis Viroc.



Figura 72 Malha metálica de perfis em U

Quanto à cobertura o sistema é semelhante, optou-se por painel do tipo Viroc assente em asnas metálicas de perfis retangulares tubulares em que no primeiro piso (piso -3) optou-se por uma laje térrea com camada de brita.



Figura 73 Asna metálica de perfis retangulares tubulares



Figura 74 Execução da cobertura - Fonte: Porto Vivo, SRU

No que respeita às carpintarias exteriores e interiores optou-se por madeira pintada e as ferragens em inox Dline.

Neste projeto teve-se em conta a melhoria das soluções energéticas mantendo no entanto as soluções técnicas e construtivas exteriores no seu aspeto formal, tendo sido criado um reforço do isolamento térmico ao nível da cobertura, paredes e caixilharias.

### 4.3 Dados Climáticos

Os edifícios situam-se no centro urbano da cidade do Porto, e, segundo o Anexo III do RCCTE, os dados climáticos necessários para o estudo deste edifício são os seguintes:

- Zona Climática de Inverno:  $I_2$
- Altitude do local: 70 m
- Número de Graus Dias: (GD) = 1610 °C.dias
- Duração da estação de aquecimento:  $M = 6,7$  meses
- Zona climática de Verão: V1,N (Situa-se a Norte do rio Tejo)
- Energia solar média mensal incidente numa superfície vertical orientada a sul na estação de aquecimento:  $G_{sul} = 93 \text{ kWh/m}^2.\text{mês}$ ;
- Intensidade da radiação solar para a estação convencional de arrefecimento (Junho a Setembro) segundo a orientação nordeste:  $I_{r_{NE}} = 300 \text{ kWh/m}^2$ ;
- Intensidade da radiação solar para a estação convencional de arrefecimento (Junho a Setembro) segundo a orientação nordeste:  $I_{r_{SW}} = 430 \text{ kWh/m}^2$ ;
- Intensidade da radiação solar para a estação convencional de arrefecimento (Junho a Setembro) horizontal:  $I_{r_{Horiz}} = 730 \text{ kWh/m}^2$ ;
- Temperatura média na estação de arrefecimento,  $\Theta_{atm} = 19 \text{ °C}$ .

## 4.4 Parâmetros necessários para a caracterização do comportamento térmico

### 4.4.1 Determinação do coeficiente de redução da temperatura, $\tau$

O coeficiente de redução de temperatura,  $\tau$ , permite quantificar as perdas para espaços não úteis e de acordo com a metodologia proposta no RCCTE pode ser determinado em função das características desses espaços, do seu grau de ventilação e ainda da relação  $A_i / A_u$ , em que:

- $A_i$  é a área do elemento que separa o espaço não útil do espaço interior aquecido ( $m^2$ );
- $A_u$  é a área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior ( $m^2$ );

Após o cálculo deste quociente, consulta-se a seguinte tabela do RCCTE:

Tipo de espaço não útil	Ai/Au		
	De 0 a 1	De 1 a 10	Maior que 10
1 - Circulação comum			
1.1 - Sem abertura para o exterior	0,6	0,3	0
1.2 - Com abertura permanente para o exterior			
a) Área de aberturas permanente/volume total < 0,005 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,8	0,5	0,1
b) Área de aberturas permanentes/volume total ≥ 0,05 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,9	0,7	0,3
2 - Espaços comerciais	0,8	0,6	0,2
3 - Edifícios adjacentes	0,6	0,6	0,6
4 - Armazéns	0,95	0,7	0,3
5 - Garagens			
5.1 - Privada	0,8	0,5	0,3
5.2 - Coletiva	0,9	0,7	0,4
5.3 - Pública	0,95	0,8	0,5
6 - Varandas, marquises e similares	0,8	0,6	0,2
7 - Coberturas sobre desvão não habitado (acessível ou não) (*)			
7.1 - Desvão não ventilado	0,8	0,6	0,4
7.2 - Desvão fracamente ventilado	0,9	0,7	0,5
7.3 - Desvão fortemente ventilado		1	

Tabela 1 Valores do coeficiente de redução da temperatura – tabela IV.1 do RCCTE

(\*)A caracterização da ventilação baseia-se nas definições que constam no anexo II do RCCTE.

Nota: Sempre que o coeficiente  $\tau$  for superior a 0,7, ao elemento que separa o espaço útil interior do espaço não útil aplicam-se os requisitos mínimos definidos no anexo IX para os elementos exteriores da envolvente, ou seja, caso um espaço não útil tenha  $\tau > 0,7$ , os requisitos dessa envolvente serão os mesmos das de uma envolvente exterior.

Os Espaços não úteis considerados no estudo térmico destes edifícios estão representados nas figuras seguintes:

- Desvão do telhado;
- Comércio duplex e simplex;
- Saguão;
- Ducto;
- Lavandarias;
- Espaços de circulação comum;
- Edifícios adjacentes



Figura 75 Espaços não úteis - Fonte: Projeto de arquitetura



Figura 76 Espaços não úteis

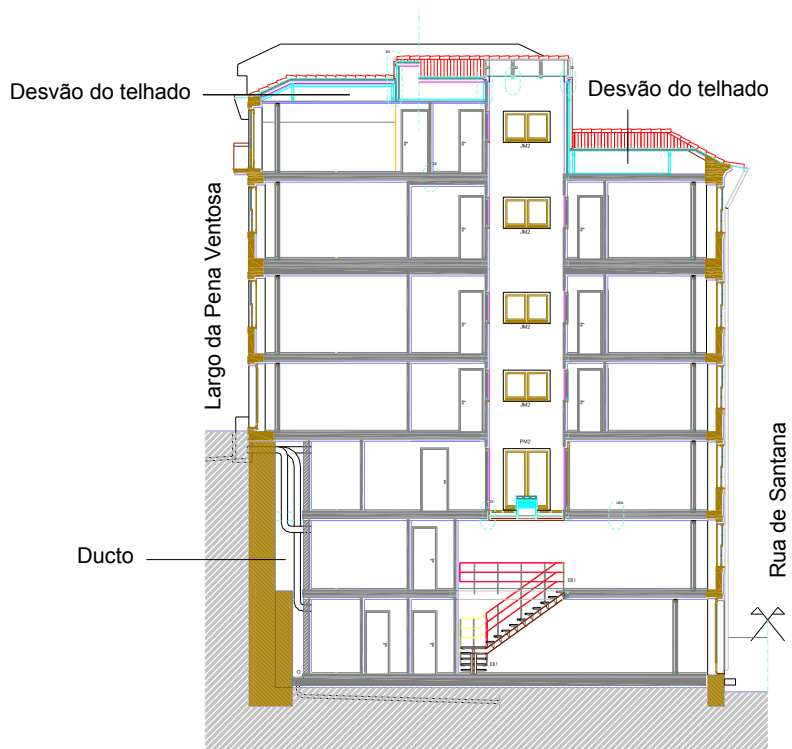


Figura 77 Espaços não úteis

#### 4.4.1.1 Comércio Duplex

$A_i$  = Área do pavimento da habitação situada sobre este comércio = 36,2 m<sup>2</sup>

$A_u$  = Área deste comércio em contacto com o exterior (parede exterior) = 3 × 2.4 + 3 × 2.29 = 13.95 m<sup>2</sup>

$$\frac{A_i}{A_u} = 2.6 < 10, \text{ então } \rightarrow 1 \leq \frac{A_i}{A_u} \leq 10,$$

Logo, segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau = 0,6$  ( $\tau < 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de interior.

#### 4.4.1.2 Comércio simplex

$A_i$  = Área do pavimento da habitação situada no piso imediatamente superior – área das zonas de circulação = 42 - 3.8 = 38,2 m<sup>2</sup>

$A_u$  = Área deste comércio em contacto com o exterior = 3.27 × 3.1 = 10.14 m<sup>2</sup>

$$\frac{A_i}{A_u} = 3.7 < 10, \text{ então } \rightarrow 1 \leq \frac{A_i}{A_u} \leq 10,$$

Logo, segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau = 0,6$  ( $\tau \leq 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de interior.

#### 4.4.1.3 Lavandarias (Pisos -1, 0, 1, 2 e 3)

$A_i$  = Área dos quartos e corredores em contato com a lavandaria

$A_u = 0$

$$\frac{A_i}{A_u} = \infty > 10, \text{ então } \rightarrow \tau = 0.2$$

Logo, segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau=0,2$  ( $\tau < 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de interior.

#### **4.4.1.4 Saguão**

Sendo o saguão um espaço fortemente ventilado devido à necessidade de promover a renovação de ar dos espaços que lhe são contíguos, e segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau=1$  ( $\tau > 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de exterior.

#### **4.4.1.5 Desvão do telhado**

Sendo o desvão do telhado fortemente ventilado, e segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau=1$  ( $\tau > 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de exterior.

#### **4.4.1.6 Ducto**

Sendo o fosso técnico fortemente ventilado, e segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau=1$ , dá origem a uma envolvente interior com requisitos de exterior.

#### **4.4.1.7 Edifícios adjacentes**

No caso de edifícios adjacentes, segundo a tabela IV do RCCTE,  $\tau=0.6$  ( $\tau < 0,7$ ), dá origem a uma envolvente interior com requisitos de exterior.

#### **4.4.1.8 Zonas de circulação comum**

As zonas de circulação (caixas de escadas e comunicação horizontal comum) foram estudadas como um espaço único, atendendo à não existência de uma barreira física entre elas.

Como a área destas zonas em contacto com as habitações,  $A_i$ , é muito superior a  $A_u$  (área do envidraçado para o exterior mais a área da envolvente para o Largo de Penaventosa) temos que:

$A_u$  = área do envidraçado para o exterior

$$A_i \gg A_u \text{ logo } \frac{A_i}{A_u} > 10$$

A zona de circulação tem uma porta de acesso para o exterior e tem envidraçados situados na cobertura que não estarão permanentemente abertos pelo que foi considerado que o quociente entre as áreas de abertura permanentes e o volume total é inferior a  $0.05 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Assim, de acordo com a tabela IV do RCCTE,  $\tau=0.1$  ( $\tau \leq 0,7$ ), sendo a zona de circulação considerada espaço não útil com requisitos de espaço interior.

#### 4.4.2 Marcação das envolventes

Após o cálculo dos coeficientes de redução térmica,  $\tau$ , é possível efetuar a marcação das envolventes das frações autónomas, nas plantas e cortes, de modo a identificar com mais facilidade os elementos constituintes dos edifícios através dos quais se irão ou não, processar trocas de calor.

Assim, distinguem-se quatro tipos de envolventes:

- Envolvente exterior;
- Envolvente sem requisitos, onde não são contabilizadas trocas de calor;
- Envolvente interior com requisitos de interior ( $\tau \leq 0,7$ );
- Envolvente interior com requisitos de exterior para ( $\tau > 0,7$ );

A título de exemplo, apresenta-se de seguida a marcação das envolventes na planta do Piso 1 e num corte do edifício:

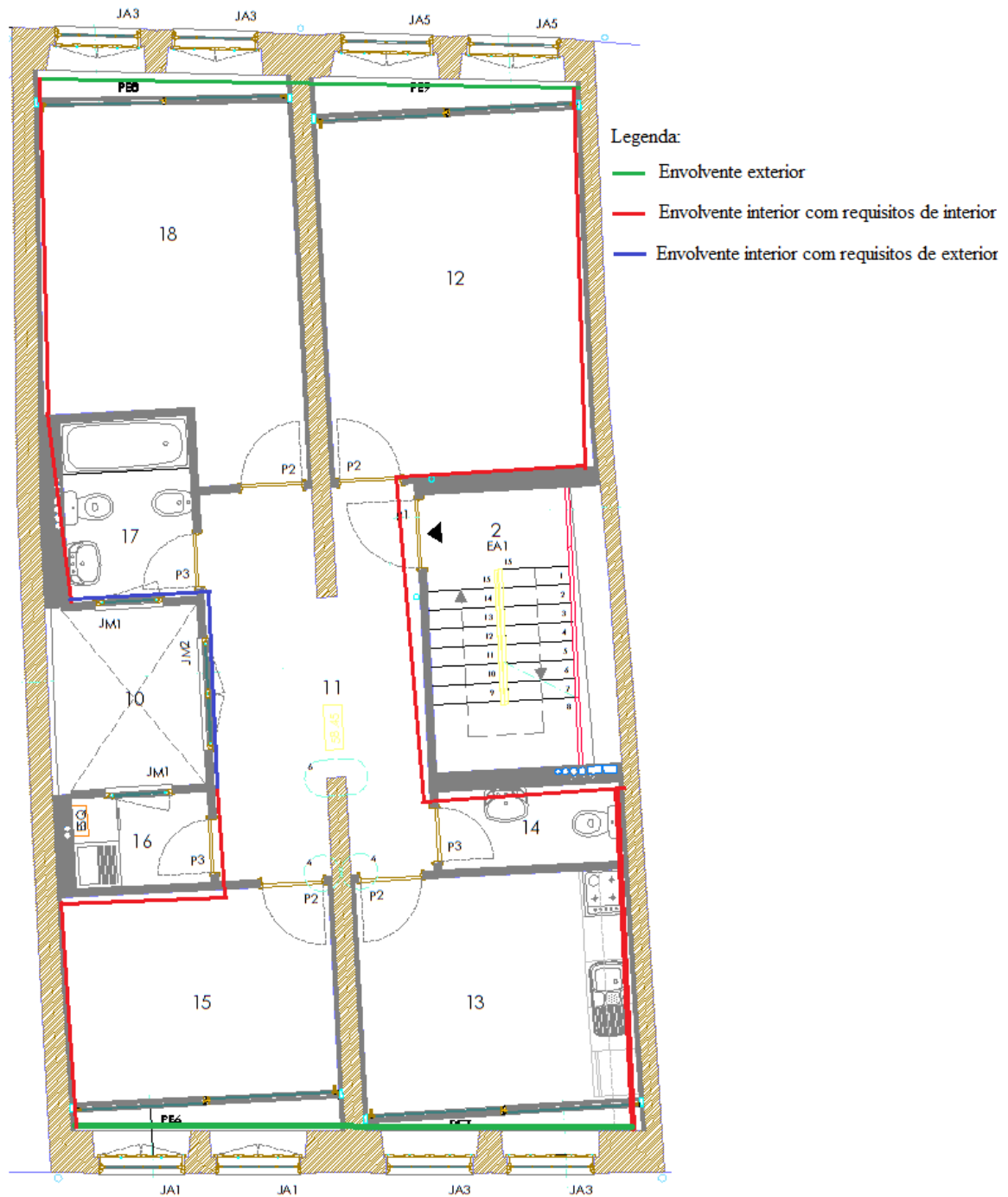


Figura 78 Marcação das envoltentes no Piso 1

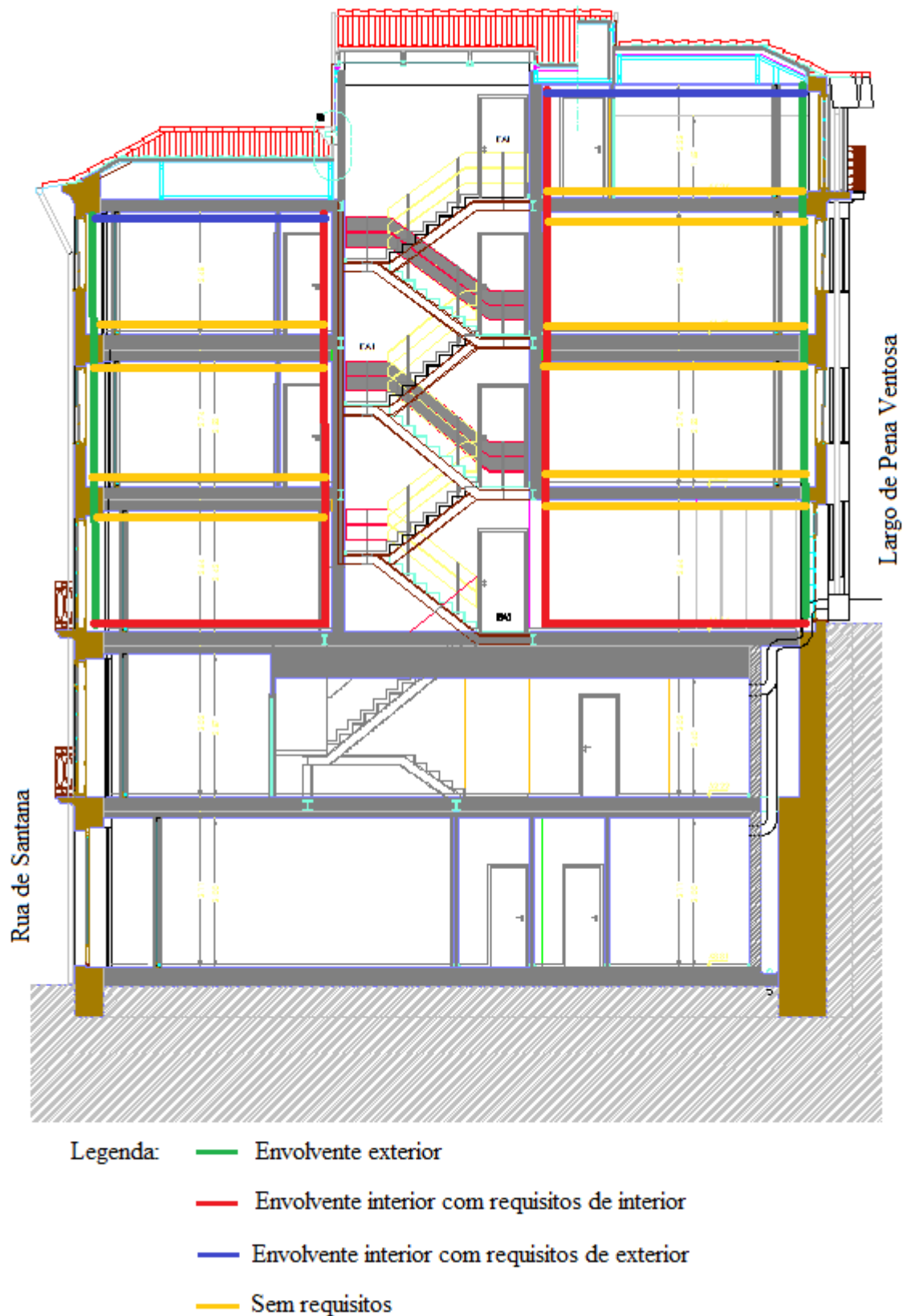


Figura 79 Marcação das envolventes das diferentes frações, no corte transversal

#### 4.4.3 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica

Após o cálculo do coeficiente de redução térmica,  $\tau$ , e da marcação das envolventes, procede-se à verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica das soluções construtivas adotadas.

Segundo do Anexo IV do RCCTE (pág 2512), para a verificação dos Requisitos Mínimos de Qualidade Térmica para a envolvente dos edifícios, nenhum elemento da envolvente opaca de qualquer edifício pode ter um coeficiente de transmissão térmica em zona corrente ( $U$ ) superior ao valor correspondente no seguinte quadro (para a zona climática em questão:  $I_2$ ):

Elemento da Envolvente		$I_2$
Elementos Exteriores em zona corrente (**)	Zonas Opacas Verticais	1,6
	Zonas Opacas Horizontais	1,0
Elementos Interiores em Zona Corrente	Zonas Opacas Verticais	2,0
	Zonas Opacas Horizontais	1,3

Tabela 2 Coeficientes de transmissão térmica máximos

O coeficiente de transmissão térmica,  $U$ , será quantificado a partir das resistências térmicas dos diferentes elementos que constituem a solução construtiva em análise:

$$U = \frac{1}{R_t} \quad ; \quad R_t = R_{se} + \sum(R_{ti}) + R_{si} \quad [1]$$

em que:

- $R_{ti}$ : é a resistência térmica de cada uma das camadas que constituem o elemento da envolvente, que no caso de elementos homogêneos será obtida pelo quociente espessura/condutibilidade térmica;
- $R_{se}$ : é a resistência térmica superficial exterior;
- $R_{si}$  é a resistência térmica superficial interior.

Para além da resistência térmica dos materiais, é necessário ter em conta a resistência térmica superficiais, interior e exterior, e ainda o sentido do fluxo de calor. Assim:

		Rsi (m°C/W)	Rse (m°C/W)
Fluxo Horizontal		0,13	0,04
Fluxo Vertical	Ascendente	0,10	0,04
	Descendente	0,17	0,04

Tabela 3 Resistência térmica interior e exterior – Fonte: RCCTE

**- Elementos Verticais em contacto com o exterior**

Paredes Exterior em granito – as paredes exteriores são em granito com 25 cm de espessura e com aplicação de isolante térmico pelo interior.

	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Alvenaria	0,250	2,800	0,089
Lã de rocha	0,050	0,040	1,250
Placa de Gesso cartonado	0,013	1,300	0,010

Tabela 4 Características da parede exterior em granito

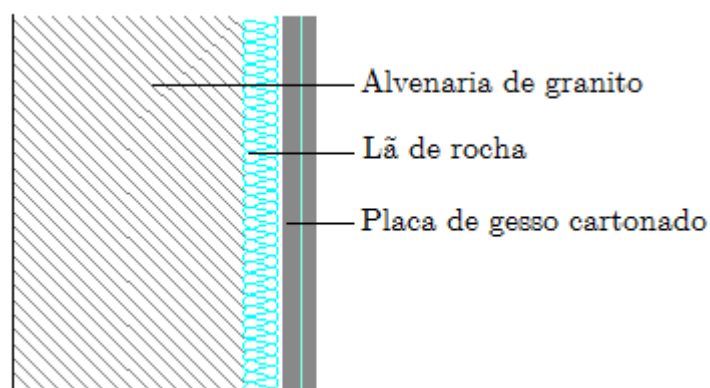


Figura 80 Corte da parede exterior em granito

$$U = \frac{1}{0,13+0,089+1,25+0,010+0,04} = 0,66 \text{ W/m}^2\cdot\text{°c} < U_{\text{máx}} = 1,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{°c} \rightarrow \text{Verifica os requisitos mínimos de qualidade térmica.}$$

Relativamente à cor das paredes exteriores e que influenciam o seu comportamento na estação de arrefecimento, considerou-se, de acordo com o projeto de arquitetura e com a sua implementação em obra que na Rua de Sant`Ana é de cor branca e no largo de Penaventosa apresenta amarelo torrado e vermelho, e no último piso será de cor azul. Segundo o quadro V.5 do RCCTE, os coeficientes de absorção solar das superfícies exteriores da proteção da cor, são os seguintes:

- Rua de Sant`Ana - SW -> branca ->  $\alpha = 0,4$ ;
- Largo de Penaventosa - NE -> amarelo torrado, vermelho e azul:  $\alpha = 0,5$ .

**- Elementos Verticais em contacto com espaços não úteis**

Paredes em contacto com edifício adjacente - estas paredes são em alvenaria de granito com 40cm de espessura e com aplicação de isolante térmico e acústico pelo lado das frações em estudo.

	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Pedra	0,400	2,800	0,143
Lã de rocha	0,050	0,040	1,250
Placa de gesso cartonado	0,013	1,300	0,010

Tabela 5 Características da parede em contacto com edifício adjacente

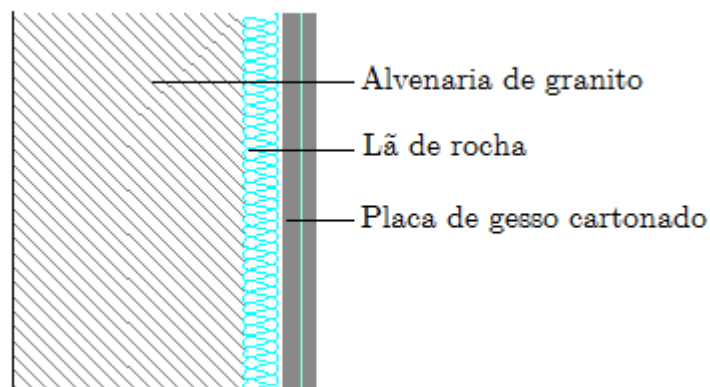


Figura 81 Corte da parede exterior em contacto com espaço não útil – Fonte: Projeto de arquitetura

$$U = \frac{1}{0,13+0,143+1,250+0,010+0,13} = 0,60 \text{ W/m}^2.\text{°c} < U_{\text{máx}} = 2,0 \text{ W/m}^2.\text{°c} \rightarrow \text{ok!}$$

Parede em contacto com zona de circulação comum, saguão e lavandarias - todas estas paredes para espaços não úteis apresentam a mesma constituição: placas de gesso cartonado com interposição de isolante térmico e acústico.

	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Placa de gesso laminado tipo KAUF D113E	0,011	1,300	0,009
Lã de rocha 40 kg/m <sup>3</sup> (50mm)	0,050	0,040	1,250
Placa de gesso laminado tipo KAUF D113E	0,011	1,300	0,009

Tabela 6 Características da parede em contacto zona de circulação comum, saguão e lavandarias

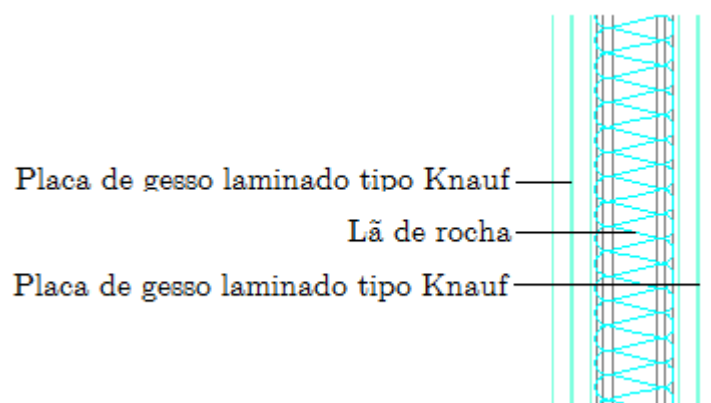


Figura 82 Corte das paredes em contacto com espaços não úteis - Fonte: Projeto de arquitetura

$$U = \frac{1}{0,13+0,009+1,250+0,009+0,13} = 0,65 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica:

Parede para espaços não úteis	U	$\tau$	Umáx	Verificação
Zonas de comunicação comum	0,65	0,1	2	Cumpre
Saguão		1	1,6	Cumpre
Lavandaria		0,2	2	Cumpre

Tabela 7 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica

**Elementos Horizontais – cobertura para o desvão fortemente ventilado**

	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Placa de gesso laminado tipo KNAUF D113E tecto falso	0,011	1,300	0,009
Lã de rocha 60 kg/m <sup>3</sup> (50mm)	0,050	0,040	1,250
Estrutura metálica	0,005		
Caixa de ar			
Painéis VIROC (19mm)	0,016		
Poliestireno extrudido tipo STIRODACH 50 mm	0,050	0,037	0,000
Telha MARGON LUSA T-PLUS S			

Tabela 8 Características da cobertura exterior

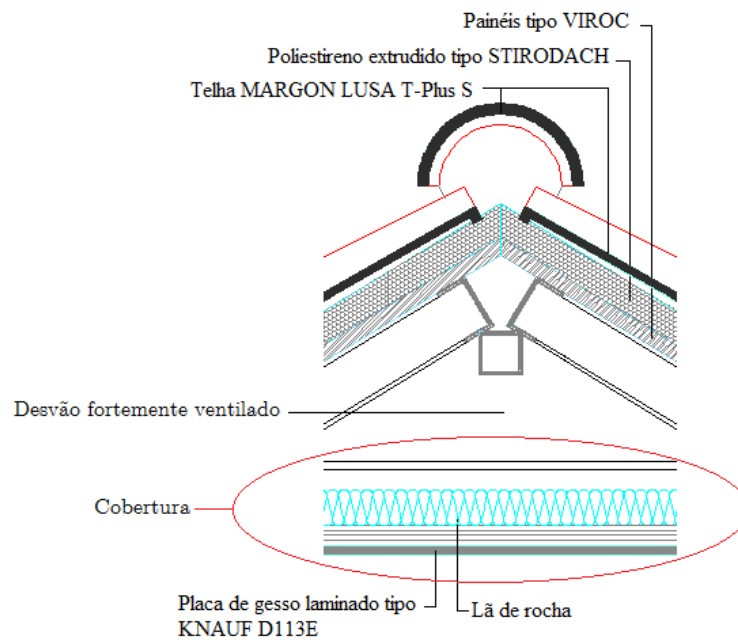


Figura 83 Corte da cobertura exterior - Fonte: Projeto de arquitetura

Para a quantificação do coeficiente U do elemento fronteira entre a fração de habitação e o desvão do telhado, apenas foram considerados os elementos constituintes da esteira.

$$U = \frac{1}{0,10+0,009+1,250+0,009+0,10} = 0,68 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C} < U_{\text{máx}} = 1,0 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{ok!}$$

**- Elementos Horizontais – Pavimentos em contacto com espaços não úteis**

Pavimento interior em contacto com zona de circulação comum, ducto e lavandaria – para todos estes elementos a solução construtiva adotada foi a mesma: pavimento leve com estrutura resistente em perfis metálicos, com isolantes térmicos e acústicos e revestimento de piso em madeira.

	e [m]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> °C]	Rt [m <sup>2</sup> °C/w]
Placa de gesso laminado tipo KNAUF D113E teto falso	0,011	1,300	0,009
Lã de rocha 60 kg/m <sup>3</sup> (50mm)	0,050	0,040	1,250
Estrutura metálica	0,005		
Caixa de ar	0,140		0,180
Painéis VIROC (19mm)	0,019	0,230	0,083
Poliestireno extrudido tipo STIRODACH 40 mm	0,040	0,040	1,000
Soalho em madeira de pinho (20mm)	0,020	0,150	0,133

Tabela 9 Características do pavimento em contacto com espaços não-úteis

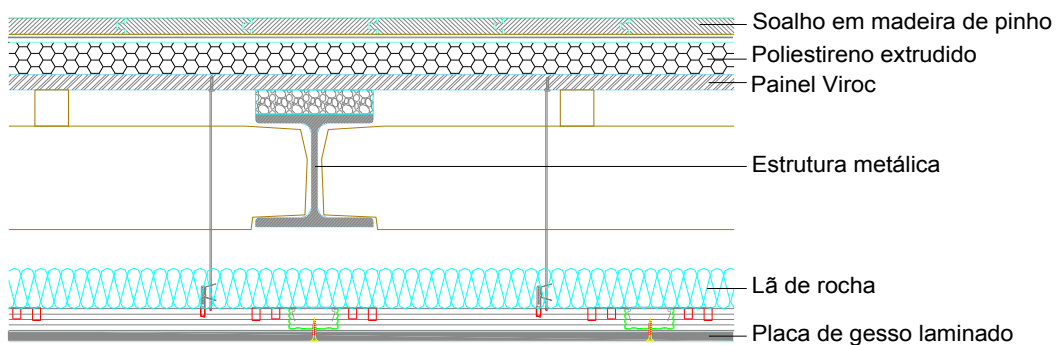


Figura 84 – Corte do pavimento em contacto com espaços não-úteis - Fonte: Projeto de arquitetura

$$U = \frac{1}{0,170+0,009+1,250+0,180+0,083+1,000+0,133+0,170} = 0,33 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica:

Pavimento para espaços não úteis	U	$\tau$	Umáx	Verificação
Zonas de comunicação comum	0,33	0,1	1,3	Cumpre
Ducto		1	1	Cumpre
Lavandaria		0,2	1,3	Cumpre

Tabela 10 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica

**Elementos Horizontais – Coberturas em contacto com espaços não úteis**

Cobertura em contacto com zonas comuns e lavandarias

	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Placa de gesso laminado tipo KNAUF D113E teto falso	0,011	1,300	0,009
Lã de rocha 60 kg/m <sup>3</sup> (50mm)	0,050	0,040	1,250
Estrutura metálica	0,005		
Caixa de ar	0,140		0,180
Painéis VIROC (19mm)	0,019	0,230	0,083
Poliestireno extrudido tipo STIRODACH 40 mm	0,040	0,040	1,000
Soalho em madeira de pinho (20mm)	0,020	0,150	0,133

Tabela 11 Características do teto em contacto com zonas comuns e lavandarias

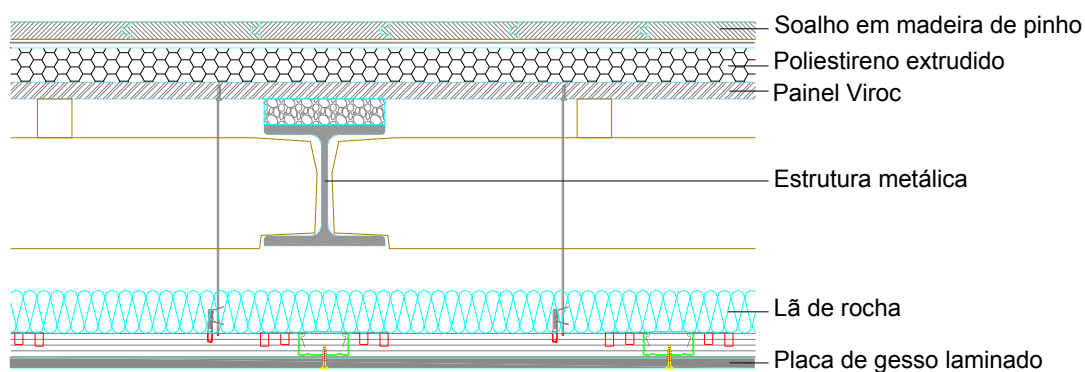


Figura 85 Corte do teto em contacto com espaços não-úteis - Fonte: Projeto de arquitetura

$$U = \frac{1}{0,100+0,009+1,250+0,180+0,083+1,000+0,133+0,100} = 0,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C} < U_{\text{máx}} = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$$

Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica

Cobertura para espaços não úteis	U	$\tau$	Umáx	Verificação
Zonas de comunicação comum	0,35	0,1	1,3	Cumpre
Lavandaria		0,2		Cumpre

Tabela 12 Verificação dos requisitos mínimos de qualidade térmica

Cobertura do comércio duplex com saguão

Teto comércio duplex com Saguão	e [m]	$\lambda$ [W/m°C]	Rt [m°C/w]
Chapa de ferro com 5mm	0,005	72,000	0,000
Painéis tipo VIROC 19mm	0,019	0,230	0,083
Revestimento em zinco			
Régua de madeira de pinho tratado de 20x70 mm	0,020	0,150	0,133
Lã de rocha 50 kg/m <sup>3</sup> (40mm)	0,040	0,040	1,000
Soalho em madeira de pinho 20 mm	0,020	0,150	0,133

Tabela 13 Características da cobertura do comércio duplex com saguão

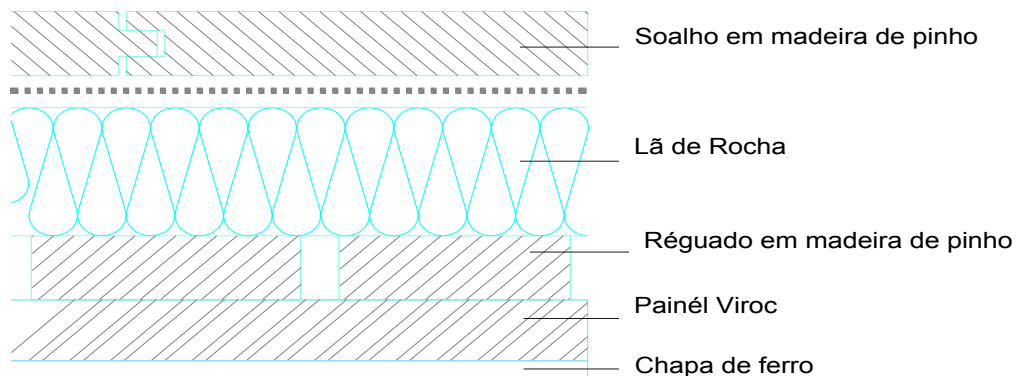


Figura 86 Corte da cobertura do comércio duplex com saguão - Fonte: Projeto de arquitetura

$$U = \frac{1}{0,100+0,083+0,133+1,000+0,133+0,100} = 0,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{°c} < U_{\text{máx}} = 1,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{°c} \rightarrow \text{verificam}$$

os requisitos mínimos de qualidade térmica.

**- Elementos Envidraçados e portas opacas**

A solução escolhida para os envidraçados exteriores está descrita na tabela abaixo reproduzida:

Envidraçados com caixilharia de madeira	U <sub>wdn</sub> [m <sup>2</sup> °c/w]
Vidro duplo incolor de 6 mm + 5 mm, lâmina de ar de 16 mm, com proteção exterior em portadas de madeira de cor clara	2,4

Tabela 14 Características dos envidraçados

Para esta solução dos envidraçados, o fator solar a considerar para o conjunto vidro mais dispositivo de proteção noturna é, de acordo com o RCCTE, 0.03. O valor máximo permitido para edifícios com inércia térmica fraca e situados na zona climática de verão V1, é de 0.15. Assim,

$$g_{\perp}(\text{vidro+proteção}) = 0,03 < g_{\perp}^{\text{máx}} = 0,15 \rightarrow \text{Verifica os requisitos mínimos de qualidade térmica}$$

Relativamente à porta de acesso à habitação o coeficiente de transmissão térmico foi obtido pela consulta da publicação do CSTB-“Règle de Calcul Th-U” [16].

U da porta de acesso à fração Th – U

$$\text{Porta} - U = 3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{°c}$$

Como a porta dá para um espaço não útil é necessário fazer a correção das resistências térmicas superficiais:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{3,5} - R_{se} + R_{si} = \frac{1}{3,5} - 0,04 + 0,13 \rightarrow U = 2,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°c}$$

O envidraçado para o saguão é duplo incolor de 6+5 com lâmina de ar de 16 mm, com caixilharia de madeira e sem persianas.

$U = 2,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°c}$  -> Valor obtido no ITE50 para envidraçados exteriores o que obriga, neste caso, a fazer a correção em virtude de ser um envidraçado para um espaço não útil.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{2,8} - 0,04 + 0,13 \rightarrow U = 2,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°c}$$

#### - Inércia térmica

A Inércia térmica está relacionada com a capacidade que o edifício apresenta para armazenar calor e fazer a sua posterior restituição ao ambiente que o rodeia. A sua quantificação depende das soluções construtivas adotadas para os elementos das diferentes envolventes e para os de compartimentação interior. Para cada solução deverá ser analisada:

- massa volúmica dos constituintes;
- existência de isolante térmico e forma de colocação;
- revestimentos superficiais utilizados nas faces interiores dos elementos.

$$I_t = \frac{\sum (M_{si} S_i r_i)}{A_p} \quad [2]$$

em que:

$M_{si}$  – é a massa superficial útil do elemento  $i$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );

$S_t$  – é a área da superfície interior do elemento  $i$  ( $\text{m}^2$ );

$R_i$  – é o fator de redução da massa;

$A_p$  – é a área útil de pavimento ( $\text{m}^2$ );

A escolha de materiais é condicionada pelo valor histórico e por ser imperioso manter as paredes resistentes de granito sem alteração da estética exterior deste edifício. Como tal, foi necessário proceder à aplicação dos isolantes térmicos pelo interior e à utilização de soluções leves para as divisórias e pavimentos de forma a reduzir o menos possível a área útil de pavimento na medida que o isolamento é feito pelo interior. Considerando-se assim, que a inércia térmica é fraca.

#### - Pontes térmicas planas (PTP)

No que respeita às PTP, não foram consideradas devido às paredes exteriores e de meação serem em alvenaria resistente em granito, pelo que não estão previstos elementos estruturais em betão armado, e a não existirem caixa de estores.

#### 4.4.4 Definição do sistema de preparação das AQS (águas quentes sanitárias)

O sistema de aquecimento de água quente sanitária previsto para cada uma das habitações é um esquentador a gás que dará apoio aos coletores solares térmicos, sendo a rede de distribuição de água quente isolada com pelo menos 10 mm de isolamento térmico.

Para comércio não está prevista rede de AQS.

Assim, para o cálculo da energia solar obtida através da instalação de coletores solares térmicos foi utilizado o software Solterm do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI). Os dados introduzidos foram os seguintes:

- Para uma habitação de tipologia T2, são considerados 3 ocupantes, o que significa que, segundo o regulamento, são exigidos no mínimo 3 m<sup>2</sup> de coletores solares. Assim, considerou-se 4 coletores da marca Solar Inox, com uma área de 3,9 m<sup>2</sup> orientados a sudoeste;
- Consumo de água quente – 120 l/dia;
- O sistema de apoio para águas quentes sanitárias considerado foi um esquentador a gás e rede de AQS devidamente isolada com  $\eta = 0,5$ ;
- O desempenho dos sistemas solares calculado pelo programa foi: Esolar = 1302 kWh/ano e as listagens são fornecidas em anexo.

As listagens do software solterm encontram-se em anexo (Anexo A.4).

Salienta-se que os coletores solares devem ser certificados pela CERTIF ou KeyMark instalados por instaladores certificados pela DGEG e com contrato de manutenção válido por 6 anos.

#### **4.4.5 Definição do sistema de climatização**

Na fase de projeto, não estavam definidos os sistemas previstos para a climatização interior de cada uma das frações.

No que respeita ao aquecimento do ambiente é considerado o sistema definido no RCCTE: resistência elétrica.

No que respeita ao arrefecimento do ambiente é considerado o sistema definido no RCCTE: máquina frigorífica com uma eficiência de 3.

#### 4.4.6 Parâmetros térmicos do sistema de ventilação

Todos os espaços interiores das habitações serão ventilados de modo a garantir uma boa qualidade do ar interior.

Nas cozinhas e nas instalações sanitárias existirão ventiladores de extração de funcionamento ocasional, que no caso das instalações sanitárias só entrará em funcionamento ao acionar o interruptor da iluminação.

Para os restantes compartimentos a ventilação natural é promovida pelas diferenças de pressão com origem na ação direta do vento sobre as edificações e nas diferenças de temperatura entre os ambientes interiores e o exterior.

Para determinar a taxa de renovação de ar,  $R_{PH}$ , é necessário saber a localização do edifício bem como as características de permeabilidade da envolvente exterior de cada fração.

Determinação da altura acima do solo:

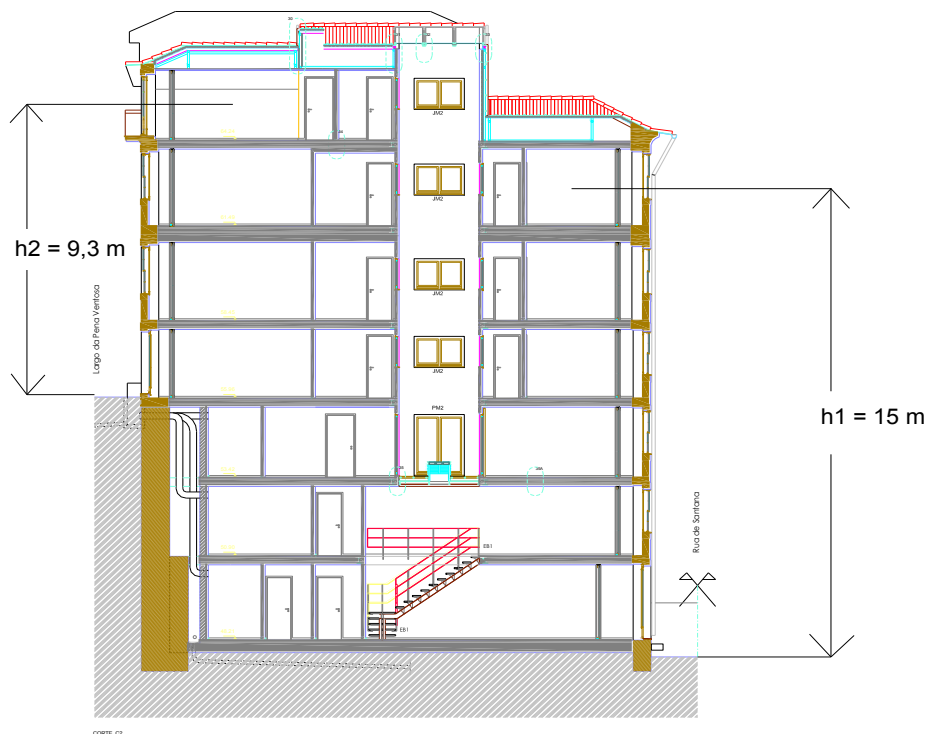


Figura 87 Altura acima do solo - Fonte: Projeto de arquitetura

Sendo os edifícios localizados no interior da Cidade do Porto, segundo o regulamento estão situados na região A e apresentam rugosidade do tipo I.

A situação mais gravosa será para  $h > 10$  m, então, segundo o quadro IV.2 da página 2488 do RCCTE referente à classe de exposição ao vento das fachadas do edifício ou da fração autónoma, para uma altura acima do solo entre 10 m e 18 m, tem-se uma classe de exposição do tipo I.

Como os edifícios não são dotados de dispositivos de admissão na fachada e a permeabilidade ao ar das caixilharias é sem classificação e não apresentam caixa de estores, segundo o quadro IV.1 do RCCTE da página 2487 referente aos valores convencionais de  $R_{PH}$  (em  $h^{-1}$ ) para edifícios de habitação.  $R_{PH} = 0,9 h^{-1}$ .

Nota: Se a área dos envidraçados for superior a 15% da área útil de pavimento, é necessário somar  $0,1 h^{-1}$  em todas as frações autónomas.

## 4.5 Aplicação do RCCTE a uma fração de habitação

A título de exemplo apresentam-se os parâmetros necessários para o estudo térmico de uma fração deste edifício. A fração escolhida foi o T2 do piso 1.

### 4.5.1 Perdas térmicas lineares associadas às paredes exteriores

#### Ligação da parede exterior com o pavimento sobre comunicação horizontal comum (CHC)

Como a solução construtiva para o pavimento é uma solução leve com aplicação de isolante térmico nas duas faces, as tabelas do RCCTE não contemplam esta situação. Assim, foi considerado o valor de  $0,5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ .

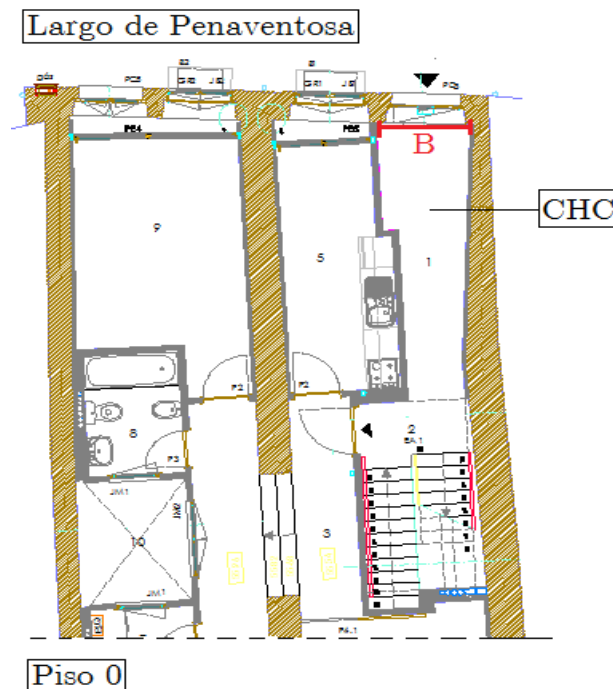


Figura 88 Comprimento da ligação da parede exterior com pavimento sobre a CHC do piso 0 -  
Fonte: Projeto de arquitetura

$$B = 1,7 \text{ m}$$

$$\psi = 0,5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

Ligação da parede exterior com pavimento interior

De acordo com os pormenores construtivos analisados, verificou-se que o isolante térmico aplicado pelo interior deverá ir até à caixilharia pelo que o respetivo coeficiente será nulo.

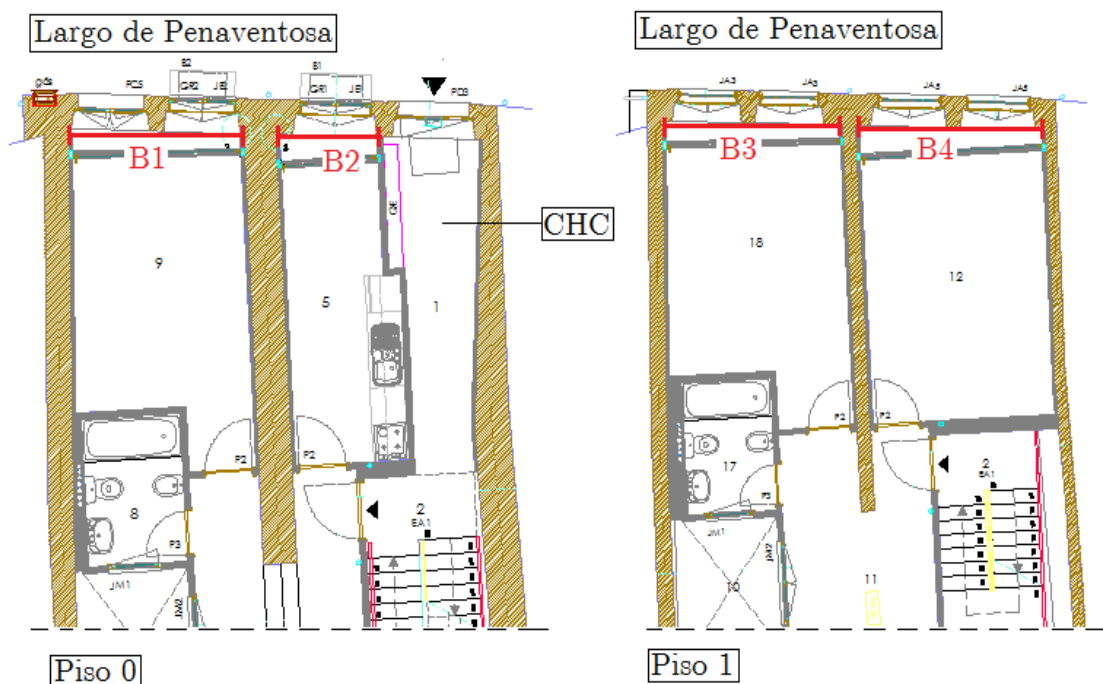


Figura 89 Comprimento da ligação de parede exterior do piso 1 com pavimento interior do piso 0 -  
Fonte: Projeto de arquitetura

$$B = B1 + B2 + B3 + B4$$

$$B = 2,99 + 1,75 + 3,43 + 3,60 = 11,77 \text{ m}$$

$$\Psi = 0 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

#### 4.5.2 Perdas térmicas lineares associadas à parede para o saguão ( $\tau = 1 > 0,7$ )

##### Ligação da parede do saguão com o pavimento e o teto

Como a parede da habitação para o saguão é em gesso cartonado com interpolação de lã de rocha, o RCCTE não contempla nas suas tabelas de coeficiente de transmissão térmica linear desta situação. Assim, foi considerado o valor de  $\Psi$  definido por defeito no RCCTE.

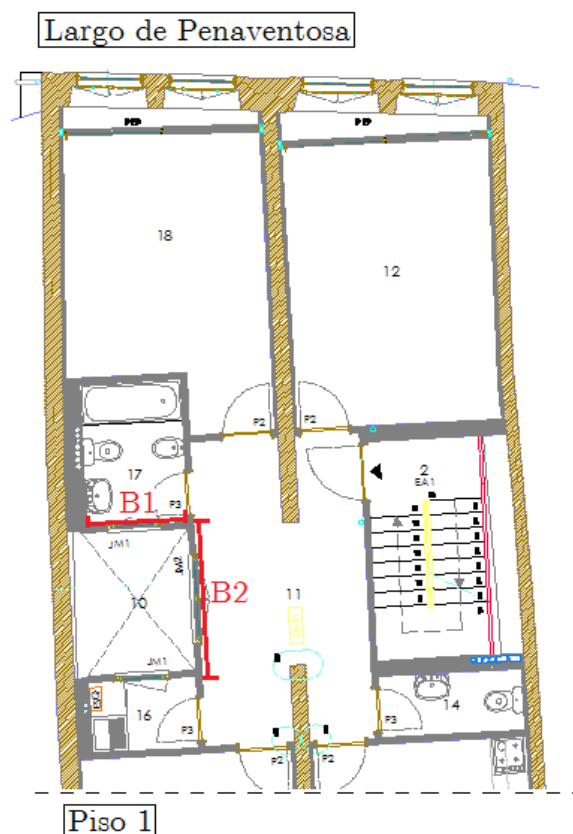


Figura 90 Comprimento da parede interior em contato com pavimento do saguão para piso 0 e piso 2 - Fonte: Projeto de arquitetura

$$B = 2 \times (1,7 + 2,5) = 8,40 \text{ m}$$

$$\Psi = 0,5 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

### 4.5.3 Fatores associados aos envidraçados exteriores

Para contabilizar os ganhos pelos envidraçados é necessário quantificar os seguintes parâmetros:

- Fator de orientação:

Segundo o quadro IV.4 do RCCTE, os fatores de orientação são:

Nordeste (NE):  $X = 0,33$

Sudoeste (SW):  $X = 0,84$

- Fator de Obstrução ( $F_s$ )

Segundo o ponto 4.3.2 do RCCTE, o fator de obstrução representa a redução na radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento permanente causado por diferentes obstáculos, por exemplo:

- Obstruções exteriores ao edifício: outros edifícios, orografia, vegetação, entre outros;

- Obstruções criadas por elementos do edifício: outros corpos do mesmo edifício, palas, varandas, elementos de enquadramento do vão externos à caixilharia.

Este fator varia entre 0 e 1 e pode ser calculado a partir da seguinte equação:

$$F_s = F_h \times F_0 \times F_f, \quad [3]$$

em que:

$F_h$  é o fator de sombreamento do horizonte por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício. O valor de  $F_h$ , é consultado, para a estação de aquecimento, na tabela IV. do RCCTE e na estação de arrefecimento toma o valor unitário.

$F_0$  é o fator de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado (palas, varandas). O valor de  $F_0$  é consultado, para a estação de aquecimento, na tabela IV.6, e, para a estação de arrefecimento, no quadro V.1, do RCCTE.

$F_f$  é o fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado (palas verticais, outros corpos ou partes do mesmo edifício). O valor é consultado, para a estação de aquecimento, na tabela IV.7, e para a estação de arrefecimento, no quadro V.2 do RCCTE.

Em nenhum caso o produto  $X \cdot F_s$  deverá ser inferior a 0,27, ou seja:

$$X \cdot F_s \geq 0,27 \quad [4]$$

Assim, para contabilizar os ganhos pelos envidraçados na estação de aquecimento é necessário quantificar os seguintes parâmetros:

Para envidraçados a nordeste tem-se:

$F_h$ : Segundo o regulamento, caso não exista informação disponível que permita o cálculo do ângulo do horizonte  $F_h$  deve ser calculado por defeito adotando um ângulo de horizonte de 45° em ambiente urbano. Consultando a tabela IV.5 do RCCTE,  $F_h = 0,8$

$F_0$ : O elemento horizontal sobreposto ao envidraçado está representado na seguinte figura:

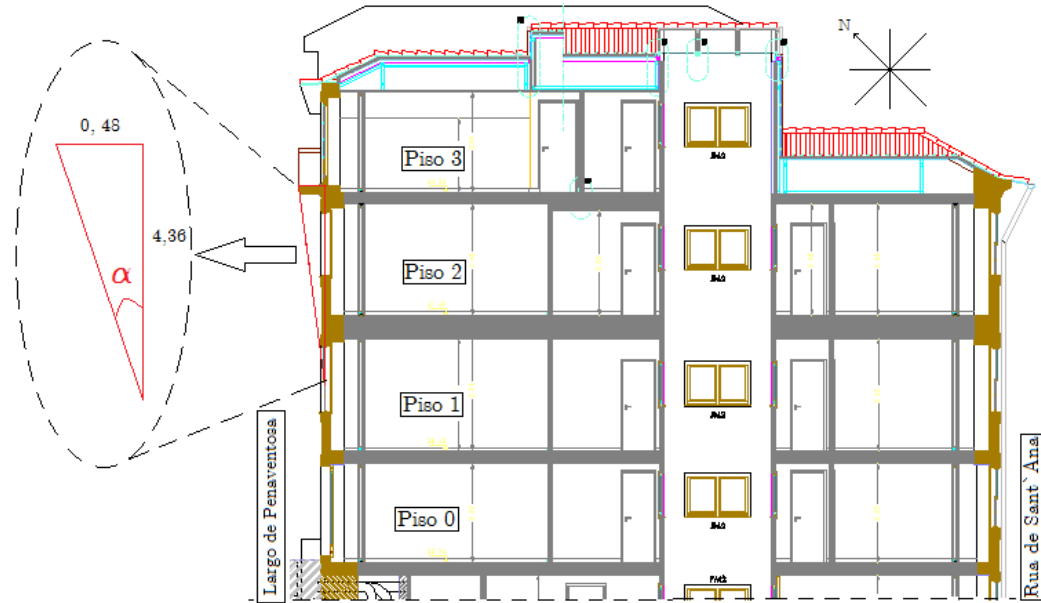


Figura 91 Sombreamento por elementos horizontais orientado a nordeste - Fonte: Projeto de arquitetura

Para  $\alpha = \text{tg}\left(\frac{4,36}{0,48}\right) = 6^\circ$ , consultando a tabela IV.6 do RCCTE e por interpolação, determinou-se que  $F_0 = 0,98$

$F_f$ : Não existindo palas verticais e consultando a tabela IV.7 do RCCTE, determinou-se que  $F_f = 1$ .

Assim, para  $F_s = F_h \times F_0 \times F_f$ , tem-se que:

$$F_s = 0,8 \times 0,98 \times 1 = 0,78$$

Segundo o RCCTE, caso não existam palas, para contabilizar o efeito de sombreamento do contorno do vão deve ser considerado o valor 0,9 para o produto  $F_0 \times F_f$  ( $F_0 \times F_f \leq 0,9$ ), então:

$$F_s = 0,8 \times 0,9 \times 1 = 0,72$$

$$\text{Verificação: } X \times F_s \geq 0,27$$

$$0,33 \times 0,72 = 0,24 \rightarrow \text{não verifica, então:}$$

$$0,33 \times F_s = 0,27 \rightarrow F_s = 0,82$$

Para envidraçados a sudoeste, tem-se que:

$F_h$ : Segundo o regulamento, caso não exista informação disponível que permita o cálculo do ângulo do horizonte  $F_h$  deve ser calculado por defeito adotando um ângulo de horizonte de  $45^\circ$  em ambiente urbano. Consultando a tabela IV.5 do RCCTE,  $F_h = 0,48$

$F_0$ : Não existindo palas verticais e consultando a tabela IV.6 do RCCTE, determinou-se que  $F_f = 1$

$F_f$ : Não existindo palas verticais e consultando a tabela IV.7 do RCCTE, determinou-se que  $F_f = 1$

Assim, para  $F_s = F_h \times F_0 \times F_f$ , tem-se que:

$$F_s = 0,48 \times 1 \times 1 = 0,48$$

Como  $F_0 \times F_f > 0,9$ , então:  $F_s = 0,48 \times 0,9 = 0,43$

Verificação:  $X \times F_s \geq 0,27$

$0,84 \times 0,43 = 0,36 > 0,27$  -> verifica, então:

$$F_s = 0,43$$

- Fator solar ( $g_{\perp}$ )

Segundo o ponto 4.3.2 do RCCTE o fator solar do vão envidraçado é um valor que representa a relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado em relação à radiação solar incidente na direção normal a envidraçado. No cálculo do fator solar de vãos envidraçados do setor residencial, salvo justificação em contrário, deve ser considerada a existência, pelo menos, de cortinas interiores muito transparentes de cor clara. Para vidro duplo incolor:  $g_{\perp}(\text{vidro+cortina}) = 0,63$ .

- Fração envidraçada ( $F_g$ )

Segundo o ponto 4.3.4 do RCCTE, a fração envidraçada traduz a redução da transmissão da energia solar associada à existência da caixilharia, sendo dada pela relação entre a área envidraçada e a área total do vão envidraçado. O valor de  $F_g$  é consultado no quadro IV.5 do regulamento.

Sendo a caixilharia de madeira com quadrícula  $\rightarrow F_g = 0,57$

Para contabilizar os ganhos pelos envidraçados na estação de arrefecimento é necessário quantificar os seguintes parâmetros:

- Fator de obstrução

Para envidraçados a nordeste tem-se:

$F_h$ : Segundo o regulamento, o fator do horizonte considera-se igual a 1 para a estação de arrefecimento:  $F_h = 1$ .

$F_0$ : Segundo a figura 88,  $\alpha = \text{tg}\left(\frac{4,36}{0,48}\right) = 6^\circ$ , consultando a tabela V.1 do RCCTE e por interpolação, determinou-se que  $F_0 = 0,97$

$F_f$ : Não existindo palas verticais e consultando a tabela IV.7 do RCCTE, determinou-se que  $F_f = 1$ .

Assim, para  $F_s = F_h \times F_0 \times F_f$ , tem-se que:

$$F_s = 1 \times 0,97 \times 1 = 0,97$$

Para envidraçados a sudoeste, e não havendo qualquer tipo de sombreamento, tem-se que:

$$F_s = F_h \times F_0 \times F_f$$

$$F_s = 1 \times 1 \times 1 = 1,0$$

- Fator solar  $g_{\perp}$

Para a estação de arrefecimento, segundo o ponto 2.2 do anexo V do RCCTE, o fator solar do envidraçado deve ser tomado com dispositivos de sombreamento móveis ativados a 70%, ou seja, o fator solar do vão envidraçado é igual à soma de 30% do fator solar do vidro mais 70% do fator solar do vão envidraçado com a proteção solar móvel atuada, cujos valores são os indicados no quadro v.4.

Assim, tem-se que:

$$70\% g_{\perp}(\text{vidro} + \text{proteção}) + 30\% g_{\perp}(\text{vidro}) = 0,7 \times 0,03 + 0,3 \times 0,75 = 0,25$$

## 5. Classe energética do caso de estudo – resultados

De acordo com os valores calculados nos capítulos anteriores foi efetuado o preenchimento nas folhas de cálculo que se encontram em anexo (Anexo A.3). Obtiveram-se os seguintes resultados:

- Perdas pela envolvente exterior = 22,28 W/°C;
- Perdas pela envolvente interior = 37,31 W/°C;
- Perdas pelos envidraçados exteriores = 29,76 W/°C;
- Perda por renovação de ar = 66,36 °C;
- Ganhos totais úteis = 2014, 22 kW/ano, em que:
  - Ganhos solares brutos = 782,27 kW.h/ano;
  - Ganhos internos brutos = 1494,48 kW.h/ano;
- $N_{ic} < N_i$ , em que:
  - Necessidades nominais de aquecimento ( $N_{ic}$ ) = 51,88 kW.h/m<sup>2</sup>ano;
  - Necessidades nominais de aquecimento máximas ( $N_i$ ) = 68,10 kW.h/m<sup>2</sup>ano;
- Perdas específicas na estação de arrefecimento = 111,67 W/°C;
- Perdas térmicas totais na estação de arrefecimento = 1961,80 kW/h;
- Ganhos solares totais = 1556,29 kW.h/ano, em que:
  - Ganhos solares pela envolvente opaca exterior = 113,80 kW.h, em que:
    - Nordeste = 45,98 kW.h;
    - Sudoeste = 67,83 kW.h;
  - Ganhos solares pelos envidraçados exteriores = 535,39 kW.h, em que:
    - Nordeste = 231,22 kW.h;
    - Sudoeste = 304,17 kW.h;
  - Ganhos internos totais = 907,09 kW.h/ano;

- $N_{vc} < N_v$ , em que:
  - Necessidades nominais de arrefecimento ( $N_{vc}$ ) = 5,74 kW.h/m<sup>2</sup>.ano;
  - Necessidades nominais de arrefecimento máximas ( $N_v$ ) = 16,00 kW.h/m<sup>2</sup>.ano;
- $N_{ac} < N_a$ , em que:
  - Necessidades de energia para preparação das AQS ( $N_{ac}$ ) = 42,39 kW.h/m<sup>2</sup>.ano;
  - Limite máximo para os valores necessários para a preparação das AQS ( $N_a$ ) = 45,81 kW.h/m<sup>2</sup>.ano;
- $N_{tc} < N_t$ , em que:
  - Necessidades nominais globais de energia primária ( $N_{tc}$ ) = 5,21 kgep/m<sup>2</sup>;
  - Limite máximo das necessidades nominais globais de energia primária ( $N_t$ ) = 6,94 kgep/m<sup>2</sup>;
- Classe energética:  $\frac{N_{tc}}{N_t} = 0,75 \rightarrow$  Classe B.

## **6. Acompanhamento das soluções analisadas**

### **6.1 Fase de adjudicação da empreitada**

O processo de adjudicação de uma empreitada por parte da Porto Vivo, SRU, é a partir de um concurso público ou por ajuste direto. É lançado um preço base acima da qual a empresa não estaria disposta a adjudicar.

Analisadas as propostas das entidades verifica-se se as mesmas foram corretamente elaboradas e se dão resposta às condições do convite e do caderno de encargos do procedimento, tendo os valores da proposta ser inferior ao preço base e superiores ao preço anormalmente baixo (é considerado um valor anormalmente baixo, se o mesmo for inferior em 15% do preço base).

O critério de adjudicação da empreitada é a partir da melhor proposta, dentro dos valores acima citados, das entidades concorrentes.

Relativamente à operação E1 o concurso foi por ajuste direto a três entidades por um preço base de 530000€ cuja empresa vencedora foi a Nortejuvil com uma proposta de 499274,05€.

### **6.2 Fases da Construção**

Tal como anteriormente descrito, esta operação incidiu na reabilitação de dois edifícios contíguos, cuja intervenção foi feita a partir do parcelamento dos mesmos com uma abertura na parede resistente que os separava, de forma a se criarem vários fogos adaptados às exigências atuais. Pode dizer-se que esta operação se tratou de um projeto de reconstrução, mantendo a fachada e paredes resistentes originais (reabilitadas) com o

máximo de aproveitamento de materiais pré-existentes e utilização de outros iguais aos que anteriormente existiam.

Após realizados os trabalhos de sondagens arqueológicas, constatou-se que não existiam quaisquer vestígios de importância significativa, identificando-se apenas, na rua de Sant`Ana n°s 28 a 30, níveis e estruturas exclusivamente da época contemporânea, destacando-se uma conduta em pedra.



Figura 92 Conduta de pedra da Época Contemporânea

A obra teve início no dia 28 de Maio de 2012 estando prevista terminar em Novembro de 2013. Assim, a situação em que encontravam os edifícios antes da intervenção é como se demonstra nas seguintes figuras:



Figura 93 Interior da Parcela 27 (ao nível do R/C do Largo de Penaventosa)



Figura 94 Interior da Parcela 26 (ao nível do R/C da Rua de Sant'Ana)



Figura 95 Interior da Parcela 26 - Escadas



Figura 96 Interior da parcela 26 – Fonte: Site Porto Vivo, SRU

Tomou-se previamente, antes de quaisquer trabalhos, as devidas precauções, escorando-se as paredes de forma a evitar desabamentos indesejados aquando da intervenção, e removendo elementos (como por exemplo as caixilharias) com perigo de queda.

Seguiu-se então a fase de remoção e limpeza dos espaços, tendo sido feito o desmonte das paredes interiores e dos pisos removendo-se as vigas de madeira (para serem tratadas se assim as condições das mesmas o permitirem)



Figura 97 Remoção e limpeza das parcelas

Após finalizada toda a remoção e limpeza prosseguiu-se ao início da fase dos trabalhos de estruturas, com a colocação e soldagem de vigas metálicas bem como o aproveitamento das vigas de madeira já existentes (fazendo o seu devido tratamento).



Figura 98 Colocação das Vigas metálicas e aproveitamento das vigas de madeira pré-existentes –  
Fonte: Site da Porto Vivo, SRU

Salienta-se que o autor deste relatório quando iniciou o seu estágio verificou que a fase de execução dos elementos estruturais já tinha sido concluída.

As visitas às obras eram realizadas, por norma, 1 a 2 vezes por semana. Assim, a situação encontrada nos primeiros dias de Dezembro foi a seguinte:

- A fachada já estava parcialmente tratada, mas ainda sem estar pintada com as cores que estariam previstas;



Figura 99 Fachada no Largo de Penaventosa

- Os pisos já estavam acessíveis com estrutura de vigas metálicas e de madeira aproveitada e com o painel VIROC colocado sobre as mesmas. É de notar que nos apoios das vigas se recorreu a uma manta geotêxtil e em volta ajustado com argamassa.



Figura 100 Vigas de madeira aproveitadas e de malha metálica sob o painel VIROC

- A cobertura já se encontrava praticamente construída com a telha cerâmica já colocada. É visível o painel VIROC assente sobre asnas metálicas.



Figura 101 Execução da Cobertura – Fonte: Site Porto Vivo, SRU

Pode observar-se a existência do poliestireno extrudido, um isolante que melhorará o comportamento térmico do edifício.



Figura 102 Pormenores da cobertura

Com o decorrer no mês de Dezembro foram visíveis mais avanços na empreitada, destacando-se:

- Colocação da chapa metálica no último piso:



Figura 103 Colocação das chapas no recuado

- Foi feito o tratamento das paredes de granito pelo interior dos edifícios:



Figura 104 Limpeza do granito no interior das frações

Entretanto foram colocados os tabiques com estrutura metálica tipo KNAUF de forma a preparar a compartimentação interior. Este sistema de tabiques será preenchido com

manta de lã de rocha e com placas duplas de gesso laminado em ambas as faces, como se poderá ver mais a frente com o avanço da obra. Esta foi uma opção que tinha como objetivo utilizar uma construção leve que, embora apresente custos superiores relativamente à construção tradicional, justifica-se em edifícios patrimoniais, possibilitando a adaptação e preservação de elementos existentes e garantindo o conforto acústico dos mesmos.



Figura 105 Preparação do sistema de tabiques

Pode ver-se o sistema de tabiques a dar forma à compartimentação do interior do edifício:



Figura 106 Sistema de tabiques do tipo KNAUF

É possível ver os tabiques metálicos aparafusados à estrutura de perfis metálicos dos pisos:



Figura 107 Sistema de tabiques para teto falso

Durante o mês de Janeiro os avanços observados correspondiam à preparação das infraestruturas. Era visível a colocação do sistema elétrico bem como a rede de águas que ficarão embutidos nas paredes e nos pisos. Observa-se também a colocação dos quadros elétricos.



Figura 108 Colocação das infraestruturas

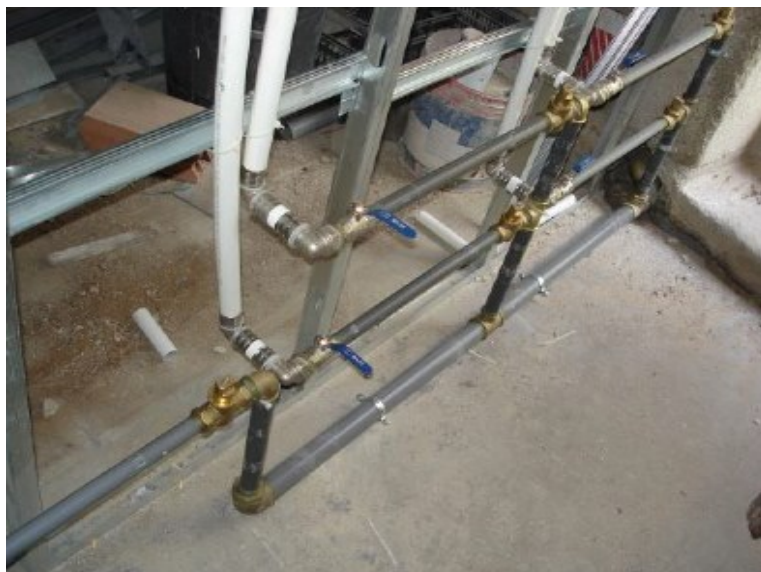


Figura 109 Instalação da rede de abastecimento de água – Fonte: Porto Vivo, SRU

Durante o mês de Fevereiro a grande novidade diz respeito à colocação das escadas que dariam acesso às frações dos diferentes pisos.

Aquando os trabalhos de colocação e soldagem das escadas, foi identificado um problema que dizia respeito à chegada das mesmas ao patamar, apresentando um desfasamento de 7 cm. A resolução deste contratempo passou por aumentar o espelho.

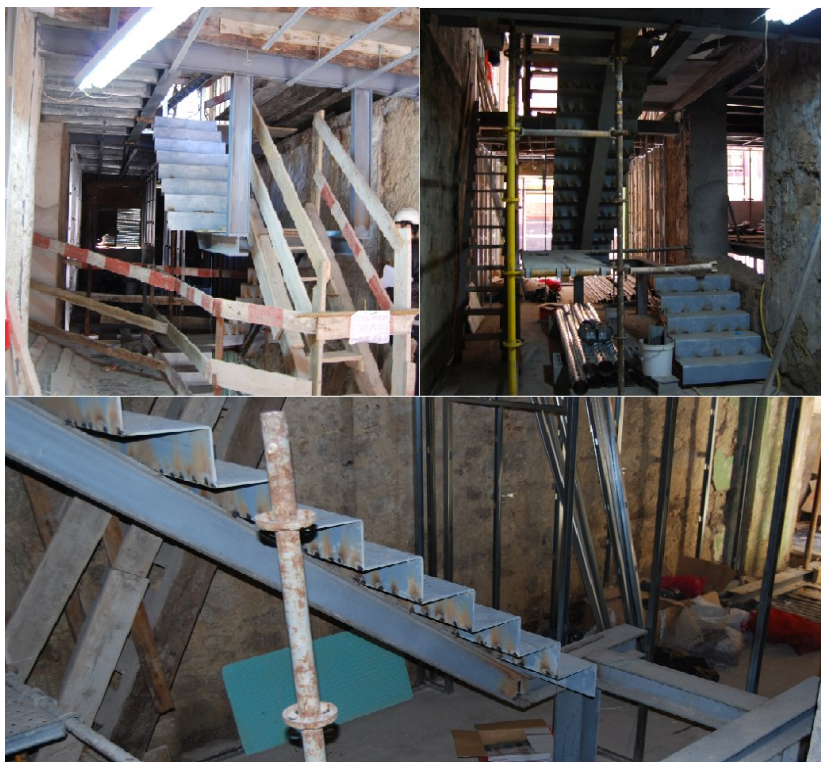


Figura 110 Execução das escadas

Outra situação que se observou foi o começo da pintura da fachada que sita no Largo de Penaventosa.



Figura 111 Fachada Largo de Penaventosa

Durante os meses de Março, Abril e Maio não foram realizadas grandes alterações visíveis, visto que a empresa adjudicada concentrou-se mais noutras empreitadas, correspondentes ao “Programa de Realojamento para o Morro da Sé”, ao qual teriam sido igualmente adjudicadas. Ainda assim, fica o registo de uma alteração face ao projeto inicial, que foi a colocação de duas janelas no último piso.



Figura 112 Nova janela proposta para a cozinha do último piso - Fonte: Porto Vivo, SRU

O estágio do autor deste relatório finalizou a 3 de Junho de 2013. Contudo, foi dada a oportunidade de poder continuar a visitar a obra sempre que o necessitasse.

Assim, durante os meses de Junho, Julho e Agosto foram registados grandes avanços na empreitada, nomeadamente:

- No que toca ao exterior do edifício observou-se que as fachadas já se encontravam pintadas e as cantarias de granito tratadas. Já era visível os envidraçados em vidro duplo bem como a caixilharia tipo guilhotina na fachada correspondente ao Largo de Penaventosa. Salienta-se a colocação da guarda das varandas que foram reaproveitadas depois do devido tratamento;



Figura 113 Fachadas da Rua de Sant`Ana e do Largo de Penaventosa – Fonte: Porto Vivo, SRU

- Já eram visíveis também avanços no pavimento, com a colocação do isolante térmico, a lã de rocha, bem como o soalho de madeira sobre o mesmo.



Figura 114 Colocação do pavimento - Fonte: Porto Vivo, SRU

- Outra grande transformação visível diz respeito às paredes interiores e ao teto falso. O sistema de tabiques metálicos do tipo KNAUF já tinha começado a ser preenchido com lã de rocha. Em certos compartimentos das frações, para além da lã de rocha, já tinha sido colocado, tal como previsto em projeto, a dupla camada de gesso cartonado (em ambas as faces no caso de parede divisória).



Figura 115 Preenchimento das paredes interiores com lã de rocha



Figura 116 Paredes interiores - Fonte: Porto Vivo, SRU

Na figura 116 à esquerda é possível observar um compartimento praticamente finalizado e à direita o pormenor do sistema adotado para a parede interior.

Na figura 117 é possível ver o pormenor da face interna da parede exterior que é constituída pela parede resistente de granito, lã de rocha e apenas uma dupla camada de gesso cartonado.



Figura 117 Pormenor da parede exterior - Fonte: Porto Vivo, SRU

Com o objetivo de finalizar o presente relatório, o autor do mesmo realizou a última visita à empreitada, em Setembro. A obra já se encontrava perto da fase de acabamentos, tendo sido observado o seguinte cenário:

- A maioria dos compartimentos já se encontrava praticamente finalizados:



Figura 118 Compartimento de uma fração de habitação praticamente finalizado



Figura 119 Pormenor das paredes divisórias

- Nos compartimentos com uso de água, como por exemplo lavandarias, casas de banho e cozinhas, já estava a ser colocada a tijoleira cerâmica prevista em projeto.



Figura 120 Lavandaria de uma fração de habitação

- As divisórias das frações já eram perfeitamente definidas. Na figura 121 é perfeitamente visível a compartimentação final de uma fração, e a parede de meação, que separava os dois edifícios, aberta de modo a rentabilizar melhor o espaço. Na mesma figura e no lado direito salientam-se os degraus que foram colocados de modo a solucionar o problema da diferença de cotas que se fazem sentir ao nível dos pisos -1 e 0.

Na figura 122 pode ver-se com mais clareza o saguão, um espaço interior muito comum na construção dos edifícios antigos no Porto.



Figura 121 Compartimentação interior das frações



Figura 122 Saguão

- No que respeita às zonas de circulação comum já eram também visíveis grandes avanços embora ainda não tivesse sido colocado o revestimento da estrutura das escadas.



Figura 123 Caixa horizontal comum de acesso aos pisos

- Por fim foi possível observar a janela do último piso que inicialmente não estaria prevista no projeto, e que com o decorrer dos trabalhos se optou por a realizar (figura 124). No último piso os revestimentos ainda não estavam colocados.



Figura 124 Janela da cozinha do último piso

E assim finalizou o acompanhamento da empreitada por parte do autor deste relatório. Salienta-se que o mesmo ficou seduzido, mesmo após a conclusão deste relatório e do estágio na empresa Porto Vivo, SRU, a visitar a obra quando esta ficar concluída.

Ficou provado, que mesmo um edifício em ruínas, a sua reabilitação/restauração é possível com a preservação de elementos históricos e ainda adaptados às exigências atuais de uma fração habitacional e com a implementação de soluções construtivas a fim de as tornar termicamente confortáveis e com menos gastos energéticos que o edifício original.

A reabilitação do Centro Histórico do Porto não deverá ser visto como uma obrigação, mas como um prazer de proporcionar aos habitantes da Invicta o privilégio de viver sobre um Património Mundial rico em História desde há vários milénios atrás.

Fica uma pequeníssima ideia da vista que o morador desta habitação poderá contemplar todos os dias:



Figura 125 Vista de uma fração do edifício

## 7. Considerações Finais

Terminados os seis meses de estágio no âmbito da unidade curricular DIPRE com vista à conclusão do Mestrado na área das Construções do curso de Engenharia Civil no Instituto Superior de Engenharia do Porto, procurou-se relatar, de modo sucinto e objetivo, a importância da empresa de acolhimento, bem como, as atividades nela realizadas.

As atividades desenvolvidas neste estágio, permitiram colocar em prática o conhecimento e conceitos interiorizados durante o processo de formação, proporcionando assim o desenvolvimento profissional de um Engenheiro.

Todo este processo permitiu verificar as diferenças que surgem entre a prática e a realidade. Constatei por exemplo, que os resultados na construção são por vezes imprevisíveis, motivados por avaria de equipamentos, ausência de trabalhadores, acidentes, atrasos referentes ao clima ou por parte de empresas envolvidas no processo, entre outros.

Por outro lado, o setor da construção civil é de facto um setor produtivo peculiar, derivado em parte da natureza e dimensão das obras, daí a importância de um ótimo planeamento e logística, sendo imprescindível práticas de segurança adequadas, uma vez que estando os meios e equipamentos disponíveis, estes são muitas vezes utilizados inapropriadamente ou mesmo não utilizados.

Neste contexto, é de realçar alguns aspetos relevantes referentes à Reabilitação Urbana.

Como já foi referido neste relatório, reabilitar significa preservar uma grande parte dos elementos construídos, consumindo menos quantidades de energia na produção e aplicação de produtos de construção, reduzindo assim as emissões de CO<sub>2</sub>, limitando a quantidade de produtos de demolição a remover e destruir.

Quando se fala em reabilitar, remete-nos então para o uso de materiais tradicionais e naturais (madeira, pedra, areia e cal), por oposição ao uso de materiais industriais artificiais (cimento, aço, alumínio, PVC e outros materiais poliméricos, entre outros).

Reabilitar é também a possibilidade de um fácil reaproveitamento de produtos de demolição, com a sua integração na própria obra a reabilitar ou noutra de características similares.

Assim, pode associar-se à Reabilitação Urbana o paradigma de procedimentos de avaliação ambiental como uma etapa a escalar de modo a atingir uma construção sustentável, e dessa forma se tem comprovado com a sua aplicabilidade enquanto metodologia estruturante de base estratégica.

O entanto, a metodologia não deve ser vista como uma receita que se aplica a todas as casas de reabilitação.

Posto isto, no início do estágio apercebeu-se que toda esta questão de Reabilitação é bastante complexa mas que ao longo do tempo, com um inesgotável apoio da empresa, foi-se sentindo mais familiarizado com esta gigante temática.

Deste modo, conclui-se que o estágio formal de seis meses foi uma experiência profissional bastante enriquecedora, com passagem por diferentes áreas, com uma aproximação e abordagem de diversos temas e as suas interações permitiram ainda uma cooperação com profissionais ligados ao ramo da construção, com acontecimentos e mentalidades próprias e com quem se aprendeu a ser metódico, rigoroso e profissional.

Finalmente, é ainda de salientar que após esta experiência de estágio, a Porto Vivo, SRU elaborou uma Carta de Recomendação que se encontra em anexo.

## 8. Referências Bibliográficas

[1] Anónimo (1995) Carta De Lisboa Sobre A Reabilitação Urbana Integrada, I Encontro Luso-Brasileiro de Reabilitação Urbana : centros históricos, Câmara Municipal de Lisboa, 344 p., ISBN/ISSN: ISBN 978-972-24-1597-2

[2] Lobo, Dr. Carlos (29 de Junho de 2006) “Conferência de apresentação do Novo Regime de Reabilitação Urbana”, Lisboa

Disponível em:

<http://www.futureng.pt/reabilitacao/p/2>

[3] Viseu, A L N et al. (2010) PLANO DE GESTÃO : CENTRO HISTÓRICO DO PORTO PATRIMÓNIO MUNDIAL, 253 p. (Ed. bilingue português e inglês) ISBN: 978 989-96862-7-4, CDU: 719(469.121)(083.97)

[4] Relatório de Brundtland “Nosso Futuro Comum” - 1987

Disponível em:

<http://www.igespar.pt/media/uploads/cc/cartadelisboa1995.pdf>

[5] Sebenta de apoio às aulas de Arquitetura Bioclimática

Disponível em:

[http://www.gsd.inesc-id.pt/~pgama/ab/Relatorio\\_Arq\\_Bioclimatica.pdf](http://www.gsd.inesc-id.pt/~pgama/ab/Relatorio_Arq_Bioclimatica.pdf)

[6] Costa A., Arêde A., Guedes J., Paupério E. Metodologias de Intervenção no Património Edificado. In Actas do 2º Seminário – A Intervenção do Património. Práticas de Conservação e Reabilitação. FEUP, Porto, 2005.

[7] Campeão, J, 2012 Apontamentos da Unidade Curricular “Conservação e Reabilitação de Edifícios”, Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto

[8] Roteiros Turísticos do Património Mundial

Disponível em:

[http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/Noticias/Documents/RTPM\\_NortePortugal.pdf](http://www.turismodeportugal.pt/Portugu%C3%AAs/Noticias/Documents/RTPM_NortePortugal.pdf)

[9] Appleton, J., Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e tecnologias de intervenção, Edições Orion, Amadora, 2003

[10] Diário da República Portuguesa, II Série, 207, de 2004

[11] Viseu, A L N et al. (2010) PLANO DE GESTÃO : CENTRO HISTÓRICO DO PORTO PATRIMÓNIO MUNDIAL, 253 p. (Ed. bilingue português e inglês) ISBN: 978 989-96862-7-4, CDU: 719(469.121)(083.97)

[12] Fernandes, Diana (2013) “Condições Gerais de Intervenção: A Estratégia da Porto Vivo – SRU”, in Diana Fernandes, Redes Estratégicas de Regeneração Urbana, FEUP

[13] Comunicação pessoal da empresa Porto Vivo, SRU

[14] [http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/394/1/msc\\_pjaribeiro.pdf](http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/394/1/msc_pjaribeiro.pdf)

[15] Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, Diário da República Portuguesa n.º xx, série xx

[16] CSTB-“Règle de Calcul Th-U” – 2003

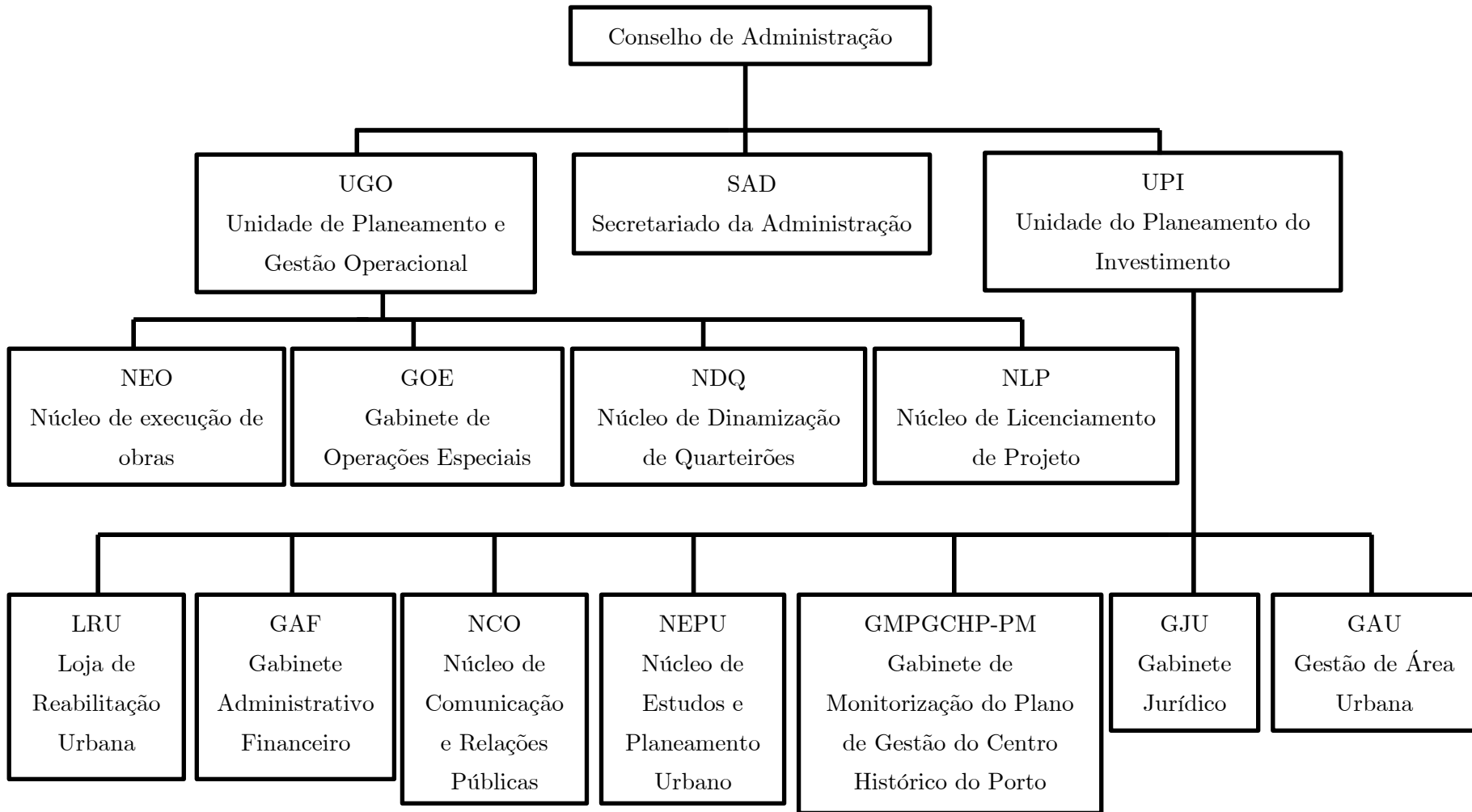


# ANEXOS



# A.1

Organigrama da empresa Porto Vivo, SRU



# A.2

Desenhos de arquitetura referentes ao edifício  
em estudo



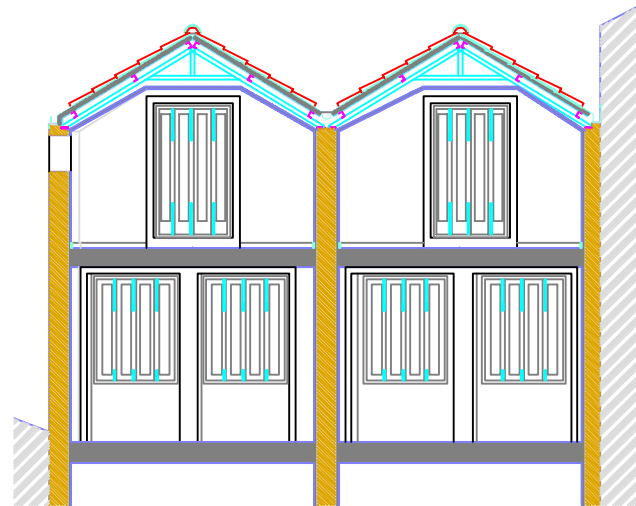
ALÇADO DA RUA DE SANTANA



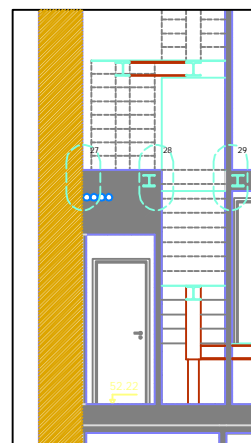
ALÇADO DO LARGO DA PENAVENTOSA



<small>PLANO GERAL DE LOCALIZAÇÃO</small> <small>RESERVAÇÃO TÉCNICA DO DIREITO DE AUTARQUIA NOS SERVIÇOS DE URBANISMO</small>		<small>DIÁ. 1/2000</small>
<small>SRU - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DA BAIXA PORTUENSE SA</small> <small>OPERAÇÃO E1 DO PROGRAMA DE REALJAMENTO PARA O MORRO DA SÉ</small> <small>AGRUPAMENTO A - Largo da Penaventosa 5 a 11/Rua de Santana 24 a 30</small>		<small>PROJECTO DE EXECUÇÃO</small>
<small>ALÇADOS</small>	<small>ESC. 1:50</small>	<small>nº</small>



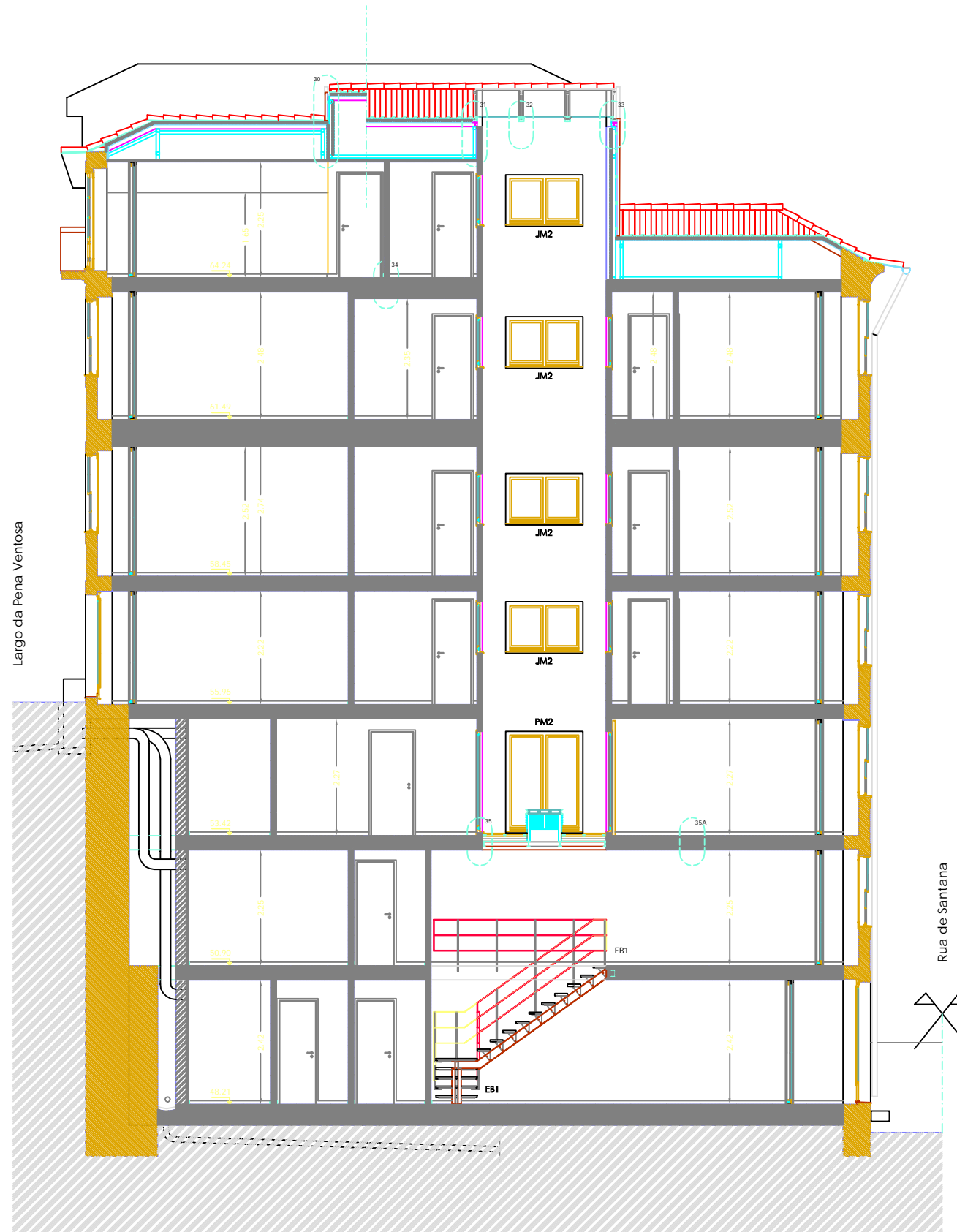
CORTE C6



CORTE C5



CORTE C1

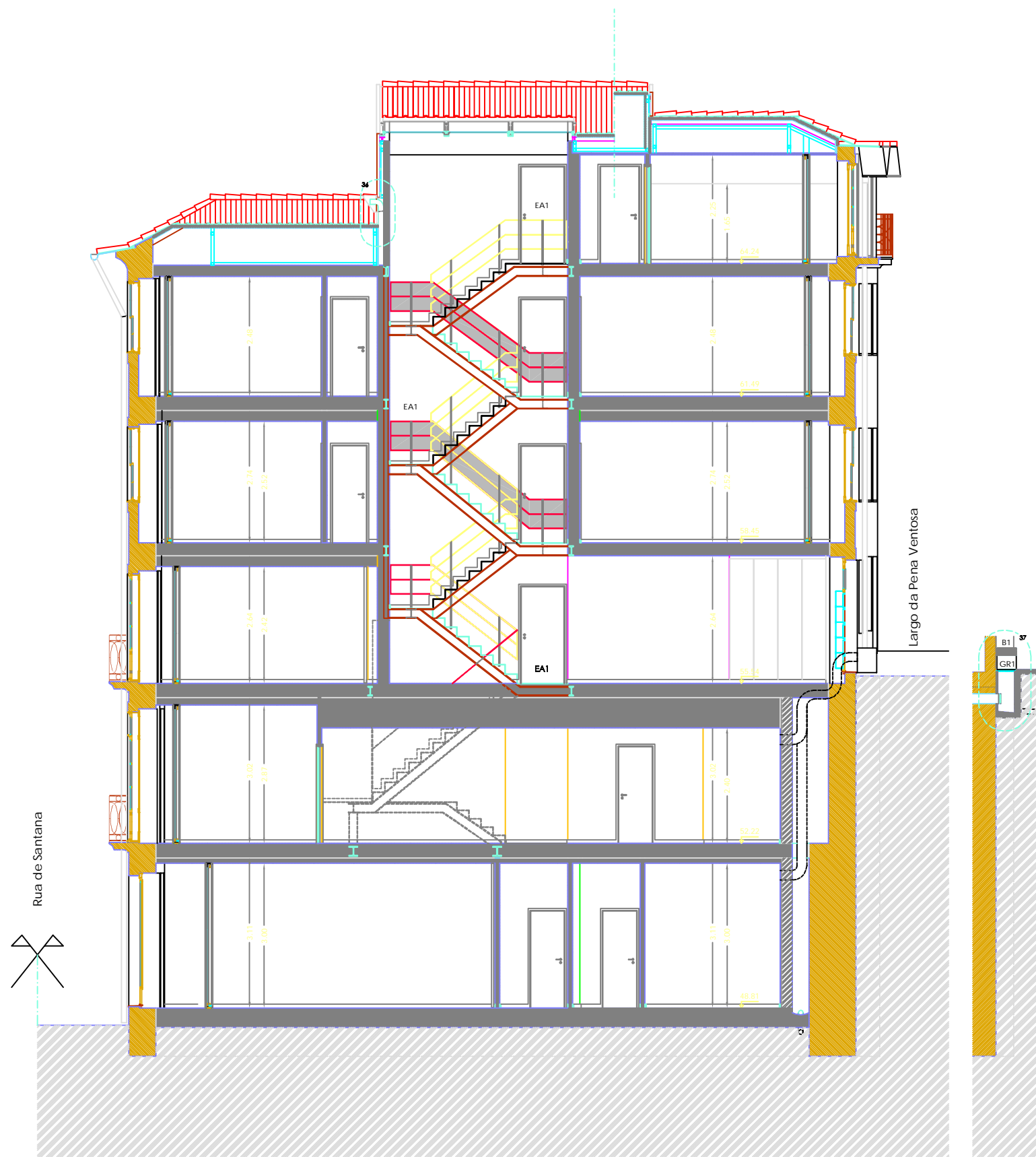


CORTE C2

LEGENDA:  
 - Paredes em pedra (existente)  
 - Estrutura nova

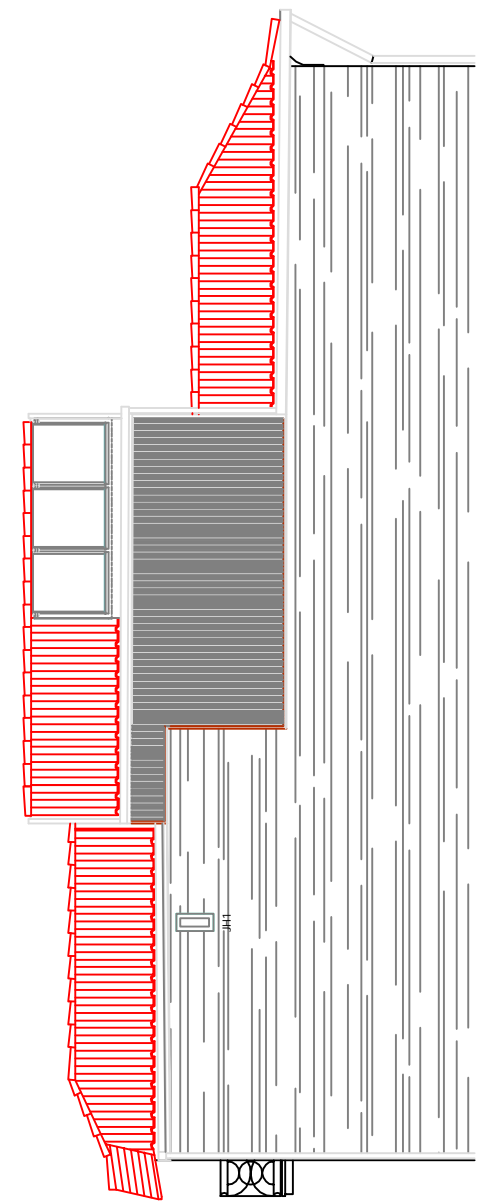


PLANO GERAL DE LOCALIZAÇÃO Esc. 1:500 SRU - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DA BARRA PORTUGUESA SA OPERAÇÃO E1 DO PROGRAMA DE REALOJAMENTO PARA O MICRO DASE AGRUPAMENTO A - Largo da Pena Ventosa 5 a 11/Rua de Santana 24 a 30 PROJECTO DE DECUAÇÃO VIRGINIO MOUTINHO ARQUITECTO, LDA	ESC. 1:50 OUTUBRO 2011	03
--	---------------------------	----



CORTE C3

CORTE C4



ALÇADO NORTE

LEGENDA:  
 - Paredes em pedra (e alvenaria)  
 - Estrutura nova



PLANTA GERAL DE LOCALIZAÇÃO		RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTORIA NOS BANCOS DE DADOS DE ARQUITECTURA	
SRI - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DA BAIXA PORTUGUESA SA		OPERACAO E1 DO PROGRAMA DE REALCJAMENTO PARA O MORRO DA SE	
AGRUPAMENTO A - Largo da Pena Ventosa 5 a 11/Rua de Santana 24 a 30		PROJECTO DE EXECUCAO	
CORTE E ALÇADO		ESC. 1:50	
VIRGINIO MOUTINHO ARQUITECTO, LDA		OUTUBRO 2011	

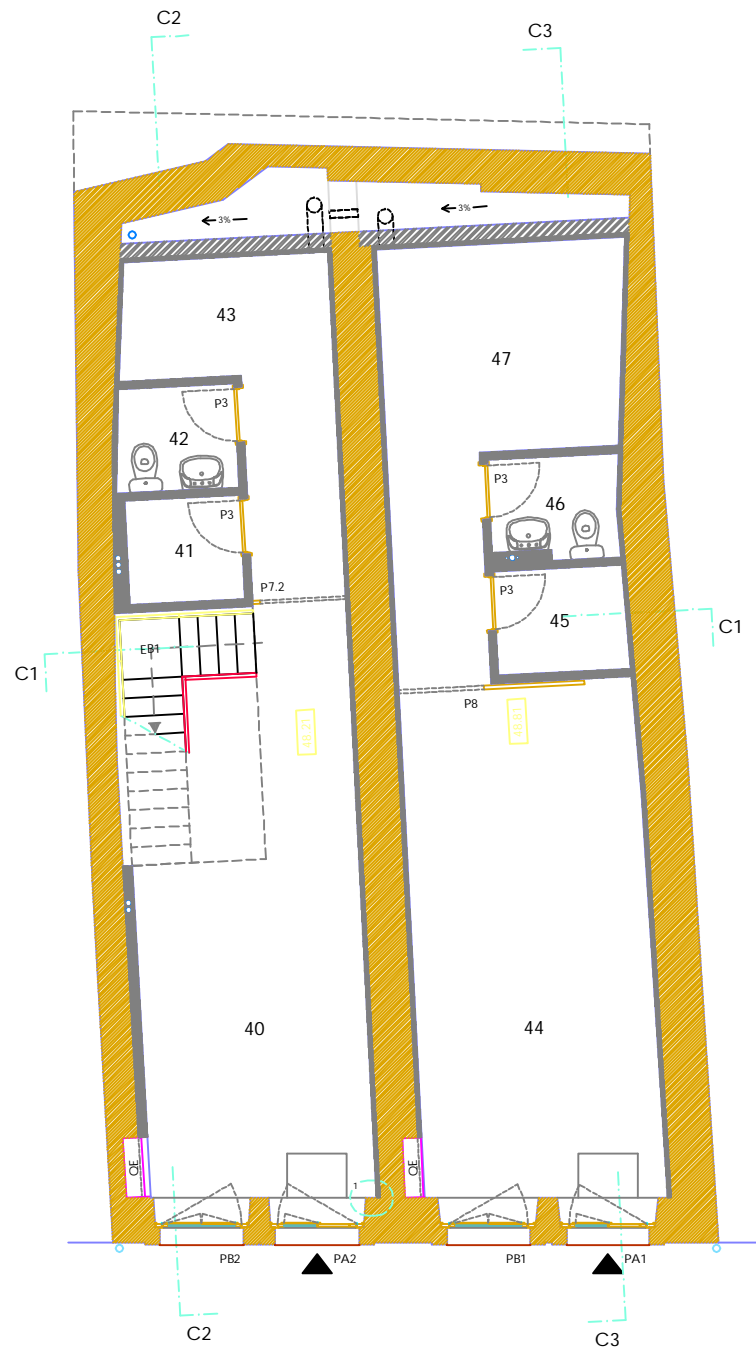
COMERCIO/OFCINA A (duplex) - 78m2

COMERCIO/OFCINA B (simplex) - 47m2

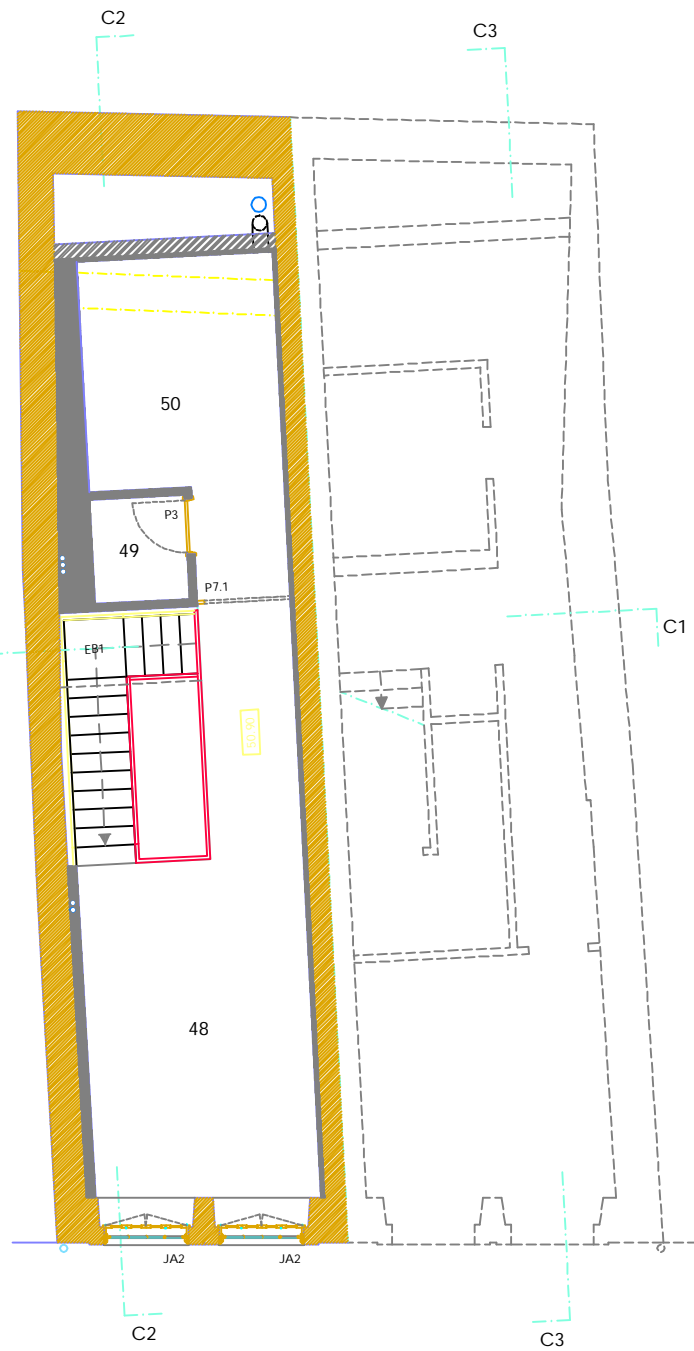
COMERCIO/OFCINA A (duplex)

HABITAÇÃO T1 (simplex) - 80m2

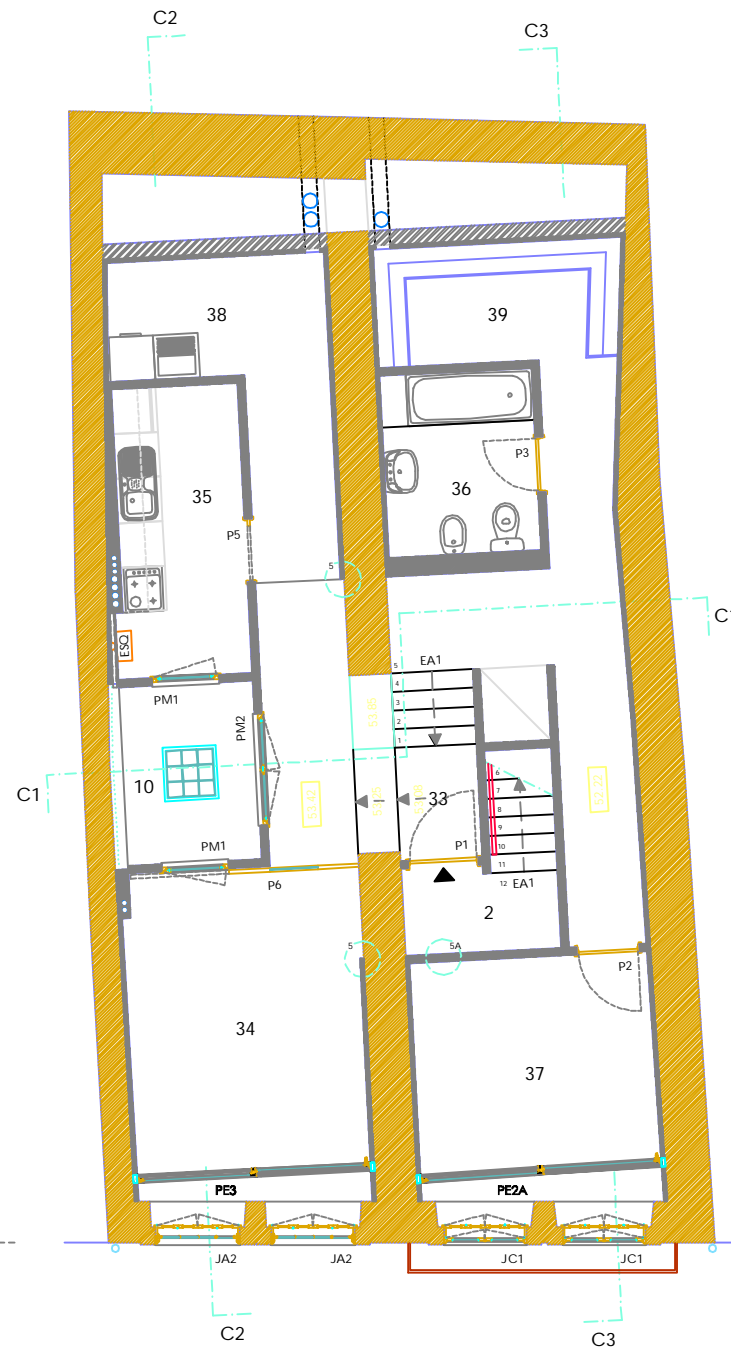
HABITAÇÃO T2 (simplex) - 76m2



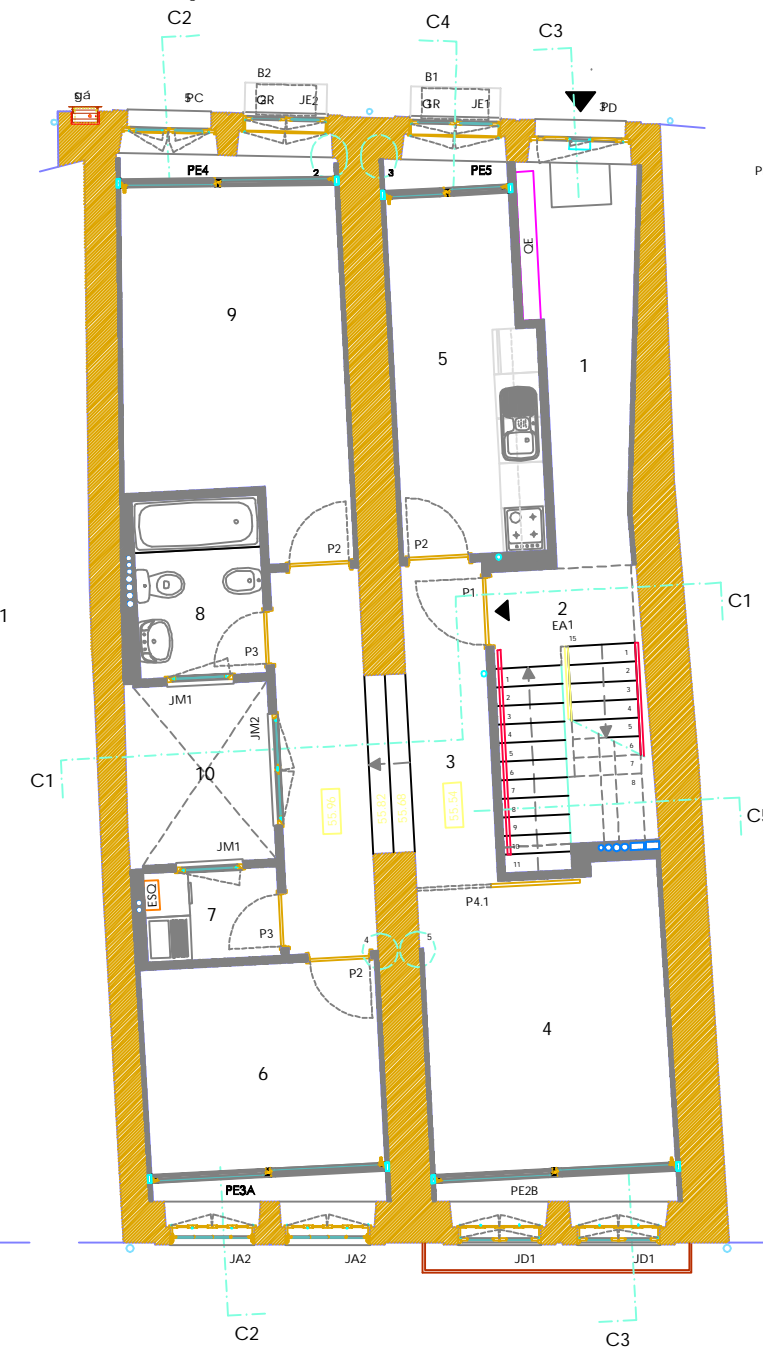
PISO -3 - Rua de Santana



PISO -2

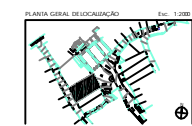


PISO -1



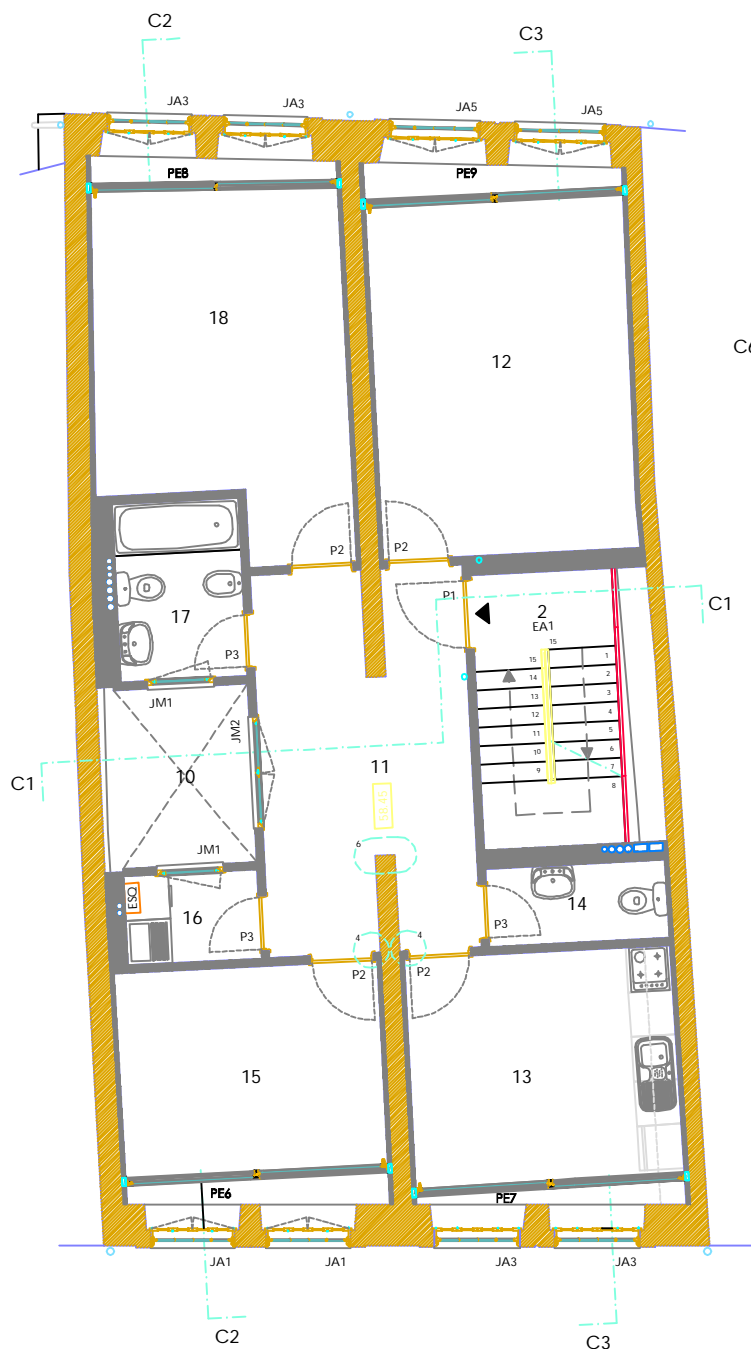
PISO 0 - Largo da Penaventosa

LEGENDA:  
 - Paredes em pedra (existente)     - Estrutura nova



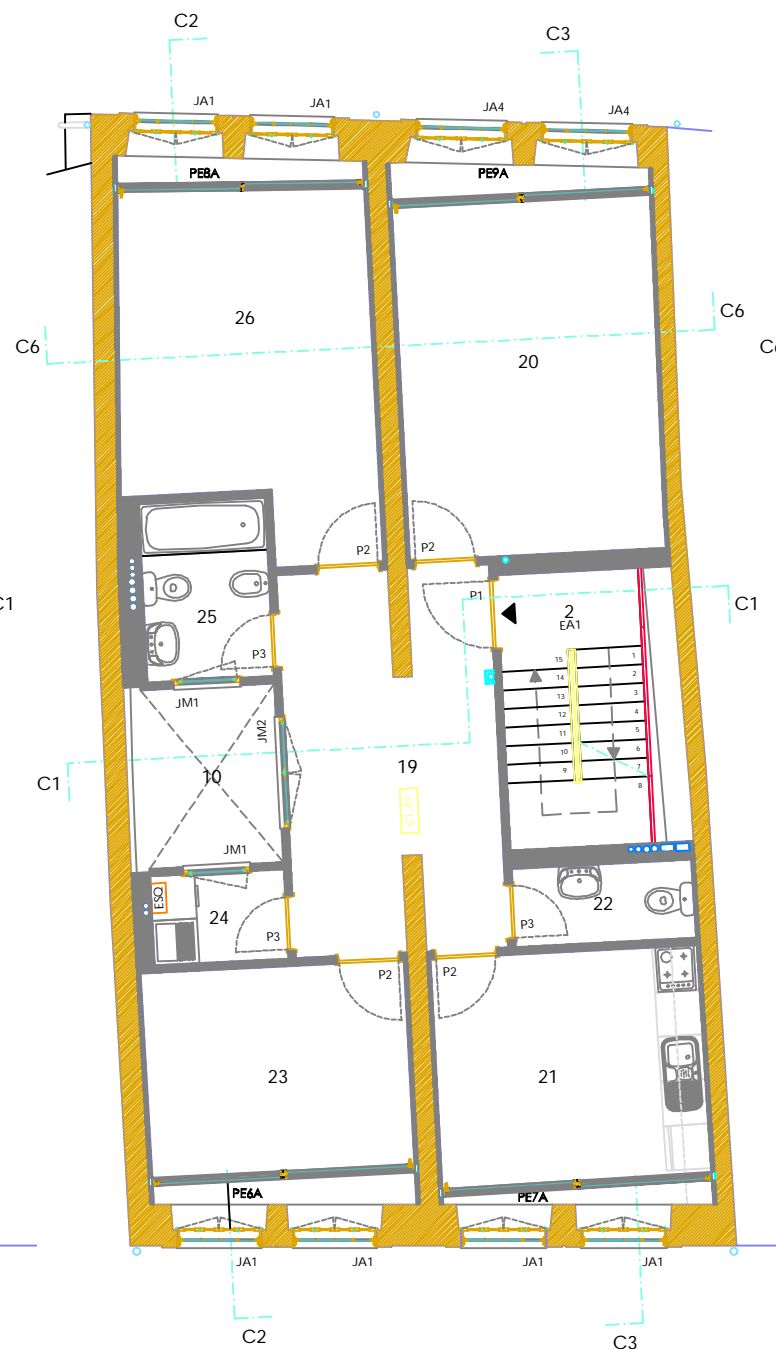
SRU - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DA BAIXA PORTUENSE SA. OPERAÇÃO E1 DO PROGRAMA DE REALOJAMENTO PARA O MORRO DA SE AGRUPAMENTO A - Largo da Penaventosa 5 a 11/Rua de Santana 24 a 30		PROJECTO DE EXECUÇÃO
PLANTAS	ESC. 1:50	0'
VIRGINIO MOURINHO ARQUITECTO, LDA		OCTUBRO 2011

HABITAÇÃO T2 (simplex) - 92m<sup>2</sup>



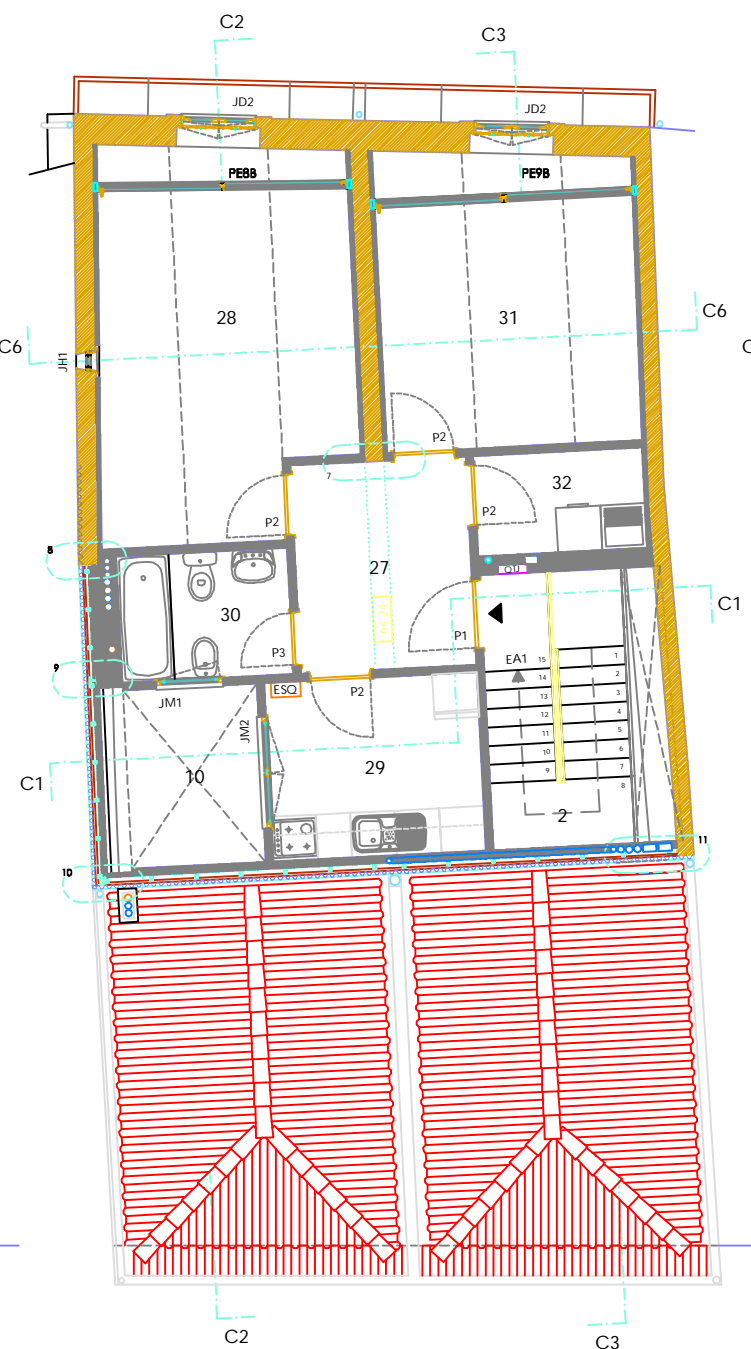
PISO 1

HABITAÇÃO T2 (simplex) - 92m<sup>2</sup>



PISO 2

HABITAÇÃO T1 (simplex) - 52m<sup>2</sup>



PISO 3 (recuado)



COBERTURA

LEGENDA:  
 - Paredes em pedra (existente)      - Estrutura nova



SRU - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA DA BAIXA PORTUENSE SA. OPERAÇÃO E1 DO PROGRAMA DE REALOJAMENTO PARA O MORRO DA SE AGRUPAMENTO A - Largo da Penaventosa 5 a 11/Rua de Santana 24 a 30		PROJECTO DE EXECUÇÃO
PLANTAS		ESC. 1:50
VIRGINIO MOURINHO ARQUITECTO, LDA		OUTUBRO 2011



0.

## A.3

Folhas de cálculo relativas à aplicação do  
RCCTE à fração de habitação

## Folha de cálculo FCIV.1a - Envolvente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U.A (W/°C)
PAREDE EXTERIOR a SW	11.95	0.660	7.89
PAREDE EXTERIOR a NE	11.61	0.660	7.66
	0.00	0.000	0.00
			0.00
	23.56	<b>TOTAL</b>	15.55

Pavimentos Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U.A (W/°C)
	0.00	<b>TOTAL</b>	0.00

Coberturas Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U.A (W/°C)
	0.00	0.00	0.00
			0.00
	0.00	<b>TOTAL</b>	0.00

Paredes e Pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	Psi (W/m.°C)	Psi.B (W/°C)
	0.00	<b>TOTAL</b>	0.00

Pontes Térmicas ligações entre:	Comp. (m)	Psi (W/m.°C)	Psi.B (W/°C)
Fachada com os Pavimentos térreos			0.00
Fachada com Pavimentos sobre LNA ou EXT	1.70	0.50	0.85
Fachada com Pavimentos intermédios	0.50	11.77	5.89
Fachada com Cobertura Inclinação ou terraço	0.00	0.00	0.00
Fachada com Varanda			0.00
Duas Paredes Verticais	0.00	0.00	0.00
Fachada com Caixa de Estore			0.00
Fachada com Padieira, Ombreira ou Peitoril	0.00	0.00	0.00
Outras			0.00
		<b>TOTAL</b>	6.74

Perdas da Envolvente Exterior (W/°C) **TOTAL 22.28**

Folha de cálculo FCIV.1b - Envolvente Interior

Paredes Interiores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Tau (-)	Tau.U.A (W/°C)
PORTA PARA C.ESC	1.85	2.70	0.10	0.50
PAREDE PARA C.ESC.	10.78	0.65	0.10	0.70
PAREDE PARA SAGÃO	7.63	0.65	1.00	4.96
PAREDE PARA EDIF. ADJACENTE	55.89	0.60	0.60	20.12
PORTA PARA LAVANDARIA	1.65	2.70	0.20	0.89
PAREDE PARA A LAVANDARIA	3.04	0.65	0.20	0.40
<b>TOTAL</b>				<b>27.57</b>

Pavimentos Interiores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Tau (-)	Tau.U.A (W/°C)
	0.00	0.00	0.00	0.00
				0.00
				0.00
<b>TOTAL</b>				<b>0.00</b>

Coberturas Interiores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Tau (-)	Tau.U.A (W/°C)
				0.00
				0.00
				0.00
<b>TOTAL</b>				<b>0.00</b>

Envidraçados Interiores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	Tau (-)	Tau.U.A (W/°C)
ENVIDRAÇADOS DO SAGÃO	2.70	2.20	1.00	5.94
				0.00
				0.00
<b>TOTAL</b>				<b>5.94</b>

Pontes Térmicas Lineares	Comp. (m)	Psi (W/m.°C)	Tau (-)	Tau.Comp.Psi (W/°C)
PAR SAGÃO / PAVIMENTO	4.20	0.50	1.00	2.10
PAR SAGÃO / TECTO	4.20	0.50	1.00	2.10
	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>				<b>4.20</b>

Perdas da Envolvente Interior (W/°C)

<b>TOTAL</b>	<b>37.71</b>
--------------	--------------

Folha de cálculo FCIV.1c - Envidraçados Exteriores

Envidraçados Exteriores	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U.A (W/°C)
<b>Verticais:</b>			0.00
NE	6.56	2.40	15.74
SW	5.84	2.40	14.02
	0.00	4.50	0.00
			0.00
<b>Horizontais:</b>			0.00
			0.00
			0.00
	12.40	<b>TOTAL</b>	<b>29.76</b>



Folha de cálculo FCIV.1e - Ganhos Úteis

Ganhos Solares

Orientação do Vão Envidraçado	Tipo (S/D)	Área (m <sup>2</sup> )	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> (-)	Fracção Envidraçada F <sub>g</sub> (-)	Factor de Incidência F <sub>w</sub> (-)	Área Efectiva Ae (m <sup>2</sup> )
QUARTOS - NE	D	6.56	0.33	0.63	0.82	0.57	0.9	0.57
SALA E COZINHA - SW	D	5.84	0.84	0.63	0.43	0.57	0.9	0.68
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00
								0.00

12.40

Área Efectiva Total Equivalente na orientação Sul (m2)

1.26

x

Radiação Incidente num envidraçado a Sul (G<sub>sol</sub>)na zona

12

93

x

Duração da Estação de aquecimento

6.7

=

Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)

782.27

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios	4	(W/m <sup>2</sup> )
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	6.7	(meses)
	x	
Área Útil de Pavimento	77.45	(m <sup>2</sup> )
	x	
	0.72	
	=	
Ganhos Internos Brutos	1494.48	(kWh/ano)

Ganhos Totais Úteis

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos}}{\text{Nec. Brutas Aquecimento}}$	=	$\frac{2276.74}{6032.14}$	$\gamma =$	0.38
			Inércia do edifício	FRACA a = 1.8
Factor de Utilização dos Ganhos Solares	0.885			
	x			
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos	2276.74			
	=			
<b>Ganhos Totais Úteis</b>	<b>2014.22</b>	(kWh/ano)		

Folha de cálculo FCIV.1f - Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

FACTOR DE FORMA FF	
Áreas das FCIV1a e 1c	A (m <sup>2</sup> )
Paredes Exteriores	23.56
Coberturas Exteriores	0.00
Pavimentos Exteriores	0.00
Envidraçados Exteriores	12.40
Áreas Equivalentes da FCIV1b	tau.A (m <sup>2</sup> )
Paredes Interiores	43.37
Coberturas Interiores	0.00
Pavimentos Interiores	0.00
Envidraçados Interiores	2.70
<b>Área Total</b>	<b>82.03</b>
	/
Volume	195.17
	=
<b>FF =</b>	<b>0.420</b>

Graus-dia no Local (°C.dia) 1610

Ni = 4,5 + 0,0395GD	para FF < 0,5	Ni = 68.10
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037 x FF) x GD	para 0,5 < FF < 1	Ni = 63.35
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037 x FF) x GD] x (1,2 - 0,2FF)	para 1 < FF < 1,5	Ni = 70.69
Ni = 4,05 + 0,0689GD	para FF > 1,5	Ni = 114.90
<b>NECESSIDADES NOMINAIS DE AQUECIMENTO MÁXIMAS Ni (kWh/m<sup>2</sup>.ano)</b>	<b>Ni =</b>	<b>68.1</b>

Folha de cálculo FCIV.2 - Cálculo do Indicador Nic

<b>Perdas térmicas associadas a:</b>	
	(W/°C)
<b>Envolvente Exterior (FCIV.1a)</b>	<b>22.28</b>
<b>Envolvente Interior (FCIV.1b)</b>	<b>37.71</b>
<b>Envidraçados (FCIV1.c)</b>	<b>29.76</b>
<b>Renovação de ar (FCIV.1d)</b>	<b>66.36</b>

	=		
<b>Coeficiente Global de Perdas</b>		<b>156.11</b>	(W/°C)
	x		
<b>Graus-dia no Local</b>		<b>1610</b>	(°C.dia)
	x		
		<b>0.024</b>	
	=		
<b>Nec. Brutas de Aquecimento</b>		<b>6032.14</b>	(kWh/ano)
	+		
<b>Consumo dos ventiladores</b>		<b>0.00</b>	
	-		
<b>Ganhos Totais Úteis</b>		<b>2014.22</b>	(kWh/ano)
	=		
<b>Necessidades de Aquecimento</b>		<b>4017.92</b>	(kWh/ano)
	/		
<b>Área útil de pavimento</b>		<b>77.45</b>	(m <sup>2</sup> )
	=		
<b>NEC. NOMINAIS DE AQUECIMENTO Nic</b>		<b>51.88</b>	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)
	<		
<b>NEC. NOM. DE AQUEC. MÁXIMAS Ni</b>		<b>68.10</b>	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)

Folha de cálculo FCV.1a - Perdas

<b>Perdas associadas às paredes exteriores</b>	(FCIV.1a)	<input type="text" value="15.55"/>	(w/°C)
		+	
<b>P. associadas aos pavimentos exteriores</b>	(FCIV.1a)	<input type="text" value="0.00"/>	(w/°C)
		+	
<b>P. associadas às coberturas exteriores</b>	(FCIV.1a)	<input type="text" value="0.00"/>	(w/°C)
		+	
<b>P. associadas aos envidraçados exteriores</b>	(FCIV.1c)	<input type="text" value="29.76"/>	(w/°C)
		+	
<b>P. associadas à renov. de ar s/ recuperador de calor</b>	(FCIV.1d)	<input type="text" value="66.36"/>	(w/°C)
		=	
<b>Perdas específicas totais</b>		<input type="text" value="111.67"/>	(w/°C)

	<input type="text" value="25"/>	(°C)
	-	
<b>Temp. média do ar ext. da estação arrefecimento</b>	<input type="text" value="19"/>	(°C)
	=	
	<input type="text" value="6"/>	(°C)
	x	
<b>Perdas específicas totais</b>	<input type="text" value="111.67"/>	(w/°C)
	x	
	<input type="text" value="2.928"/>	
	=	
<b>Perdas térmicas Totais</b>	<input type="text" value="1961.80"/>	(Kwh)

Folha de cálculo FCV.1c- Ganhos solares pela envolvente opaca exterior (Paredes Ext + PTP Ext + Porta Ext + Cobertura Ext.)

	Por Orientação e Horizontais												
	PAR A NE	PAR A SW											
Área, A (m2)	11.61	11.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m2.°C)	0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, a	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
<b>A x U x a</b>	3.83	3.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. da radiação solar na est. Arrefecimento	300	430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
<b>Ganhos solares pela env, opaca. Ext. (kwh)</b>	45.98	67.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>TOTAL</b> <b>113.80</b>

Folha de cálculo FCV.1d- Ganhos solares pelos envidraçados exteriores

	Por Orientação e Horizontais							
	NE - QUARTOS	SW - Sala e Coz						
Área, A (m2)	6.56	5.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	
Factor solar do vão, g	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	
Fracção envidraçada, Fg	0.57	0.57	0	0	0	0	0	
	x	x	x	x	x	x	x	
Factor de obstrução, Fs	0.97	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	x	x	x	x	x	x	x	
Factor de selectividade do vidro, Fw	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	=	=	=	=	=	=	=	
Área efectiva, Ae	0.771	0.707	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	x	x	x	x	x	x	x	
Intensidade da radiação solar	300	430	0	0	0			
	=	=	=	=	=	=	=	
<b>Ganhos solares pelos envidraçad. Ext. (kwh)</b>	231.22	304.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>TOTAL</b> <b>535.39</b>

Folha de cálculo FCV.1e- Ganhos Internos

Ganhos Internos médios	4	(W/m <sup>2</sup> )
	x	
Área Útil de Pavimento	77.45	(m <sup>2</sup> )
	x	
	2.928	
	=	
Ganhos Internos totais	907.09	(kWh/ano)

Folha de cálculo FCV.1f- Ganhos Totais na Estação de Arrefecimento

Ganhos Solares pelos Envid. Ext. (FCV.1d)	535.39	(W/m <sup>2</sup> )
	+	
Ganhos Solares pelos Env. Opaca (FCV.1c)	113.80	(m <sup>2</sup> )
	+	
Ganhos Internos (FCV.1e)	907.09	
	=	
Ganhos Totais	1556.29	(kWh/ano)

Folha de cálculo FCV.1g - Ganhos Totais na Estação de Arrefecimento

Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1556.29	(W/m <sup>2</sup> )
	/	
Perdas Térmicas Totais (FCV.1a)	1961.80	(m <sup>2</sup> )
	=	
Gama	0.793	
		n = 0.714
Inércia do Edifício(a)	1.8	

	1	(W/m <sup>2</sup> )
	-	
Factor de utilização dos ganhos solares, n	0.714	(m <sup>2</sup> )
	=	
	0.286	
	x	
Ganhos Térmicos Totais, (FCV.1f)	1556.29	
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	444.4	
	+	
Consumo dos ventiladores	0.00	Ev = Pv.24.122 /1000(kwh)
	=	
TOTAL	444.44	
	/	
Área Bruta de Pavimento, Ap	77.5	
	=	
NEC. NOMINAIS de ARREFECIMENTO, Nvc	5.74	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)
	<	
NEC. NOMINAIS de ARREF. MÁXIMAS, Nv	16.00	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)

**VERIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE ENERGIA PARA PREPARAÇÃO DAS AQS**

$$Nac = \left( \frac{Qa}{\eta a} - Esolar - Eren \right) / Ap$$

$$Qa = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times nd}{3600000}$$

MAQS= 40 litros x nº ocupantes =

nº ocupantes =

ΔT =

nd =

Qa =

na =

Esolar =

Eren =

Ap =

Nac =  (kwh/m2.ano)

<

Na = 0,081 x MAQS x nd / Ap =  (kwh/m2.ano)

**LIMITAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

$$Ntc = 0,1 \times \frac{Nic}{\eta i} \times Fpui + 0,1 \times \frac{Nvc}{\eta v} \times Fpuv + Nac \times Fpua$$

Nic =

ni =

Nvc =

nv =

Nac =

Fpui =

Fpuv =

Fpua =

Ntc =  (kgep/m2.ano)

<

$$Nt = 0,9 (0,01 \times Ni + 0,01 \times Nv + 0,15 \times Na)$$

Ni =

Nv =

Na =

Nt =  (kgep/m2.ano)



## A.4

Listagens do software solterm

---

SolTerm 5.0

Licenciado a Formadores do SCE  
(Módulo RCCTE)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico com depósito pressurizado

---

Painel

---

Modelo de coletor: Solarinox

Tipo: Plano

(4 módulos) 3.92 m<sup>2</sup>

Rendimento óptico: 71.40%

Coeficiente de perdas térmicas a1: 5.600 W/m<sup>2</sup>/K

Coeficiente de perdas térmicas a2: 0.018 W/m<sup>2</sup>/K<sup>2</sup>

Modificador de ângulo a 50°: 1.00

Caudal no grupo painel/permutador: 65.3 l/m<sup>2</sup> por hora (=0.07 l/s)

---

Permutador

---

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 75%  
(factor de penalização: 97%)

---

Depósito

---

Modelo: TESE\_HUGO

Volume: 150 l

Área externa: 1.88 m<sup>2</sup>

Material: PVC

Posição deitada

Deflectores interiores

Coeficiente de perdas térmicas: 1.90 W/°C

---

Cargas térmicas

---

Consumo de água nova, sem recuperação de calor.

Temperatura nominal: 45°C

Temperatura mínima aceite: °C

(Existem válvulas misturadoras.)

Perfis de consumo de segunda a sexta (1)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
08	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
09	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
22	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24												
diário	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Perfis de consumo ao fim-de-semana (1)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
08	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
09	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
19	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
22	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
23	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05
24												
diário	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

---

Localização, posição e envolvente do sistema

---

Concelho de Porto

Latitude 41.2°N (nominal)

Longitude 8.6°W (nominal)

TRY SNCE 2006

-

Inclinação do painel: 30°

Azimute do painel: 45°

Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

---

Balanço energético mensal e anual

---

	Rad.Horiz. kWh/m <sup>2</sup>	Rad.Inclin. kWh/m <sup>2</sup>	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	51	69	.	82	145	63
Fevereiro	69	89	.	98	130	32
Março	105	119	.	113	141	27
Abril	144	149	.	123	133	10
Mai	173	170	1.	123	132	9
Junho	185	176	1.	116	122	6
Julho	205	200	8.	119	122	3
Agosto	183	188	10.	121	122	1
Setembro	129	145	.	115	121	6
Outubro	95	116	.	115	131	16
Novembro	60	82	.	92	135	43
Dezembro	49	69	.	85	145	60
Anual	1449	1571	21.	1302	1578	276

---

Fracção solar: 82.5%

Produtividade: 332 kWh/[m<sup>2</sup> colector] (N.B.: muito baixa!)

---

# A.5

Carta de recomendação



## DECLARAÇÃO

Para os devidos efeitos declara-se que o Sr. Eng. Hugo Miguel Santos Trindade Guedes realizou um estágio profissional, sob a orientação do Sr. Eng. Ricardo Ferreira da Silva, com a duração de 6 meses, entre Dezembro de 2012 e Maio de 2013, tendo revelado dinamismo, rigor e sentido de responsabilidade no desempenho das funções que lhe foram cometidas.

Porto, 4 de Junho de 2013

A Administração  
