

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



RESUMO

Nos centros históricos das cidades, a temática da reabilitação de edifícios antigos tem assumido, na sociedade atual, particular relevância.

Nos dias de hoje, considera-se que o edificado antigo, característico dos centros históricos das cidades, apresenta problemas construtivos associados à idade, devido essencialmente à falta de operações periódicas de manutenção, conservação e reabilitação. Neste contexto, as intervenções de reabilitação compreendem um papel fundamental, impedindo o abandono e a consequente ruína do edificado.

Para a preservação da identidade dos locais com maior representatividade histórica, atendendo à satisfação das necessidades contemporâneas e atividades para as quais os espaços são projetados, verifica-se necessário o cumprimento de um conjunto de exigências, nomeadamente, de segurança (a nível estrutural e de incêndios), de habitabilidade/agradabilidade (a nível de conforto higrotérmico, qualidade do ar interior, proteção/estanquidade à água, salubridade, iluminação natural e conforto acústico), e de uso (a nível das acessibilidades).

Nesta dissertação apresenta-se a análise da metodologia de intervenção de reabilitação, de diferentes edifícios localizados no Centro Histórico de Viseu.

O presente trabalho pretende evidenciar diferentes metodologias de reabilitação aplicadas a edifícios com usos variados, cujas intervenções são da responsabilidade da Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu (Viseu Novo, SRU). Para tal, a referida análise é desenvolvida com base na observação dos projetos de reabilitação, de arquitetura e de algumas especialidades: estabilidade, acessibilidades, térmica, acústica e ventilação.

Por fim, na análise crítica dos casos de estudo é considerado o conhecimento técnico de materiais e disposições construtivas, e a legislação em vigor, sendo apresentadas algumas propostas de melhoria aos projetos.

ABSTRACT

In the historical centers of the cities, the theme of the rehabilitation of old buildings, has assumed relevance in today's society.

The old buildings, characteristic of the historical centers of the cities, are, in our days, considered to represent edification problems, mainly due to the age and to the lack of periodical operations of maintenance, conservation and rehabilitation. In this context, the rehabilitation intervention plays a fundamental role, preventing the abandonment and the consequent ruin of the building.

In order to preserve the identity of the places with major historical representation, taking in to the account the satisfaction of the contemporary needs and activities, for which the buildings were project to, it is necessary to full field some requirements, namely the safety (at the levels of structural and fire), the habitability/ pleasantness (at the level of higrotermal comfort, the indoor air quality, the protection/ weathertightness, salubrity, natural light and acoustic comfort) and of use (accessibilities).

This dissertation presents an analysis of the methodology used in the rehabilitation, considering different buildings located in the historical center of the portuguese city: Viseu.

The present work pretends to demonstrate the different methodologies of rehabilitation applied to the buildings with different uses, which interventions are from the responsibility of the Society of the Urban rehabilitation of Viseu (Viseu Novo, SRU). For this purpose, this analysis is developed based on the observation of the projects of the rehabilitation, the architecture and of some specialties: stability, accessibility, thermic, acoustic and ventilation.

Lastly, in the critical analysis of the case studies are considered the technical knowledge of materials and constructive dispositions as well as the legislation, with some proposals for improvement to the projects.

PALAVRAS CHAVE

Reabilitação de edifícios antigos

Centro Histórico de Viseu

Sociedades de Reabilitação Urbana

Metodologias de reabilitação

Qualidade na reabilitação

KEY WORDS

Rehabilitation of old buildings

Historic Centre of Viseu

Urban Rehabilitation Societies

Methodologies of reahbilitation

Quality in reahbilitation

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o resultado final de um trabalho que não teria sido possível concretizar sem a colaboração de várias pessoas, pelo que me cabe agradecer a quem, direta ou indiretamente, contribuiu para o meu percurso académico, em especial nesta fase final.

Ao meu orientador, Professor Doutor Manuel Pinto, pelo conhecimento transmitido durante a realização da presente dissertação. Agradeço toda a disponibilidade, orientação e rigor demonstrado ao longo de todo o processo.

À Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu, nomeadamente ao arquiteto Fernando Marques, à arquiteta Margarida Henriques e à arquiteta Natália Figueiredo, pelo apoio e concordância na relação ESTGV/DEC – Viseu Novo, levando à cedência dos projetos de reabilitação e disponibilidade no esclarecimento de algumas questões que surgiram no decorrer do trabalho realizado.

À minha família, pelos bons momentos de apoio, em especial, aos meus pais e avós, pelo encorajamento e carinho demonstrado.

À Júlia e ao André, pelo incentivo proporcionado e pela amizade manifestada.

Por último, um agradecimento muito especial à Catarina que está sempre ao meu lado e que me apoia em todos os momentos. Muito obrigado, pela cumplicidade, carinho, paciência, sinceridade, e ainda por todos os apoios e conselhos dados, pois sem eles não seria possível a conclusão desta etapa.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE QUADROS	xix
ABREVIATURAS E SIGLAS	xxiii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento geral do tema	1
1.2 Objetivos e metodologia	2
1.3 Organização da dissertação	2
2. A reabilitação de edifícios antigos nos centros históricos	5
2.1 Introdução	5
2.2 Níveis de intervenção	6
2.3 Exigências de qualidade nas intervenções de reabilitação	8
2.4 A sustentabilidade da reabilitação de edifícios	11
2.5 Metodologia das intervenções de reabilitação	13
2.6 Enquadramento legal	15
2.7 O papel das sociedades de reabilitação urbana	17
2.8 Incentivos à reabilitação urbana	19
2.9 A importância da reabilitação no sector da construção	26
3. O Centro Histórico de Viseu	29
3.1 Introdução	29
3.2 Gestão das intervenções de reabilitação	32
3.2.1 Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu – Viseu Novo, SRU	32
3.2.2 Áreas de intervenção da competência da Viseu Novo	33
3.3 Estratégias para a sua revitalização	35
3.4 Importância da circulação viária e dos estacionamento	36
4. Casos de Estudo – Análise do projeto de Edifícios Reabilitados	37
4.1 Considerações gerais	37
4.2 Edifício 1 – “Casa da Calçada”	38
4.2.1 Descrição do edifício e das situações preexistentes	38

4.2.2	Pretensões do Dono de Obra	40
4.2.3	Análise dos projetos de reabilitação implementados	40
4.2.3.1	Projeto de Arquitetura.....	40
4.2.3.2	Projeto de especialidade – Estabilidade.....	42
4.2.3.3	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade.....	44
4.2.3.4	Projeto de especialidade – Acessibilidades	48
4.2.3.5	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades	50
4.2.3.6	Projeto de especialidade – Térmica	50
4.2.3.7	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica	55
4.2.3.8	Projeto de especialidade – Acústica	57
4.2.3.9	Projeto de especialidade – Ventilação	57
4.3	Edifício 2 – “Rua direita n.º 275”	59
4.3.1	Descrição do edifício e das situações preexistentes.....	59
4.3.2	Pretensões do Dono de Obra	62
4.3.3	Análise dos projetos de reabilitação implementados	62
4.3.3.1	Projeto de Arquitetura.....	62
4.3.3.2	Projeto de especialidade – Estabilidade.....	64
4.3.3.3	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade.....	65
4.3.3.4	Projeto de especialidade – Acessibilidades	65
4.3.3.5	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades	66
4.3.3.6	Projeto de especialidade – Térmica	67
4.3.3.7	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica	71
4.3.3.8	Projeto de especialidade – Acústica	73
4.3.3.9	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica	76
4.3.3.10	Projeto de especialidade – Ventilação	77
4.4	Edifício 3 – “Casa das Memórias”	81
4.4.1	Descrição do edifício e das situações preexistentes.....	81
4.4.2	Pretensões do Dono de Obra	82
4.4.3	Análise dos projetos de reabilitação implementados	83
4.4.3.1	Projeto de Arquitetura.....	83
4.4.3.2	Projeto de especialidade – Estabilidade.....	84
4.4.3.3	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade.....	85

4.4.3.4	Projeto de especialidade – Acessibilidades	86
4.4.3.5	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades.....	87
4.4.3.6	Projeto de especialidade – Térmica.....	88
4.4.3.7	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica.....	91
4.4.3.8	Projeto de especialidade – Acústica	92
4.4.3.9	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica.....	94
4.4.3.10	Projeto de especialidade – Ventilação.....	95
4.5	Edifício 4 – “Rua da Prebenda”	96
4.5.1	Descrição do edifício e das situações preexistentes	96
4.5.2	Pretensões do Dono de Obra	97
4.5.3	Análise dos projetos de reabilitação implementados.....	98
4.5.3.1	Projeto de Arquitetura	98
4.5.3.2	Projeto de especialidade – Estabilidade	101
4.5.3.3	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade	101
4.5.3.4	Projeto de especialidade – Acessibilidades	102
4.5.3.5	Projeto de especialidade – Térmica.....	103
4.5.3.6	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica.....	106
4.5.3.7	Projeto de especialidade – Acústica	108
4.5.3.8	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica.....	110
4.5.3.9	Projeto de especialidade – Ventilação.....	112
4.5.3.10	Síntese crítica ao projeto de especialidade – Ventilação.....	113
5.	Conclusões.....	115
5.1	Conclusões gerais	115
5.2	Desenvolvimentos futuros	123
	REFERÊNCIAS	126
	ANEXO I – Plantas do edifício 1 em estudo	132
	ANEXO II – Verificação dos requisitos térmicos do edifício 1 em estudo.....	136
	ANEXO III – Folha de Cálculo das renovações horárias – edifício 1.....	142
	ANEXO IV – Folha de Cálculo das renovações horárias – edifício 1 (proposta de melhoria)..	144
	ANEXO V – registo fotográfico do edifício 2 em estudo (situação preexistente)	146
	ANEXO VI – Plantas do edifício 2 em estudo	148
	ANEXO VII – Verificação dos requisitos térmicos do edifício 2 em estudo.....	154

ANEXO VIII – Verificação Acústica do edifício 2 em estudo.....	160
ANEXO IX – Folhas de Cálculo das renovações horárias – edifício 2	164
ANEXO X – Folhas de Cálculo das renovações horárias – edifício 2 (propostas de melhoria).170	
ANEXO XI – Plantas do edifício 3 em estudo	176
ANEXO XII – Verificação dos requisitos térmicos do edifício 3 em estudo	180
ANEXO XIII – Verificação Acústica do edifício 3 em estudo.....	182
ANEXO XIV – Folhas de Cálculo das renovações horárias – edifício 3	184
ANEXO XV – Plantas do edifício 4 em estudo	186
ANEXO XVI – Verificação dos requisitos térmicos do edifício 4 em estudo	192
ANEXO XVII – Verificação Acústica do edifício 4 em estudo	194
ANEXO XVIII – Folhas de Cálculo das renovações horárias – edifício 4.....	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Ciclo de Deming	9
Figura 2-2: Testes de avaliação temática de soluções de reabilitação.....	13
Figura 2-3: Análise comparativa entre trabalhos novos e trabalhos de reabilitação em Portugal: a) Entre 1990 e 2010; b) Entre 2011 e 2030.....	26
Figura 2-4: Edifícios concluídos segundo o tipo de obra ao nível nacional.....	27
Figura 2-5: Edifícios concluídos segundo o tipo de obra ao nível do município de Viseu	27
Figura 2-6: Percentagem de edifícios concluídos segundo o tipo de obra em Portugal e no município de Viseu.....	28
Figura 3-1: Distribuição do edificado presente no CHV por épocas de construção.....	29
Figura 3-2: Planta com a identificação do estado de conservação dos edifícios.....	30
Figura 3-3: Número de imóveis transacionados no CHV e respetivos valores transacionados, apurados até abril de 2017	31
Figura 3-4: Número de incentivos financeiros para recuperação de alçados concedidos e respetivos valores comparticipados, apurados até abril de 2017.....	31
Figura 3-5: Delimitação da ACRRU (correspondente à zona histórica de Viseu).....	33
Figura 3-6: Delimitação da ARU – a vermelho; Delimitação da Zona de Proteção à Sé de Viseu (ZPSV) – a azul	34
Figura 4-1: Identificação do edifício 1 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)	38
Figura 4-2: Plantas do edifício 1 em estudo: a) Planta do piso 0; b) Planta do piso 1	40
Figura 4-3: Pormenor do reforço dos pavimentos existentes (planta).....	43
Figura 4-4: Pormenor da ligação das vigas metálicas às paredes resistentes (corte)	43
Figura 4-5: Disparidades construtivas observadas nas peças desenhadas do piso 1 do edifício 1 em estudo (assinaladas a azul): a) Peça desenhada parcial do projeto de arquitetura; b) Peça desenhada parcial do projeto de especialidade de estabilidade	45
Figura 4-6: Disparidades construtivas observadas nas peças desenhadas do piso 2 do edifício 1 em estudo (assinaladas a azul): a) Peça desenhada parcial do projeto de arquitetura; b) Peça desenhada parcial do projeto de especialidade de estabilidade	45
Figura 4-7: Pormenor da ligação das vigas aos tarugos de madeira, realizada com esquadros metálicos aparafusados com ferragens tipo “Simpson” (corte).....	47
Figura 4-8: Corte CC do edifício 1 em estudo	51
Figura 4-10: Pormenores relativos às soluções construtivas implementadas no edifício 1.....	52

Figura 4-11: Identificação do edifício 2 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)	59
Figura 4-12: Alçado principal do edifício 2 em estudo (corpo principal do edifício) – situação preexistente (Fonte: Viseu Novo)	60
Figura 4-13: Alçado principal do edifício 2 em estudo (corpo principal do edifício) – situação após intervenção de reabilitação	60
Figura 4-14: Planta do edifício 2 em estudo (Piso 1).....	62
Figura 4-15: Identificação do edifício 3 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)	81
Figura 4-16: Pormenor de ligação dos pavimentos de madeira às paredes resistentes.....	85
Figura 4-17: Planta de acessibilidades do piso 0 (A laranja encontra-se assinalado a porta de acesso à cafetaria e o vão envidraçado fixo).....	87
Figura 4-18: Identificação da porta de acesso à cafetaria do edifício 3 em estudo.....	88
Figura 4-19: Identificação do edifício 4 em estudo (na imagem da direita encontra-se o edifício preexistente).....	96
Figura 4-20: Planta do piso 1 do edifício 4 em estudo, proposta pela arquitetura.....	98
Figura 4-21: Planta do piso 2 do edifício 4 em estudo, proposta pela arquitetura.....	99
Figura 4-22: Grelha de ventilação prevista implementar na cobertura.....	107
Figura I-1: Planta do Piso 0 do edifício 1 em estudo	132
Figura I-2: Planta do Piso 1 do edifício 1 em estudo	132
Figura I-3: Planta da cobertura do edifício 1 em estudo	133
Figura I-4: Alçado principal do edifício 1 em estudo (Calçada da vigia).....	133
Figura I-5: Alçado tardoz do edifício 1 em estudo (Rua das Quintãs)	134
Figura I-6: Corte AA do edifício 1 em estudo	134
Figura I-7: Corte BB do edifício 1 em estudo.....	134
Figura VI-1: Planta do Piso 0 do edifício 2 em estudo	148
Figura VI-2: Planta do Piso 1/2 do edifício 2 em estudo	148
Figura VI-3: Planta do Piso 1 do edifício 2 em estudo	149
Figura VI-4: Planta do Piso 2 do edifício 2 em estudo	149
Figura VI-5: Planta do Piso 3 do edifício 2 em estudo	150
Figura VI-6: Planta do desvão da cobertura do edifício 2 em estudo	150
Figura VI-7: Planta da cobertura do edifício 2 em estudo	151
Figura VI-8: Corte AA do edifício 2 em estudo	151

Figura VI-9: Corte BB do edifício 2 em estudo	152
Figura VI-10: Corte CC do edifício 2 em estudo	152
Figura VI-11: Alçado Principal do edifício 2 em estudo.....	153
Figura VI-12: Alçado Posterior do edifício 2 em estudo	153
Figura XI-1: Planta do Piso 0 do edifício 3 em estudo.....	176
Figura XI-2: Planta do Piso 1 do edifício 3 em estudo.....	176
Figura XI-3: Planta do Piso 2 do edifício 3 em estudo.....	177
Figura XI-4: Planta do Piso 2 do edifício 3 em estudo.....	177
Figura XI-5: Alçado principal (Rua direita e Rua da árvore) do edifício 3 em estudo	178
Figura XI-6: Alçado alçado posterior (Rua do chantre), do edifício 3 em estudo	178
Figura XI-7: Corte AA do edifício 3 em estudo	179
Figura XI-8: Corte BB do edifício 3 em estudo	179
Figura XV-1: Planta do Piso 0 do edifício 4 em estudo	186
Figura XV-2: Planta do Piso 1 do edifício 4 em estudo	187
Figura XV-3: Planta do Piso 2 do edifício 4 em estudo	188
Figura XV-4: Planta da laje de esteira do edifício 4 em estudo	189
Figura XV-5: Planta da cobertura do edifício 4 em estudo	190

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2-1: Principais exigências de garantia de qualidade nas intervenções de reabilitação	10
Quadro 2-2: Viseu Habita (PROHABIT) – Trabalhos participáveis e respetivo valor máximo de participação	23
Quadro 4-1: Principais características da situação preexistente do edifício 1	39
Quadro 4-2: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 1 em estudo	41
Quadro 4-3: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 1 em estudo, que foram tidos em conta no estudo térmico	53
Quadro 4-4: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 1 em estudo	54
Quadro 4-5: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 1 em estudo ..	55
Quadro 4-6: Principais características da situação preexistente do edifício 2	61
Quadro 4-7: Área bruta de construção proposta no projeto de arquitetura para o edifício 2 em estudo	63
Quadro 4-8: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 2 em estudo	63
Quadro 4-9: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 2 em estudo - continuação	64
Quadro 4-10: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados, do edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico	68
Quadro 4-11: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados, do edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico - continuação	69
Quadro 4-12: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 2 em estudo	70
Quadro 4-13: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 2 em estudo	70
Quadro 4-14: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo acústico	74
Quadro 4-15: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 2 em estudo	75

Quadro 4-16: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes interiores entre frações e caixa de escadas, do edifício 2 em estudo.....	75
Quadro 4-17: Síntese dos resultados relativos à verificação do índice de isolamento sonoro a sons aéreos dos novos pavimentos entre frações, do edifício 2 em estudo.....	75
Quadro 4-18: Síntese dos resultados relativos à verificação do índice de isolamento sonoro a sons de percussão dos novos pavimentos entre frações, do edifício 2 em estudo	75
Quadro 4-19: Síntese da verificação das taxas de renovação de ar das frações do edifício 2 em estudo	78
Quadro 4-20: Síntese da verificação das taxas de renovação de ar das frações do edifício 2 em estudo	80
Quadro 4-21: Principais características da situação preexistente do edifício 3	82
Quadro 4-22: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura para o edifício 3	83
Quadro 4-23: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura para o edifício 3 - continuação	84
Quadro 4-24: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 3 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico	89
Quadro 4-25: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 3 em estudo	90
Quadro 4-26: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 3 em estudo	91
Quadro 4-27: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 3 em estudo que foram tidos em conta no estudo acústico	93
Quadro 4-28: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 3 em estudo	94
Quadro 4-29: Principais características da situação preexistente do edifício 4	97
Quadro 4-30: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 4 em estudo	99
Quadro 4-31: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 4 em estudo - continuação	100
Quadro 4-32: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 4 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico	104
Quadro 4-33: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 4 em estudo.	105
Quadro 4-34: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 4 em estudo	105

Quadro 4-35: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 4 em estudo tidos em conta no estudo acústico	108
Quadro 4-36: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 4 em estudo	109
Quadro 4-37: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes interiores entre frações habitacionais e caixa de escadas do edifício 4 em estudo	109
Quadro II-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 1	136
Quadro II-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 1.....	136
Quadro II-3: Verificação térmica do pavimento em contacto com o solo – edifício 1	137
Quadro II-4: Verificação térmica da cobertura inclinada – edifício 1.....	137
Quadro II-5: Verificação térmica da cobertura em terraço invertida – edifício 1	138
Quadro II-6: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes – edifício 1	138
Quadro II-7: Verificação térmica da parede de separação para edifício adjacente – edifício 1	139
Quadro II-8: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados originais que se pretendem manter – edifício 1	139
Quadro II-9: Verificação térmica e fator solar dos novos vãos envidraçados – edifício 1....	140
Quadro VII-1: Verificação térmica das paredes exteriores reforçadas termicamente – edifício 2	154
Quadro VII-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 2.....	154
Quadro VII-3: Verificação térmica do pavimento em contacto com o solo – edifício 2	155
Quadro VII-4: Verificação térmica do pavimento com envolvente exterior – edifício 2.....	155
Quadro VII-5: Verificação térmica da cobertura em terraço invertida – edifício 2	156
Quadro VII-6: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes exteriores – edifício 2	156
Quadro VII-7: Verificação térmica da parede de separação com edifício adjacente – edifício 2	157
Quadro VII-8: Verificação térmica da parede interior de separação localizada entre as frações e a caixa de escadas – edifício 2	157
Quadro VII-9: Verificação térmica e fator solar dos novos vãos envidraçados – edifício 2..	158
Quadro VIII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 2.....	160
Quadro VIII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 2	161

Quadro VIII-3: Verificação acústica nas paredes de separação entre as frações e a caixa de escadas – edifício 2	162
Quadro VIII-4: Verificação acústica dos novos pavimentos entre frações – edifício 2	163
Quadro XII-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 3.....	180
Quadro XII-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 3	180
Quadro XII-3: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes – edifício 3	181
Quadro XII-4: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados – edifício 3.....	181
Quadro XIII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 3	182
Quadro XIII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 3	183
Quadro XVI-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 4	192
Quadro XVI-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 4.....	192
Quadro XVI-3: Verificação térmica da parede de separação com edifício adjacente – edifício 4.....	193
Quadro XVI-4: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados – edifício 4	193
Quadro XVII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 4.....	194
Quadro XVII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 4	195
Quadro XVII-3: Verificação acústica das novas paredes interiores – edifício 4	196

ABREVIATURAS E SIGLAS

ACRRU	Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística
AECOPS	Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços
AHRESP	Associação da Hotelaria, Restauração e Similares de Portugal
ARU	Área de Reabilitação Urbana
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CHV	Centro Histórico de Viseu
CMV	Câmara Municipal de Viseu
DRCC	Direção Regional de Cultura do Centro
EPS	Poliestireno expandido
ETICS	External Thermal Insulation Composite System
IFRRU 2020	Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas
IHRU	Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana
IMI	Imposto Municipal sobre Imóveis
IMT	Imposto Municipal sobre Transações onerosas de imóveis
IRC	Imposto sobre o Rendimento das pessoas Coletivas
IRS	Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Singulares
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
JESSICA	Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MUV	Mobilidade Urbana de Viseu
NRAU	Novo Regime do Arrendamento Urbano
PROHABIT	Programa de Financiamento para Acesso à Habitação
RA	Regime das Acessibilidades
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RECS	Regulamento dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH	Regulamento dos Edifícios de Habitação
RERU	Regime Excecional da Reabilitação Urbana

RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
RGR	Regulamento Geral do Ruído
RJRU	Regime Jurídico da Reabilitação Urbana
RJUE	Regime Jurídico da Urbanização e Edificação
RRAE	Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
Rph	Renovações Horárias
SCE	Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
SRU	Sociedade de Reabilitação Urbana
U	Coefficiente de transmissão térmica
XPS	Poliestireno extrudido
ZPSV	Zona de Proteção à Sé de Viseu

1. Introdução

1.1 Enquadramento geral do tema

A temática da reabilitação de edifícios antigos tem assumido na sociedade atual uma particular importância, principalmente quando os mesmos se encontram inseridos em centros históricos.

A reabilitação de edifícios antigos tem como um dos objetivos evitar o abandono e a consequente ruína do edificado, assegurando deste modo a longevidade do mesmo. Nos centros históricos, a temática é especialmente importante uma vez que se considera fundamental a preservação da identidade dos locais com maior representatividade histórica das cidades, evitando o abandono e assegurando uma melhoria para a qualidade de vida da população.

Compreende-se que em edifícios antigos as intervenções de reabilitação implementadas têm como intuito a resolução dos problemas construtivos que surgem associados à idade do edificado, garantindo a introdução de melhorias a nível de segurança e conforto. As exigências de segurança (a nível estrutural e de incêndios), as exigências de habitabilidade/agradabilidade (a nível de conforto higrotérmico, qualidade do ar interior, proteção/estanquidade à água, salubridade, iluminação natural e conforto acústico) e as exigências de uso (a nível das acessibilidades), traduzem-se, portanto, em requisitos necessários para a satisfação das necessidades e atividades para as quais os espaços são projetados.

Face às pré-existências próprias de cada edifício antigo, as intervenções de reabilitação dos edifícios assumem, no entanto, complexidades consideráveis, com diversas especificidades e com inúmeras condicionantes. Face às técnicas construtivas aplicadas ao longo do tempo, as operações de reabilitação traduzem-se em processos exigentes, que requerem um conhecimento ao nível técnico dos materiais, processos construtivos e técnicas tradicionais.

A presente dissertação tem como objeto de estudo a reabilitação de edifícios antigos no Centro Histórico de Viseu.

Neste contexto, a presente dissertação realiza a apresentação de projetos de execução de alguns edifícios localizados no Centro Histórico de Viseu, de usos variados, cuja finalidade é o estudo e a avaliação das diferentes soluções de reabilitação implementadas.

1.2 Objetivos e metodologia

A presente dissertação tem como principal objetivo a análise da metodologia de intervenção de reabilitação de diferentes edifícios localizados no Centro Histórico de Viseu. Para tal, nos casos de estudo, são selecionados edifícios com usos variados, com intuito de permitir a análise de diferentes metodologias de reabilitação aplicadas.

A referida análise da metodologia de reabilitação é desenvolvida, para cada edifício, com base na observação atenta dos projetos de reabilitação, cedidos pela Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu (Viseu Novo, SRU).

Face ao principal objetivo, a metodologia de análise dos projetos de reabilitação, dos diferentes edifícios selecionados para estudo, pretende:

- Descrever os edifícios e as situações preexistentes;
- Identificar as pretensões do Dono de Obra;
- Analisar os projetos de reabilitação implementados (projetos de arquitetura e de algumas especialidades);
- Apresentar uma análise crítica das soluções de reabilitação adotadas, tendo em conta o conhecimento técnico de materiais e disposições construtivas e a legislação existente;
- Apresentar algumas propostas de melhoria aos projetos de reabilitação.

Para a adequada compreensão dos projetos de reabilitação dos edifícios selecionados para estudo, verifica-se essencial o prévio enquadramento teórico relativo à temática da reabilitação de edifícios antigos nos centros históricos, bem como o enquadramento do caso particular do Centro Histórico de Viseu.

1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos, sendo os três primeiros de índole mais teórico e os dois últimos dedicados à apresentação e análise de casos de estudo.

No presente capítulo é realizada uma introdução ao trabalho realizado. É apresentado o enquadramento geral do tema e são expostos os objetivos a alcançar, bem como a metodologia de atuação. Por fim, apresenta-se a respetiva organização, por capítulos.

No capítulo 2 apresenta-se sintetizado o enquadramento teórico relativo à reabilitação de edifícios antigos nos centros históricos. Para além da breve referência aos níveis de intervenção, às exigências de qualidade nas intervenções, à sustentabilidade da reabilitação de edifícios e à metodologia das intervenções de reabilitação, é exposto o enquadramento legal que se encontra

associado aos projetos e à execução das obras de reabilitação. É descrito, ainda, o papel das sociedades de reabilitação urbana nas diversas cidades e são referidos, sucintamente, os incentivos à reabilitação urbana atualmente existentes, quer a nível nacional, como a nível municipal (Viseu). Por fim, com o auxílio de dados estatísticos, é apresentada a importância da reabilitação no sector da construção.

O capítulo 3 foca-se no Centro Histórico de Viseu. No referido capítulo, é abordada a gestão das intervenções de reabilitação dos edifícios presentes no centro histórico, da responsabilidade da Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu (Viseu Novo, SRU). São apresentadas ainda algumas estratégias existentes para a revitalização do centro histórico e analisada a importância da circulação viária e dos estacionamento na zona mais antiga da cidade.

O capítulo 4 é constituído pelos casos de estudo da dissertação. O referido capítulo engloba a análise crítica de alguns projetos de reabilitação de edifícios, localizados no Centro Histórico de Viseu, cujas intervenções são da responsabilidade da Viseu Novo, SRU. Para tal, na análise crítica aos diversos projetos (de arquitetura e de algumas especialidades – estabilidade, acessibilidades, térmica, acústica e ventilação) é considerado o conhecimento técnico de materiais e disposições construtivas, bem como a legislação em vigor. São, ainda apresentadas algumas propostas de melhoria aos projetos.

Por último, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões gerais da dissertação, nas quais se encontram sintetizadas as ilações retiradas com a análise das intervenções de reabilitação realizadas em edifícios antigos com usos diferenciados, terminando com a apresentação de sugestões possíveis para desenvolvimentos de trabalhos futuros.

2. A reabilitação de edifícios antigos nos centros históricos

2.1 Introdução

A temática da reabilitação de edifícios antigos tem assumido na sociedade atual uma particular importância, principalmente quando os mesmos se encontram inseridos em centros históricos.

Os centros históricos das cidades são locais de constante memória e identidade própria, assumindo um papel fundamental como resultado da constante dinâmica das cidades onde se inserem [1].

Algumas cidades portuguesas cresceram até ao seu limite máximo, muitas vezes sem reunirem as características básicas para que a expansão se efetuasse de forma ordenada e qualificada. Isto levou ao abandono dos centros históricos e ao posterior desleixo pelos edifícios antigos que aí existem e que, muitas vezes, ficaram entregues aos cuidados de uma população cada vez mais envelhecida e empobrecida. Por forma a combater a desertificação dos centros históricos, verifica-se essencial intervir, percebendo quais as exigências para tornar os resultados atrativos e capazes de promover a instalação de pessoas nos centros urbanos antigos [1].

Entende-se por edifícios antigos todos os que foram construídos antes da generalização da aplicação das estruturas de betão armado que passaram a ser muito frequentes a partir da segunda guerra mundial. Inclui-se neste grupo de edifícios o património monumental, edifícios classificados e o património edificado corrente em que a pedra, a madeira, a cal e o vidro são materiais dominantes [2].

A reabilitação, por sua vez, pode definir-se como o conjunto de operações destinadas a garantir a possibilidade de reutilização plena do edificado existente, adaptando-o a exigências contemporâneas e estabelecendo um compromisso entre a sua identidade original e a que resulta da própria reabilitação [3].

Como princípios de reabilitação englobam-se as ações de intervenção necessárias para dotar os edifícios de condições de segurança, higiene, funcionamento e conforto que possam encontrar-se desadequadas ou até mesmo inexistentes, respeitando a arquitetura, tipologia e sistema construtivo dos mesmos [2]. Tratam-se de intervenções que têm como principal objetivo evitar o abandono e a conseqüente ruína do edificado, assegurando deste modo a longevidade do mesmo.

2.2 Níveis de intervenção

Como é normal em tecidos históricos, os edifícios encontram-se em diferentes estados de conservação [4].

Com intuito de caracterizar o estado geral de conservação de um edifício, reconhecem-se os seguintes níveis de intervenção de reabilitação, com graduação crescente [4 e 5]:

- Nível 1 – Reabilitação ligeira;
- Nível 2 – Reabilitação média;
- Nível 3 – Reabilitação profunda;
- Nível 4 – Reabilitação excepcional.

Os quatro níveis de reabilitação referidos dependem de inúmeros fatores, como por exemplo, da avaliação das anomalias presentes e da escala de intervenção pretendida para o edifício. A classificação dos níveis de intervenção permite então melhorar a gestão do processo de reabilitação já que se torna possível prever o grau de profundidade das intervenções a desenvolver, assim como ter uma noção quanto ao tipo, às formas e aos meios de atuação que será necessário mobilizar [5].

Explicitam-se de seguida os quatro níveis de reabilitação.

Nível 1 – Reabilitação ligeira:

O nível 1 compreende a execução de pequenas reparações das instalações e equipamentos já existentes nos fogos/frações. Trata-se de um nível de intervenção incidente em edifícios no qual o seu estado geral de conservação pode ser considerado como satisfatório ou razoável, não obrigando ao realojamento provisório dos ocupantes.

Consideram-se como intervenções de reabilitação ligeira, por exemplo [4, 5]:

- A melhoria das condições interiores de iluminação, ventilação e exaustão, através, por exemplo, da criação de vãos nos compartimentos interiores, da introdução de sistemas passivos ou mecânicos de exaustão de fumos e de ventilação das instalações sanitárias e das cozinhas;
- A limpeza e reparação geral das coberturas (incluindo a substituição pontual de telhas) e a reparação de elementos dos sistemas de condução de águas pluviais e dos esgotos;

- A reparação de anomalias pontuais nos rebocos, bem como a pintura do interior e do exterior do edifício;
- A reparação das caixilharias existentes, a reparação e substituição de elementos metálicos afetados pela corrosão e a limpeza generalizada das caixas-de-ar no piso térreo (caso existam).

Nível 2 – Reabilitação média:

O nível 2 compreende, para além dos trabalhos descritos anteriormente (trabalhos mencionados no nível 1), uma intervenção mais significativa a nível de reparação, substituição e reforço de alguns elementos. Trata-se de um nível de intervenção que requer, pontualmente, a necessidade de se assegurar o realojamento provisório dos ocupantes.

Consideram-se como intervenções de reabilitação média, por exemplo [4, 5]:

- A reparação ou a substituição parcial de elementos de carpintaria (da caixilharia, das escadas ou de soalhos e tetos);
- A reparação e eventual reforço de alguns elementos estruturais, geralmente das lajes dos pisos e das estruturas da cobertura;
- A reparação generalizada dos revestimentos nos paramentos interiores e exteriores e na cobertura;
- A realização de ligeiras alterações nas formas existentes de organização do espaço (por ex.: retirar alguns tabiques e ampliar espaços de compartimentos ou criar espaços úteis a partir do aproveitamento de espaços atualmente desaproveitados);
- A melhoria das condições funcionais e ambientais dos espaços em geral e dos equipamentos existentes (por ex.: reestruturação de cozinhas e de instalações sanitárias existentes ou até a criação de raiz destes dois tipos de espaço).

Nível 3 – Reabilitação profunda:

O nível 3 compreende, para além dos trabalhos descritos anteriormente (trabalhos mencionados nos níveis 1 e 2), uma intervenção de alteração do número de fogos/frações ou ainda de alteração do uso do edifício. Trata-se de um nível de intervenção que implica a realização de demolições e de reconstruções significativas, que poderão obrigar a uma substituição parcial, ou mesmo total, de lajes de pisos e paredes divisórias, à resolução de problemas estruturais, ao melhoramento do sistema de circulação vertical e horizontal, à substituição generalizada dos elementos de carpintaria e ainda à execução de novos revestimentos [4, 5].

A intervenção de reabilitação profunda exige, portanto, um estudo prévio de materiais e de soluções construtivas a aplicar, obrigando à desocupação do edifício por períodos de tempo significativos.

Nível 4 – Reabilitação excepcional:

O nível 4 compreende operações de um grau de desenvolvimento muito profundo que, em alguns casos, obriga à reconstrução do edifício. Trata-se de um nível de intervenção que ultrapassa os trabalhos descritos anteriormente (trabalhos mencionados nos níveis 1 a 3) e que em termos de custos pode aproximar-se ou mesmo ultrapassar o custo de uma nova edificação.

A intervenção de reabilitação excepcional poderá obrigar [4, 5]:

- Ao recurso pontual a técnicas de restauro para intervenções na envolvente do edifício ou mesmo de partes do seu interior, quando o valor patrimonial do imóvel o justifique;
- À total reconstrução do edifício, fundamentada pelo valor do seu contributo para a imagem urbana do lugar, podendo incluir a modernização parcial de algumas partes da construção, instalações e equipamentos;
- À reabilitação dos edifícios para padrões elevados e muito superiores aos preexistentes.

Para os casos de estudo da presente dissertação, reconhecem-se os níveis de intervenção de reabilitação 3 para os edifícios 1, 2 e 3, e o nível de intervenção 4 para o edifício 4.

Uma vez que se tratam de edifícios antigos, nos quais prevalecem problemas construtivos associados à idade e dado, ainda, que são previstas alterações dos usos dos mesmos, sendo necessária a realização de demolições e reconstruções significativas, considera-se um nível de reabilitação profunda para os edifícios 1, 2 e 3. Por sua vez, o edifício 4 apresenta um nível de reabilitação excepcional, o que é justificado pelo facto de se encontrar prevista a demolição total do interior do edifício, com preservação, apenas, das paredes exteriores.

2.3 Exigências de qualidade nas intervenções de reabilitação

Numa qualquer ação de reabilitação pretende-se resolver, tanto quanto possível, os problemas construtivos que a passagem do tempo originou nos edifícios e, simultaneamente, introduzir as melhorias que atualizem os espaços, nomeadamente, ao nível da segurança e do conforto [6].

Com intuito de garantir a satisfação das necessidades e atividades para as quais os espaços são projetados, encontram-se estabelecidas algumas exigências funcionais que os edifícios devem verificar, nomeadamente (adaptado de [7]):

- Exigências de segurança (segurança estrutural e segurança em caso de incêndio);
- Exigências de habitabilidade / agradabilidade (conforto higrotérmico, qualidade do ar interior, proteção/estanquidade à água, salubridade, iluminação natural e conforto acústico);
- Exigências de uso (acessibilidades).

Na conservação e reabilitação de edifícios, sobretudo nos que se consideram como património arquitetónico, existe a óbvia necessidade de atingir uma grande qualidade nas intervenções [4].

Numa reabilitação verifica-se necessário que todas as operações (análise, projeto e execução) sejam realizadas por profissionais com formação adequada para o efeito, sendo este um dos fatores que irá contribuir para o sucesso da intervenção.

De um modo simplificado, a filosofia de intervenção que deve presidir a um processo de garantia e de gestão da qualidade encontra-se traduzida no “Ciclo de Deming”, que por sua vez enuncia quatro princípios ordenados de forma metodológica, sendo os mesmos [5]:

- Planear (planear e escrever o que se deve efetuar);
- Fazer (realizar aquilo que se planeou);
- Verificar (verificar se o que se efetuou foi o que estava escrito);
- Agir (atuar na sequência das verificações e conservar documentos e registos).

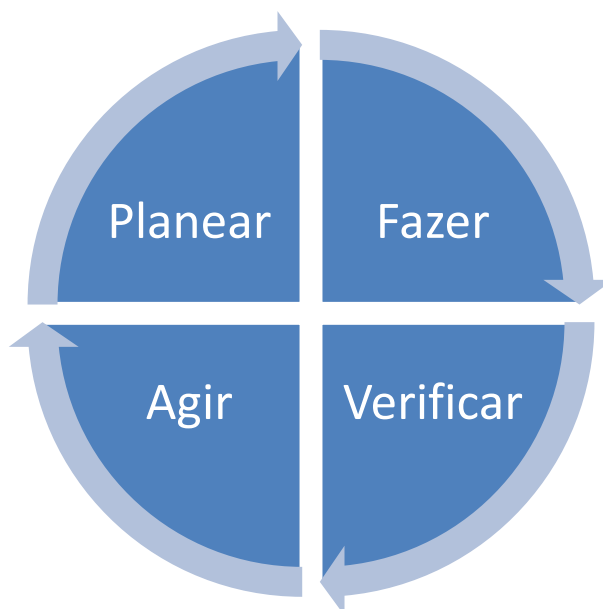


Figura 2-1: Ciclo de Deming

Na necessidade de se assegurar a garantia de qualidade nas intervenções de reabilitação, foi ainda definido um conjunto de principais exigências, que se encontram apresentadas no Quadro 2-1.

Quadro 2-1: Principais exigências de garantia de qualidade nas intervenções de reabilitação (adaptado de [2, 4 e 5])

Tipo de exigência	Descrição
De autenticidade	Garantir a autenticidade no uso de materiais, respeitando e mantendo os materiais originais, entendendo que a arquitetura dos edifícios, as soluções estruturais e construtivas e os materiais utilizados formam um todo insubstituível.
	Garantir a autenticidade estética, preservando as ideias arquitetónicas que construíram, alteraram e reinterpretaram os espaços e refletiram o espírito das diversas épocas que o edifício atravessou.
	Garantir a autenticidade histórica, mantendo a integridade histórica dos elementos dos edifícios e recusando intervenções que alterem ou falsifiquem essas evidências.
	Garantir a autenticidade construtiva e tecnológica, preservando o conhecimento das tecnologias utilizadas e disponíveis nas diversas épocas construtivas.
De durabilidade	Nas obras de reabilitação de edifícios antigos devem ser aplicados materiais e tecnologias testados e que apresentem garantias de durabilidade, uma vez que aplicar materiais com períodos de vida útil reduzidos, num imóvel consideravelmente antigo, corresponde ao transporte de problemas para um futuro a curto prazo.
De compatibilidade	<p>As diversas características físicas, químicas e mecânicas dos novos materiais devem ser ponderadas em termos de compatibilidade com os materiais existentes na construção a reabilitar, devendo ainda ser garantida a reversibilidade do aplicado.</p> <p>Normalmente, o recurso a técnicas tradicionais é o mais recomendável, mas nem sempre é possível. A grande diversidade de materiais e novas soluções disponíveis no mercado exige uma seleção exigencial de modo a que se garanta um determinado desempenho e que não se ponha em causa (por incompatibilidade) a durabilidade do preexistente.</p>

2.4 A sustentabilidade da reabilitação de edifícios

O desenvolvimento da reabilitação sustentável é uma das prioridades de atuação no futuro das cidades e da construção. Esta situação deve-se à necessidade de manutenção do meio construído existente e do imenso investimento realizado pelas diversas gerações no mesmo [1].

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu devido à preocupação e consciência da sociedade com a escassez dos recursos naturais, ganhando destaque mundial em 1970, após a proclamação do ano do Meio Ambiente pelas Nações Unidas e posteriores conferências mundiais [8].

No sector da construção, verifica-se que é necessária especial atenção nos princípios base do desenvolvimento sustentável, uma vez que se trata de um dos sectores que tem maior impacto no território, o que se deve ao elevado nível de extração de matérias-primas não renováveis e aos elevados consumos energéticos, com a consequente emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa (adaptado de [1]).

Atualmente, o conceito de sustentabilidade surge interligado com o de reabilitação, ao conter a importância de preservar os valores culturais, não esquecendo a reutilização do que está construído, poupando os recursos e as energias [1].

Também por razões que se prendem com a sustentabilidade, a reabilitação de edifícios antigos é hoje uma tarefa da maior importância em todo o mundo por diferentes razões, sendo as mesmas [3]:

- Preservação de valores culturais;
- Proteção ambiental;
- Vantagens económicas.

Preservação de valores culturais:

Os conjuntos antigos de edifícios correntes são muito importantes para a história das cidades e dos seus habitantes porque podem mostrar (hoje) como foi a evolução recente da humanidade e como os edifícios se foram adaptando continuamente e com sucesso a diferentes formas de viver [3].

Proteção ambiental:

A reabilitação de edifícios antigos envolve a preservação de uma grande parte dos elementos construídos presentes, verificando-se uma diminuição da quantidade de demolições e de correspondentes reconstruções. Comparando com a construção nova, as intervenções de reabilitação implicam [3]:

- O consumo de menores quantidades de energia na produção e aplicação de produtos de construção;
- A redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂);

- A limitação das quantidades de produtos de demolição a remover e destruir.

Os trabalhos de reabilitação sustentável exigem ainda uma reflexão sobre as diferenças e as características dos materiais que se empregam, para que a escolha seja a mais adequada possível. Deste modo, deve promover-se o uso, sempre que possível, de materiais tradicionais, naturais (madeira, pedra, areia e cal), ou pouco transformados, por oposição ao uso de materiais industriais que se traduzem em grandes consumidores de energia e produtores de dióxido de carbono (CO₂), como, por exemplo, o cimento, o aço, o alumínio, o PVC e outros materiais poliméricos, etc. [1, 3].

Vantagens económicas:

A preservação de uma construção existente apresenta, ou deveria apresentar, as seguintes vantagens económicas por comparação com as operações de demolição e posterior reconstrução [3]:

- Redução dos custos de demolição;
- Redução dos custos com licenças e taxas;
- Aprovação mais fácil de projetos;
- Redução dos custos de estaleiro;
- Redução das quantidades de novos materiais.

Por último, no âmbito da temática da sustentabilidade, menciona-se um estudo recente relativo ao desenvolvimento de um modelo para avaliação integrada de soluções de reabilitação, aplicadas a um caso de estudo no Centro Histórico de Viseu (CHV) [9].

O referido estudo contempla a análise detalhada e a inspeção visual de 24 edifícios, pelo exterior, tendo sido obtidas informações relativas à caracterização construtiva, e estado de conservação dos elementos da fachada. Com base nas informações recolhidas, o modelo de avaliação criado incidiu na análise das intervenções mais benéficas de reabilitação, a aplicar nos rebocos e nas caixilharias das fachadas, considerando, para tal, o enquadramento legal da cidade de Viseu, bem como a perspetiva de desempenho, sustentabilidade e património (adaptado de [9]).

Na Figura 2-2 encontra-se apresentado o resultado obtido para quatro exemplos de testes de avaliação temática, encontrando-se os mesmos divididos em grupos nos quais predominam, a preocupação com a legislação local, a preocupação com valores ambientais e a preocupação com valores urbanísticos, patrimoniais e culturais. Aos valores 1, 2 e 3 das representações gráficas apresentadas na Figura 2-2, encontram-se associados os critérios de mau desempenho, médio desempenho e bom desempenho, respetivamente (adaptado de [9]).

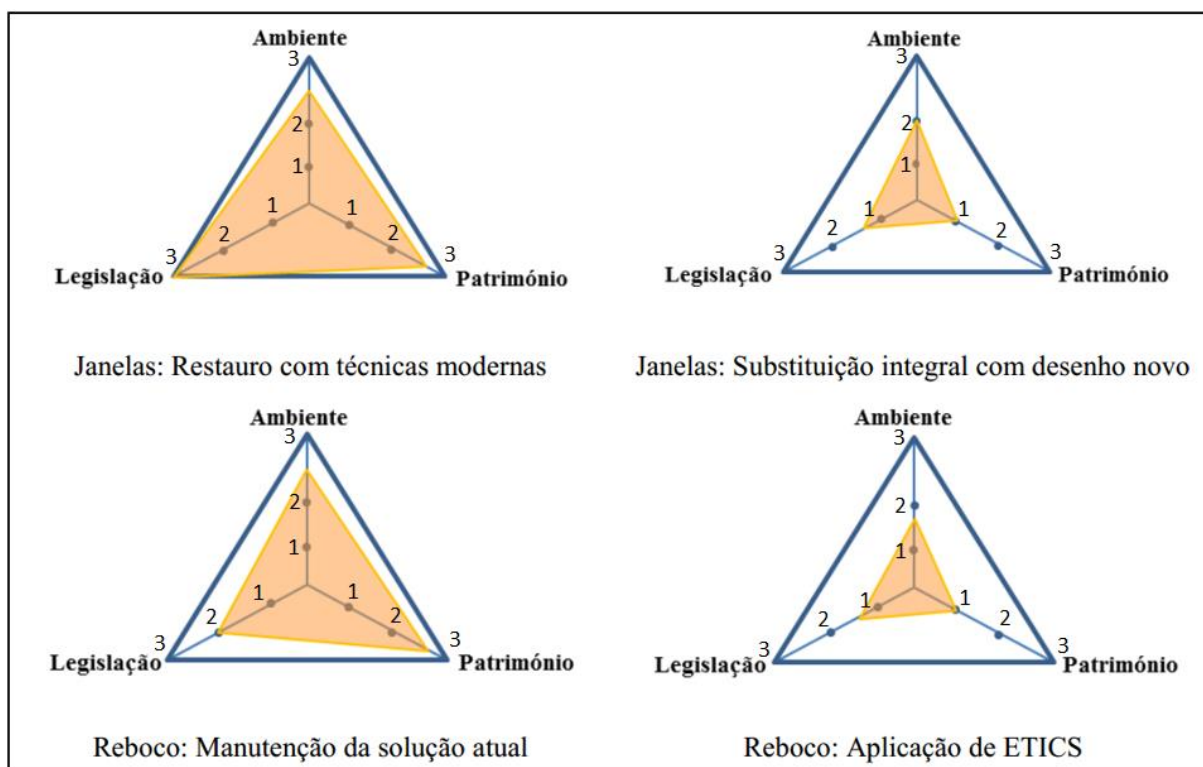


Figura 2-2: Testes de avaliação temática de soluções de reabilitação (adaptado de [9])

2.5 Metodologia das intervenções de reabilitação

Num processo de reabilitação de edifícios existentes é imprescindível avaliar o seu estado atual para que seja possível propor soluções que permitam atingir o desempenho desejado. A reabilitação deve ser adaptativa, pelo que não há estratégia pré-definida. É necessário um diagnóstico específico e fundamentado, caso a caso, que permita propor uma metodologia técnica e economicamente adequada [2].

Para a realização de uma correta intervenção de reabilitação num edifício antigo, devem ser consideradas as seguintes fases principais (organizadas por ordem sequencial de execução, sendo as duas primeiras relativas ao projeto e a última à obra propriamente dita) [6]:

- Elaboração de estudos, análises, diagnósticos e obras preliminares;
- Elaboração do programa e projeto de intervenção;
- Execução da obra e seu acompanhamento.

Elaboração de estudos, análises, diagnósticos e obras preliminares:

Nesta primeira fase do projeto, deve proceder-se à análise e ao diagnóstico do edifício objeto de intervenção. Deste modo, devem nesta fase ser observados os aspetos que podem ter originado as patologias presentes (por ex.: ao nível das estruturas, das impermeabilizações, das caixilharias e das alvenarias) e caracterizados os problemas mais comuns (por ex.: assentamentos estruturais, infiltrações, salitres, etc.) [6].

O presente estudo prévio deve, portanto, englobar um relatório de análise e diagnóstico que inclua as medidas necessárias para a correção dos problemas identificados. Do relatório deve igualmente constar a informação relativa à identificação dos valores de natureza patrimonial e/ou cultural a preservar [6].

Após o levantamento dos problemas observados, poderá ainda verificar-se necessária a realização de obras preliminares de proteção, consolidação ou outras relacionadas com aspetos de segurança [6].

Esta primeira fase do projeto traduz-se, portanto numa das mais importantes do processo de reabilitação, pelo facto que uma incorreta análise pode significar um total fracasso da obra, tendo por vezes consequências irreversíveis na infraestrutura. Dessa forma, há que garantir que a análise e diagnóstico sejam realizados por técnicos experientes, familiarizados com as diversas técnicas tradicionais de construção [10].

Elaboração do programa e projeto de intervenção:

A fase de projeto consiste em, entre outras funções, propor soluções para as anomalias registadas na fase anteriormente descrita. Trata-se de um trabalho que necessita de melhores e mais aprofundados conhecimentos técnicos, requerendo por parte do engenheiro responsável o conhecimento de inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos ao edifício que por vezes não são contabilizados (por ex.: o uso do edifício ao longo do tempo e as condições climáticas locais) [10].

O projeto de intervenção contempla então um conjunto de especificações técnicas (escritas e desenhadas) que têm por base todas as informações resultantes das análises e diagnósticos realizados e um programa base que enuncia os aspetos a considerar em matérias de ocupação dos espaços (ex.: n.º de fogos / frações, tipologias, características e áreas de compartimentos) [6].

Nesta fase de projeto deve existir ainda uma compatibilização entre todas as especialidades, sendo que a arquitetura do edifício deve estar sempre presente por forma a evitar situações que não se encontrem previstas. Os projetos devem ser ainda concebidos tendo em conta que algumas soluções propostas podem apenas ser verificadas em obra, uma vez que é em obra que se verifica se existe a possibilidade de concretização.

Execução da obra e seu acompanhamento:

A execução da obra constitui o culminar de todo o processo e cuja importância reside essencialmente na coordenação correta dos seus intervenientes. Deste modo, para que os trabalhos procedam de forma adequada, é necessário um planeamento prévio que garanta a qualidade desejada e descrita no projeto, minimizando os custos e o tempo de execução (adaptado de [10]).

A assistência técnica a prestar pelos projetistas, ao longo da execução da obra de reabilitação de um edifício, é mais complexa e difícil do que a assistência técnica prestada durante a construção de um edifício feito de raiz (adaptado de [11]). O mesmo depreende-se com o facto de, numa reabilitação, existir uma elevada probabilidade da ocorrência de situações inesperadas (por ex.: estado de conservação dos materiais diferentes do inicialmente previsto).

Por último, após a conclusão da obra de reabilitação deve ser efetuada uma vistoria completa aos trabalhos realizados, devendo ser incluídas, nas peças desenhadas do projeto, as alterações executadas em obra (adaptado de [2]). Após a conclusão da obra, verifica-se, ainda, importante a constante observação e monitorização do edifício reabilitado, recorrendo para tal a inspeções periódicas, complementadas com as respetivas manutenções, sempre que se verifiquem necessárias.

Outras formas de intervenção, além da reabilitação:

As fases principais acima apresentadas pressupõem sempre a presença de anomalias, razão pela qual se procede a uma dada intervenção de reabilitação. No entanto, a intervenção num dado edifício pode simplesmente ter como objetivo uma melhoria do existente sem que se verifique a presença de quaisquer patologias. As referidas melhorias podem ser realizadas através de diferentes ações, nomeadamente ações de manutenção e/ou renovação.

As ações de manutenção consistem num conjunto de atividades que têm como finalidade a conservação de um bem. Tratam-se de ações que podem ser designadas de (adaptado de [12] e de [13]):

- **Manutenção reativa** - intervenção que é executada após o surgimento de anomalias, ou seja, refere-se a uma manutenção não planeada que pretende dar uma resposta meramente corretiva;
- **Manutenção preventiva** - intervenção planeada e sistemática, que monitoriza e previne o surgimento de anomalias.

Por sua vez, as ações de renovação têm como intuito a introdução de ganhos na qualidade e o melhoramento funcional do desempenho da construção, adaptando-a a um nível superior do patamar de qualidade regulamentar.

2.6 Enquadramento legal

O crescente aumento das ações de reabilitação nos edifícios antigos tem contribuído para o acréscimo das preocupações relativas às exigências de habitabilidade e de conservação do património edificado. Deste modo, verifica-se importante proceder-se a uma breve referência à legislação que se encontra associada aos projetos e à execução das obras de reabilitação. Considera-se ainda relevante mencionar as últimas alterações sofridas, quando existam. Destaca-se, então, a seguinte legislação:

- Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 38382/1951, de 7 de agosto e posteriores alterações [14];
- Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/1999, de 16 de dezembro, alterado pela Lei n.º 79/2017, de 18 de agosto [15];
- Regime da Acessibilidade (RA) aos edifícios e estabelecimentos que recebem público, via pública e edifícios habitacionais, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto [16];
- Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU), aprovado pela Lei n.º 6/2006, de 27 de fevereiro, alterado pela Lei n.º 79/2014, de 19 de dezembro [17];
- Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto [18];
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho [19];
- Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (RJRU), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de outubro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 88/2017, de 27 de julho [20];
- Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o qual compreende o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto [21], alterado pelo Decreto-Lei n.º 28/2016;
- Regime Excepcional e Temporário para a Reabilitação de Edifícios (RERU), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 53/2014, de 8 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 194/2015, de 14 de setembro [22];
- Ficha de Avaliação para a Determinação do Nível de Conservação de Imóveis, aprovada pela Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de novembro [23];
- Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de outubro [24].
- Regime de Determinação do Nível de Conservação dos Prédios Urbanos ou Frações Autónomas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 266-B/2012, de 31 de dezembro [25];

Para a presente dissertação, uma vez que os projetos analisados nos casos de estudo correspondem a diferentes períodos temporais (2008-2014), verifica-se igualmente relevante mencionar o Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril [26].

Relativamente aos regulamentos das diversas especialidades, atrás identificados, constata-se que os mesmos se encontram particularmente direcionados para as novas construções, não englobando a reabilitação de edifícios antigos.

Até ao ano de 2009 (ano no qual foi publicado o RJRU), verificava-se que o cumprimento integral da regulamentação existente provocava, nas intervenções de reabilitação, inúmeras

dificuldades de ordem técnica e económica, tornando os projetos de difícil concretização. Com a publicação do RJRU, a elaboração dos projetos de reabilitação dos edifícios antigos passou a ser mais simplificada, sendo admitido que as intervenções no edificado não cumpram todas as normas vigentes à data da sua concretização, desde que não agravem desconformidades preexistentes ou tenham como resultado a melhoria das condições de segurança e salubridade da edificação. No regulamento, é ainda referido que é permitido que as intervenções possam criar ou agravar desconformidades, desde que, a melhoria das condições de desempenho e segurança funcional, estrutural e construtiva da edificação seja muito superior à desconformidade.

Conclui-se, portanto, que com a publicação do RERU (no ano de 2014), foram estabelecidas orientações mais concretas quanto à dispensa do cumprimento de algumas normas presentes nos regulamentos das diversas especialidades, desde que as ações de reabilitação não provoquem uma diminuição das condições de segurança e de salubridade da edificação, nem a segurança estrutural e sísmica do edifício.

O regulamento atrás referido tem contribuído para que inúmeros especialistas do setor manifestem uma opinião negativa sobre o mesmo, sendo apontado como insuficiente e demasiado vago. De acordo com o engenheiro Vítor Córias, “A adoção deste regime de exceção resultou do lóbi da construção e do imobiliário, que exerceu uma grande pressão para fazer negócios sem limitações e que tem uma influência muito grande nos órgãos de decisão do país” [27]. Segundo ainda o engenheiro Mário Lopes, as ações de reabilitação que se têm realizado são “um Peelling”, isto é, dá-se primazia à beleza e conforto, esquecendo-se a segurança estrutural (adaptado de [28]).

No enquadramento legal, revela-se igualmente importante mencionar que, relativamente à temática da avaliação da segurança ao risco sísmico nos edifícios, no mês de junho de 2017 o governo indicava que, até ao final do mesmo ano de 2017, pretendia transpor para a legislação nacional as normas técnicas europeias sobre segurança sísmica. Estas preveem que a vulnerabilidade sísmica dos edifícios seja avaliada em fase anterior às obras a realizar, identificando desde logo os casos que necessitam de reforço estrutural (adaptado de [29]). Do que se conhece, esta promessa legislativa ficou sem efeito.

No âmbito dos casos de estudo da presente dissertação, destaca-se o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu (Edital 368-A/2002) [30], que constitui o conjunto de artigos regulamentares que estipulam obrigações relativas às intervenções na Zona Histórica.

2.7 O papel das sociedades de reabilitação urbana

A reabilitação urbana assume-se hoje como uma componente indispensável da política das cidades e da política de habitação, na medida em que nela convergem os objetivos da requalificação e revitalização das cidades, em particular das suas áreas mais degradadas, e de

qualificação do parque habitacional, procurando-se um funcionamento globalmente mais harmonioso e sustentável das cidades e a garantia, para todos, de uma habitação condigna [31].

As Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU's) surgem com o Decreto-Lei n.º 104/2004, de 7 de maio [32], com a finalidade de dinamizar o processo de reabilitação urbana nas cidades. De acordo com esta legislação, as competências conferidas às SRU's são:

- Licenciar e autorizar operações urbanísticas;
- Expropriar os bens imóveis e os direitos a eles inerentes destinados à reabilitação urbana, bem como constituir servidões administrativas para os mesmos fins;
- Proceder a operações de realojamento;
- Fiscalizar as obras de reabilitação urbana.

O Decreto-Lei n.º 104/2004 foi, entretanto, revogado pelo novo RJRU (Decreto-Lei n.º 307/09 de 23 de outubro). De acordo com o novo regulamento, as SRU's consideram-se investidas nos poderes relativos ao controlo das operações urbanísticas e aos instrumentos de execução de política urbanística. Deste modo, as SRU's vêm os seus poderes acrescidos, sendo os mesmos [20]:

a) Poderes relativos ao controlo de operações urbanísticas:

- 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.

b) Poderes relativos aos instrumentos de execução de política urbanística:

Para a totalidade da zona de intervenção:

- Imposição da obrigação de reabilitar e obras coercivas;
- Demolição de edifícios;
- Direito de preferência;
- Arrendamento forçado.

Para as áreas das unidades de intervenção com documentos estratégicos aprovados, as SRU's podem realizar:

- Empreitada única;
- Servidões;
- Expropriações;
- Venda forçada;
- Reestruturação da propriedade.

Vários municípios procederam à constituição destas sociedades com o intuito de apoiar a autarquia, tornando mais céleres e eficazes os procedimentos de licenciamento e autorização nas áreas delimitadas, pretendendo-se, também, que as mesmas sejam capazes de promover a reabilitação, captar investimentos, mobilizar privados, impulsionando e incentivando a revitalização dos centros históricos.

No presente, as sociedades que se encontram em funções no país, são as seguintes:

SRU's em que o Estado participa, através do Instituto da Habitação e reabilitação Urbana (IHRU,IP)

- Porto Vivo-SRU;
- Coimbra Viva, SRU;
- Viseu Novo, SRU.

Outras SRU's em exercício

- Lezíria Tejo SRU;
- Lisboa Ocidental SRU;
- SERPOBRA, SRU;
- GAIURB, Urbanismo e Habitação.

2.8 Incentivos à reabilitação urbana

O Estado não possui capacidade financeira para suportar os custos associados à recuperação de imóveis, por isso, cabe também ao proprietário do imóvel preservar o que é seu, não só por ser um bem que lhe pertence, mas também por ter obrigação moral de preservar um legado histórico. Torna-se, portanto, necessário e urgente lançar no mercado, depois de recuperadas, milhares de casas que se encontram agora degradadas e devolutas, para a revitalização dos bairros antigos das nossas cidades (adaptado de [33]).

A política seguida ao longo das últimas décadas traduziu-se claramente num incentivo à construção e à aquisição de casa própria, em detrimento do investimento na reabilitação de edifícios existentes. Nos últimos anos, constata-se que tem ocorrido uma mudança no paradigma, através da implementação de programas de apoio e incentivo à reabilitação, os quais têm vindo a atrair e incentivar investidores para a reabilitação do edificado.

Associados à reabilitação urbana, encontram-se disponíveis três tipos de apoios diferenciados, sendo os mesmos [34]:

- Benefícios fiscais;
- Incentivos municipais;
- Programas de apoio à reabilitação urbana – programas financeiros.

Benefícios Fiscais

Existem diferentes tipos de benefícios fiscais extensíveis às áreas de reabilitação urbana, como é o caso do CHV, sendo os mesmos [35, 36]:

- Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) – Os benefícios fiscais associados a este tipo de imposto traduzem-se nos seguintes pontos:
 - Isenção de IMI por um período de 5 anos, a contar do ano, inclusive, da conclusão da reabilitação, podendo ser renovada por um período adicional de 5 anos;
 - Minoração de 5% da taxa de IMI para os prédios localizados na ARU¹ (não abrange os edifícios devolutos ou muito degradados);
 - Redução até 20% da taxa de IMI, aplicável aos prédios urbanos ou frações arrendadas localizadas na ARU;
 - Majoração de 30% da taxa de IMI, aplicável a prédios urbanos degradados, considerando-se como tais os que, face ao seu estado de conservação, não cumpram satisfatoriamente a sua função ou façam perigar a segurança de pessoas e bens.

- Imposto Municipal sobre Transações onerosas de imóveis (IMT) – Os benefícios fiscais associados a este tipo de imposto traduzem-se nos seguintes pontos:
 - Isenção de IMT para as aquisições de prédio urbano ou de fração autónoma de prédio destinado exclusivamente a habitação própria e permanente, na primeira transmissão onerosa do prédio reabilitado;
 - Isenção de IMT nas aquisições de prédios urbanos destinados a reabilitação urbanística, desde que, no prazo de três anos, a contar da data de aquisição, o adquirente inicie as respetivas obras.

- Imposto sobre o Rendimento das pessoas Singulares (IRS) – Os benefícios fiscais associados a este tipo de imposto traduzem-se nos seguintes pontos:
 - Dedução à coleta, em sede de IRS, até ao limite de 500€ ou desde que não supere o referido limite, de 30% dos encargos suportados com a reabilitação de imóveis (imóveis localizados na ARU e recuperados nos termos da respetiva estratégia de reabilitação ou de imóveis arrendados passíveis de atualização faseada das rendas, no âmbito do Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU), que sejam objeto de ações de reabilitação);

¹ A ARU consiste numa dada área territorial que é objeto de operações de reabilitação urbana ou combate à desertificação (a ARU de Viseu encontra-se identificada no capítulo seguinte).

- Tributação à taxa autónoma de 5%, sem prejuízo da opção pelo englobamento das mais valias auferidas decorrentes da alienação de imóveis (imóveis situados na ARU e recuperados nos termos da respetiva estratégia de reabilitação).
- Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA) – O benefício fiscal associado a este tipo de imposto traduz-se na redução da referida taxa em 6%, nas empreitadas de reabilitação urbana (definida em diploma específico), realizadas em imóveis ou em espaços públicos, localizados na ARU, ou no âmbito de operações de requalificação e reabilitação de reconhecido interesse público nacional;
- Imposto sobre o Rendimento das pessoas Coletivas (IRC) – O benefício fiscal associado a este tipo de imposto traduz-se na isenção de rendimentos de qualquer natureza, obtidos por fundos de investimento imobiliário que operem de acordo com a legislação nacional, e que, entre outras condições, tenham 75% dos seus bens imóveis a recuperar na ARU.

Incentivos municipais

Os incentivos por parte dos municípios são de grande relevância, uma vez que os mesmos promovem e favorecem a reabilitação urbana. Na cidade de Viseu encontram-se disponíveis diversos incentivos, além dos já referidos no ponto anterior, que se traduzem de grande interesse, sendo os mesmos [37]:

- Programa de Incentivo à Recuperação de Edifícios da ARU – Trata-se de um programa que permite isentar/reduzir as taxas municipais relacionadas com obras de reabilitação que estejam localizadas na Área de Reabilitação Urbana de Viseu, permitindo:
 - A isenção de taxas municipais para as obras que não impliquem um aumento da área;
 - A redução de taxas municipais até 50%, para as obras em que a área seja alargada.

As taxas referidas englobam: taxas referentes ao licenciamento, comunicação prévia e autorização das operações urbanísticas; taxas referentes à emissão de alvarás que titulam as operações referidas; taxas devidas por ocupação de domínio público, motivada por aquelas intervenções e/ou pela execução de obras de recuperação de fachadas, e taxas pela realização de vistorias;

- IMI – Trata-se de um incentivo que permite aos proprietários de edifícios inseridos na área de intervenção uma minoração de 5% no valor da taxa de IMI, desde que o edificado se apresente em bom estado de conservação. A referida minoração pode ainda ascender a 20% da taxa de IMI, desde que o proprietário possua imóvel/imóveis efetivamente arrendado(s) e o(s) mesmo(s) se evidencie(m) em bom estado de conservação. Por sua vez, os edifícios que não cumpram a preservação da segurança de

peças e bens, encontrando-se ou não devolutos, são alvo de numa majoração de 30% do valor da taxa de IMI;

- Recuperação de Fachadas – Trata-se de um programa aplicável no CHV, que concede incentivos financeiros para o restauro, limpeza e recuperação dos alçados principais que confinam com vias ou largos públicos (edifícios inseridos na área de intervenção). Aplica-se aos proprietários de prédios que possuam condições de recuperação e/ou exista interesse na requalificação. O incentivo financeiro concedido é de valor igual a 6 €/m² de área a beneficiar, desde que não se verifiquem alterações nas fachadas (ao nível de cores, reparação e/ou substituição de caixilhos ou algerozes, janelas e portas);
- Programa de Correção Acústica – Trata-se de um programa aplicável no CHV que possui como objetivo a garantia da melhoria da qualidade de vida dos residentes em zonas de maior incidência de ruído noturno. O Município de Viseu concede incentivos financeiros para a correção acústica, sendo os mesmos (por janela):
 - Substituição de caixilhos simples por caixilhos com vidro duplo, pelo valor máximo de 100€;
 - Introdução de portadas pelo interior, até ao valor de 100€;
 - Introdução de uma segunda caixilharia interior classificada, mantendo a exterior existente, pelo valor máximo de 200€.
- Viseu Habita (PROHABIT) – Trata-se de um programa destinado à requalificação de imóveis degradados, construídos antes de 1970, em que os proprietários ou inquilinos sejam famílias carenciadas pertencentes ao Município de Viseu. As intervenções realizadas são comparticipadas sob a forma de subsídio a fundo perdido, não podendo ultrapassar o valor de 5 000€ por habitação (ver Quadro 2-2). As comparticipações são processadas em 30% após aprovação da candidatura e 70% após conclusão dos trabalhos, mediante a apresentação de faturas, realização de vistoria e aprovação do relatório.

Para que seja aprovada a habitação a reabilitar a mesma tem que ser a residência do candidato, não podendo encontrar-se devoluta. Caso a habitação seja arrendada, o contrato de arrendamento deverá encontrar-se em vigor há pelo menos 5 anos, sendo necessária a autorização do senhorio para a intervenção pretendida, comprometendo-se o mesmo a não aumentar o valor da renda, por um período mínimo de 5 anos.

Quadro 2-2: Viseu Habita (PROHABIT) – Trabalhos participáveis e respetivo valor máximo de participação [38]

Designação dos trabalhos	Valor máximo de participação
Construção de casa de banho com equipamento mínimo de lavatório, sanita e base de duche e respetivas ligações às redes de água e esgotos.	1500 €
Colocação de armário de cozinha e respetivo lava-loiça e respetivas ligações às redes de água e esgotos.	300 €
Substituição da rede elétrica e quadro.	500 €
Reparação e/ou substituição de pavimentos por iguais materiais devidamente tratados (incluindo elementos resistentes para o caso de soalhos de madeira).	800 €
Pintura interior da habitação.	800 €
Reabilitação das fachadas do edifício, nomeadamente a colocação de pedra à vista, limpeza de cantarias, reboco e pintura exterior.	800 €
Substituição de caixilharias exteriores (portas e janelas).	800 €
Reparação e/ou substituição da cobertura por materiais da mesma natureza, colocação de tubos de queda e caleiras, sendo estes ligados à rede pública de drenagem.	2000 €

Programas de apoio à reabilitação urbana – programas financeiros

Relativamente aos programas financeiros de apoio à reabilitação urbana, os que se encontram em vigor são de seguida apresentados [37, 39]:

- PROHABITA (Programa de Financiamento para Acesso à Habitação) – Trata-se de um programa criado em 2004 que tem como finalidade a resolução de situações de grave carência habitacional de agregados familiares, bem como a requalificação de bairros sociais degradados ou desprovidos de equipamentos. O programa referido é concretizado mediante a celebração de acordos de colaboração entre os Municípios ou Associações de Municípios e o IHRU.

São consideradas situações de grave carência habitacional os casos de agregados familiares que residem permanentemente em edificações, partes de edificações ou estruturas provisórias, caracterizadas por graves deficiências de solidez, segurança, salubridade ou sobrelotação, bem como as situações de necessidade de alojamento urgente, definitivo ou temporário, de agregados familiares sem local para habitar em virtude da destruição total ou parcial das suas habitações ou da demolição das estruturas provisórias em que residiam;

- Reabilitar para arrendar – Trata-se de um programa de empréstimo a longo prazo, destinado ao financiamento em Áreas de Reabilitação Urbana das seguintes Intervenções:
 - Reabilitação ou reconstrução de edifícios, ou ainda construção de novos edifícios para preenchimento de tecido urbano antigo cujo uso seja maioritariamente habitacional;
 - Reabilitação ou criação de espaços do domínio municipal para uso público desde que ocorram no âmbito de uma operação de reabilitação urbana sistemática;
 - Reabilitação ou reconstrução de edifícios que se destinem a equipamentos de uso público, incluindo residências para estudantes.

O programa tem como finalidade o arrendamento predominantemente habitacional, devendo as frações habitacionais e respetivas partes acessórias destinar-se a arrendamento em regime de renda apoiada ou condicionada. Podem candidatar-se a este programa os Municípios, as Empresas Municipais e as Sociedades de Reabilitação Urbana;

- Reabilitar para arrendar (habitação acessível) – Trata-se de um programa de empréstimo a longo prazo, destinado ao financiamento de operações de reabilitação urbana em imóveis com idade igual ou superior a 30 anos, cuja finalidade seja o arrendamento predominantemente habitacional. As frações habitacionais e respetivas partes acessórias devem destinar-se ao arrendamento em regime de renda apoiada ou condicionada, ou em qualquer outro regime de arrendamento desde que o valor da renda praticada não exceda o valor da renda condicionada do fogo.

Entende-se que um edifício se destina predominantemente a fim habitacional quando as frações não habitacionais que se destinam a comércio ou serviços se situam num piso térreo.

Criado pelo Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU) e financiado pelo Banco Europeu de Investimento, o presente programa viabiliza um empréstimo que poderá corresponder até 90% do custo total da operação, podendo ser pago até 15 anos com uma taxa fixa. Destina-se a todos os que sejam proprietários (qualquer pessoa singular ou coletiva, de natureza pública ou privada) de imóveis inseridos em Áreas de Reabilitação Urbana ou fora, desde que cumpram os requisitos indicados em regulamento;

- Instrumento Financeiro para a Reabilitação e Revitalização Urbanas (IFRRU 2020) – Trata-se de um programa de apoio à reabilitação e revitalização urbana, incluindo a promoção da eficiência energética, criado no âmbito do Portugal 2020. O IFRRU 2020 consiste na conceção de apoios, através de produtos financeiros criados especificamente pela banca comercial para este efeito, a disponibilizar com condições

mais favoráveis do que as condições de mercado, sendo cofinanciáveis as seguintes operações (localizadas dentro das Áreas de Reabilitação Urbana):

- Reabilitação integral de edifícios, com idade igual ou superior a 30 anos, ou que, demonstrem um nível de conservação igual ou inferior a 2²;
- Reabilitação de espaços e unidades industriais abandonadas com vista à sua reconversão.

A este tipo de programa podem recorrer os proprietários detentores de edifícios destinados à habitação, atividades económicas ou equipamentos de uso coletivo. Complementarmente, são apoiadas ainda as intervenções em eficiência energética, concretizadas no âmbito do projeto de reabilitação urbana de edifícios de habitação, que sejam identificadas em auditoria energética realizada para este efeito. São ainda igualmente apoiados os proprietários de natureza privada, detentores de frações em edifícios de habitação social que sejam objeto de reabilitação integral no âmbito de Plano de Ação Integrada para Comunidades Desfavorecidas desenvolvido pelo Município;

- Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas (JESSICA) – Trata-se de um programa europeu. O programa permite aos Estados Membros utilizar verbas para a criação de Fundos de Desenvolvimento Urbano, destinando-se a promover o desenvolvimento urbano sustentável através do apoio a projetos nas seguintes áreas:
 - Infraestrutura urbana, incluindo transporte, água, águas residuais, energia;
 - Locais com carácter patrimonial ou cultural relevante para turismo ou outros fins sustentáveis;
 - Requalificação de locais industriais abandonados, incluindo a demolição e descontaminação do local;
 - Edifícios universitários e instalações nos domínios clínico, da biotecnologia e de outras áreas especializadas;
 - Melhorias na eficiência energética.

² Nível previsto na portaria n.º 1192-B/2006.

2.9 A importância da reabilitação no sector da construção

A reabilitação dos centros urbanos consolidados é, nos dias de hoje, uma “prioridade política” uma vez que constitui o instrumento necessário à sua revitalização económica e social. A competitividade das cidades não é possível em ambientes degradados (adaptado de [5]). Contrariando as atitudes de degradação e possibilitando novos usos nos centros urbanos, renovam-se espaços, tornando-os mais atrativos à instalação de empresas e à fixação de população, bem como ao crescimento do turismo. Pode-se, portanto, afirmar que a reabilitação é um dos caminhos que visa promover o desenvolvimento e a competitividade dos centros urbanos, sendo essencial o seu incentivo.

Para a Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas e Serviços (AECOPS), o segmento da reabilitação poderá vir a representar cerca de 45% do valor global da produção da construção em Portugal, tendo um impacto direto na competitividade da economia, com efeitos muito positivos ao nível das receitas do Estado e do emprego (adaptado de [40]) – ver Figura 2-3. Figura 2-3: Análise comparativa entre trabalhos novos e trabalhos de reabilitação em Portugal: a) Entre 1990 e 2010; b) Entre 2011 e 2030 (adaptado de [40])

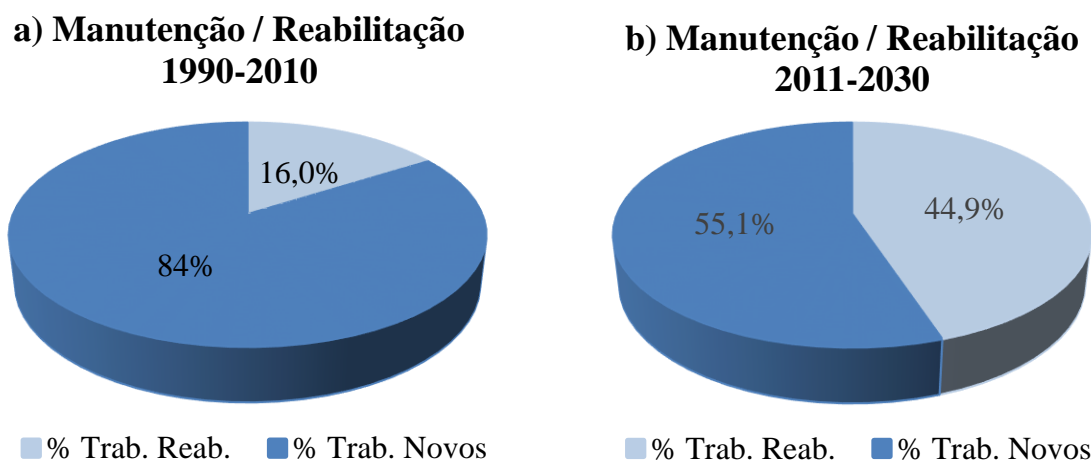


Figura 2-3: Análise comparativa entre trabalhos novos e trabalhos de reabilitação em Portugal: a) Entre 1990 e 2010; b) Entre 2011 e 2030 (adaptado de [40])

Relativamente à análise ao número de edifícios concluídos, apresenta-se de seguida o comportamento registado nos últimos 25 anos, segundo o tipo de obra³. Na Figura 2-4 e na Figura 2-5, encontram-se apresentados os resultados a nível nacional e a nível do município de Viseu respetivamente. Na Figura 2-6 encontram-se, por sua vez, os resultados em termos de percentagens.

³ Na análise dos edifícios segundo o tipo de obra, o conceito de reabilitação compreende somente a conclusão de obras ampliação, alteração e reconstrução.

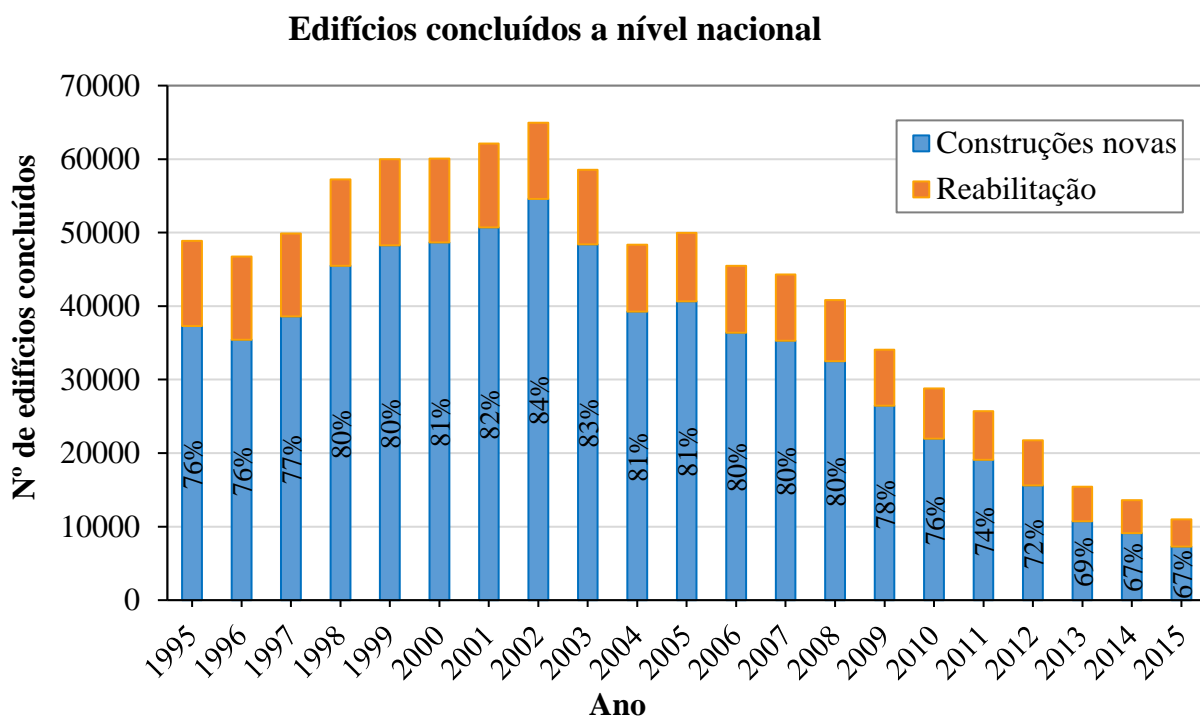


Figura 2-4: Edifícios concluídos segundo o tipo de obra ao nível nacional [41]

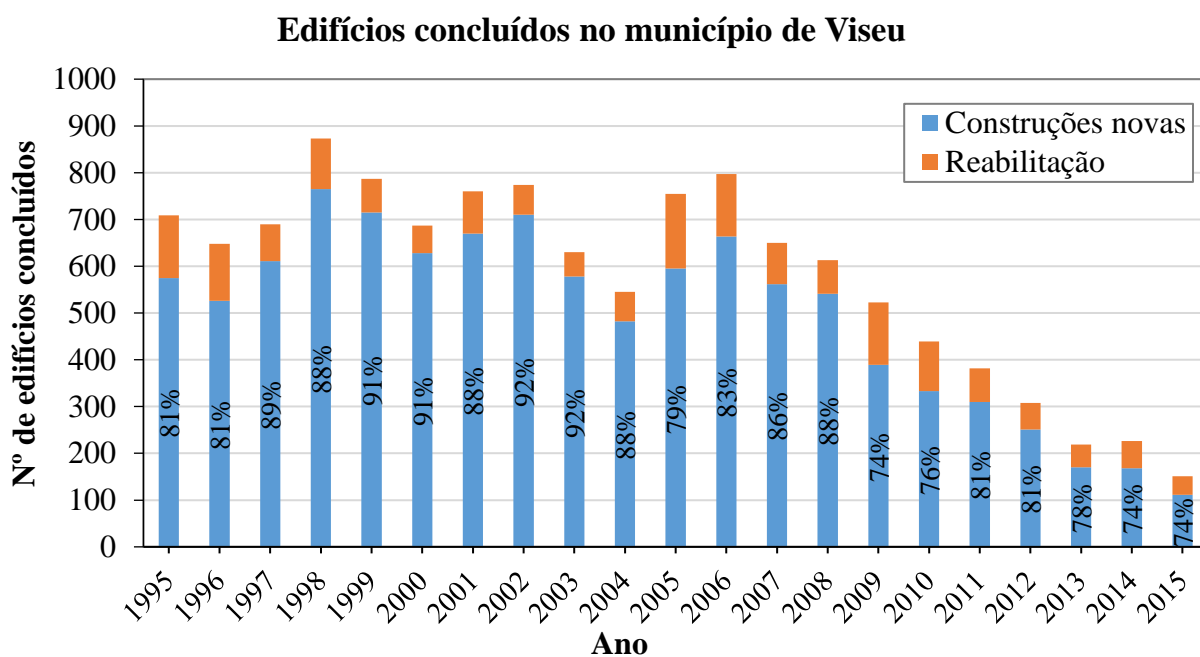


Figura 2-5: Edifícios concluídos segundo o tipo de obra ao nível do município de Viseu [41]

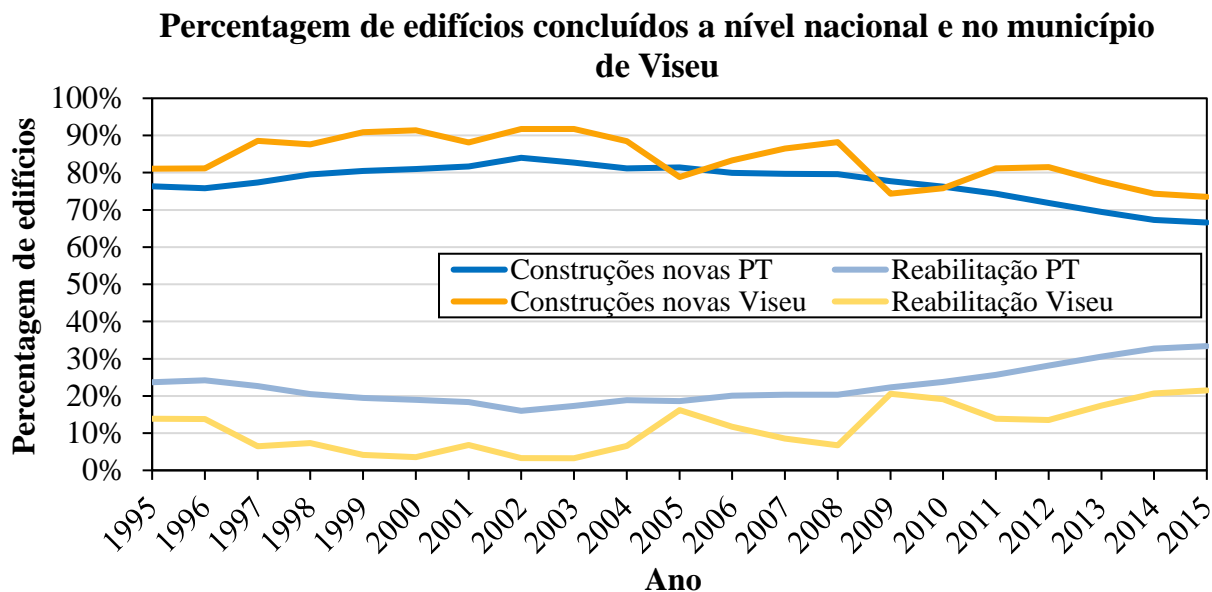


Figura 2-6: Percentagem de edifícios concluídos segundo o tipo de obra em Portugal e no município de Viseu [41]

Pela observação das figuras apresentadas, verifica-se que:

- A nível nacional, ocorreu, a partir do ano de 2002, um decréscimo bastante acentuado do número de edifícios concluídos respeitantes a construções novas. Por sua vez, nos edifícios reabilitados, embora se denote igualmente um decréscimo, o mesmo não é tão significativo, pelo que se verifica que a percentagem de edifícios reabilitados aumenta face aos edifícios concluídos pela construção nova;
- Ao nível do município de Viseu, ocorreu, a partir do ano de 2002, um decréscimo bastante acentuado do número de edifícios concluídos respeitantes a construções novas, tendo, no entanto, existido uma recuperação nos anos de 2005 e 2006. A partir deste ano, o decréscimo do número de edifícios concluídos foi mais acentuado que a nível nacional. Por sua vez, nos edifícios reabilitados, embora os mesmos se comportem de modo idêntico às construções novas, o decréscimo do número de edifícios concluídos não é tão significativo;
- Desde 2003, o aumento do peso da reabilitação apresenta um crescimento linear em Portugal. No município de Viseu, o crescimento tem sido irregular, embora linear a partir de 2012.

Em suma, conclui-se que o forte crescimento de construções novas (como o que foi registado até 2002) não se verifica nos dias de hoje sustentável, dado que o país dispõe de um parque habitacional com uma dimensão muito razoável, ou até excedentário, face à população existente. É justificada deste modo a importância do peso da reabilitação face às construções novas (adaptado [40]).

3. O Centro Histórico de Viseu

3.1 Introdução

No âmbito da análise dos casos de estudo da presente dissertação, é relevante a caracterização global dos edifícios localizados no CHV.

O CHV abrange uma área de 25,4 hectares, envolvendo um total de 628 edifícios [42].

Conforme apresentado na Figura 3-1, de acordo com o estudo de enquadramento estratégico da Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística de Viseu, desenvolvido pela Parque EXPO [43], o parque habitacional do CHV é maioritariamente constituído por construções anteriores a 1945, correspondendo o mesmo a 61,1% do total do edificado presente.

Distribuição do edificado presente no centro histórico de Viseu por épocas de construção

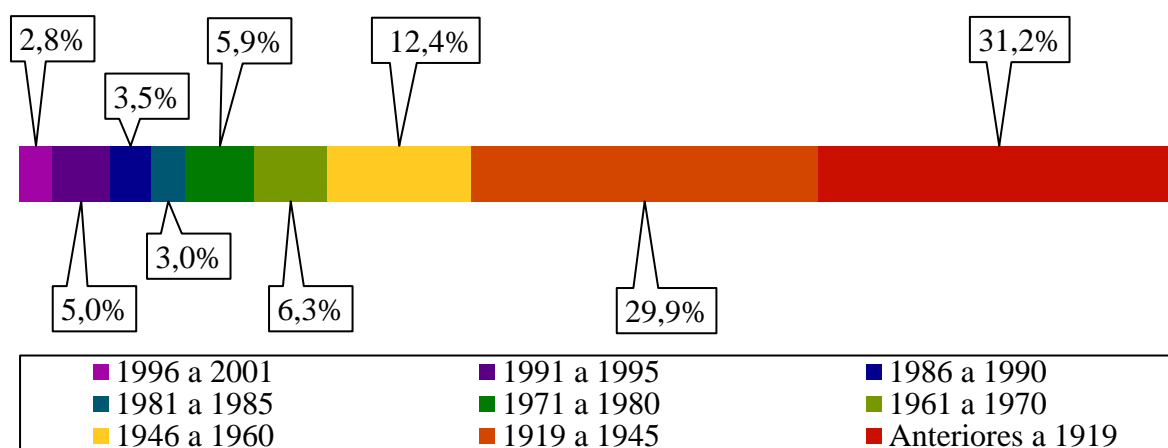


Figura 3-1: Distribuição do edificado presente no CHV por épocas de construção (adaptado de [43])

Relativamente ao estado de conservação dos edifícios, o documento relativo ao Plano de Ação para a Revitalização do CHV [42], disponibilizado em 2014, menciona que, do total dos 628 edifícios presentes, 25% (152 edifícios) encontravam-se em elevado estado de degradação (ver Figura 3-2).

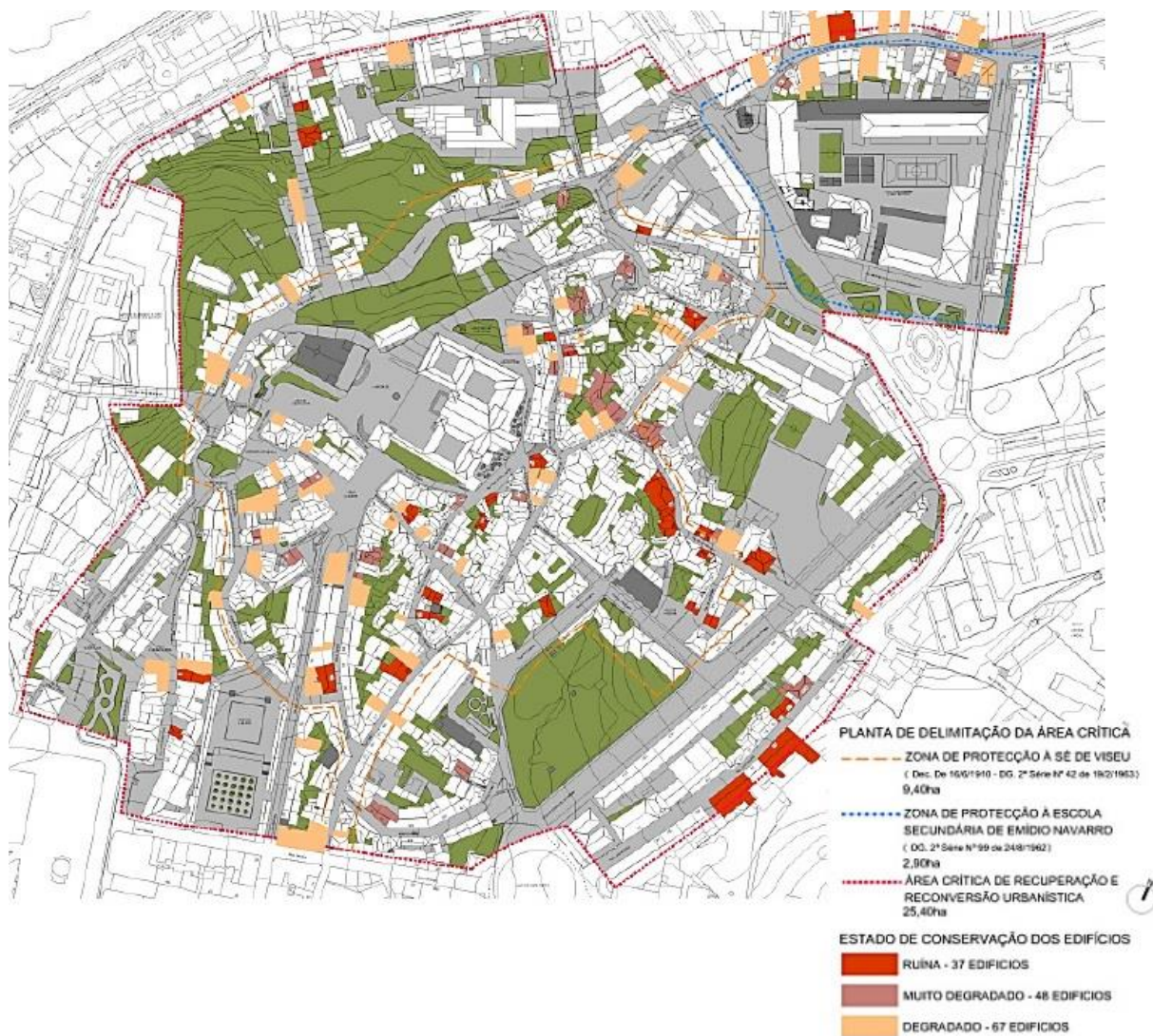


Figura 3-2: Planta com a identificação do estado de conservação dos edifícios [42]

De acordo com as informações disponibilizadas pelo município de Viseu e pela Viseu Novo, SRU, contacta-se que no CHV [42, 44]:

- Entre 2006 e 2013, foram genericamente reabilitados 45 edifícios envolvendo a promoção privada;
- Entre 2001 e 2013, foram reabilitados, por ação da Viseu Novo, SRU, 11 edifícios;
- Entre outubro de 2013 e março de 2016, foram já ou estão a ser reabilitados 61 edifícios, sendo a maioria das intervenções de iniciativa privada.

Relativamente ao número de imóveis transacionados, bem como os seus valores associados, conforme apresentado na Figura 3-3, constata-se um aumento do número de imóveis transacionados nos últimos quatro anos, demonstrando o crescimento do investimento privado, que, por sua vez, pode antever o aumento do número de operações de reabilitação a curto e médio prazo no CHV.

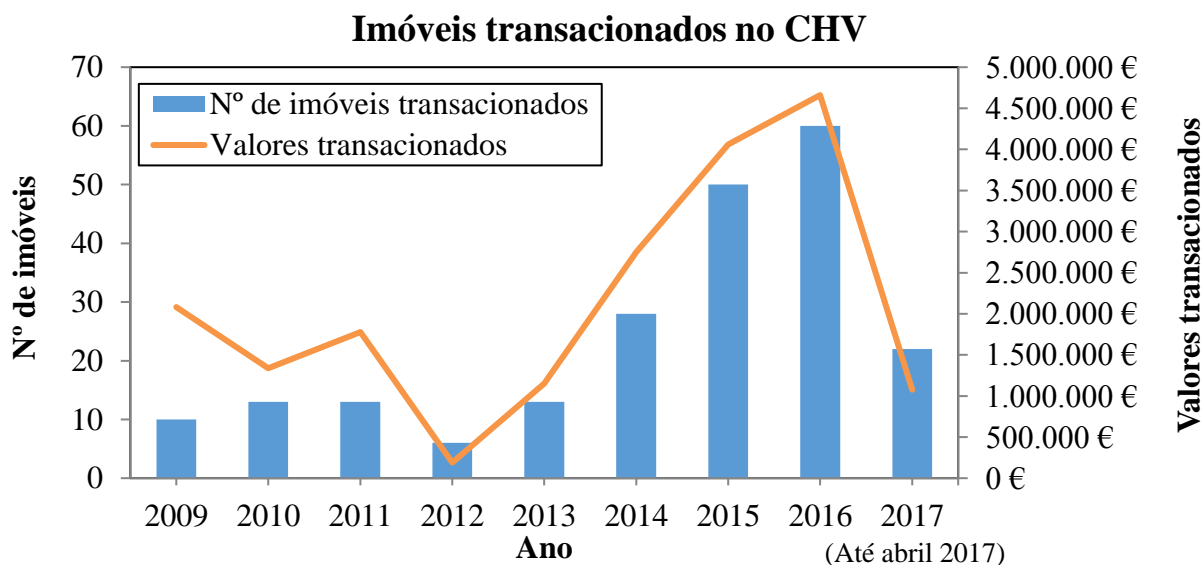


Figura 3-3: Número de imóveis transacionados no CHV e respetivos valores transacionados, apurados até abril de 2017 (adaptado de [45])

Analisando o número de incentivos financeiros para recuperação de alçados, bem como os seus valores associados, para a reabilitação do edificado inserido no CHV, pode concluir-se que nos últimos anos ocorreu um crescimento significativo da disponibilização de apoios financeiros (ver Figura 3-4), podendo o mesmo dever-se às políticas de apoio à reabilitação que têm vindo a ser adotadas, bem como à divulgação das mesmas. Em 2012 o Município de Viseu não deliberou a atribuição do incentivo financeiro para a recuperação de alçados.

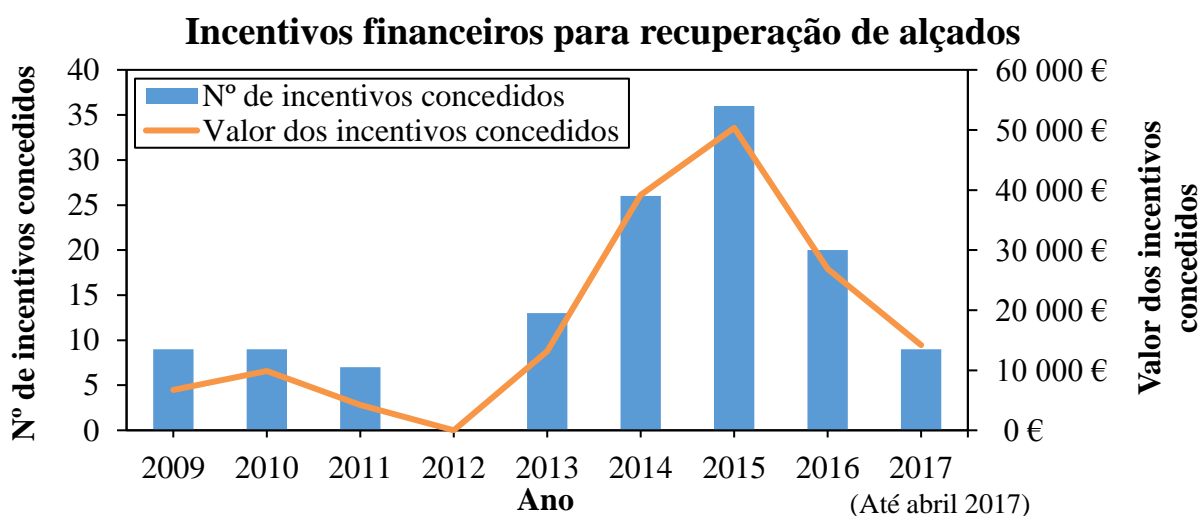


Figura 3-4: Número de incentivos financeiros para recuperação de alçados concedidos e respetivos valores participados, apurados até abril de 2017 (adaptado de [45])

Pela análise conjunta da Figura 3-3 e da Figura 3-4, observa-se que, com exceção do ano de 2016, os indicadores apresentam comportamento idêntico. Conclui-se, portanto, que o incentivo financeiro disponível para o CHV é um instrumento da política de reabilitação que tem funcionado adequadamente, estimulando, não só a reabilitação do edificado pelos seus proprietários, como tem previsivelmente aliciado igualmente investidores externos ao CHV.

3.2 Gestão das intervenções de reabilitação

3.2.1 Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu – Viseu Novo, SRU

Uma vez que os projetos de reabilitação analisados nos casos de estudo da presente dissertação se encontram inseridos na área do CHV, é importante a análise do papel da sociedade de reabilitação urbana de Viseu (Viseu Novo, SRU; abreviadamente a partir deste ponto será apresentada somente por Viseu Novo), o que é justificado pelo poder de coordenação e gestão, que a mesma detém na referida área.

A Viseu Novo é uma sociedade anónima de capitais públicos, com um capital social de 1 000 000 €. Trata-se de uma entidade que foi constituída a 15 de dezembro de 2005 e que é detida pelo Município de Viseu em 55% e pelo IHRU em 45%.

A sociedade em questão foi criada tendo por âmbito o Decreto-Lei n.º 104/2004 [32], sendo que lhe compete o papel de orientar e elaborar a estratégia de intervenção da reabilitação, atuando como mediadora entre proprietários e investidores e entre senhorios e arrendatários. Em caso de necessidade, a Viseu Novo pode ainda tomar a seu cargo a operação de reabilitação, com os meios legais que lhe foram conferidos.

Com o intuito de alcançar a finalidade para a qual foi concebida, compete então à Viseu Novo [46]:

- Sensibilizar os particulares, motivando-os para a necessidade de conservação do património edificado e informando-os dos incentivos financeiros e apoios fiscais que poderão beneficiar;
- Desenvolver estratégias de captação de população para o CHV, designadamente através da requalificação dos imóveis, prestação de apoio à instalação de novos serviços e criação de novos parques de estacionamento;
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos residentes do CHV, através da requalificação e instalação de equipamentos de serviço público;
- Disponibilizar, aos proprietários e promotores, toda a informação necessária e acompanhamentos técnico nas intervenções de conservação ordinária e reabilitação;
- Monitorização dos imóveis degradados, com desenvolvimento de medidas específicas, designadamente, a realização de vistorias e notificações aos responsáveis;
- Requalificar arruamentos e criar novas acessibilidades e espaços verdes, por forma a valorizar o espaço público e torná-lo aprazível para os transeuntes.

3.2.2 Áreas de intervenção da competência da Viseu Novo

Relativamente às áreas de intervenção da competência da Viseu Novo, as mesmas sofreram algumas alterações ao longo do tempo. Deste modo, destaca-se:

- A Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU);
- A Área de Reabilitação Urbana (ARU).

Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística (ACRRU):

A ACRRU foi definida pela Câmara Municipal de Viseu (CMV), tendo a mesma sido aprovada pelo Decreto n.º 28/2003 [47]. Trata-se de uma área delimitada que, do ponto de vista administrativo, corresponde ao CHV [42].

A ACRRU abrange uma área equivalente a cerca de 25,4 hectares, envolvendo um total de 628 edifícios (Figura 3-5) [42].



Figura 3-5: Delimitação da ACRRU (correspondente à zona histórica de Viseu) [42]

Área de Reabilitação Urbana (ARU):

Mais recentemente, foi definida pela CMV a ARU, tendo a mesma sido aprovada pelo Aviso n.º 12644/2014 [48].

A transformação da ACRRU em ARU introduziu novas áreas de reabilitação urbana. Para além do CHV, a ARU compreende algumas das zonas localizadas nas proximidades do mesmo.

A ARU de Viseu foi definida com vista à valorização, reabilitação e proteção especial de zonas patrimonialmente relevantes, mas social e economicamente deprimidas e com especial potencial de reabilitação urbana. Deste modo, a ARU passou a abranger uma área de 103,7 hectares, envolvendo um total de 1154 edifícios, distribuídos por 66 quarteirões (Figura 3-6) [49].



Figura 3-6: Delimitação da ARU – a vermelho; Delimitação da Zona de Proteção à Sé de Viseu (ZPSV) – a azul [50]

3.3 Estratégias para a sua revitalização

Nos centros históricos das cidades, um dos problemas mais significativos é o declínio da sua função residencial, o qual tem como consequência direta a degradação do edificado existente. A fixação da população nas periferias propicia a que nos centros históricos se desenvolva uma problemática social, nomeadamente ao nível de (adaptado de [51]):

- Envelhecimento da população;
- Dificuldade no rejuvenescimento social;
- Condições de habitabilidade precárias;
- Inadequação à nova realidade familiar;
- Reduzida oferta de equipamentos e espaços públicos.

Com intuito de promover a atratividade dos centros históricos, para além da aposta na reabilitação do edificado, verifica-se essencial ainda uma revitalização a nível social, económico e cultural (por exemplo, através da instalação de comércio e de novos serviços).

Relativamente ao CHV, existem diversos serviços, alguns já instalados, outros previstos, que merecem destaque pela sua potencial capacidade de revitalização e de fixação de população.

Dos serviços ou facilidades já instaladas no CHV, destacam-se:

- A Sede da Viseu Novo;
- A Escola Profissional Mariana Seixas;
- A incubadora de empresas do centro histórico;
- A casa das memórias (espaço museológico);
- A criação de estacionamento alternativos.

Por sua vez, dos serviços que se encontram previstos para ser instalados no CHV, destacam-se:

- Águas de Viseu – Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento;
- Hostel (adjacente à incubadora de empresas);
- Espaço museológico para albergar a coleção da “Família Keil do Amaral” (em fase de conclusão).

É de salientar, ainda, a elevação do Museu Grão Vasco à categoria de Museu Nacional no ano de 2015, a qual se refletiu num aumento do número de visitantes, contribuindo significativamente para a promoção cultural e turística da cidade de Viseu.

Uma vez que se trata de um parque habitacional maioritariamente antigo, verifica-se que a revitalização do CHV deve ser encarada com especial relevância. A revitalização deve assegurar-se sensível, exigindo conhecimento e opções de reabilitação que salvaguardem a identidade e a memória dos lugares e dos edificados [17].

3.4 Importância da circulação viária e dos estacionamento

Um dos aspetos críticos mais relevantes para a imagem e a atratividade do CHV, como local de residência ou destino turístico é o que diz respeito à carência de soluções sustentáveis de mobilidade e de estacionamento [42].

Na sequência da estratégia de Mobilidade Urbana de Viseu (MUV), foi identificada a área do estacionamento como um dos fatores a melhorar, pois a falta de incentivo à utilização de parques fechados combinado com a falta de fiscalização do pagamento, facilitam em demasia o estacionamento de longa duração no centro da cidade, muitas vezes de forma ilegal, desqualificando o ambiente urbano, dificultando a mobilidade dos peões e bicicletas e reduzindo fortemente as respostas às necessidades dos residentes, em particular no CHV [52].

Sendo o CHV uma zona onde se verifica uma considerável concentração de serviços, espaços comerciais e residenciais, verifica-se a necessidade de intervir ao nível da circulação automóvel que está indissociavelmente ligada aos estacionamento. Em resposta a esta problemática, a CMV tem vindo recentemente a promover políticas de estacionamento com o intuito de reordenar e equilibrar as necessidades de procura e oferta a disponibilizar aos residentes, comerciantes e utentes. No ano de 2017, a CMV adotou algumas medidas relativas à MUV a aplicar no CHV, nomeadamente:

- Aumento do número de estacionamento de utilização exclusiva para residentes no CHV, detentores de dístico, traduzindo um reforço de mais 32 lugares (que somam aos 36 de utilização exclusiva de moradores já definidos);
- Para os residentes portadores de dístico de estacionamento, passou a existir a possibilidade de estacionamento nos restantes lugares disponíveis, sem ser exigido o pagamento durante o período de almoço e o período noturno;
- Manutenção das tarifas de estacionamento para os utilizadores não residentes;
- Manutenção da duração máxima de estacionamento automóvel (4 horas);
- Requalificação e readaptação de uma infraestrutura presente no antigo Centro Comercial Académico, localizado no CHV, passando a denominar-se “Parque de Estacionamento São Lázaro”, com capacidade para 75 lugares de estacionamento, exclusivos para residentes e operadores económicos do CHV.

Para além das medidas acima apresentadas, a CMV lançou um concurso para a construção de três novos parques de estacionamento no CHV (junto à estação superior do funicular, no logradouro da Rua Silva Gaio e na Avenida Capitão Silva Pereira) possibilitando a criação de 315 novos lugares de estacionamento. A construção destes parques de estacionamento permitirá certamente uma redução significativa do número de veículos que circula no interior do CHV, libertando-o para os residentes, lojistas e visitantes com níveis de segurança e qualidade de vida mais elevados.

4. Casos de Estudo – Análise do projeto de Edifícios Reabilitados

4.1 Considerações gerais

O presente capítulo da dissertação tem como objetivo proceder à análise de diversos projetos de reabilitação de edifícios localizados no centro histórico da cidade de Viseu. A análise referida terá como elementos de apoio a consulta de peças escritas, nomeadamente as memórias descritivas e as peças desenhadas, fornecidas em formato digital pela Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu (Viseu Novo).

Os diferentes casos de estudo que serão abordados encontram-se inseridos no CHV, zona esta localizada na área definida como ACRRU, sendo a mesma coincidente com a área de intervenção da Viseu Novo (ver Figura 3-5).

Para a seleção dos diferentes casos de estudo, foram escolhidos edifícios de usos diversos, por forma a permitir uma análise das diferentes metodologias de reabilitação aplicadas.

Compreendeu-se que, para o objetivo pretendido, análise de diversos edifícios reabilitados com diferentes características, é fundamental a definição inicial dos parâmetros de análise. A análise engloba os seguintes pontos:

- Descrição dos edifícios e das situações preexistentes;
- Pretensões do Dono de Obra;
- Análise dos projetos de reabilitação implementados (projetos de arquitetura e de algumas especialidades), com análise crítica das soluções adotadas, tendo em conta o conhecimento técnico de materiais e disposições construtivas, a legislação existente e com apresentação de algumas propostas de melhoria aos projetos.

4.2 Edifício 1 – “Casa da Calçada”

4.2.1 Descrição do edifício e das situações preexistentes

O edifício 1 em estudo, designado por “Casa da Calçada”, encontra-se localizado na antiga freguesia de Santa Maria, na rua Calçada da Vigia.

O edifício, propriedade da CMV, encontra-se inserido na ZPSV e por consequente na ACRRU, sendo ainda classificado como Imóvel de Interesse Público, de acordo com o Decreto-Lei. n.º 95/78, de 12 de setembro [53] (Figura 4-1).



Figura 4-1: Identificação do edifício 1 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)

Com base no enquadramento histórico disponibilizado na memória descritiva e justificativa da especialidade de arquitetura, fornecida pela Viseu Novo, presume-se que a edificação do imóvel em estudo tenha ocorrido em meados do século XVIII.

Como descrição da situação preexistente do edifício, pode-se referir que o edifício a reabilitar era constituído por um corpo principal e dois corpos anexos (um deles no mesmo plano do corpo principal e outro ligeiramente mais recuado).

O corpo principal do edifício, de posição central, corresponde, por sua vez, ao primeiro período de construção. Pelos diferentes materiais de construção encontrados no edifício (corpo principal e anexos), crê-se, ainda, que ao longo do tempo tenham ocorrido diferentes intervenções no mesmo.

Relativamente à constituição interna do edifício, o corpo principal apresenta três pisos afetos e um desvão não útil. O edifício possui dois corpos anexos, os quais apresentam diferentes distribuições interiores, sendo as mesmas:

- Um único piso para o corpo anexo que se encontra no mesmo plano do corpo principal. O corpo anexo referido possui ainda uma parte recuada a qual se prolonga à cêrcea do corpo principal;
- Três pisos para o corpo anexo que se encontra ligeiramente mais recuado face ao corpo principal.

As principais características da situação preexistente do edifício em estudo encontram-se de seguida apresentadas no Quadro 4-1.

Quadro 4-1: Principais caraterísticas da situação preexistente do edifício 1

Principais caraterísticas da situação preexistente do edifício		
Orientação das fachadas	Fachada Principal	Noroeste e norte
	Fachada Posterior	Sul
Áreas	Área bruta de construção	822,95 m ²
	Área de implantação	405,60 m ²
	Área de logradouro	118,65 m ²
	Área de terraço	47,15 m ²
Elementos construtivos preexistentes	Paredes exteriores	Alvenaria de pedra em granito
	Paredes interiores	Alvenaria de pedra em granito e paredes em tabique
	Pavimentos	Pavimento térreo em pedra de granito e restantes pavimentos e vigamentos em madeira ⁴
	Escadas	Escadaria em granito
	Cobertura	Cobertura com estrutura em madeira ⁴ , com revestimento em telha cerâmica de canudo
	Vãos envidraçados	Caixilharia em madeira ⁴ com vidro simples
Estado global de conservação do edifício	A situação preexistente da cobertura encontra-se em elevado estado de degradação.	

⁴ Na memória descritiva encontram-se omissas as referências ao tipo de madeira presente nos elementos.

4.2.2 Pretensões do Dono de Obra

Relativamente às pretensões do Dono de Obra na execução das obras de reabilitação, as mesmas têm como principal finalidade a recuperação e requalificação total do edifício, tendo em consideração a adaptação do uso do edifício para um espaço museológico. Existe ainda, no entanto, a necessidade de promover e regenerar a zona envolvente ao imóvel.

Para a correta alteração do uso do edifício, o Dono de Obra propõe:

- A recuperação e a requalificação do interior do edificado;
- A recuperação e a requalificação das fachadas, da cobertura e das caixilharias;
- A implementação de infraestruturas, bem como a criação de um percurso adequado ao funcionamento do espaço museológico.

Por último, o Dono de Obra pretende, sempre que possível, que as intervenções de recuperação e requalificação conservem e mantenham os elementos originais. Quando o mesmo não se verifica possível de se realizar, a ideia principal é proceder às respetivas substituições por elementos idênticos aos originais.

4.2.3 Análise dos projetos de reabilitação implementados

4.2.3.1 Projeto de Arquitetura

O projeto de arquitetura do edifício 1 foi desenvolvido em fevereiro de 2014.

A solução proposta no projeto de arquitetura teve em especial atenção a reconversão do uso do edifício para um espaço museológico, caracterizando-se a intervenção como discreta e reversível (Figura 4-2).

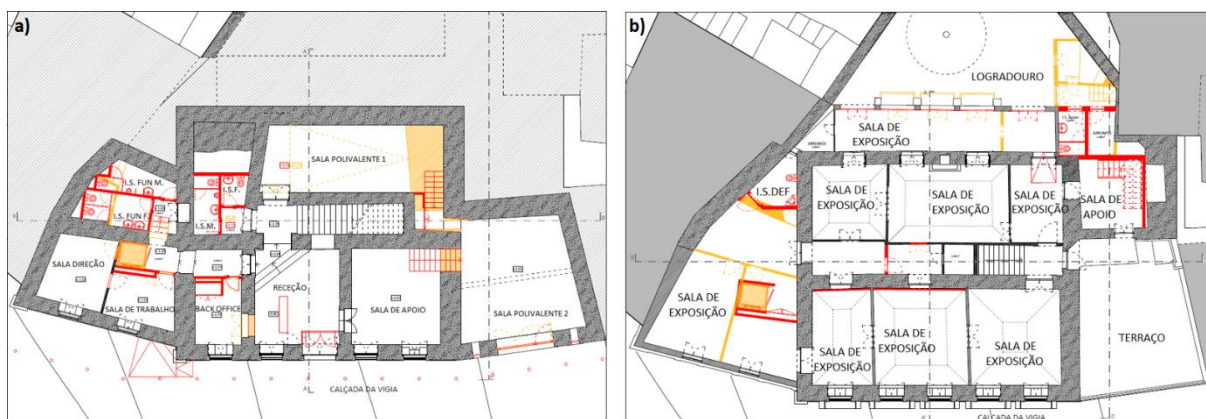


Figura 4-2: Plantas do edifício 1 em estudo: a) Planta do piso 0; b) Planta do piso 1

No ANEXO I encontram-se apresentadas as peças desenhadas mais relevantes propostas pela arquitetura para o edifício 1 em estudo.

Resumidamente, numa análise por fachada e por piso, o projeto apresentado pela arquitetura engloba as propostas descritas no Quadro 4-2.

Quadro 4-2: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 1 em estudo

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Fachada Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação pontual das caixilharias existentes. A recuperação das caixilharias engloba a aplicação de betume e uma pintura a tinta de óleo; • Alteração de dois vãos nos volumes laterais do edifício, correspondentes a portas do piso térreo, por forma a garantir iluminação e ventilação nos respetivos espaços interiores; <p>Volume lateral no mesmo plano – engloba a substituição da porta que pertencia a uma garagem, por uma montra fixa com uma porta de abrir.</p>
Fachada Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição de anexo, o qual possuía paredes em alvenaria de tijolo, permitindo deste modo o aumento da área de logradouro.
Piso -1	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de entrada secundária destinada a pessoas com mobilidade condicionada. A entrada engloba a alteração da porta existente de duas folhas de abrir para uma porta com uma bandeira fixa e uma folha de abrir com 0,90 m. É proposta, ainda, a implementação de uma rampa de acesso desde o arruamento até à cota de soleira do referido piso; • Integração de zona de circulação de acesso a plataforma elevatória, a qual garante o acesso a pessoas com mobilidade condicionada, bem como, a movimentação de cargas de maior dimensão e peso.
Piso 0	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação da porta brasonada de entrada do edifício; • Manutenção do pavimento existente em calçada de basalto e vidro na entrada do edifício; • Manutenção e restauro de escadaria em granito de acesso ao piso superior.
Piso 1	<ul style="list-style-type: none"> • Restauro das carpintarias interiores: portas, portadas, pavimentos e tetos; • Do lado esquerdo do edifício, demolição das paredes em tabique e inclusão de plataforma elevatória, criando um espaço mais amplo e facilitando o percurso expositivo; • Criação de instalação sanitária para pessoas com mobilidade condicionada, sendo para isso necessário a demolição de alvenaria em granito, a qual limita a circulação e utilização deste espaço. Execução de nova parede em gesso cartonado; • Criação de uma rampa que permita a acessibilidade de pessoas com mobilidade condicionada em todo o percurso. O mesmo dever-se-á à diferença de cotas existente entre o corpo principal do edifício e o alpendre.
Piso 2	<ul style="list-style-type: none"> • Elevação do beirado na fachada posterior do corpo central do edifício em aproximadamente 0,50 m, de modo a que parte do desvão da cobertura possua uma utilização de arrumos (acervo do espólio).
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição da cobertura e da respetiva estrutura em madeira, mantendo-se o desenho, material e sistema construtivo original. É proposta a utilização de telha canudo em toda a cobertura, bem como no beirado.

4.2.3.2 Projeto de especialidade – Estabilidade

O projeto de especialidade referente à estabilidade do edifício 1 em estudo foi desenvolvido em fevereiro de 2014.

A solução estrutural proposta para o edifício 1 em estudo teve em especial atenção as solicitações a que o mesmo se encontrará sujeito, considerando para tal a adaptação do uso do edifício para um espaço museológico.

De seguida, apresentam-se os pontos genéricos que a equipa projetista abordou na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de estabilidade:

- É indicado que a superestrutura do edifício será constituída por elementos verticais e horizontais, constituídos por betão, aço e madeira lamelada colada, que terão como finalidade o suporte de cargas verticais transmitidas pelas lajes e as cargas horizontais sísmicas;
- As lajes de pavimento serão em madeira lamelada colada, com cantoneiras metálicas em todo o seu perímetro;
- A cobertura será integralmente nova, com asnas, vigas e ripas em madeira lamelada colada;
- As escadarias novas serão executadas em chapa metálica ou betão.

Na memória descritiva e justificativa é mencionado, ainda, que as superfícies metálicas serão devidamente protegidas, com a aplicação de primário anticorrosivo e de uma ou mais demãos de pintura intumescente, com pintura de acabamento compatível com a anterior.

Relativamente às peças desenhadas do projeto de especialidade de estabilidade, as soluções apresentadas encontram-se descritas, de forma genérica, nos seguintes pontos:

- Execução de estrutura metálica para o funcionamento da plataforma elevatória. Encontram-se previstas vigas e pilares constituídos por perfis metálicos, do tipo HEB, sobre sapata de betão armado;
- Execução de vigas em betão armado de reforço das fundações;
- Aplicação de perfis metálicos (horizontais) de reforço nos pavimentos existentes, localizados junto às vigas de madeira fragilizadas. Encontra-se previsto o encastramento das vigas metálicas nas paredes existentes, com uma entrega de 20 cm, e com a posterior selagem com material do tipo “sika-grout” (ver Figura 4-3 e Figura 4-4). Por último, é prevista a fixação das vigas de madeira aos tarugos, através de esquadros metálicos aparafusados com ferragens;
- Execução de vigas em betão armado, sobre as paredes de alvenaria de granito, para apoio da estrutura da cobertura;
- Execução de elementos em betão armado (pilares, vigas e lajes), sendo que algumas das vigas e lajes encontram-se apoiadas nas paredes de alvenaria de granito e outras encontram-se apoiadas nos pilares.

Nas peças desenhadas é mencionado ainda que as superfícies de madeira lamelada colada são devidamente protegidas, com a aplicação de tratamento fungicida, inseticida e hidrorrepelente.

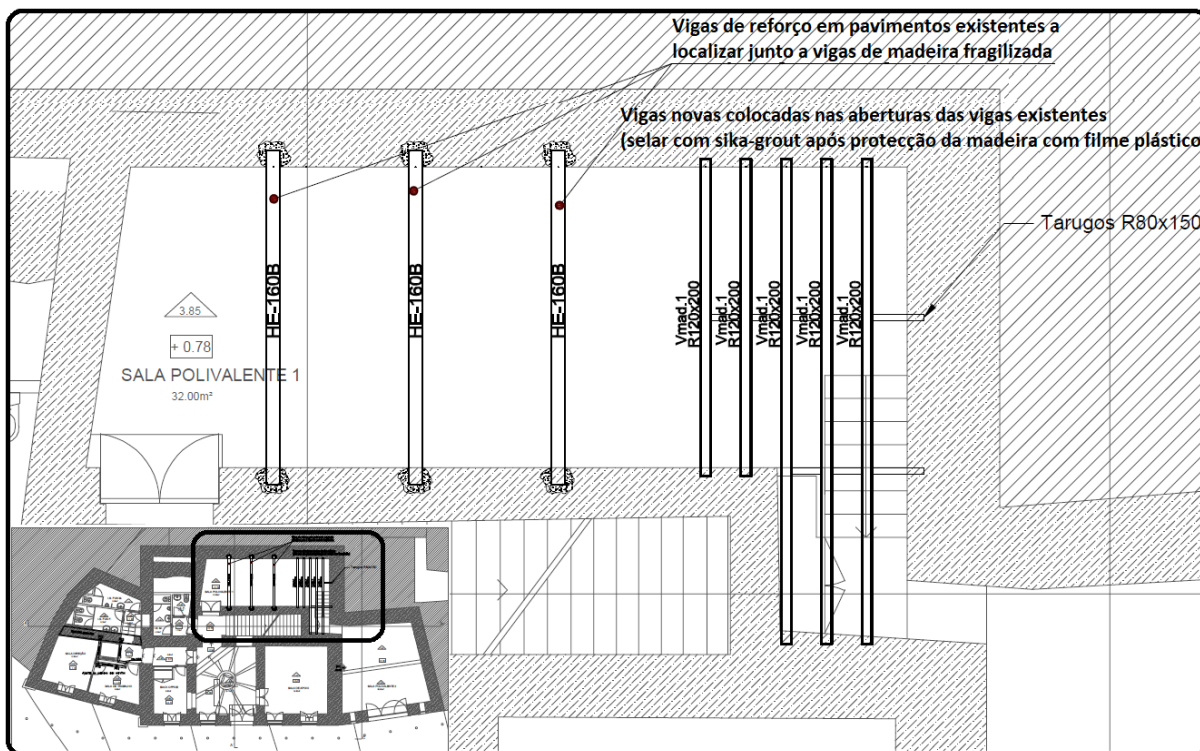


Figura 4-3: Pormenor do reforço dos pavimentos existentes (planta)

Encastramento de vigas metálicas em paredes

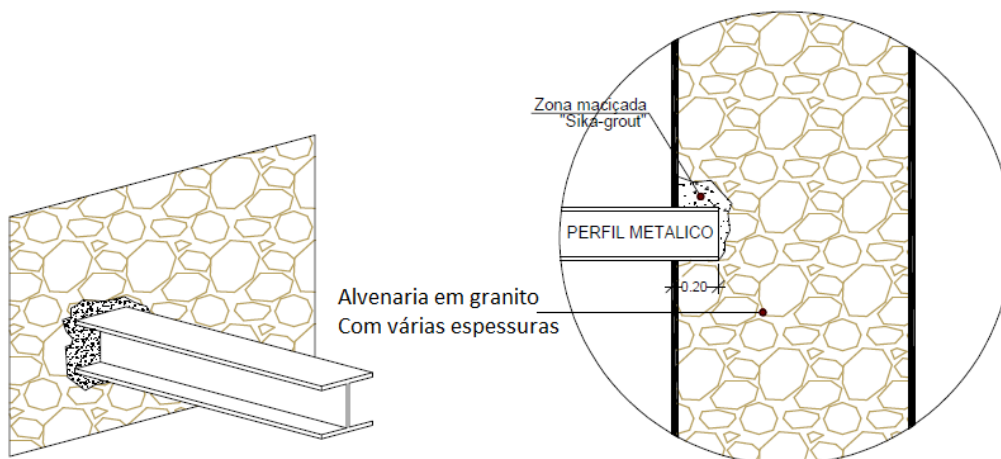


Figura 4-4: Pormenor da ligação das vigas metálicas às paredes resistentes (corte)

4.2.3.3 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade

Na realização de uma intervenção de reabilitação num edifício antigo, é fundamental assegurar a sua segurança estrutural, adequada à utilização do mesmo. Deste modo, face às características atuais, os edifícios antigos carecem de intervenções de reforço estrutural.

Como síntese crítica do projeto de especialidade relativo à estabilidade do edifício 1 em estudo, salientam-se os seguintes pontos:

- Algumas peças desenhadas do projeto de especialidade de estabilidade não se encontram de acordo com as peças desenhadas do projeto de arquitetura, nomeadamente na zona tardo do corpo anexo ligeiramente recuado, ao nível dos pisos 1 e 2.

Análise: A Figura 4-5 e a Figura 4-6 apresentam as disparidades observadas nas peças desenhadas dos referidos projetos, nomeadamente na zona correspondente ao corpo anexo ligeiramente recuado. O referido corpo revela a presença de incoerências e por sua vez incompatibilidade construtiva entre os dois projetos apresentados.

As disparidades prendem-se, fundamentalmente, com o facto de no projeto de arquitetura, nomeadamente nas peças desenhadas do piso 1 e do piso 2, encontrar-se prevista a demolição parcial da zona tardo do edifício (junto ao logradouro), enquanto que o projeto de especialidade de estabilidade pressupõe a sua manutenção. Para além do referido, observam-se, ainda, as seguintes principais incoerências:

- As peças desenhadas do projeto de estabilidade preveem a execução da caixa de escadas em localização díspar das peças desenhadas do projeto de arquitetura;
- No piso 1, o projeto de estabilidade pressupõe a presença da instalação sanitária sob a laje de escadas, ocupando parte da zona do edifício que o projeto de arquitetura prevê demolir;
- No piso 1, as peças desenhadas do projeto de estabilidade apresentam a disposição do compartimento de arrumos na zona tardo do edifício, o qual a arquitetura prevê demolir;
- De acordo com as incoerências observadas no piso 1, no piso 2 a arquitetura pretende demolir a cobertura da zona tardo do edifício (junto ao logradouro) e as peças desenhadas da estabilidade demonstram a intenção de manutenção da referida zona;
- No piso 2, o projeto de arquitetura prevê a execução de escadas no acesso a um compartimento ligeiramente sobrelevado, enquanto que a peça desenhada do projeto de estabilidade pressupõe os compartimentos do piso 2 todos no mesmo nível, não se encontrando prevista a implementação da referida escada.

Por último, apesar de menos relevante face às incoerências atrás descritas, salienta-se o facto da existência de alterações dos usos de alguns compartimentos, nomeadamente na sala de apoio do piso 1 e nos compartimentos de arrumos do piso 2 do projeto de arquitetura, os quais a estabilidade prevê como sala de exposição e compartimentos de exposição, respetivamente.

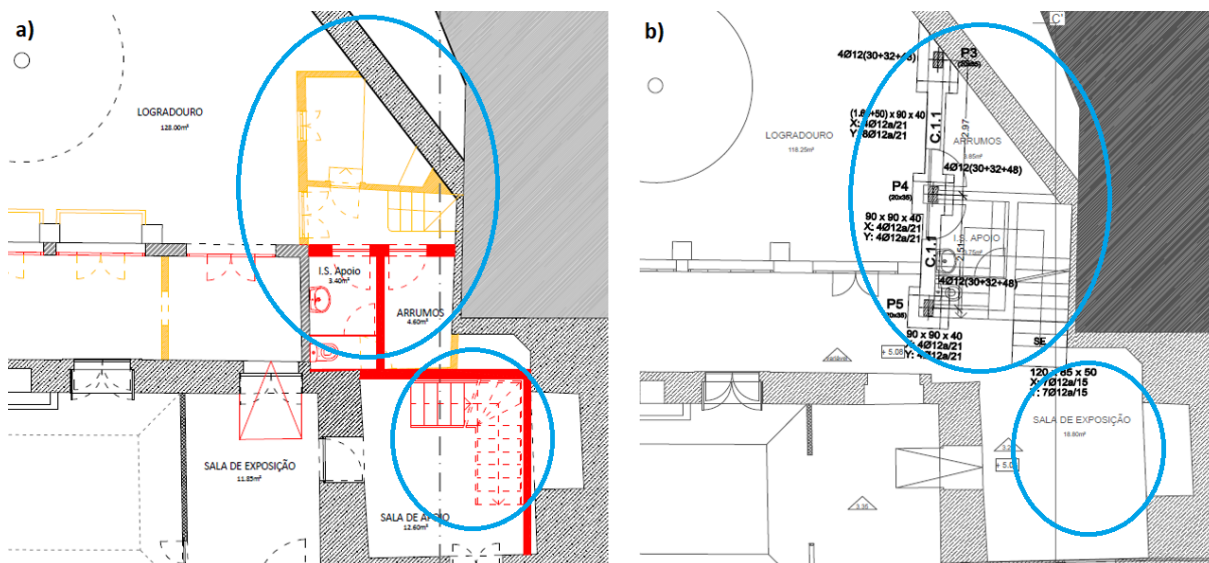


Figura 4-5: Disparidades construtivas observadas nas peças desenhadas do piso 1 do edifício 1 em estudo (assinaladas a azul): a) Peça desenhada parcial do projeto de arquitetura; b) Peça desenhada parcial do projeto de especialidade de estabilidade

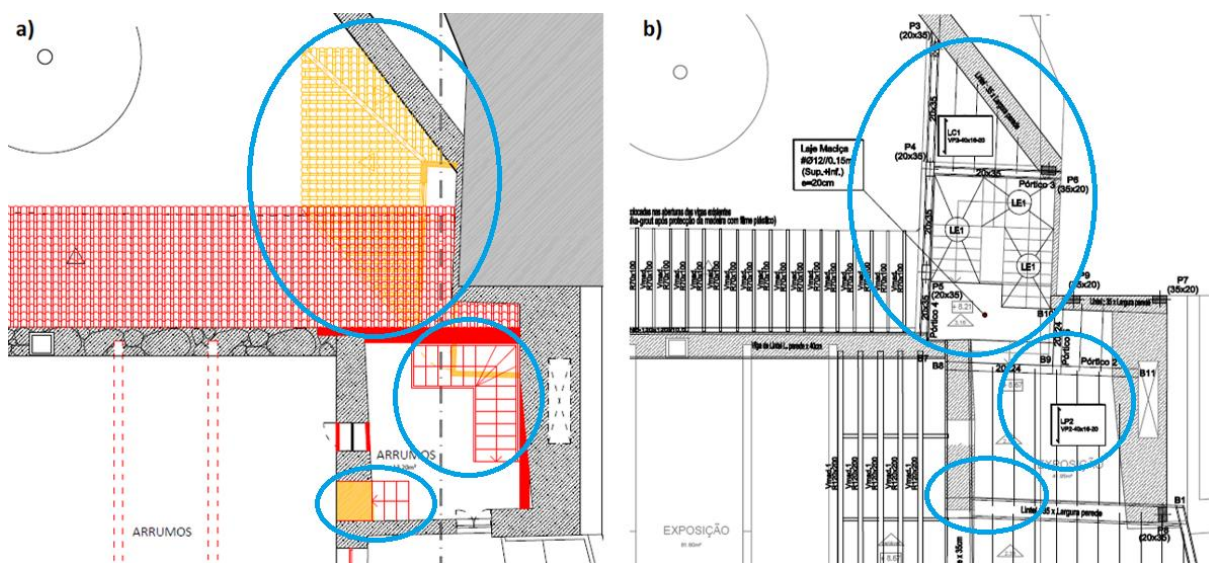


Figura 4-6: Disparidades construtivas observadas nas peças desenhadas do piso 2 do edifício 1 em estudo (assinaladas a azul): a) Peça desenhada parcial do projeto de arquitetura; b) Peça desenhada parcial do projeto de especialidade de estabilidade

- A prévia análise do estado de capacidade resistente das paredes e dos pavimentos assume-se essencial no diagnóstico e na definição das medidas necessárias para a correção dos problemas estruturais identificados.

Análise: Pela informação disponibilizada no projeto de especialidade de estabilidade, não se encontra presente qualquer informação respeitante à realização de ensaios de resistência dos pavimentos de madeira, bem como das alvenarias do edifício 1 em estudo. Em fase de estudo prévio, por forma a diagnosticar os problemas estruturais existentes e a permitir a definição de soluções de reforço adequadas, quando necessárias, a realização de ensaios (por exemplo:

ensaio de macacos planos para avaliação da capacidade resistente das alvenarias de pedra e ensaio de resistografia para avaliação do estado de integridade dos elementos de madeira dos pavimentos) assume-se essencial, devendo ser prevista pela equipa projetista.

- O reforço dos pavimentos de madeira, com cantoneiras metálicas em todo o seu perímetro, é fundamental para a estabilidade da estrutura.

Análise: A manutenção dos pavimentos de madeira que se encontram em bom estado de conservação é considerada uma solução bastante vantajosa sob o ponto de vista da reabilitação de edifícios antigos, uma vez que preserva a identidade histórica do edifício. Para tal, verifica-se necessário o diagnóstico da estrutura existente e a implementação, quando necessária, de medidas de reforço dos diversos elementos presentes.

A técnica de colocação de cantoneiras metálicas fixas mecanicamente à parede, com recurso a parafusos ou buchas, tem como principal finalidade servir de apoio às vigas estruturais dos pavimentos, criando uma nova linha de apoio adjacente à parede. Trata-se, portanto, de uma solução pouco intrusiva que permite aumentar a rigidez e a resistência na zona do apoio, aumentando a capacidade de carga das ligações e permitindo a distribuição dos esforços por uma superfície maior. Apesar de se traduzir numa medida de reforço para a preservação da estabilidade dos pavimentos, a presente solução contribui para a criação de esforços de flexão nas paredes resistentes, podendo resultar em problemas de estabilidade, quando as mesmas não apresentem capacidades resistentes consideradas aceitáveis. Pelo referido, considera-se fundamental a prévia verificação da capacidade resistente das paredes, que deve ser prevista em fase de estudo prévio (através da realização de ensaios), por forma a salvaguardar a segurança estrutural do edifício em estudo.

- Encontra-se prevista a aplicação de perfis metálicos de reforço nos pavimentos existentes, localizados junto às vigas de madeira fragilizadas.

Análise: A aplicação de perfis metálicos junto às vigas de madeira fragilizadas (que se entendem como sendo as que apresentam deficientes estados de conservação, por exemplo devido ao ataque de insetos e/ou fungos, ou pela presença de fissuras ou rotações) constitui uma solução possível de reforço dos pavimentos e vigamentos, uma vez que impedem possíveis deformações (evita a ocorrência de flechas excessivas nos pavimentos) e vibrações, permitindo a adequada estabilização dos mesmos.

No entanto, na implementação da referida solução, uma dificuldade estrutural que deve ser considerada relaciona-se com a necessidade de garantir elementos de apoio para as novas vigas metálicas, que geralmente significa carregar pontualmente as paredes resistentes. Deste modo, considera-se necessário verificar previamente, através de ensaios, se as paredes possuem capacidade para suportar as cargas adicionais ou se necessitam igualmente de ser reforçadas. É importante mencionar, ainda, que outra dificuldade da intervenção prevista são os problemas de compatibilização de distribuição de cargas com as vigas de madeira existentes, devido à diferença existente de módulos de elasticidade entre os dois elementos,

que originam comportamentos distintos, e que por vezes pode fazer com que a totalidade do carregamento seja suportado pelas vigas metálicas introduzidas. Por forma a precaver o referido, deve assegurar-se que os perfis metálicos sejam dimensionados para uma rigidez de flexão semelhante à das vigas de madeira.

Relativamente à ligação das vigas metálicas às paredes resistentes, no caso de estudo, foi implementado o encastramento com uma entrega de 20 cm, com posterior selagem. Apesar de se tratar de uma medida possível de executar, a mesma deve ter especial atenção ao comprimento total da entrega na parede. Considera-se que para as paredes resistentes com espessuras superiores, as extremidades das vigas devem ser igualmente superiores, face às paredes resistentes com menores espessuras. Para além da ligação prevista no caso de estudo, de referir que a entrega podia ser efetuada através do apoio em vigas embutidas nas paredes resistentes, o que permite uma distribuição mais eficaz das cargas verticais e horizontais.

É, também, importante a ligação das vigas de madeira existentes aos tarugos de madeira, sendo que no presente caso de estudo foram considerados conectores metálicos (ver Figura 4-7).

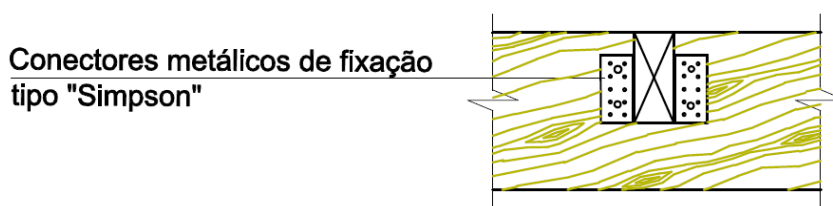


Figura 4-7: Pormenor da ligação das vigas aos tarugos de madeira, realizada com esquadros metálicos aparafusados com ferragens tipo “Simpson” (corte)

- As superfícies de madeira lamelada colada preveem a aplicação de materiais de proteção, contemplando o tratamento fungicida, inseticida e hidrorrepelente.

Análise: A proteção das superfícies de madeira, através da aplicação de tratamento fungicida, inseticida e hidrorrepelente, traduz-se numa boa medida a implementar, uma vez que se tratam de produtos que ajudam a preservar a integridade dos elementos, impedindo o ataque de insetos e fungos, e fornecem proteção contra a ação da água. A utilização deste tipo de proteção aumenta, portanto, a durabilidade e a resistência dos elementos, pelo que se considera importante a sua aplicação não só nos elementos de madeira lamelada colada, como também nos restantes elementos de madeira (por ex.: elementos de madeira mantidos nos pavimentos, os quais se encontram em bom estado de conservação).

Na informação disponibilizada, não existe referência ao tratamento ignífugo das superfícies de madeira, o que se revela igualmente importante, dado a elevada combustibilidade do material.

- As superfícies metálicas preveem a aplicação de materiais de proteção, contemplando a compatibilidade entre os mesmos.

Análise: A compatibilidade dos materiais aplicados verifica-se importante para que seja garantido o desempenho da estrutura existente, sem colocar em causa a durabilidade da mesma.

A proteção das superfícies metálicas com a aplicação de primário anticorrosivo e de uma ou mais demãos de pintura intumescente traduz-se adequada, uma vez que leva à prevenção da corrosão e à proteção contra o fogo.

- A estrutura metálica implementada para o funcionamento da plataforma elevatória prevê a execução de uma estrutura independente.

Análise: A estrutura independente prevista na implementação da plataforma elevatória, com a execução de vigas e pilares constituídos por perfis metálicos, sobre sapata de betão armado, é considerada como uma boa solução a aplicar, uma vez que não introduz cargas suplementares na estrutura já existente.

- A execução de nova cobertura, com estrutura idêntica à preexistente, não conduz ao incremento significativo de cargas na estrutura.

Análise: A manutenção da estrutura preexistente da cobertura, com reparações pontuais, devia ter sido privilegiada, uma vez que preservava a identidade histórica do edifício. No entanto, considera-se que, caso a solução se verifique inviável, sob o ponto de vista técnico e/ou económico, a reconstrução da estrutura da cobertura é aceitável.

A reconstrução da cobertura do edifício em estudo, com estrutura idêntica à preexistente, traduz-se, portanto, numa solução adequada, o que é justificado sobretudo por não conduzir ao incremento significativo de cargas na estrutura. A reconstrução deve, porém, contemplar alguns critérios, nomeadamente, a escolha de técnicas e materiais semelhantes aos preexistentes. Apesar de se tratar de um material recente, a madeira lamelada colada, utilizada na reconstrução da cobertura, respeita o carácter tradicional construtivo.

4.2.3.4 Projeto de especialidade – Acessibilidades

O projeto de especialidade referente às acessibilidades do edifício em estudo foi desenvolvido em fevereiro de 2014.

Uma vez que se verifica necessário garantir a autonomia dos utilizadores do espaço, o projeto de especialidade desenvolvido tem como objetivo assegurar as acessibilidades a todos os cidadãos, quer no interior do edifício, bem como na zona envolvente exterior.

Deste modo, o projeto das acessibilidades enquadra-se no Decreto-Lei n.º 163/2006 [16], sendo que na memória descritiva e justificativa são referidos com especial importância o ponto n.º 2 do artigo 3.º, bem como o ponto n.º 1 do artigo 10.º.

É ainda mencionado na memória descritiva e justificativa a tentativa de cumprimento de todas as medidas possíveis, com base nas “*Normas Técnicas para a melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada*”.

Por se tratar de um imóvel muito antigo, por ser classificado como Imóvel de Interesse Público e também por se encontrar localizado na zona histórica, a preservação das características morfológicas, arquitetónicas e ambientais, tais como as dimensões dos vãos existentes e as cotas de soleira, é fundamental, procurando, no entanto, o arranjo de soluções que visem a melhoria das acessibilidades tendo em conta as normas técnicas referidas atrás.

Resumidamente o projeto de acessibilidades apresenta, por piso, as seguintes propostas:

Piso -1

Para o piso -1, uma vez que a inclinação da rua é acentuada, a solução proposta foi a criação de uma entrada secundária na zona mais plana da rua e a aplicação de uma rampa de fácil acesso ao interior. A porta da entrada secundária apresenta uma largura de 0,90 m e possui um puxador com uma altura de 0,90 m.

Por forma a garantir o acesso aos pisos superiores (piso 0 e piso 1) a pessoas com mobilidade condicionada, é proposta uma instalação de um ascensor, com a respetiva dimensão de cabine: 1,64 m×1,44 m.

Piso 0

Para o piso 0, o acesso ao mesmo é realizado através de ascensor. Deste modo, é permitido a todas as pessoas o acesso somente aos serviços presentes no referido piso (sala de trabalho e sala da direção).

As salas polivalentes presentes no piso 0 não se encontram, porém, abrangidas pelo ascensor, existindo, apenas, uma escadaria com uma largura útil de 1,58 m. Uma vez que a diferença de cotas entre compartimentos é elevada, é impossibilitado o acesso às salas polivalentes e receção para pessoas com mobilidade condicionada.

Piso 1

Para o piso 1, o acesso ao mesmo é realizado através de ascensor e através da escadaria existente. A escadaria apresenta uma largura útil de 1,58 m.

O pavimento apresenta ainda um desnível com uma diferença de 0,20 m. A diferença entre cotas é vencida pela aplicação de uma rampa com uma inclinação de 8%.

O referido piso dispõe por último de uma instalação sanitária adaptada a pessoas com mobilidade condicionada. A porta de acesso à instalação sanitária possui um sistema de abrir e uma largura de 0,85 m. Relativamente aos equipamentos sanitários, os mesmos são adequados ao uso por pessoas com mobilidade condicionada, sendo que a sanita possui barras de apoio e é acessível por um dos lados. O espaço sobrance após a colocação de todos os equipamentos permite ainda uma zona de manobra de 180°.

Piso 2

Para o piso 2, uma vez que o mesmo é destinado a arrumos, não se verifica necessário garantir um percurso acessível a pessoas com mobilidade condicionada.

4.2.3.5 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades

Como síntese crítica das soluções implementadas no projeto de especialidade relativo às acessibilidades do edifício 1 em estudo, salientam-se os seguintes pontos:

- O acesso de pessoas com mobilidade condicionada não é garantido a todo o edifício. O mesmo deve-se à existência de diferenças de cota acentuadas existentes entre compartimentos do mesmo piso.

Análise: Uma vez que a criação de soluções que garantem o acesso a todo o edifício se traduz numa estratégia complexa, dispendiosa e que poderia ainda afetar sensivelmente o edifício a nível arquitetónico, a opção tomada pelo Dono de Obra é considerada como aceitável e adequada.

- A largura do vão de entrada de 0,90 m, correspondente a uma largura útil de 0,87 m, encontra-se no limite mínimo regulamentar definido no Decreto-Lei n.º 163/2006 [16]. A largura útil dos vãos interiores de 0,82 m é superior ao limite mínimo regulamentar (0,77 m) definido no mesmo Decreto-Lei.

Análise: A entrada para o edifício destinada essencialmente a pessoas com mobilidade condicionada era constituída, antes da reabilitação, por duas folhas de abrir. No projeto de especialidade de arquitetura, encontra-se proposta a substituição da mesma por uma porta composta por uma folha fixa (embora com possibilidade de abertura) e uma folha de abrir, com largura útil de 0,87 m. Uma vez que a largura útil da porta de entrada é maior que o limite mínimo regulamentar, a solução implementada para o referido vão é aceitável, embora não se revele totalmente satisfatória. A existência da folha fixa revela-se pouco proveitosa dado que reduz a largura útil da porta de entrada, a qual seria vantajosa para favorecer uma passagem mais folgada aos utilizadores do espaço.

4.2.3.6 Projeto de especialidade – Térmica

O projeto de execução da análise do comportamento térmico do edifício 1 em estudo foi desenvolvido em fevereiro de 2014.

O projeto de especialidade desenvolvido tem como objetivo assegurar as exigências mínimas de conforto térmico no interior do edifício, evitando deste modo possíveis gastos excessivos de energia, bem como possíveis condensações que se traduzam numa diminuição da durabilidade e do desempenho térmico dos elementos localizados na envolvente do edifício.

Na Figura 4-10 são apresentados os pormenores relativos às soluções construtivas implementadas no edifício. Por forma a facilitar a compreensão da localização das soluções implementadas, encontram-se igualmente presentes os respetivos cortes do edifício (Figura 4-8 e Figura 4-9).

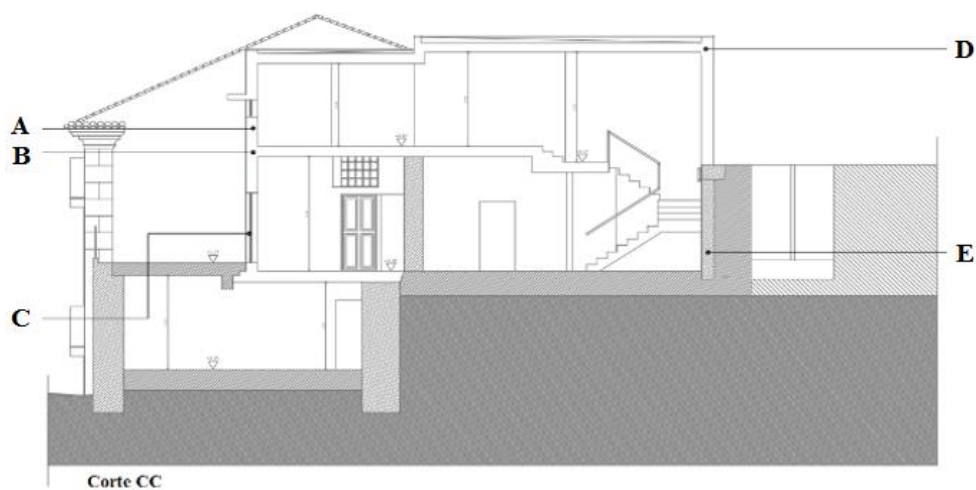


Figura 4-8: Corte CC do edifício 1 em estudo



Figura 4-9: Corte AA do edifício 1 em estudo

4 – Casos de estudo – Análise do projeto de edifícios reabilitados

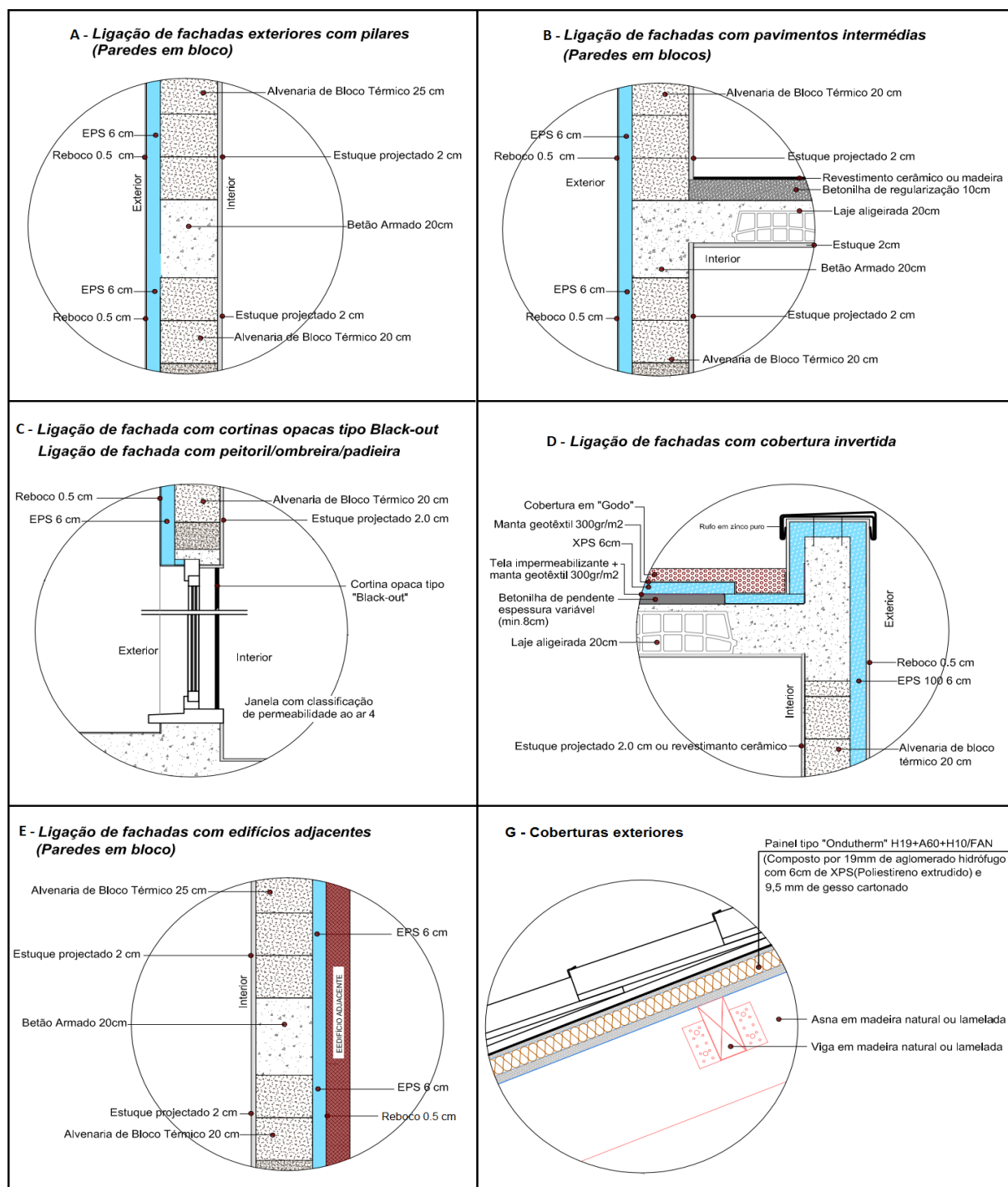


Figura 4-10: Pormenores relativos às soluções construtivas implementadas no edifício 1

No Quadro 4-3 encontra-se apresentada a descrição das características dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 1 em estudo.

Quadro 4-3: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 1 em estudo, que foram tidos em conta no estudo térmico

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Constituição do elemento
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	Parede exterior simples, de 70 cm em alvenaria ordinária de granito, composta por (do exterior para o interior): 1) reboco com cal existente com 2 cm de espessura; 2) alvenaria ordinária de granito com 66 cm de espessura; 3) reboco estanhado com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Parede exterior simples, de 28,5 cm, de cor clara, com isolamento pelo exterior, composta por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura; 3) bloco de argila expandida com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	Pavimento térreo, constituído por (de cima para baixo): 1) betão afagado com 10 cm de espessura; 2) poliestireno extrudido (XPS) com 4 cm de espessura; 3) geotêxtil; 4) massame armado com 7 cm de espessura; 5) brita grossa com 20 cm de espessura; 6) solo compactado. ^{a)}
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	Cobertura inclinada, composta por (do exterior para o interior): 1) telha cerâmica; 2) caixa-de-ar ventilada com 2 cm de espessura; 3) painel sanduiche com 9 cm de espessura; 4) vigas de madeira lamelada colada. ^{a) b)}
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	Cobertura plana invertida, composta por (do exterior para o interior): 1) betonilha com 5 cm de espessura; 2) poliestireno extrudido (XPS) com 6 cm de espessura; 3) tela de impermeabilização; 4) betonilha com 7 cm de espessura; 5) laje aligeirada com 20 cm de espessura; 6) caixa-de-ar não ventilada com 30 cm; 7) gesso cartonado com 1,3 cm de espessura. ^{a)}
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	Ponte térmica plana, constituída por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura; 3) betão armado com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	Parede de separação para edifício adjacente, composta por (do interior para o exterior): 1) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura; 2) bloco de argila expandida com 20 cm de espessura; 3) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura. ^{a)}
Vãos envidraçados	Ve.1 – Vão envidraçado (Vãos preexistentes recuperados)	Envidraçado simples com vidro simples e caixilharia de abrir em madeira com proteção pelo interior (portadas maciças em madeira). ^{b) c)}
	Ve.2 – Vão envidraçado (novos vãos envidraçados)	Envidraçado constituído por vidro duplo 5+16+4, incolor, caixilharia em alumínio de abrir (com rotura térmica) com proteção interior (cortina opaca de cor clara).
<p>Observações:</p> <p>a) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO II;</p> <p>b) Nos projetos disponibilizados é omissa a informação relativa ao tipo de madeira preexistente;</p> <p>c) Nos projetos disponibilizados é omissa a informação relativa à espessura do vidro simples.</p>		

Importa mencionar que, por se tratar de um edifício muito antigo, na configuração original do mesmo não se verifica a existência de qualquer isolante térmico.

No ANEXO II encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos térmicos dos elementos acima referidos, de acordo com o RECS [21]. Os requisitos prendem-se com o comportamento térmico da envolvente, das suas pontes térmicas e dos vãos envidraçados.

Para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica (U) dos elementos recorreu-se à documentação do LNEC, concretamente aos dados do ITE 50 [54] e ITE 54 [55].

Uma vez que no projeto de análise de comportamento térmico a área total do edifício é considerada como zona térmica útil, não são admitidas trocas térmicas entre as diversas zonas que se encontram presentes no interior. Assim sendo, os requisitos térmicos a considerar, relativos à envolvente interior, são apenas os de elementos confinantes com outras frações autónomas, nomeadamente as paredes de separação com os edifícios vizinhos adjacentes.

Nas envolventes em que se verifica a inexistência de isolamento térmico, é expectável que os coeficientes de transmissão térmica máximos admissíveis ($U_{máx.}$), indicados pelo regulamento, não sejam cumpridos.

Os resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos diversos elementos opacos do edifício, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-4. No Quadro 4-5 encontra-se apresentada a verificação térmica dos vãos envidraçados.

Quadro 4-4: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 1 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Coef. de Transmissão Térmica [W/m.°C]				Verificação	
		U	$U_{cor.}^{a)}$	$U_{ref.}$	$U_{máx.}$	$U \leq U_{máx.}$	$U \leq 2 \times U_{cor.}$
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	1,68	–	0,60	1,60	KO	–
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	0,46	–	0,60	1,60	OK	–
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	0,41	–	0,45	–	– ^{b)}	–
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	0,58	–	0,45	1,60	OK	–
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	0,50	–	0,45	1,60	OK	–
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	0,50	0,46	–	1,60	OK	OK
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	0,50	–	0,60	1,60	OK	–
Observação:							
a) Nas pontes térmicas planas, o $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;							
b) O pavimento térreo apresenta o valor de U inferior ao valor de referência.							

Quadro 4-5: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 1 em estudo

Identificação do elemento	Coef. de transmissão térmica [W/m.°C]		Fator solar			Verificação	
	U	$U_{ref.}$	g_T	$g_{Tref.}$	$g_{Tmáx.}$	$U \leq U_{ref.}$	$g_T \leq g_{Tmáx.}$
Ve.1 – Vão envidraçado (Vãos preexistentes recuperados)	3,40	3,30	0,37	0,20	0,56	KO	OK
Ve.2 – Vão envidraçado (novos vãos envidraçados)	2,90	3,30	0,37	0,20	0,56	OK	OK

De acordo com os resultados obtidos relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, conclui-se que:

- As paredes exteriores preservadas, nas quais não se procedeu à implementação de isolamento térmico, não verificam o cumprimento dos requisitos propostos pela regulamentação. Por outro lado, as novas paredes exteriores, nas quais se procedeu à implementação de isolamento térmico, verificam o cumprimento dos referidos requisitos;
- As coberturas (cobertura inclinada e em terraço) verificam o cumprimento dos requisitos regulamentares e o pavimento térreo apresenta, ainda, o valor de U inferior ao valor recomendado, de referência;
- As pontes térmicas planas cumprem a regulamentação, o que se justifica pelo valor de U se apresentar abaixo dos valores regulamentares de referência.

Relativamente às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca interior, as paredes interiores de separação com os edifícios adjacentes (paredes meeiras) cumprem com o disposto na regulamentação.

Por último, relativamente à verificação térmica dos vãos envidraçados, observa-se que:

- Os vãos envidraçados preexistentes recuperados apresentam o valor de U superior ao valor de referência. Por outro lado, os novos vãos envidraçados apresentam o valor de U inferior ao valor de referência, o que evidencia que se trata de um elemento com maior eficiência térmica;
- Os fatores solares dos dois tipos de envidraçados cumprem com os requisitos dispostos na regulamentação, concluindo-se que a energia transmitida para o interior do edifício, através dos vãos envidraçados, é atenuada pelo tipo de constituição (proteção) dos referidos elementos.

4.2.3.7 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica

Como síntese crítica do apresentado, pode-se referir que:

- O edifício em estudo foi na totalidade considerado pelo projetista como área térmica útil.

Análise: A referida simplificação é incompreensível, uma vez que na memória descritiva e justificava da especialidade de arquitetura é referido que não se pretende que o piso 2 do edifício seja utilizado pelo público em geral, destinando-se exclusivamente a “arrumos”.

Pelo referido acima, não se justifica, ainda, a aplicação de isolamento térmico na vertente sob a telha da cobertura, conforme indicado. A melhor solução traduz-se na colocação do isolante térmico sobre a laje de esteira (teto do piso 1), conduzindo a uma solução mais económica, reduzindo o valor de área a isolar e o volume a climatizar. Tecnicamente, a referida solução possui igualmente uma maior simplicidade, uma vez que se revela mais fácil isolar a laje de esteira, do que as vertentes da cobertura.

Na situação de correção do previsto, caso seja aplicado o isolamento térmico sobre a laje de esteira da cobertura, é importante contabilizar, ainda, a colocação de uma proteção mecânica sobre o mesmo, por forma a que o espaço destinado a “arrumos” possa ser utilizado sem que ocorram eventuais danos no isolamento, favorecendo o aumento da sua durabilidade.

- A solução adotada para a cobertura inclinada consistiu na colocação do isolamento térmico, do tipo Poliestireno extrudido (XPS), na vertente sob a telha.

Análise: Com a aplicação da referida solução, o isolamento térmico fica mais suscetível a degradações, durante a sua montagem, bem como a absorção de água. O isolamento térmico do tipo XPS é considerado adequado, uma vez que o mesmo possui um bom comportamento à água e uma elevada incompressibilidade face a outros isolantes térmicos existentes.

- As paredes existentes na envolvente exterior do edifício, em granito, manter-se-ão inalteradas, sem qualquer reforço térmico. O mesmo foi justificado pelo facto, de que as soluções de intervenção seriam suscetíveis a “*alterar de forma inaceitável o seu carácter ou o seu aspeto*”.

Análise: Considerando a importância de preservar o exterior das paredes de fachada do edifício, salienta-se que poderia ter sido prevista a execução de reforço de isolamento térmico pelo interior. Trata-se de uma intervenção discreta e com carácter reversível, possível de ser implementada, não modificando o carácter, nem o aspeto, da envolvente exterior do edifício.

- Os vãos envidraçados preexistentes em madeira, com vidro simples, serão recuperados.

Análise: A recuperação dos vãos envidraçados preexistentes em madeira, é considerada uma solução adequada, uma vez que de acordo com o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu [30], no centro histórico pretende-se a manutenção das características tradicionais. No entanto, considera-se que apesar da solução de caixilharia ser a adequada, o tipo de vidro mencionado pelo projeto de especialidade de térmica, não é o mais apropriado, sendo fundamental a adaptação da caixilharia para um tipo de vidro com desempenho melhorado (vidro duplo). Em função do tipo de bite/perfil, o aumento da espessura do vidro pode, porém, não ser possível. Em alternativa, podia-se ter preconizado a conservação da caixilharia existente em simultâneo com a colocação de outra janela pelo interior.

Complementarmente, deveria ter-se optado pela instalação de uma calha de recolha de condensações (embora em madeira não seja fácil a respetiva execução).

4.2.3.8 Projeto de especialidade – Acústica

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de acústica não foi aplicável ao presente edifício em estudo. Embora se verifique que na data de realização dos projetos de reabilitação existia regulamentação específica para o referido projeto de especialidade, nomeadamente o RGR [18] e o RRAE [19], não se encontra diretamente mencionada a sua aplicabilidade a edifícios com uso museológico.

Importa mencionar que, como o edifício 1 em estudo possui envolventes com uma elevada massa, o isolamento sonoro é influenciado fundamentalmente pelo elemento menos isolante, nomeadamente pelos vãos envidraçados. A considerável área dos vãos envidraçados do edifício 1, conforme observado na Figura 4-1, revela-se condicionante em termos de comportamento a sons aéreos provenientes do exterior.

Dado ainda que o arruamento junto à fachada principal (Calçada da Vigia) é empedrado e possui um tráfego relativamente elevado, sendo uma das poucas vias que permite a fuga dos veículos do CHV, o comportamento do edifício a sons aéreos assume especial importância.

Relativamente aos sons de percussão, o ponto mais crítico de análise é a transmissão de ruídos segundo a vertical, ou seja, através dos pavimentos. Para o edifício em estudo, os pavimentos são constituídos por uma estrutura de madeira resistente com um revestimento em soalho. Trata-se de um tipo de pavimento que dificilmente cumpre o disposto no regulamento acústico dos edifícios (RRAE), embora o mesmo não seja aplicável a este caso, o que se deve sobretudo ao facto dos mesmos apresentarem uma reduzida massa face a outros materiais (exemplo: laje de betão), dificultando a eficácia do isolamento a sons de percussão.

Conclui-se que, apesar de não existir regulamentação específica para o tipo de edifício de ocupação presente, podia-se, por exemplo, fazer a analogia com escolas, e proceder a cálculos para determinar, por exemplo, o isolamento acústico das fachadas.

4.2.3.9 Projeto de especialidade – Ventilação

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de ventilação não foi aplicável no presente edifício em estudo. No entanto, importa mencionar que, no projeto de especialidade de térmica são conhecidos alguns dados que permitem o cálculo das renovações horárias (R_{ph}), nomeadamente:

- O edifício encontra-se numa zona urbana do tipo A;
- É considerada uma rugosidade do tipo II;
- A caixilharia apresenta uma classificação de permeabilidade ao ar da classe 4;
- Verifica-se a inexistência de dispositivos de admissão de ar na fachada;

- Verifica-se a inexistência de aberturas autorreguladas;
- Verifica-se a existência de obstruções às fachadas;
- Verificam-se duas ou mais fachadas expostas;
- É considerada a ventilação natural para o cálculo das *Rph*.

Com base nos dados acima apresentados, recorreu-se à folha de cálculo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), *Rph_ventilação* [56], para a determinação do caudal mínimo de ar novo, e das respetivas taxas de renovação de ar, no âmbito do REH e do RECS [21]. A ferramenta de cálculo *Rph_ventilação* encontra-se citada no n.º 3 do ponto 12.1, do Despacho n.º 15793-K/2013 [57].

No ANEXO III encontra-se presente a folha de cálculo referida, devidamente preenchida com os dados relativos ao edifício 1 em estudo.

De referir que a rugosidade do tipo II, considerada pelo projeto de especialidade de térmica, não se encontra de acordo com a localização referente ao edifício em estudo. De acordo com o Despacho n.º 15793-K/2013 [57], a rugosidade do tipo II deve ser considerada para edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural. Uma vez que o edifício 1 em estudo encontra-se situado no CHV, considera-se que o cálculo deve contemplar uma rugosidade do tipo I, que corresponde a edifícios situados no interior de uma zona urbana.

Para o edifício em estudo e uma vez que não são conhecidos os dados relativos ao sistema de ar condicionado, apenas foi considerada a ventilação natural. Com a aplicação da folha de cálculo do LNEC, a taxa de renovação de ar obtida é de $0,19 \text{ h}^{-1}$, a qual se encontra abaixo do valor mínimo regulamentar, de valor igual a $0,60 \text{ h}^{-1}$ (valor obtido através da Portaria n.º 353-A/2013 [58], considerando o método analítico e prescritivo).

Face aos resultados obtidos, conclui-se, portanto, que existe a necessidade de se ponderar algumas medidas de melhoramento do sistema de ventilação existente (na ausência de dispositivos específicos, a ventilação é suportada somente pela permeabilidade da caixilharia). Por forma a garantir uma adequada qualidade do ar interior aos ocupantes do edifício e uma vez que foi realizada uma grande intervenção de reabilitação, considera-se que a admissão e a exaustão de ar deve contabilizar a implementação de alguns sistemas mecânicos.

Tendo por base a folha de cálculo *Rph_ventilação* [56], observa-se que por forma a fazer cumprir o valor mínimo regulamentar de taxa de renovação de ar, uma das soluções possíveis de implementar considera os seguintes aspetos:

- Introdução de extratores mecânicos nas duas instalações sanitárias do piso 0 que não possuem vãos envidraçados, considerando o escoamento de ar por exaustão com perda de carga média;
- Introdução de dois sistemas mecânicos de admissão de ar nos pisos 0 e 1 (pisos considerados de ocupação permanente), considerando o caudal nominal de $480 \text{ m}^3/\text{h}$, por piso.

No ANEXO IV encontra-se presente a folha de cálculo referida, devidamente preenchida com os incrementos acima mencionados. Com a aplicação dos referidos incrementos na folha de cálculo do LNEC, a taxa de renovação de ar obtida é de $0,63 \text{ h}^{-1}$, a qual se encontra acima do valor mínimo regulamentar, de valor igual a $0,60 \text{ h}^{-1}$ [57].

De referir que o projeto de especialidade de térmica considera para o edifício 1 em estudo a existência de ar condicionado split ou multi-split com permuta ar-ar. Conclui-se que se trata, portanto, de uma solução adequada, sendo, no entanto, importante mencionar que se desconhece o número e as características dos sistemas implementados (nomeadamente, o caudal de renovação horária).

Como conclusão geral, salienta-se o facto de que embora a ventilação não fosse considerada aplicável ao edifício 1 em estudo, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise às renovações horárias, de modo a aproximá-las do valor regulamentar.

4.3 Edifício 2 – “Rua direita n.º 275”

4.3.1 Descrição do edifício e das situações preexistentes

O edifício 2 em estudo, designado por “Rua direita n.º 275”, encontra-se localizado na antiga freguesia de Santa Maria.

O edifício, propriedade da CMV, encontra-se inserido na ZPSV e por consequente na ACRRU (Figura 4-11).



Figura 4-11: Identificação do edifício 2 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)

Como descrição da situação preexistente do edifício, pode-se referir que o edifício a reabilitar era constituído por dois corpos (corpo principal voltado para a rua principal – Rua Direita, e outro corpo voltado para o logradouro do lote, localizado junto ao tardo do corpo principal).

Pelos diferentes materiais de construção presentes no edifício, crê-se que ao longo do tempo tenham ocorrido diferentes intervenções no mesmo.

Relativamente à constituição interna do edifício, o corpo principal apresenta quatro pisos (ver Figura 4-12 e Figura 4-13). Por outro lado, o corpo mais recuado voltado para o logradouro do lote “*desenvolve-se em dois pisos aproveitando o desvão de cobertura*”.



Figura 4-12: Alçado principal do edifício 2 em estudo (corpo principal do edifício) – situação preexistente (Fonte: Viseu Novo)



Figura 4-13: Alçado principal do edifício 2 em estudo (corpo principal do edifício) – situação após intervenção de reabilitação

As principais características da situação preexistente do edifício em estudo encontram-se apresentadas no Quadro 4-6.

Quadro 4-6: Principais caraterísticas da situação preexistente do edifício 2

Principais caraterísticas da situação preexistente do edifício		
Orientação das fachadas	Fachada Principal	Sudeste
	Fachada Posterior	Noroeste
Áreas	Área bruta de construção	179,60 m ²
	Área de implantação	405,60 m ²
	Área de logradouro	261,40 m ²
	Área de terraço	21,12 m ²
Elementos construtivos preexistentes	Paredes exteriores	Alvenaria de pedra em granito, em bloco de tijolo maciço e paredes em tabique
	Paredes interiores	Alvenaria de pedra em granito e paredes em tabique
	Pavimentos	Pavimentos interiores em soalho de pinho assente em estrutura de madeira
	Escadas	Escadaria em madeira
	Cobertura	Cobertura com estrutura em madeira maciça, com revestimento em telha de barro vermelho
	Vãos envidraçados	Caixilharia em madeira, com vidro simples
Estado global de conservação do edifício	<p>O corpo voltado para a Rua Direita apresenta-se em excelente estado de conservação ao nível dos pavimentos, tetos, estrutura de madeira, revestimentos e carpintarias interiores.</p> <p>O corpo voltado para o logradouro do lote apresenta-se em elevado estado de degradação.</p>	

No ANEXO V encontra-se disposto o registo fotográfico relativo ao corpo voltado para o logradouro do lote, que apresenta, na situação preexistente, um elevado estado de degradação. As figuras apresentadas no referido anexo foram obtidas através das peças escritas do projeto de arquitetura, disponibilizadas pela Viseu Novo.

4.3.2 Pretensões do Dono de Obra

Relativamente às pretensões do Dono de Obra na execução das obras de reabilitação, as mesmas têm como principal finalidade a recuperação e a reconstrução do edifício, tendo em consideração a adaptação do edifício aos requisitos atuais. Existe ainda, no entanto, a necessidade de promover o repovoamento e regeneração do CHV.

Para o correto uso do edifício, o Dono de Obra propõe:

- Conservar e restaurar parte do interior do edificado pertencente ao corpo voltado para a rua principal (Rua Direita);
- Demolir totalmente parte do edificado, nomeadamente o corpo voltado para o logradouro do lote, para posterior construção de um novo corpo;
- Recuperar e requalificar as fachadas, a cobertura e as caixilharias.

Por último, o Dono de Obra pretende, sempre que possível, que as intervenções de recuperação conservem e mantenham os elementos originais. Quando o mesmo não se verifica possível de se realizar, a ideia principal é proceder às respetivas substituições por elementos idênticos aos originais.

4.3.3 Análise dos projetos de reabilitação implementados

4.3.3.1 Projeto de Arquitetura

O projeto de arquitetura do edifício 2 foi desenvolvido em março de 2014.

A solução proposta no projeto de arquitetura teve em conta “*as características gerais da malha urbana onde se insere o imóvel, ou seja, a zona histórica da cidade*”, procurando uma “*integração harmoniosa no conjunto do quarteirão*” (Figura 4-14).

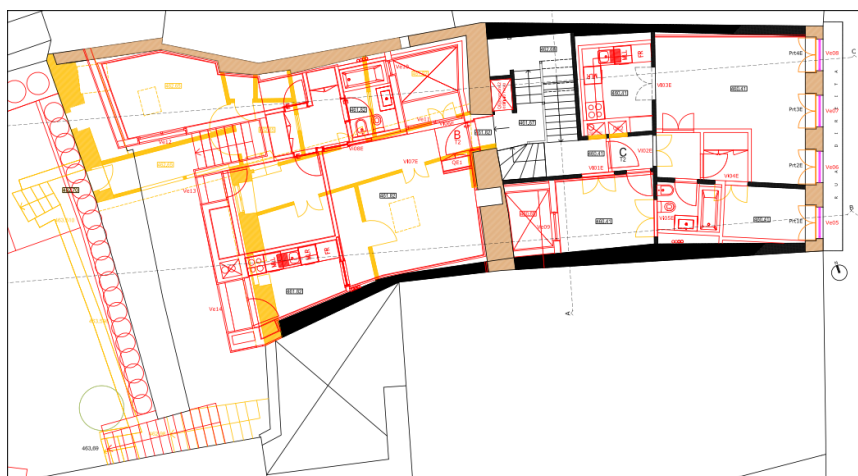


Figura 4-14: Planta do edifício 2 em estudo (Piso 1)

No Quadro 4-7 são apresentadas as propostas de intervenção relativas à área bruta de construção das diversas frações do edifício 2.

Quadro 4-7: Área bruta de construção proposta no projeto de arquitetura para o edifício 2 em estudo

Frações	Área Bruta de Construção	
Fração A – Comércio	148,90 m ²	
Fração B – T2	84,60 m ² - novo	Varandas: 3,95 m ²
Fração C – T2	65,30 m ²	
Fração D – T2	78,68 m ² - novo	Varandas: 5,72 m ²
Fração E – T3	89,84 m ²	Varandas: 11,45 m ²
Partes comuns	57,56 m ²	
Total	546,00 m ²	

No ANEXO VI encontram-se apresentadas as peças desenhadas mais relevantes propostas pela arquitetura para o edifício 2 em estudo.

Resumidamente, numa análise por fachada e por piso, o projeto de arquitetura engloba as propostas descritas no Quadro 4-8 e no Quadro 4-9.

Quadro 4-8: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 2 em estudo

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Fachada Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de vãos envidraçados novos executados em madeira do tipo kâmbala; • Aplicação de nova montra no espaço comercial e porta de acesso aos pisos superiores (habitacionais); • Manutenção da cor da fachada.
Fachada Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição e construção de todo o corpo voltado para o logradouro. O novo corpo tem por base uma estrutura aligeirada em betão armado com as paredes exteriores em bloco térmico, revestido com isolamento pelo exterior do tipo ETICS; • Implementação de vãos envidraçados novos executados em madeira do tipo kâmbala.
Pisos	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de zona de circulação, a integrar no acesso às escadas da zona habitacional; • Criação de instalações sanitárias e cozinhas em todas as frações.
Escadaria	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de escadaria do corpo principal do edifício, com o capeamento dos cobertores e substituição pontual de espelhos; • Execução de novas escadas em betão armado no corpo voltado para o logradouro do lote, permitindo o acesso ao edifício.

Quadro 4-9: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 2 em estudo - continuação

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Paredes	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição pontual de paredes interiores para abertura de vãos; • Criação de novas paredes interiores em placas de gesso cartonado.
Pavimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de instalação sanitária para uso dos funcionários do comércio/serviço; • Substituição integral dos soalhos e tratamento da estrutura de madeira com aplicação de fungicida, inseticida e hidrorrepelente; • Substituição dos forros dos tetos por elementos com o mesmo sistema construtivo; • Demolição de pavimento para abertura de saguão; • Demolição do pavimento do piso 3 do corpo principal do edifício e posterior reconstrução em estrutura de madeira lamelada colada e soalho; • Restauro dos vãos interiores do corpo principal e reintegração nos novos compartimentos.
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrução da cobertura com vigas lameladas de madeira e revestimento em telha canudo, no corpo principal do edifício; • Execução de nova cobertura em terraço, no corpo voltado para o logradouro do lote.
Logradouro	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de oito lugares de estacionamento e criação de espaço verde.

4.3.3.2 Projeto de especialidade – Estabilidade

O projeto de especialidade referente à estabilidade do edifício 2 em estudo foi desenvolvido em março de 2014.

A solução estrutural proposta para o edifício 2 em estudo teve em especial atenção as solicitações a que o mesmo se encontrará sujeito, uso comercial ou de serviços para o piso 0 e uso habitacional para os pisos superiores.

De seguida, apresentam-se os pontos que a equipa projetista abordou na execução do projeto de estabilidade. Os referidos pontos têm em conta apenas o definido na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de estabilidade, uma vez que as peças desenhadas disponibilizadas em formato de imagem (.png) não apresentam qualidade para uma análise concreta. Deste modo, os pontos genéricos abordados na memória descritiva e justificativa são:

- É indicado que a superestrutura do edifício será constituída por elementos verticais e horizontais, constituídos por betão, aço e madeira lamelada colada, que possuam como finalidade o suporte de cargas verticais transmitidas pelas lajes e as cargas horizontais sísmicas;

- As lajes de pavimento serão em madeira lamelada colada, com cantoneiras metálicas em todo o seu perímetro;
- A cobertura será integralmente nova, com asnas, vigas e ripas em madeira lamelada colada;
- As escadarias novas do edifício serão executadas em betão.

Na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de estabilidade é ainda mencionado que as superfícies metálicas são devidamente protegidas, com a aplicação de primário anticorrosivo e de uma ou mais demãos de pintura intumescente, com pintura de acabamento compatível com a anterior.

4.3.3.3 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade

Após a análise da informação disponibilizada pelo projeto de especialidade de estabilidade do edifício 2 em estudo, conclui-se que o descrito é idêntico ao que consta presente no projeto de estabilidade do edifício 1. O referido pode dever-se ao facto da empresa projetista ser a mesma.

A análise crítica elaborada para o edifício 1 (ponto 4.2.3.3 da dissertação) aplica-se, deste modo, na generalidade, ao presente caso de estudo. No entanto, importa mencionar que se desconhece a aplicação de perfis metálicos de reforço dos pavimentos e o tratamento das superfícies de madeira. De salientar, ainda, que para o presente edifício em estudo não foi prevista a implementação de plataforma elevatória.

Como síntese crítica ao projeto de estabilidade do edifício 2, salienta-se, ainda, o seguinte ponto:

- Face ao elevado estado de degradação, o corpo voltado para o logradouro do lote apresenta como solução a demolição e a sua posterior reconstrução.

Análise: Face ao estado de degradação do referido corpo, considera-se que a decisão de demolir e reconstruir é a solução adequada para a segurança estrutural do edifício.

Uma vez que a síntese crítica tem em conta, apenas, o disposto na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de estabilidade e tendo em conta a falta de qualidade das peças desenhadas fornecidas para análise, menciona-se a falta de informação relativa à ligação dos dois corpos do edifício em estudo.

4.3.3.4 Projeto de especialidade – Acessibilidades

O projeto de especialidade referente às acessibilidades do edifício em estudo foi desenvolvido em março de 2014.

O projeto das acessibilidades enquadra-se no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, sendo na memória descritiva e justificativa referidos com especial importância o ponto n.º 2 do artigo

3.º, bem como o ponto n.º 1 do artigo 10.º, os quais mencionam a isenção do cumprimento de algumas soluções construtivas, sem que lhes seja negada o licenciamento ou a autorização para a realização das obras de reabilitação.

De acordo com a memória descritiva e justificativa, encontra-se mencionado ainda que por se tratar de um imóvel inserido na ZPSV e dentro da ACRRU, as características morfológicas, arquitetónicas e ambientais têm obrigatoriamente que ser preservadas, procurando, no entanto, o arranjo de soluções que visem a melhoria das acessibilidades, tendo em conta as “*Normas Técnicas para a melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada*”.

Relativamente ao acesso ao edifício por parte de pessoas com mobilidade condicionada, para o edifício em estudo, é referido que o mesmo é impossibilitado, uma vez que:

- A inclinação da rua adjacente ao edifício não permite o nivelamento às cotas de soleira de entrada para o edifício;
- O espaço útil do edifício é extremamente reduzido não sendo possível a implementação de um ascensor.

No que respeita à implementação de ascensores num edifício, o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) indica na alínea 3 do artigo 50.º que deve ser previsto um espaço para futura instalação de pelo menos um ascensor nas situações em que os edifícios sejam destinados a habitação coletiva com três ou mais pisos e cuja altura do último piso destinado à habitação seja inferior a 11,5 m.

Uma vez que o edifício 2 em estudo se enquadra nas situações descritas anteriormente, o mesmo deveria ter previsto um espaço para a implementação de pelo menos um ascensor ao longo dos pisos habitacionais. No entanto, conforme referido igualmente na memória descritiva do projeto de especialidade das acessibilidades, de acordo com os pontos 1 e 2 do artigo 60.º da Lei n.º 28/2010, de 2 de setembro, um edifício antigo alvo de reabilitação encontra-se isento da implementação de algumas soluções, conforme indicado de seguida:

“Artigo 60.º

Edificações existentes

1 - As edificações construídas ao abrigo do direito anterior e as utilizações respetivas não são afetadas por normas legais e regulamentares supervenientes.

2 - A licença de obras de reconstrução ou de alteração das edificações não pode ser recusada com fundamento em normas legais ou regulamentares supervenientes à construção originária, desde que tais obras não originem ou agravem desconformidade com as normas em vigor ou tenham como resultado a melhoria das condições de segurança e de salubridade da edificação.”

4.3.3.5 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades

Como síntese crítica das soluções implementadas no projeto de especialidade relativo às acessibilidades do edifício 2 em estudo, salienta-se o seguinte ponto:

- O acesso de pessoas com mobilidade condicionada não é garantido ao edifício. O mesmo deve-se à inclinação da rua adjacente ao edifício que não permite o nivelamento às cotas de soleira de entrada para o edifício e ao facto de não ter sido implementado um ascensor ao longo dos pisos.

Análise: Embora o edifício 2 se encontre dispensado do cumprimento do regime legal das acessibilidades e apesar de se tratar de soluções, por norma, complexas, dispendiosas e que podem afetar o edifício a nível arquitetónico, é importante ter consciência que o facto de não se garantir o acesso ao edifício, a pessoas com mobilidade condicionada, contribui para uma atitude negativa que não favorece a credibilização do processo de reabilitação no CHV.

Ao nível do piso térreo, considera-se, portanto, que a solução de melhoramento das acessibilidades do edifício 2 poderia passar pelo rebaixamento do pavimento térreo em relação à cota do arruamento e o seu nivelamento junto à entrada do estabelecimento. Por outro lado, ao nível dos pisos superiores, considera-se que a solução possível poderia passar pela implementação de um ascensor ao longo dos pisos, nomeadamente na zona de um dos saguões do edifício.

4.3.3.6 Projeto de especialidade – Térmica

O projeto de execução da análise do comportamento térmico do edifício 2 em estudo foi desenvolvido em março de 2014.

O projeto de especialidade desenvolvido tem como objetivo assegurar as exigências mínimas de conforto térmico no interior do edifício, evitando deste modo possíveis gastos excessivos de energia, bem como possíveis condensações que se traduzam numa diminuição da durabilidade e do desempenho térmico dos elementos localizados na envolvente do edifício.

No Quadro 4-10 e no Quadro 4-11, encontra-se apresentada a descrição das características dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados. De referir que os novos vãos envidraçados foram considerados, pelo projeto de especialidade de térmica, como elementos constituídos por vidro duplo 5+16+4, incolor, caixilharia em alumínio de abrir (com rotura térmica), com proteção interior (cortina opaca de cor clara). No entanto, pelo projeto de arquitetura do edifício, nomeadamente pelas peças desenhadas, verifica-se que é mencionada uma constituição díspar, sendo que os referidos vãos são constituídos por madeira do tipo kâmbala.

Uma vez que na memória descritiva do projeto de arquitetura é omissa a informação relativa aos vãos envidraçados (informação mencionada apenas nas peças desenhadas), e dado, ainda, que não é especificada a constituição dos mesmos, sendo apenas referido o tipo de caixilharia (de madeira do tipo kâmbala), considera-se para a verificação dos requisitos térmicos, a existência de novos vãos envidraçados com a constituição mencionada no projeto de especialidade de térmica.

Quadro 4-10: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados, do edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Constituição do elemento
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes reforçadas termicamente)	Parede exterior simples, de 62 cm em alvenaria ordinária de granito, composta por (do interior para o exterior): 1) placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 3) alvenaria ordinária de granito com 55 cm de espessura; 4) reboco existente de cal com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Parede exterior simples, de 27,5 cm, de cor clara, com isolamento pelo exterior, composta por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 3) bloco de argila expandida com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	Pavimento térreo, constituído por (de cima para baixo): 1) betão afagado com 10 cm de espessura; 2) poliestireno extrudido (XPS) com 4 cm de espessura; 3) geotêxtil; 4) massame armado com 7 cm de espessura; 5) brita grossa com 20 cm de espessura; 6) solo compactado. ^{a)}
	PAV.2 – Pavimento da envolvente exterior	Pavimento da envolvente exterior, constituído por (de cima para baixo): 1) revestimento cerâmico; 2) betonilha com 10 cm de espessura; 3) laje aligeirada com 20 cm de espessura; 4) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 5) reboco delgado com 0,5 cm de espessura. ^{a)}
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	Cobertura inclinada, composta por revestimento em telha cerâmica do tipo canudo e por vigas de madeira lamelada colada. ^{b)}
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	Cobertura plana invertida, composta por (do exterior para o interior): 1) betonilha com 5 cm de espessura; 2) poliestireno extrudido (XPS) com 6 cm de espessura; 3) tela de impermeabilização; 4) betonilha com 7 cm de espessura; 5) laje aligeirada com 20 cm de espessura; 6) caixa-de-ar não ventilada com 30 cm; 7) gesso cartonado com 1,3 cm de espessura. ^{a)}
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	Ponte térmica plana, constituída por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura; 3) betão armado com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	Parede de separação para edifício adjacente, composta por (do interior para o exterior): 1) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura; 2) bloco de argila expandida com 20 cm de espessura; 3) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura. ^{a)}
	PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e a caixa de escadas)	Parede de separação entre espaços interiores não aquecidos e outras frações, composta por (do interior para o exterior): 1) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 1,5 cm de espessura; 2) tijolo cerâmico com 22 cm de espessura; 3) reboco com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PAV.3 – Pavimento entre frações (pavimentos preexistentes)	Pavimentos interiores constituídos por soalho de pinho, assente em estrutura de madeira. ^{b)}
<p>Observações:</p> <p>a) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO VII;</p> <p>b) A constituição específica dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.</p>		

Quadro 4-11: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados, do edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico - continuação

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Constituição do elemento
Vãos envidraçados	Ve.1 - Vão envidraçado (vãos envidraçados preexistentes inalterados)	Caixilharia em madeira com vidro simples. ^{b)}
	Ve.2 - Vão envidraçado (novos vãos envidraçados)	Envidraçado constituído por vidro duplo 5+16+4, incolor, caixilharia em alumínio de abrir (com rotura térmica), com proteção interior (cortina opaca de cor clara).
Observações: a) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO VII; b) A constituição específica dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.		

Importa mencionar que, por se tratar de um edifício muito antigo, na sua configuração original não se verifica a existência de qualquer isolante térmico. No entanto, o projeto de reabilitação do edifício contabiliza a implementação de medidas de reforço térmico.

No ANEXO VII encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos térmicos dos elementos acima referidos, de acordo com o REH e o RECS [21]. Os requisitos prendem-se com o comportamento térmico da envolvente, das suas pontes térmicas e dos vãos envidraçados.

Para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica (U) dos elementos recorreu-se à documentação do LNEC, concretamente aos dados do ITE 50 [54] e ITE 54 [55].

Uma vez que no projeto de análise de comportamento térmico a área total do edifício é considerada como zona térmica útil, não são admitidas trocas térmicas entre as diversas zonas que se encontram presentes no interior. No entanto, na verificação dos requisitos térmicos considera-se que os elementos a ter em conta são os confinantes com outras frações, nomeadamente as paredes de separação para edifícios adjacentes, as paredes de separação entre frações, as paredes confinantes com a caixa de escadas e, ainda os pavimentos interiores de separação da fração de comércio e da fração habitacional.

De referir que o pavimento disposto entre as frações de comércio e habitação (PAV.3) foi considerado, pela memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de térmica, como um elemento que mantém a constituição preexistente, em estrutura de madeira. Contudo, não é apresentada a verificação para o referido pavimento, uma vez que se desconhece a constituição específica do elemento.

Os resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos diversos elementos opacos do edifício, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-12. No Quadro 4-13 encontra-se apresentada a verificação térmica dos vãos envidraçados.

Quadro 4-12: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 2 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Coef. de Transmissão Térmica [W/m.°C]				Verificação	
		U	$U_{cor.}^{a)}$	$U_{ref.}$	$U_{máx.}$	$U \leq U_{máx.}$	$U \leq 2 \times U_{cor.}$
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes com reforço térmico)	0,33	–	0,40	1,60	OK	–
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	0,60	–	0,40	1,60	OK	–
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	0,41	–	0,45	–	– ^{c)}	–
	PAV.2 – Pavimento com envolvente exterior ^{d)}	0,65	–	0,35	1,00	OK	–
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	– ^{b)}	–	0,35	1,00	–	–
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	0,50	–	0,35	1,00	OK	–
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	0,69	0,45	–	1,60	OK	OK
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	0,50	–	0,80	2,00	OK	–
	PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e caixa de escadas)	1,93	–	0,80	2,00	OK	–
	PAV.3 – Pavimento entre frações (pavimentos preexistentes)	– ^{b)}	–	0,60	1,30	–	–

Observações:

a) Nas pontes térmicas planas, o $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;

b) O valor de U não se encontra apresentado, uma vez que se desconhece a constituição do elemento;

c) O pavimento térreo apresenta o valor de U inferior ao valor de referência;

d) O pavimento encontra-se localizado entre o piso térreo e o piso 1, sobre as escadas e zona de circulação que garantem o acesso ao interior do edifício (zona de acesso ao edifício através do logradouro).

Quadro 4-13: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 2 em estudo

Identificação do elemento	Coef. de transmissão térmica [W/m.°C]		Fator solar			Verificação	
	U	$U_{ref.}$	g_T	$g_{Tref.}$	$g_{Tmáx.}$	$U \leq U_{ref.}$	$g_T \leq g_{Tmáx.}$
Ve.1 – Vão envidraçado (Vãos preexistentes)	– ^{a)}	2,60	– ^{a)}	0,20	0,56	–	–
Ve.2 – Vão envidraçado (novos vãos envidraçados)	2,90	2,60	0,37	0,20	0,56	KO	OK

Observação:

a) Os valores de U e g_T não se encontram apresentados, uma vez que se desconhece a constituição específica do elemento.

De acordo com os resultados obtidos relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, conclui-se que:

- As paredes exteriores preexistentes, nas quais se procedeu ao reforço térmico, através da implementação de isolamento térmico pelo interior, verificam os requisitos propostos pela regulamentação. As novas paredes exteriores, nas quais se procedeu à implementação de isolamento térmico pelo exterior, verificam igualmente os referidos requisitos;
- O pavimento com envolvente exterior e a cobertura em terraço verificam os requisitos regulamentares. O pavimento térreo apresenta, ainda, o valor de U inferior ao valor recomendado, de referência;
- As pontes térmicas planas cumprem a regulamentação, o que se justifica pelo valor de U se apresentar abaixo dos valores regulamentares de referência.

Relativamente às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca interior, as paredes interiores de separação com o edifício adjacente e as paredes de separação entre frações e a caixa de escadas do edifício, cumprem com o disposto na regulamentação.

Por último, relativamente à verificação térmica dos novos vãos envidraçados, observa-se que os mesmos apresentam o valor de U superior ao valor de referência, evidenciando que se trata de um elemento com fraco desempenho térmico. No entanto, verifica-se que o fator solar do envidraçado cumpre com os requisitos dispostos na regulamentação, concluindo-se que a energia transmitida para o interior do edifício, através dos novos vãos envidraçados, é atenuada pelo tipo de constituição (proteção) dos referidos elementos.

4.3.3.7 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica

Como síntese crítica do apresentado pode referir-se que:

- Na cobertura em terraço, localizada no corpo voltado para o logradouro do lote, o isolamento térmico selecionado para colocação foi o XPS. O isolamento foi aplicado sobre a laje da cobertura (cobertura do tipo invertida).

Análise: Na cobertura em terraço, a escolha do isolamento do tipo XPS é considerada tecnicamente adequada. O mesmo é justificado, sobretudo, pelo facto de se tratar de um tipo de isolante com bom comportamento à ação da água, possuindo uma baixa absorção à água (isolante hidrófugo). As referidas características são consideradas bastante relevantes nas coberturas, uma vez que as mesmas se encontram mais expostas às ações atmosféricas exteriores.

- Na envolvente exterior do edifício, as paredes existentes em granito são reforçadas termicamente pelo interior.

Análise: A execução do reforço do isolamento térmico pelo interior não modifica o caráter nem o aspeto da envolvente exterior do edifício, revelando-se deste modo uma boa opção, apesar da desvantagem relativa à redução da área útil e inércia térmica (mais útil em edifícios habitacionais). É importante, ainda, salientar que a solução adotada para o reforço térmico reforça simultaneamente a fachada em termos acústicos.

- Na envolvente exterior do edifício, as novas paredes são constituídas por alvenaria de blocos de argila expandida, com isolamento térmico pelo exterior (ETICS).

Análise: A colocação de isolamento térmico pelo exterior, do tipo ETICS, revela-se uma boa solução sob o ponto de vista térmico, o que é justificado pela eliminação de pontes térmicas existentes.

Embora seja considerada uma solução térmica adequada, é preciso ter ciente que se trata de um sistema que descaracteriza o CHV, nomeadamente a aparência exterior. No entanto, uma vez que o sistema ETICS foi aplicado apenas no corpo voltado para o logradouro, considera-se que a caracterização construtiva do CHV não é comprometida.

- Os vãos envidraçados existentes, com vidro simples e em madeira, em bom estado de conservação, serão mantidos.

Análise: A manutenção dos vãos envidraçados em madeira que se encontram em bom estado de conservação, é considerada uma solução adequada, uma vez que de acordo com o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu [30], no centro histórico pretende-se a manutenção das características tradicionais, pelo que se deve privilegiar o uso dos materiais e técnicas tradicionais. No entanto, considera-se que apesar da solução de caixilharia ser a adequada, o tipo de vidro mencionado pelo projeto de especialidade de térmica, não é o mais apropriado, sendo fundamental a adaptação da caixilharia para um tipo de vidro com desempenho melhorado (vidro duplo). Em função do tipo de bite/perfil, o aumento da espessura do vidro pode, porém, não ser possível. Em alternativa, podia-se ter preconizado a conservação da caixilharia existente em simultâneo com a colocação de outra janela pelo interior.

Complementarmente, deveria ter-se optado pela instalação de uma calha de recolha de condensações (embora em madeira não seja fácil a respetiva execução).

- O projeto de especialidade de térmica considera que os novos vãos envidraçados, das várias zonas independentes, são constituídos por vidros duplos incolores (5+16+4mm), com caixilharia em alumínio, com rotura térmica e com classificação de permeabilidade ao ar de classe 4.

Análise: De acordo com o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu [29], no centro histórico pretende-se a manutenção das características tradicionais, pelo que se deve privilegiar o uso dos materiais e técnicas tradicionais. Apesar do desempenho

melhorado das novas caixilharias implementadas no edifício 2, é importante ter ciente que as caixilharias em alumínio contribuem para a descaracterização construtiva do CHV.

É importante referir que os novos vãos envidraçados, considerados pelo presente projeto, apresentam constituição díspar da mencionada nas peças desenhadas do projeto de arquitetura. Conclui-se, portanto, que na constituição dos novos vãos envidraçados não há coerência entre a informação disponibilizada dos projetos das duas especialidades referidas.⁵

4.3.3.8 Projeto de especialidade – Acústica

O projeto de execução da análise do condicionamento acústico do edifício 2 em estudo foi desenvolvido em março de 2014.

O projeto de reabilitação desenvolvido tem como objetivo assegurar a verificação dos limites regulamentares, tendo por base a legislação em vigor, nomeadamente o RGR [18] e o RRAE [19].

No Quadro 4-14 encontra-se apresentada a descrição das características dos elementos presentes no edifício 2 em estudo, que foram tidos em conta no estudo acústico. De referir que o pavimento preexistente disposto entre frações (PAV.3) foi considerado, pela memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de acústica, como elemento constituído por laje aligeirada de betão. No entanto, pelo projeto de arquitetura do edifício, verifica-se que o referido pavimento possui constituição díspar da mencionada, apresentando uma estrutura de madeira.

Uma vez que na memória descritiva e justificativa do projeto de arquitetura é apresentada a informação que o corpo principal do edifício se apresenta em excelente estado de conservação ao nível dos pavimentos, tetos, estrutura de madeira, revestimentos e carpintarias interiores, considera-se, para a verificação dos requisitos acústicos, a existência de pavimento entre frações com a constituição indicada pelo projeto de arquitetura. De referir, ainda, que de acordo com o Quadro 4-9 só é prevista a substituição do soalho (revestimento).

Por último, o novo pavimento entre frações (PAV.5), previsto executar no piso 3 do corpo principal do edifício (único pavimento do corpo principal no qual se encontra prevista a demolição e a sua reconstrução), foi igualmente considerado, pela memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de acústica, como elemento constituído por laje aligeirada de betão. No entanto, pelo projeto de arquitetura do edifício, verifica-se que o referido pavimento possui também uma constituição díspar da mencionada, apresentando uma estrutura de madeira. Deste modo, tal como no pavimento PAV.3, para a verificação dos requisitos acústicos do pavimento PAV.5, considera-se a existência de pavimento entre frações com a constituição indicada pelo projeto de arquitetura.

⁵ As informações disponibilizadas, para análise dos projetos de reabilitação dos casos de estudo da presente dissertação, não contemplaram o acesso às medições colocadas a concurso.

Quadro 4-14: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 2 em estudo que foram tidos em conta no estudo acústico

Identificação do elemento	Constituição do elemento
PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	Ver Quadro 4-10.
PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Ver Quadro 4-10.
PI.2 – Parede interior (parede de separação entre frações e a caixa de escadas)	Ver Quadro 4-10.
PAV.3 – Pavimento entre frações (pavimentos preexistentes)	Pavimentos interiores constituídos por soalho de pinho, assente em estrutura de madeira. ^{a)}
PAV.4 – Pavimento entre frações (novos pavimentos do corpo anexo do edifício principal)	Pavimento entre frações, constituído por (de cima para baixo): 1) mosaico cerâmico com 2,5 cm de espessura; 2) betonilha com 10 cm de espessura; 3) laje aligeirada com 21 cm de espessura; 4) caixa-de-ar com 11 cm de espessura; 5) poliestireno extrudido (XPS) com 4 cm de espessura; 6) placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura. ^{b)}
PAV.5 – Pavimento entre frações (novo pavimento do corpo principal do edifício - piso 3)	Pavimento interior constituído por soalho de pinho, assente em estrutura de madeira lamelada colada. ^{a)}
Observações: a) A constituição específica dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas; b) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO VIII.	

O piso térreo destina-se a comércio/serviços enquanto que os restantes pisos destinam-se a habitação, sendo que todas as frações possuem contacto, através de vãos envidraçados, com o exterior e com a zona comum de circulação (caixa de escadas).

De acordo com o RGR [18] e uma vez que o edifício está inserido numa zona com comércio, pode assumir-se que este encontra-se localizado em local classificado como zona mista, o que implica um rigor acrescido no cumprimento das verificações acústicas.

No ANEXO VIII encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos acústicos dos elementos mencionados no Quadro 4-14, de acordo com o RRAE [19].

Os resultados relativos às verificações dos requisitos acústicos dos elementos do edifício 2, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-15 a Quadro 4-18.

De mencionar que para os pavimentos preexistentes entre frações, bem como para o novo pavimento previsto para o piso 3 do corpo principal do edifício, não são apresentadas verificações, uma vez que se desconhece a constituição específica dos referidos elementos.

O isolamento a sons de percussão entre as frações assume, ainda, uma considerável relevância, não devendo ser descuidada a sua verificação, principalmente entre as frações de comércio e

habitação. Por último, refere-se que a constituição do pavimento térreo não contempla nenhuma solução resiliente acusticamente pelo que dificilmente verifica a legislação (verificação mais fiável somente experimentalmente).

Quadro 4-15: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 2 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$D_{2m,nT,w,min.}$ [dB]	Verificação
				$D_{2m,nT,w} \geq D_{2m,nT,w,min.}$
Ruído exterior (envolvente)	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	40,3	33	OK
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	35,5	33	OK

Quadro 4-16: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes interiores entre frações e caixa de escadas, do edifício 2 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{nT,w}$ [dB]	$D_{nT,w,min.}$ [dB]	Verificação
				$D_{nT,w} \geq D_{nT,w,min.}$
Entre locais de circulação comuns do edifício e quartos ou zonas de estar das frações	PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e caixa de escadas)	49,8	48	OK

Quadro 4-17: Síntese dos resultados relativos à verificação do índice de isolamento sonoro a sons aéreos dos novos pavimentos entre frações, do edifício 2 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{nT,w}$ [dB]	$D_{nT,w,min.}$ [dB]	Verificação
				$D_{nT,w} \geq D_{nT,w,min.}$
Entre uma fração e quartos ou zonas de estar das outras frações	PAV.4 – Pavimento entre frações (novos pavimentos)	58,4	50	OK

Quadro 4-18: Síntese dos resultados relativos à verificação do índice de isolamento sonoro a sons de percussão dos novos pavimentos entre frações, do edifício 2 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$L'_{nT,w}$ [dB]	$L'_{nT,w,máx}$ [dB]	Verificação
				$L'_{nT,w} \leq L'_{nT,w,máx.}$
Entre uma fração e quartos ou zonas de estar das outras frações	PAV.4 – Pavimento entre frações (novos pavimentos)	50	60	OK

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- As novas paredes exteriores e as preexistentes apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado bastante superior aos valores regulamentares (tanto para o caso da habitação como para o caso do comércio), cumprindo claramente os requisitos acústicos;
- As paredes interiores (paredes de separação entre frações e caixa de escadas) apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado superior ao valor regulamentar, cumprindo os requisitos acústicos. No entanto, os valores apresentam uma diferença reduzida;
- Relativamente aos sons aéreos, os novos pavimentos localizados entre frações apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado superior ao valor regulamentar, cumprindo os requisitos acústicos;
- Relativamente aos sons de percussão, os novos pavimentos localizados entre frações apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado inferior ao valor regulamentar, cumprindo os requisitos acústicos.

4.3.3.9 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica

Como síntese crítica das soluções apresentadas no ponto anterior, pode referir-se que:

- Os vãos envidraçados existentes, com vidro simples e em madeira, em bom estado de conservação, serão mantidos.

Análise: Considerando a necessidade de se manter as características tradicionais do CHV, a manutenção das caixilharias nos vãos envidraçados é aceitável. Porém, para os referidos vãos deveria ter sido prevista a sua adaptação, para vidro com maior desempenho acústico e térmico (por exemplo: vidro duplo ou laminado). Em função do tipo de bite/perfil, o aumento da espessura do vidro pode, porém, não ser possível. Em alternativa, podia-se ter preconizado a conservação da caixilharia existente em simultâneo com a colocação de outra janela pelo interior.

Uma vez que a envolvente exterior apresenta uma elevada massa, o isolamento sonoro é fundamentalmente influenciado pelos vãos envidraçados, pelo que se considera que devia ser tida especial atenção na seleção dos mesmos.

- Os novos vãos envidraçados, considerados pelo projeto de especialidade de térmica, são constituídos por caixilharia em alumínio, com vidros duplos incolores (5+16+4mm).

Análise: A implementação dos vãos envidraçados constituídos por caixilharias em alumínio, com vidro duplo, revela-se uma boa solução em termos acústicos. O mesmo é justificado pelo facto de o vidro duplo garantir um melhor desempenho relativamente aos sons aéreos provenientes do exterior, face aos vidros simples. A adoção de espessuras diferentes para os

2 panos de vidro também é benéfica (contribuindo para uma melhor atenuação das frequências críticas).

No entanto, importa mencionar que a seleção de um vidro laminado com película de polivinil butiral (PVB) teria contribuído para uma melhoria ainda mais significativa no isolamento acústico da envolvente exterior. O referido revela-se, portanto, numa solução de melhoria, possível de ser implementada numa futura intervenção.

- O projetista considerou que todos os pavimentos apresentavam a mesma solução construtiva. Segundo os projetos de arquitetura e estabilidade, verifica-se que os pavimentos de madeira do corpo principal do edifício, orientado para a rua direita, foram mantidos e restaurados. Por sua vez, para o pavimento do piso 3 (pavimento demolido) encontra-se prevista a colocação de nova estrutura em madeira lamelada colada e soalho.

Análise: Os pavimentos tradicionais em madeira dificilmente cumprem os requisitos regulamentares. No projeto acústico deveria ter sido, deste modo, incluído o estudo dos referidos pavimentos, com prescrição de medidas de melhoria, como por exemplo, a incorporação de materiais isolantes/resilientes, que ajudam no cumprimento das exigências de conforto e regulamentares atuais. O desrespeito é ainda mais gravoso nos elementos de separação entre comércio/serviços e habitação.

- Para os novos pavimentos do corpo anexo do edifício principal, encontra-se prevista a aplicação de isolamento do tipo XPS, sobre as placas de gesso cartonado.

Análise: A seleção do isolante do tipo XPS não se revela na escolha mais apropriada sob o ponto de vista acústico. Considera-se que, nos novos pavimentos, deveria ter sido utilizada lã mineral, uma vez que, face ao XPS, apresenta um desempenho acústico melhorado. Por outro lado, realça-se que a eficácia da solução em lajeta flutuante depende muito dos pormenores de execução, os quais são desconhecidos.

4.3.3.10 Projeto de especialidade – Ventilação

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de ventilação não foi aplicável no presente edifício em estudo. No entanto, importa mencionar que, no projeto de especialidade de térmica são conhecidos alguns dados que permitem o cálculo das renovações horárias (*Rph*), nomeadamente:

- O edifício encontra-se numa zona urbana do tipo A;
- É considerada uma rugosidade do tipo II;
- A caixilharia apresenta uma classificação de permeabilidade ao ar da classe 4;
- Verifica-se a inexistência de dispositivos de admissão de ar na fachada;
- Verifica-se a inexistência de aberturas autorreguladas;
- Verifica-se a existência de obstruções às fachadas;

- Verificam-se duas ou mais fachadas expostas;
- É considerada a ventilação natural para o cálculo das R_{ph} .

Com base nos dados acima apresentados, recorreu-se à folha de cálculo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), R_{ph} _ventilação [56], para a determinação dos caudais mínimos de ar novo, e das respetivas taxas de renovação de ar, no âmbito do REH e do RECS [21]. A ferramenta de cálculo R_{ph} _ventilação encontra-se citada no n.º 3 do ponto 12.1, do Despacho n.º 15793-K/2013 [57].

No ANEXO IX encontra-se apresentada a folha de cálculo referida, devidamente preenchida, para cada fração do edifício 2 em estudo.

De referir que a rugosidade do tipo II, considerada pelo projeto de especialidade de térmica, não se encontra de acordo com a localização referente ao edifício em estudo. De acordo com o Despacho n.º 15793-K/2013 [57], a rugosidade do tipo II deve ser considerada para edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural. Uma vez que o edifício 2 em estudo encontra-se situado no CHV, considera-se que o cálculo deve contemplar uma rugosidade do tipo I, que corresponde a edifícios situados no interior de uma zona urbana.

Considerando apenas a ventilação natural, com a aplicação da folha de cálculo do LNEC a cada fração do edifício, as taxas de renovação de ar estimadas obtidas são as apresentadas no Quadro 4-19.

Quadro 4-19: Síntese da verificação das taxas de renovação de ar das frações do edifício 2 em estudo

Identificação da fração	Tipo de utilização	$R_{ph_{estim.}}$ [h ⁻¹]	$R_{ph_{mín.reg.}}$ [h ⁻¹]	Verificação
				$R_{ph_{estim.}} \geq R_{ph_{mín.reg.}}$
Fração A	Comércio	2,13	0,60 ^{a)}	OK
Fração B	Habitação	0,30	0,40 ^{b)}	KO
Fração C	Habitação	0,00	0,40 ^{b)}	KO
Fração D	Habitação	0,32	0,40 ^{b)}	KO
Fração E	Habitação	0,00	0,40 ^{b)}	KO
Fração F	Habitação	0,13	0,40 ^{b)}	KO

Observações:

a) O valor de R_{ph} mínimo regulamentar foi obtido de acordo com a Portaria n.º 353-A/2013 [58], considerando o método analítico e prescritivo;

b) O valor de R_{ph} mínimo regulamentar, na estação de inverno, foi retirado da Portaria n.º 349-B/2013 [59].

Conforme apresentado no Quadro 4-19, observa-se que:

- Apenas a fração correspondente ao uso de comércio, cumpre com a verificação das taxas de renovação de ar, apresentando um valor de R_{ph} bastante superior ao valor mínimo regulamentar. O mesmo é justificado pelo facto de se considerar, na folha de cálculo do LNEC, a presença de porta semiaberta no acesso ao espaço comercial, o que permite a renovação constante de ar;
- As frações B e D, de uso habitacional, apresentam valores de R_{ph} insuficientes face ao valor mínimo regulamentar. Apesar de insuficientes, os valores encontram-se próximos do limite regulamentar, o que se deve ao facto das frações possuírem vãos envidraçados nas instalações sanitárias, possibilitando a contabilização da entrada de ar nos referidos compartimentos. De referir, ainda, que os vãos envidraçados considerados, segundo o projeto de especialidade de térmica, possuem uma classe de permeabilidade ao ar 4 e consideram a inexistência de caixas de estores. A consideração das características mencionadas favorece a obtenção de valores inferiores ao limite regulamentar;
- As restantes frações apresentam valores de R_{ph} bastante inferiores face ao valor mínimo regulamentar. O referido é justificado pelo facto de se considerarem vãos envidraçados com classe de permeabilidade ao ar 4 e a inexistência de caixas de estores nas frações, características que contribuem para a reduzida permeabilidade ao ar. A inexistência de vãos envidraçados nas instalações sanitárias das instalações sanitárias das frações contribui igualmente para a obtenção de valores inferiores ao regulamentar.

Face aos resultados obtidos, conclui-se, portanto, que existe a necessidade de se ponderar algumas medidas de melhoramento do sistema de ventilação existente nas frações com uso habitacional. Por forma a garantir uma adequada qualidade do ar interior aos ocupantes das frações e uma vez que as frações C, E e F sofreram grandes intervenções de reabilitação e as frações B e D foram alvo de nova construção, considera-se que a admissão e a exaustão de ar pode ser implementada, preferencialmente, através de um sistema de ventilação natural.

Tendo por base a folha de cálculo $R_{ph_ventilação}$ [56], observa-se que, por forma a fazer cumprir o valor mínimo regulamentar da taxa de renovação de ar, as soluções possíveis de implementar consideram os incrementos referidos no Quadro 4-20.

No ANEXO X encontram-se apresentadas as folhas de cálculo das frações do edifício 2, devidamente preenchidas com os incrementos mencionados no Quadro 4-20.

Quadro 4-20: Síntese da verificação das taxas de renovação de ar das frações do edifício 2 em estudo

Identificação da fração	Tipo de utilização	Propostas de melhoria a implementar	$R_{ph_{estim.}}$ [h ⁻¹]	$R_{ph_{mín.reg.}}$ [h ⁻¹]	Verificação
					$R_{ph_{estim.}} \geq R_{ph_{mín.reg.}}$
Fração B	Habitação	- Introdução de exaustão natural na instalação sanitária. ^{b)}	0,40	0,40 ^{a)}	OK
Fração C	Habitação	- Introdução de exaustão natural na instalação sanitária; - Introdução de grelhas de ventilação autorreguláveis nas paredes de fachada (área de abertura total de 500 cm ²). ^{b)}	0,42	0,40 ^{a)}	OK
Fração D	Habitação	- Introdução de grelhas de ventilação autorregulável em parede de fachada (área de abertura total de 100 cm ²). ^{b)}	0,42	0,40 ^{a)}	OK
Fração E	Habitação	- Introdução de exaustão natural na instalação sanitária; - Introdução de grelhas de ventilação autorreguláveis nas paredes de fachada (área de abertura total de 700 cm ²). ^{b)}	0,45	0,40 ^{a)}	OK
Fração F	Habitação	- Introdução de exaustão natural na instalação sanitária; - Introdução de grelhas de ventilação autorreguláveis nas paredes de fachada (área de abertura total de 500 cm ²). ^{b)}	0,40	0,40 ^{a)}	OK
Observações:					
a) O valor de R_{ph} mínimo regulamentar, na estação de inverno, foi retirado da Portaria n.º 349-B/2013 [59];					
b) Considerou-se uma solução corrente com conduta de exaustão de Ø110 ou Ø125 e grelha de exaustão com elevada perda de carga.					

Por último, importa referir que os projetos disponibilizados de arquitetura e de especialidades do edifício 2 em estudo não contemplam qualquer informação relativa à presença de sistemas mecânicos de admissão e extração de ar.

Como conclusão geral, salienta-se o facto de que embora a ventilação não fosse considerada aplicável ao edifício 2 em estudo, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise às renovações horárias, de modo a aproximá-las do valor regulamentar.

4.4 Edifício 3 – “Casa das Memórias”

4.4.1 Descrição do edifício e das situações preexistentes

O edifício 3 em estudo, designado por “Casa das Memórias”, encontra-se localizado na convergência da Rua Direita e Rua da Árvore, na antiga freguesia de Santa Maria.

O edifício, propriedade da CMV, encontra-se inserido na ZPSV e por consequente na ACRRU (Figura 4-15).



Figura 4-15: Identificação do edifício 3 em estudo (à direita encontra-se o edifício preexistente)

Com base no enquadramento histórico disponibilizado na memória descritiva e justificativa da especialidade de arquitetura, fornecida pela Viseu Novo, sabe-se que a edificação do imóvel em estudo ocorreu no século XV. O edifício 3 em estudo foi durante anos considerado por investigadores científicos como o local onde funcionava a sinagoga de Viseu. Mais tarde veio a verificar-se que esta suposição estava incorreta.

Como descrição da situação preexistente do edifício, pode-se referir que o edifício a reabilitar era constituído por dois corpos principais e um corpo na parte posterior.

Pelos diferentes materiais de construção encontrados no edifício, pode-se concluir que ao longo do tempo ocorreram várias intervenções no mesmo (por exemplo, os corpos principais são em alvenaria de granito e pavimento em madeira, enquanto que o corpo posterior é em alvenaria de tijolo cerâmico e lajes em betão armado).

Relativamente à constituição interna do edifício, o corpo principal voltado para a Rua Direita apresenta três pisos afetos e o corpo voltado para a Rua da Árvore apresenta dois pisos afetos.

As principais características da situação preexistente do edifício em estudo encontram-se de seguida apresentadas no Quadro 4-21.

Quadro 4-21: Principais características da situação preexistente do edifício 3

Principais características da situação preexistente do edifício		
Orientação das fachadas	Fachada Principal	Noroeste e sudoeste
	Fachada Posterior	Nordeste e sudeste
Áreas	Área bruta de construção	767 m ²
	Área de implantação	422 m ²
	Área de logradouro	160 m ²
Elementos construtivos preexistentes	Paredes exteriores	Alvenaria de pedra em granito e alvenaria em tijolo cerâmico
	Paredes interiores	Alvenaria de pedra em granito e paredes em tabique
	Pavimentos	Pavimento térreo sem informação e restantes pavimentos e vigamentos em madeira
	Escadas	Escadaria em granito
	Cobertura	Cobertura com estrutura em madeira ⁶ , com revestimento em telha cerâmica de canudo
	Vãos envidraçados	Caixilharia em madeira ⁶ com vidro simples
Estado global de conservação do edifício	A cobertura encontra-se em elevado estado de degradação. O Piso 2 foi alvo de um incêndio, pelo que não possui as necessárias condições de habitabilidade e estabilidade.	

4.4.2 Pretensões do Dono de Obra

Relativamente às pretensões do Dono de Obra na execução das obras de reabilitação, as mesmas têm como principal finalidade a recuperação e requalificação total do edifício, tendo em consideração a adaptação do uso do edifício para a sua dupla função: espaço museológico (museu de história da cidade) e sede do museu municipal. Existe, ainda, a necessidade de promover e regenerar a zona envolvente ao imóvel.

Para a correta alteração do uso do edifício, o Dono de Obra propõe:

- A recuperação e a requalificação do interior do edificado;

⁶ Na memória descritiva encontram-se omissas as referências ao tipo de madeira presente nos elementos.

- A recuperação e a requalificação das fachadas, da cobertura e das caixilharias;
- A implementação de infraestruturas, bem como a criação de um percurso expositivo contínuo e dinâmico, adequado ao funcionamento do espaço museológico.

Por último, o Dono de Obra pretende, sempre que possível, que as intervenções de recuperação e requalificação conservem e mantenham os elementos originais. Quando o mesmo não se verifica possível de se realizar, a ideia principal é proceder às respetivas substituições por elementos idênticos aos originais.

4.4.3 Análise dos projetos de reabilitação implementados

4.4.3.1 Projeto de Arquitetura

O projeto de arquitetura do edifício 3 foi desenvolvido em maio de 2011.

A solução proposta no projeto de arquitetura teve em especial atenção a reconversão do uso do edifício para a sua dupla função (espaço museológico e sede do museu municipal) e para execução da intervenção que se pretende ser discreta e reversível.

Resumidamente, e numa análise por fachada e por piso, o projeto apresentado pela arquitetura engloba nomeadamente, as propostas descritas no Quadro 4-22 e no Quadro 4-23.

Quadro 4-22: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura para o edifício 3

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Fachada Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição das caixilharias existentes (aplicação de caixilharia de madeira maciça do tipo kâmbala, com vidro duplo (6+8+4mm); • As alvenarias de pedra que se encontrem à vista serão alvo de limpeza, os rebocos serão picados e em alguns casos aplicados novamente e pintados.
Fachada Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição do corpo posterior, o qual possuía paredes em alvenaria em tijolo e lajes em betão armado. • Criação de novo volume, no qual se localizarão as comunicações verticais e as instalações sanitárias de apoio ao museu.
Piso 0	<ul style="list-style-type: none"> • Elevação da cota do pavimento em parte do edifício e execução de uma rampa, de modo a vencer a diferença de cotas presente no piso; • Criação de instalações sanitárias na parte posterior do edifício; • Introdução de plataforma elevatória na parte posterior do edifício; • Demolição de algumas paredes em tabique; • Criação de cafetaria, a qual deve funcionar em separado do museu; • Criação de instalações sanitárias independentes para apoio à cafetaria; • Restauro das carpintarias interiores: portas, portadas e tetos.

Quadro 4-23: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura para o edifício 3 - continuação

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Piso 1	<ul style="list-style-type: none"> • Abertura de dois vãos nas alvenarias de pedra de modo a criar um percurso expositivo contínuo e dinâmico; • Criação de uma rampa que permita a acessibilidade de pessoas com mobilidade condicionada em todo o percurso expositivo presente no piso; • Criação de instalação sanitária para pessoas com mobilidade condicionada; • Demolição de escadaria em madeira que permite o acesso ao piso 2 e criação de uma nova escadaria sobre a escadaria que liga o piso 0 ao 1 (a escadaria presente no edifício apresenta uma elevada inclinação); • Demolição de algumas paredes em tabique; • Restauro das carpintarias interiores: portas, portadas, pavimentos e tetos.
Piso 2	<ul style="list-style-type: none"> • O piso apresenta várias cotas de pavimento pelo que é proposto a manutenção da cota de pavimento dos compartimentos voltados para a Rua Direita e demolição dos restantes para que haja uma uniformização em relação à cota do pavimento (o piso foi alvo de um incêndio, pelo que não apresenta condições de habitabilidade e estabilidade); • Demolição de algumas paredes em tabique; • Restauro das carpintarias interiores: portas, portadas, pavimentos e tetos.
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição da cobertura e da respetiva estrutura em madeira, mantendo-se o desenho, material e sistema construtivo original. É proposta a utilização de telha canudo em toda a cobertura, bem como no beirado.

4.4.3.2 Projeto de especialidade – Estabilidade

O projeto de especialidade referente à estabilidade do edifício 3 em estudo foi desenvolvido em novembro de 2010.

A solução estrutural proposta para o edifício 3 em estudo teve em especial atenção as solicitações a que o mesmo se encontrará sujeito, considerando para tal a adaptação do uso do edifício para um espaço museológico.

Apresentam-se de seguida os pontos que a equipa projetista abordou na execução do projeto de estabilidade:

- É indicado que a superestrutura do edifício será constituída por elementos verticais e peças metálicas que suportam as cargas verticais transmitidas pelas lajes e as cargas horizontais sísmicas;
- As lajes de pavimento serão em madeira lamelada colada, com cantoneiras metálicas em todo o seu perímetro (ver Figura 4-16);
- A cobertura será integralmente nova, com asnas, vigas e ripas em madeira lamelada colada, encontrando-se previsto o tratamento de todas as peças colocadas;
- As novas escadarias serão executadas com perfis metálicos.

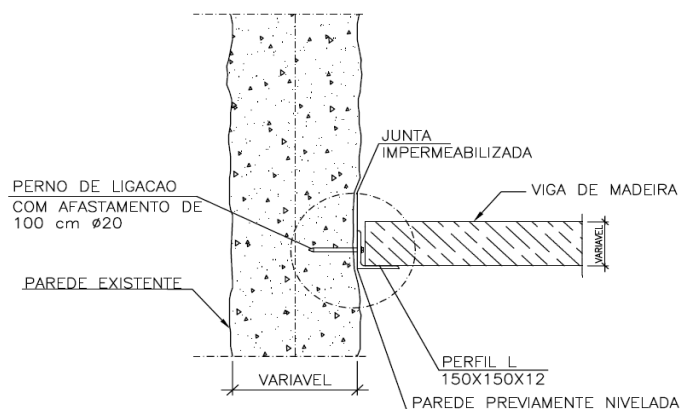


Figura 4-16: Pormenor de ligação dos pavimentos de madeira às paredes resistentes.

Na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de estabilidade é ainda mencionado que as superfícies metálicas serão devidamente protegidas, com a aplicação de primário anticorrosivo e de uma ou mais demãos de pintura intumescente, com pintura de acabamento compatível com a anterior.

4.4.3.3 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade

Após a análise da informação disponibilizada pelo projeto de especialidade de estabilidade do edifício 3 em estudo, conclui-se que o descrito é idêntico ao que consta presente no projeto de estabilidade do edifício 1. O referido pode dever-se ao facto do projetista ser o mesmo (pela informação disponibilizada, para os casos de estudo, os projetos de especialidade de estabilidade foram desenvolvidos por empresas diferentes, verificando-se, no entanto, que o projetista é o mesmo).

A análise crítica elaborada para o edifício 1 (ponto 4.2.3.3 da dissertação) aplica-se, deste modo, na generalidade, ao presente caso de estudo. No entanto, importa mencionar que não se verifica a aplicação de perfis metálicos de reforço dos pavimentos, sendo omissa, ainda, informação relativa ao tratamento das superfícies de madeira.

Como síntese crítica ao projeto de estabilidade do edifício 3, salienta-se, ainda, o seguinte ponto:

- Face ao elevado estado de degradação, os pavimentos preexistentes foram, na íntegra, substituídos por outros em madeira lamelada colada.

Análise: Face ao mencionado estado de degradação dos referidos pavimentos, considera-se que a decisão de substituição integral é a solução adequada para a segurança estrutural do edifício. Considera-se necessária, porém, a prévia verificação da capacidade resistente das paredes, a qual deve ser prevista em fase de estudo prévio (por exemplo, através da realização de ensaios de ensaios de macacos planos nas alvenarias de pedra), por forma a averiguar se as mesmas possuem capacidade para suportar as cargas dos pavimentos previstos ou se necessitam de ser reforçadas.

4.4.3.4 Projeto de especialidade – Acessibilidades

O projeto de especialidade referente às acessibilidades do edifício em estudo foi desenvolvido em maio de 2011.

Uma vez que se pretende reverter o edifício num espaço museológico, verifica-se necessário garantir o acesso autónomo a todos os cidadãos que desejem aceder ao interior do edifício, bem como à zona envolvente exterior.

O projeto das acessibilidades enquadra-se no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, sendo na memória descritiva e justificativa referidos com especial importância o ponto n.º 2 do artigo 3.º, bem como o ponto n.º 1 do artigo 10.º, os quais mencionam a isenção do cumprimento de algumas soluções construtivas, sem que lhes seja negada o licenciamento ou a autorização para a realização das obras de reabilitação.

Tal como já referido, o edifício 3 encontra-se inserido na ZPSV e conseqüentemente dentro da ACRRU, pelo que a preservação das características morfológicas, arquitetónicas e ambientais têm obrigatoriamente que ser preservadas, procurando no entanto, o arranjo de soluções que visem a melhoria das acessibilidades, tendo em conta as “*Normas Técnicas para a melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada*”.

Resumidamente, o projeto de acessibilidades apresenta, por piso, as seguintes propostas:

Piso 0

Para o piso 0, foram previstas duas entradas independentes, sendo uma para acesso ao espaço museológico e a outra para o acesso a uma cafetaria a instalar no edifício. Esta solução permite que o espaço museológico e a cafetaria possam funcionar com diferentes horários.

Ambas as entradas possuem soleiras sendo que as mudanças de nível são iguais ou inferiores a 2 cm em relação ao arruamento.

Verifica-se que o piso preexistente apresenta diversas cotas de pavimento, impedindo a circulação ao longo de todo o circuito. A solução passou pela regularização das cotas de pavimento e pela criação de uma rampa entre a receção e a sala “História da cidade 1”.

O acesso aos pisos superiores pode ser feito através da escada ou por um ascensor, com a respetiva dimensão de cabine: 1,64 m×1,44 m. A escada, por sua vez, tem as seguintes características:

- Largura útil igual a 1,20m;
- Os degraus possuem cobertores com 0,28m e um espelho com cerca de 0,18m;
- Os patins intermédios têm uma profundidade de 1,20m;
- Os degraus são dotados de faixas antiderrapantes encastradas junto aos focinhos;
- Guarda de escada com uma altura de 0,90m de altura desenvolvendo-se paralelamente ao piso e à inclinação da escada.

Piso 1

Verifica-se a presença de duas cotas de pavimento com uma diferença de 0,19 m. A diferença entre cotas é vencida com recurso à aplicação de uma rampa com uma inclinação de 8% entre as salas de exposição 4 e 5.

O referido piso dispõe de uma instalação sanitária adaptada a pessoas com mobilidade condicionada. A porta de acesso à instalação sanitária possui um sistema de abrir e uma largura de 0,80 m. Relativamente aos equipamentos sanitários, os mesmos são adequados ao uso por pessoas com mobilidade condicionada, sendo que a sanita possui barras de apoio e é acessível por um dos lados. O espaço sobrance após a colocação de todos os equipamentos permite ainda uma zona de manobra de 180°.

Piso 2

Todos os compartimentos deste piso encontram-se à mesma cota, pelo que o mesmo é totalmente acessível a pessoas com mobilidade condicionada.

4.4.3.5 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acessibilidades

Como síntese crítica das soluções implementadas no projeto de especialidade relativo às acessibilidades do edifício 3 em estudo, salientam-se os seguintes pontos:

- O acesso de pessoas com mobilidade condicionada à cafeteria não é garantido, embora na memória descritiva e no projeto de acessibilidades se encontre indicado e representado o seu cumprimento. A inconformidade deve-se à existência de soleira no vão de acesso à cafeteria com elevação claramente superior ao indicado em memória descritiva. Na Figura 4-17 e Figura 4-18 encontram-se apresentados elementos que corroboram o incumprimento da acessibilidade respetiva.

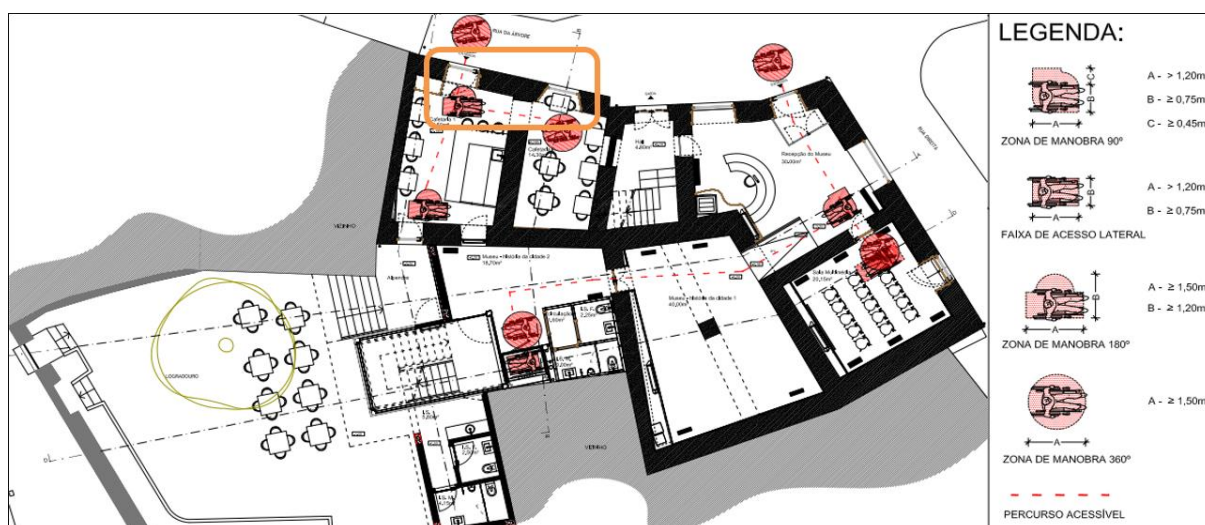


Figura 4-17: Planta de acessibilidades do piso 0 (A laranja encontra-se assinalado a porta de acesso à cafeteria e o vão envidraçado fixo)



Figura 4-18: Identificação da porta de acesso à cafeteria do edifício 3 em estudo

Análise: A solução deveria ter passado pela substituição da porta de acesso à cafeteria pela porta com vão envidraçado fixo, uma vez que esta apresenta uma soleira com uma altura muito menor. Verifica-se, ainda, que a referida anomalia de acessibilidade, transmitida da fase de projeto para a fase de execução, traduz-se numa ação com consequências negativas para a qualidade de vida da população afetada, uma vez que impossibilita o acesso ao espaço em questão.

- Não é garantido o acesso de pessoas com mobilidade condicionada ao logradouro no qual se encontra previsto a instalação de uma esplanada a ser explorada pela cafeteria. A diferença de cotas entre o logradouro e o alpendre é de 1,30 m.

Análise: Devido à existência de uma diferença de cotas considerável, entre o logradouro e o alpendre da cafeteria, deveria ter sido prevista a implementação de uma rampa disposta paralelamente ao edifício vizinho e à escada. A elevação da cota do logradouro através de aterro, poderia, ainda, traduzir-se numa medida complementar, minimizando os impactos gerados pela existência da referida rampa.

4.4.3.6 Projeto de especialidade – Térmica

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de térmica não foi aplicável ao presente edifício em estudo. Embora se verifique que na data de realização dos projetos de reabilitação existia regulamentação específica para o referido projeto de especialidade, nomeadamente o RCCTE [26], importa mencionar que no âmbito da aplicação da referida regulamentação excluem-se “as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências do regulamento e desde que essas incompatibilidades sejam devidamente justificadas e aceites pela entidade licenciadora”.

Apesar do projeto de especialidade de térmica não se apresentar aplicável no edifício 3 em estudo, optou-se pela realização da verificação dos requisitos térmicos, recorrendo à informação disposta no projeto de arquitetura.

No Quadro 4-24 encontra-se apresentada a descrição das características dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício em estudo.

Quadro 4-24: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 3 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Constituição do elemento
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes reforçadas termicamente)	Parede exterior simples, de 76 cm em alvenaria ordinária de granito, composta por (do exterior para o interior): 1) reboco existente com cal, com 2 cm de espessura; 2) alvenaria ordinária de granito com 70 cm de espessura; 3) poliestireno extrudido (XPS) com 4 cm de espessura; 4) placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura. ^{a)}
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Parede exterior simples, de 28,5 cm, de cor clara, com isolamento pelo exterior, composta por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura; 3) bloco de argila expandida com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	- ^{b)}
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	Cobertura inclinada, composta por revestimento em telha cerâmica do tipo canudo e por vigas de madeira lamelada colada. ^{b)}
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	- ^{b) c)}
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	Ponte térmica plana, constituída por (do exterior para o interior): 1) reboco delgado com 0,5 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 6 cm de espessura; 3) betão armado com 20 cm de espessura; 4) estuque projetado, fino ou de elevada dureza, com 2 cm de espessura. ^{a)}
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifícios adjacentes)	- ^{b)}
Vãos envidraçados	Ve.1 – Vãos envidraçados)	Caixilharia em madeira maciça de kâmbala, com vidro duplo (6+8+4 mm).
<p>Observações:</p> <p>a) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO XII.</p> <p>b) A constituição específica dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.</p> <p>c) Pelas peças desenhadas do projeto de arquitetura, é visível a presença de isolamento térmico na cobertura, embora a constituição específica do elemento seja desconhecida, uma vez que é omissa a informação sobre a mesma.</p>		

Importa mencionar que, por se tratar de um edifício muito antigo, na sua configuração original não se verifica a existência de qualquer isolante térmico. No entanto, de acordo com o projeto

de arquitetura do edifício, verifica-se que existe a implementação de medidas de reforço térmico, nomeadamente nas paredes exteriores e nas coberturas.

No ANEXO XII encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos térmicos dos elementos acima referidos, de acordo com o RCCTE [26]. Os requisitos prendem-se com o comportamento térmico da envolvente, das suas pontes térmicas e dos vãos envidraçados.

Para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica (U) dos elementos recorreu-se à documentação do LNEC, concretamente aos dados do ITE 50 [53] e ITE 54 [54].

Uma vez que no projeto de análise de comportamento térmico a área total do edifício é considerada como zona térmica útil, não são admitidas trocas térmicas entre as diversas zonas que se encontram presentes no interior. Assim sendo, os requisitos térmicos a considerar, relativos à envolvente interior, são apenas os elementos confinantes com outras frações, concretamente as paredes de separação com os edifícios adjacentes.

Os resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos diversos elementos opacos do edifício, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-25. No Quadro 4-26 encontra-se apresentada a verificação térmica dos vãos envidraçados.

Quadro 4-25: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 3 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Coef. de Transmissão Térmica [W/m.°C]				Verificação	
		U	$U_{cor.}^{a)}$	$U_{ref.}$	$U_{máx.}$	$U \leq U_{máx.}$	$U \leq 2 \times U_{cor.}$
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes com reforço térmico)	0,59	–	0,60	1,60	OK	–
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	0,46	–	0,60	1,60	OK	–
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	– ^{b)}	–	0,45	–	–	–
	COB.1 – Cobertura (cobertura inclinada)	– ^{b)}	–	0,45	1,00	–	–
	COB.2 – Cobertura (cobertura em terraço)	– ^{b)}	–	0,45	1,00	–	–
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	0,69	0,45	–	1,60	OK	OK
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	– ^{b)}	–	1,20	2,00	–	–
Observações:							
a) Nas pontes térmicas planas, o $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;							
b) O valor de U não se encontra apresentado, uma vez que se desconhece a constituição do elemento.							

Quadro 4-26: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 3 em estudo

Identificação do elemento	Coef. de transmissão térmica [W/m.°C]		Fator solar			Verificação	
	U	$U_{ref.}$	g_T	$g_{Tref.}$	$g_{Tmáx.}$	$U \leq U_{ref.}$	$g_T \leq g_{Tmáx.}$
Ve.1 – Vão envidraçado	2,80	3,30	0,37	0,20	0,56	OK	OK

De acordo com os resultados obtidos relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior e interior, conclui-se que os elementos analisados, nomeadamente as paredes exteriores e as pontes térmicas planas, cumprem com os requisitos regulamentares. O cumprimento dos requisitos regulamentares é justificado pelo reforço de isolamento térmico considerado.

Relativamente aos vãos envidraçados, verifica-se que os mesmos apresentam o valor de U inferior ao valor de referência, evidenciando que se trata de um elemento com boa eficiência térmica. Com os resultados apresentados observa-se, ainda, que o fator solar do envidraçado cumpre igualmente com os requisitos dispostos na regulamentação, concluindo-se que a energia transmitida para o interior do edifício é atenuada pelo tipo de constituição (proteção) do referido elemento.

4.4.3.7 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica

Como síntese crítica do apresentado pode referir-se que:

- Na envolvente exterior do edifício, as paredes existentes em granito são reforçadas termicamente pelo interior.

Análise: A execução do reforço do isolamento térmico pelo interior não modifica o carácter nem o aspeto da envolvente exterior do edifício, revelando-se deste modo uma boa opção, apesar da desvantagem relativa à redução da área útil e inércia térmica (mais útil em edifícios habitacionais). É importante, ainda, salientar que a solução adotada para o reforço térmico reforça simultaneamente a fachada em termos acústicos.

- Na envolvente exterior do edifício, a nova parede é constituída por alvenaria de blocos de argila expandida, com isolamento térmico pelo exterior (ETICS).

Análise: A colocação de isolamento térmico pelo exterior, do tipo ETICS, revela-se uma boa solução sob o ponto de vista térmico, o que é justificado pela eliminação de pontes térmicas existentes.

Embora seja considerada uma solução térmica adequada, é preciso ter ciente que se trata de um sistema que descaracteriza o CHV. No entanto, uma vez que o sistema ETICS foi aplicado apenas no corpo voltado para o logradouro, considera-se que a caracterização construtiva do CHV não é comprometida.

- Os vãos envidraçados do edifício, previstos pelo projeto de arquitetura, são constituídos por caixilharia de madeira maciça do tipo kâmbala, com vidro duplo (6+8+4mm).

Análise: De acordo com o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu [30], no CHV pretende-se a manutenção das características tradicionais, pelo que se deve privilegiar o uso dos materiais e técnicas tradicionais. Pelo referido, a seleção do tipo de caixilharia (em madeira) é uma boa solução. Sob o ponto de vista térmico, a aplicação da referida caixilharia, com o tipo de vidro duplo, traduz-se igualmente numa boa solução.

No entanto, em termos de sustentabilidade ambiental, a escolha da madeira do tipo kâmbala não se revela adequada. Por forma a garantir o cumprimento dos requisitos de sustentabilidade, conclui-se que se deve optar, sempre que possível, pela escolha de materiais provenientes da região ou das regiões limítrofes, reduzindo os impactos ambientais e os custos de operação.

Como conclusão geral, salienta-se o facto de que embora o RCCTE [26] não fosse considerado aplicável ao edifício 3 em estudo, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise aos coeficientes de transmissão térmica e fator solar, de modo a aproximá-los dos valores regulamentares.

4.4.3.8 Projeto de especialidade – Acústica

O projeto de execução da análise do condicionamento acústico do edifício 3 em estudo foi desenvolvido em novembro de 2010.

O projeto de reabilitação desenvolvido tem como objetivo assegurar a verificação dos limites regulamentares, tendo por base a legislação em vigor, nomeadamente o RGR [18] e o RRAE [19].

No Quadro 4-27 encontra-se apresentada a descrição das características dos elementos presentes no edifício 3 em estudo que foram tidos em conta no estudo acústico.

Quadro 4-27: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 3 em estudo que foram tidos em conta no estudo acústico

Identificação do elemento	Constituição do elemento
PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	Ver Quadro 4-24.
PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Ver Quadro 4-24.
PI.1 – Parede interior	Paredes interiores em alvenaria de granito. ^{a)}
PI.2 – Parede interior (novas paredes)	Paredes interiores em gesso cartonado com isolamento acústico. ^{a)}
PAV.2 – Pavimentos interiores	Pavimentos em soalho de madeira maciça. ^{a)}
<p>Observação:</p> <p>a) A constituição específica dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.</p>	

O piso térreo e o piso 1 do edifício 3 destinam-se a espaço museológico, enquanto que o piso 2 destina-se a sede do museu municipal, sendo que todos os pisos possuem contacto, através de vãos envidraçados, com o exterior. Importa, ainda, mencionar que no piso térreo encontra-se presente atualmente uma cafetaria.

De acordo com o RGR [18], o edifício encontra-se localizado em local classificado como zona mista, o que implica um rigor acrescido no cumprimento das verificações acústicas.

No ANEXO XIII encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos acústicos dos elementos mencionados no Quadro 4-27, de acordo com o RRAE [19].

Os resultados relativos às verificações dos requisitos acústicos dos elementos do edifício 3, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-28.

De mencionar que para as paredes e pavimentos interiores não é apresentada qualquer verificação, uma vez que se desconhece a constituição específica dos referidos elementos. Na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de acústica observa-se, ainda, que apenas foi realizada a verificação acústica aos sons aéreos das paredes exteriores.

O isolamento a sons de percussão entre as frações assume, ainda, uma considerável relevância, não devendo ser descuidada a sua verificação. Por último, menciona-se que a constituição do pavimento térreo não contempla nenhuma solução resiliente acusticamente pelo que dificilmente verifica a legislação (verificação mais fiável somente experimentalmente).

Quadro 4-28: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 3 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$D_{2m,nT,w,min.}^{a)}$ [dB]	Verificação
				$D_{2m,nT,w} \geq D_{2m,nT,w,min.}$
Ruído exterior (envolvente)	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	40,3	33	OK
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	44,5	33	OK
Observação: a) Uma vez que no RRAE [19] não se encontra especificado o valor do índice de isolamento sonoro regulamentar para espaços museológicos, considerou-se o valor indicado para escolas.				

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que as novas paredes exteriores e as preexistentes apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado bastante superior ao valor regulamentar, cumprindo claramente os requisitos acústicos.

4.4.3.9 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica

Como síntese crítica das soluções apresentadas no ponto anterior, pode referir-se que:

- A envolvente vertical exterior é constituída pelas paredes exteriores e pelos vãos envidraçados. As paredes exteriores são constituídas por alvenaria de granito, com espessura média de 70 cm, possuindo isolamento, pelo interior, nomeadamente XPS (com 4 cm de espessura), e gesso cartonado. Os vãos envidraçados são, por sua vez, constituídos por caixilharia em madeira do tipo kâmbala, com vidro duplo 6+8+4mm.

Análise: Uma vez que a envolvente exterior apresenta uma elevada massa, o isolamento sonoro é fundamentalmente influenciado pelos vãos envidraçados, pelo que se considera que devia ser tida especial atenção na seleção dos mesmos. Pelos resultados apresentados, observa-se que os vãos envidraçados são considerados adequados. A adoção de espessuras diferentes para os 2 panos de vidro também é benéfica (contribuindo para uma melhor atenuação das frequências críticas).

- No projeto de especialidade de acústica apenas foram consideradas as paredes exteriores na verificação dos requisitos regulamentares.

Análise: No presente edifício em estudo, a análise da verificação dos requisitos acústicos deve contemplar os elementos interiores confinantes com o piso 2 (piso da sede do museu municipal) e com a cafetaria disposta no piso térreo. Considera-se que a verificação acústica nos referidos elementos é fundamental, uma vez que se tratam de espaços, presentes no mesmo edifício, com diferentes utilizações.

4.4.3.10 Projeto de especialidade – Ventilação

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de ventilação não foi aplicável no presente edifício em estudo. No entanto, para a determinação do cálculo das renovações horárias recorreu-se ao projeto de arquitetura e a algumas considerações, nomeadamente:

- O edifício encontra-se na região A;
- É considerada uma rugosidade do tipo I;
- O edifício possui uma altura acima do solo inferior a 10 m;
- Considera-se as caixilharias sem classificação, uma vez que é desconhecida a classificação das mesmas;
- Considera-se a inexistência de dispositivos de admissão de ar na fachada;
- Considera-se a inexistência de aberturas autorreguladas;
- Verifica-se a inexistência de caixas de estore;
- Verifica-se que a área envidraçada é inferior a 15% da área útil de pavimento;
- É considerada apenas a ventilação natural para o cálculo das R_{ph} .

Segundo, ainda, as peças escritas do projeto de arquitetura do edifício 3, sabe-se que:

- As instalações sanitárias terão sistemas mecânicos de exaustão de ar, de forma a melhorar as suas condições ambientais;
- A compensação do ar extraído será feita através do recuperador de calor e pela abertura e fecho das portas;
- Prevê-se a instalação de sistemas de ar condicionado para o aquecimento e arrefecimento dos compartimentos.

Com base nos dados acima apresentados, recorreu-se à folha de cálculo mencionada na regulamentação, nomeadamente no RCCTE [26], designada de “FC IV.1d – Perdas associadas à renovação de ar”, para a determinação da taxa de renovação de ar, no âmbito do RCCTE [26].

No ANEXO XIV encontra-se presente a folha de cálculo referida, devidamente preenchida com os dados relativos ao edifício 3 em estudo.

Para o edifício em estudo, uma vez que não são conhecidos os dados relativos a sistemas mecânicos, apenas foi considerada a ventilação natural. Com a aplicação da metodologia proposta pelo RCCTE [26], a taxa de renovação de ar obtida é de $0,90 \text{ h}^{-1}$, a qual se encontra acima do valor mínimo regulamentar, de valor igual a $0,60 \text{ h}^{-1}$.

Face aos resultados obtidos, conclui-se, portanto, que não existe a necessidade de se ponderar medidas de melhoramento do sistema de ventilação existente. De realçar, ainda, que, de acordo com o mencionado no projeto de arquitetura, encontra-se prevista a implementação de sistemas mecânicos de ventilação e aquecimento nos diversos compartimentos, permitindo assegurar, deste modo, uma adequada qualidade do ar interior, bem como o conforto dos ocupantes.

Como conclusão geral, salienta-se o facto de que, embora a ventilação não fosse considerada aplicável ao edifício 3 em estudo, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise às renovações horárias, de modo a aproximá-las do valor regulamentar.

4.5 Edifício 4 – “Rua da Prebenda”

4.5.1 Descrição do edifício e das situações preexistentes

O edifício 4 em estudo, designado por “Rua da Prebenda”, encontra-se localizado na antiga freguesia de Santa Maria.

O edifício, propriedade da CMV, encontra-se inserido no limite à ZPSV e por consequente na ACRRU (Figura 4-19).



Figura 4-19: Identificação do edifício 4 em estudo (na imagem da direita encontra-se o edifício preexistente)

Como descrição da situação preexistente do edifício, pode-se referir que as obras de reabilitação permitiram colocar a descoberto um conjunto muito importante de estruturas arqueológicas da época romana que obrigaram à reformulação do projeto de arquitetura, no sentido de se preservar *in-situ* os vestígios arqueológicos de acordo com as orientações da Direção Regional de Cultura do Centro (DRCC).

O edifício preexistente apresenta, em planta, uma configuração retangular composta por dois pisos (piso térreo e piso 1).

As principais características da situação preexistente do edifício em estudo encontram-se apresentadas no Quadro 4-29.

Quadro 4-29: Principais características da situação preexistente do edifício 4

Principais características da situação preexistente do edifício		
Orientação das fachadas	Fachada Principal	Oeste
	Fachada Posterior	Este
Áreas	Área bruta de construção	985,50 m ² a)
	Área de implantação	328,50 m ² a)
	Área de logradouro	104,60 m ² a)
	Área de terraço	14,75 m ² a)
Elementos construtivos existentes	Paredes exteriores	Alvenaria de pedra em granito
	Paredes interiores	Alvenaria de pedra em granito, alvenaria de tijolo cerâmico e paredes em tabique
	Pavimentos	Pavimento térreo em pedra de granito e restantes pavimentos e vigamentos em madeira
	Escadas	Escadaria em madeira
	Cobertura	Cobertura com estrutura em madeira, com revestimento em telha cerâmica do tipo canudo
	Vãos envidraçados	Caixilharia de dois tipos: em madeira ou metal, com vidro simples
Estado global de conservação do edifício	A situação preexistente configurava um elevado estado de degradação, com zonas já em ruína, não sendo viável, técnica e economicamente, o seu restauro.	
Observação: a) As áreas apresentadas são aproximadas, uma vez que foram medidas através do projeto de arquitetura do edifício.		

4.5.2 Pretensões do Dono de Obra

Relativamente às pretensões do Dono de Obra na execução das obras de reabilitação, as mesmas têm como principal finalidade a recuperação e requalificação total do edifício, dotando-o das necessárias condições de habitabilidade e funcionalidade, permitindo a adaptação de duas funcionalidades distintas: acolher os serviços da Associação da Hotelaria, Restauração e Similares de Portugal (AHRESP) e acolher frações de habitação.

Para a correta alteração do uso do edifício, o Dono de Obra propõe:

- A recuperação e a requalificação do interior do edificado;
- A recuperação e a requalificação das fachadas;
- Substituição das caixilharias (com pontual alteração dos desenhos);
- Redesenho e substituição da cobertura;
- A implementação de infraestruturas, necessárias ao correto funcionamento e de habitabilidade.

Por último, o Dono de Obra pretende que as intervenções de recuperação e requalificação tenham em conta as características gerais da malha urbana onde se insere o imóvel, ou seja, a zona histórica da cidade, procurando que o edifício se integre de forma harmoniosa no seu conjunto.

4.5.3 Análise dos projetos de reabilitação implementados

4.5.3.1 Projeto de Arquitetura

O projeto de arquitetura do edifício 4 foi desenvolvido em novembro de 2008.

A solução proposta no projeto de arquitetura pretendeu garantir as necessárias condições de habitabilidade e funcionalidade, preservando e recuperando as fachadas exteriores na sua globalidade, criando uma nova estrutura em betão armado (Figura 4-20 e Figura 4-21).

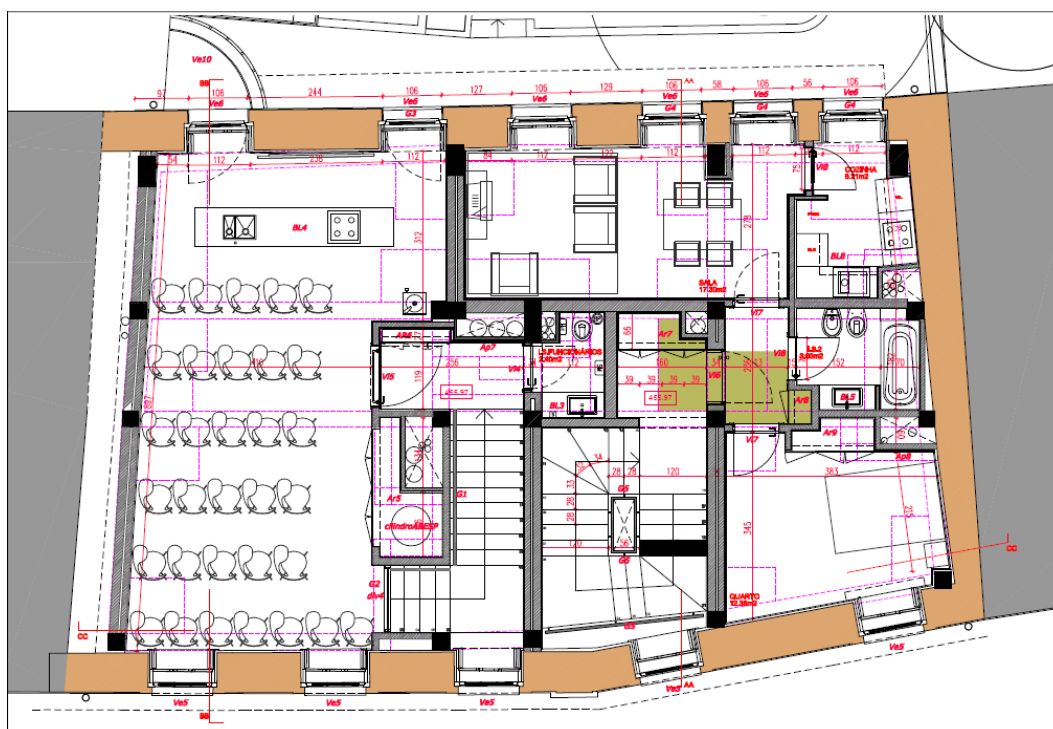


Figura 4-20: Planta do piso 1 do edifício 4 em estudo, proposta pela arquitetura

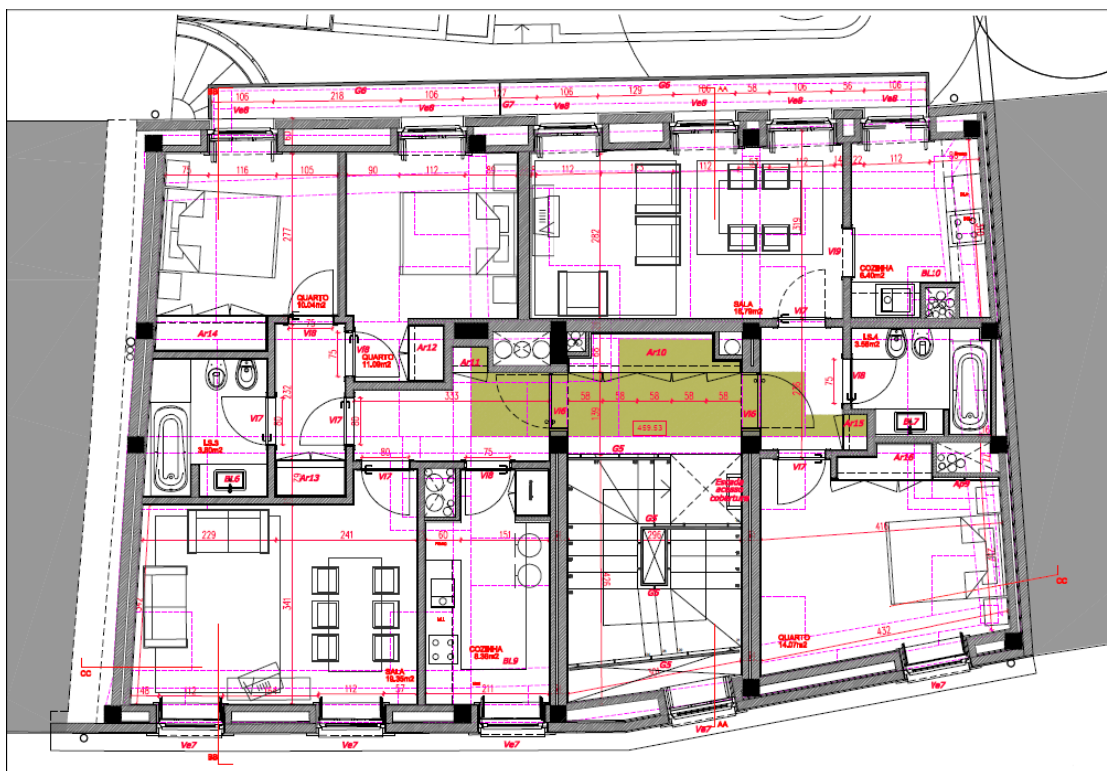


Figura 4-21: Planta do piso 2 do edifício 4 em estudo, proposta pela arquitetura

No ANEXO XV encontram-se apresentadas as peças desenhadas mais relevantes propostas pela arquitetura para o edifício 4 em estudo.

Resumidamente, e numa análise por fachada e por piso, o projeto apresentado pela arquitetura engloba, nomeadamente, as seguintes propostas descritas no Quadro 4-30.

Quadro 4-30: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 4 em estudo

Propostas descritas no projeto de arquitetura	
Fachada Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza das cantarias; • Substituição das caixilharias existentes por novas em madeira de câmbala com vidro duplo; • Novas portas de acesso ao edifício em madeira de câmbala; • Aumento de cêrcea permitindo a criação de um novo piso e o alinhamento entre os planos de fachada contíguos ao edifício (no novo piso os vãos envidraçados possuirão molduras perimetrais em placagem de granito, com acabamento idêntico ao das restantes cantarias); • Picagem de reboco existente e execução de novo reboco hidrófugo à base de cal, seguido de pintura à cor existente, também esta à base de cal.

Quadro 4-31: Extrato das propostas descritas no projeto de arquitetura do edifício 4 em estudo - continuação

	Propostas descritas no projeto de arquitetura
Fachada Posterior	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza das cantarias; • Manutenção de guardas metálicas existentes, decapando-as e pintando-as à cor sangue de boi (RAL 3004); • Picagem de reboco existente e execução de novo reboco hidrófugo à base de cal, seguido de pintura à cor existente, também esta à base de cal; • Substituição das caixilharias existentes por novas em madeira de kâmbala com vidro duplo; • Reposição de portas que foram transformadas em janelas (percetível pelo tipo de pedra dos peitoris, principalmente pelo interior); • Aumento de cércea permitindo a criação de um novo piso e o alinhamento entre os planos de fachada contíguos ao edifício (no novo piso os vãos envidraçados possuirão molduras perimetrais em placagem de granito, com acabamento idêntico ao das restantes cantarias).
Acessos verticais	<ul style="list-style-type: none"> • Demolição das escadas existentes; • Criação de duas novas escadas independentes (uma para a AHRESP aceder à sala de formação e a segunda para garantir o acesso às frações habitacionais).
Alvenarias	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção das alvenarias exteriores em granito; • Limpeza das alvenarias com pedra à vista e picagem de rebocos (em alguns casos os rebocos poderão ser novamente aplicados); • Demolição das paredes interiores em granito, tijolo cerâmico e em tabique; • Execução de novas paredes interiores em tijolo cerâmico e em gesso cartonado; • No novo piso, as alvenarias exteriores serão constituídas por dois panos de tijolo cerâmico de 15 e 11 cm, com isolamento térmico de 4 cm e caixa-de-ar.
Pavimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Os pavimentos serão demolidos e serão construídos novos pavimentos em lajes fungiformes aligeiradas; • No pavimento térreo, proceder-se-á a escavações para a execução de novas fundações; ^{a)} <p>Nota: Após as escavações, alterou-se o projeto para permitir a visualização do existente. Deste modo, o pavimento térreo apresenta duas constituições: na zona dos vestígios arqueológicos o pavimento é em vidro e no restante é constituído por laje aligeirada.</p>
Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de nova cobertura em betão armado sendo que as lajes da mesma são pré-esforçadas.
<p>Observação:</p> <p>a) Aquando da realização de escavações foram descobertos inúmeros vestígios arqueológicos que levaram à revisão do projeto de reabilitação, no sentido de preservar o encontrado.</p>	

4.5.3.2 Projeto de especialidade – Estabilidade

O projeto de especialidade referente à estabilidade do edifício 4 em estudo foi desenvolvido em julho de 2008.

A solução estrutural proposta para o edifício 4 em estudo teve em consideração o aspeto estético e funcional, procurando-se conseguir uma solução viável e económica, dentro dos limites de segurança regulamentares.

De seguida, apresentam-se os pontos genéricos que a equipa projetista incluiu no projeto de especialidade de estabilidade:

- A solução estrutural proposta consistiu na execução de uma nova estrutura reticulada tridimensional, em betão armado, compreendendo vigas e pilares, estando solidarizada ao nível dos pisos por lajes fungiformes aligeiradas;
- Execução de um novo piso, com intuito de proceder ao alinhamento da cércea com o edifício adjacente;
- As paredes exteriores preexistentes, em alvenaria de granito, serão mantidas;
- A cobertura será integralmente nova, executada em betão armado;
- As escadarias serão integralmente novas, executadas em betão armado.

De acordo com a informação disponibilizada, para o escoramento das paredes exteriores, encontra-se previsto o fecho de todos os vãos da envolvente exterior (com exceção do vão de entrada), com alvenaria de tijolo cerâmico. Posteriormente, serão fixos os perfis metálicos da estrutura metálica de sustentação das paredes exteriores.

Após o escoramento das paredes exteriores, é mencionado o posterior estudo de avaliação/reconhecimento das paredes bem como das fundações das paredes exteriores existentes, prevendo-se o estudo de eventuais injeções de calda a executar para recalçamento de fundações.

4.5.3.3 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Estabilidade

Na realização de uma intervenção de reabilitação num edifício antigo é fundamental assegurar a sua segurança estrutural, adequada à utilização do mesmo. Deste modo, face às características atuais, os edifícios antigos carecem de intervenções de reforço estrutural.

No presente edifício em estudo, face ao elevado estado de degradação presente, foi decidido manter apenas as paredes exteriores do edifício, sendo reconstruindo todo o seu interior com estrutura de betão armado.

Como síntese crítica do projeto de especialidade relativo à estabilidade do edifício 4 em estudo, salientam-se os seguintes pontos:

- O escoramento das paredes exteriores assume um papel fundamental para preservar a integridade dos elementos e a segurança estrutural. O estudo de avaliação/reconhecimento das paredes exteriores, bem como das fundações existentes, assume igualmente um papel crucial na garantia da segurança estrutural.

Análise: A demolição do interior do edificado obriga à tomada de cuidados especiais quando se pretendem manter as envolventes exteriores preexistentes. Pelo referido, é importante garantir o adequado escoramento das paredes e, posteriormente, o estudo da capacidade resistente das paredes e fundações, como realizado no edifício 4 em estudo.

De realçar que a introdução de nova estrutura interior obriga a que as paredes exteriores e as fundações apresentem um bom estado de conservação, devendo ser previsto o reforço das mesmas quando não se apresentem adequadas (por exemplo, através da aplicação de reboco armado nas paredes exteriores e da injeção de caldas para consolidação das paredes e fundações).

- Visto a reabilitação do edifício possuir uma estrutura de betão armado, na face interior das paredes exteriores de granito é necessário garantir uma correta ligação entre os elementos.

Análise: No projeto de estabilidade é omissa a informação da ligação dos elementos de betão às paredes exteriores do edifício. O mesmo revela-se bastante importante para assegurar a adequada estabilidade do edifício, principalmente em caso de sismo, onde as paredes são solicitadas horizontalmente como elementos laminares verticais, dotados de elevada massa. Desta forma, existe a possibilidade de ocorrerem despreendimentos, pelo que é essencial ligar a estrutura de betão armado às alvenarias e empenas exteriores, recorrendo à implementação de conectores metálicos.

- A execução de nova cobertura, com estrutura em betão armado, conduz ao incremento significativo de cargas na estrutura (paredes exteriores).

Análise: A reconstrução da cobertura do edifício em estudo, com estrutura em betão armado traduz-se numa solução pesada de adotar, que conduz ao incremento significativo de cargas na estrutura (paredes exteriores). Sob o ponto de vista estrutural, uma vez que se encontra prevista uma estrutura “independente” em betão armado para todo o edifício, considera-se, no entanto, que não resultarão problemas significativos.

4.5.3.4 Projeto de especialidade – Acessibilidades

De acordo com a documentação fornecida pela Viseu Novo, o projeto de especialidade das acessibilidades não foi aplicável ao presente edifício em estudo.

Face à elevada idade que o edifício 4 apresenta, de acordo com o Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, nomeadamente no ponto 1 do artigo 10.º, “o cumprimento das normas técnicas de acessibilidade constantes do anexo ao presente decreto-lei não é exigível quando as obras necessárias à sua execução sejam desproporcionadamente difíceis, requeiram a aplicação de

meios económico financeiros desproporcionados ou não disponíveis, ou ainda quando afetem sensivelmente o património cultural ou histórico, cujas características morfológicas, arquitetónicas e ambientais se pretende preservar”.

Apesar do projeto de especialidade de acessibilidades se revelar não aplicável ao presente edifício em estudo, importa mencionar que no projeto de arquitetura constam soluções que se traduzem favoráveis para as pessoas com mobilidade condicionada, nomeadamente:

- A rua adjacente ao edifício e a cota de soleira permitem o fácil acesso ao edifício;
- As zonas de circulação no interior do piso 0 (piso de serviços) possuem uma largura considerável, verificando-se ainda, em diversas zonas, a possibilidade de se proceder a manobras de 360°;
- O piso 0 (piso de serviços) possui uma instalação sanitária que se encontra devidamente equipada e com dimensões consideráveis para o uso de pessoas com mobilidade condicionada.

Pelo descrito atrás, salienta-se que o acesso de pessoas com mobilidade condicionada é garantido ao piso da fração de serviços. No entanto, com os dados fornecidos, não é possível perceber se é garantido o acesso ao auditório/sala de formação (piso 1) e às restantes frações habitacionais (piso 1 e piso 2).

Embora o edifício 4 se encontre dispensado do cumprimento do regime legal das acessibilidades, é importante garantir o acesso a pessoas com mobilidade condicionada, principalmente à fração de serviços. Uma vez que não se verifica a presença de ascensor no edifício em estudo, o acesso ao auditório/sala de formação, presente no piso 1, só poderá ser conseguido através da colocação de uma plataforma elevatória rebatível sobre a escada (escada com uma largura de 1,20 m).

Pela análise das peças desenhadas de arquitetura, verifica-se, igualmente, que o acesso às frações habitacionais apenas pode ser realizado com recurso a plataforma elevatória rebatível sobre a escada.

Conclui-se que a aplicação de plataformas elevatórias assume, portanto, um carácter fundamental, uma vez que garante o acesso às diversas frações do edifício 4, por parte das pessoas com mobilidade condicionada.

4.5.3.5 Projeto de especialidade – Térmica

O projeto de execução da análise do comportamento térmico do edifício 4 em estudo foi desenvolvido em setembro de 2008.

O projeto de especialidade desenvolvido tem como objetivo assegurar as exigências mínimas de conforto térmico no interior do edifício necessárias para a verificação do comportamento térmico do edifício.

No Quadro 4-32 encontra-se apresentada a descrição das características dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 4 em estudo.

Quadro 4-32: Descrição da constituição dos diversos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior, interior e aos vãos envidraçados do edifício 4 em estudo que foram tidos em conta no estudo térmico

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Constituição do elemento
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes reforçadas termicamente)	Parede exterior simples em alvenaria ordinária de granito, composta por (do interior para o exterior): 1) placa de gesso cartonado com 1,3 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 3) alvenaria ordinária de granito com 70 cm de espessura; 4) reboco existente de cal com 2 cm de espessura. ^{a)}
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Parede exterior de alvenaria dupla composta por (do exterior para o interior): 1) reboco hidrófugo; 2) tijolo cerâmico com 15 cm de espessura; 3) caixa-de-ar; 4) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 5) tijolo cerâmico com 11 cm de espessura; 6) reboco. ^{a), b)}
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	Pavimento térreo, constituído por enrocamento e massame armado. ^{b)}
	PAV.2 – Pavimento (pavimento térreo)	Pavimento no piso térreo constituído unicamente por vidro de espessura desconhecida (zona dos vestígios arqueológicos). ^{b)}
	PAV.3 – Pavimento (Laje de esteira)	Pavimento da laje de esteira constituído por betonilha afagada com pendente de 1%, impermeabilizada com sistema homologado de dupla tela e isolamento sobre laje aligeirada. ^{b)} O desvão é acessível/não útil.
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	Parede de separação para edifício adjacente, composta por (do exterior para o interior): 1) tijolo cerâmico com 15 cm de espessura; 2) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 3) tijolo cerâmico com 11 cm de espessura; 4) estuque projetado / reboco. ^{a)}
	PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e a caixa de escadas)	Parede de separação entre espaços interiores não aquecidos e outras frações, composta por (do interior da zona útil para o exterior): 1) estuque projetado / reboco; 2) tijolo cerâmico com 15 cm de espessura; 3) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 4) tijolo cerâmico com 11 cm de espessura; 5) estuque projetado / reboco.
Vãos envidraçados	Ve.1 – Vão envidraçado (novos vãos envidraçados)	Vão envidraçado constituído por portadas interiores e caixilharia em madeira, do tipo kâmbala, com vidro duplo 6+12+8 mm. ^{a)}
Observações: a) Os números apresentados referem-se aos elementos dos pormenores do ANEXO XVI; b) A espessura da totalidade dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.		

Importa mencionar que, por se tratar de um edifício muito antigo, na configuração original do mesmo não se verifica a existência de qualquer isolante térmico.

No ANEXO XVI encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos térmicos dos elementos acima referidos, de acordo com o RCCTE [26]. Os requisitos prendem-se com o comportamento térmico da envolvente, das suas pontes térmicas e dos vãos envidraçados.

Para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica (U) dos elementos recorreu-se à documentação do LNEC, concretamente aos dados do ITE 50 [53] e ITE 54 [54].

Uma vez que no projeto de análise de comportamento térmico encontra-se apenas efetuada a análise da envolvente exterior do edifício, denota-se que a área total do edifício é considerada como zona térmica útil, não são admitidas trocas térmicas entre as diversas zonas que se encontram presentes no interior. Assim sendo, os requisitos térmicos a considerar, relativos à envolvente interior, são apenas os elementos confinantes com outras frações, concretamente as paredes de separação com os edifícios adjacentes.

Os resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos diversos elementos opacos do edifício, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-33. No Quadro 4-34 encontra-se apresentada a verificação térmica dos vãos envidraçados.

Quadro 4-33: Síntese dos resultados relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos do edifício 4 em estudo.

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	Coef. de Transmissão Térmica [W/m.°C]				Verificação	
		U	$U_{cor.}^{a)}$	$U_{ref.}$	$U_{máx.}$	$U \leq U_{máx.}$	$U \leq 2 \times U_{cor.}$
Envolvente opaca exterior	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes com reforço térmico)	0,59	–	0,60	1,60	OK	–
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	0,48	–	0,60	1,60	OK	–
	PAV.1 – Pavimento (pavimento térreo)	– ^{b)}	–	0,45	1,00	–	–
	PAV.2 – Pavimento (pavimento térreo)	– ^{b)}	–	0,45	1,00	–	–
	PAV.3 – Pavimento (Laje de esteira)	– ^{b)}	–	0,45	1,00	–	–
	PTP.1 – Pilar / Viga (pontes térmicas planas nas novas paredes)	– ^{c)}	–	–	1,60	–	–
Envolvente opaca interior	PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	0,48	–	1,20	2,00	OK	–
Observações:							
a) Nas pontes térmicas planas, o $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;							
b) O valor de U não se encontra apresentado, uma vez que se desconhece a espessura da totalidade dos elementos;							
c) Na envolvente opaca exterior não se verifica a existência de pontes térmicas planas.							

Quadro 4-34: Síntese da verificação térmica dos vãos envidraçados do edifício 4 em estudo

Identificação do elemento	Coef. de transmissão térmica [W/m.°C]		Fator solar			Verificação	
	U	$U_{ref.}$	g_T	$g_{Tref.}$	$g_{Tmáx.}$	$U \leq U_{ref.}$	$g_T \leq g_{Tmáx.}$
Ve.1 – Vão envidraçado	2,50	3,30	0,37	0,20	0,56	OK	OK

De acordo com os resultados obtidos relativos às verificações dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos pertencentes à envolvente opaca exterior e interior, conclui-se que os elementos analisados, nomeadamente as paredes exteriores e interiores, cumprem com os requisitos regulamentares.

Relativamente aos vãos envidraçados, verifica-se que os mesmos apresentam o valor de U inferior ao valor de referência, evidenciando que se trata de um elemento com boa eficiência térmica. Com os resultados apresentados observa-se, ainda, que o fator solar do envidraçado cumpre igualmente com os requisitos dispostos na regulamentação, concluindo-se que a energia transmitida para o interior do edifício é atenuada pelo tipo de constituição (proteção) do referido elemento.

4.5.3.6 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Térmica

Como síntese crítica do apresentado pode referir-se que:

- Uma vez que no projeto de análise de comportamento térmico encontra-se apenas efetuada a análise da envolvente exterior do edifício, denota-se que a área total do edifício é considerada como zona térmica útil.

Análise: A consideração da totalidade do edifício como área térmica útil revela-se incorreta, o que é justificado pelo desvão da cobertura ser uma zona não habitacional, tratando-se de uma zona térmica não útil. Para além do referido elemento, as escadas são, também, um espaço não útil.

- Na envolvente exterior do edifício, as paredes preexistentes em granito são reforçadas termicamente pelo interior.

Análise: A execução do reforço do isolamento térmico pelo interior não modifica o carácter nem o aspeto da envolvente exterior do edifício, revelando-se deste modo uma boa opção, apesar da desvantagem relativa à redução da área útil e da inércia térmica (mais útil em edifícios habitacionais). É importante, ainda, salientar que a solução adotada para o reforço térmico reforça simultaneamente a fachada em termos acústicos.

- Na envolvente opaca exterior (paredes novas e/ou preexistentes) não se verifica a existência de pontes térmicas planas.

Análise: Pela visualização das peças desenhadas do projeto de arquitetura, observa-se que os pilares e as vigas encontram-se inseridos no interior das paredes exteriores. Porém, como se verifica que o isolante passa pela face exterior dos pilares/vigas, não existem pontes térmicas planas a considerar.

- Na cobertura, a solução adotada consistiu na colocação de isolamento sobre a laje de esteira, sendo ainda prevista a implementação de grelhas de ventilação do tipo RANSON, na cobertura (observado através das peças desenhadas do projeto de arquitetura – ver Figura 4-22).

Análise: A colocação do isolante térmico sobre a laje de esteira revela ser uma boa medida, uma vez que a mesma se traduz na solução mais económica, reduzindo o valor de área a isolar e o volume a climatizar. Tecnicamente, a referida solução possui igualmente uma maior simplicidade, uma vez que se revela mais fácil isolar a laje de esteira, do que as vertentes da cobertura.

De referir que, pela informação disponibilizada, é omissa o tipo de isolamento a aplicar. Considera-se que o isolamento do tipo XPS seria uma boa escolha, o que é justificado pela reduzida compressibilidade que o mesmo apresenta (características necessárias para que possa ser aplicado sobre o mesmo os equipamentos técnicos).

Por sua vez, a colocação de grelhas de ventilação na cobertura é benéfica uma vez que permite a renovação de ar, atenuando as condensações na estação fria e os ganhos térmicos excessivos na estação quente.

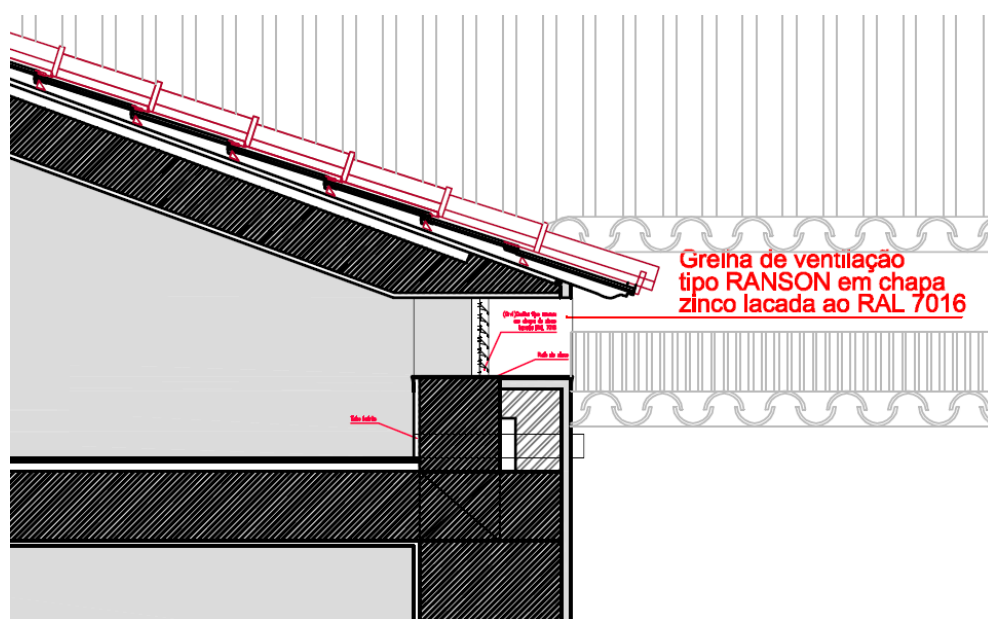


Figura 4-22: Grelha de ventilação prevista implementar na cobertura

- Os vãos envidraçados do edifício foram substituídos, sendo os mesmos constituídos por caixilharia de madeira maciça do tipo kâmbala, com vidro duplo (6+12+8 mm).

Análise: De acordo com o Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu [30], no CHV pretende-se a manutenção das características tradicionais, pelo que se deve privilegiar o uso dos materiais e técnicas tradicionais. Pelo referido, a seleção do tipo de caixilharia (em madeira) é uma boa solução. Sob o ponto de vista térmico, a aplicação da referida caixilharia, com o tipo de vidro duplo, traduz-se igualmente numa boa solução.

No entanto, em termos de sustentabilidade ambiental, a escolha da madeira do tipo kâmbala não se revela adequada. Por forma a garantir o cumprimento dos requisitos de sustentabilidade, conclui-se que se deve optar, sempre que possível, pela escolha de materiais provenientes da região ou das regiões limítrofes, reduzindo os impactos ambientais e os custos de operação.

4.5.3.7 Projeto de especialidade – Acústica

O projeto de execução da análise do condicionamento acústico do edifício 4 em estudo foi desenvolvido em setembro de 2008.

O projeto de reabilitação desenvolvido tem como objetivo assegurar a verificação dos limites regulamentares, tendo por base a legislação em vigor, nomeadamente o RGR [18] e o RRAE [19].

No Quadro 4-35 encontra-se apresentada a descrição das características dos elementos presentes no edifício 4 em estudo tidos em conta no estudo acústico. De referir que o projeto de especialidade de acústica do edifício contempla, apenas, o estudo do condicionamento acústico das novas paredes exteriores. Pelo referido, as constituições dos restantes elementos foram obtidas através dos projetos de arquitetura e especialidade de térmica do edifício.

Quadro 4-35: Descrição das características dos elementos presentes no edifício 4 em estudo tidos em conta no estudo acústico

Identificação do elemento	Constituição do elemento
PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	Ver Quadro 4-32.
PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	Ver Quadro 4-32.
PI.1 – Parede Interior (parede de separação para edifício adjacente)	Paredes interiores em alvenaria de granito. ^{a)}
PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e a caixa de escadas)	Ver Quadro 4-32.
P.I.3 – Parede Interior (parede de separação entre frações de habitação)	Pano de alvenaria simples, constituído por bloco isolsónico do tipo Maxit BT20. ^{a)}
PAV.4 – Pavimento (pavimento entre frações)	Pavimento entre frações composto por (de cima para baixo):1) soalho em madeira de castanho / mosaico cerâmico, 2) betonilha; 3) Laje aligeirada com 20 cm de espessura; 4) caixa-de-ar não ventilada; 5) poliestireno expandido (EPS) com 4 cm de espessura; 6) placa de gesso cartonado. ^{a)}
Observação: a) A espessura da totalidade dos elementos é desconhecida, uma vez que é omissa a informação nas peças escritas e desenhadas fornecidas.	

O piso térreo, bem como uma zona parcial do piso 1, destina-se à instalação de serviços, enquanto que os restantes pisos possuem uso habitacional, sendo que todas as frações possuem contacto com o exterior, através de vãos envidraçados, e com a zona comum de circulação (caixa de escadas). Duas frações habitacionais possuem, ainda, elementos em contacto com a fração destinada a serviços.

De acordo com o RGR [18], o edifício encontra-se localizado em local classificado como zona mista, o que implica um rigor acrescido no cumprimento das verificações acústicas.

No ANEXO XVII encontram-se apresentadas as verificações dos requisitos acústicos dos elementos mencionados no Quadro 4-35 e de acordo com o RRAE [19].

Os resultados relativos às verificações dos requisitos acústicos dos elementos do edifício 4, encontram-se dispostos, de forma sintetizada, no Quadro 4-36 e no Quadro 4-37.

De mencionar que para os pavimentos interiores não é apresentada qualquer verificação, uma vez que se desconhece a espessura da totalidade dos elementos constituintes. Na memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade de acústica observa-se que apenas foi realizada a verificação acústica aos sons aéreos das paredes exteriores.

O isolamento a sons de percussão entre as frações assume, ainda, uma considerável relevância, não devendo ser descuidada a sua verificação. Por último, menciona-se que a constituição do pavimento térreo não contempla nenhuma solução resiliente acusticamente pelo que dificilmente verifica a legislação (verificação mais fiável somente experimentalmente).

Quadro 4-36: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes exteriores do edifício 4 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$D_{2m,nT,w,min.}$ [dB]	Verificação
				$D_{2m,nT,w} \geq D_{2m,nT,w,min.}$
Ruído exterior (envolvente)	PE.1 – Parede Exterior (paredes preexistentes)	46,0	33	OK
	PE.2 – Parede Exterior (novas paredes)	45,4	33	OK

Quadro 4-37: Síntese dos resultados relativos às verificações dos índices de isolamento sonoro das paredes interiores entre frações habitacionais e caixa de escadas do edifício 4 em estudo

Tipo de envolvente	Identificação do elemento	$D_{nT,w}$ [dB]	$D_{nT,w,min.}$ [dB]	Verificação
				$D_{nT,w} \geq D_{nT,w,min.}$
Entre locais de circulação comuns do edifício e quartos ou zonas de estar das frações habitacionais	PI.2 – Parede Interior (parede de separação entre frações e caixa de escadas)	49,3	48	OK

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que as novas paredes exteriores e as preexistentes apresentam um índice de isolamento sonoro médio estimado bastante superior ao valor regulamentar, cumprindo claramente os requisitos acústicos. Relativamente às paredes interiores, estas também cumprem o valor regulamentar, no entanto, com uma diferença reduzida.

4.5.3.8 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Acústica

Como síntese crítica das soluções apresentadas no ponto anterior, pode referir-se que:

- Pelos cálculos de condicionamento acústico, disponibilizados para análise, verifica-se que os mesmos incidem, apenas, sobre as paredes exteriores do edifício. A memória descritiva e justificativa disponibilizada apresenta-se, ainda, omissa face ao cálculo dos restantes elementos previstos para o edifício em estudo.

Análise: O estudo de comportamento acústico do edifício revela-se insuficiente face ao número de elementos analisados. O estudo dos índices de isolamento sonoro aos sons aéreos e de percussão dos elementos presentes no interior do edifício assume-se fundamental para assegurar o conforto acústico dos utilizadores do edifício, garantindo os limites regulamentares.

- Na envolvente exterior do edifício, o projetista considerou que a mesma é constituída, na totalidade, por pano duplo de alvenaria (tijolo cerâmico de 15+11cm) com caixa-de-ar e isolamento.

Análise: Pelas peças escritas e desenhadas do projeto de arquitetura do edifício, observa-se que as paredes exteriores do piso térreo e do piso 1 apresentam a manutenção da sua constituição em alvenaria de granito. Por outro lado, verifica-se que as novas paredes exteriores do piso 2 apresentam na sua constituição as características consideradas pelo projetista no projeto de condicionamento acústico.

Pelo referido atrás, considera-se que a análise do condicionamento acústico das paredes exteriores foi realizada de forma incorreta, uma vez que considera a totalidade da envolvente com o mesmo tipo de alvenaria exterior.

- Pelas peças desenhadas do projeto de arquitetura, verifica-se a existência de paredes de separação entre frações constituídas por bloco isolsónico do tipo Maxit BT20, embora o mesmo não se verifique mencionado no projeto de especialidade de condicionamento acústico.

Análise: A seleção de blocos acústicos revela uma preocupação acrescida com o reforço de isolamento sonoro entre frações, dado que se trata de um tipo de alvenaria que apresenta um índice de isolamento sonoro elevado, com espessuras reduzidas, face a outras soluções. No

entanto, de referir que o projeto de condicionamento acústico fornecido não contabiliza o referido tipo de alvenaria.

- Pelas peças desenhadas do projeto de arquitetura, verifica-se que as paredes interiores de separação entre frações e a caixa de escadas possuem isolamento do tipo EPS. Os pavimentos entre frações apresentam, igualmente, o referido tipo de isolamento, disposto na caixa-de-ar dos tetos falsos existentes.

Análise: A seleção do isolante do tipo EPS não se revela a escolha mais apropriada sob o ponto de vista acústico. Considera-se que deveria ter sido utilizada lã mineral, uma vez que, face ao EPS, apresenta um desempenho acústico melhorado, mantendo, ainda, um desempenho térmico idêntico.

- Nas considerações finais da memória descritiva e justificativa do projeto de condicionamento acústico, encontra-se mencionado que se prevê a aplicação de absorvente acústico do tipo IMPACTODAN, com 30 mm de espessura, nos pavimentos.

Análise: Caso se verifique a aplicação, a referida solução prevista para os pavimentos revela-se uma boa medida, permitindo uma redução significativa da propagação dos sons de percussão, principalmente desejável para os pavimentos do auditório/sala de formação. Realça-se que a eficácia da solução depende muito dos pormenores de execução.

- Dado encontrar-se previsto o funcionamento de um auditório/sala de formação no piso 1 do edifício, deve ter-se especial cuidado com os elementos de separação implementados.

Análise: Pela análise das peças desenhadas do projeto de arquitetura, observa-se que os materiais previstos para a envolvente do auditório/sala de formação não diferem dos elementos previstos para as restantes frações do edifício. O referido traduz uma falta de cuidado no isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão que provavelmente condicionará o conforto acústico dos utilizadores das frações habitacionais. Conclui-se, portanto, que também se devia ter efetuado um estudo de correção acústica do auditório.

- Os novos vãos envidraçados considerados pelo projeto de especialidade de acústica são constituídos por caixilharia em madeira, com vidros duplos incolores (8+12+6mm).

Análise: A implementação dos vãos envidraçados constituídos por caixilharias em madeira, com vidro duplo, revela-se uma boa solução em termos acústicos. O mesmo é justificado pelo facto de o vidro duplo garantir um melhor desempenho aos sons aéreos provenientes do exterior, comparativamente com o vidro simples. A adoção de espessuras diferentes para os 2 panos de vidro (de 8 mm e 6 mm) verifica-se igualmente benéfica, contribuindo para uma melhor atenuação das frequências críticas.

Considera-se que, pela espessura indicada para o pano de vidro exterior (de valor igual a 8 mm), o vidro é certamente do tipo laminado. A seleção de um vidro laminado com película de polivinil butiral (PVB) contribui para uma melhoria ainda mais significativa no isolamento acústico da envolvente exterior.

4.5.3.9 Projeto de especialidade – Ventilação

O projeto de especialidade de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) do edifício 4 em estudo foi desenvolvido em outubro de 2008.

Na determinação do cálculo das renovações horárias, considerou-se os seguintes parâmetros:

- O edifício encontra-se na região A;
- É considerada uma rugosidade do tipo I;
- O edifício possui uma altura acima do solo inferior a 10 m;
- Considera-se as caixilharias sem classificação, uma vez que a mesma é desconhecida;
- Considera-se a inexistência de dispositivos de admissão de ar na fachada;
- Considera-se a inexistência de aberturas autorreguladas;
- Verifica-se a inexistência de caixas de estore;
- Verifica-se que a área envidraçada é superior a 15% da área útil de pavimento;
- É considerada apenas a ventilação natural para o cálculo das *Rph*.

Segundo as peças escritas do projeto de AVAC do edifício 4, sabe-se que:

- Nas frações habitacionais serão criadas as infraestruturas (pré-instalações) para sistemas de ar condicionado do tipo multissplit;
- Nas frações habitacionais as instalações sanitárias possuirão sistemas mecânicos de exaustão, para melhorar as suas condições ambientais;
- Na fração de serviços será instalado um sistema de climatização para os dois pisos (piso térreo e piso 1);
- Na fração de serviços será instalado um sistema de ventilação para melhorar a qualidade do ar interior, utilizando um recuperador de calor e uma unidade de tratamento de ar, para as zonas de circulação, e ventilação mecânica para as instalações sanitárias.

Caso se admitisse que as frações eram ventiladas naturalmente e com base nos dados acima apresentados, recorreu-se à folha de cálculo mencionada na regulamentação, nomeadamente no RCCTE [26], designada de “FC IV.1d – Perdas associadas à renovação de ar”, para a determinação das taxas de renovação de ar das diferentes frações.

No ANEXO XVIII encontram-se presentes as folhas de cálculo, devidamente preenchidas com os dados relativos ao edifício 4 em estudo.

Com a aplicação da metodologia proposta pelo RCCTE [26], as taxas de renovação de ar obtidas são de $0,95 \text{ h}^{-1}$, para a fração de serviços, e de $1,05 \text{ h}^{-1}$, para as frações habitacionais, as quais se encontram acima do valor mínimo regulamentar, de valor igual a $0,60 \text{ h}^{-1}$.

4.5.3.10 Síntese crítica ao projeto de especialidade – Ventilação

Como síntese crítica da informação que consta do projeto de AVAC do edifício 4 em estudo, para a ventilação mecânica prevista, pode referir-se que:

- Nas instalações sanitárias das frações habitacionais do edifício 4, o projetista considera que, para o compartimento que detém maior volume, o qual se revela mais desfavorável, o caudal mínimo de ar novo é igual a $222,60 \text{ m}^3/\text{h}$.

Análise: Considerando o valor do caudal mínimo de ar novo necessário e tendo em conta o volume total do compartimento, de $12,37 \text{ m}^3$, obtém-se um valor de R_{ph} igual a 18 h^{-1} . Pelo valor obtido, observa-se que o mesmo é excessivo face ao valor normativo para sistemas de ventilação natural, de 4 h^{-1} [60]⁷.

- Nas cozinhas das frações habitacionais do edifício 4, o projetista considera a aplicação de extrator do tipo encastrado, com três velocidades de intensidade, e com uma capacidade de extração máxima de $595 \text{ m}^3/\text{h}$, não sendo demonstrado na informação disponibilizada qualquer cálculo para a adoção do mesmo.

Análise: Por norma, o dimensionamento do referido tipo de equipamento de exaustão de ar contabiliza apenas o volume da própria divisão (cozinha), obtendo-se a partir do mesmo, a taxa de renovação de ar do compartimento. Realizando o cálculo das R_{ph} , para o compartimento de cozinha mais desfavorável (que detém maior volume), verifica-se que a mesma possui um volume interior aproximado igual a 23 m^3 . Nestas condições, considerando a capacidade de extração máxima de $595 \text{ m}^3/\text{h}$, o valor de R_{ph} é de $25,9 \text{ h}^{-1}$. Pelo valor obtido, observa-se que o mesmo é claramente excessivo (valor bastante superior ao valor de R_{ph} normativo, de 4 h^{-1} [60])⁷. É igualmente importante verificar se o ruído transmitido pelo exaustor é excessivo.

- Relativamente ao tipo de funcionamento da ventilação mecânica, pela informação disponibilizada, verifica-se que os sistemas presentes na fração de serviços podem ser programados em função do pretendido, podendo funcionar de modo contínuo ou intermitente. Por sua vez, para as frações habitacionais, nas quais se verifica a presença de ventilação

⁷ À data do projeto, a NP 1037-2: 2009, aplicável a sistemas de ventilação mecânica, ainda não tinha sido publicada.

mecânica nas cozinhas e instalações sanitárias, sabe-se que o funcionamento dos sistemas apenas se processa de forma intermitente.

Análise: Na fração de serviços, a possível programação dos sistemas de ventilação mecânica existentes permite um melhor ajuste de conforto e da qualidade do ar interior, de acordo com as perceções dos utilizadores. É sempre desejável também que nas habitações a ventilação seja contínua, embora com ajuste automático para caudais reduzidos nos períodos de não utilização.

- De acordo com os elementos disponibilizados para análise, verifica-se que se encontra prevista a implementação de equipamentos técnicos de AVAC no desvão da cobertura e no logradouro do edifício. Pela observação das peças desenhadas do projeto de arquitetura, é visível a indicação de aplicação de isolamento acústico sobre a laje de esteira, tendo como finalidade a absorção sonora dos ruídos provocados pelos equipamentos técnicos presentes, bem como eventuais vibrações produzidas pelos mesmos.

Análise: Dada a elevada relevância de garantir o adequado conforto acústico aos utilizadores, conclui-se que a aplicação de isolamento acústico na laje de esteira é considerada uma boa solução adotada, uma vez que atenua os ruídos provocados pelos equipamentos. No entanto, e por uma questão de prevenção adicional, para absorção das vibrações será necessário prever também os respetivos apoios resilientes. Verifica-se igualmente omissa a informação relativa à presença de isolamento nas condutas de ventilação e o ruído provocado pelas grelhas de exaustão, o que se revela igualmente importante prever em fase de execução.

5. Conclusões

5.1 Conclusões gerais

A realização da presente dissertação teve como principal objetivo a análise da metodologia de intervenção de reabilitação de diferentes edifícios localizados no CHV. Neste contexto, o presente trabalho realizou a apresentação de projetos de execução de alguns edifícios localizados no CHV, de usos variados, com a finalidade de proceder ao estudo e à avaliação de diferentes soluções de reabilitação implementadas.

Uma vez que se tratam de edifícios antigos, considera-se que as intervenções de reabilitação implementadas têm como intuito a resolução dos problemas construtivos que surgem associados à idade do edificado, garantindo a introdução de melhorias a nível de segurança e conforto. Tendo presente a importância da preservação da identidade dos locais com maior representatividade histórica, os casos de estudo tiveram como finalidade a apresentação e análise dos projetos de arquitetura e de algumas especialidades, nomeadamente, de estabilidade, de acessibilidades, de térmica, de acústica e de ventilação.

Da análise realizada aos projetos dos casos de estudo da presente dissertação, é possível retirar algumas conclusões acerca das considerações adotadas, relativas às soluções e aos materiais utilizados.

Pelos projetos de arquitetura dos quatro edifícios estudados, é possível concluir que os edifícios 1, 2 e 3 apresentam, globalmente, uma preocupação com a manutenção das características tradicionais do CHV, assegurando, na generalidade, o uso de materiais e técnicas tradicionais. O edifício 4, por sua vez, não demonstra uma preocupação tão cuidada, uma vez que engloba a execução de estrutura em betão armado, sendo previsto, apenas, manter as paredes exteriores preexistentes.

Com a análise dos projetos de especialidade de estabilidade dos edifícios, salientam-se as seguintes conclusões:

- Os edifícios 1, 2 e 3 apresentam, na generalidade, propostas de reabilitação estrutural semelhantes, que englobam a manutenção dos pavimentos de madeira preexistentes, com a aplicação de reforços necessários (por exemplo: através da introdução de perfis metálicos) e a substituição dos vigaamentos por outros com características idênticas. Conclui-se que a introdução de reforços resulta numa solução adequada que contribui para a estabilização dos pavimentos. Observa-se, ainda, uma preocupação com a proteção das superfícies metálicas, sendo que as superfícies de madeira do edifício 1 preveem, igualmente, a aplicação de materiais de proteção;
- A proteção das superfícies metálicas, através da aplicação de primário anticorrosivo e de uma ou mais demãos de pintura intumescente, revela-se uma boa solução que leva à prevenção da corrosão e à proteção contra o fogo. Por sua vez, a proteção das superfícies de madeira, através da aplicação de tratamento fungicida, inseticida e hidrorrepelente, é considerada, igualmente, uma medida importante a adotar, uma vez que ajuda a preservar a integridade dos elementos, impedindo o ataque de insetos e fungos, e fornecendo, ainda, uma proteção contra a ação da água;
- Os projetos dos edifícios 1, 2 e 3, que preveem a manutenção/introdução de elementos em madeira, não contemplam referência ao tratamento ignífugo das superfícies de madeira. O mesmo revela-se bastante importante, dada a elevada combustibilidade do material;
- O edifício 4 é o único que apresenta mencionada a realização de estudos de avaliação/reconhecimento do estado de conservação das paredes exteriores e das fundações. Por sua vez, nenhum edifício alvo de estudo apresenta informação relativa à avaliação do estado de conservação dos pavimentos de madeira. De mencionar que a avaliação prévia do estado de conservação dos elementos considera-se fundamental para a garantia da segurança estrutural;
- Face ao elevado estado de degradação, o edifício 4 englobou a reconstrução de todo o seu interior com estrutura de betão armado, tendo sido mantidas apenas as paredes exteriores do edifício. Para o edifício 2, encontra-se, igualmente, prevista, a reconstrução total do corpo anexo ao edifício principal, considerando-se que nos projetos dos referidos edifícios é omissa a informação da ligação dos novos elementos aos existentes a manter. Relativamente ao descrito, conclui-se que a implementação de conectores metálicos assume especial importância, dado contribuir para evitar a possibilidade de ocorrerem eventuais desprendimentos (originados, por exemplo, por eventuais sismos);

- Os edifícios 1, 2 e 3 apresentam uma cobertura executada com estrutura idêntica à preexistente, não conduzindo ao incremento significativo de cargas na estrutura. Sob o ponto de vista de manutenção das características tradicionais, a reconstrução da cobertura com estrutura em madeira respeita, ainda, o carácter tradicional construtivo. Por outro lado, o edifício 4 apresenta uma cobertura executada em betão armado, traduzindo-se numa solução pesada, a qual conduz ao incremento significativo de cargas na estrutura (paredes exteriores). Sob o ponto de vista de manutenção das características tradicionais, a reconstrução da cobertura com estrutura em betão armado não respeita o carácter tradicional construtivo. No entanto, a nível estrutural, uma vez que se encontra prevista uma estrutura “independente” em betão armado para todo o edifício, considera-se que não resultarão problemas significativos.

Quanto à análise dos projetos de acessibilidades dos edifícios, realça-se que o edifício 4 é o único caso de estudo ao qual não é aplicável o respetivo projeto de especialidade, segundo a informação disponibilizada pela Viseu Novo. Das análises realizadas às acessibilidades dos casos de estudo, conclui-se que:

- Os edifícios 1 e 3 garantem o acesso de pessoas com mobilidade condicionada a praticamente todos os espaços interiores dos edifícios, com exceção da zona de arrumos, no edifício 1, e da zona da cafetaria e logradouro, no edifício 3. Para o edifício 1, e uma vez que a criação de soluções que garantem o acesso a todo o edifício se traduz numa estratégia complexa, dispendiosa e que poderia ainda afetar sensivelmente o edifício a nível arquitetónico, a opção tomada pelo Dono de Obra é considerada como aceitável e adequada. Para o edifício 3, salienta-se o facto de o projeto de especialidade indicar o acesso à cafetaria por parte de pessoas com mobilidade condicionada. No entanto, na atualidade, é possível observar a existência de soleira no vão de acesso à cafetaria e a existência de um vão envidraçado fixo, o qual na zona de soleira tem uma altura/desnível comparativamente inferior, de que resulta a ideia de que a anomalia foi transmitida da fase de projeto para a fase de execução. Uma vez que, pelo referido, resultam consequências negativas para a qualidade de vida da população com mobilidade condicionada, considera-se fundamental a implementação de uma solução de melhoramento, nomeadamente a troca da porta de acesso à cafetaria para o vão envidraçado fixo, uma vez que o mesmo apresenta uma soleira com uma altura muito menor. Por último, no edifício 3 não se observa, igualmente, a possibilidade de acesso ao logradouro, no qual se encontra previsto a instalação de uma esplanada a ser explorada pela cafetaria. Face à elevada diferença de cotas existente entre o logradouro e o alpendre (cerca de 1,30 m), conclui-se que deveria ter sido prevista a implementação de uma rampa disposta paralelamente ao edifício vizinho e à escada, sendo que a elevação da cota do logradouro através de aterro, poderia, ainda, traduzir-se numa

medida complementar, minimizando os impactos gerados pela existência da referida rampa;

- O edifício 2 não garante o acesso de pessoas com mobilidade condicionada, uma vez que a inclinação da rua adjacente ao edifício não permite o nivelamento às cotas de soleira de entrada para o edifício. Para além do mencionado, no interior do edifício não se encontra implementado qualquer ascensor ao longo dos pisos que permita o acesso aos mesmos. Face ao exposto, conclui-se que é importante ter consciência que não garante o acesso ao edifício a pessoas com mobilidade condicionada. Como soluções de melhoramento, ao nível do piso térreo, considera-se que se poderia realizar o rebaixamento do pavimento térreo em relação à cota do arruamento e efetuar o seu nivelamento junto à entrada do estabelecimento. Por outro lado, ao nível dos pisos superiores, considera-se que a solução possível poderia passar pela implementação de um ascensor, nomeadamente na zona de um dos saguões do edifício;
- Apesar do projeto de especialidade de acessibilidades se revelar não aplicável ao edifício 4, observa-se, pelo projeto de arquitetura do edifício, que existe uma preocupação com as acessibilidades ao piso térreo de serviços. No entanto, importa mencionar que, com os dados fornecidos, não é possível perceber se é garantido o acesso ao auditório/sala de formação (piso 1) e às restantes frações habitacionais (piso 1 e piso 2). Caso não seja possível o acesso aos pisos referidos anteriormente e uma vez que pela informação disponibilizada não é visível a presença de ascensor no edifício, a solução de melhoramento passa pela aplicação de plataformas elevatórias rebatíveis sobre a escada.

Face às verificações dos requisitos de comportamento térmico realizadas, conclui-se que os resultados obtidos revelam, globalmente, valores aceitáveis, cumprindo com o estipulado pela regulamentação. No entanto, de salientar que:

- No edifício 1, as paredes exteriores preservadas não verificam o cumprimento dos requisitos térmicos propostos pela regulamentação, justificado, sobretudo, pela inexistência de aplicação de isolamento térmico nas mesmas. Os vãos envidraçados preexistentes recuperados não cumprem, igualmente, os requisitos térmicos propostos pela regulamentação, relativos aos coeficientes de transmissão térmica. O mesmo dever-se-á ao facto de se tratar de um elemento com fraca eficiência térmica, que se encontra de acordo com a constituição que apresenta, nomeadamente, caixilharia em madeira, com vidro simples;
- No edifício 2, os novos vãos envidraçados não cumprem os requisitos térmicos propostos pela regulamentação, relativos aos coeficientes de transmissão térmica, evidenciando que se trata de um elemento com fraco desempenho térmico, para o tipo

de utilização considerada (habitação). Uma vez que se tratam de novos vãos envidraçados não se compreende este incumprimento;

- Os fatores solares dos vãos envidraçados de todos os edifícios cumprem com os requisitos dispostos na regulamentação, concluindo-se que a energia transmitida para o interior dos edifícios, através dos vãos envidraçados, é atenuada pelo tipo de constituição (proteção) dos referidos elementos.

Relativamente ao tipo de proteção solar existente nos vãos envidraçados dos edifícios, constata-se que os vãos dos edifícios 1, 3 e 4 possuem portadas em madeira. Por sua vez, para os vãos envidraçados do edifício 2 e, ainda, para alguns vãos do edifício 1, encontra-se prevista a implementação de cortinas opacas de cor clara. De salientar que as proteções consideradas para os vãos envidraçados são uma adequada solução, uma vez que não alteram as características tradicionais do CHV. No entanto, considera-se que a colocação de proteções solares pelo exterior é considerada a melhor opção a nível térmico.

No que diz respeito às análises realizadas nos casos de estudo, é possível tirar as seguintes conclusões gerais:

- Embora se verifique a não aplicabilidade da especialidade no edifício 3, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise aos coeficientes de transmissão térmica e fator solar, de modo a aproximá-los dos valores regulamentares;
- Os edifícios dos casos de estudo 1, 2 e 4 foram considerados pelo projetista, na totalidade, como área térmica útil. O descrito, revela-se uma medida simplista, a qual é incorreta para os referidos edifícios, uma vez que os mesmos possuem zonas não úteis, nomeadamente no desvão das coberturas (para o caso dos edifícios 1 e 4) e na caixa de escadas.
- As paredes exteriores preexistentes dos edifícios 2, 3 e 4 apresentam a implementação de isolamento térmico pelo interior, não modificando o caráter nem o aspeto da envolvente exterior do edifício, revelando-se deste modo uma boa opção, apesar da desvantagem relativa à redução da área útil e inércia térmica (mais útil em edifícios habitacionais). É importante, ainda, salientar que a solução de reforço térmico reforça simultaneamente a fachada em termos acústicos;
- As paredes exteriores preexistentes do edifício 1 mantêm-se inalteradas, sem qualquer reforço térmico, o que é justificado pela importância de preservar o exterior das paredes de fachada do edifício. No entanto, considera-se que poderia ter sido prevista a execução de reforço de isolamento térmico pelo interior, tratando-se de uma intervenção discreta e com caráter reversível, possível de ser implementada não modificando o caráter, nem o aspeto, da envolvente exterior do edifício;

- As novas paredes exteriores dos edifícios 2 e 3 apresentam isolamento térmico pelo exterior (ETICS), o que é considerado uma boa solução sob o ponto de vista térmico, pela capacidade de eliminação de pontes térmicas existentes. Importa mencionar que, embora se trate de uma solução térmica adequada, é preciso ter ciente que é um sistema que descaracteriza o CHV, nomeadamente a aparência exterior. No entanto, uma vez que o sistema ETICS foi aplicado apenas nos corpos voltados para os logradouros dos edifícios, considera-se que a caracterização construtiva do CHV não é comprometida;
- As coberturas inclinadas dos edifícios 1 e 4 demonstram diferentes soluções na colocação de isolamento térmico, sendo que a do edifício 1 apresenta isolamento térmico na vertente sob a telha, e a do edifício 4 apresenta isolamento térmico sobre a laje de esteira. Analisando as duas soluções e assumindo que o desvão é não útil, conclui-se que a colocação do isolante térmico sobre a laje de esteira revela ser a solução regulamentar, reduzindo o valor de área a isolar e o volume a climatizar. Relativamente ao tipo de isolamento térmico, o XPS assume-se como o ideal, justificado pelo bom comportamento à água e pela elevada incompressibilidade face a outros isolantes térmicos existentes;
- A cobertura em terraço do edifício 2 apresenta a colocação de isolamento térmico, do tipo XPS, sobre a laje (cobertura do tipo invertida). Com o aplicado, verifica-se que se trata de uma escolha tecnicamente adequada, justificada, sobretudo, pelo facto de manter a inércia térmica da laje e de se tratar de um tipo de isolante com bom comportamento à ação da água, possuindo uma baixa absorção à água (isolante hidrófugo) e reduzida compressibilidade. As referidas características são consideradas bastante relevantes nas coberturas em terraço, uma vez que as mesmas se encontram mais expostas às ações atmosféricas exteriores e sob cargas elevadas;
- Para os vãos envidraçados preexistentes do edifício 1 e 2, encontra-se prevista a respetiva recuperação e manutenção, com caixilharia em madeira, com vidro simples. Pela solução adotada, conclui-se que o tipo de vidro não é o mais apropriado, sendo fundamental a adaptação da caixilharia para um tipo de vidro com desempenho melhorado (vidro duplo). Em função do tipo de bite/perfil, o aumento da espessura do vidro pode, porém, não ser possível. Em alternativa, podia-se ter preconizado a conservação da caixilharia existente em simultâneo com a colocação de outra janela pelo interior. Complementarmente, deveria ter-se optado pela instalação de uma calha de recolha de condensações (embora em madeira não seja fácil a respetiva execução);
- Para os novos vãos envidraçados dos edifícios 2, 3 e 4, encontra-se prevista a aplicação de caixilhariias em madeira/alumínio, com vidro duplo, concluindo-se que,

sob o ponto de vista técnico, tratam-se de boas soluções. No entanto, importa ter ciente que as caixilharias em alumínio contribuem para a descaracterização construtiva do CHV, o que não acontece com as caixilharias em madeira. Importa referir, ainda, que a escolha da madeira do tipo “kâmbala” não se revela adequada em termos de sustentabilidade. Por forma a garantir o cumprimento dos requisitos de sustentabilidade, conclui-se que se deve optar, sempre que possível, pela escolha de materiais provenientes da região ou das regiões limítrofes, reduzindo os impactes ambientais e os custos de operação.

De acordo com as verificações dos requisitos acústicos elaboradas, observa-se que os resultados obtidos revelam valores aceitáveis, cumprindo com o estipulado pela regulamentação. Porém, face ao analisado nos casos de estudo, é possível tirar as seguintes conclusões gerais:

- Embora se verifique a não aplicabilidade da especialidade no edifício 1, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise aos índices de isolamento sonoro das envolventes, de modo a aproximá-los dos valores regulamentares. Tendo em conta a ocupação presente no edifício 1 (espaço museológico), podia-se, por exemplo, fazer a analogia com escolas;
- Uma vez que as paredes exteriores dos edifícios 2, 3 e 4 apresentam elevadas massas, o isolamento sonoro é fundamentalmente influenciado pelos vãos envidraçados, pelo que se considera que devia ser tida especial atenção na seleção dos mesmos;
- Os projetos de especialidade dos edifícios 2, 3 e 4 apresentam previstos vãos envidraçados constituídos por caixilharia em alumínio/madeira, com vidros duplos, sendo que o projeto do edifício 2 contempla, ainda, a manutenção de alguns vãos envidraçados em madeira, com vidro simples. Em função do referido, conclui-se que a aplicabilidade de vidros duplos garante um melhor desempenho relativamente aos sons aéreos provenientes do exterior, face aos vidros simples. No que diz respeito à decisão de manutenção de vãos envidraçados em madeira, com vidro simples, deveria ter sido prevista a sua adaptação, para vidro com maior desempenho acústico e térmico (por exemplo: vidro duplo ou laminado). No entanto, em função do tipo de bite/perfil, o aumento da espessura do vidro pode, porém, não ser possível. Em alternativa, podia-se ter preconizado a conservação da caixilharia existente em simultâneo com a colocação de outra janela pelo interior;
- Os edifícios 2, 3 e 4 apresentam a implementação de vidros duplos com panos de diferentes espessuras, o que contribui de forma benéfica para uma melhor atenuação das frequências críticas. Salienta-se, ainda, que a seleção de um vidro laminado com película de polivinil butiral (como certamente presente nos vãos envidraçados do edifício 4) contribui para uma melhoria ainda mais significativa no isolamento acústico da envolvente exterior;

- Os pavimentos em madeira dos edifícios 1, 2 e 3 dificilmente cumprem os requisitos regulamentares, dado não apresentarem isolamentos previstos. No projeto acústico deveria ter sido, deste modo, incluído o estudo dos referidos pavimentos, com prescrição de medidas de melhoria, como por exemplo, a incorporação de materiais isolantes/resilientes, que ajudam no cumprimento das exigências de conforto e regulamentares atuais. O desrespeito é ainda mais gravoso nos elementos de separação entre comércio/serviços e habitação.

Para os pavimentos em betão dos edifícios 2 e 4 encontra-se prevista a implementação de isolamento do tipo XPS e do tipo IMPACTODAN (com 30 mm de espessura), respetivamente, o último, presumivelmente, em soluções do tipo lajeta flutuante. A aplicação de isolamento do tipo XPS não se revela totalmente satisfatória, considerando-se que a colocação de lã mineral teria sido mais benéfica, face ao desempenho acústico melhorado que apresenta. Por outro lado, realça-se que a eficácia da solução em lajeta flutuante depende muito dos pormenores de execução, que são desconhecidos;

- De acordo com a informação disponibilizada dos projetos de especialidade, observa-se que, para os edifícios 3 e 4, na verificação dos requisitos regulamentares não foram considerados todos os elementos dos edifícios. Considera-se, no entanto, que a verificação acústica nos referidos elementos é fundamental para assegurar o conforto acústico dos utilizadores do edifício.

Relativamente aos projetos de ventilação, verifica-se a não aplicabilidade da especialidade aos edifícios 1, 2 e 3. Correntemente, uma vez que os sistemas de ventilação não entram em conflito com as características a preservar (por se instalarem no interior dos edifícios), devia ser possível a realização do respetivo projeto. Como conclusão geral, salienta-se, ainda, o facto de que embora a ventilação não fosse considerada aplicável aos referidos edifícios, é de todo desejável que se realize, pelo menos, uma análise às renovações horárias, de modo a aproximá-las do valor regulamentar.

Com base nas verificações dos requisitos regulamentares de renovações horárias, constata-se que, com base na ventilação natural, os mesmos revelam resultados favoráveis para o edifício 3 e resultados insuficientes para os edifícios 1 e 2.

Face aos resultados obtidos das renovações horárias dos edifícios 1 e 2, conclui-se que existe a necessidade de se ponderar algumas medidas de melhoramento dos sistemas de ventilação, por forma a garantir uma adequada qualidade do ar interior aos ocupantes dos edifícios e uma vez que se tratam de grandes intervenções de reabilitação. Pela informação disponibilizada, verifica-se que o edifício 2 é o único que não apresenta informação relativa aos sistemas a implementar.

Para os sistemas mecânicos a implementar no edifício 4, realça-se a importância de garantir a aplicação de isolamento acústico nas envolventes que permita atenuar os ruídos provocados pelos equipamentos, bem como as vibrações produzidas pelos mesmos, devendo, igualmente, prever-se e atenuar-se o ruído transmitido para o interior, nomeadamente, através das condutas de ventilação e das grelhas, sendo para tal importante, não sobredimensionar os caudais necessários.

Por último, como conclusão global dos projetos analisados, importa mencionar que:

- Alguns projetos de arquitetura e especialidades dos edifícios apresentam informações díspares, demonstrando incompatibilidades construtivas entre projetos. Pela sua importância nos custos e prazos, são de especial gravidade as incongruências entre as especialidades de arquitetura e estabilidade;
- Frequentemente, os projetos são omissos sobre a constituição dos elementos da envolvente, desconhecendo-se como é que os elementos estavam descritos nas medições colocadas a concurso.

5.2 Desenvolvimentos futuros

Como sugestões de trabalhos futuros a desenvolver na temática da presente dissertação, seguem-se as seguintes propostas:

- Desenvolver a análise de projetos de outras especialidades não contempladas nos casos de estudo (como por exemplo, o projeto de segurança contra incêndios);
- Efetuar a análise de projetos de reabilitação de outros edifícios presentes no CHV, desenvolvidos pela Viseu Novo;
- Alargar o estudo aos projetos de reabilitação de entidades privadas e proceder a uma comparação qualitativa com os projetos desenvolvidos pela Viseu Novo;
- Proceder ao levantamento dos edifícios alvo de intervenções de reabilitação e analisar o estado de conservação dos mesmos e o cumprimento do disposto nos projetos, averiguando o eventual surgimento de (re)patologias;
- Realizar o acompanhamento de intervenções de reabilitação que permitam a elaboração de fichas de rendimentos associadas aos trabalhos executados, para uma análise da mão-de-obra, duração e custos, semelhante ao já existente para as construções novas;

- Implementar, por parte da Viseu Novo, um sistema de revisão de projetos, a aplicar, pelo menos, nos projetos de custo mais elevado ou em que se preveja uma maior utilização por parte de utentes/habitantes. Este sistema deve ter, por exemplo, uma atuação particularmente atenta nas justificações de situações de não aplicabilidade legislativa e procurar, nestas situações, que os projetos apresentem as melhores soluções alternativas. O sistema deve também incidir particularmente na deteção de incompatibilidades entre projetos;
- Implementar, por parte da Viseu Novo, critérios de seleção e avaliação das equipas de projetistas, incorporando, nomeadamente, a experiência em projetos semelhantes.

REFERÊNCIAS

- [1] Lima, F., Bragança, L., & Mateus, R. (2012). *Edifícios antigos – Reabilitação Sustentável low cost*. Apresentado no Workshop Construção e Reabilitação Sustentáveis – soluções eficientes para um mercado em crise, Universidade do Minho, Portugal.
- [2] Freitas, V. (2012). *Manual de apoio ao projecto de reabilitação de edifícios antigos* (1ª ed.). Porto: Ordem dos Engenheiros – Região Norte.
- [3] Appleton, J. (2014). *Reabilitação de Edifícios: princípios e práticas*. Lisboa: Ordem dos Engenheiros.
- [4] Aguiar, J., Cabrita, A., & Appleton, J. (2014). *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais – Volume 1* (9ª ed.). Lisboa: LNEC.
- [5] Paiva, J., Aguiar, J., & Pinho, A. (2006). *Guia técnico de reabilitação habitacional – Volume 1* (1ª ed.) Lisboa: INH e LNEC.
- [6] CMV – Câmara Municipal de Viseu. (2017). *Guia para a reabilitação do centro histórico de Viseu*. Obtido em 29 de março de 2017, de www.cm-viseu.pt/guiareabcentrohistorico/capa/index.php.
- [7] Appleton, J. (2005). *Reabilitação de Edifícios “Gaioleiros”* (1ª ed.). Amadora: Orion.
- [8] Castanheira, G. & Bragança, L. (2012). *Estratégias de Intervenção para a Regeneração Urbana Sustentável*. Apresentado no Workshop Construção e Reabilitação Sustentáveis – soluções eficientes para um mercado em crise, Universidade do Minho, Portugal.
- [9] Mouraz, C., Mendes Silva, J., Ramos, A., & Bettencourt, A. (2017). *Modelo para avaliação integrada de soluções de Reabilitação: um caso de estudo no Centro Histórico de Viseu*. Apresentado no CREPAT 2017 – Congresso da reabilitação do património 2017, Universidade de Aveiro, Portugal.
- [10] Zacarias, N. (2012). *Reabilitação Sustentável de Edifícios Antigos com Valor Patrimonial – Casos de estudo na Baixa Pombalina* (Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – perfil Construção). Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

REFERÊNCIAS

- [11] Rocha, H. (2011). *Reabilitação no Centro Histórico do Porto – Estudo de Caso* (Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções Civas). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [12] ICOMOS – Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitectónico (2004). *Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico*. Tradução de Lourenço, P., Oliveira, D. Universidade do Minho.
- [13] Pinto, M. (2015). *Capítulo 3 – Reabilitação*. Documento da unidade curricular de Patologias e Reabilitação de Edifícios, Viseu: ISPV – Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Departamento de Engenharia Civil.
- [14] Decreto-Lei n.º 38382/51. (1951). *Regulamento Geral das Edificações Urbanas*. Diário da República, 1.ª Série N.º 166.
- [15] Decreto-Lei n.º 555/99. (1999). *Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação*. Diário da República, 1.ª Série N.º 291.
- [16] Decreto-Lei n.º 163/2006. (2006). *Regime da acessibilidade aos edifícios e estabelecimentos que recebem público, via pública e edifícios habitacionais*. Diário da República, 1.ª Série N.º 152.
- [17] Lei n.º 6/2006. (2006). *Novo Regime do Arrendamento Urbano*. Diário da República, 1.ª Série N.º 41.
- [18] Decreto-Lei n.º 278/2007. (2007). *Regulamento Geral do Ruído*. Diário da República, 1.ª Série N.º 147.
- [19] Decreto-Lei n.º 96/2008. (2008). *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*. Diário da República, 1.ª Série N.º 110.
- [20] Decreto-Lei n.º 307/2009. (2009). *Regime Jurídico da Reabilitação Urbana*. Diário da República, 1.ª Série N.º 206.
- [21] Decreto-Lei n.º 118/2013. (2013). *Sistema de Certificação Energética, Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços*. Diário da República, 1.ª Série N.º 159.

- [22] Decreto-Lei n.º 53/2014. (2014). *Regime Excepcional e temporário para a reabilitação de edifícios*. Diário da República, 1.ª Série N.º 69.
- [23] Portaria n.º 1192-B/2006. (2006). *Ficha de avaliação para a determinação do nível de conservação de imóveis*. Diário da República, 1.ª Série N.º 212.
- [24] Decreto-Lei n.º 220/2008. (2008). *Regime Jurídico da segurança contra incêndios em edifícios*. Diário da República, 1.ª Série N.º 220.
- [25] Decreto-Lei n.º 266-B/2012. (2012). *Regime de determinação do nível de conservação dos prédios urbanos ou frações autónomas*. Diário da República, 1.ª Série N.º 252.
- [26] Decreto-Lei n.º 80/2006. (2006). *Regulamento das características de comportamento térmico dos Edifícios*. Diário da República, 1.ª Série N.º 67.
- [27] Azevedo, V. (2016, setembro 3). *Má reabilitação dos edifícios ameaça Portugal*. Semanário Expresso, pp. 20–21.
- [28] Engenharia e Construção. (2017). Obtido em 21 de Junho de 2017, de <http://www.engenhariaeconstrucao.com/2017/06/reforco-sismico-reabilitacao.html>.
- [29] Vida Imobiliária (2017). Obtido em 21 de Junho de 2017, de <http://www.vidaimobiliaria.com/noticia/governo-quer-seguran-s-smica-obrigat-ria-na-reabilita-o>.
- [30] Edital n.º 368 – A/2002. (2002). *Regulamento de Salvaguarda e Revitalização do Centro Histórico de Viseu*. Diário da República, 2.ª Série N.º 176.
- [31] Portal da Habitação. (2017). Obtido em 8 de março de 2017, de http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/reabilitacao/sociedadesreabilitacaourbana/menu_sru.html.
- [32] Decreto-Lei n.º 104/2004. (2004). *Regime Jurídico Excepcional da Reabilitação Urbana de Zonas Históricas e de Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão*. Diário da República, 1.ª Série N.º 107.
- [33] Vicente, R. (2008). *Estratégias e metodologias para intervenções de reabilitação urbana – Avaliação da vulnerabilidade e do risco sísmico do edificado da baixa de Coimbra* (Dissertação submetida para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil). Universidade de Aveiro.

REFERÊNCIAS

- [34] Correia, G. (2009) *Estudo de casos – Gestão de operações de reabilitação de edifícios antigos* (Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em engenharia civil – especialização em construções). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [35] Viseu Novo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu. (2017). Obtido em 11 de março de 2017, de <http://www.viseunovo.pt/incentivos/beneficios-fiscais>.
- [36] Portal da Habitação. (2017). Obtido em 11 de março de 2017, de http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/legislacao/beneficios_fiscais_2016.html#03.
- [37] Viseu Novo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu. (2017). Obtido em 11 de março de 2017, de <http://www.viseunovo.pt/incentivos>.
- [38] Viseu Novo, SRU. (2015). *Quadro de apoios e incentivos à reabilitação*. Obtido em 15 de abril de 2017, de http://www.viseunovo.pt/source/Legislação/QBF_ARU_DE_VISEU_03_08_2015.pdf.
- [39] Portal da Habitação. (2017). Obtido em 11 de março de 2017, de http://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/programas_de_financiamento/index_programas_financiamento.html.
- [40] Afonso, F. (2009). O mercado da reabilitação – Enquadramento, relevância e perspetivas. Porto: AECOPS. Obtido em 10 de maio de 2017, de http://prewww.aecops.pt/pls/daecops3/WEB_EXTRACT_EXTERNAL.GET_EXTERNAL?code=29390781&col_ext=FILE1&tab=sa_document.
- [41] INE (2017). Publicações INE, Estatísticas da Construção e Habitação. Acedido em 27, abril, 2017, em: <http://www.ine.pt>.
- [42] Município de Viseu. (2014). *Viseu Viva - Plano de Ação para a Revitalização do Centro Histórico de Viseu*.
- [43] Parque EXPO 98, S.A. (2008). *Estudo de Enquadramento Estratégico - Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística de Viseu*. Parque Expo 98, S.A. Amadora.
- [44] Viseu Novo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu. (2016). *03newsletter abril/maio*.
- [45] Viseu Novo, SRU. (2017). *ATA de reunião*.

- [46] Viseu Novo, SRU. (2017). *Instrumentos de Gestão Previsional*.
- [47] Decreto n.º 28/2003. (2003). Diário da República, 1.ª Série N.º 134.
- [48] Aviso n.º 12644/2014. (2014). Diário da República, 2.ª Série N.º 218.
- [49] Viseu Novo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu. (2017). Obtido em 20 de março de 2017, de www.viseunovo.pt/area-intervencao.
- [50] Viseu Novo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu. (2017). Obtido em 20 de março de 2017, de [www.viseunovo.pt/source/Legislação/Planta da ARU \(2\).dwg Layout1 \(1\).pdf](http://www.viseunovo.pt/source/Legisla%C3%A7%C3%A3o/Planta_da_ARU_(2).dwg/Layout1_(1).pdf).
- [51] Pires, D. (2011). *Sustentabilidade na reabilitação de centros históricos – Caso prático da cidade de Viseu* (Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura. Universidade da Beira Interior.
- [52] Município de Viseu. (2017). Obtido em 20 de março de 2017, de <http://www.cm-viseu.pt/assemunicipal/29042016/8ConcursoParquesEstacionamento.pdf>.
- [53] Decreto n.º 95/78. (1978). Diário da República, 1.ª Série N.º 210.
- [54] Matias, L., Santos, C.; (2006). *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios – (4ª ed.)*. Lisboa: LNEC.
- [55] Rodrigues, R., Santos, C., (2009). *Coefficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios – Soluções construtivas de edifícios antigos (3ª ed.)*. Lisboa: LNEC.
- [56] Pinto, A. (2013). *Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS*. Lisboa, LNEC.
- [57] Despacho n.º 15793-K/2013. (2013). Diário da República, 2.ª Série N.º 243.
- [58] Portaria n.º 353-A/2013. (2013). *Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS) - requisitos de ventilação e qualidade do ar interior*. Diário da República, 1.ª Série N.º 235.
- [59] Portaria n.º 349-B/2013. (2013). *Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH) - requisitos de conceção para edifícios novos e intervenções*. Diário da República, 1.ª Série N.º 232.

REFERÊNCIAS

- [60] IPQ – Instituto Português da Qualidade, NP 1037-1. (2002). *Ventilação e Evacuação dos Produtos da Combustão dos Locais com Aparelhos a Gás. Parte 1: Edifícios de Habitação. Ventilação Natural*. Monte da Caparica.

ANEXO I – PLANTAS DO EDIFÍCIO 1 EM ESTUDO

(a amarelo encontram-se representadas as demolições e a vermelho as novas construções)

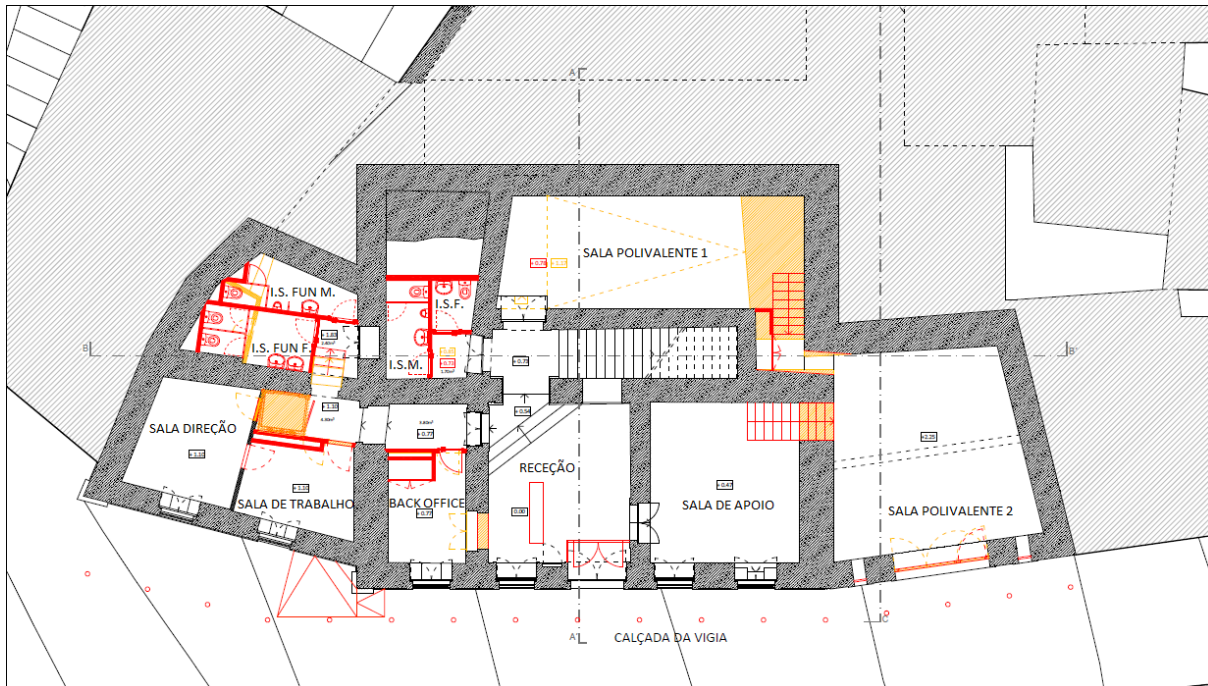


Figura I-1: Planta do Piso 0 do edifício 1 em estudo

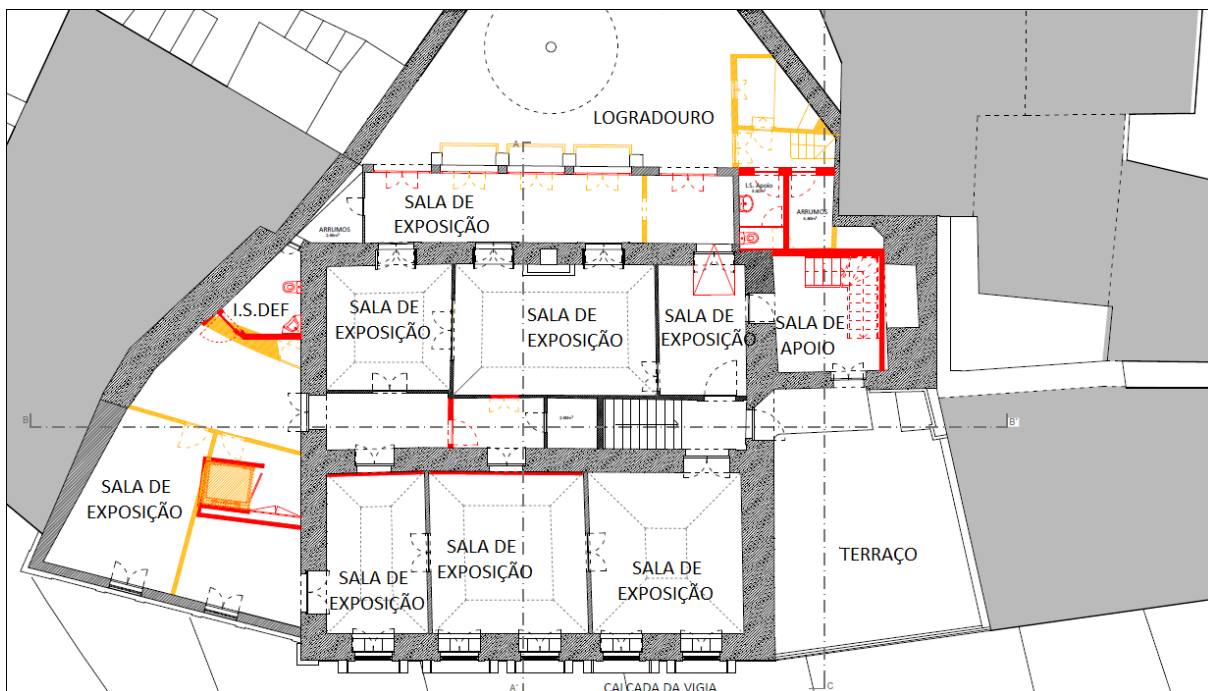


Figura I-2: Planta do Piso 1 do edifício 1 em estudo

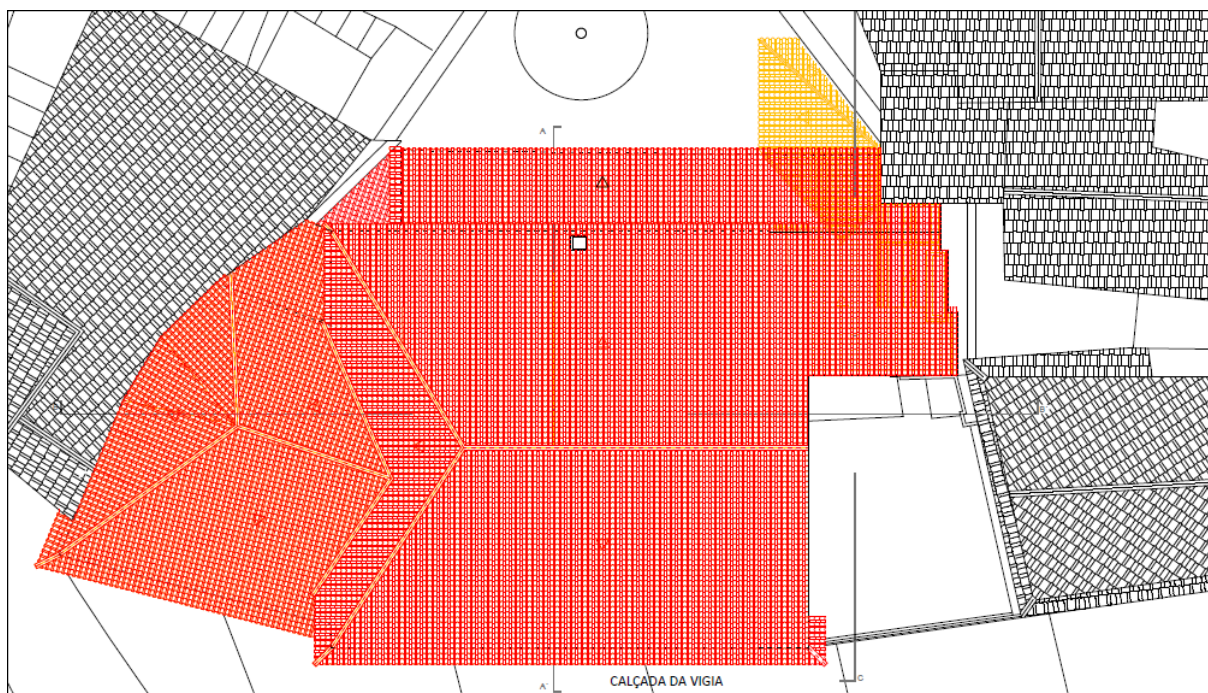


Figura I-3: Planta da cobertura do edifício 1 em estudo

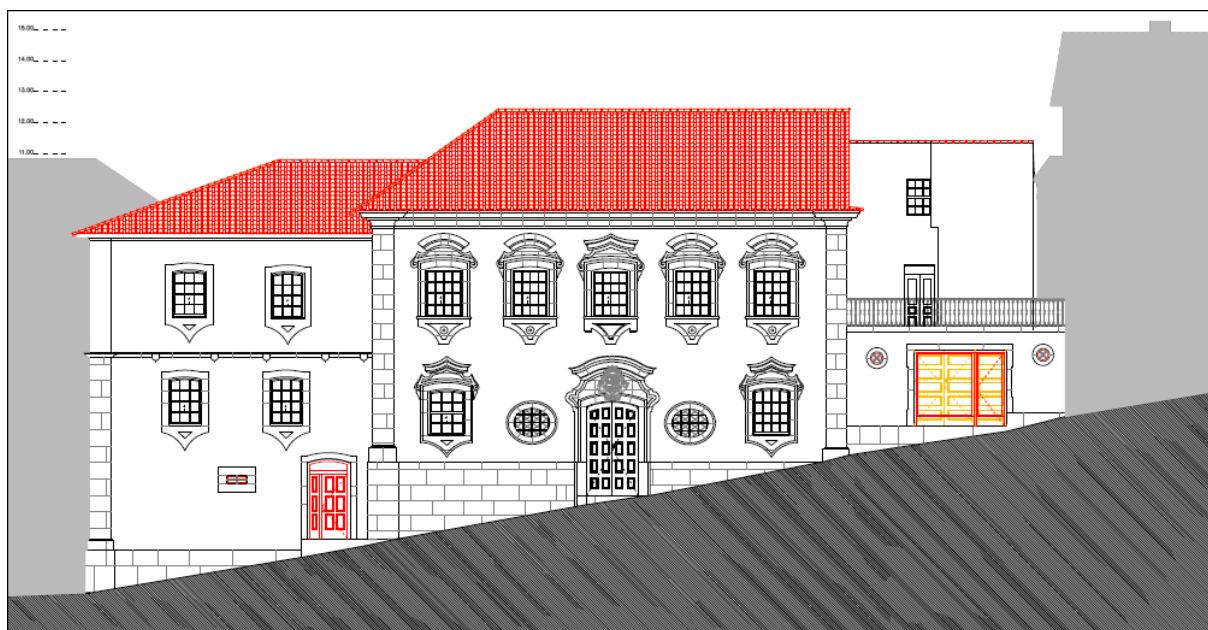


Figura I-4: Alçado principal do edifício 1 em estudo (Calçada da vigia)

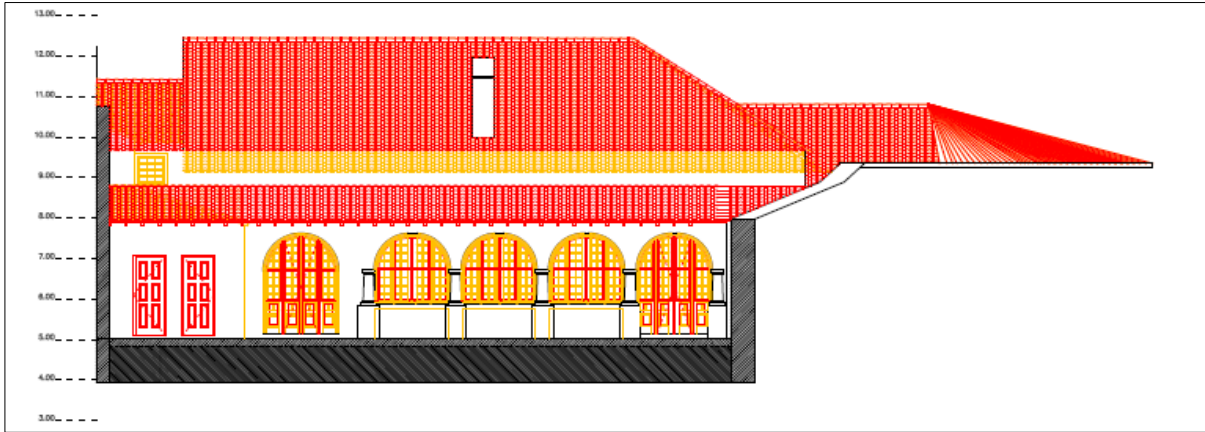


Figura I-5: Alçado tardoz do edifício 1 em estudo (Rua das Quintãs)

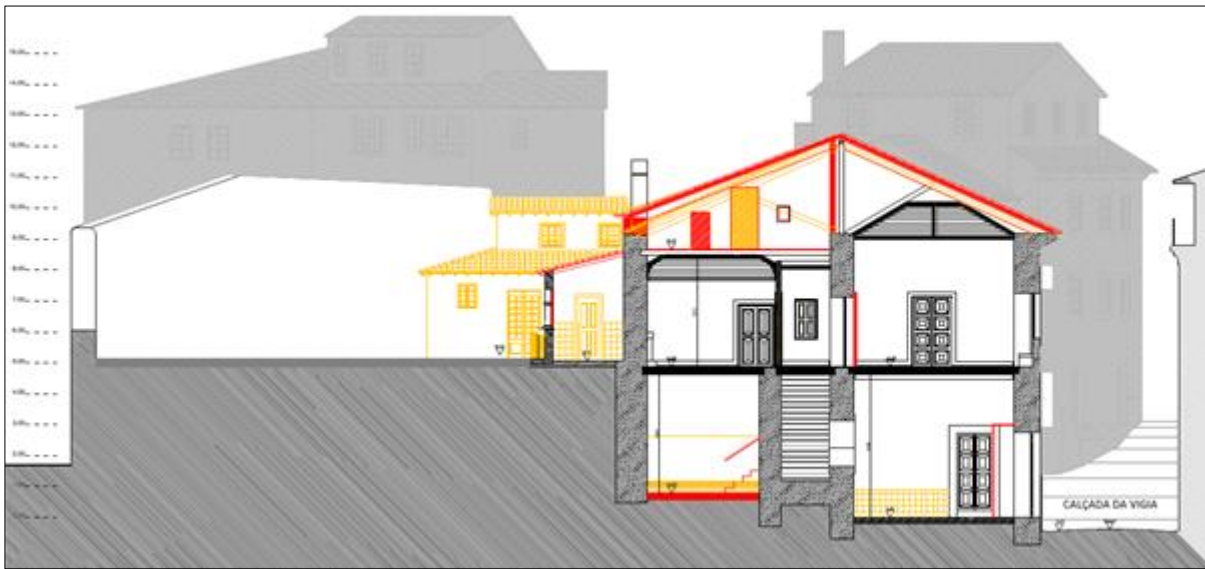


Figura I-6: Corte AA do edifício 1 em estudo

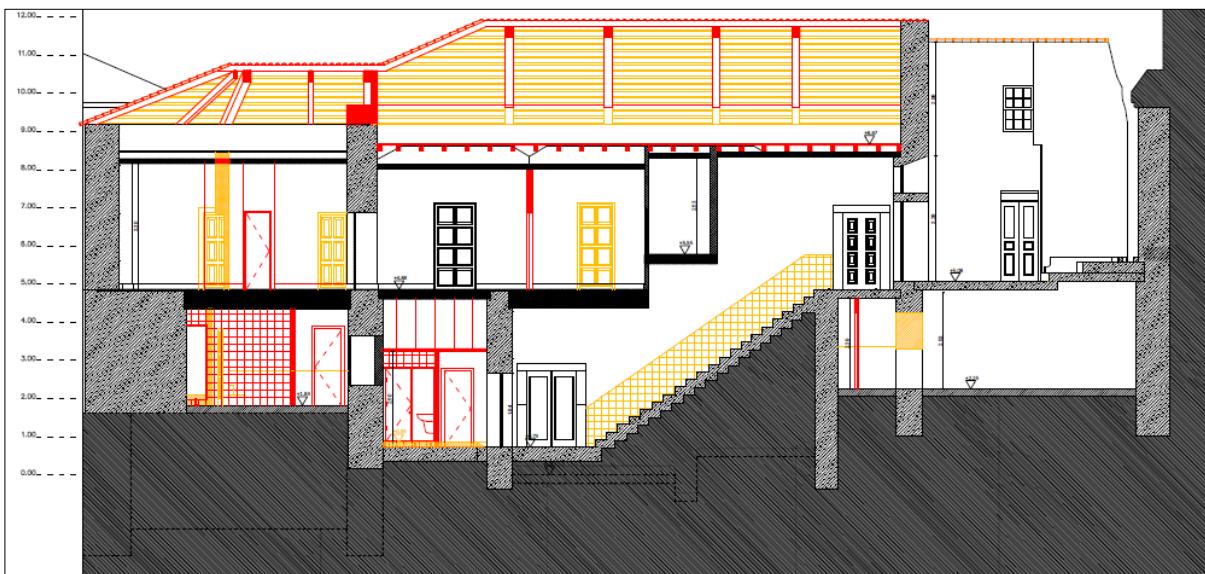
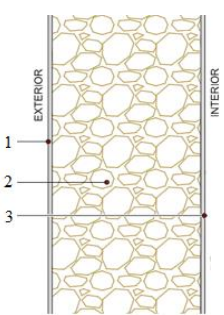


Figura I-7: Corte BB do edifício 1 em estudo

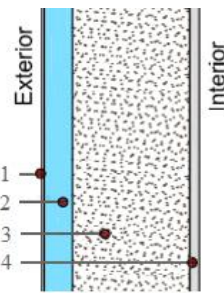
ANEXO II – VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS TÉRMICOS DO EDIFÍCIO 1 EM ESTUDO

II.1 – Envolvente opaca exterior (zona corrente)

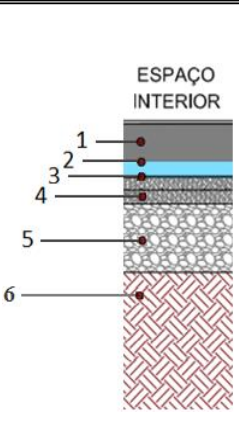
Quadro II-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 1

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco com cal existente		20 0,020	1,300	0,015
	2	Alvenaria ordinária em granito		660 0,660	1,670	0,395
	3	Reboco estanhado		20 0,020	1,300	0,015
	Espessura total		0,700			
	Resistência térmica total – R_t					0,60
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					1,68
	Coef. de transmissão térmica de referência – U_{ref} . [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx}$. [W/m.°C] ^{d)}					1,60
	$U \leq U_{máx}$.					KO
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

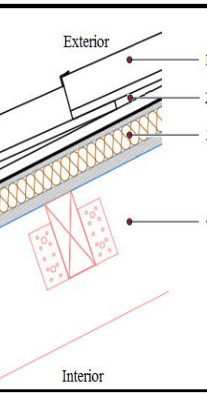
Quadro II-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 1

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado		5 0,005	1,300	0,004
	2	Isolamento térmico EPS		60 0,060	0,037	1,622
	3	Alvenaria em bloco térmico		200 0,200	0,770	0,260
	4	Estuque projetado		20 0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,285			
	Resistência térmica total – R_t					2,17
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,46
	Coef. de transmissão térmica de referência – U_{ref} . [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx}$. [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx}$.					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro II-3: Verificação térmica do pavimento em contacto com o solo – edifício 1

PAV.1 – Pavimento exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade λ [W/m.°C]	Resistência R_j [m ² .°C/W]	
		[mm]	[m]			
	$R_{se} + R_{si}$					
	1	Betão afagado	100	0,100		
	2	Isolamento térmico XPS	40	0,040		
	3	Geotêxtil	1	0,001		
	4	Massame armado	70	0,070		
	5	Brita grossa	20	0,020		
	6	Solo compactado	-	-		
	Espessura total		0,141			
	Resistência térmica total – R_t					
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}					0,41
Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}					0,45	
$U \leq U_{ref.}$					OK	
Observações:						
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro II-4: Verificação térmica da cobertura inclinada – edifício 1

COB.1 – Cobertura		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)} λ [W/m.°C]	Resistência ^{c)} R_j [m ² .°C/W]	
		[mm]	[m]			
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Revest. descontínuo (telha)	20	0,020	0,340	0,059
	2	Espaço de ar	20	0,020	0,025	0,800
	3	Painel sandwich	90	0,090	0,130	0,692
	4	Estrutura de madeira				
	Espessura total		0,130			
	Resistência térmica total – R_t					1,72
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,58
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,45
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx.}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro II-5: Verificação térmica da cobertura em terraço invertida – edifício 1

COB.2 – Cobertura		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Betonilha	50	0,050	1,300	0,038
	2	Isolamento térmico XPS	60	0,060	0,037	1,622
	3	Tela de impermeabilização	5	0,005	0,230	0,022
	4	Betonilha com esp. variável	70	0,070	1,300	0,054
	5	Laje aligeirada	20	0,020	1,154	0,017
	6	Caixa de ar	30	0,030	1,900	0,016
	7	Gesso Cartonado	13	0,013	0,250	0,052
	Espessura total		0,248			
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,45
Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60	
$U \leq U_{máx.}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

II.2 – Envolvente opaca exterior (zona não corrente)

Quadro II-6: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes – edifício 1

PTP.1 – Pilar / Viga		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado	5	0,005	1,300	0,004
	2	Isolamento térmico EPS	60	0,060	0,037	1,622
	3	Pilar em betão armado	200	0,200	2,500	0,080
	4	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,285			
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U_{PTP} [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica corrente do elemento – $U_{cor.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,45
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{e)}					1,60
	$U_{PTP} \leq 2 \times U_{cor}$					OK
	$U_{PTP} \leq U_{máx}$					OK
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) O valor de $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;						
e) O valor foi retirado da Portaria n.º 349-D/2013.						

II.3 – Envoltente opaca interior

Quadro II-7: Verificação térmica da parede de separação para edifício adjacente – edifício 1

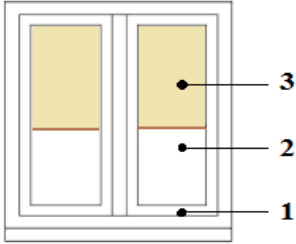
PI.1 – Parede Interior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,260	
	1	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	2	Alvenaria em bloco térmico	200	0,200	0,770	0,260
	3	Isolamento térmico EPS	60	0,060	0,037	1,622
	Espessura total		0,280			
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
	$U \leq U_{máx.}$					OK
Observações: a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade; b) Os valores foram retirados do ITE 50; c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$; d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

II.4 – Vãos envidraçados


Quadro II-8: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados originais que se pretendem manter – edifício 1

Ve.1 – Vão envidraçado				
	1	Caixilharia de madeira (guilhorina/abrir)		
	2	Vidro simples		
	3	Portadas de madeira interiores		
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}			3,40
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}			3,30
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}			3,30
	Fator solar – g_T ^{c)}			0,37
	Fator solar referência – g_{Tref} ^{b)}			0,20
	Fator solar máx. – $g_{Tmáx.}$ ^{b)}			0,56
	$U \leq U_{máx.}$			KO
$g_T \leq g_{Tmáx.}$			OK	
Observações: a) O valor de U foi retirado do ITE 50; b) O valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013, considerando a zona climática I2; c) O valor de g_T foi determinado através da expressão (14) da Portaria n.º 349-D/2013; d) O valor de $U_{máx.}$ considera-se igual ao valor de $U_{ref.}$.				

Quadro II-9: Verificação térmica e fator solar dos novos vãos envidraçados – edifício 1

Ve.2 – Vão envidraçado		
	1 Caixilharia em alumínio com rotura térmica de abrir	
	2 Vidro duplo (5+16+4 mm)	
	3 Cortina opca de cor clara	
	Cof. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}	2,90
	Cof. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}	3,30
	Cof. de transmissão térmica de referência – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}	3,30
	Fator solar – g_T ^{c)}	0,37
	Fator solar referência – g_{Tref} ^{b)}	0,20
	Fator solar máx. – $g_{Tmáx.}$ ^{b)}	0,56
	$U \leq U_{máx.}$	OK
	$g_T \leq g_{Tmáx.}$	OK
	Observações: a) O valor de U foi retirado do ITE 50; b) O valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013, considerando a zona climática I2; c) O valor de g_T foi determinado através da expressão (14) da Portaria n.º 349-D/2013; d) O valor de $U_{máx.}$ considera-se igual ao valor de $U_{ref.}$.	

ANEXO IV – FOLHA DE CÁLCULO DAS RENOVAÇÕES HORÁRIAS – EDIFÍCIO 1 (PROPOSTA DE MELHORIA)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS	Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.																																															
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10																																																	
1. Enquadramento do edifício																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Tipo de edifício</td><td>PES existente</td></tr> <tr><td>Local (município)</td><td>VISEU</td></tr> <tr><td>Região</td><td>A</td></tr> <tr><td>Rugosidade</td><td>I</td></tr> <tr><td>Altitude do local (m)</td><td>456</td></tr> <tr><td>Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)</td><td>2 ou mais</td></tr> <tr><td>Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?</td><td>Sim</td></tr> <tr><td>Altura do edifício (H_{edif}) em m</td><td>9,61</td></tr> <tr><td>Altura da fração (H_{fA}) em m</td><td>9,61</td></tr> <tr><td>Altura do obstáculo situado em frente (H_{obs}) em m</td><td>9,5</td></tr> <tr><td>Distância ao obstáculo situado em frente (D_{obs}) em m</td><td>4</td></tr> <tr><td>Caudal mínimo PES (m3/h)</td><td>973</td></tr> </table>	Tipo de edifício	PES existente	Local (município)	VISEU	Região	A	Rugosidade	I	Altitude do local (m)	456	Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim	Altura do edifício (H _{edif}) em m	9,61	Altura da fração (H _{fA}) em m	9,61	Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,5	Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4	Caudal mínimo PES (m3/h)	973	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Área útil (m2):</td><td>581,2</td></tr> <tr><td>Pd (m):</td><td>2,80</td></tr> <tr><td>N.º de pisos da fração</td><td>4</td></tr> <tr><td>Velocidade vento</td><td>Defeito REH</td></tr> <tr><td>Vento (u10REH: 3,6) (m/s)</td><td></td></tr> <tr><td>Vol (m3):</td><td>1627</td></tr> <tr><td>Texterior (°C)</td><td>7,7</td></tr> <tr><td>Zref (m)</td><td>497</td></tr> <tr><td>Aenv/Au:</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Proteção do edifício:</td><td>Protegido</td></tr> <tr><td>Zona da fachada:</td><td>Inferior</td></tr> <tr><td>Rph mínimo PES (h-1)</td><td>0,60</td></tr> </table>	Área útil (m2):	581,2	Pd (m):	2,80	N.º de pisos da fração	4	Velocidade vento	Defeito REH	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)		Vol (m3):	1627	Texterior (°C)	7,7	Zref (m)	497	Aenv/Au:	8%	Proteção do edifício:	Protegido	Zona da fachada:	Inferior	Rph mínimo PES (h-1)	0,60
Tipo de edifício	PES existente																																																
Local (município)	VISEU																																																
Região	A																																																
Rugosidade	I																																																
Altitude do local (m)	456																																																
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais																																																
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim																																																
Altura do edifício (H _{edif}) em m	9,61																																																
Altura da fração (H _{fA}) em m	9,61																																																
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,5																																																
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4																																																
Caudal mínimo PES (m3/h)	973																																																
Área útil (m2):	581,2																																																
Pd (m):	2,80																																																
N.º de pisos da fração	4																																																
Velocidade vento	Defeito REH																																																
Vento (u10REH: 3,6) (m/s)																																																	
Vol (m3):	1627																																																
Texterior (°C)	7,7																																																
Zref (m)	497																																																
Aenv/Au:	8%																																																
Proteção do edifício:	Protegido																																																
Zona da fachada:	Inferior																																																
Rph mínimo PES (h-1)	0,60																																																
2. Permeabilidade ao ar da envolvente																																																	
Foi medido valor n50	Não																																																
Para cada Janela ou grupo de janelas:																																																	
Área dos vãos envidraçados (m2)	7,27	1,92																																															
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	4																																															
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa	Perm. Baixa																																															
		Perm. Alta																																															
		Não tem																																															
3. Aberturas de admissão de ar na fachada																																																	
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim																																																
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa																																														
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)	500	0	0																																														
		0	0																																														
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta																																																	
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Sim	Não																																														
Escoamento de ar	Exaustão	Exaustão																																															
Perda de carga	Média	Média																																															
Altura da conduta (m)	3	3																																															
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)	Inclinada (10 a 30°)																																															
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado																																																	
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Sim																																																
Escoamento de ar	Admissão	Admissão	Exaustão																																														
Caudal nominal (m3/h)	480	480	0																																														
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento	Não	Não	Não																																														
Pressão total (Pa)																																																	
Rendimento total do ventilador(%)																																																	
Tem sistema de recuperação de calor	Não	Não																																															
Rendimento da recuperação de calor (%)																																																	
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)																																																	
Existem meios híbridos																																																	
Escoamento de ar																																																	
Caudal nominal (m3/h)																																																	
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																																	
Pressão total (Pa)																																																	
Rendimento total do ventilador(%)																																																	
7. Verão - Recuperador de calor																																																	
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão																																																	
8. Resultados																																																	
8.1 - Balanço de Energia - Edifício		PES ok																																															
		Situação de ventilação mecânica/Hib. ligada																																															
		Caudal de ar novo de insuflação: 960 (m3/h)																																															
		Caudal de infiltrações: 65 (m3/h)																																															
		Situação de ventilação mecânica/Hib. desligada																																															
		Caudal de infiltrações: 381 (m3/h)																																															
8.3 - Caudal mínimo de ventilação																																																	
Caudal de ar do sistema		1025 (m3/h)																																															
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos		973 (m3/h)																																															
Critério de caudal mínimo de ar novo		Satisfatório																																															
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.																																																	
Técnico: _____		Data: 01/12/2017																																															

ANEXO V – REGISTO FOTOGRÁFICO DO EDIFÍCIO 2 EM ESTUDO (SITUAÇÃO PREEXISTENTE)

Alçado posterior do edifício preexistente (corpo voltado para o logradouro):

Fonte: Viseu Novo



ANEXO VI PLANTAS DO EDIFÍCIO 2 EM ESTUDO

(a amarelo encontram-se representadas as demolições e a vermelho as novas construções)

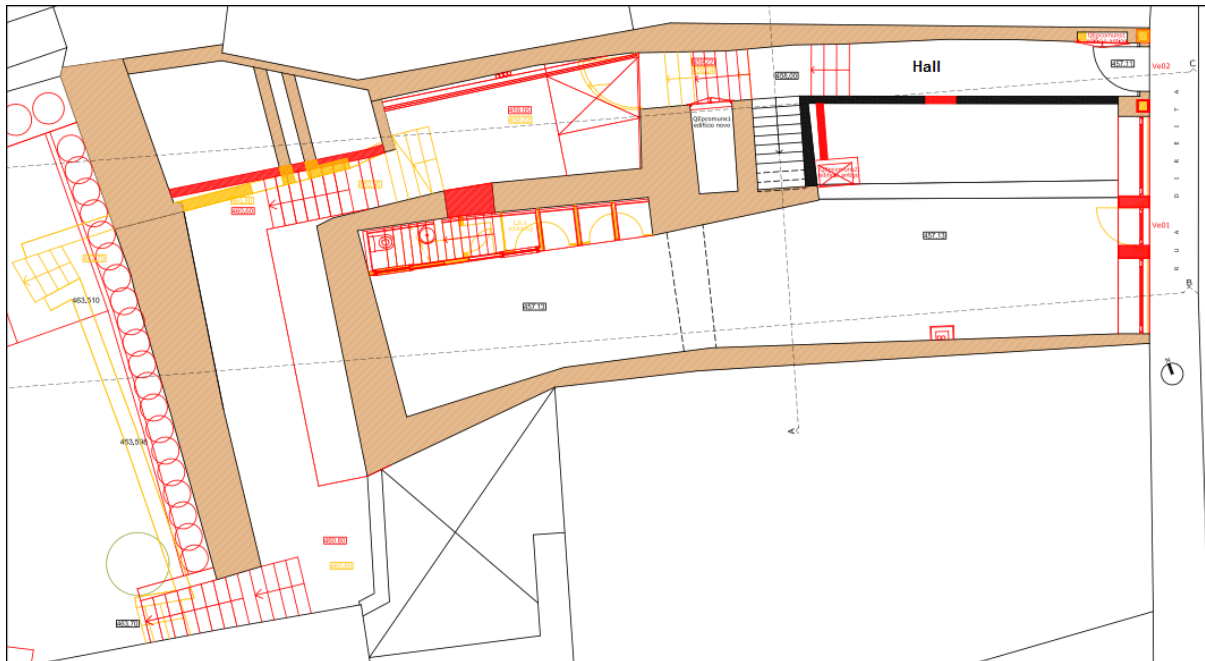


Figura VI-1: Planta do Piso 0 do edifício 2 em estudo

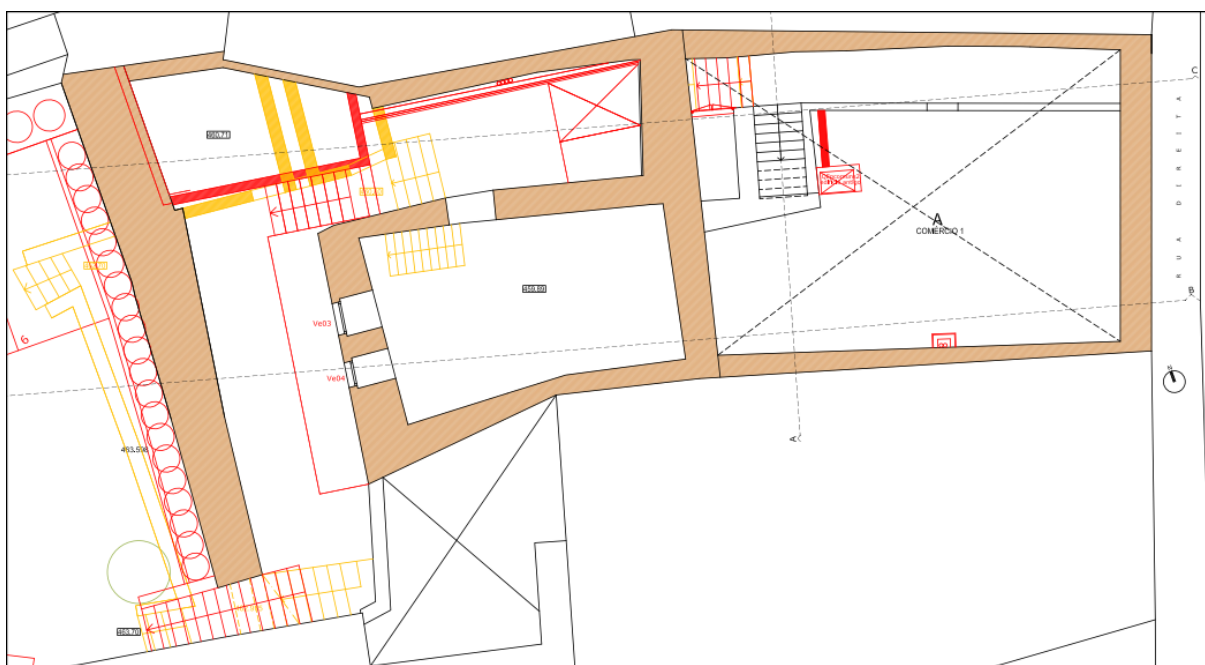


Figura VI-2: Planta do Piso 1/2 do edifício 2 em estudo



Figura VI-3: Planta do Piso 1 do edifício 2 em estudo

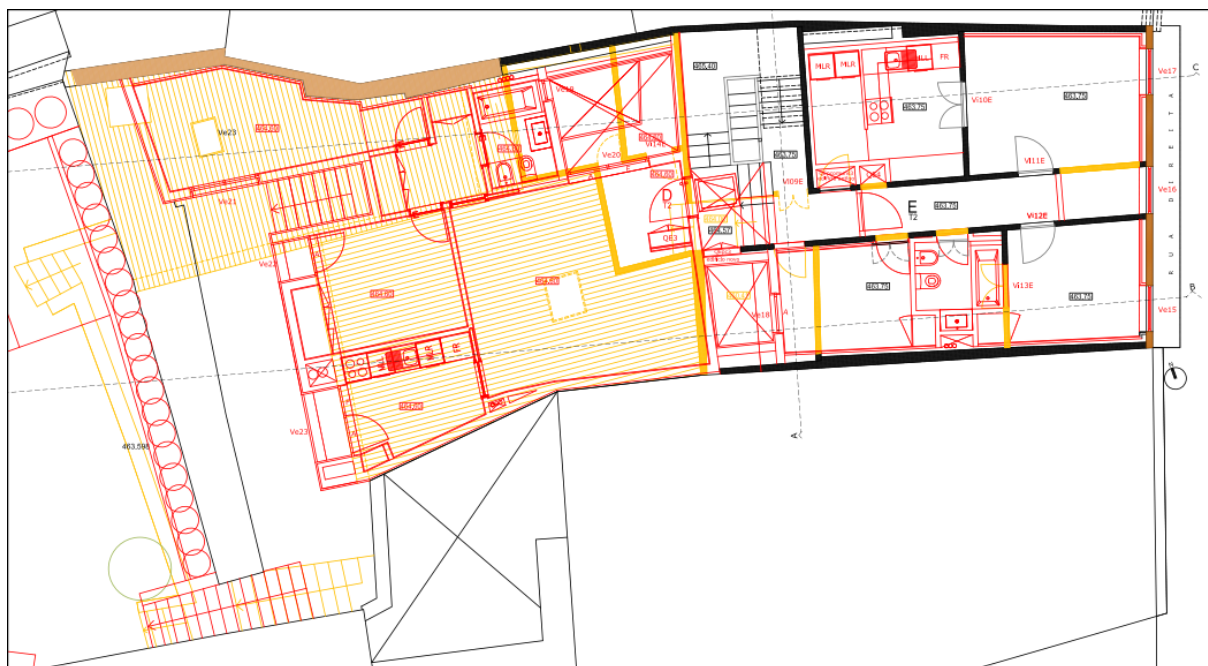


Figura VI-4: Planta do Piso 2 do edifício 2 em estudo

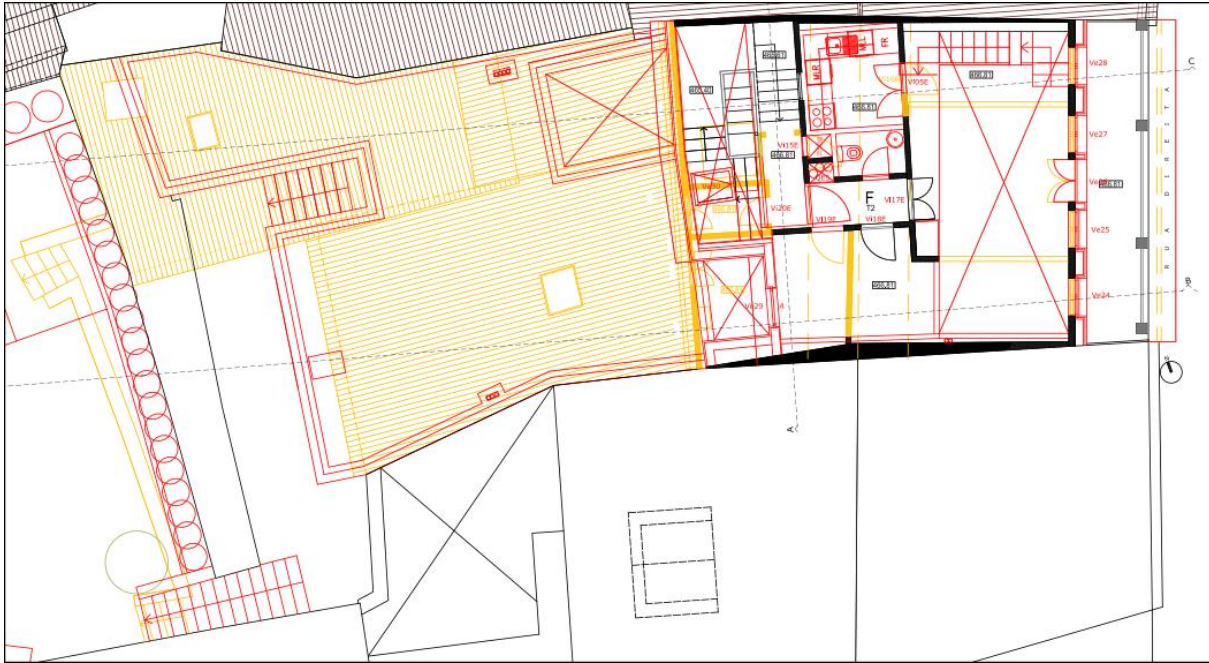


Figura VI-5: Planta do Piso 3 do edifício 2 em estudo

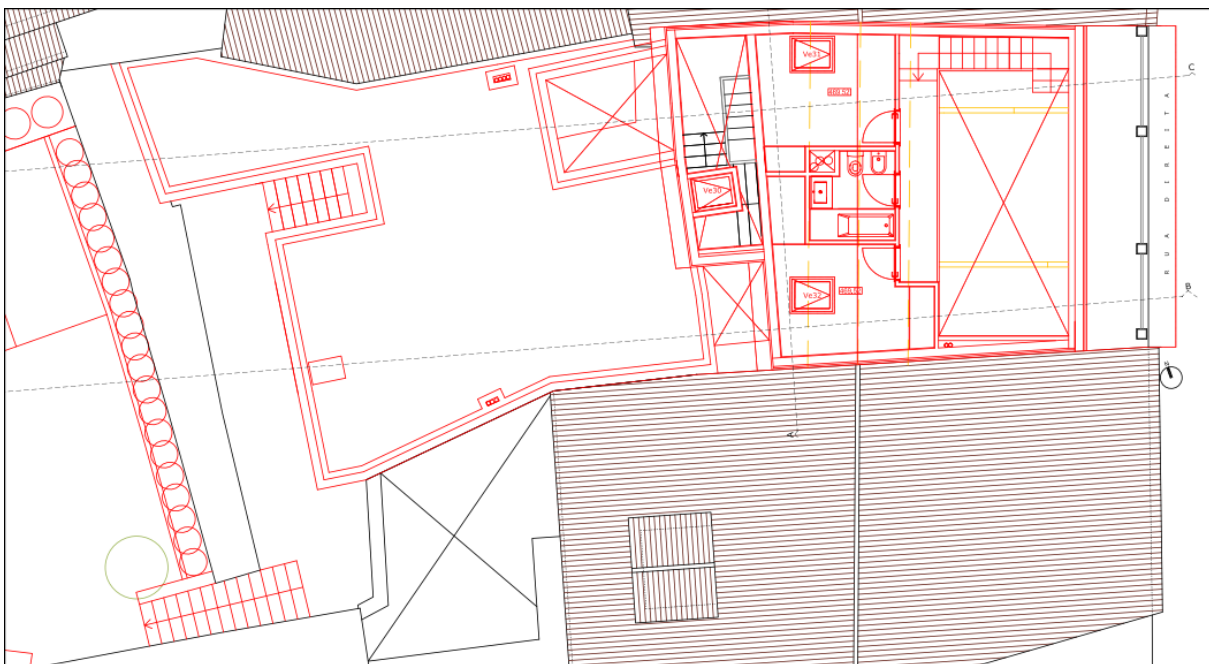


Figura VI-6: Planta do desvão da cobertura do edifício 2 em estudo

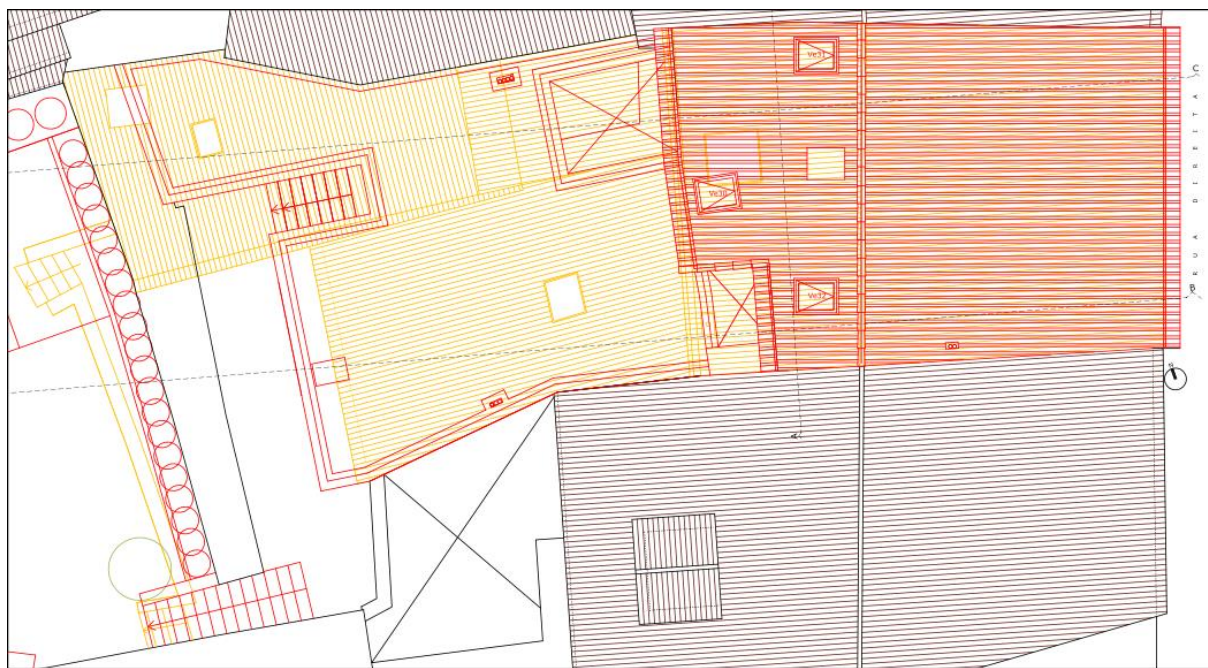


Figura VI-7: Planta da cobertura do edifício 2 em estudo

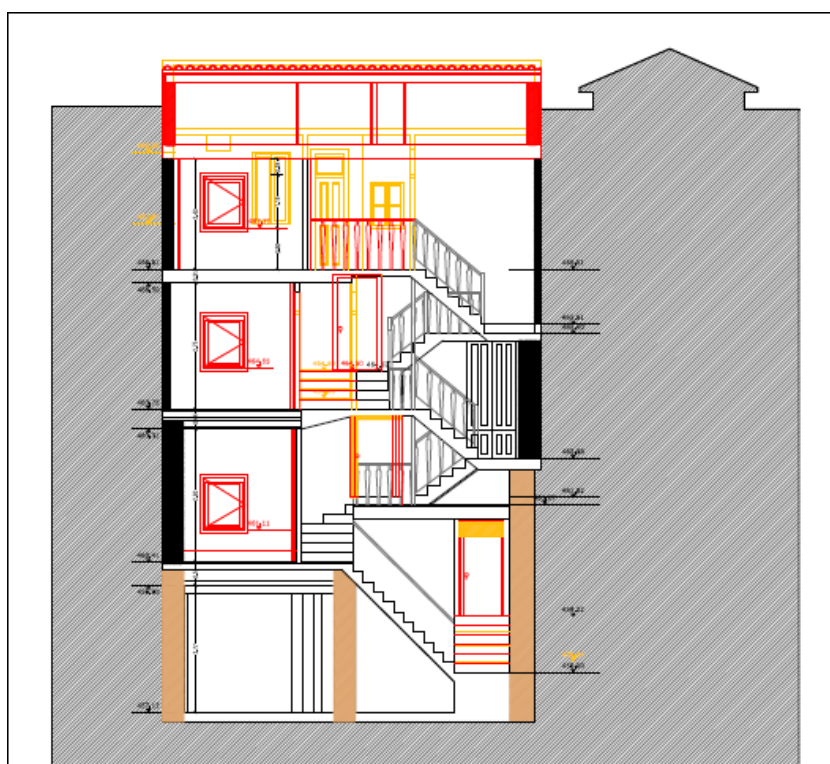


Figura VI-8: Corte AA do edifício 2 em estudo

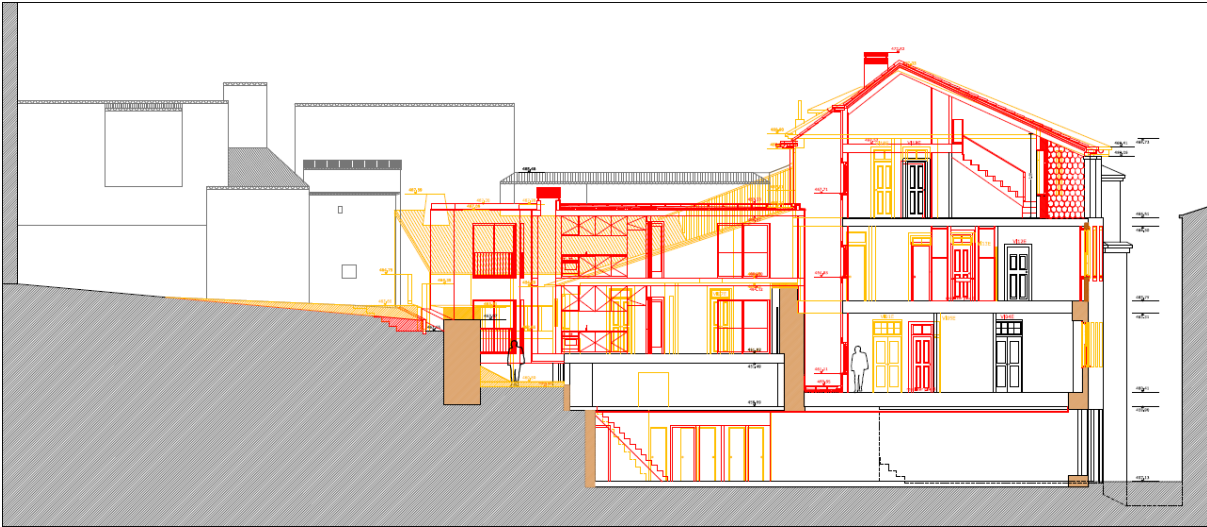


Figura VI-9: Corte BB do edifício 2 em estudo

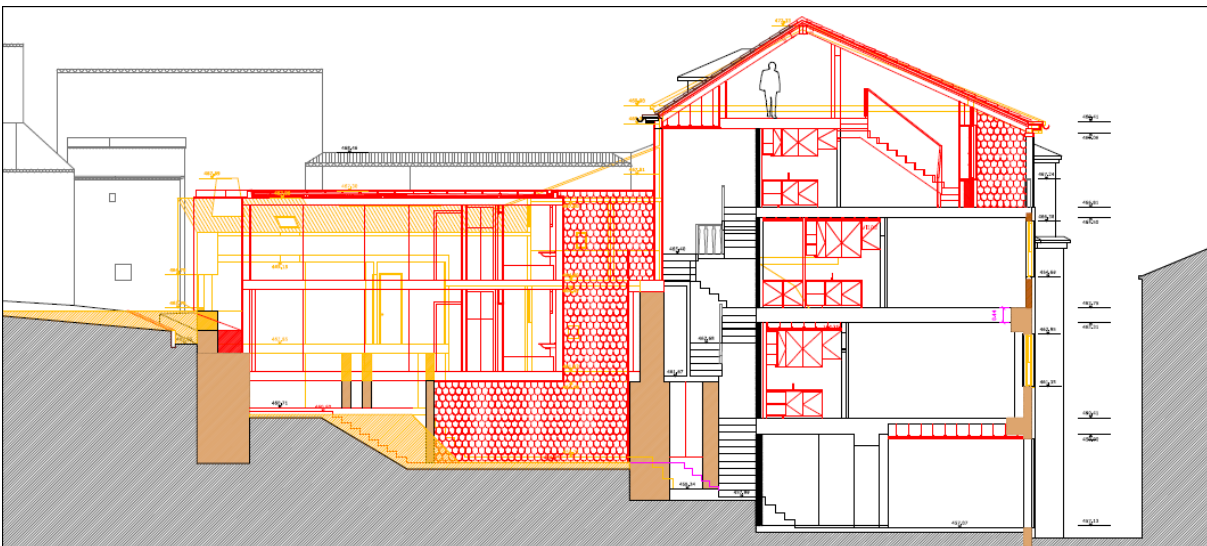


Figura VI-10: Corte CC do edifício 2 em estudo



Figura VI-11: Alçado Principal do edifício 2 em estudo

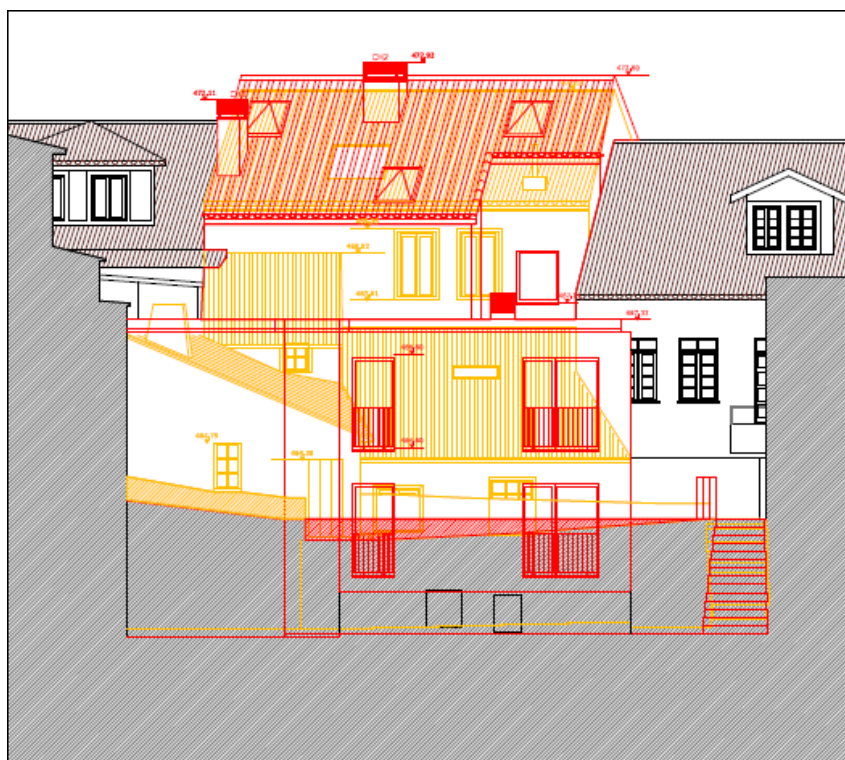


Figura VI-12: Alçado Posterior do edifício 2 em estudo

ANEXO VII – VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS TÉRMICOS DO EDIFÍCIO 2 EM ESTUDO

VII.1 – Envoltivo opaca exterior (zona corrente)

Quadro VII-1: Verificação térmica das paredes exteriores reforçadas termicamente – edifício 2

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Placa de gesso cartonado	13	0,013	0,250	0,052
	2	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	0,037	1,081
	3	Alvenaria em granito	550	0,550	1,670	1,670
	4	Reboco com cal existente	20	0,020	1,300	0,015
	Espessura total		0,623			
	Resistência térmica total – R_t					2,99
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,33
	Coef. de transmissão térmica de referência – U_{ref} . [W/m.°C] ^{d)}					0,40
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx}$. [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx}$.					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro VII-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 2

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado	5	0,005	1,300	0,004
	2	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	0,037	1,081
	3	Alvenaria em bloco betão	200	0,200	0,670	0,299
	4	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,265			
	Resistência térmica total – R_t					1,66
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica de referência – U_{ref} . [W/m.°C] ^{d)}					0,40
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx}$. [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx}$.					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro VII-3: Verificação térmica do pavimento em contacto com o solo – edifício 2

PAV.1 – Pavimento exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade λ [W/m.°C]	Resistência R_j [m².°C/W]	
		[mm]	[m]			
	$R_{se} + R_{si}$					
	1	Betão afagado	100	0,100		
	2	Isolamento térmico XPS	40	0,040		
	3	Geotêxtil	1	0,001		
	4	Massame armado	70	0,070		
	5	Brita grossa	20	0,020		
	6	Solo compactado	-	-		
	Espessura total		0,141			
	Resistência térmica total – R_t					
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}					0,41
Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}					0,50	
$U \leq U_{ref.}$					OK	
Observações:						
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro VII-4: Verificação térmica do pavimento com envolvente exterior – edifício 2

PAV.2 – Pavimento exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)} λ [W/m.°C]	Resistência ^{c)} R_j [m².°C/W]	
		[mm]	[m]			
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Revestimento cerâmico	10	0,010	0,370	0,027
	2	Betonilha	100	0,100	1,300	0,077
	3	Laje aligeirada	200	0,200	1,154	0,173
	4	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	0,037	1,081
	5	Reboco delgado	5	0,005	1,30	0,004
	Espessura total		0,310			
	Resistência térmica total – R_t					1,53
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,65
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,35
Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,00	
$U \leq U_{máx.}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro VII-5: Verificação térmica da cobertura em terraço invertida – edifício 2

COB. – Cobertura		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Betonilha	50	0,050	1,300	0,038
	2	Poliestireno extrudado (XPS)	60	0,060	0,037	1,622
	3	Tela de impermeabilização	5	0,005	0,230	0,022
	4	Betonilha com esp. variável	70	0,070	1,300	0,054
	5	vigotas + abob. cerâmicas	20	0,020	1,154	0,017
	6	Caixa de ar não ventilada	30	0,030	1,900	0,016
	7	Gesso Cartonado	13	0,013	0,250	0,052
	Espessura total		0,248			
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,35
Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,00	
$U \leq U_{máx.}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

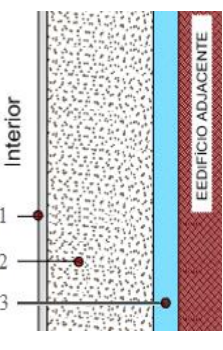
VII.2 – Envoltivo opaca exterior (zona não corrente)

Quadro VII-6: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes exteriores – edifício 2

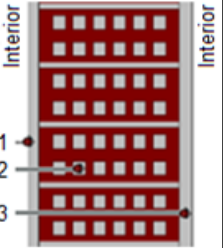
PTP.1 – Pilar / Viga		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado	5	0,005	1,300	0,004
	2	Isolamento térmico EPS	40	0,040	0,037	1,081
	3	Pilar em betão armado	200	0,200	2,500	0,080
	4	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,265			
	Resistência térmica total – R_t					1,45
	Coef. de transmissão térmica – U_{PTP} [W/m.°C] ^{c)}					0,69
	Coef. de transmissão térmica corrente do elemento – $U_{cor.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,45
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{e)}					1,60
$U_{PTP} \leq 2 \times U_{cor}$					OK	
$U_{PTP} \leq U_{máx}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) O valor de $U_{cor.}$ corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;						
e) O valor foi retirado da Portaria n.º 349-D/2013.						

VII.3 – Envoltente opaca interior

Quadro VII-7: Verificação térmica da parede de separação com edifício adjacente – edifício 2

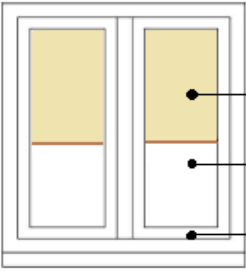
PI.1 – Parede Interior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,260	
	1	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	2	Alvenaria em bloco térmico	200	0,200	0,770	0,260
	3	Isolamento térmico EPS	60	0,060	0,037	1,622
	Espessura total			0,280		
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
	$U \leq U_{máx.}$					OK
Observações: a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade; b) Os valores foram retirados do ITE 50; c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$ d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

Quadro VII-8: Verificação térmica da parede interior de separação localizada entre as frações e a caixa de escadas – edifício 2

PI.2 – Parede Interior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,260	
	1	Estuque projetado	15	0,015	0,180	0,083
	2	Alvenaria em tijolo furado	220	0,220	0,520	0,423
	3	Reboco	20	0,020	1,800	0,011
	Espessura total			0,255		
	Resistência térmica total – R_t					0,52
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					1,93
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,80
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					2,00
	$U \leq U_{máx.}$					OK
Observações: a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade; b) Os valores foram retirados do ITE 50; c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$ d) Os valores foram retirados da Portaria n.º 349-D/2013.						

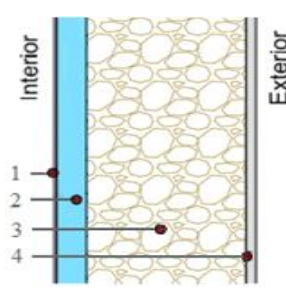
VII.4 – Vãos envidraçados

Quadro VII-9: Verificação térmica e fator solar dos novos vãos envidraçados – edifício 2

Ve.2 – Vão envidraçado			
	1	Caixilharia em alumínio com rotura térmica de abrir	
	2	Vidro duplo (5+16+4 mm)	
	3	Cortina opca de cor clara	
		Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}	2,90
		Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}	2,60
		Fator solar – g_T ^{c)}	0,37
		Fator solar referência – $g_{T ref.}$ ^{b)}	0,20
		Fator solar máx. – $g_{T máx.}$ ^{b)}	0,56
		$U \leq U_{ref.}$	KO
		$g_T \leq g_{T máx.}$	OK
Observações: a) Os valores foram retirados do ITE 50 e Despacho 15793K-2013. b) O valor de $U_{ref.}$ foi retirado da Portaria n.º 349-D/2013.			

ANEXO VIII – VERIFICAÇÃO ACÚSTICA DO EDIFÍCIO 2 EM ESTUDO

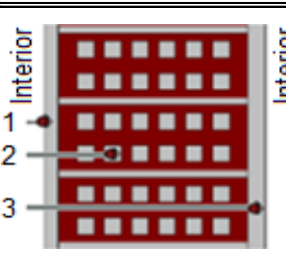
Quadro VIII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 2

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m²]	
	Parte opaca	A = 11,9 m ²			
	1	Placa de gesso cartonado			13,5
	2	Poliestireno expandido (EPS)			^{c)}
	3	Alvenaria em granito			1300,0
	4	Reboco com cal existente			32,0
	Parte envidraçada		A = 2,1 m ²		
	Vidro duplo: 4+15+4mm				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{d)}		80,2		
	Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R _w [dB] ^{e)}		26,1	
		Índice de redução sonora conjunto – R _w [dB] ^{f)}		34,3	
Volume (V) = 172 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{2m,nT,w} ^{g)}		40,3		
D _{2m,nT,w,min.} = 33 dB ^{h)}	D _{2 m,nT,w} ≥ D _{2 m,nT,w,min.}		OK		
Observações:					
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;					
b) Os valores foram retirados do ITE 50;					
c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.					
d) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 40 log(m) - 45 dB;					
e) O valor de R _w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;					
f) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 10 log(1/t _{conjunto}), sendo que:					
$t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçada}}{\sum A_i}$					
g) O valor de D _{2m,nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:					
$D_{2m,nT,w} = R_w_{conjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$					
h) O valor foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.					

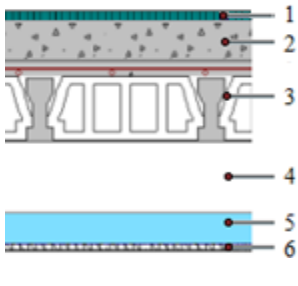
Quadro VIII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 2

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca $A = 44,2 \text{ m}^2$				
	1	Reboco delgado	5	0,005	7,5
	2	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	^{c)}
	3	Alvenaria em bloco betão	200	0,200	140,0
	4	Estuque projetado	20	0,020	30,0
	Parte envidraçada $A = 7,8 \text{ m}^2$				
	Vidro duplo: 5+15+4mm				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R_w [dB] ^{d)}		45,0		
	Tempo de reverberação de ref. (T_0) = 0,5	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R_w [dB] ^{e)}		27,1	
		Índice de redução sonora conjunto – R_w [dB] ^{f)}		35,0	
Volume (V) = 185 m ³	Isolamento sonoro médio – $D_{2m,nT,w}$ ^{g)}		35,5		
$D_{2m,nT,w,min.} = 33 \text{ dB}$ ^{h)}	$D_{2m,nT,w} \geq D_{2m,nT,w,min.}$		OK		
Observações:					
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;					
b) Os valores foram retirados do ITE 50;					
c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.					
d) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: $R_w = 40 \log(m) - 45 \text{ dB}$;					
e) O valor de R_w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;					
f) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: $R_w = 10 \log(1/t_{conjunto})$, sendo que:					
$t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçado}}{\sum A_i}$					
g) O valor de $D_{2m,nT,w}$ foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:					
$D_{2m,nT,w} = R_w_{conjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$					
h) O valor foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.					


Quadro VIII-3: Verificação acústica nas paredes de separação entre as frações e a caixa de escadas – edifício 2

PI.2 – Parede Interior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca	A = 19,5 m ²			
	1	Estuque projetado	15	0,015	22,5
	2	Alvenaria em tijolo furado	220	0,220	176,0
	3	Reboco	20	0,020	40,0
	Portas	A = 2,0 m ²			
	Porta dupla, com tratamento acústico do espaço entre portas				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{c)}				50,1
Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (Portas) – R _w [dB] ^{d)}			43	
	Índice de redução sonora conjunto – R _w - TM [dB] ^{e)}			45,7	
Volume (V) = 172 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{nT,w} [dB] ^{f)}			49,8	
D _{nT,w,min.} = 48 dB ^{g)}	D _{nT,w} ≥ D _{nT,w,min.}			OK	
Observações:					
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;					
b) Os valores foram retirados do ITE 50;					
c) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 40 log(m) - 45 dB;					
d) O valor de R _w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;					
e) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 10 log(1/t _{conjunto}), sendo que:					
$t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{portas}}{\sum A_i}$					
f) O valor de D _{nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:					
$D_{nT,w} = R_{w\ conjunto} + 10 \log\left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i}\right) - TM, \text{ com } TM = 3 \text{ dB}$					
g) O valor de D _{nT,w,min.} foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.					


Quadro VIII-4: Verificação acústica dos novos pavimentos entre frações – edifício 2

PAV.4 – Pavimento entre frações (novos pavimentos)	Espessura ^{a)}		Massa ^{a)}		
	[mm]	[m]	[kg/m ²]		
	Pavimento A = 56,0 m ²				
	1	Mosaico cerâmico	25	0,025	487,0
	2	Camada de regularização	100	0,10	
	3	Laje aligeirada	210	0,21	
	4	Caixa de ar	110	0,11	
	5	Poliestireno extrudido (XPS)	40	0,04	
6	Placa de gesso cartonado	13	0,013		
Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora a sons aéreos – R _w [dB] ^{b)}		62,5		
	Isolamento sonoro a sons aéreos – D _{nT,w} [dB] ^{c)}		58,4		
Volume = 172 m ³	R _w + L _{n,w} ^{a)}		145,0		
D _{nT,w,min.} = 50 dB ^{e)}	Isolamento sonoro a sons de percussão – L' _{nT,w} [dB] ^{d)}		50,0		
L' _{nT,w,máx.} = 60 dB ^{e)}	D _{nT,w,min.} ≥ D _{nT,w}		OK		
ΔL _w = 21 dB	L' _{nT,w} ≤ L' _{nT,w,máx.}		OK		
Observações:					
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;					
b) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 40 log(m) - 45 dB;					
c) O valor de D _{nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:					
$D_{nT,w} = R_{w\text{conjunto}} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right) - TM, \quad \text{com } TM = 4 \text{ dB}$					
d) O valor de L' _{nT,w} foi determinado, através da expressão, baseado na Norma EN 12354:					
$L'_{nT,w} = 164 - 35 \log(m) - \Delta L_w + K - 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$					
e) Os valores de D _{nT,w,min.} e L' _{nT,w,máx.} foram retirados do Decreto-Lei n.º 96/2008.					


IX.2 – Fração B (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt	
					Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10						
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação				Área útil (m2):	84,6
Local (município)	VISEU				Pd (m):	2,50
Região	A				N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	1				Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456				Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais				Vol (m3):	212
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim				Texterior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9				Zref (m)	497
Altura da fração (H _{Fa}) em m	1				Aenv/Au:	15%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	7				Proteção do edifício:	Normal
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	18				Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n50	Não					
Para cada Janela ou grupo de janelas:						
Área dos vãos envidraçados (m2)	13					
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação		
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem		
3. Aberturas de admissão de ar na fachada						
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim					
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa		
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)	250		0	0		
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não		
Escoamento de ar						
Perda de carga						
Altura da conduta (m)						
Cobertura						
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,40					
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60					
Ev (kWh)	0,0					
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{ph,i REF} (h-1)	0,40					
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,30					
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40					
Critério Rph mínimo	Não regulamentar Rph min					
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico:	
					Data:	


IX.3 – Fração C (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lneec.pt	
	Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.				
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10					
1. Enquadramento do edifício					
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2):	65,3
Local (município)	VISEU			Pd (m):	2,90
Região	A			N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	1			Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456			Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais			Vol (m3):	189
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim			Texterior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9			Zref (m)	497
Altura da fração (H _{F,A}) em m	7			Aen/Au:	12%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,75			Proteção do edifício:	Protegido
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4			Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente					
Foi medido valor n50	Não				
Para cada Janela ou grupo de janelas:					
Área dos vãos envidraçados (m2)	8,02				
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na fachada					
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não				
Tipo de abertura					
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)					
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta					
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não	
Escoamento de ar					
Perda de carga					
Altura da conduta (m)					
Cobertura					
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado					
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
Tem sistema de recuperação de calor					
Rendimento da recuperação de calor (%)					
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)					
Existem meios híbridos	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
7. Verão - Recuperador de calor					
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão					
8. Resultados					
8.1 - Balanço de Energia - Edifício					
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,40				
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60				
Ev (kWh)	0,0				
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência					
R _{ph,i REF} (h-1)	0,40				
8.3 - Caudal mínimo de ventilação					
Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,00				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40				
Critério Rph mínimo	Não regulamentar Rph mín				
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.					
				Técnico:	
				Data:	


IX.4 – Fração D (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt	
					Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10						
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício		Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2): 78,7	
Local (município)		VISEU			Pd (m): 2,50	
Região		A			N.º de pisos da fração: 1	
Rugosidade		I			Velocidade vento: Defeito REH	
Altitude do local (m)		456			Vento (u10REH: 3,6) (m/s):	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais			Vol (m3): 197	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Sim			Texterior (°C): 7,7	
Altura do edifício (H _{edif}) em m		11,9			Zref (m): 497	
Altura da fração (H _{FRA}) em m		4			Aenw/Au: 17%	
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m		7			Proteção do edifício: Normal	
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m		18			Zona da fachada: Inferior	
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n50		Não				
Para cada Janela ou grupo de janelas:						
Área dos vãos envidraçados (m2)		13				
Classe de permeabilidade ao ar das janelas		4			Sem classificação	
Caixa de estore - permeabilidade		Não tem			Perm. Baixa	
					Perm. Alta	
					Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na fachada						
Tem aberturas de admissão de ar na fachada		Sim				
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente			Auto-regulável a 2 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)		250			0	
					0	
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)		Não			Não	
Escoamento de ar					Não	
Perda de carga						
Altura da conduta (m)						
Cobertura						
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
<i>ok</i>						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento		0,40				
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento		0,60				
E _v (kWh)		0,0				
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{ph,i REF} (h-1)		0,40				
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)		0,32				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)		0,40				
Critério R _{ph} mínimo		Não regulamentar R_{ph} min				
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico: _____	
					Data: _____	

IX.5 – Fração E (habitação)


 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lneec.pt	
	Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.				
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10					
1. Enquadramento do edifício					
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2):	89,8
Local (município)	VISEU			Pd (m):	2,75
Região	A			N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	1			Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456			Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais			Vol (m3):	247
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim			Texterior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9			Zref (m)	497
Altura da fração (H _{F,A}) em m	9,65			Aen/Au:	11%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,75			Proteção do edifício:	Protegido
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4			Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente					
Foi medido valor n50	Não				
Para cada Janela ou grupo de janelas:					
Área dos vãos envidraçados (m2)	9,7				
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na fachada					
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não				
Tipo de abertura					
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)					
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta					
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não	
Escoamento de ar					
Perda de carga					
Altura da conduta (m)					
Cobertura					
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado					
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
Tem sistema de recuperação de calor					
Rendimento da recuperação de calor (%)					
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)					
Existem meios híbridos	Não				
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
7. Verão - Recuperador de calor					
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão					
8. Resultados					
8.1 - Balanço de Energia - Edifício					
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,40				
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60				
Ev (kWh)	0,0				
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência					
R _{ph,i REF} (h-1)	0,40				
8.3 - Caudal mínimo de ventilação					
Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,00				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40				
Critério Rph mínimo	Não regulamentar Rph mín				
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.					
				Técnico: _____	
				Data: _____	

IX.5 – Fração F (habitação)


 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt	
					Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10						
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação				Área útil (m2):	76,0
Local (município)	VISEU				Pd (m):	4,25
Região	A				N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	I				Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456				Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais				Vol (m3):	323
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim				Texteior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9				Zref (m)	497
Altura da fração (H _{FA}) em m	11,9				Aenw/Au:	14%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,75				Proteção do edifício:	Protegido
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4				Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n50	Não					
Para cada Janela ou grupo de janelas:						
Área dos vãos envidraçados (m2)	10,26					
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação		
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem		
3. Aberturas de admissão de ar na fachada						
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim					
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa		
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)	250		0	0		
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não		
Escoamento de ar						
Perda de carga						
Altura da conduta (m)						
Cobertura						
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,40				ok	
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60					
E _v (kWh)	0,0					
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{ph,i,REF} (h-1)	0,40					
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)	0,13					
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40					
Critério R _{ph} mínimo	Não regulamentar R_{ph} min					
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico: _____	
					Data: _____	

ANEXO X – FOLHAS DE CÁLCULO DAS RENOVAÇÕES HORÁRIAS – EDIFÍCIO 2 (PROPOSTAS DE MELHORIA)


X.1 – Fração B (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS	Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto. apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013. Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10	
1. Enquadramento do edifício			
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação	Área útil (m ²):	76,0
Local (município)	VISEU	Pd (m):	2,50
Região	A	N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	1	Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Vol (m ³):	190
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim	Texterior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9	Zref (m)	497
Altura da fração (H _{FA}) em m	1	Aen/Au:	17%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	7	Proteção do edifício:	Normal
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	18	Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente			
Foi medido valor n50	Não		
Para cada Janela ou grupo de janelas:			
Área dos vãos envidraçados (m ²)	13		
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta
3. Aberturas de admissão de ar na fachada			
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim		
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)	250		0
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta			
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não
Escoamento de ar	Exaustão		
Perda de carga	Alta		
Altura da conduta (m)	13,9		
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)		
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado			
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não		
Escoamento de ar			
Caudal nominal (m ³ /h)			
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento			
Pressão total (Pa)			
Rendimento total do ventilador(%)			
Tem sistema de recuperação de calor			
Rendimento da recuperação de calor (%)			
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)			
Existem meios híbridos	Não		
Escoamento de ar			
Caudal nominal (m ³ /h)			
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento			
Pressão total (Pa)			
Rendimento total do ventilador(%)			
7. Verão - Recuperador de calor			
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão			
8. Resultados			
8.1 - Balanço de Energia - Edifício			
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,40		
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60		
Ev (kWh)	0,0		
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência			
R _{ph,i,REF} (h-1)	0,40		
8.3 - Caudal mínimo de ventilação			
Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,40		
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40		
Critério Rph mínimo	Satisfatório		
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.			
		Técnico: _____	
		Data: _____	


X.2 – Fração C (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt	
					Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10						
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação				Área útil (m2):	65,3
Local (município)	VISEU				Pd (m):	2,90
Região	A				N.º de pisos da fração	1
Rugosidade	I				Velocidade vento	Defeito REH
Altitude do local (m)	456				Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais				Vol (m3):	189
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim				Texterior (°C)	7,7
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9				Zref (m)	497
Altura da fração (H _{fra}) em m	7				Aenv/Au:	12%
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	9,75				Proteção do edifício:	Protegido
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	4				Zona da fachada:	Inferior
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n50	Não					
Para cada Janela ou grupo de janelas:						
Área dos vãos envidraçados (m2)	8,02					
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação		
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem		
3. Aberturas de admissão de ar na fachada						
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim					
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa		
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)			0	500		
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Não	Não	Não		
Escoamento de ar	Exaustão					
Perda de carga	Alta					
Altura da conduta (m)	7,9					
Cobertura	Inclinada (10 a 30°)					
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos	Não					
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,42					
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60					
Ev (kWh)	0,0					
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{ph,i} REF (h-1)	0,42					
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)	0,42					
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40					
Critério R _{ph} mínimo	Satisfatório					
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico:	
					Data:	

X.3 – Fração D (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS		Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt																																													
	Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10		Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.																																													
1. Enquadramento do edifício																																																
<table border="1"> <tr> <td>Tipo de edifício</td> <td>Habitação_novo_ou_grande_reabilitação</td> </tr> <tr> <td>Local (município)</td> <td>VISEU</td> </tr> <tr> <td>Região</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Rugosidade</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Altitude do local (m)</td> <td>456</td> </tr> <tr> <td>Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)</td> <td>2 ou mais</td> </tr> <tr> <td>Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?</td> <td>Sim</td> </tr> <tr> <td>Altura do edifício (H_{edif}) em m</td> <td>11,9</td> </tr> <tr> <td>Altura da fração (H_{FA}) em m</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Altura do obstáculo situado em frente (H_{obs}) em m</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Distância ao obstáculo situado em frente (D_{obs}) em m</td> <td>18</td> </tr> </table>		Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação	Local (município)	VISEU	Região	A	Rugosidade	1	Altitude do local (m)	456	Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim	Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9	Altura da fração (H _{FA}) em m	4	Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	7	Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	18	<table border="1"> <tr> <td>Área útil (m2):</td> <td>78,7</td> </tr> <tr> <td>Pd (m):</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>N.º de pisos da fração</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Velocidade vento</td> <td>Defeito REH</td> </tr> <tr> <td>Vento (u10REH: 3,6) (m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vol (m3):</td> <td>197</td> </tr> <tr> <td>Texterior (°C)</td> <td>7,7</td> </tr> <tr> <td>Zref (m)</td> <td>497</td> </tr> <tr> <td>Aerw/Au:</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Proteção do edifício:</td> <td>Normal</td> </tr> <tr> <td>Zona da fachada:</td> <td>Inferior</td> </tr> </table>			Área útil (m2):	78,7	Pd (m):	2,50	N.º de pisos da fração	1	Velocidade vento	Defeito REH	Vento (u10REH: 3,6) (m/s)		Vol (m3):	197	Texterior (°C)	7,7	Zref (m)	497	Aerw/Au:	17%	Proteção do edifício:	Normal	Zona da fachada:	Inferior
Tipo de edifício	Habitação_novo_ou_grande_reabilitação																																															
Local (município)	VISEU																																															
Região	A																																															
Rugosidade	1																																															
Altitude do local (m)	456																																															
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais																																															
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim																																															
Altura do edifício (H _{edif}) em m	11,9																																															
Altura da fração (H _{FA}) em m	4																																															
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m	7																																															
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m	18																																															
Área útil (m2):	78,7																																															
Pd (m):	2,50																																															
N.º de pisos da fração	1																																															
Velocidade vento	Defeito REH																																															
Vento (u10REH: 3,6) (m/s)																																																
Vol (m3):	197																																															
Texterior (°C)	7,7																																															
Zref (m)	497																																															
Aerw/Au:	17%																																															
Proteção do edifício:	Normal																																															
Zona da fachada:	Inferior																																															
2. Permeabilidade ao ar da envolvente																																																
Foi medido valor n50	Não																																															
Para cada Janela ou grupo de janelas:																																																
Área dos vãos envidraçados (m2)	13																																															
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação																																												
Caixa de estore - permeabilidade	Não tem	Perm. Baixa	Perm. Alta	Não tem																																												
3. Aberturas de admissão de ar na fachada																																																
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Sim																																															
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa																																												
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)	250		0	100																																												
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta																																																
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não																																												
Escoamento de ar																																																
Perda de carga																																																
Altura da conduta (m)																																																
Cobertura																																																
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado																																																
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não																																															
Escoamento de ar																																																
Caudal nominal (m3/h)																																																
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																																
Pressão total (Pa)																																																
Rendimento total do ventilador(%)																																																
Tem sistema de recuperação de calor																																																
Rendimento da recuperação de calor (%)																																																
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)																																																
Existem meios híbridos	Não																																															
Escoamento de ar																																																
Caudal nominal (m3/h)																																																
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento																																																
Pressão total (Pa)																																																
Rendimento total do ventilador(%)																																																
7. Verão - Recuperador de calor																																																
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão																																																
8. Resultados																																																
8.1 - Balanço de Energia - Edifício																																																
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento	0,42																																															
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento	0,60																																															
Ev (kWh)	0,0																																															
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência																																																
R _{ph,i REF} (h-1)	0,42																																															
8.3 - Caudal mínimo de ventilação																																																
Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,42																																															
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40																																															
Critério Rph mínimo	Satisfatório																																															
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.																																																
			Técnico: _____																																													
			Data: _____																																													

X.5 – Fração F (habitação)

 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Citar como: Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2013. v1.0b, 2013-12-10						
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício		Habitação_novo_ou_grande_reabilitação			Área útil (m2): 76,0	
Local (município)		VISEU			Pd (m): 4,25	
Região		A			N.º de pisos da fração: 1	
Rugosidade		1			Velocidade vento: Defeito REH	
Altitude do local (m)		456			Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais			Vol (m3): 323	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Sim			Texterior (°C): 7,7	
Altura do edifício (H _{edif}) em m		11,9			Zref (m): 497	
Altura da fração (H _{FA}) em m		11,9			Aenv/Au: 14%	
Altura do obstáculo situado em frente (H _{obs}) em m		9,75			Proteção do edifício: Protegido	
Distância ao obstáculo situado em frente (D _{obs}) em m		4			Zona da fachada: Inferior	
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n50		Não				
Para cada Janela ou grupo de janelas:						
Área dos vãos envidraçados (m2)		10,26				
Classe de permeabilidade ao ar das janelas		4			Sem classificação	
Caixa de estore - permeabilidade		Não tem			Perm. Baixa	
					Perm. Alta	
					Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na fachada						
Tem aberturas de admissão de ar na fachada		Sim				
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente			Auto-regulável a 2 Pa	
					Auto-regulável a 10 Pa	
					Auto-regulável a 20 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)		250			0	
					500	
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)		Sim			Sim	
Escoamento de ar		Exaustão			Exaustão	
Perda de carga		Alta			Alta	
Altura da conduta (m)		3			3	
Cobertura		Inclinada (10 a 30°)			Inclinada (10 a 30°)	
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m3/h)						
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador(%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento		0,40			ok	
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento		0,60				
Ev (kWh)		0,0				
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{ph,i REF} (h-1)		0,40				
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
Rph estimada em condições nominais (h-1)		0,40				
Requisito mínimo de ventilação (h-1)		0,40				
Critério Rph mínimo		Satisfatório				
Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.						
					Técnico: _____	
					Data: _____	

ANEXO XI – PLANTAS DO EDIFÍCIO 3 EM ESTUDO
(a amarelo encontram-se representadas as demolições e a vermelho as novas construções)

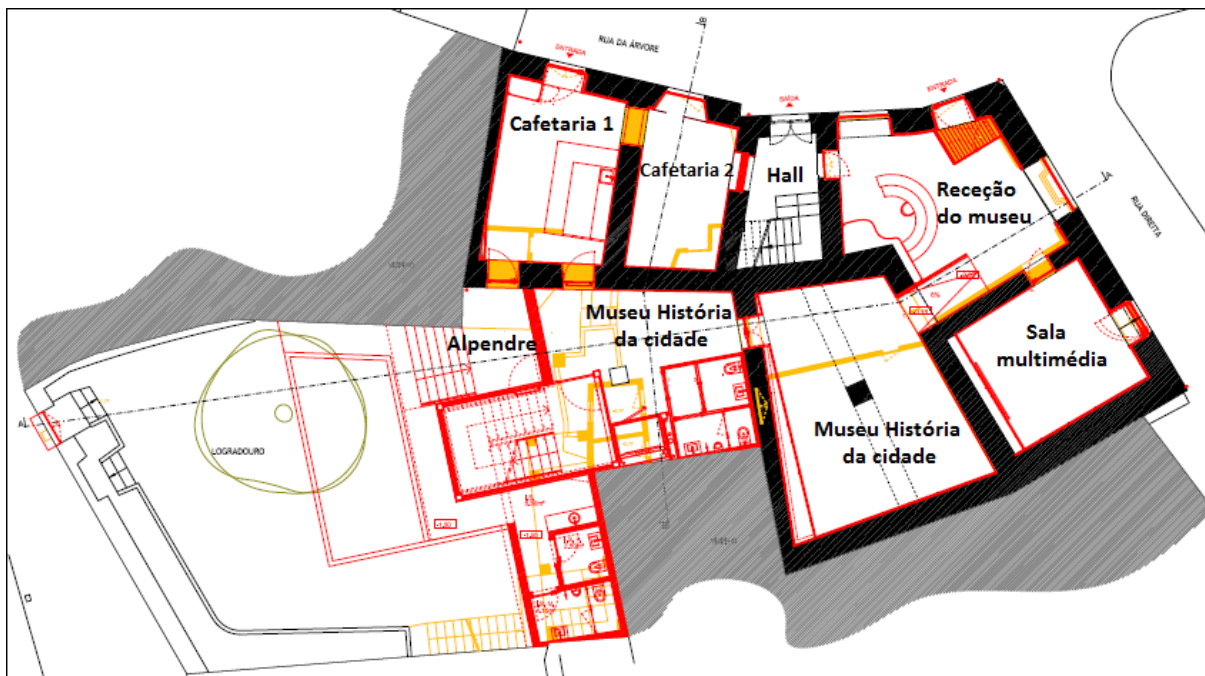


Figura XI-1: Planta do Piso 0 do edifício 3 em estudo

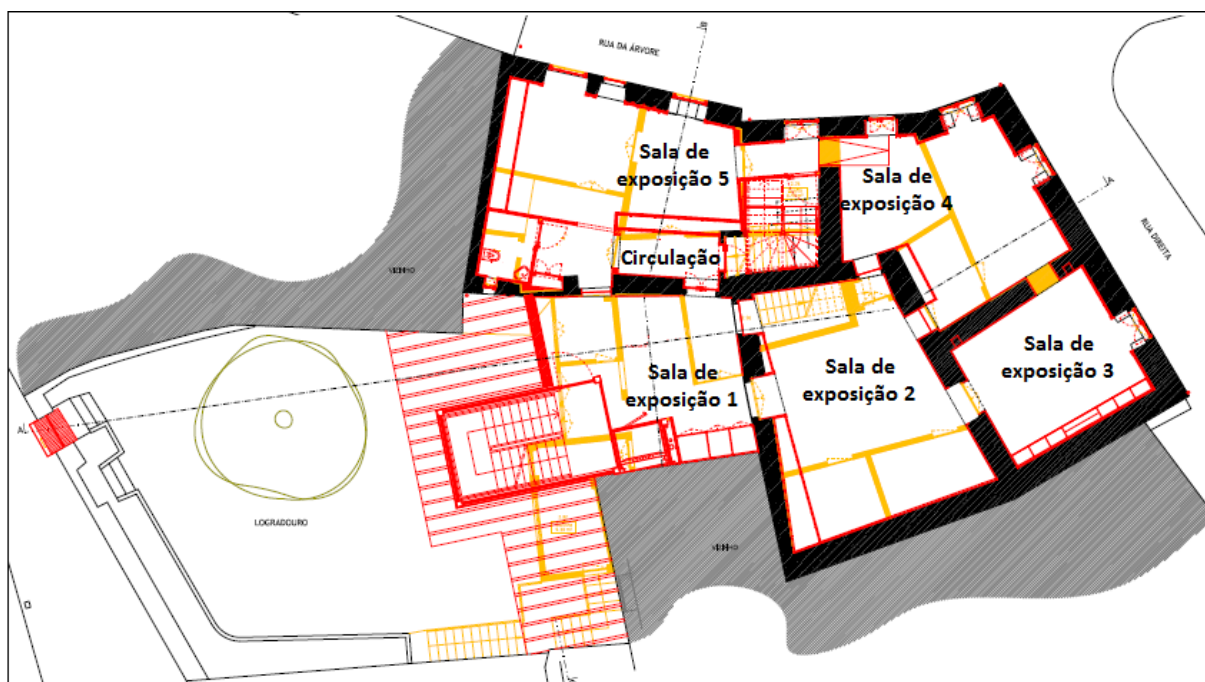


Figura XI-2: Planta do Piso 1 do edifício 3 em estudo

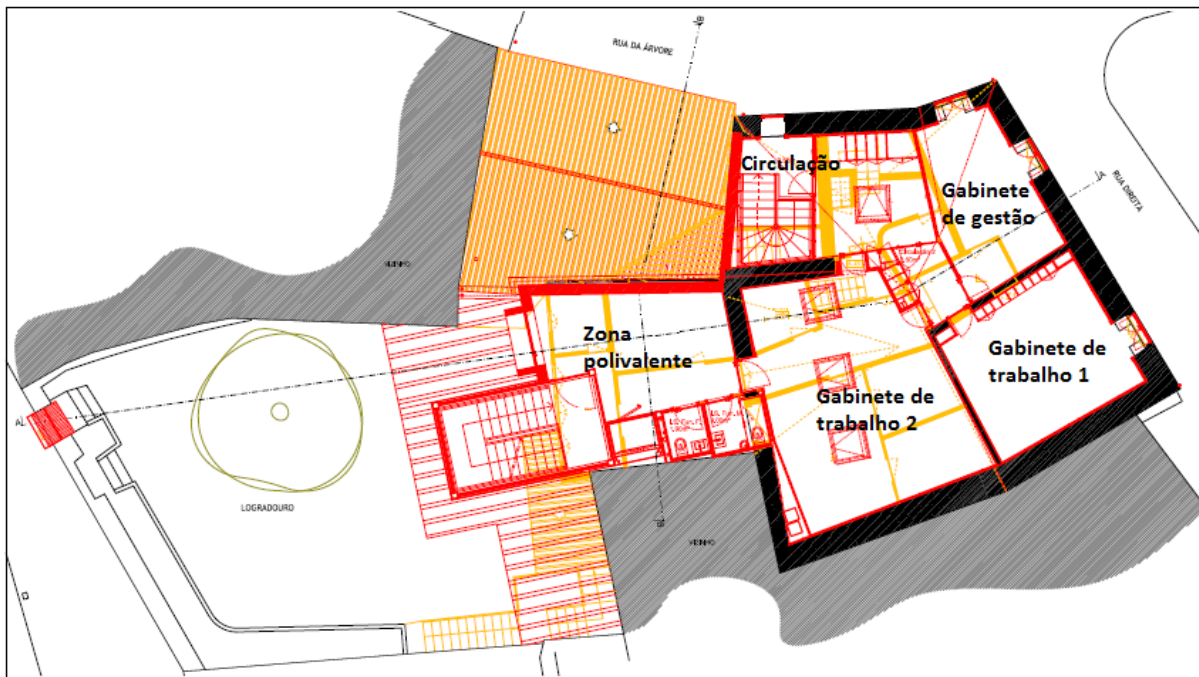


Figura XI-3: Planta do Piso 2 do edifício 3 em estudo

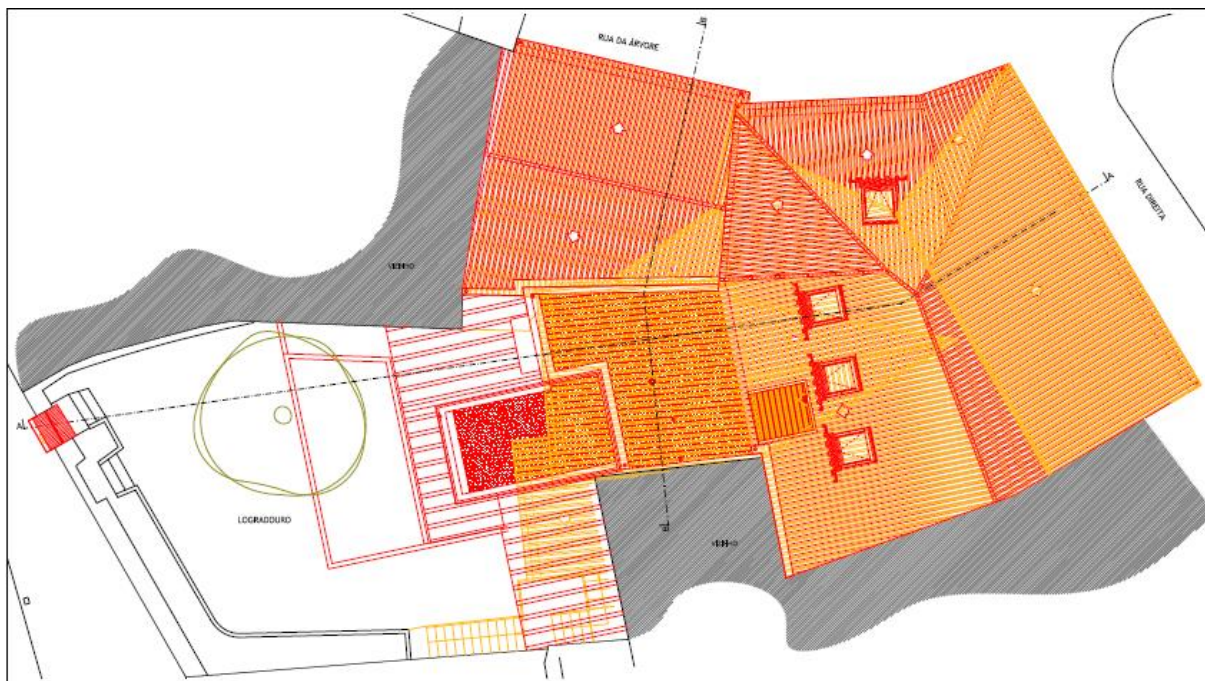


Figura XI-4: Planta do Piso 2 do edifício 3 em estudo

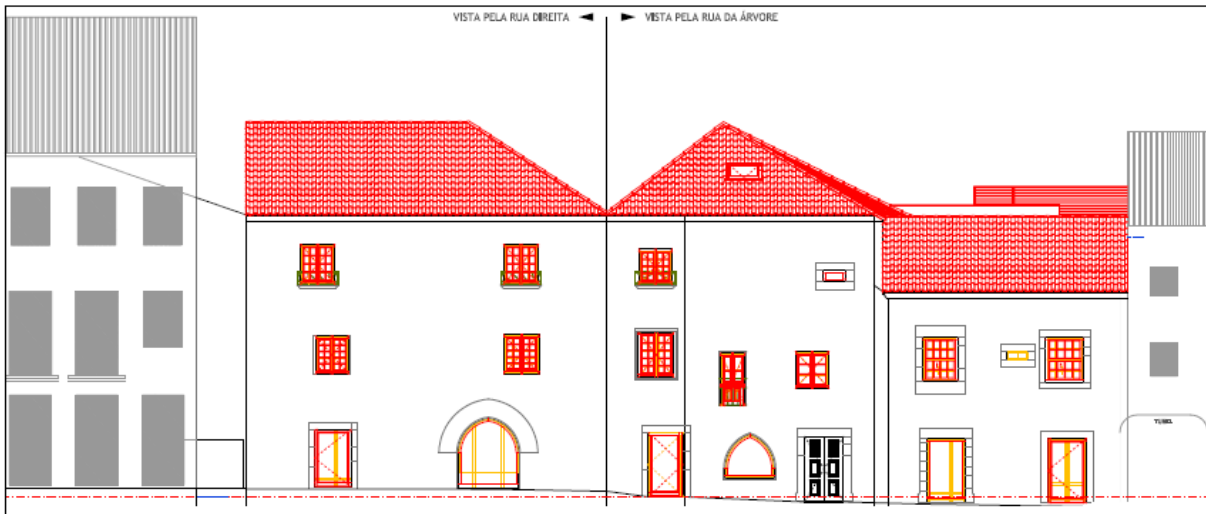


Figura XI-5: Alçado principal (Rua direita e Rua da árvore) do edifício 3 em estudo

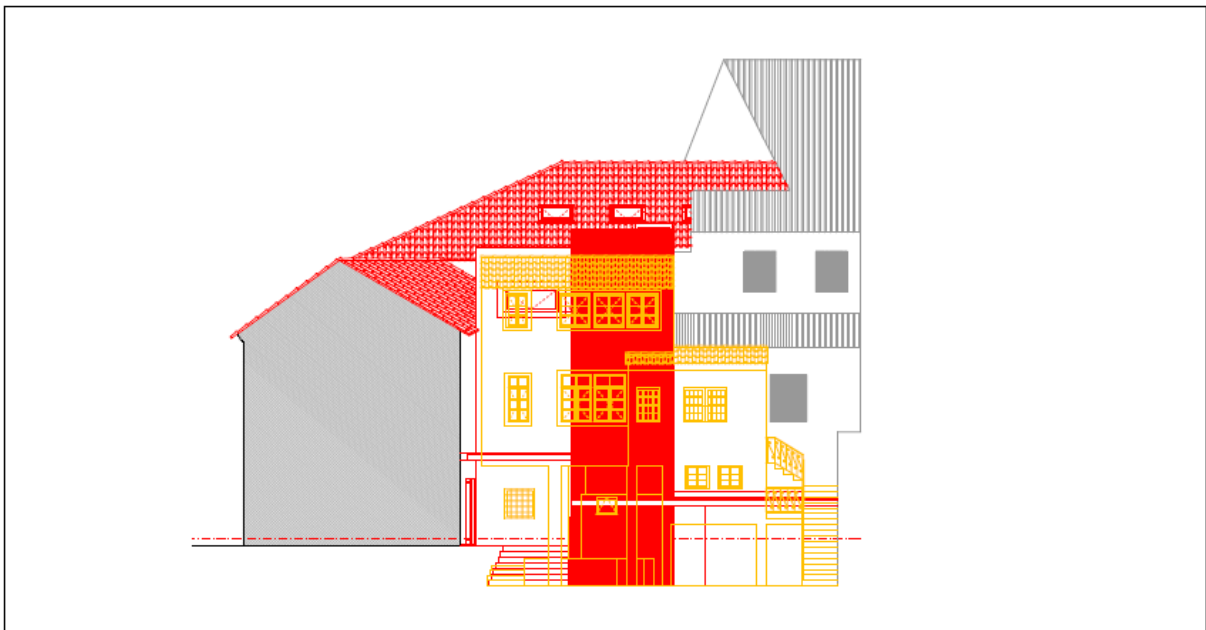


Figura XI-6: Alçado alçado posterior (Rua do chantre), do edifício 3 em estudo

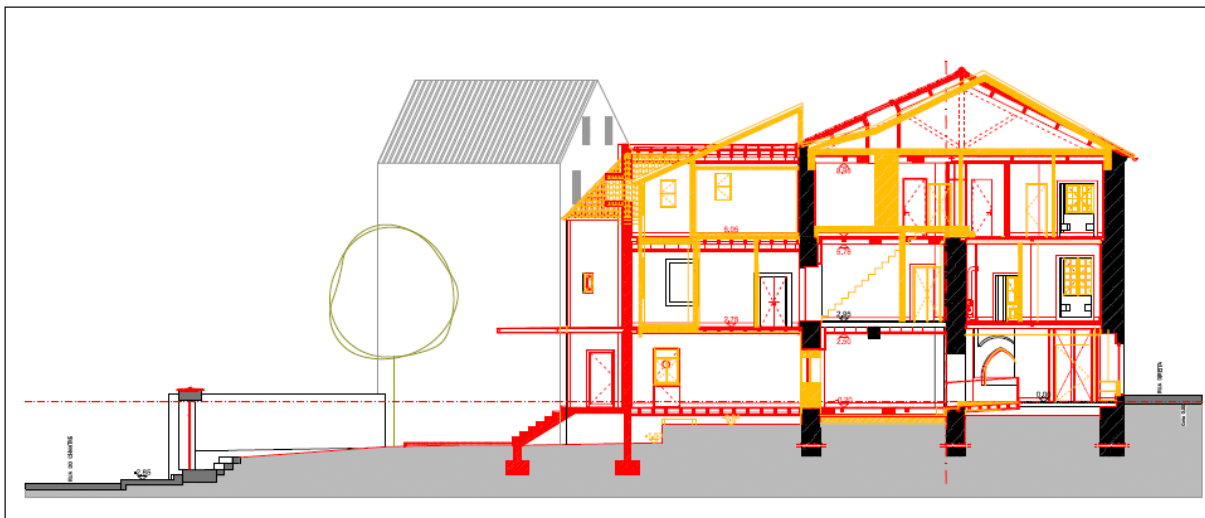


Figura XI-7: Corte AA do edifício 3 em estudo

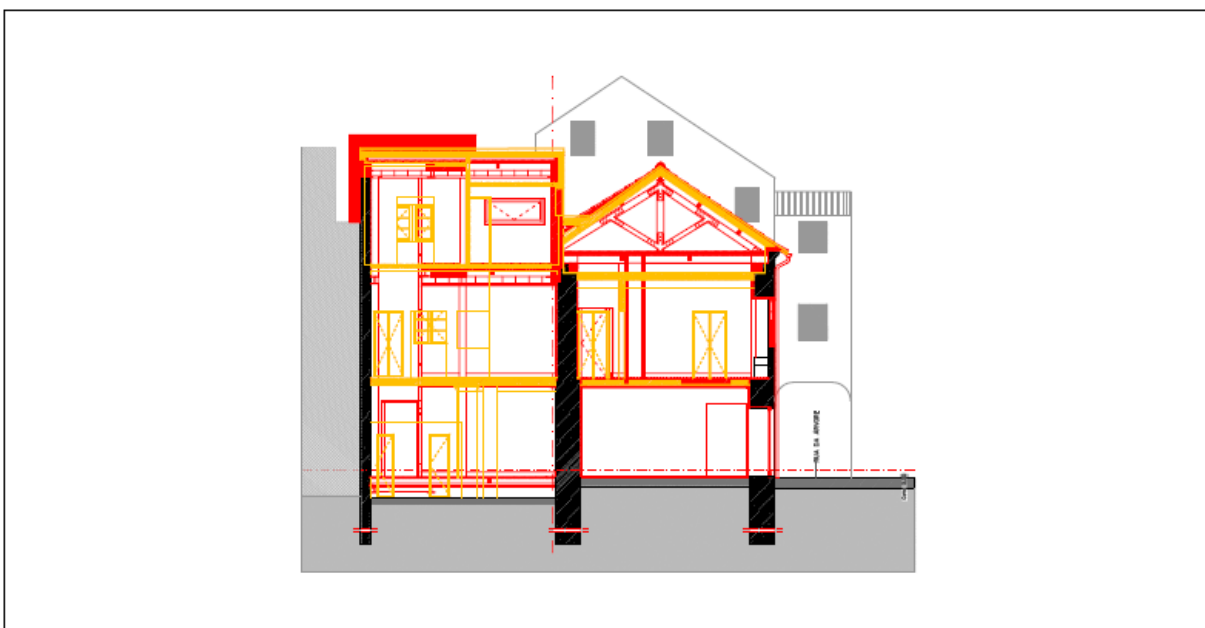


Figura XI-8: Corte BB do edifício 3 em estudo

ANEXO XII – VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS TÉRMICOS DO EDIFÍCIO 3 EM ESTUDO

XII.1 – Envoltivo opaca exterior (zona corrente)

Quadro XII-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 3

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m ² .°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco com cal existente		20 0,020	1,300	0,015
	2	Alvenaria ordinária em granito		700 0,700	1,670	0,419
	3	Poliestireno extrudido (XPS)		40 0,040	0,037	1,081
	4	Placa de gesso cartonado		1,3 0,001	0,250	0,005
	Espessura total		0,761			
	Resistência térmica total – R_t					1,69
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,59
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx.}$					OK	
<p>Observações:</p> <p>a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;</p> <p>d) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.</p>						

Quadro XII-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 3

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m ² .°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado		5 0,005	1,300	0,004
	2	Isolamento térmico EPS		60 0,060	0,037	1,622
	3	Alvenaria em bloco térmico		200 0,200	0,770	0,260
	4	Estuque projetado		20 0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,285			
	Resistência térmica total – R_t					2,17
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,46
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx.}$					OK	
<p>Observações:</p> <p>a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;</p> <p>d) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.</p>						

XII.2 – Envolvente opaca exterior (zona não corrente)

Quadro XII-3: Verificação térmica das pontes térmicas planas (pilares e vigas) nas novas paredes – edifício 3

PTP.1 – Pilar / Viga		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco delgado	5	0,005	1,300	0,004
	2	Isolamento térmico EPS	60	0,060	0,037	1,622
	3	Pilar em betão armado	200	0,200	2,500	0,080
	4	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,285			
	Resistência térmica total – R_t					1,99
	Coef. de transmissão térmica – U_{PTP} [W/m.°C] ^{c)}					0,50
	Coef. de transmissão térmica corrente do elemento – U_{cor} . [W/m.°C] ^{d)}					0,46
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx}$. [W/m.°C] ^{e)}					1,60
	$U_{PTP} \leq 2 \times U_{cor}$					OK
	$U_{PTP} \leq U_{máx}$					OK
	Observações:					
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) O valor de U_{cor} . corresponde ao valor de U na envolvente do elemento;						
e) O valor foi retirado do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.						

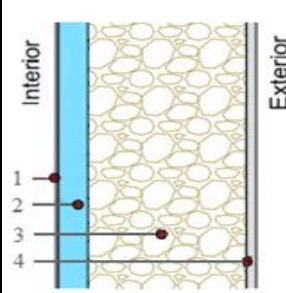
XII.3 – Vãos envidraçados

Quadro XII-4: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados – edifício 3

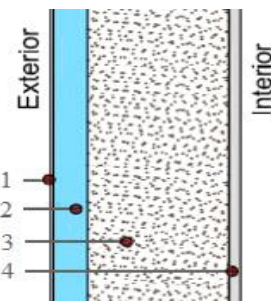
Ve.1 – Vão envidraçado			
	1	Caixilharia de madeira maciça de kâmbala (guilhorina/abrir)	
	2	Vidro duplo (6+8+4 mm)	
	3	Portadas de madeira interiores	
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}		2,80
	Coef. de transmissão térmica de referência – U_{ref} . [W/m.°C] ^{b)}		3,30
	Fator solar – g_T ^{c)}		0,37
	Fator solar referência – g_{Tref} ^{b)}		0,20
	Fator solar máx. – $g_{Tmáx}$. ^{b)}		0,56
	$U \leq U_{ref}$.		OK
	$g_T \leq g_{Tmáx}$.		OK
Observações:			
a) O valor de U foi retirado do ITE 50;			
b) O valor foi retirado do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, considerando a zona climática I2;			
c) O valor de g_T foi determinado através da expressão (4) do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril;			

ANEXO XIII – VERIFICAÇÃO ACÚSTICA DO EDIFÍCIO 3 EM ESTUDO

Quadro XIII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 3

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}		
		[mm]	[m]	[kg/m²]		
	Parte opaca	A = 18,5 m ²				
	1 Placa de gesso cartonado	13	0,013	13,5		
	2 Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	^{c)}		
	3 Alvenaria em granito	700	0,700	1820,0		
	4 Reboco com cal existente	20	0,020	32,0		
	Parte envidraçada	A = 10,2 m ²				
	Vidro duplo: 4+15+4mm					
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{d)}				85,8	
	Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R _w [dB] ^{e)}				36
		Índice de redução sonora conjunto – R _w [dB] ^{f)}				40,5
Volume (V) = 85,5 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{2m,nT,w} ^{g)}				40,3	
D _{2m,nT,w,min.} = 33 dB ^{h)}	D _{2 m,nT,w} ≥ D _{2 m,nT,w,min.}				OK	
Observações:						
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.						
d) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 40 log(m) - 45 dB;						
e) O valor de R _w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;						
f) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 10 log(1/t _{conjunto}), sendo que:						
$t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçada}}{\sum A_i}$						
g) O valor de D _{2m,nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:						
$D_{2m,nT,w} = R_{wconjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$						
h) O valor de D _{2 m,nT,w,min.} foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.						

Quadro XIII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 3

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca A = 11,2 m ²				
	1	Reboco delgado	5	0,005	7,5
	2	Poliestireno expandido (EPS)	60	0,060	
	3	Alvenaria em bloco betão	200	0,200	140,0
	4	Estuque projetado	20	0,020	30,0
	Parte envidraçada A = 1,4 m ²				
	Vidro duplo: 4+15+4mm				
		Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{d)}			45,0
	Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R _w [dB] ^{e)}			36
		Índice de redução sonora conjunto – R _w [dB] ^{f)}			42,5
Volume (V) = 62,84 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{2m,nT,w} ^{g)}			44,5	
D _{2m,nT,w,min.} = 33 dB ^{h)}	D _{2m,nT,w} ≥ D _{2m,nT,w,min.}			OK	
<p>Observações:</p> <p>a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.</p> <p>d) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 40 log(m) - 45 dB;</p> <p>e) O valor de R_w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;</p> <p>f) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 10 log(1/t_{conjunto}), sendo que:</p> $t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçado}}{\sum A_i}$ <p>g) O valor de D_{2m,nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:</p> $D_{2m,nT,w} = R_{wconjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$ <p>h) O valor de D_{2m,nT,w,min.} foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.</p>					

ANEXO XIV – FOLHAS DE CÁLCULO DAS RENOVAÇÕES HORÁRIAS – EDIFÍCIO 3

Folha de Cálculo FC IV.1d Perdas Associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	455,65	(m ²)
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	1230,26	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL (Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

Cumpre a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text" value="0,90"/>
Caixas-de-estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de exposição (1, 2, 3 ou 4) (Ver Quadro IV.2)	<input type="text" value="1"/>	
Aberturas autorreguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/> se não, agrava 0,10	
Área de envidraçados > 15%Ap? (S ou N)	<input type="text" value="N"/> se sim, agrava 0,10	
Portas exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/> se sim, reduz 0,05 desde que não cumpra NP1037-1	

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluir exaustor da cozinha)

Caudal de insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>				
Caudal extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>					
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	/ <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 2px;">V =</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td></tr><tr><td style="padding: 2px;">(volume int)</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">RPH (**)</td></tr></table>	V =	0	(volume int)	RPH (**)
V =	0					
(volume int)	RPH (**)					
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>					
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>				
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0,000"/>	(Vf / V + Vx).(1-η)				
Consumo de eletricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev=Pvx24x0,03xM(kWh))				

Volume	1230,26	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	0,900	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	376,46	(W/°C)

ANEXO XV – PLANTAS DO EDIFÍCIO 4 EM ESTUDO
(a amarelo encontram-se representadas as demolições e a vermelho as novas construções)



Figura XV-1: Planta do Piso 0 do edifício 4 em estudo



Figura XV-2: Planta do Piso 1 do edifício 4 em estudo



Figura XV-3: Planta do Piso 2 do edifício 4 em estudo

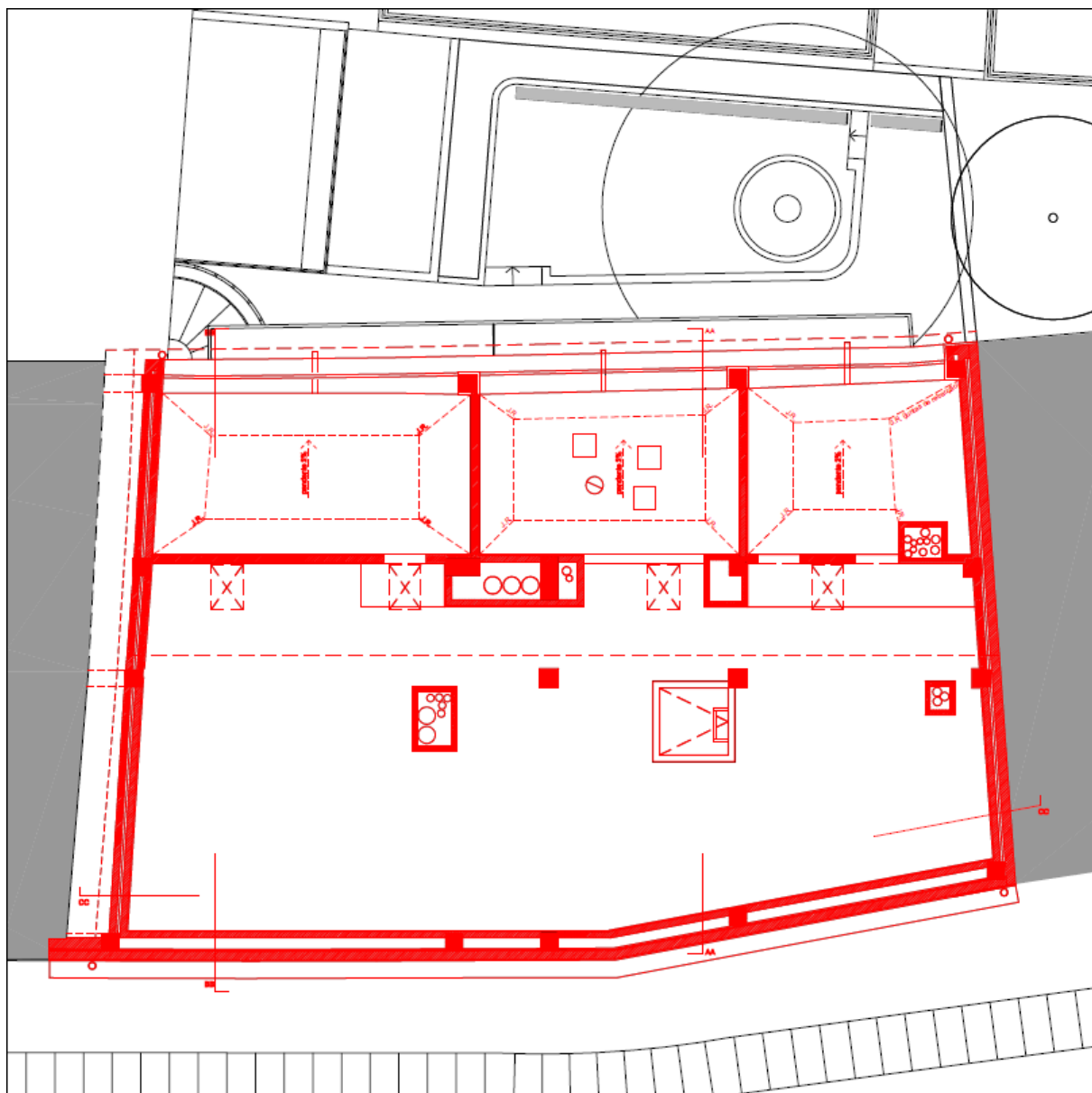


Figura XV-4: Planta da laje de esteira do edifício 4 em estudo

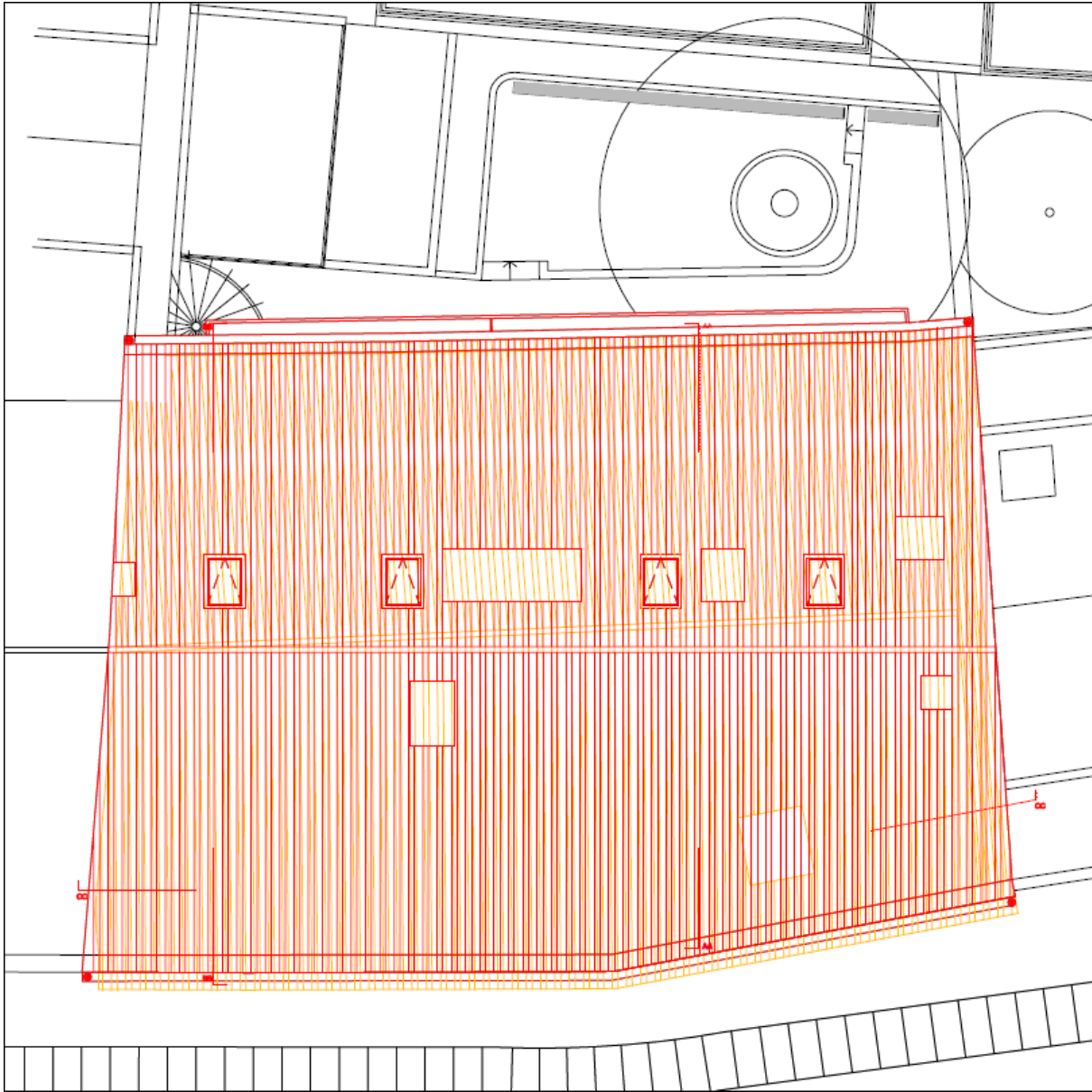
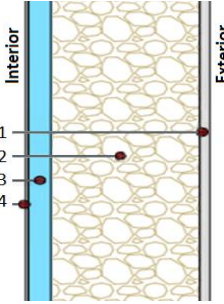


Figura XV-5: Planta da cobertura do edifício 4 em estudo

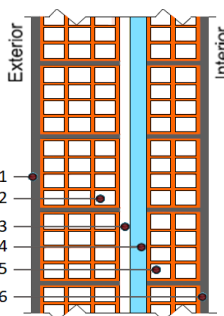
ANEXO XVI – VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS TÉRMICOS DO EDIFÍCIO 4 EM ESTUDO

XVI.1 – Envoltivo opaca exterior (zona corrente)

Quadro XVI-1: Verificação térmica das paredes exteriores preservadas – edifício 4

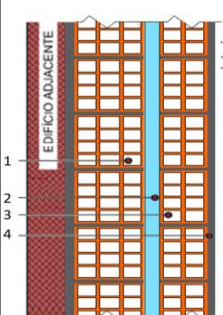
PI.1 – Parede Interior (parede de separação com edifício adjacente)		Espessura^{a)}		Condutibilidade^{b)}	Resistência^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco com cal existente		20 0,020	1,300	0,015
	2	Alvenaria ordinária em granito		700 0,700	1,670	0,419
	3	Poliestireno extrudado (XPS)		40 0,040	0,037	1,081
	4	Placa de gesso cartonado		1,3 0,001	0,250	0,005
	Espessura total		0,761			
	Resistência térmica total – R_t					1,69
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,59
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60
$U \leq U_{máx.}$					OK	
<p>Observações:</p> <p>a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;</p> <p>d) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.</p>						

Quadro XVI-2: Verificação térmica das novas paredes exteriores – edifício 4

PE.2 – Parede Exterior		Espessura^{a)}		Condutibilidade^{b)}	Resistência^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Reboco		2 0,002	1,300	0,002
	2	Alvenaria em tijolo cerâmico		150 0,150	0,360	0,417
	3	Caixa de ar		variável	1,900	
	4	Isolamento térmico EPS		40 0,040	0,037	1,081
	5	Alvenaria em tijolo cerâmico		110 0,110	0,380	0,289
	6	Estuque projetado		20 0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,322			
	Resistência térmica total – R_t					2,07
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,48
Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					0,60	
Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,60	
$U \leq U_{máx.}$					OK	
<p>Observações:</p> <p>a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;</p> <p>d) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.</p>						

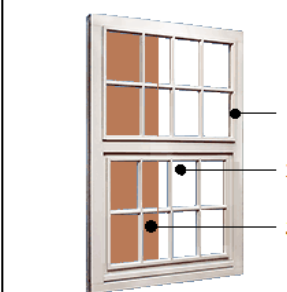
XVI.2 – Envoltente opaca interior

Quadro XVI-3: Verificação térmica da parede de separação com edifício adjacente – edifício 4

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Condutibilidade ^{b)}	Resistência ^{c)}	
		[mm]	[m]	λ [W/m.°C]	R_j [m².°C/W]	
	$R_{se} + R_{si}$ ^{b)}				0,170	
	1	Alvenaria em tijolo cerâmico	150	0,150	0,360	0,417
	2	Isolamento térmico EPS	40	0,040	0,037	1,081
	3	Alvenaria em tijolo cerâmico	110	0,110	0,380	0,289
	4	Estuque projetado	20	0,020	0,180	0,111
	Espessura total		0,32			
	Resistência térmica total – R_t					2,07
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{c)}					0,48
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{d)}					1,20
	Coef. de transmissão térmica máximo – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}					2,00
$U \leq U_{máx}$					OK	
Observações:						
a) As espessuras dos elementos foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;						
b) Os valores foram retirados do ITE 50;						
c) R_j e U foram calculados pelas seguintes expressões: $R_j = \text{espessura}/\lambda$; $U = 1/R_t$;						
d) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril.						

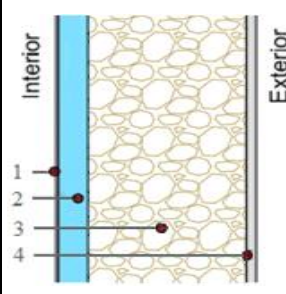
XVI.3 – Vãos envidraçados

Quadro XVI-4: Verificação térmica e fator solar dos vãos envidraçados – edifício 4

Ve.1 – Vão envidraçado		
	1 Caixilharia de madeira maciça de kâmbala (guilhorina/abrir)	
	2 Vidro duplo (6+12+8 mm)	
	3 Portadas de madeira interiores	
	Coef. de transmissão térmica – U [W/m.°C] ^{a)}	2,50
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{ref.}$ [W/m.°C] ^{b)}	3,30
	Coef. de transmissão térmica de referência – $U_{máx.}$ [W/m.°C] ^{d)}	3,30
	Fator solar – g_T ^{c)}	0,37
	Fator solar referência – g_{Tref} ^{b)}	0,20
	Fator solar máx. – $g_{Tmáx.}$ ^{b)}	0,56
	$U \leq U_{máx.}$	OK
$g_T \leq g_{Tmáx.}$	OK	
Observações:		
a) O valor de U foi retirado do ITE 50;		
b) O valor foi retirado do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, considerando a zona climática I2;		
c) O valor de g_T foi determinado através da expressão (4) do Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril;		
d) O valor de $U_{máx}$ considera-se igual ao valor de $U_{ref.}$.		

ANEXO XVII – VERIFICAÇÃO ACÚSTICA DO EDIFÍCIO 4 EM ESTUDO

Quadro XVII-1: Verificação acústica das paredes exteriores preexistentes – edifício 4

PE.1 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca	A = 81,5 m ²			
	1	Placa de gesso cartonado			13,5
	2	Poliestireno expandido (EPS)			^{c)}
	3	Alvenaria em granito			1820,0
	4	Reboco com cal existente			32,0
	Parte envidraçada		A = 28,1 m ²		
	Vidro duplo: 8+10+6mm				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{d)}		85,8		
	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R _w [dB] ^{e)}		36,7		
	Índice de redução sonora conjunto – R _w [dB] ^{f)}		42,6		
Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Isolamento sonoro médio – D _{2m,nT,w} ^{g)}		46,0		
Volume (V) = 738 m ³	D _{2m,nT,w,min.} = 33 dB ^{h)}		OK		
<p>Observações:</p> <p>a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.</p> <p>d) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 40 log(m) - 45 dB;</p> <p>e) O valor de R_w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;</p> <p>f) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 10 log(1/t_{conjunto}), sendo que:</p> $t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçada}}{\sum A_i}$ <p>g) O valor de D_{2m,nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:</p> $D_{2m,nT,w} = R_{wconjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$ <p>h) Os valores foram retirados do Decreto-Lei n.º 96/2008 (33dB para habitação e 25dB para comércio).</p>					

Quadro XVII-2: Verificação acústica das novas paredes exteriores – edifício 4

PE.2 – Parede Exterior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca A = 49,5 m ²				
	1	Reboco	20	0,020	40,0
	2	Alvenaria em tijolo cerâmico	150	0,150	86,7
	3	Caixa de ar	Variável		
	4	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	c)
	5	Alvenaria em tijolo cerâmico	110	0,110	65,0
	6	Estuque projetado	20	0,020	30,0
	Parte envidraçada A = 11,2 m ²				
	Vidro duplo: 8+10+6mm				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{d)}		48,8		
	Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (P. envidraçada) – R _w [dB] ^{e)}		36,7	
		Índice de redução sonora conjunto – R _w [dB] ^{f)}		43,0	
Volume (V) = 332,2 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{2m,nT,w} ^{g)}		45,4		
D _{2m,nT,w,min.} = 33 dB ^{h)}	D _{2 m,nT,w} ≥ D _{2 m,nT,w,min.}		OK		
Observações:					
a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;					
b) Os valores foram retirados do ITE 50;					
c) Não foi considerada a massa do EPS, uma vez que a mesma não tem influência no desempenho acústico.					
d) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 40 log(m) - 45 dB;					
e) O valor de R _w foi retirado da documentação fornecida do projeto de especialidade;					
f) O valor de R _w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R _w = 10 log(1/t _{conjunto}), sendo que:					
$t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{envidraçado}}{\sum A_i}$					
g) O valor de D _{2m,nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:					
$D_{2m,nT,w} = R_{wconjunto} + 10 \log \left(\frac{0,16 V}{T_0 \times \sum A_i} \right)$					
h) O valor de D _{2 m,nT,w,min.} foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.					

Quadro XVII-3: Verificação acústica das novas paredes interiores – edifício 4

PI.2 – Parede Interior		Espessura ^{a)}		Massa ^{b)}	
		[mm]	[m]	[kg/m ²]	
	Parte opaca A = 40,7 m ²				
	1	Reboco	20	0,020	40,0
	2	Alvenaria em tijolo cerâmico	150	0,150	86,7
	3	Caixa de ar	Variável		
	4	Poliestireno expandido (EPS)	40	0,040	c)
	5	Alvenaria em tijolo cerâmico	110	0,110	65,0
	6	Estuque projetado	20	0,020	30,0
	Portas A = 2,0 m ²				
	Índice de redução sonora (P. opaca) – R _w [dB] ^{c)}		48,8		
Tempo de reverberação de ref. (T ₀) = 0,5	Índice de redução sonora (Portas) – R _w [dB] ^{d)}		43		
	Índice de redução sonora conjunto – R _w - TM [dB] ^{e)}		45,3		
Volume (V) = 332,2 m ³	Isolamento sonoro médio – D _{nT,w} [dB] ^{f)}		49,3		
D _{nT,w,min.} = 48 dB ^{g)}	D _{nT,w} ≥ D _{nT,w,min.}		OK		
<p>Observações:</p> <p>a) Os valores foram retirados da memória descritiva e justificativa do projeto de especialidade;</p> <p>b) Os valores foram retirados do ITE 50;</p> <p>c) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 40 log(m) - 45 dB;</p> <p>d) O valor foi admitido com base nos valores apresentados nos projetos dos casos de estudo anteriores;</p> <p>e) O valor de R_w foi determinado com base na lei da massa, através da expressão: R_w = 10 log(1/t_{conjunto}), sendo que:</p> $t_{conjunto} = \frac{10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{opaca} + 10^{-\frac{R_w}{10}} \times A_{portas}}{\sum A_i}$ <p>f) O valor de D_{nT,w} foi determinado com base da lei da massa, através da expressão:</p> $D_{nT,w} = R_{w\ conjunto} + 10 \log\left(\frac{0,16V}{T_0 \times \sum A_i}\right) - TM, \quad \text{com } TM = 3 \text{ dB}$ <p>g) O valor de D_{nT,w,min.} foi retirado do Decreto-Lei n.º 96/2008.</p>					

ANEXO XVIII – FOLHAS DE CÁLCULO DAS RENOVAÇÕES HORÁRIAS – EDIFÍCIO 4

Fração de serviços

Folha de Cálculo FC IV.1d Perdas Associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	157,3		(m ²)
Pé-direito médio	2,76		(m)
	=		
Volume interior (V)	434,15		(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL		(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)	
Cumprir a NP 1037-1?	(S ou N)	N	se SIM: RPH = 0,6
Se NÃO:			
Classe da caixilharia	(s/c, 1, 2 ou 3)	s/c	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = 0,95
Caixas-de-estore	(S ou N)	N	
Classe de exposição	(1, 2, 3 ou 4)	2	
(Ver Quadro IV.2)			
Aberturas autorreguladas?	(S ou N)	N	se não, agrava 0,10
Área de envidraçados > 15%Ap?	(S ou N)	S	se sim, agrava 0,10
Portas exteriores bem vedadas?	(S ou N)	N	se sim, reduz 0,05 desde que não cumpra NP1037-1

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluír exaustor da cozinha)			
Caudal de insuflação	Vins - (m ³ /h)	[]	Vf = 0,00
Caudal extraído	Vev - (m ³ /h)	[]	
Diferença entre Vins e Vev	(m ³ /h)	0,00	V = 0 (volume int) RPH (**)
Infiltrações (Vent. Natural)	Vx - (h ⁻¹)	[]	
Recuperador de calor	(S ou N)	[]	se SIM, η = [] se NÃO, η = 0
Taxa de Renovação Nominal	(mínimo: 0,6)	0,000	(Vf / V + Vx).(1-η)
Consumo de eletricidade para os ventiladores		[]	(Ev=Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	434,15		
	x		
Taxa de Renovação Nominal	0,950		
	x		
	0,34		
	=		
TOTAL	140,23		(W/°C)

Fração habitacional - Piso 1

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas Associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	43,00	(m ²)
Pé-direito médio	2,76	(m)
	=	
Volume interior (V)	118,68	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL (Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

Cumpre a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: $RPH =$

Se NÃO:

Classe da caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 $RPH =$ <input type="text" value="1,05"/>
Caixas-de-estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de exposição (1, 2, 3 ou 4) (Ver Quadro IV.2)	<input type="text" value="2"/>	
Aberturas autorreguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se não, agrava 0,10
Área de envidraçados > 15%Ap? (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	se sim, agrava 0,10
Portas exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se sim, reduz 0,05 desde que não cumpra NP1037-1

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluir exaustor da cozinha)

Caudal de insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	$V_f =$ <input type="text" value="0,00"/>				
Caudal extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>					
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	/ <table border="1"> <tr> <td>V =</td> <td><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>(volume int)</td> <td>RPH (**)</td> </tr> </table>	V =	<input type="text" value="0"/>	(volume int)	RPH (**)
V =	<input type="text" value="0"/>					
(volume int)	RPH (**)					
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>					
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, $\eta =$ <input type="text"/> se NÃO, $\eta =$ <input type="text" value="0"/>				
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0,000"/>	$(V_f / V + V_x) \cdot (1 - \eta)$				
Consumo de eletricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	$(E_v = P_v \times 24 \times 0,03 \times M \text{ (kWh)})$				

Volume	118,68	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1,050	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	42,37	(W/°C)

Fração habitacional - Piso 2 (T1)

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas Associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	43,00	(m ²)
Pé-direito médio	2,76	(m)
	=	
Volume interior (V)	118,68	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL (Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text" value="1,05"/>
Caixas-de-estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de exposição (1, 2, 3 ou 4) (Ver Quadro IV.2)	<input type="text" value="2"/>	
Aberturas autorreguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se não, agrava 0,10
Área de envidraçados > 15%Ap? (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	se sim, agrava 0,10
Portas exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	se sim, reduz 0,05 desde que não cumpra NP1037-1

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluir exaustor da cozinha)

Caudal de insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>				
Caudal extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>					
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	<table border="1"> <tr> <td>V =</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>(volume int)</td> <td>RPH (**)</td> </tr> </table>	V =	0	(volume int)	RPH (**)
V =	0					
(volume int)	RPH (**)					
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>					
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>				
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0,000"/>	(Vf / V + Vx).(1-η)				
Consumo de eletricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev=Pvx24x0,03xM(kWh))				

Volume	118,68	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1,050	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	42,37	(W/°C)

Fração habitacional - Piso 2 (T2)

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas Associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	59,86	(m ²)
Pé-direito médio	2,76	(m)
	=	
Volume interior (V)	165,22	(m ³)

VENTILAÇÃO NATURAL (Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

Cumpra a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text" value="1,05"/>
Caixas-de-estore (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Classe de exposição (1, 2, 3 ou 4) (Ver Quadro IV.2)	<input type="text" value="2"/>	
Aberturas autorreguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/> se não, agrava 0,10	
Área de envidraçados > 15%Ap? (S ou N)	<input type="text" value="S"/> se sim, agrava 0,10	
Portas exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/> se sim, reduz 0,05 desde que não cumpra NP1037-1	

VENTILAÇÃO MECÂNICA (excluir exaustor da cozinha)

Caudal de insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>
Caudal extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	V = <input type="text" value="0"/> (volume int) / RPH (**)
Infiltrações (Vent. Natural) Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0,000"/>	(Vf / V + Vx).(1-η)
Consumo de eletricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev=Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	165,22	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1,050	
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	58,99	(W/°C)

