

# **ANÁLISE ECONÓMICA E FINANCEIRA DA REABILITAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**

**Rui André Arsénio Cardoso**

**Mestrado em Conservação e Reabilitação do Edificado  
Dissertação**

**ORIENTADOR:** Doutora Manuela Cristina de Oliveira Pereira dos Santos  
Timóteo Fernandes

**dezembro de 2015**

**Dissertação submetida no Instituto Politécnico de Setúbal**



# **ANÁLISE ECONÓMICA E FINANCEIRA DA REABILITAÇÃO NA CONSTRUÇÃO**

Mestrado em Conservação e Reabilitação do Edificado

## **DECLARAÇÃO DE AUTORIA DO TRABALHO**

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Nome Completo

---

(assinatura)

## **DIREITOS DE COPIA OU COPYRIGHT**

© **Copyright:** Rui André Arsénio Cardoso

O Instituto Politécnico de Setúbal tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



À memória do meu avô

*“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”*

*Simone de Beauvoir*



## AGRADECIMENTOS

No decorrer deste trabalho, este foi auxiliado direta ou indiretamente por várias pessoas e entidades, às quais reservo este espaço como forma de agradecimento.

Quero agradecer à minha orientadora e coordenadora deste projeto de reabilitação, a Dr.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Manuela Timóteo, pela disponibilidade, atenção, motivação e oportunidade de realizar esta dissertação.

Agradeço também ao Senhor Alexandre Gamito, técnico do Laboratório de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia do Barreiro (ESTB), ao Professor Doutor Marco Marques, docente e responsável do Laboratório de Engenharia Civil da ESTB, e ao Professor Doutor Pedro Ferreira, atual diretor da ESTB, pela cedência do equipamento para as medições de temperatura e humidade relativa no interior das habitações dos edifícios em estudo.

Agradeço aos Engenheiros Daniel Sousa e João Rocha, da empresa de fiscalização da obra Ripórtico, pela cedência de informação acerca dos edifícios em estudo, pelo apoio e acompanhamento em obra.

Agradeço também ao Eng.<sup>o</sup> Marco Cantarino, do Departamento Comercial da Secil, pela cedência de informações acerca de alguns produtos desta empresa que foram aplicados em obra.

Agradeço ainda a todos os docentes da ESTB pela transmissão de conhecimentos na área da Engenharia Civil ao longo das minhas duas licenciaturas e do meu mestrado.

Aos meus colegas de curso que fizeram parte do meu grupo para trabalhos académicos, que estudaram comigo durante a preparação dos exames, que partilharam conhecimentos e nos quais estiveram presentes nos momentos bons e menos bons, o meu muito obrigado.

Quero agradecer também a todos os meus amigos que se encontram neste país e espalhados pelo mundo fora pelo contributo de forma direta ou indireta para a realização desta dissertação, transmitindo confiança, motivação e incentivo para não desistir.

Para finalizar, e sem retirar qualquer importância, quero agradecer à minha família (mãe, irmãos, avó, tios, primos e namorada) por todos os sacrifícios que fizeram por mim, pela preocupação e paciência demonstrada, pela compreensão do meu esforço e pela minha eventual ausência durante a realização desta dissertação e também pelo apoio durante os anos de estudo no ensino superior.

A todos, o meu MUITO OBRIGADO!







## **RESUMO**

O setor da construção tem evoluído ao longo dos anos, quer em termos de processos construtivos, quer em termos de materiais aplicados, tendo sempre em conta a relação custo/prazo/qualidade. Atualmente existe uma grande quantidade de edifícios cujo tempo de vida útil está a chegar ao fim e cujas estruturas e materiais se vêm a degradar progressivamente. É então necessário proceder à sua demolição e posterior construção de uma edificação nova ou então recorrer a processos de reabilitação, que visam conservar o património arquitetónico e procurar corresponder às solicitações e exigências regulamentares requeridas. Isto leva a outro ponto, que é a análise do investimento e a verificação da rentabilidade do projeto.

A presente dissertação, inserida no Mestrado em Conservação e Reabilitação do Edificado, tem como objetivos fazer uma análise económica e financeira a vários edifícios intervencionados, verificando a viabilidade do projeto e determinando o período de retorno do investimento.

O caso de estudo é um conjunto de quatro edifícios de custos controlados que foram reabilitados pelo exterior com o objetivo de melhorar o comportamento térmico, bem como as condições interiores das habitações, a nível de instalações e acústica. Por sua vez, os objetivos da presente dissertação incidem especificamente no isolamento térmico dos edifícios, na substituição das caixilharias e das janelas, das caixas de estore e dos estores.

Foram realizadas medições de temperatura e humidade relativa antes, durante e após a reabilitação, através de um aparelho medidor Hygropalm, da Rotronic. Foram também registados os consumos energéticos (eletricidade, água e gás) antes e após a reabilitação. Posteriormente procedeu-se à análise e comparação de resultados em termos de custos para os moradores, bem como a análise de investimento para o dono dos edifícios. Foram também registadas as rendas que os moradores poderão pagar, estando divididas em três tipos: renda mínima, renda média e renda máxima e depois procedeu-se a uma análise financeira para cada uma delas.

Considerando o investimento feito na reabilitação e analisando quatro cenários diferentes e sua receita respectiva (lucros expectáveis), sendo a receita correspondente à poupança energética e a cada tipo de renda, verificou-se que o investimento tinha retorno passados muitos anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reabilitação, Investimento, Retorno, Conforto, Energia.







## **ABSTRACT**

The construction sector has evolved over the years, both in terms of constructive methods, used materials, always considering the factors: Cost / Time / Quality. Nowadays there are a lot of buildings whose service life is running out of time and whose structure and materials are in constant degradation. So, it is necessary to demolish these buildings and then built new ones or make use of rehabilitation processes, aimed to preserve the architectural heritage and comply the regulatory requirements. This leads to another point, which is the analysis of investment and verification of project profitability.

This dissertation, part of the Masters of Conservation and Rehabilitation of Buildings, has the objective to make an economic and financial analysis to many rehabilitated buildings, verifying the viability of the project and determining the payback period of investment.

The case studies are four social buildings that have been rehabilitated from the outside in order to enhance the thermal performance as well as the interior of housing conditions at the level of facilities and acoustics. In turn, the objectives of this dissertation focus specifically on thermal insulation of these buildings, replacement of window frames and windows, blind boxes and blinds.

Temperature and relative humidity measurements were made before, during and after the rehabilitation through a Hygropalm measuring device from Rotronic. The dwelling-houses energy consumption (electricity, water and gas) were also registered before and after the rehabilitation. Afterwards, a comparative analysis of the results was made in terms of costs for the residents as well as an investment analysis for the owner of the buildings. The residents' incomes were also registered and can be divided in three types: minimum income, average income and maximum income. After that, a financial analysis was made for each one of them.

Considering the investment in the rehabilitation and four scenarios where each one has his own revenue (energy saving and each type of income), it was verified if the investment was returned and the conclusion is that in either scenario the investment will only be returned after many years.

**KEYWORDS:** Rehabilitation, Investment, Return, Comfort, Energy.







## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ENQUADRAMENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ESTADO DA ARTE: REABILITAÇÃO DOS EDIFÍCIOS E RESPETIVO IMPACTO ECONÓMICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS .....</b>	<b>5</b>
2.1.1. EDIFÍCIOS ANTERIORES A 1755.....	6
2.1.2. EDIFÍCIOS POMBALINOS.....	7
2.1.3. EDIFÍCIOS GAIOLEIROS .....	9
2.1.4. EDIFÍCIOS COM ESTRUTURA MISTA DE ALVENARIA E BETÃO .....	10
2.1.5. EDIFÍCIOS RECENTES DE BETÃO ARMADO .....	11
2.1.6. REGULAMENTAÇÃO .....	13
2.1.6.1. Edifícios anteriores a 1755 .....	13
2.1.6.2. Edifícios pombalinos .....	13
2.1.6.3. Edifícios gaioleiros .....	13
2.1.6.4. Edifícios com betão .....	14
2.1.6.5. Normas Europeias / Eurocódigos .....	15

2.1.6.6. O RCCTE.....	16
2.1.6.7. O Decreto-Lei nº 118/2013 - exemplo de aplicação.....	17
<b>2.2. O MOTIVO E A NECESSIDADE DE REABILITAR .....</b>	<b>26</b>
2.2.1. GENERALIDADES.....	26
2.2.2. REABILITAÇÃO TÉRMICA.....	34
2.2.3. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA .....	35
<b>2.3. ANÁLISE ECONÓMICA E FINANCEIRA .....</b>	<b>40</b>
2.3.1. ANÁLISE ECONÓMICA.....	40
2.3.2. ANÁLISE FINANCEIRA.....	40
2.3.3. CASOS PRÁTICOS.....	40
2.3.3.1. Modelos económicos utilizados na reabilitação (FEUP).....	40
2.3.3.2. Análise técnico-económica de uma reabilitação - OPTITERM (FEUP).....	46
2.3.3.3. Estudo de viabilidade de um empreendimento (FEUP).....	49
2.3.3.4. Critérios de avaliação de um projeto e respetiva metodologia (Algarve).....	51
<b>3. ESTUDO DE UM CASO.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2. PLANO DE TRABALHOS.....</b>	<b>59</b>
3.2.1. ENSAIOS REALIZADOS.....	59
3.2.2. INTERVENÇÕES REALIZADAS .....	60
<b>3.3. ANÁLISE DA REABILITAÇÃO E DO INVESTIMENTO.....</b>	<b>67</b>
3.3.1. ANÁLISE DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA.....	67
3.3.1.1. Comparação entre as medições realizadas em março e em julho.....	69
3.3.1.2. Comparação entre as medições realizadas em julho e em setembro.....	74

3.3.1.3. Comparação entre as medições realizadas em março e em setembro.....	79
3.3.2. ANÁLISE DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS E RESPECTIVO PERÍODO DE RETORNO .....	81
3.3.2.1. Análise dos consumos de eletricidade, água e gás.....	81
3.3.2.2. Determinação do período de retorno das poupanças energéticas.....	86
3.3.3. ANÁLISE DE RECEITAS DE RENDAS E RESPECTIVO PERÍODO DE RETORNO ....	89
3.3.3.1. Análise do cenário pessimista – renda mínima .....	90
3.3.3.2. Análise do cenário mais provável – renda média .....	93
3.3.3.3. Análise do cenário otimista – renda máxima .....	96
3.3.4. ESTIMATIVA DE VALOR PATRIMONIAL DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO.....	101
3.3.4.1. Valor patrimonial do lote A.....	102
3.3.4.2. Valor patrimonial do lote B.....	107
3.3.4.3. Valor patrimonial do lote C.....	112
3.3.4.4. Valor patrimonial do lote D.....	117
<b>3.4. DISCUSSÃO CRUZADA: ESTADO DA ARTE X ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>123</b>
<b>4.1. NOTAS FINAIS.....</b>	<b>125</b>
<b>4.2. LIMITAÇÕES DURANTE AS LEITURAS DE HUMIDADE E TEMPERATURA NAS FRAÇÕES .....</b>	<b>127</b>
<b>4.3. DESENVOLVIMENTO FUTURO.....</b>	<b>127</b>







## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Evolução das tipologias construtivas no nosso País .....	5
Fig.2 – Exemplo de uma casa de frente estreita .....	6
Fig.3 – Exemplo de uma casa de frente ampla .....	7
Fig.4 – Sistema tridimensional de travamento e paredes interiores em (i) frontal pombalino e em (ii) tabique .....	8
Fig.5 – Distinção entre (i) Água-furtada e (ii) Mansarda.....	8
Fig.6 – Teto do piso térreo constituído por arcos ou abóbadas de alvenaria de pedra ou cerâmica.....	8
Fig.7 – Pavimento constituído por vigamentos de madeira.....	9
Fig.8 – Edifício gaioleiro existente na Avenida da República, em Lisboa.....	10
Fig.9 – Exemplo de um edifício de betão armado na zona da Lapa, Lisboa. ...	11
Fig.10 – Zonas climáticas de inverno e verão, respetivamente.....	18
Fig.11 – Aplicação de Manta KRAFT (TI 212) sobre o desvão da cobertura (aplicação típica) .....	19
Fig.12 – Aplicação do Painel ETICS FKD-S-C1 no Sistema de Isolamento Exterior de Fachadas (ETICS) .....	19
Fig.13 – Painel PLUS (TP 138) .....	20
Fig.14 – Aplicação de SUPAFIL 034 na caixa-de-ar da fachada (aplicação típica) .....	20
Fig.15 – Análise de custos de ciclo de vida.....	42

Fig.16 – Exemplo de um investimento e perceção do efeito dos impactos económicos .....	46
Fig.17 – Programa de cálculo OPTITERM .....	47
Fig.18 – Exemplo de aplicação do programa OPTITERM.....	48
Fig.19 – Aplicação do programa OPTITERM pelo autor da dissertação da FEUP.....	49
Fig.20 – Edifícios em estudo localizados no Bairro da Quinta dos Ourives, em Chelas [Fonte: Google Maps].....	55
Fig.21 – Identificação dos edifícios em estudo e respetiva orientação [Fonte: Ripórtico].....	56
Fig.22 – Fachada de lote e caixa de escadas sem cobertura (à esquerda) [Fonte: PMT].....	57
Fig.23 – Alçado Norte do lote C (à esquerda) e alçado Nascente do lote D (à direita) [Fonte: PMT].....	57
Fig.24 – Alçado Norte do lote B (à direita) e alçado Poente do lote C (à esquerda) [Fonte: PMT] .....	58
Fig.25 – Representação dos fogos dos edifícios em estudo .....	58
Fig.26 – Sistema “Isodur e Flexdur” [Fonte: PMT].....	61
Fig.27 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” na zona das paredes (à esquerda) e bucha em PVC (à direita) [Fonte: PMT (adaptado) e orientando, respetivamente].....	62
Fig.28 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” na zona das caixas de estore [Fonte: PMT].....	63
Fig.29 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” por baixo da zona das janelas [Fonte: PMT] .....	63

Fig.30 – Exemplo de janelas com a caixilharia inicial (de correr) e com estore em PVC branco [Fonte: PMT] .....	65
Fig.31 – Tipo de caixilharia adotada para os vãos das janelas [Fonte: PMT] ..	65
Fig.32 – Vista da caixilharia pelo interior (à esquerda) e pelo exterior (à direita) [Fonte: Ripórtico] .....	66
Fig.33 – Estores adotados na reabilitação das caixas de estore [Fonte: PMT]	66
Fig.34 – Pormenor do sistema “Flexoterm - Represtor” (à esquerda) e aplicações desse sistema nas caixas de estore (à direita).....	67
Fig.35 – Instrumento de medição de temperatura e humidade relativa, “Hygropalm”, da Rotronic .....	68
Fig.36 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em março de 2015 [Fonte: Ripórtico] .....	70
Fig.37 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em julho de 2015 [Fonte: Ripórtico].....	70
Fig.38 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação).....	74
Fig.39 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação).....	74
Fig.40 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em setembro de 2015 (caixilharias) [Fonte: Ripórtico] .....	75
Fig.41 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em setembro de 2015 (estores) [Fonte: Ripórtico] .....	75
Fig.42 – Média de temperaturas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação).....	78
Fig.43 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação) .....	79

Fig.44 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação).....	81
Fig.45 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação) .....	81
Fig.46 – Média dos consumos energéticos no total das frações (antes e depois da reabilitação).....	84
Fig.47 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote A.....	103
Fig.48 – Introdução de dados do lote A – antes da reabilitação.....	104
Fig.49 – Valor patrimonial do lote A – antes da reabilitação .....	105
Fig.50 – Introdução de dados do lote A – depois da reabilitação.....	106
Fig.51 – Valor patrimonial do lote A – depois da reabilitação.....	107
Fig.52 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote B.....	108
Fig.53 – Introdução de dados do lote B – antes da reabilitação.....	109
Fig.54 – Valor patrimonial do lote B – antes da reabilitação .....	110
Fig.55 – Introdução de dados do lote B – depois da reabilitação.....	111
Fig.56 – Valor patrimonial do lote B – depois da reabilitação.....	112
Fig.57 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote C .....	113
Fig.58 – Introdução de dados do lote C – antes da reabilitação .....	114
Fig.59 – Valor patrimonial do lote C – antes da reabilitação .....	115
Fig.60 – Introdução de dados do lote C – depois da reabilitação.....	116
Fig.61 – Valor patrimonial do lote C – depois da reabilitação.....	117
Fig.62 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote D .....	118
Fig.63 – Introdução de dados do lote D – antes da reabilitação .....	119

Fig.64 – Valor patrimonial do lote D – antes da reabilitação .....	120
Fig.65 – Introdução de dados do lote D – depois da reabilitação.....	121
Fig.66 – Valor patrimonial do lote D – depois da reabilitação.....	122
Fig.67 – Valor patrimonial dos edifícios (antes e depois da reabilitação).....	123
Fig.68 – Média de temperaturas em cada uma das frações ao longo da reabilitação .....	125
Fig.69 – Média de humidades relativas em cada uma das frações ao longo da reabilitação .....	126







## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Regulamentos nacionais maioritariamente da área das estruturas .....	15
Quadro 2 – Normas Europeias / Eurocódigos .....	16
Quadro 3 – Coeficientes de transmissão térmica.....	21
Quadro 4 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO <sub>2</sub> da habitação (edifício original).....	22
Quadro 5 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO <sub>2</sub> da habitação (intervenção da década de 90) .....	23
Quadro 6 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO <sub>2</sub> da habitação (medidas de reabilitação térmica da Knauf Insulation) .....	24
Quadro 7 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO <sub>2</sub> da habitação (alteração dos sistemas de aquecimento ambiente / preparação de águas quentes e ventilação.....	25
Quadro 8 – Comparação de consumos e poupanças energéticas antes e após intervenção na moradia .....	26
Quadro 9 – Soluções de reforço do isolamento térmico de paredes exteriores.....	29
Quadro 10 – Vantagens e inconvenientes do isolamento térmico exterior de fachadas em relação ao isolamento interior .....	30
Quadro 11 – Soluções de reforço do isolamento térmico de pavimentos sobre espaços exteriores ou não-aquecidos.....	31
Quadro 12 – Soluções de reforço do isolamento térmico das coberturas .....	32

Quadro 13 – Principais características energéticas e campos de aplicação de diferentes tipos de materiais envidraçados .....	33
Quadro 14 – Características térmicas da envolvente do edifício em estudo ....	37
Quadro 15 – Cenários propostos para a reabilitação térmica .....	38
Quadro 16 – Características térmicas da envolvente do edifício após a reabilitação térmica .....	38
Quadro 17 – Valores do desempenho energético do edifício após a reabilitação térmica .....	39
Quadro 18 – Taxas de inflação dos últimos 15 anos.....	45
Quadro 19 – Leitura da temperatura e humidade relativa em algumas habitações (leitura feita em Março de 2015) .....	68
Quadro 20 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote A (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação).....	71
Quadro 21 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote B (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação).....	72
Quadro 22 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote C (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação).....	72
Quadro 23 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação).....	74
Quadro 24 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação).....	74
Quadro 25 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas – Lote A (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação) .....	76

Quadro 26 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote B (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação) .....	76
Quadro 27 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote C (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação) .....	77
Quadro 28 – Média de temperaturas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação) .....	78
Quadro 29 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação) .....	79
Quadro 30 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote A (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação).....	79
Quadro 31 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote B (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação).....	80
Quadro 32 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote C (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação) .....	80
Quadro 33 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação).....	81
Quadro 34 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação) .....	81
Quadro 35 – Registo dos consumos energéticos das frações seleccionadas ...	82
Quadro 36 – Média dos consumos energéticos no total das frações (antes e depois da reabilitação) .....	84
Quadro 37 – Valores do investimento para as paredes, caixilharias, estores e respectivas despesas de operação, manutenção e reparação .....	84

Quadro 38 – Divisão do investimento total pelos trabalhos relativos às paredes, caixilharias, estores e respetivas despesas OMR .....	85
Quadro 39 – Poupanças energéticas estimadas para eletricidade, água e gás.....	85
Quadro 40 – Poupança energética total estimada distribuída pelos vários recursos energéticos .....	85
Quadro 41 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (consumos energéticos).....	87
Quadro 42 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 1 ao ano 5).....	87
Quadro 43 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 6 ao ano 10).....	88
Quadro 44 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 11 ao ano 15).....	88
Quadro 45 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 16 ao ano 20).....	89
Quadro 46 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário pessimista) .....	90
Quadro 47 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 1 ao ano 5) .....	91
Quadro 48 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 6 ao ano 10) .....	91
Quadro 49 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 11 ao ano 15) .....	92
Quadro 50 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 16 ao ano 20) .....	92

Quadro 51 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário mais provável).....	93
Quadro 52 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 1 ao ano 5).....	94
Quadro 53 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 6 ao ano 10).....	94
Quadro 54 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 11 ao ano 15).....	95
Quadro 55 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 16 ao ano 20).....	95
Quadro 56 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário otimista).....	96
Quadro 57 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 1 ao ano 5).....	97
Quadro 58 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 6 ao ano 10).....	97
Quadro 59 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 11 ao ano 15).....	98
Quadro 60 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 16 ao ano 20).....	98
Quadro 61 – Resumo da análise de viabilidade do projeto.....	99
Quadro 62 – Variação do VAL para os 4 cenários.....	100
Quadro 63 – Variação da TIR para os 4 cenários.....	100
Quadro 64 – Variação do PMRI para os 4 cenários.....	101
Quadro 65 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote A.....	102

Quadro 66 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote B .....	107
Quadro 67 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote C .....	112
Quadro 68 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote D .....	117
Quadro 69 – Resumo das estimativas de valores patrimoniais de cada um dos edifícios .....	122
Quadro 70 – Valor patrimonial dos edifícios (antes e depois da reabilitação).....	123
Quadro 71 – Média de temperaturas em cada uma das frações ao longo da reabilitação .....	125
Quadro 72 – Média de humidades relativas em cada uma das frações ao longo da reabilitação .....	126

## SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Parâmetros:

FC – fluxo de capital [€]

$C_{inv}$  – valor atual do investimento [€]

TR – taxa de juro real [-]

t – período de análise [anos]

$\Delta E_t$  – variação da energia [kWh/ano]

$c_e$  – custo anual do kWh [€/ kWh]

CCV – custo de ciclo de vida [€]

$C_{en}$  – valor atual do custo com energia [€]

$C_{man}$  – valor atual do custo de manutenção [€]

$C_{sub}$  – valor atual do custo de substituição [€]

$dC_{inv}$  – valor atual do diferencial de investimento [€]

$C_{iso}$  – custo do isolante térmico [€/m<sup>3</sup>]

$\lambda_{iso}$  – condutibilidade térmica do isolante térmico [W/(m.°C)]

S – área do elemento construtivo [m<sup>2</sup>]

$U_{reab}$  – coeficiente de transmissão térmica do elemento reabilitado [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$U_{ini}$  – coeficiente de transmissão térmica do elemento antes da reabilitação [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$dC_{en}$  – valor atual da variação do custo com energia [€]

TA – taxa de atualização [-]

$N_{en}$  – Necessidades anuais de energia para aquecimento após reabilitação [kWh]

$N_{en\ ini}$  – Necessidades anuais de energia para aquecimento antes da reabilitação [kWh]

$U_{par}$  – coeficiente de transmissão térmica de parede exterior [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$U_{cob}$  – coeficiente de transmissão térmica da cobertura [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$U_{vidro}$  – coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$g$  – fator solar dos envidraçados [-]

RPH – taxa de renovação horária [h<sup>-1</sup>]

$Q_{aq}$  – carga térmica de aquecimento [kWh]

$S$  – área [m<sup>2</sup>]

$T_a$  – temperatura do ar [°C]

TR – taxa de juro real [-]

$e$  – taxa para a variação do custo de energia [-]

$r$  – taxa de juro nominal [-]

$i$  – taxa de inflação [-]

$U$  – coeficiente de transmissão térmica [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$t$  – tempo [anos]

$n$  – vida útil do projeto [anos]

$i$  – custo de oportunidade do capital, taxa de atualização (remuneração mínima desejada pelos investidores para o capital a investir) [-]

$I_0$  – investimento no momento  $t$  [€]

$CF_t$  – Cash-Flow no momento  $t$  [€]

$I_t$  – investimento no momento  $t$  [€]

DTI – Despesas Totais de Investimento ou Capitais Investidos (capital fixo e fundo de maneio necessário de exploração), líquidos do seu valor residual [€]

MLLM – Meios Libertos Líquidos Anuais Médios [€]

T1 – Rendimento Real – corresponde à remuneração real desejada para os capitais próprios [-]

T2 – Prémio de Risco - consiste no prémio anual de risco. Corresponde à taxa de pendente da evolução económica, financeira, global e setorial do projeto, bem como ao montante envolvido no projeto [-]

T3 – Inflação - taxa de inflação [-]

### **Siglas e Acrónimos:**

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

RSEU – Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

REAE – Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (aplicado com o RSA)

RSA – Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

RPM – Regulamento e Pontes Metálicas

RBA – Regulamento do Betão Armado

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RSCCS – Regulamento de Segurança das Construções Contra os Sismos

RSEP – Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes

REAE<sub>d</sub> – Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (aplicado com o RSEP)

REBA – Regulamento de Estruturas de betão Armado

CT 115 – Comissão Técnica Portuguesa de Normalização

CEN – Comité Europeu de Normalização

EN – Normas Europeias

NP ENV – Pré-Normas Europeias

SCE – Sistema de Certificação Energética de Edifícios

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

ETICS – External Thermal Insulation Composite System

ENU – Espaço Não Útil

AQS – Águas Quentes Sanitárias

LCA – Life Cycle Assessment

EPS – Expanded Polystyrene (ou Poliestireno Expandido)

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

NPV – Net Present value

SPBT – Simple Payback Time

LCC – Life Cycle Cost

CCV – Custos de Ciclo de Vida

RCCTE – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios

VAL – Valor Atual Líquido

TIR – Taxa Interna de Rentabilidade (ou IRR – Internal Rate of Return)

IAPMEI – Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação

ARR – Accounting Rate of Return (ou Taxa Média de Rendibilidade Contabilística ou ROI – Return on Investment ou Taxa de Retorno do Investimento)

PMRI – Período Médio de Recuperação do Investimento

IRP – Índice de Rendibilidade do Projeto

PRI – Período de Recuperação do Investimento

PIPARU – Programa de Investimento Prioritário em Ações de Reabilitação Urbana

GEBALIS – Gestão do Arrendamento Social em Bairros Municipais de Lisboa

TPS – Teixeira Pinto e Soares

PMT – empresa de Engenharia e Consultadoria Lda

R/C – rés-do-chão

PVC – Policloreto de Vinilo

HR – Humidade Relativa

OMR – Operação, Manutenção e Reparação

PIB – Produto Interno Bruto

IRC – Imposto Sobre o Rendimento das Pessoas Colectivas

CIMI – Código do Imposto Municipal sobre Imóveis

IPS – Instituto Politécnico de Setúbal







# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO

O setor da construção civil evoluiu desde há muitos anos para cá. As edificações sofreram diversas alterações, quer a nível estrutural, quer a nível dos materiais constituintes, quer a nível dos processos construtivos utilizados.

Os edifícios antigos podem designar-se por aqueles que têm mais de 50 anos, que foram construídos antes de aparecer o betão armado e cuja constituição é, na sua grande maioria, alvenaria e madeira.

Atualmente é prática comum o uso de betão armado e de aço como materiais estruturais para a construção de novos edifícios e para as intervenções de reabilitação estrutural feitas aos existentes, pois até há poucos anos existia escassez de legislação para estruturas de madeira e alvenaria para a reabilitação das mesmas. Nos dias de hoje, existem normas europeias para as estruturas (exemplo: EN 1993) e materiais (exemplo: EN 1504) que preveem uma série de regras e recomendações para a prática construtiva de reabilitações estruturais desse tipo.

As intervenções de reabilitação deverão ser feitas com base num estudo prévio do estado de degradação da edificação, que passa pela pesquisa e recolha de informação acerca do seu estado e materiais constituintes, e por uma inspeção ao edifício em questão. Posteriormente é feita uma enumeração dos ensaios a realizar, sendo estes do tipo não-destrutivo ou destrutivo, para de seguida elaborar uma proposta de trabalhos de intervenção.

As exigências regulamentares têm vindo a ser cada vez maiores e a escolha dos métodos de reabilitação para edifícios existentes por sua vez têm de ser muito bem ponderadas, pois existem uma série de fatores a ter em conta, tais como a qualidade do ar interior, a taxa de renovação horária, as perdas de calor, a inércia térmica, o isolamento térmico e acústico. Como tal, nos dias de hoje, o objetivo que se pretende alcançar é que o edifício proporcione conforto a quem o habite, satisfaça as exigências a que se destina e seja energeticamente eficiente, considerando sempre o ponto de vista económico.

Outro aspeto da reabilitação é o fator económico-financeiro, em que na fase de projeto se procura perceber se este é rentável e ao fim de quanto tempo é que o investimento tem retorno. Como tal, pondera-se o investimento e procura-se rentabilizá-lo a curto, médio ou longo prazo. Aqui também entra a legislação, na medida em que atualmente existem várias taxas em vigor (bem como incentivos) e que se aplicam na análise económica e financeira do projeto. Alguns exemplos são as taxas de crescimento anual, as taxas de juro e a taxa de IRC (que incide nos rendimentos obtidos).

## 1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Pretendeu-se com este trabalho contribuir para um maior conhecimento de análise de edifícios de custos controlados, sob o ponto de vista económico e/ou financeiro do utilizador (de que modo a reabilitação intervém no consumo energético da fração), do investidor (de que modo a reabilitação valoriza o edifício e em quanto tempo o investimento é retornado) e da intervenção em si (concluir se valeu a pena reabilitar). Para tal, foram feitas medições de temperatura e humidade relativa no interior das habitações e em cada uma das suas divisões, bem como o registo dos consumos energéticos dos moradores, antes, durante e depois da intervenção de reabilitação. Posteriormente procedeu-se à compilação de toda a informação e por fim a análise da rentabilidade da reabilitação, considerando os custos de investimento, as receitas, as taxas atuais para o cálculo e as regras regulamentares disponibilizadas e em vigor.

## 1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A metodologia a adotar para o desenvolvimento e a obtenção dos objetivos descritos anteriormente passou por três fases.

Primeira fase:

- Pesquisa bibliográfica e análise crítica do estado da arte em alguns domínios:
  - Análise económica e financeira da reabilitação;
  - Conceitos e tipos de reabilitação de edifícios;
  - Evolução dos edifícios até aos dias de hoje, tendo em conta a regulamentação utilizada;
  - Reabilitações realizadas, tendo em conta a regulamentação atual;

Segunda fase:

- Recolha de informação acerca dos edifícios em estudo e das respetivas intervenções, bem como as técnicas de reabilitação utilizadas;
- Compilação e descrição dos dados relativos às medições de temperatura, humidade relativa e consumos energéticos efetuados pelo orientando nas habitações antes, durante e após a reabilitação, bem como as rendas que os moradores pagam;
- Análise e comparação dos dados anteriores, determinando a viabilidade do projeto.

Terceira fase:

- Conclusões relativamente aos edifícios em estudo;
- Exposição de algumas sugestões de desenvolvimento de possíveis futuros trabalhos considerando os temas abordados neste;
- Redação da dissertação.

O primeiro capítulo deste trabalho corresponde à introdução, onde se procedeu a um enquadramento do tema, referenciando os objetivos e o modo como o trabalho está estruturado.

No segundo capítulo descreve-se os conceitos de análise económica e análise financeira, bem como a sua adaptação à reabilitação, e faz-se uma análise de estudos realizados sobre esta matéria, expondo alguns modelos económicos utilizados nas estratégias de intervenção, uma aplicação que permite efetuar uma avaliação técnico-económica de soluções de reabilitação e alguns métodos de avaliação da decisão de investimento. Neste capítulo ainda está inserida a motivação para o exercício da reabilitação, identificando alguns conceitos sobre esta temática e exemplificando de que modo se pode reabilitar um edifício. Clarifica-se também o conceito de reabilitação térmica e reabilitação energética, descrevendo alguns estudos realizados sobre este assunto. Este capítulo ainda faz referência à evolução dos edifícios até aos dias de hoje, tendo em conta a regulamentação utilizada. Por fim, faz-se a análise de uma reabilitação feita a uma moradia, onde se utilizou a regulamentação em vigor.

No terceiro capítulo são identificados e descritos os edifícios em estudo, bem como as intervenções de que foram alvo e as técnicas de reabilitação adotadas para tal, e são também apresentados os valores de temperatura e humidade relativa obtidos nas habitações, bem como os registos de consumos energéticos pelos moradores, nomeadamente a eletricidade, água e gás. Posteriormente procedeu-se à análise e discussão dos valores das medições efetuadas e à análise do investimento feito e determinação do seu período de retorno com base nas poupanças energéticas que os moradores tiveram após a reabilitação. Por fim, com base nas rendas que os moradores poderão pagar, definiram-se 3 tipos de cenários diferentes para se fazer uma análise económica e financeira do investimento e de seguida determinar o período de retorno para cada cenário. Neste capítulo, as receitas serão os consumos e os 3 tipos de rendas (que serão descritas no terceiro capítulo), e pretende-se saber se valeu a pena realizar a reabilitação e se o projeto é economicamente rentável.

Por último, o quarto capítulo corresponde às conclusões obtidas através da realização desta dissertação, onde se poderá resumidamente perceber se os objetivos a que esta se propõe foram atingidos com sucesso. São apresentadas também algumas sugestões para realização de trabalhos futuros dentro desta temática.



## 2. ESTADO DA ARTE: REABILITAÇÃO DOS EDIFÍCIOS E RESPECTIVO IMPACTO ECONÓMICO

### 2.1. EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS

A tipologia dos edifícios foi sofrendo inúmeras alterações ao longo do tempo. O número de pisos aumentou, os pés-direitos aumentaram e diminuíram, consoante as épocas e tipos de edifícios, os materiais de construção utilizados na conceção mudaram, bem como alguns processos construtivos e técnicas adotadas.

De acordo com o Departamento de Estruturas do Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil [1], desde há milhares de anos que os edifícios têm vindo a sofrer grandes alterações, seja pela destruição do património urbano devido às guerras (por exemplo as invasões ao país) e desastres naturais (por exemplo o sismo de 1755), seja pela “*evolução operada na ciência e técnica desde o século XVII*” [1]. Por outro lado, os principais marcos históricos não têm fronteiras rígidas, isto é, embora tenha terminado um período construtivo, não quer dizer necessariamente que a tipologia dos edifícios tenha sido alterada instantaneamente [3]. Tem-se dois exemplos como a adaptação da gaiola pombalina para uma estrutura mais simples (edifícios gaioleiros) e também a alteração de edifícios existentes, aplicando betão mas mantendo a sua estrutura original. De seguida descrever-se-á a evolução das edificações, desde o período anterior a 1755 até aos dias de hoje, referindo algumas das suas características principais e considerando a cidade de Lisboa, pois é uma referência das tipologias construtivas existentes no país. Na figura 1 estão representados vários tipos de edifícios desde o período anterior a 1755 até aos dias de hoje.

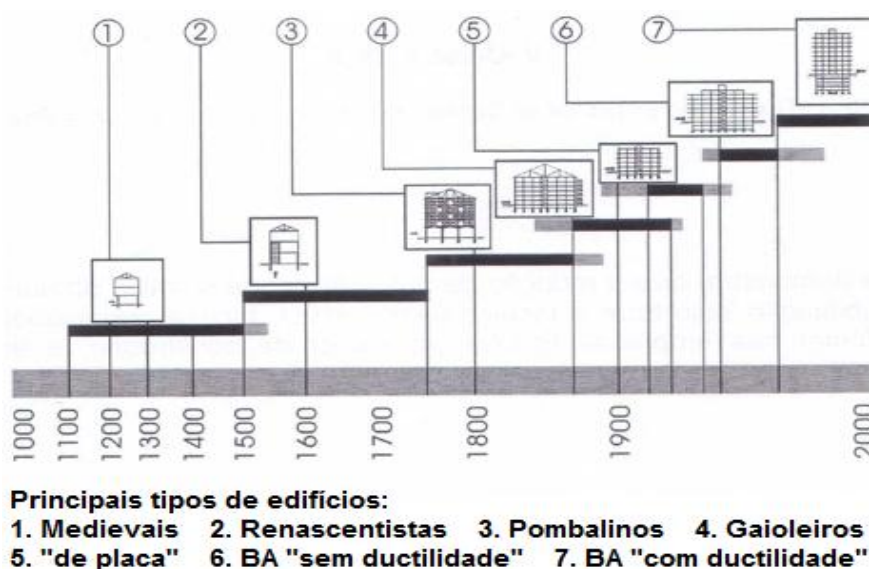


Fig.1 – Evolução das tipologias construtivas no nosso País (adaptado de [1])

### 2.1.1. EDIFÍCIOS ANTERIORES A 1755

Os edifícios anteriores a 1755, também designados por pré-pombalinos, podem ser classificados em três grandes grupos em relação ao seu aspeto [2]:

- Edifícios de boa qualidade - paredes de alvenaria cuidada, pedra aparelhada nos cunhais, com elementos de travamento, pavimentos compostos por vigamentos de madeira;
- Edifícios de qualidade inferior - paredes de alvenaria pobre ou em taipa (a taipa em alguns casos encontrava-se mal conservada, quando existente) e com grande espessura, sem elementos de travamento, pavimentos de madeira e com grandes vãos;
- Edifícios com andar de ressalto - paredes de alvenaria mista (argamassa e pedra) em enxadrezado, rés-do-chão em alvenaria de pedra e pavimento em arco que suporta um ou dois pisos com estrutura reticulada de madeira, salientes em relação ao rés-do-chão.

Os lotes dos edifícios pré-pombalinos não apresentam sempre a mesma forma, podendo esta ser agrupada em três tipos [5]:

- Lotes de frente estreita e grande profundidade, como se pode observar na figura 2;
- Lotes sensivelmente quadrados, geralmente associados aos edifícios mais altos;
- Lotes de frente ampla e pequena profundidade, como se pode verificar na figura 3.



Fig.2 – Exemplo de uma casa de frente estreita [5]

No geral, estes edifícios têm 2 a 4 andares, pé-direito muito reduzido, as paredes apresentam espessura significativa e existem poucas aberturas para o exterior [7]. Os pavimentos térreos são de lajetas de pedra e os restantes pisos em sobrados de madeira e conjunto de vigas encastradas nas paredes de alvenaria (normalmente nas de fachada)

apoiadas em tabique paralelo às fachadas. O acesso aos pisos superiores faz-se através de um lanço de escadas [1].



Fig.3 – Exemplo de uma casa de frente ampla [6]

Deste conjunto de edifícios fazem parte os que resistiram ao sismo de 1755 e que até aos dias de hoje não colapsaram. Além disso, embora parte destes edifícios se encontrem num estado avançado de degradação, uns mais que outros, estes são de interesse histórico [1].

#### 2.1.2. EDIFÍCIOS POMBALINOS

Os edifícios pombalinos apareceram depois do terramoto de 1755 e o seu período de construção manteve-se até cerca de 1880. Estes edifícios possuem várias características gerais, tais como 4 andares (rés-do-chão para comércio e os restantes para habitação), geometria regular, dispositivos de ligação, a altura das fachadas têm dimensões semelhantes às larguras das ruas principais, as paredes apresentam grandes janelas, sendo que o 1º piso apresenta janelas de sacada e o 2º e 3º piso apresentam janelas de peitoril. Em relação aos acessos aos andares e às escadas, ambos passaram a ter um espaço considerável [6]. Os edifícios pombalinos apresentam ainda um sistema tridimensional de travamento [4], tal como se pode observar na figura 4. Esse sistema conferia ao edifício uma maior resistência aos sismos.

As paredes principais de alvenaria são de pedra de média qualidade e de grande espessura no piso térreo, diminuindo nos pisos superiores, o pé-direito é considerável, a altura das paredes meãs entre os edifícios é maior, com o objetivo de reduzir o risco de transmissão de incêndios [2], as paredes interiores são em frontal pombalino (treliças de madeira na sua constituição, formando Cruzes de Santo André, que garantem contraventamento) (Fig.4) e em tabique (fiada de tábuas colocadas ao alto e pregadas pelo fasquiado e rebocadas com argamassa e saibro (areia grossa, avermelhada, que pode ser usada nas argamassas)).

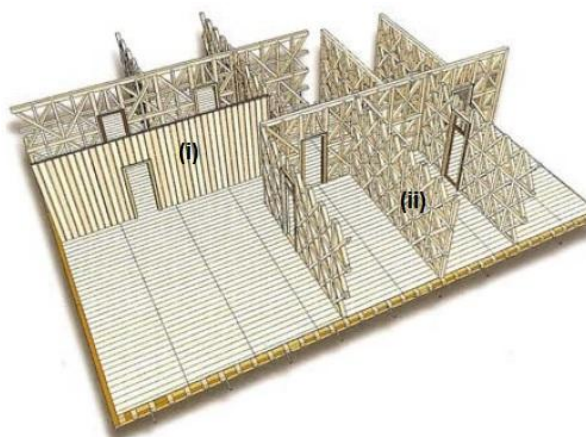


Fig.4 – Sistema tridimensional de travamento e paredes interiores em (i) frontal pombalino e em (ii) tabique [8]

Por sua vez, as coberturas são de duas águas e podem apresentar águas furtadas ou mansardas, tal como ilustrado na figura 5.

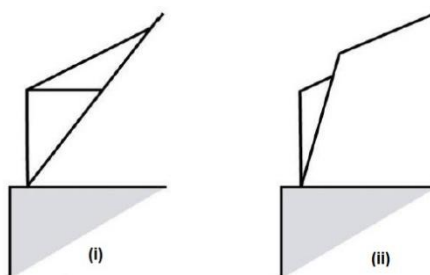


Fig.5 – Distinção entre (i) Água-furtada e (ii) Mansarda [3]

Tal como está representado na figura 6, o pavimento do 1º piso é constituído por abóbadas de alvenaria de pedra ou cerâmica.

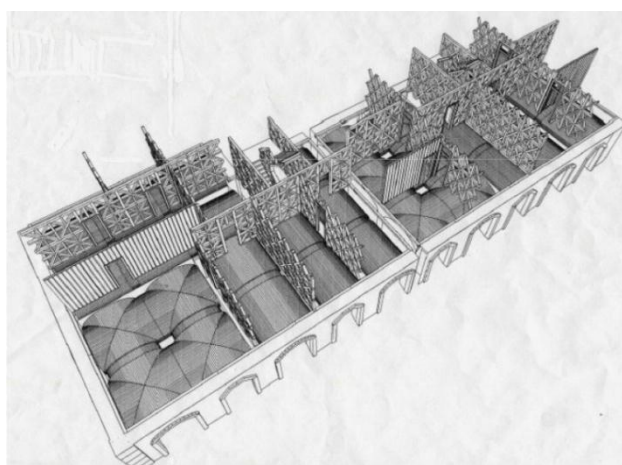


Fig.6 – Teto do piso térreo constituído por arcos ou abóbadas de alvenaria de pedra ou cerâmica [4]

Em relação à figura 7, nela está representada a constituição dos restantes pisos, que são em vigamentos de madeira (Fig.7).

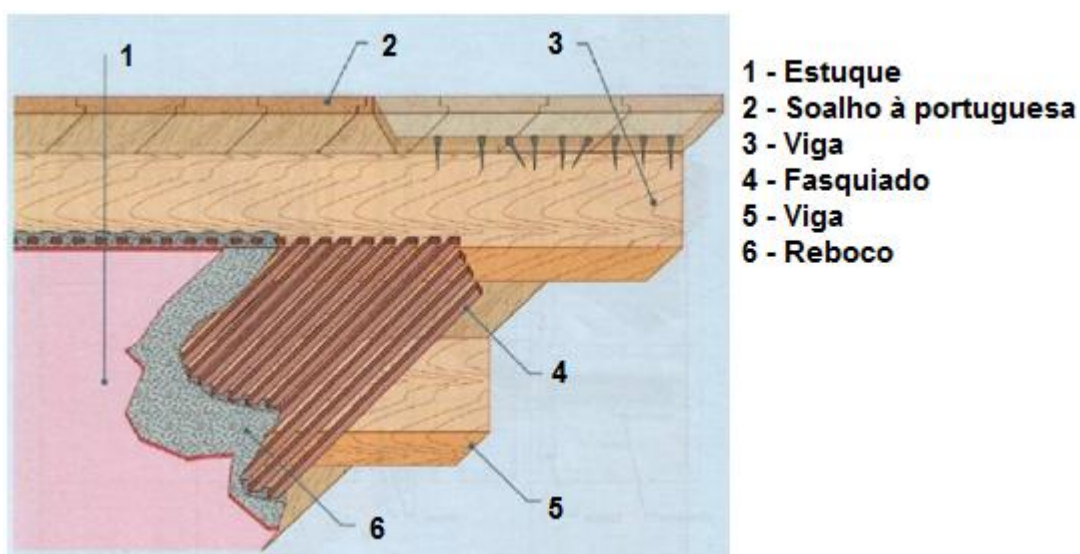


Fig.7 – Pavimento constituído por vigamentos de madeira (adaptado de [8])

Segundo o Departamento de Estruturas do Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas, “A identificação de um edifício Pombalino é feita essencialmente pela existência da estrutura gaiola, que consiste num sistema de pórticos tridimensionais contraventados de madeira, perpendiculares entre si” [1].

### 2.1.3. EDIFÍCIOS GAIOLEIROS

O período de construção destes edifícios situa-se entre 1880 e 1930 e esta tipologia “perdeu por completo o antigo rigor construtivo, ao passar da gaiola para o gaioleiro” [1].

Os edifícios possuem cerca de 5 a 6 pisos [2], o pé-direito é variável, as áreas de implantação são maiores, apareceram as platibandas nos edifícios, as varandas em estrutura metálica com uma escada metálica associada e marquises na fachada tardoz (oposta à fachada principal) [7], as paredes no rés-do-chão têm uma espessura significativa, diminuindo nos pisos superiores (os decréscimos de espessura são mais acentuados, comparativamente aos edifícios pombalinos), as ligações entre as paredes e os pavimentos é má pois o sistema de travamento lateral das paredes faz-se por meio de ferrolhos metálicos, havendo menor uso da gaiola pombalina tradicional, substituindo-a por paredes de alvenaria e tabique, a mão-de-obra e materiais usados são de qualidade inferior aos dos edifícios pombalinos e as regras anti-sísmicas foram esquecidas [1]. Tem-se como exemplo de edifício gaioleiro o edifício representado na figura 8.

As paredes-mestras são de alvenaria de pedra irregular e argamassa de cal com argila, as paredes resistentes, que estão dispostas nas empenas e no interior do edifício, são de tijolo maciço, as paredes interiores em tabique [7]. Os pavimentos são em madeira com estrutura de vigas / barrotes encastrados nas paredes. As escadas são feitas de madeira e localizadas geralmente em torno de um saguão central, iluminado e ventilado por uma clarabóia, em edifícios de 2 fogos por piso, ou juntas à parede de empena, em edifícios de 1 fogo por piso. As fundações são em alvenaria de pedra rija, com largura dupla das paredes que as suportam e geralmente sobre terrenos macios, argilosos ou areno-argilosos, o que aumenta a vulnerabilidade sísmica destes edifícios [3].



Fig.8 – Edifício gaioleiro existente na Avenida da República, em Lisboa [7]

#### 2.1.4. EDIFÍCIOS COM ESTRUTURA MISTA DE ALVENARIA E BETÃO

Estes edifícios surgiram pela década de 1930 e a sua construção prolongou-se até à década de 1960. São também designados por edifícios de “placa” uma vez que os pavimentos são lajes maciças em betão e assentam diretamente nas paredes de alvenaria, conferindo ao edifício um bom travamento horizontal [9].

Os edifícios de “placa” têm geralmente à volta de 5 andares, pé-direito de 3 metros [2], o betão usado na sua construção é da classe C16/20 ou C20/25, as armaduras são varões lisos de aço da classe A235, a laje é em betão armado (betão com armadura de rede colocada a meio da espessura da laje) [9]. Já as vigas de betão armado passaram a ser utilizadas durante esta altura ao nível do teto do rés-do-chão principalmente em situações de instalação de lojas ou então para facilitar a abertura de espaços maiores [1]. Existem também uma deficiente organização estrutural como por exemplo vigas apoiadas em vigas e assimetrias na localização dos pilares, uma vez que, em edifícios destes, é comum encontrar vigas e pilares em betão armado, esporádicos, em locais estratégicos [9].

As paredes dos edifícios mistos podem ser de alvenaria de tijolo cerâmico maciço ou perfurado, ou blocos de betão [9]. Por outro lado, os edifícios mistos que mantêm a sua estrutura original ou que foram alvo de intervenções são muito resistentes porque as paredes apresentam elevada massa volúmica [10].

Estas edificações aparecem associadas à habitação social constituindo grandes bairros, como por exemplo os edifícios dos quarteirões interiores de Alvalade [1].

É ainda de salientar que entre 1930 e 1950 os edifícios de alvenaria e betão apresentavam o betão como o seu constituinte minoritário. Por outro lado, entre 1950 e 1960, o betão já era o constituinte principal das edificações, uma vez que aparecia em estrutura porticada e a periferia era preenchida com alvenarias de tijolo, bem como as divisórias interiores [1].

#### 2.1.5. EDIFÍCIOS RECENTES DE BETÃO ARMADO

A época de construção destas edificações (desde 1960 até aos dias de hoje) teve uma grande variedade de edifícios no que diz respeito à altura, acessos, soluções estruturais (pórticos e paredes resistentes, lajes maciças, nervuradas, de vigotas ou fungiformes), etc. É também nesta época em que os edifícios são construídos aplicando regulamentação ao nível do betão armado e da construção [1].

Numa primeira fase do betão armado (entre 1960 e 1970), foram construídos edifícios isolados de modo a preencher malhas urbanas ou então reconstruções de edifícios já existentes. No entanto, havia alguma deficiência na organização estrutural, tal como nos edifícios de “placa”, e fraca resistência mecânica dos betões. Além disso, estas grandes mudanças de geometria de piso para piso originaram estruturas muito flexíveis e provocaram deformações significativas que os projetos não detetaram [10].

Como exemplo de construção desta época, na figura 9 encontra-se um exemplo de edifício recente de betão armado.



Fig.9 – Exemplo de um edifício de betão armado na zona da Lapa, Lisboa [11].

Numa segunda fase do betão armado (entre 1970 e 1980), além da construção estar dispersa por Lisboa e ocupar as últimas áreas livres da cidade, houve um aumento de edifícios com fundações por estacas pois os terrenos onde eram construídos eram de má qualidade do ponto de vista geotécnico. Por outro lado, várias eram as diferenças entre as estruturas licenciadas e as executadas em relação à qualidade dos materiais empregues (por exemplo o betão e as armaduras) pois não havia fiscalização nem sistema eficaz que garantissem a qualidade dos projetos em termos de verificação e certificação [10]. No entanto, ainda nos dias de hoje continua a haver pouca fiscalização capaz de garantir essa mesma qualidade.

Esta época é caracterizada principalmente por quatro linhas urbanas [2]:

- Urbanizações planificadas, situadas em grandes áreas como Portela, Olivais e Restelo, com edifícios de pelo menos 9 pisos e vários fogos em cada um, e incluindo também as moradias;
- Urbanizações pouco planificadas, situadas ao longo dos corredores de saída de Lisboa (por exemplo Lumiar, Luz e Benfica), também com edifícios de pelo menos 9 pisos e vários fogos cada um, mas as características das edificações são semelhantes;
- Urbanizações para habitação social (por exemplo Chelas e Telheiras) com edifícios de 4 a 6 pisos, abrangendo também os edifícios baixos, ocupando áreas importantes da cidade;
- Zonas clandestinas com habitação em alvenaria de aspeto temporário-permanente e também englobando habitações temporárias com barracas.

Entre 1980 e 1990 houve uma maior preocupação a nível estrutural dos edifícios de betão armado. Como tal, surgiram regulamentos que proporcionaram uma maior qualidade destes e que ainda se mantêm em vigor nos dias de hoje, como é o caso do REBAP e RSA, e que se falará mais à frente neste trabalho.

Entre 1990 e 2000, além de se ter a preocupação de uniformizar para os países da Europa as técnicas de construção, estruturais, entre outros, por meio de normas europeias, também se teve em atenção a importância da resistência dos edifícios face aos sismos e, como tal, também foi implementada regulamentação que complementasse esse aspeto. Por outro lado, em Portugal também se passou a considerar o conforto no interior das habitações e a redução das necessidades de consumos energéticos, como por exemplo a aplicação do RCCTE, e que se falará no subcapítulo seguinte.

Desde o ano 2000 até atualmente, os edifícios portugueses não sofreram grandes alterações a nível estrutural, mas sim ao nível de eficiência energética e conforto dos moradores, uma vez que as exigências têm sido cada vez maiores e procura-se sempre corresponder às expectativas de quem habita os edifícios. No subcapítulo que se segue, falar-se-á em mais pormenor acerca deste assunto.

## 2.1.6. REGULAMENTAÇÃO

### 2.1.6.1. Edifícios anteriores a 1755

Até à data do terramoto de 1755, desconhece-se a construção de edificações segundo regulamentos existentes. Por outro lado, pouco era o conhecimento sobre os materiais usados na construção, os processos construtivos, as técnicas aplicadas careciam de algum rigor, não havia dimensionamento sísmico nem regulamentação.

### 2.1.6.2. Edifícios pombalinos

Após a ocorrência deste sismo, no dia 30 de Dezembro foi publicado um Decreto-Lei que explicava que brevemente iam ser apresentados os planos para a nova cidade, mas no dia 4 deste mês, Sebastião José de Carvalho e Mello (conhecido pelo Marquês de Pombal) recebeu a primeira parte de um longo memorial que analisava e apresentava várias hipóteses de reconstrução de Lisboa, entre as quais reedificar a cidade segundo padrões antigos e alargando as ruas, demolir os restos da cidade na zona mais destruída e depois urbanizá-la com liberdade, construção de uma nova cidade na zona de Alcântara e Pedrouços, abandonando a cidade destruída. De um total de 6 hipóteses, cada uma com a sua planta, o Marquês escolheu a da autoria de Eugénio dos Santos (arquiteto do Senado da cidade de Lisboa) [12].

Assim, a 12 de Maio de 1758, um alvará com força de lei possibilita e determina o início dos trabalhos, isto é, todo o processo de reconstrução da cidade. Um mês depois, a 12 de Junho de 1758, o Marquês de Pombal enviou ao duque Regedor de Justiças os planos definitivos da Baixa, acompanhados por instruções de ordem prática e já pormenorizada [13], constituindo assim outra peça legislativa para a reconstrução de Lisboa [12]. Embora os edifícios tenham sido pensados para resistir à ação sísmica, tendo como exemplo a própria gaiola pombalina que conferia travamento ao edifício e a redução da massa em altura que evitava ter muito peso suspenso, a primeira regulamentação a contemplar a ação sísmica foi o Regulamento de Segurança das Construções contra os Sismos (RSCCS) [14] e só surgiu pelo ano de 1958. O quadro 1 faz referência aos regulamentos nacionais na área da construção que existiram e que se encontram atualmente em vigor.

### 2.1.6.3. Edifícios gaioleiros

Desde a data de ocorrência do sismo até este período, a memória da destruição da cidade de Lisboa foi esquecida, bem como o rigor de construção típico pombalino. Neste período “gaioleiro”, surgiu a ideia de expandir a cidade de Lisboa para Norte, uma vez que o Sul estava delimitado pelo rio Tejo. Esta expansão teve como protagonista o Engenheiro Fernando Ressano Garcia, que, além de ter um plano que contribuiu muito para o desenvolvimento de Lisboa, tornou-se o melhor reconstrutor da cidade a seguir a Marquês de Pombal [3].

Embora se tivesse dado início às construções dos novos bairros, o Plano de Ressano Garcia não impôs normas para dimensionar lotes nem tipologias, pois havia a necessidade de rentabilizar o projeto e, como tal, não houve acompanhamento da construção para garantir o rigor disposto no plano, talvez porque Ressano Garcia deixou a construção das edificações à responsabilidade de cada um [3].

A cidade cresceu bastante e atraiu construtores sem experiência em construções de grandes dimensões e com poucos ou nenhuns conhecimentos empíricos. Os edifícios construídos por eles, por terem fraco rigor construtivo pois extrapolavam os seus processos de construção, acabavam por desmoronar durante ou após a fase construtiva [3].

Assim sendo, pode-se dizer que "*Os gaioleiros sofrem actualmente de profundos desajustes face às exigências da função habitar, encontrando-se muitos em estado de acentuada degradação. Neste sentido, os que restam continuam nos dias de hoje a apresentar grandes problemas de segurança para os seus utilizadores*" [1].

Durante a época gaioleira (1880-1930), existiram alguns regulamentos que posteriormente foram revogados, tal como indicado no quadro 1. Tem-se como exemplos são o Regulamento para projectos, provas e vigilância para pontes metálicas, de 1897, e o Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU), de 1903. No entanto, mesmo tendo havido regulamentação na época dos edifícios gaioleiros, e que podia ter sido utilizada, tal não aconteceu. Tem-se como exemplo a hipótese de uso dos regulamentos para a estrutura metálica das varandas e para as escadas metálicas, uma vez que o regulamento de 1897 está orientado para a construção metálica [14]. Além disso, tal como foi referido anteriormente, o Plano de Ressano Garcia não impôs normas para dimensionar os edifícios, e no entanto nesta época surgiu o RSEU que estava orientado para as edificações urbanas correntes [14].

#### 2.1.6.4. Edifícios com betão

Desde que o betão passou a ser usado como material na construção, surgiram regulamentos para que houvesse bases na elaboração de projetos e execução de provas referentes às construções.

À medida que a arte de construir foi evoluindo, como por exemplo a técnica, a melhoria de qualidade dos cimentos, o maior conhecimento das propriedades do betão e o aparecimento de novos tipos de endurecimento rápido ou de alta resistência, outra regulamentação foi sendo publicada de modo a satisfazer as exigências da época, sendo que atualmente não se usam alguns regulamentos, tendo como exemplo o RBA. Por outro lado, encontram-se em vigor o REBAP e o REAE, usando-se em conjunto com o RSA. Note-se que alguns regulamentos, apesar de terem surgido há cerca de 30 anos, atualmente ainda são utilizados em projeto.

No quadro 1 está representada uma lista de regulamentos que foram surgindo ao longo do tempo até aos dias de hoje.

Quadro 1 – Regulamentos nacionais maioritariamente da área das estruturas (adaptado de [1])

Data	Regulamento	Decreto	Observações
1897	Regulamento para projetos, provas e vigilância das pontes metálicas	...	Revogado
1903	Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU)	...	Revogado
1918	Regulamento para o emprego do beton armado	Decreto nº 4036 de 28 de Março	Revogado
1929	Regulamento de Pontes Metálicas (RPM)	Decreto nº 16781 de 10 de Abril	Revogado
1935	Regulamento do Betão Armado (RBA)	Decreto nº 25948 de 16 de Outubro	Revogado
1951	Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)	Decreto nº 38382 de 7 de Agosto	-
1958	Regulamento de Segurança das Construções contra os Sismos (RSCCS)	Decreto nº 41658 de 31 de Maio	Parcialmente revogado
1961	Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes (RSEP)	Decreto nº 44041 de 18 de Novembro	Revogado
1965	Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)	Decreto nº 46160 de 19 de Janeiro	Aplicado em conjunto com o RSEP
1967	Regulamento de Estruturas de Betão Armado (REBA)	Decreto nº 47723 de 20 de Maio	Aplicado em conjunto com o RSEP
1983	Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA)	Decreto-Lei nº 235/83 de 31 de Maio	-
1983	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP)	Decreto-Lei nº 349-C/83 de 30 de Julho	Aplicado em conjunto com o RSA
1986	Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE)	Decreto-Lei nº 21/86 de 31 de Julho	Aplicado em conjunto com o RSA

#### 2.1.6.5. Normas Europeias / Eurocódigos

Outro tipo de regulamentação que surgiu nos últimos anos e depois do REAE foram os Eurocódigos. Durante os anos noventa, foram publicados Eurocódigos como Pré-Normas Europeias, correspondendo a um conjunto de 62 Partes. Entre 1998 e 2000 surgiram as versões portuguesas de 17 destas Partes, trabalho esse desenvolvido pela Comissão Técnica Portuguesa de Normalização (CT 115). Só a partir de 2002 é que o Comité Europeu de Normalização (CEN) dá início à publicação dos Eurocódigos como Normas Europeias (EN), que vêm substituir as Pré-Normas Europeias (NP ENV), tendo concluído a referida publicação em 2007 [15].

O Quadro 2 faz referência aos vários Eurocódigos existentes, sendo que alguns deles ainda não foram traduzidos para Norma Portuguesa. Ainda no Quadro 2, é de referir que as 3

primeiras colunas e a quinta coluna dizem respeito à primeira referência indicada na legenda e a quarta coluna à segunda referência.

Quadro 2 – Normas Europeias / Eurocódigos (adaptado de [15] e do site [http://www.lnec.pt/qpe/eurocodigos/Eurocodigos\\_publicados.pdf](http://www.lnec.pt/qpe/eurocodigos/Eurocodigos_publicados.pdf))

Norma Europeia	Eurocódigo (EC)	Nº de Partes	Ano do aparecimento da EN	Ano do aparecimento da NP EN
EN 1990	0 - Bases para o projeto de estruturas	1	2002	2009
EN 1991	1 - Ações em estruturas	10	2002	2009
EN 1992	2 - Projeto de estruturas de betão	4	2004	2010
EN 1993	3 - Projeto de estruturas de aço	20	2005	2010
EN 1994	4 - Projeto de estruturas mistas aço-betão	3	2004	2011
EN 1995	5 - Projeto de estruturas de madeira	3	2004	-
EN 1996	6 - Projeto de estruturas de alvenaria	4	2005	2013
EN 1997	7 - Projeto geotécnico	2	2004	2010
EN 1998	8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos	6	2004	2010
EN 1999	9 - Projeto de estruturas de alumínio	5	2007	-

#### 2.1.6.6. O RCCTE

A área da Térmica de Edifícios atinge um patamar de grande importância com a aprovação de um texto em 1990 pelo Decreto-Lei nº40/90 de 6 de Fevereiro, tendo entrado em vigor no ano de 1991. É de salientar que foi o primeiro regulamento europeu a impor requisitos de proteção solar nos vãos envidraçados e na redução das necessidades de aquecimento e arrefecimento nas novas edificações [16].

O texto anteriormente referido estabeleceu regras para as remodelações e construções de edifícios de modo a melhorar o conforto térmico sem haver a grande necessidade de consumir energia para tal e também para atenuar as condensações superficiais que posteriormente dão origem a patologias. De modo a aproveitar melhor a energia renovável proveniente do Sol durante as estações do ano, adotou soluções construtivas e arquitetónicas, como por exemplo a orientação e dimensões dos envidraçados e o sombreamento [16].

Com o passar dos anos, as exigências de conforto dos edifícios face a esta matéria foram aumentando e este regulamento foi acompanhando, passando pela Diretiva nº 2002/91/CE de 16 de Dezembro de 2002 e publicada a 4 de Janeiro de 2003, preconizando a “melhoria do desempenho energético dos edifícios”, até chegar ao Decreto-Lei nº 80/2006, onde se

pormenoriza mais os dados climáticos, tem em conta novos parâmetros como o fator de forma, a permeabilidade ao ar das caixilharias.

O Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril, Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, mais propriamente ao nível das características da envolvente, impondo limites de perdas térmicas e também controlando os ganhos solares excessivos. Para além disso, estabelece limites para os consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, incentivando assim à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas de menor impacto relativa à energia primária. É de referir também que este regulamento impõe a utilização de painéis solares térmicos e tem em conta a utilização de fontes de energia renovável [16].

Assim, o RCCTE impõe requisitos mínimos de qualidade térmica dos edifícios, quer ao nível dos coeficientes de transmissão térmica (U), quer das proteções solares dos envidraçados consoante a zona climática. É de salientar que este regulamento contribuiu para generalizar a utilização de isolamento térmico e de vidros duplos nos edifícios, melhorando a sua envolvente e a qualidade [16].

Além disso, a nova versão do RCCTE também contabiliza a energia que é despendida para produção de águas quentes sanitárias e leva em consideração o tipo de sistema de arrefecimento e aquecimento, bem como a energia primária utilizada para o efeito, levando assim a ter diferentes requisitos consoante a eficiência dos equipamentos [16].

#### 2.1.6.7. O Decreto-Lei nº 118/2013 - exemplo de aplicação

O regime da Diretiva nº 2002/91/CE foi reformulado com a publicação da Diretiva nº 2010/31/UE de 19 de Maio de 2010, que por sua vez juntou num único diploma o Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Mais tarde, o Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto aprovou os 3 regulamentos mencionados anteriormente e transpôs a Diretiva nº 2010/31/UE de 19 de Maio de 2010 do parlamento Europeu e do Conselho, relativa ao desempenho energético dos edifícios [17].

De acordo com o Diário da República, o RCCTE foi recentemente revogado e a regulamentação que se encontra em vigor atualmente é o Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto, juntamente com o suporte das suas portarias e despachos [18]. As Portarias são denominadas por Portaria nº 349/2013, composta pelas partes de A a D (por exemplo Portaria nº 349-A/2013) e a Portaria nº353-A/2013. Por sua vez, os despachos são designados por Despacho nº 15793/2013, existindo as partes desde C e L (por exemplo Despacho nº 15793-C/2013). Posteriormente foram publicadas Declarações de Retificação que retificaram algumas portarias e despachos referidos anteriormente [19].

A Knauf Insulation, empresa especializada em isolamentos térmicos e acústicos para o setor da construção, publicou recentemente no seu site um catálogo que avalia o desempenho

energético de uma moradia unifamiliar, de construção corrente em Portugal, para as diferentes zonas climáticas, onde se estudam as potencialidades existentes de uma reabilitação energética e onde são apresentadas as poupanças do consumo energético e emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que daí advêm. É de salientar que as poupanças variam consoante a zona climática onde o edifício esteja inserido [20]. A figura 10 indica as zonas climáticas de inverno e verão, respetivamente.

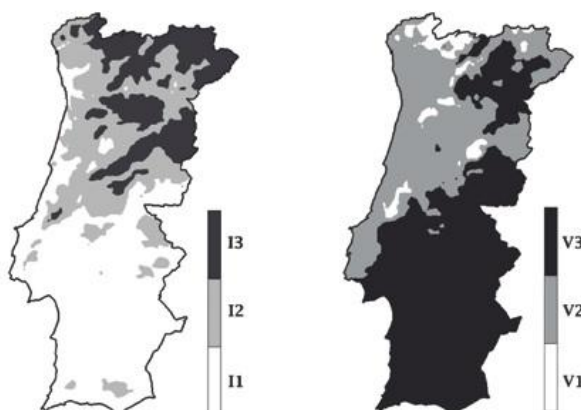


Fig.10 – Zonas climáticas de inverno e verão, respetivamente [20]

Neste catálogo é abordado o Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto e parte da sua regulamentação. Os parâmetros do zonamento climático são definidos pelo Despacho nº 15793-F/2013. Por sua vez, a Portaria nº 349-A/2013 de 29 de Novembro indica os coeficientes de transmissão térmica superficial de referência para elementos opacos. No caso do Despacho nº 15793-E/2013, este identifica as regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes, nas situações em que se verifique impossibilidade ou limitação no acesso a melhor informação [20].

Para a reabilitação energética em questão, foi considerada uma moradia da década de 70, de tipologia T3 composta por 3 pisos superiores, que já foi alvo de uma intervenção deste tipo nos anos 90, onde se procedeu à colocação de 3 cm de isolamento de lã mineral no desvão da cobertura, substituição do aquecedor elétrico existente por uma caldeira a gás propano e substituição dos vidros existentes por vidros duplos. No entanto, mesmo depois desta intervenção, manteve-se a ausência de isolamento térmico na envolvente [20].

As quatro soluções que se vão apresentar de seguida são da empresa Knauf Insulation [20]:

- Manta KRAFT (TI 212) – isolante termo-acústico de lã mineral com textura uniforme, que se apresenta sob a forma de rolos revestidos numa das suas faces com uma barreira de vapor constituída por um complexo de papel kraft / polietileno;
- Painel ETICS FKD-S-C1 – painel compacto de lã mineral para ETICS, de altas prestações térmicas, com primário de resinas aquosas numa das faces. Esta solução cumpre largamente as exigências das normas EN 13500 e ETAG 004 relativas à aplicação de ETICS com lã mineral;

- Painel PLUS (TP 138) – isolante termo-acústico de lã mineral com textura uniforme. O seu coeficiente de condutibilidade térmica torna esta solução num painel isolante de elevada performance térmica;
- SUPAFIL 034 – Isolante de lã mineral virgem sem ligante de fácil aplicação para aplicar em paredes duplas. Não combustível, de muito baixa condutibilidade térmica. Especialmente desenvolvido para isolamento térmico, acústico e proteção contra incêndios.

Na figura 11 está representada a aplicação da solução Manta KRAFT (representação esquemática).

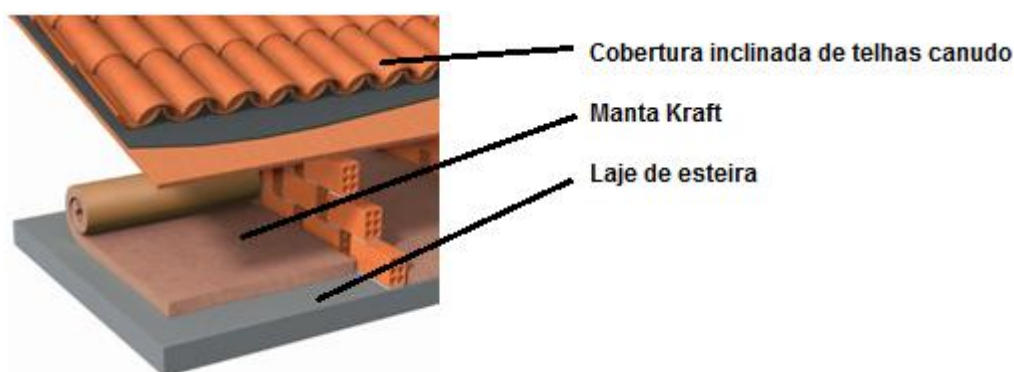


Fig.11 – Aplicação de Manta KRAFT (TI 212) sobre o desvão da cobertura (aplicação típica) (adaptado de [20])

A figura 12 ilustra a aplicação da solução Painel ETICS FKD-S-C1 num sistema de isolamento exterior.

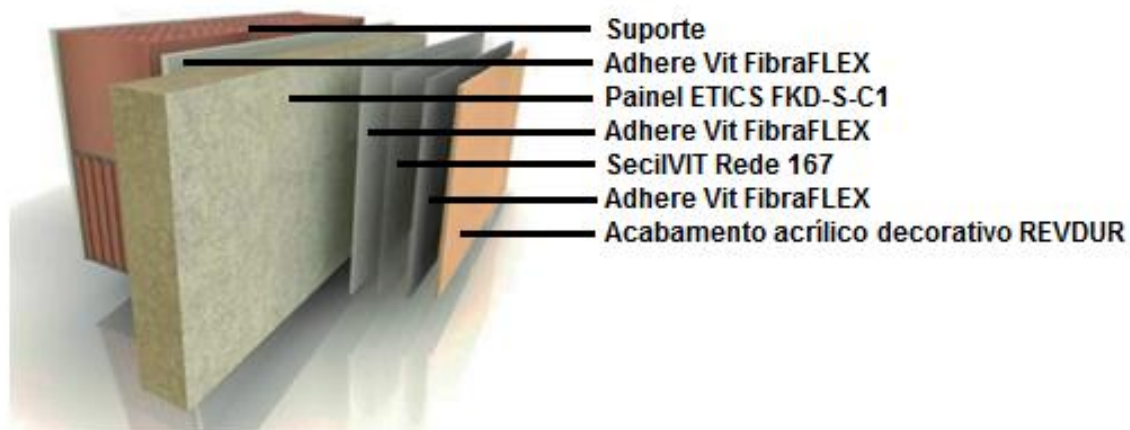


Fig.12 – Aplicação do Painel ETICS FKD-S-C1 no Sistema de Isolamento Exterior de Fachadas (ETICS) (adaptado de [20])

Por sua vez, a figura 13 mostra o aspeto que tem o Painel PLUS.



Fig.13 – Painel PLUS (TP 138) [20]

Quanto à solução de SUPAFIL, já descrita anteriormente, esta é tipicamente aplicada nas caixas-de-ar das paredes duplas de fachada, tal como está referenciado na figura 14.



Fig.14 – Aplicação de SUPAFIL 034 na caixa-de-ar da fachada (aplicação típica) (adaptado de [20])

Tal como ilustrado na figura 14, a parede dupla apresenta uma lâmina de ar que impede que a água, que acede ao pano exterior, não atinja o pano interior, mas, para tal, é necessário que a água seja recolhida em caleira na base e drenada para o exterior. Por outro lado, esta é uma má solução porque origina problemas onde eles provavelmente não existiam, isto é, ao se criar um furo para a aplicação de SUPAFIL, cria-se também uma descontinuidade na escorrência da água pelo pano exterior, permitindo a passagem desta para a caixa-de-ar, entrando contacto com o isolante, depois com o pano interior e, por fim, aceder ao interior da habitação.

Com base nas soluções construtivas da moradia descrita anteriormente, fez-se uma avaliação dos coeficientes de transmissão térmica, U, para as diferentes soluções da Knauf

Insulation, como se pode observar no quadro 3, onde, por simplificação, se considerou que o desempenho térmico de uma solução com PAINEL ETICS FKD-S-C1 é em tudo semelhante ao desempenho da solução com a aplicação de SUPAFIL 034 na caixa-de-ar ou à aplicação de PAINEL PLUS (TP 138) pelo interior. Esta simplificação pode ser feita porque no método simplificado não há alterações ao nível das pontes térmicas lineares e da inércia térmica. O quadro 3 faz referência a “ENU”, que corresponde a “espaço não útil”, e faz referência ao coeficiente de redução de perdas,  $b_{tr}$ , que, de acordo com o Despacho nº 15793-E/2013, toma por defeito o valor de 0,8 para todos os espaços não úteis e 0.6 para edifícios adjacentes. Por outro lado, para  $b_{tr} > 0.7$ , é necessário contabilizar as pontes térmicas lineares através de elementos da envolvente interior em contacto com os espaços não úteis [20].

Quadro 3 – Coeficientes de transmissão térmica (adaptado de [20])

	Original	Intervenção década de 90	Reforço isolamento cobertura	Isolamento fachadas	Isolamento elementos interiores em contacto com espaços não úteis (ENU)	Referência		
						11	12	13
Cobertura para o desvão	2.80	0.98 <sup>a)</sup>	0.28 <sup>b)</sup>	0.28	0.28	0.40	0.35	0.30
Paredes exteriores	0.98	0.98	0.98	0.31 <sup>c)</sup>	0.31	0.50	0.40	0.35
Paredes interiores ENU	1.78	1.78	1.78	1.78	0.27 <sup>d)</sup>	0.50 <sup>e)</sup> 1.00 <sup>f)</sup>	0.40 <sup>e)</sup> 0.80 <sup>f)</sup>	0.35 <sup>e)</sup> 0.70 <sup>f)</sup>
Tecto interior ENU	1.65	1.65	1.65	1.65	0.26 <sup>d)</sup>	0.40 <sup>e)</sup> 0.80 <sup>f)</sup>	0.35 <sup>e)</sup> 0.70 <sup>f)</sup>	0.30 <sup>e)</sup> 0.90 <sup>f)</sup>
Vãos envidraçados	4.30	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.60	2.40

a) Aplicação de 3 cm de lã mineral sobre o desvão  
b) Aplicação de 10 cm de MANTA KRAFT (TI 212) sobre o desvão  
c) Aplicação de 8 cm de PAINEL ETICS FKD-S-C1, equivalente a uma espessura de 7 cm de PAINEL PLUS (TP 138) e de 7,5 cm de SUPAFIL 034  
d) Aplicação de 10 cm de PAINEL PLUS (TP 138)  
e) Valores para quando  $b_{tr} > 0,70$   
f) Valores para quando  $b_{tr} \leq 0,70$

Como se pode observar no quadro anterior, a aplicação das soluções da Knauf Insulation na cobertura, paredes exteriores e interiores e teto interior veio a melhorar bastante o isolamento destes elementos, satisfazendo as exigências regulamentares, incluindo para cada uma das zonas climáticas. Em termos de intervenções propriamente ditas, foram consideradas as seguintes [20]:

- 0 - Moradia dos anos 70 no seu estado original;

- 1 - Intervenção nos anos 90 – colocação de isolamento térmico da cobertura com 3 cm de lã mineral, instalação de uma caldeira a gás propano para água quente e aquecimento e a substituição dos envidraçados existentes por vidros duplos;
- 2 - Reforço do isolamento térmico no desvão da cobertura – reforço do isolamento térmico no desvão da cobertura, utilizando-se lã mineral MANTA KRAFT (TI 212);
- 3 - Aplicação de isolamento térmico nas fachadas e nos elementos interiores ENU – aplicação de PAINEL ETICS FKD-S-C1 nas fachadas exteriores e nos elementos da envolvente interior em contacto com espaços não úteis, aplicação de lã mineral PAINEL PLUS (TP 138);
- 4 - Substituição da caldeira existente por uma caldeira de condensação;
- 5 - Instalação de um sistema solar térmico para produção de AQS;
- 6 - Substituição das caixilharias por caixilharias de classe de permeabilidade I e das caixas de estore por caixas de estore com permeabilidade ao ar baixa.

Assim, nos quadros 4, 5, 6 e 7 estão representadas as classificações energéticas, os consumos de energia e as emissões de CO<sub>2</sub> da moradia com todas as intervenções descritas anteriormente. O quadro 4 diz respeito ao edifício original.

Quadro 4 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub> da habitação (edifício original) (adaptado de [20])

Zona climática	I1V2		I1V3		I2V1		I2V2	I2V3	I3V1	I3V2		I3V3
Cidade de referência	Porto	Lisboa	Faro	Beja	Coimbra	Braga	Viana do Castelo	Covilhã	Bragança	Vila Real	Guarda	Mirandela
Altitude (m)	86	4	145	178	67	177	268	507	900	571	717	350
Edifício Original												
Classe energética	E	D	E	E	E	E	E	E	F	E	E	E
Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	184,89	142,56	160,97	180,12	192,68	225,77	247,78	258,29	362,82	273,23	294,85	243,92
Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	66,56	51,32	57,95	64,84	69,37	81,28	89,20	92,98	130,61	98,36	106,15	87,81

Por sua vez, o quadro 5 diz respeito à intervenção da década de 90, o quadro 6 às medidas de reabilitação térmica da Knauf Insulation e o quadro 7 à alteração dos sistemas de

aquecimento ambiente / preparação de águas quentes e ventilação. Note-se que a informação dada pelos quadros considera vários cenários de zonas climáticas, bem como algumas cidades, que vão de Norte a Sul do país.

Como se pode observar no quadro 4, a classe energética do edifício original é bastante baixa em qualquer uma das cidades de referência. Com tal, os consumos de energia atingem valores significativos, assim como as emissões de dióxido de carbono. Era expectável que tal acontecesse, uma vez que a habitação ainda não tinha sido alvo de intervenção. A cidade de Bragança é a que apresenta pior classe energética e os maiores valores de consumos energéticos e emissões de dióxido de carbono. A cidade de Lisboa, pelo contrário, é a que apresenta melhor classe energética e menores consumos energéticos e emissões de dióxido de carbono. Como se pode também verificar, as cidades de referência cuja altitude é maior (a partir do clima I2V2) apresentam valores de consumos e emissões superiores às restantes cidades.

Quadro 5 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub> da habitação (intervenção da década de 90) (adaptado de [20])

Zona climática	I1V2		I1V3		I2V1		I2V2	I2V3	I3V1	I3V2	I3V3	
Cidade de referência	Porto	Lisboa	Faro	Beja	Coimbra	Braga	Viana do Castelo	Covilhã	Bragança	Vila Real	Guarda	Mirandela
Altitude (m)	86	4	145	178	67	177	268	507	900	571	717	350
Intervenção década de 90												
Classe energética	D	D	D	D	D	D	D	D	E	D	D	D
Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	170,09	128,04	145,69	162,09	177,47	209,57	231,56	239,11	343,17	242,28	254,74	207,32
Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	28,92	22,83	26,07	30,38	30,17	35,63	39,37	41,60	58,34	42,43	46,19	39,90

No quadro 5, já se nota uma pequena melhoria nas classes energéticas.

No quadro anterior, as classes energéticas eram na sua grande maioria de classe E, havendo um caso isolado de classe D e classe F.

Depois da intervenção da década de 90, as classes energéticas passaram a ser D, com um caso isolado de classe E.

Bragança volta a apresentar mais uma vez os maiores valores de consumos de energia e de emissões de dióxido de carbono, enquanto que para a cidade de Lisboa a habitação tem tendência a consumir menos energia e emitir menos CO<sub>2</sub>.

Quadro 6 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub> da habitação (medidas de reabilitação térmica da Knauf Insulation) (adaptado de [20])

Zona climática		I1V2		I1V3		I2V1		I2V2		I2V3		I3V1		I3V2		I3V3	
Cidade de referência		Porto	Lisboa	Faro	Beja	Coimbra	Braga	Viana do Castelo	Covilhã	Bragança	Vila Real	Guarda	Mirandela				
Altitude (m)		86	4	145	178	67	177	268	507	900	571	717	350				
Medidas de reabilitação térmica – Knauf Insulation																	
0+1+2	Classe energética	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	157,46	118,39	134,85	149,85	164,17	194,19	214,83	221,20	319,11	224,32	254,74	207,32				
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	26,77	21,07	24,08	28,04	27,91	33,01	36,52	38,45	54,25	39,24	43,31	36,86				
0+1+3	Classe energética	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	116,49	88,55	101,22	112,08	120,96	143,18	158,74	161,94	236,77	165,21	186,62	152,66				
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	20,36	16,21	18,58	21,61	21,13	24,85	27,43	28,60	40,64	29,41	32,49	27,73				
0+1+2+3	Classe energética	B-	B-	B-	B-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	96,48	74,26	84,95	93,70	99,90	118,58	131,92	134,00	197,69	143,89	154,62	126,63				
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	16,95	13,71	15,72	18,24	17,54	20,65	22,86	23,79	33,99	25,55	27,02	23,17				

No quadro 6 nota-se uma grande melhoria, comparativamente aos quadros anteriores.

Quadro 7 – Classificação energética, consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub> da habitação (alteração dos sistemas de aquecimento ambiente / preparação de águas quentes e ventilação (adaptado de [20])

Zona climática	I1V2	I1V3	I2V1	I2V2	I2V3	I3V1	I3V2	I3V3					
Cidade de referência	Porto	Lisboa	Faro	Beja	Coimbra	Braga	Viana do Castelo	Covilhã	Bragança	Vila Real	Guarda	Mirandela	
Altitude (m)	86	4	145	178	67	177	268	507	900	571	717	350	
Alteração dos sistemas de aquecimento ambiente / preparação de águas quentes e ventilação													
0+1+2+3+4	Classe energética	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	C	B-	B-	B-	
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	77,23	60,17	68,86	76,93	79,96	94,73	105,26	107,54	157,45	115,49	123,62	102,38
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	13,67	11,32	12,98	15,39	14,15	16,60	18,33	19,29	27,15	20,73	21,75	19,05
0+1+2+3+4+5	Classe energética	B	B	B	B	B	B-	B-	B-	B-	B-	B-	
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	63,60	45,59	53,84	61,82	65,67	81,32	91,87	92,89	143,33	101,68	109,09	88,26
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	11,36	8,84	10,43	12,82	11,72	14,32	16,05	16,80	24,75	18,38	19,28	16,65
0+1+2+3+4+5+6	Classe energética	A	A	A	B	A	B	B	B	B	B	B	
	Consumo de energia (KWh/m <sup>2</sup> .ano)	40,29	29,05	34,45	41,09	41,13	51,61	56,52	59,46	93,57	66,25	69,67	57,37
	Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	7,66	6,34	7,43	9,35	7,81	9,53	10,31	11,42	16,52	12,64	12,87	11,60

Como se pode observar, a implementação de isolamento térmico nesta moradia permite melhoria na sua classificação energética em várias das opções apresentadas e para qualquer zona climática onde esta esteja inserida. Além disso, as poupanças energéticas e a redução das emissões de CO<sub>2</sub> são significativas.

No quadro 8 está representado um exemplo da poupança económica com o isolamento da envolvente da moradia (intervenções 1+2+3), comparativamente ao estado original desta, numa zona climática I1V3 (Lisboa). Foi considerado 50 anos o tempo de vida útil da moradia, o custo de 30 €/m<sup>3</sup> de isolamento incluindo a mão-de-obra e 0,13€/kWh o preço unitário estimado de energia.

Quadro 8 – Comparação de consumos e poupanças energéticas antes e após intervenção na moradia (adaptado de [20])

Parâmetros	Edifício sem reabilitação (0)	Edifício reabilitado (0+1+2+3)	Poupança Energética
Consumo energético	142,56 kWh/m <sup>2</sup> .ano	74,26 kWh/m <sup>2</sup> .ano	48%
Poupança energética anual		9828,37 kWh/ano	
Poupança energética total (ao fim de 50 anos)		491,42 MWh	
Custo do isolamento		8724 €	
Poupança económica anual		1241 € no primeiro ano 1855 € a partir do 15º ano	
Período de retorno do investimento		6,5 anos	
Poupança económica líquida ao fim de 25 anos		32.752 €	
Poupança económica líquida ao fim de 50 anos		79.118 €	

No entanto, o caso de estudo da presente dissertação foi alvo de intervenção seguindo as normas do Decreto-Lei 80/2006 - RCCTE, não do Decreto-Lei nº 118/2013 juntamente com a respetiva regulamentação.

## 2.2. O MOTIVO E A NECESSIDADE DE REABILITAR

### 2.2.1. GENERALIDADES

A conservação e restauro de bens imóveis, como por exemplo os monumentos, têm um grande valor na medida em que visam salvaguardar a obra de arte em si e o testemunho histórico. Além disso, o monumento é inseparável da História (da qual é testemunho) e do

meio onde se encontra, pois engloba a criação arquitetónica isolada, bem como o sítio urbano ou rural que testemunhe uma civilização em particular, um acontecimento histórico ou então uma evolução significativa [21]. O objetivo da conservação dos monumentos e edifícios com valor histórico, quer se situem no meio urbano, quer se situem no meio rural, é o de manter a sua integridade e autenticidade, incluindo o mobiliário, decoração, espaços interiores, considerando o seu aspeto original/inicial [22].

A reabilitação procura manter o máximo da construção que já existe, apoiando-se nas novas atitudes da sociedade e descartando a atitude consumista em relação ao edificado que atribuía aos edifícios uma vida útil de curta duração. O menor custo da reabilitação baseia-se na economia de materiais e energia, sendo por isso que numa obra de reabilitação haja uma maior incorporação de mão-de-obra comparativamente a uma obra de construção nova, proporcionando assim um maior número de postos de trabalho. Além disso, os custos de uma reabilitação anda à volta de metade dos custos de uma construção nova. Como tal, deve ser preferencialmente praticada quando a situação o permite. Pode-se dizer também que a reabilitação efetua economias em infra-estruturas e deslocações, bem como assegurar a manutenção das estruturas sociais de vizinhança e a identidade cultural da cidade, expressa nas formas sociais e patrimoniais [23].

Por outro lado, é necessário ter em conta que as intervenções de reabilitação têm um grau de complexidade e que as soluções se vão encontrando no contacto com a realidade, o que faz com que o conhecimento desta seja fundamental pois exige uma abordagem pluridisciplinar. Além disso, a intervenção em si não pode esperar que todos os estudos sejam feitos porque é através desta ação que se adquire um conhecimento mais eficaz e profundo. Como tal, se é evidente apostar mais na reabilitação, torna-se também evidente a necessidade de formação de mão-de-obra especializada nas formas tradicionais de construir e de técnicos com a preparação necessária para os desafios que daí advêm [23]. Em relação aos novos materiais e tecnologias, ambos devem ser rigorosamente testados, comparados e experimentados antes da sua aplicação durante a intervenção para que se possa obter os resultados pretendidos [22].

Muitas vezes suscitam dúvidas acerca de vários conceitos e também a distinção entre eles. Assim, de forma a clarificá-los, apresentam-se de seguida algumas das definições.

A conservação de um edifício é um conjunto de medidas que têm como fim salvaguardar e prevenir a degradação deste, e que incluem a realização de obras de manutenção necessárias ao correto funcionamento de todos os elementos de um edifício. Já a manutenção deste consiste numa série de operações que procuram atenuar a velocidade de degradação da vida de um edifício e que se aplicam quer nas suas instalações e equipamentos quer nos próprios elementos de construção, sendo geralmente obras programadas e realizadas em períodos de tempo definidos [23].

Por sua vez, a reabilitação de um edifício passa por um conjunto de obras que têm como objetivo a recuperação e a beneficiação de uma construção, resolvendo as anomalias que existam, sejam elas construtivas, funcionais, higiénicas e de segurança ao longo dos anos, procedendo a uma modernização que melhore o seu desempenho/eficiência até próximo dos níveis de exigência atuais [23].

O restauro de um edifício é um conjunto de obras especializadas que têm por fim a conservação e consolidação de uma construção, bem como a preservação ou reposição total ou parcial da sua estrutura inicial ou correspondente aos momentos mais importantes da sua história [23].

Resumindo, pode-se dizer que o restauro de um edifício significa uma reposição da estrutura inicial, a reabilitação de um edifício significa eliminar as eventuais anomalias e procurar satisfazer as exigências regulamentares atuais, e a conservação de um edifício significa prevenir a degradação deste e fazer a sua manutenção periódica.

De um modo geral, um edifício pode ser reabilitado através da colocação e/ou substituição de materiais de isolamento em determinadas zonas do edifício, como por exemplo nas paredes, pavimentos, cobertura ou vãos envidraçados. O tipo de material a adotar vai depender das condições de aderência dos materiais existentes, bem como o seu estado de conservação, entre outros fatores.

No quadro 9 encontram-se algumas soluções de reabilitação de paredes exteriores, quer pelo exterior, quer pelo interior, quer na caixa-de-ar, no caso de paredes duplas.

Por outro lado, existem alguns aspectos que se devem ter em consideração quando se pretende isolar as paredes pelo exterior ou pelo interior. O quadro 10 relaciona as duas soluções enumerando algumas vantagens e inconvenientes.

Quanto aos pavimentos, estes costumam ter isolamento quando se encontram sobre um espaço exterior ou não aquecido.

Além disso, tal como acontece com as paredes exteriores, os pavimentos também podem ser isolados pelo exterior, pelo interior ou pelo preenchimento do espaço vazio que se encontra no seu interior.

O quadro 11 faz referência a algumas soluções de reabilitação de pavimentos pelas três localizações mencionadas anteriormente.

É preferível fazer o isolamento térmico dos pavimentos pelo exterior porque pelo interior é menos eficiente e reduz o pé-direito da habitação. Além disso, se o espaço subjacente ao pavimento for acessível, a aplicação do isolamento é mais fácil, rápida, menos dispendiosa e mais eficiente do ponto de vista da proteção térmica [24].

No caso das coberturas inclinadas, o isolamento térmico pode ser aplicado ao longo das vertentes e em posição superior (sobre as varas), ao longo das vertentes e em posição inferior (sob as varas), na esteira do teto em posição superior (se o desvão não for habitável), ou na esteira do teto em posição inferior (se o desvão for habitável) [24].

Para as coberturas planas horizontais, existem os termos “cobertura invertida” e “cobertura tradicional”. Na primeira, o isolante, sob a forma de placas, é colocado sobre a impermeabilização e necessita de uma proteção pesada sobre o isolante porque assim evita que as placas se degradem devido à radiação solar e evita também que elas se desloquem devido à ação do vento ou da sua flutuação na água [24]; na segunda é a impermeabilização que se encontra por cima do isolamento térmico.

Quadro 9 – Soluções de reforço do isolamento térmico de paredes exteriores (adaptado de [24])

Localização do isolamento térmico	Tipos de soluções	
Exterior	Revestimentos não-isolantes independentes (com interposição dum isolante térmico na caixa-de-ar)	Revestimentos independentes descontínuos (elementos fixados mecanicamente) Revestimentos independentes contínuos de ligantes minerais armados (rebocos armados e desligados do suporte)
	Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimentos sobre isolante	Revestimentos espessos de ligantes minerais, armados (rebocos armados), sobre isolante Revestimentos delgados de ligantes sintéticos ou mistos, armados, sobre isolante
	Revestimentos isolantes	Vetures (revestimentos descontínuos prefabricados) Rebocos isolantes Revestimentos de espuma isolante projetada
	Painéis isolantes prefabricados (em geral com altura de andar) fixados contra a parede	
Interior	Contra-fachadas	Com caixa-de-ar simples Com interposição dum isolante térmico e sem caixa-de-ar Com interposição dum isolante térmico e com caixa-de-ar
		Revestimentos refletores
Na caixa-de-ar (em paredes duplas)	Injeção de produtos isolantes a granel	Fibras ou flocos Grânulos de material isolante
	Injeção de espumas isolantes	Espuma rígida de poliuretano Espuma de ureia-formaldeído

Tal como está referido no quadro 9, quer a aplicação do isolamento térmico seja feita pelo exterior, quer pelo interior, quer se encontre na caixa-de-ar, existe uma grande variedade de soluções de reforço que se poderão aplicar, desde revestimentos contínuos ou descontínuos a aplicação de rebocos ou painéis isolantes, espumas e até injeção de produtos isolantes.

Quadro 10 – Vantagens e inconvenientes do isolamento térmico exterior de fachadas em relação ao isolamento interior (adaptado de [24])

Vantagens
Isolamento térmico mais eficiente
Melhoria da resistência da parede à penetração da chuva
Disponibilidade total da capacidade térmica da parede para a inércia térmica interior do edifício
Ausência de descontinuidade na camada isolante
Manutenção das dimensões dos espaços interiores
Dispensa de interrupções nas instalações interiores e de trabalhos de reposição de acabamentos
Eliminação das pontes térmicas e das consequentes condensações nas paredes
Menores riscos de incêndio e de toxicidade
Manutenção da ocupação dos edifícios durante as obras
Melhoria do aspecto exterior dos edifícios (eventualmente)
Inconvenientes
Alteração do aspecto exterior do edifício
Dificuldade eventual de execução de remates em zonas de ângulo e ressaltos
Custo em regra mais elevado
Maior risco de degradação por vandalismo
Condicionamento dos trabalhos pelo estado do tempo
Risco de fendilhação dos revestimentos (em soluções com revestimentos contínuos)

Tal como indicado no quadro 10, isolar pelo interior ou pelo exterior tem as suas vantagens e desvantagens. Como tal, há que ponderar sempre bem de que modo se deve proceder ao isolamento de fachadas. Se se isolar pelo exterior, tem-se um isolamento térmico mais eficiente pois é através desta solução que se consegue aproveitar ao máximo a capacidade isolante do material a adotar e assim permitir um maior conforto no interior do edifício. Poderá também haver uma melhoria do aspeto exterior do edifício do ponto de vista estético. Por outro lado, o isolamento pelo exterior permite atenuar ou até mesmo eliminar as pontes térmicas e as trocas de calor entre o exterior e o interior, evitando a ocorrência de condensações no interior do edifício. Além disso, no caso de haver necessidade de reparação do isolamento das fachadas, as obras não impedem as pessoas de se manter em casa ou no trabalho, uma vez que estas se encontram no interior do edifício e as obras fora dele.

No entanto, o isolamento pelo exterior condiciona os trabalhos devido ao estado do tempo. Existe maior risco de degradação dos materiais devido ao vandalismo, os trabalhos de isolamento pelo exterior apresentam geralmente custos mais elevados. Além disso, no caso das soluções com revestimento contínuo, existe um maior risco de fendilhação dos próprios

revestimentos. Volta-se a dizer que no quadro 11 se encontram alguns tipos de soluções de reforço do isolamento térmico

Quadro 11 – Soluções de reforço do isolamento térmico de pavimentos sobre espaços exteriores ou não-aquecidos (adaptado de [24])

Localização do isolamento térmico	Tipos de soluções	
Inferior	Sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre isolante	Revestimentos espessos de ligantes minerais, armados (rebocos armados), sobre isolante
		Revestimentos delgados de ligantes sintéticos, ou mistos, armados, sobre isolante
	Revestimentos isolantes	Vetures
		Rebocos isolantes
		Revestimentos de espuma isolante projectada
Tectos-falsos	Tectos-falsos isolantes	
	Tectos-falsos suportando uma camada de isolante térmico	
Superior	Camada isolante de betão leve entre o pavimento resistente e o revestimento de piso	
	Camada de isolante térmico entre o pavimento resistente e um piso flutuante	
Intermédio	Preenchimento dos vazios entre vigotas de pavimentos de madeira com um isolante térmico (mantas de lã mineral ou isolante a granel)	

No quadro 11, tal como acontecia com as paredes exteriores, também existem diversas soluções que variam consoante a localização do isolamento térmico no pavimento e que podem ser um revestimento espesso, delgado ou de espuma, um reboco isolante, um teto falso ou então uma camada isolante. O quadro 12 faz referência a soluções de reabilitação das coberturas inclinadas e planas.

Passando agora dos elementos opacos da envolvente para os vãos envidraçados, estes são escolhidos conforme a orientação do edifício, maior ou menor necessidade de ganhos de calor, entre outros fatores. No quadro 13 apresentam-se vários tipos de vidros, bem como algumas recomendações de aplicação de cada um deles. É de salientar que no caso de se usar vidro simples transparente, é aconselhável usar dispositivos de sombreamento, como por exemplo palas.

Quadro 12 – Soluções de reforço do isolamento térmico das coberturas (adaptado de [24])

Localização do isolamento térmico		Tipos de soluções		
Coberturas inclinadas	Superior		Painéis isolantes especiais	
			Mantas de material isolante (sobre laje inclinada)	
			Placas de material isolante (sobre laje inclinada)	
	Inferior	Nas vertentes		Fixadas contra as varas da cobertura
			Mantas de material isolante	Fixadas contra réguas dispostas sob as varas e ao longo destas Cruzadas em 2 camadas, com interposição de réguas normais às varas
		Placas de material isolante		Fixadas contra laje inclinada
				Fixadas contra as varas da cobertura Fixadas contra laje inclinada
			Projeção de espumas isolantes	
			Soluções refletantes	
	Na esteira horizontal	Superior		Mantas de material isolante
			Placas de material isolante	
Material isolante a granel			Fibras ou flocos Grânulos de material isolante	
Inferior		Revestimentos isolantes	Revestimentos descontínuos (placas fixadas mecanicamente ou coladas)	
		Tetos-falsos	Teto-falso isolante	
			Teto-falso suportando uma camada de isolamento térmico	
Coberturas horizontais	Superior	Cobertura invertida	Isolante térmico sobre a impermeabilização	
			Suportes isolantes de impermeabilização	
	Intermédia	Isolante entre a laje e a camada de forma		
	Inferior		Teto-falso isolante	
Tetos-falsos		Teto-falso suportando uma camada de isolante térmico		

Mais uma vez, tal como anteriormente, a solução adotada para as coberturas também depende da localização do isolamento térmico.

Quadro 13 – Principais características energéticas e campos de aplicação de diferentes tipos de materiais envidraçados (adaptado de [24])

Tipo de vidro	Principais características	Principais campos de aplicação
Vidros simples transparentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganhos solares elevados</li> <li>- Transmitância luminosa elevada</li> <li>- Baixa resistência térmica</li> <li>- Não-alteração da cor da luz e das vistas para o exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climas temperados (Inverno moderado e verão curto e pouco quente)</li> <li>- Áreas envidraçadas de dimensões pouco significativas</li> </ul>
Vidros coloridos (na massa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganhos solares reduzidos</li> <li>- Transmitância luminosa reduzida, com redução do encadeamento mas também dos níveis de iluminação natural</li> <li>- Alteração da cor da luz mas as vistas para o exterior não são significativamente afetadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climas temperados e quentes onde a minimização dos ganhos solares é prioritária</li> <li>- Situações em que o encadeamento deve ser significativamente reduzido</li> </ul>
Vidros refletantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganhos solares reduzidos</li> <li>- Transmitância luminosa reduzida, com redução do encadeamento mas também dos níveis de iluminação natural</li> <li>- Possibilidade de reflexões encadeantes para o exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edifícios não residenciais</li> <li>- Climas quentes onde a minimização dos ganhos solares é prioritária</li> <li>- Situações em que a redução do encadeamento é desejável</li> </ul>
Unidades envidraçadas múltiplas (vidros duplos e triplos transparentes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistência térmica melhorada, com redução de perdas térmicas de Inverno e dos ganhos solares térmicos de Verão</li> <li>- Transmitância luminosa ligeiramente diminuída por cada camada adicional de vidro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edifícios residenciais com estação de aquecimento significativa</li> <li>- Edifícios residenciais com estação de arrefecimento significativa e uso frequente ou contínuo de ar condicionado</li> <li>- Climas frios e muito frios onde a redução das perdas térmicas é prioritária (vidros triplos)</li> </ul>
Vidros com revestimentos de baixa emissividade (low-E) e espectralmente seletivos (ES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os revestimentos podem ser concebidos de modo a reflectirem a radiação térmica e a terem um coeficiente U melhorado, com redução das perdas térmicas de Inverno</li> <li>- Temperaturas mais elevadas na superfície interior do vidro contribuindo para maior conforto e menores condensações no Inverno</li> <li>- Os revestimentos ES podem ser concebidos de modo a reflectirem a radiação térmica para o exterior, resultando em ganhos solares térmicos de Verão reduzidos</li> <li>- Os revestimentos ES podem ser concebidos de modo a que a transmitância luminosa seja apenas ligeiramente reduzida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimentos de baixa emissividade</li> <li>- Climas frios onde a redução das perdas térmicas é prioritária</li> <li>- Áreas envidraçadas de dimensões significativas</li> <li>- Revestimentos espectralmente seletivos</li> <li>- Climas temperados e quentes onde a minimização dos ganhos solares térmicos é prioritária</li> </ul>
Unidades envidraçadas múltiplas com preenchimento de gás inerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistência térmica aumentada com argon e krípton, com redução das perdas térmicas de Inverno e dos ganhos solares térmicos de Verão por condução</li> <li>- Temperaturas superiores na face interior do vidro durante o Inverno, contribuindo para maior conforto e menores riscos de condensações</li> <li>- Transmitância luminosa praticamente inalterada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Climas frios e muito frios onde a redução das perdas térmicas é altamente prioritária</li> <li>- Situações onde o conforto térmico é importante, em particular em locais com áreas envidraçadas significativas</li> </ul>

### 2.2.2. REABILITAÇÃO TÉRMICA

A reabilitação térmica de um edifício, pegando no conceito da reabilitação já descrito anteriormente e adaptando a este contexto, consiste em recuperá-lo e modernizá-lo de modo a melhorar o seu desempenho/eficiência e satisfazer as exigências regulamentares atuais, procedendo assim a uma intervenção, seja para acrescentar algum material como por exemplo uma argamassa ou um isolamento térmico, seja para substituir o material existente por outro do mesmo tipo ou por outro material com melhores características. Esta intervenção visa, além de reduzir as pontes térmicas, reduzir as necessidades de aquecimento e arrefecimento, atenuar os ganhos e perdas de calor, permitindo um maior conforto no interior da habitação.

Atualmente, na reabilitação de um edifício, onde muitas vezes o conforto térmico é um dos principais objectivos a atingir, há que ter em consideração diversos fatores, como por exemplo a economia da solução, a eficiência desta e também a durabilidade.

Na grande maioria dos casos, a reabilitação energética e a reabilitação térmica apresentam uma relação muito próxima entre si. “A necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios mais antigos, nomeadamente o seu comportamento térmico, faz com que a reabilitação térmica da envolvente se assuma como uma das principais medidas da reabilitação energética em edifícios. Dependendo da performance da envolvente, podem ser obtidas significativas economias de energia, ao mesmo tempo que são melhoradas as condições de conforto térmico” [20].

Tem-se como exemplo prático acerca desta temática o artigo de Brás e Gomes [25], onde se procedeu à reabilitação térmica de uma Escola Básica situada na Baixa da Banheira, composta por 2 edifícios, que apresentava uma argamassa cimentícia nas paredes e carecia de isolamento térmico nas mesmas e em pavimentos, provocando assim grandes perdas de calor, ocorrências de condensações e grandes pontes térmicas. Realizou-se uma auditoria energética e percebeu-se que 97% da energia operacional era para necessidade de aquecimento, restando 2,5% da energia para electricidade e 0,5% para necessidade de arrefecimento. Durante o Inverno, os aquecedores eléctricos em cada sala de aula ficavam ligados 8 horas por dia e apenas não se usavam durante a semana do Natal. Foram testados e comparados vários tipos de argamassas com a de cimento e a de cal hidráulica, tendo em conta o seu impacto ambiental, entre outros fatores, sendo as primeiras 2 argamassas de cimento com cortiça (uma com 50% e outra com 70% de cortiça), outras 2 de cimento com poliestireno expandido (EPS) (uma com 50% e outra com 70% de EPS) e por último 2 argamassas de cal hidráulica com cortiça (uma com 50% e outra com 70% de cortiça). Após se aplicar cada uma das argamassas em paredes externas da escola, concluiu-se que o uso de argamassas de cimento simples e de cal hidráulica simples contribuem mais para o aquecimento global, emitindo mais 1 tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por edifício que as 2 argamassas mais indicadas para o efeito, as que têm 70% de cortiça na sua constituição. Assim, com a aplicação destes tipos de argamassas, os consumos para aquecimento reduzirão, bem como as emissões de CO<sub>2</sub> provocadas por esses consumos [25].

### 2.2.3. REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

No que diz respeito à reabilitação energética de um edifício, esta tem como objectivo recuperá-lo e modernizá-lo de modo a que cumpra as exigências regulamentares, no sentido de reduzir os consumos de energia necessários para satisfazer as necessidades de aquecimento e arrefecimento, seja pelo uso de sistemas de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) ou outro tipo de sistema. Para arrefecimento tem-se como exemplo a ventoinha (costuma consumir energia eléctrica) e para aquecimento o aquecedor (existem aparelhos que consomem energia eléctrica e outros que funcionam a gás).

Portugal encontra-se bastante dependente de energia, uma vez que consome uma grande quantidade desta, e cerca de 60% das suas importações é para este fim, tendo assim graves problemas no campo económico. Embora nos últimos anos tenha apostado nas energias renováveis, é um facto que Portugal ainda importa energia e queima combustíveis fósseis para gerar a energia que precisa, sendo esta maioritariamente energia térmica, produzida em centrais termoeléctricas. Considerando que o setor residencial consome ao longo do seu ciclo de vida cerca de 40% da energia produzida, percebe-se o seu grande potencial de poupança energética. Algumas das medidas tomadas nos últimos anos com vista à eficiência energética dos edifícios passaram por reduzir a parcela da energia operacional destes (energia consumida para aquecimentos, águas quentes, eletricidade, etc), achando-se que os maiores consumos provinham desta parcela. De facto, nos edifícios de baixa eficiência energética a energia incorporada (energia consumida durante a vida útil) nos materiais era cerca de 10 a 15% da energia operacional. Por outro lado, com o aumento da eficiência energética dos edifícios, enquanto a energia operacional vai diminuindo, a energia incorporada nos materiais vai aumentando [26]. O caso de estudo do artigo de Fernando Torgal e Said Jalali [26] é um edifício com 97 apartamentos, sendo o betão armado um dos seus materiais de construção constituintes. Este apresenta mais de 70% da energia incorporada total dos materiais do edifício, sendo, por isso, mais viável reduzir a energia incorporada no betão armado. Para isso, pode-se substituir parte do cimento por aditivos pozolânicos, como por exemplo cinzas volantes, ou então substituir parte das armaduras de aço por armaduras de bambu. Embora haja menos aderência destas armaduras no betão, essa questão pode-se resolver com pinos cravados nas próprias armaduras. O bambu apresenta boa durabilidade quando imerso no betão e estruturas deste tipo de betão armado poderão não ter qualquer sinal de degradação ao fim de 15 anos. Embora o bambu já tenha sido utilizado em atividades experimentais em Portugal, este ainda não foi aplicado como material para soluções de reabilitação ou em construções novas.

Abordando outro caso e estando ainda inserido na temática da reabilitação energética, de acordo com o artigo de Cobîrzan e Oltean-Dumbrava [27], na Roménia o setor da habitação é o segundo maior consumidor de energia, sendo responsável por 32,1% do consumo energético total do país. Comparada com outros países da União Europeia, a Roménia consome quase o dobro da energia para aquecimento e águas quentes sanitárias. Uma vez que as exigências de conforto são cada vez maiores, o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub> crescem a um nível alarmante, levando claramente a que os projetistas tenham em conta a implementação de medidas de eficiência energética nos projetos das habitações romenas. Assim, passou a haver mais preocupações com o desempenho dos edifícios em

termos de energia, mas essas preocupações estavam mais focadas na legislação que nos trabalhos de reabilitação propriamente ditos. Como tal, os efeitos da crise económica tornou impossível a continuação da aplicação das medidas de reabilitação. Por outro lado, com a aplicação destas medidas, poucas eram as pessoas que conseguiam suportar os custos de manutenção, aquecimento e proteção ambiental das habitações. Além disso, dependendo da situação adotada, o custo poderá ser elevado ou não, bem como o período de retorno ser maior ou menor. Parte dos moradores recebem o salário mínimo e por isso não podem cobrir os custos da reabilitação. Por outro lado, estes trabalhos, para terem a contribuição do estado, têm de ser realizados num conjunto de habitações e não apenas num só edifício. Como consequência disso, alguns moradores optaram por fazer a sua própria reabilitação, mas por falta de conhecimentos e de análise ao seu edifício em termos de eficiência energética, esses trabalhos quase não contribuíam para melhorias; pelo contrário, contribuíam para a degradação aparente da fachada do edifício [27].

Existem programas como por exemplo o ALLPLAN, o ALLENERGY, o DOSET e o Certificat-Energetic, que se usam em auditorias energéticas e para obtenção de certificados de desempenho energético dos edifícios. No entanto, são bastante caros, o seu uso requer alguma perícia e não respondem a todas as necessidades de resultados que se pretendem, ao contrário do ENEFControl, um programa criado pelos autores deste artigo, que, segundo estes, é mais acessível, rápido e fácil de usar na avaliação do desempenho energético atual de um edifício. Este programa foi criado com o objetivo de calcular a energia necessária para aquecimento e águas quentes sanitárias, e para calcular as emissões de CO<sub>2</sub>, de acordo com as normas romenas Mc 001/1-2006 e C 107/1-2005. Por sua vez, estas normas têm em consideração a temperatura exterior (número de graus/dias por localidade, o efeito dos ganhos de calor causados por equipamentos elétricos e a contribuição dos ganhos solares. Os dados a introduzir no ENEFControl são: geometria e parâmetros físicos do edifício (incluindo a média da temperatura interna, a ventilação, as características da envolvente do edifício) e o tipo de combustível (fuel) usado. Este programa inclui dados dos tipos de janelas e combustíveis, e permite a introdução de energias renováveis nos cálculos. Desta forma, podem-se tomar estas decisões durante o dimensionamento ou quando adaptar o edifício às exigências atuais, tendo em conta o clima, a orientação do edifício e a sua envolvente. O programa, com base na decisão da solução a aplicar, pode ainda indicar a energia consumida para aquecimento em relação a essa solução, bem como a energia necessária para aquecimento do espaço e águas quentes sanitárias, de acordo com a eficiência do sistema de aquecimento, e também as perdas de calor pela envolvente, o efeito dos ganhos de calor internos e solares, a estimativa de custos de energia relacionada com o combustível utilizado e as emissões de CO<sub>2</sub>. Uma das vantagens deste programa é apresentar a solução mais vantajosa para um mínimo de consumo de energia, incluindo por exemplo a área necessária para painéis solares para garantir energia para aquecimento das águas quentes sanitárias [27].

O caso de estudo é um bloco de apartamentos construído em 1976 com cave, piso térreo e 10 pisos superiores. Fez-se uma análise térmica e energética, aplicando métodos analíticos (cálculos regulares) e numéricos (usando o programa ENEFControl). A cave, que se estende pela área toda do edifício, estava inundada por infiltrações causadas pelo vazamento de água pelos tubos, sendo a humidade visível nas paredes. Os dados de uma comparação entre a análise do edifício real e o edifício de referência (edifício virtual,

geometricamente idêntico ao real) mostram que ENEFControl é bastante preciso, pois os resultados são bastante aproximados aos cálculos do edifício real. No quadro 14 estão representadas as características térmicas da envolvente do edifício em estudo.

Quadro 14 – Características térmicas da envolvente do edifício em estudo (adaptado de [27])

Indicador	Símbolo (un)	Valor ( <sup>a</sup> )	Valor ( <sup>b</sup> )
Resistência térmica média da envolvente (edifício de referência)	$R'_{M, ref}$ ( $m^2 K / W$ )	0,986	0,980
Resistência térmica média da envolvente (edifício real)	$R'_M$ ( $m^2 K / W$ )	0,637	0,630
Coefficiente global de isolamento térmico (edifício de referência)	$G_{ref}$ ( $W / m^3 K$ )	0,546	0,540
Coefficiente global de isolamento térmico efetivo (edifício real)	$G_{ef}$ ( $W / m^3 K$ )	0,785	0,770
Consumo anual de aquecimento padrão (edifício de referência)	$Q_{Nref}$ [ $kWh / (m^3 ano)$ ]	33,58	33,56
Consumo anual de aquecimento padrão (edifício real)	$Q_N$ [ $kWh / (m^3 ano)$ ]	51,50	51,48
Consumo anual de aquecimento específico (edifício de referência)	$Q_{aquecimento, ref ano}$ [ $kWh / (m^2 ano)$ ]	99,29	99,34
Consumo anual de aquecimento específico (edifício real)	$Q_{aquecimento ano}$ [ $kWh / (m^2 ano)$ ]	152,32	152,26
Consumo anual de aquecimento específico, estimado ao nível da fonte do edifício de referência	$q_{S, aquecimento, ref ano}$ [ $kWh / (m^2 ano)$ ]	111,74	111,72
Consumo anual de aquecimento específico, estimado ao nível da fonte do edifício real	$q_{S, aquecimento}$ [ $kWh / (m^2 ano)$ ]	196,57	196,55
Emissões de CO <sub>2</sub>	Kg / ano	89654,55	89595
Classe de energia (edifício real)	-	D	D
Classe de energia (edifício de referência)	-	B	B

<sup>a</sup> - Cálculos manuais

<sup>b</sup> - Método numérico através do ENEFControl

Outro resultado da análise é que o desempenho energético atual do edifício é bastante inferior aos requisitos mínimos térmicos e de eficiência energética estabelecidos pelo edifício de referência. Note-se que esta situação aplica-se à maioria dos edifícios construídos antes de 2000. O quadro 15 faz referência a três cenários propostos para reabilitação térmica, com base na análise do desempenho térmico e energético da envolvente do edifício. Por sua vez, no quadro 16 estão representadas as características térmicas dos vários cenários, sendo que em cada um deles a poupança de energia e o desempenho energético são notórios, comparado ao edifício original, e a diferença de desempenho entre cenários é pequena. Como se pode observar no quadro 17, comparado ao desempenho do edifício inicial, o desempenho térmico e energético deste com a

aplicação de qualquer uma das soluções melhorou significativamente, incluindo a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e do consumo de energia para aquecimento.

Quadro 15 – Cenários propostos para a reabilitação térmica (adaptado de [27])

Elemento	Cenário		
	1	2	3
Paredes exteriores	10 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)	12 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)	15 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)
Pavimento sobre a cave	10 cm de isolamento térmico (poliestireno expandido)	10 cm de isolamento térmico (poliestireno expandido)	10 cm de isolamento térmico (poliestireno expandido)
Pavimento do sótão	18 cm de isolamento térmico (poliestireno extrudido)	20 cm de isolamento térmico (poliestireno extrudido)	20 cm de isolamento térmico (poliestireno extrudido)
Paredes da cave	10 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)	10 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)	10 cm de isolamento térmico pelo exterior (poliestireno expandido)

Como se pode observar no quadro 15, nos vários cenários apenas se aplica poliestireno expandido e extrudido, alterando ou não apenas a espessura de cada um em cada elemento. No quadro 16 estão representadas as características térmicas do edifício após a reabilitação térmica.

Quadro 16 – Características térmicas da envolvente do edifício após a reabilitação térmica (adaptado de [27])

Símbolo (un)	Cenário		
	1	2	3
$R'_M$ (m <sup>2</sup> K / W)	1,526	1,599	1,673
$G_{ef}$ (W / m <sup>3</sup> K)	0,408	0,400	0,391
$Q_N$ [kWh / (m <sup>3</sup> ano)]	22,60	22,06	21,46
$Q_{aquecimento\ ano}$ [kWh / (m <sup>2</sup> ano)]	68,83	65,23	63,46
$q_{S,aquecimento}$ [kWh / (m <sup>2</sup> ano)]	75,04	73,41	71,41
Emissões de CO <sub>2</sub> (Kg / ano)	72,077	70,938	69,672
Classe de energia do edifício	B	B	B

Em relação ao quadro 16, embora a diferença de valores dos parâmetros seja reduzida, em qualquer um dos cenários a classe energética do edifício aumenta bastante, comparativamente ao edifício real, passando da classe D para a classe B. No quadro 17 é possível verificar o desempenho energético do edifício

Quadro 17 – Valores do desempenho energético do edifício após a reabilitação térmica (adaptado de [27])

Símbolo	Parâmetros do desempenho energético	Antes da reabilitação térmica (%)	Depois da reabilitação térmica (%)		
			Cenário		
			1	2	3
$R'_M$	Resistência térmica média corrigida da envolvente do edifício	100	239,60	251,00	262,00
$G_{ef}$	Coefficiente de isolamento térmico global efetivo	100	51,97	50,95	49,81
$Q_{aquecimento\ ano}$	Consumo anual de aquecimento específico	100	45,18	42,82	41,66
$q_{S,aquecimento}$	Consumo anual de aquecimento específico ao nível da fonte	100	38,17	37,34	36,33
$CO_2$	Emissões de $CO_2$	100	80,39	79,12	77,71

Uma vez que pelo menos 97% dos edifícios na Roménia são anteriores a 1993 e são caracterizados pelo seu reduzido isolamento térmico e consequentemente existe maior consumo de energia para aquecimento, torná-los mais eficientes termicamente e energeticamente é imperativo. No entanto, os resultados ainda não são satisfatórios devido a fatores económicos e sociais, ou seja, os custos de energia são relativamente baixos e existe falta de sensibilização das pessoas para a necessidade de poupança de energia e redução das emissões de  $CO_2$ . Além disso, com a adesão da Roménia à União Europeia, os subsídios dados pelo Estado para os combustíveis foram eliminados e como tal a população começou a ficar preocupada com o aumento dos custos da energia. Por outro lado, para fazer análises térmicas e auditorias energéticas aos edifícios são necessários muitos profissionais na área e levaria bastante tempo até que essas análises fossem concluídas. É por essa razão que os autores do artigo criaram o programa ENEFControl. Este seria uma ferramenta útil e fácil de usar, procedendo às referidas análises mais rapidamente e assim o morador podia determinar onde e quanto isolamento térmico era necessário [27].

Como foi possível verificar em todo o subcapítulo 2.2 deste trabalho, existem grandes problemas em relação às necessidades de aquecimento e arrefecimento, não só em Portugal, mas noutros países também, em que tal se traduz na falta de isolamento dos edifícios, na reduzida utilização de bons materiais de isolamento, no pouco conhecimento que se tem acerca das soluções construtivas mais eficazes e na falta de meios financeiros para as aplicar. Por outro lado, como foi possível constatar, em Portugal existem variadas soluções para os diferentes elementos construtivos e também recursos disponíveis para aplicar soluções mais eficientes, mas o nosso País encontra-se com falta de meios financeiros e também bastante dependente de energia, cuja maioria é importada e usada para consumo. Tal como foi desenvolvido um programa na Roménia e é recomendado o seu uso para facilitar nas escolhas das soluções construtivas, em Portugal também existem programas do mesmo género e que devem ser aplicados para o mesmo fim. Além disso,

também se deve procurar aplicar soluções construtivas com boa razão eficiência / custo para atenuar os consumos energéticos e a importação de energia.

### **2.3. ANÁLISE ECONÓMICA E FINANCEIRA**

#### **2.3.1. ANÁLISE ECONÓMICA**

A análise económica tem por objetivo analisar a capacidade de uma empresa em gerar lucros e remunerar os capitais investidos para vários períodos [28].

No contexto da reabilitação, a análise económica de uma reabilitação tem por objetivo analisar a capacidade de uma intervenção de reabilitação de, num curto período de tempo, um retorno do investimento ou, neste caso, permitir a redução de custos e consumos energéticos, compensando o investimento feito ao fim de algum tempo, sejam meses ou anos.

#### **2.3.2. ANÁLISE FINANCEIRA**

A análise financeira de uma empresa consiste em avaliar o equilíbrio financeiro, as necessidades de financiamento da atividade e a situação de tesouraria, ou seja, avaliar a estrutura financeira da empresa em análise. Esta análise pode ser caracterizada por uma 'fotografia' da empresa num determinado momento, não se conseguindo perceber como é que a empresa se comporta. Os dados para se fazer uma análise financeira são retirados do balanço que a empresa disponibiliza para um ou mais anos [28].

No contexto da reabilitação, a análise financeira de uma reabilitação consiste em perceber se o investidor desta intervenção consegue cobrir todos os custos, pelo menos a curto prazo. No caso de surgirem imprevistos e/ou 'trabalhos a mais', deverá fazer-se uma nova análise financeira para se perceber se é possível incluir esses trabalhos nos custos do projeto.

#### **2.3.3. CASOS PRÁTICOS**

Numa reabilitação, antes de se passar à intervenção propriamente dita, há que ponderar quais os trabalhos a fazer, bem como uma boa relação qualidade/preço. É nesta fase que entram os critérios económicos e se escolhe as várias atividades que vão de encontro a esta relação. De seguida são apresentados alguns casos práticos que vão de encontro a modelos económicos, bem como análises económicas e financeiras.

##### **2.3.3.1. Modelos económicos utilizados na reabilitação (FEUP)**

Numa dissertação de mestrado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP intitulada "Análise técnico-económica das soluções construtivas utilizadas na

reabilitação de escolas” [29], avaliou-se uma escola secundária através de uma simulação, onde se aplicou isolamento térmico nas paredes exteriores e na cobertura, fez-se uma melhoria dos vãos envidraçados e das renovações por hora, depois efetuou-se uma análise de Custos de Ciclo de Vida, um dos modelos económicos abordados nesta dissertação da FEUP, e por fim uma proposta de reabilitação para o caso de estudo.

De acordo com o autor desta dissertação, existem vários modelos económicos que se utilizam nas estratégias de intervenção, e que são [29]:

- Net Present Value (NPV);
- Simple Payback Time (SPBT);
- Life Cycle Cost (LCC).

O Valor Atual Líquido ou Net Present Value (NPV) é um modelo onde se obtém o valor presente de pagamentos futuros, deduzindo assim uma taxa de juro real adequada e subtraindo o custo de investimento inicial [29]. A equação (1) permite obter o NPV.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TR)^t} - C_{inv} \quad (1)$$

Onde:

- FC - fluxo de capital - entradas e saídas de dinheiro ao longo do tempo [€]
- $C_{inv}$  - valor atual do investimento [€]
- TR - taxa de juro real [-]
- t - período de análise [anos]

Por sua vez, o Tempo de Retorno Simples ou Simple Payback Time (SPBT) é a relação entre o custo total da reabilitação e a poupança de energia associada à mesma [29], e traduz-se pela equação (2):

$$SPBT = \frac{C_{inv}}{\sum_{t=1}^n \Delta E_t \times c_{e t}} \quad (2)$$

Onde:

- $C_{inv}$  - valor atual do investimento [€]
- $\Delta E_t$  - variação dos consumos de energia ao longo do tempo [kWh/ano]
- $c_e$  - custo atual do kWh [€/ kWh]

Em relação ao Custo Ciclo de vida ou Life Cycle Cost (LCC), este modelo tem em conta os custos iniciais das medidas de reabilitação e os seus benefícios durante todo o ciclo de vida, bem como a actualização do valor do dinheiro. Na figura 15 está representada um exemplo de análise de custos de ciclo de vida.

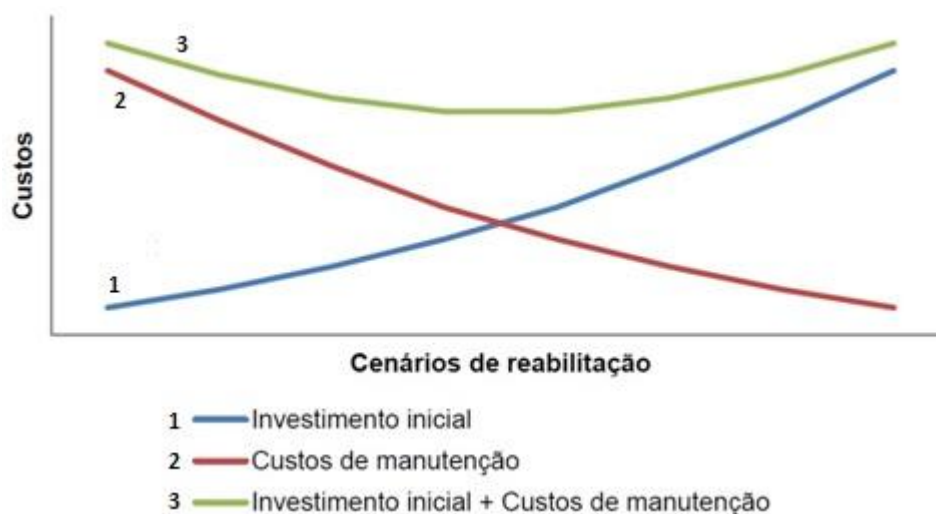


Fig.15 – Análise de custos de ciclo de vida [29]

Como tal, os Custos de Ciclo de Vida (CCV) resultam da soma do valor atual do investimento e dos custos de energia, manutenção e substituição, durante um determinado período de tempo para a análise [29]. A equação (3) permite obter os CCV aplicados a um cenário de investimento  $i$ .

$$(CCV)_i = C_{inv\ i} + C_{en\ i} + C_{man\ i} + C_{sub\ i} \quad (3)$$

Onde:

- CCV – custo de ciclo de vida [€]
- $C_{inv}$  - valor atual do investimento [€]
- $C_{en}$  - valor atual do custo com energia [€]
- $C_{man}$  - valor atual do custo de manutenção [€]
- $C_{sub}$  - valor atual do custo de substituição [€]

Uma vez que os custos de manutenção e substituição não se aplicam no caso de estudo do autor, estes custos foram eliminados da equação supra referida. Por decisão do autor, o valor atual do investimento,  $C_{inv}$ , foi substituído pelo diferencial de investimento entre soluções  $dC_{inv}$ , e que depende do coeficiente de transmissão térmica ( $U$ ) que por sua vez depende da espessura do isolamento térmico [29]. O diferencial de investimento pode-se determinar através da equação (4):

$$dC_{inv} = C_{iso} \times \lambda_{iso} \times S \times \left( \frac{1}{U_{reab}} - \frac{1}{U_{ini}} \right) \quad (4)$$

Onde:

- $dC_{inv}$  - valor atual do diferencial de investimento [€]
- $C_{iso}$  - custo do isolante térmico [€/m<sup>3</sup>]
- $\lambda_{iso}$  - condutibilidade térmica do isolante térmico [W/(m·°C)]
- $S$  - área do elemento construtivo [m<sup>2</sup>]
- $U_{reab}$  - coeficiente de transmissão térmica do elemento reabilitado [W/(m<sup>2</sup>·°C)]
- $U_{ini}$  - coeficiente de transmissão térmica do elemento antes da reabilitação [W/(m<sup>2</sup>·°C)]

O custo com a energia,  $C_{en}$ , também foi substituído pela variação dos custos com energia em relação à situação inicial, uma vez que esta variação era suficiente para atingir o objetivo desta dissertação, e também é contabilizada a atualização do dinheiro, com base no conceito de taxa de atualização. Esta taxa permite converter os ganhos económicos previstos no futuro, através da diminuição do coeficiente de transmissão térmica dos elementos, para o seu valor atual [29]. Com a equação (5), é possível determinar o valor atual da variação dos custos com a energia.

$$dC_{en} = TA \times c_e \times (N_{en} - N_{en\ ini}) \quad (5)$$

Onde:

- $dC_{en}$  - valor atual da variação do custo com energia [€]
- $TA$  - taxa de atualização [-]
- $N_{en}$  - Necessidades anuais de energia para aquecimento após reabilitação [kWh]
- $N_{en\ ini}$  - Necessidades anuais de energia para aquecimento antes da reabilitação [kWh]

A variável  $N_{en}$  pode ser calculada através da equação/função (6) definida por [29]:

$$f1(U_{par}, U_{cob}, U_{vidro}, g, RPH) = \frac{\sum Q_{aq}}{S} \wedge T_a \geq 20^\circ\text{C} \quad (6)$$

Onde:

- $U_{par}$  - coeficiente de transmissão térmica de parede exterior [W/(m<sup>2</sup>·°C)]
- $U_{cob}$  - coeficiente de transmissão térmica da cobertura [W/(m<sup>2</sup>·°C)]
- $U_{vidro}$  - coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados [W/(m<sup>2</sup>·°C)]
- $g$  - fator solar dos envidraçados [-]
- $RPH$  - taxa de renovação horária [h<sup>-1</sup>]
- $Q_{aq}$  - carga térmica de aquecimento [kWh]
- $S$  - área [m<sup>2</sup>]
- $T_a$  - temperatura do ar [°C]

Por sua vez, a taxa de atualização é determinada a partir da equação (7):

$$TA = \frac{1 - \left(1 + \frac{TR-e}{1+e}\right)^{-t}}{\frac{TR-e}{1+e}} \quad (7)$$

Onde:

- TA - taxa de atualização [-]
- TR - taxa de juro real [-]
- e - taxa para a variação do custo de energia [-]

Quanto à taxa de juro real, TR, esta depende da taxa de juro nominal e da taxa de inflação, como indica a equação (8):

$$TR = \frac{r - i}{1 + i} \quad (8)$$

Onde:

- r - taxa de juro nominal [-]
- i - taxa de inflação [-]

A taxa de juro (ou o “preço do dinheiro”) é a importância de juro paga por unidade de tempo apresentado em percentagem da importância que foi emprestada, e são medidas em percentagem anual [29].

Existem várias taxas de juro, sendo o prazo e o risco os factores que as diferem. Enquanto que o prazo é o período de tempo ao fim do qual os empréstimos têm de estar pagos, o risco está relacionado com o perigo de se ficar sem parte do dinheiro emprestado [29].

O juro é calculado em termos monetários e não em termos de bens e serviços. Por outro lado, existe a taxa de juro nominal (anteriormente designado por r) e a taxa de juro real (anteriormente designado por TR). A primeira taxa calcula a retribuição em euros por ano por cada euro investido, mas não contabiliza o facto de haver alterações de preços de bens e serviços de ano para ano. A segunda taxa já engloba esse pormenor, calculando assim a quantidade de bens que se pode obter no futuro, considerando os bens que se necessita no presente [29].

As alterações de preços de bens e serviços poderão ter várias designações, consoante a situação, e que são [29]:

- Inflação - aumento constante no nível global de preços;
- Desinflação - diminuição ou eliminação da inflação;
- Deflação - redução do nível da atividade económica, seguida de queda generalizada dos gastos e dos preços;

- Reflação - recuperação de processos deflacionários depressivos

Fazendo uma comparação de conceitos, a inflação pode ser contrastada com a reflação, que por sua vez é um aumento de preços de um estado deflacionado ou uma redução na taxa de deflação (ou seja, situações em que o nível geral de preços decresce aos poucos). Um termo relacionado é desinflação, que é uma redução na taxa de inflação, mas não o suficiente para causar deflação.

Para se ter uma ideia das taxas de inflação dos últimos 15 anos, o quadro 18 faz referência aos vários valores desde o ano de 2000 até ao ano 2014.

Quadro 18 – Taxas de inflação dos últimos 15 anos (valores retirados do site da Global-rates em Julho de 2015)

Período	Taxa de inflação (%)
Maio 2000	2,440
Maio 2001	4,857
Maio 2002	3,413
Maio 2003	3,711
Maio 2004	2,452
Maio 2005	1,752
Maio 2006	3,653
Maio 2007	2,385
Maio 2008	2,829
Maio 2009	-1,247
Maio 2010	1,096
Maio 2011	3,730
Maio 2012	2,701
Maio 2013	0,948
Maio 2014	-0,273

Na figura 16 está representado um exemplo prático do impacto económico de um investimento.

Ao investir 100 euros num produto, considerando a inflação de 4% e o período de análise de 10 anos, soma-se 4% do investimento a ele próprio, obtendo o valor de “investimento + retribuição” de 104 euros ao fim do primeiro ano.

Somando agora ao novo valor de 104 euros os 4% desse valor, obter-se-á o valor de 108,16, correspondente ao valor “investimento + retribuição” ao fim do segundo ano.

Os cálculos procedem-se assim sucessivamente até que, ao fim dos 10 anos de análise, se obtém o valor de 148,02 euros.

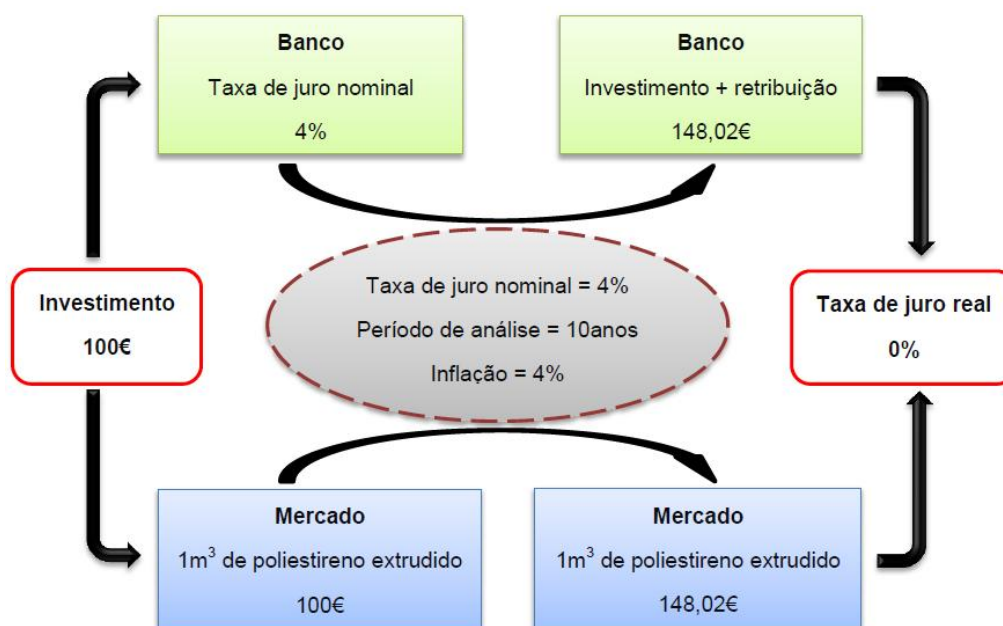


Fig.16 – Exemplo de um investimento e percepção do efeito dos impactos económicos [29]

Assim, a taxa de juro nominal com o valor de 4% dá a ideia de que é uma boa opção investir numa aplicação a prazo em vez da opção de investir num determinado bem.

No entanto, como a taxa de juro nominal ( $r$ ) é igual à taxa de inflação ( $i$ ), a taxa de juro real (TR) será de 0% ( $r-i=4\%-4\%$ ).

Como tal, em termos de investimento, qualquer uma das opções é válida, pois no final do período de análise ter-se-á dinheiro para comprar a mesma quantidade de bens que se teria no início.

### 2.3.3.2. Análise técnico-económica de uma reabilitação - OPTITERM (FEUP)

Ainda na FEUP, encontra-se publicada uma dissertação cujo tema é “Análise técnico-económica de soluções de reabilitação da envolvente de edifícios” e onde o caso de estudo é uma fração de um edifício em ruínas que foi depois reabilitado.

Procedeu-se então à análise das soluções construtivas existentes, as soluções de projeto e por fim as soluções utilizadas na reabilitação.

Foram estudadas três zonas que estavam mais ligadas às características térmicas, que são as paredes exteriores, os vãos envidraçados e as paredes de separação de espaços comuns de circulação (não-aquecidos).

Posteriormente procedeu-se à análise de perdas e poupanças energéticas através de um programa de cálculo criado e desenvolvido na FEUP, o OPTITERM, como se pode observar

na figura 17. Depois foi determinado o período de retorno de cada solução e por fim uma comparação entre as soluções, bem como os custos associados [30].

**U. PORTO**  
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**OPTITERM - LFC**  
MEDIDAS DE MELHORIA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA  
ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EXISTENTES  
ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA

**OPTITERM - LFC**

NOVA SIMULAÇÃO EXECUTAR SIMULAÇÃO MANUAL OPTITERM

**DADOS GERAIS DA FRACÇÃO AUTÓNOMA E PRESSUPOSTOS ADMITIDOS**

Altitude [m]:  Anos: 15 Ano(s)

Distancia à costa [km]: inferior a 10 kms  Taxa Capitalização ( $\alpha$ ) [%]:

Concelho: PORTO  Horas de Aquecimento: 24

Zona/Graus-dias:  Variação Energ. ( $\alpha'$ ) [%]:

Tipo de elemento: Cobertura  Custo Actual Energ. [€/kWh]:

Área do elemento [m<sup>2</sup>]:  Custo Investimento [€/m<sup>2</sup>]:

EXECUTAR SIMULAÇÃO

SOLUÇÃO INICIAL	SOLUÇÃO MELHORADA
Nível/U <sub>i</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]: <input type="text"/>	Nível/U <sub>f</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]: <input type="text"/>

Concepção e coordenação: LFC - FEUP  
Vasco Peixoto de Freitas, Miguel Vieira, Sandro Alves, Cláudia Ferreira e Ana Sofia Guimarães  
Programação: Miguel Moura Optimizado para Internet Explorer 7

Fig.17 – Programa de cálculo OPTITERM

O OPTITERM é um programa informático que permite efetuar uma avaliação técnico-económica das soluções de melhoria do isolamento térmico da envolvente dos edifícios existentes.

Além disso, também pode quantificar o período de retorno do investimento, assim como a poupança anual de energia e o balanço económico efetivo ao fim de 15 anos, tal como ilustra a figura 18.

É de referir que esta análise se limita ao período de aquecimento (Inverno). Esta informação encontra-se no manual do OPTITERM (<http://www.optiterm-lfc.com/>).

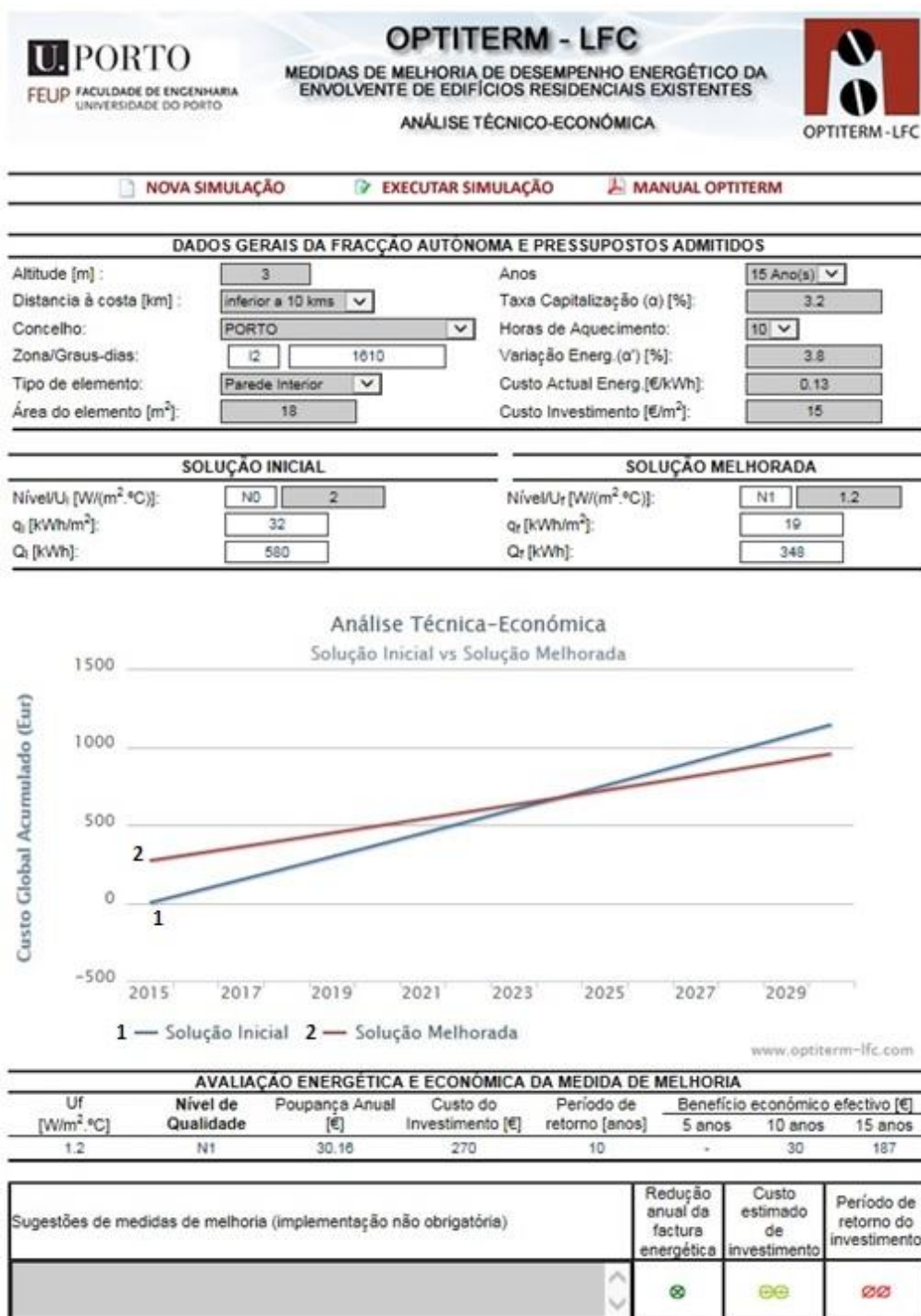


Fig.18 – Exemplo de aplicação do programa OPTITERM

taxa de capitalização, a variação do custo da energia ao longo dos anos e o custo do investimento, sendo assim possível fazer uma análise completa com este programa, tal como mostra a figura 19.

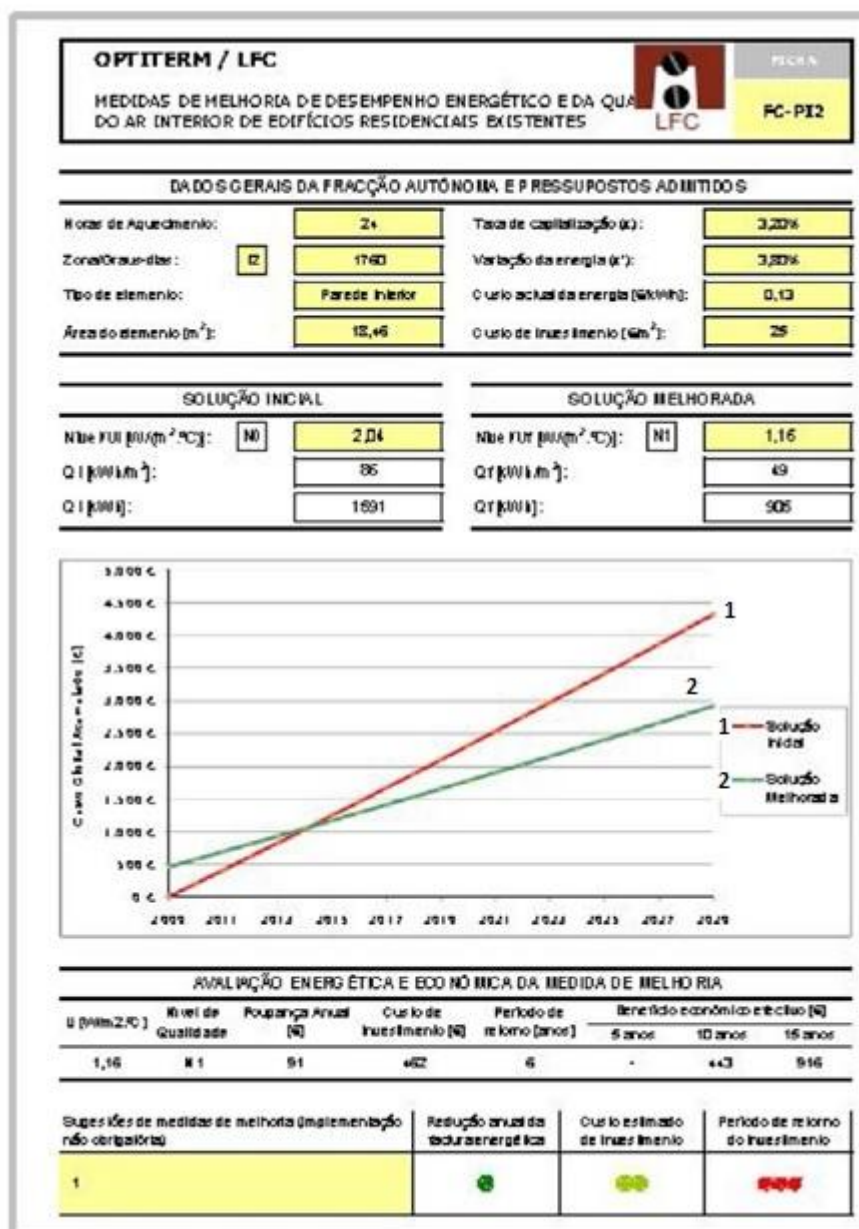


Fig.19 – Aplicação do programa OPTITERM pelo autor da dissertação da FEUP [30]

### 2.3.3.3. Estudo de viabilidade de um empreendimento (FEUP)

Já na dissertação intitulada “Análise de Sensibilidade dos Estudos de Viabilidade na construção de empreendimento”, igualmente realizada na FEUP [31], procedeu-se ao estudo de viabilidade de um empreendimento constituído por uma zona residencial servida

de infra-estruturas e equipamentos de utilização coletiva, realizando um planeamento da construção e um planeamento de três cenários distintos: cenário mais provável, cenário optimista e cenário pessimista. Cada um destes cenários engloba o prazo estimado para conclusão de todos os trabalhos incluindo a hipótese de acréscimo e decréscimo do tempo da construção, a percentagem expectável da receita com base na comercialização e nas vendas e se as vendas se realizam uniformemente ou não no período de vendas.

Nesta dissertação, o autor, para atingir os seus objetivos, recorreu a outros conceitos ainda não referidos anteriormente, sendo eles o Cash-Flow, VAL, TIR e Payback, sendo os três últimos os grande critérios de avaliação de projetos.

O **Cash-Flow**, ou Fluxo de Caixa, é a avaliação das variações monetárias, ou seja, entrada e saída de dinheiro, ao longo do tempo, podendo ser representada sob a forma analítica ou gráfica, sendo que por esta última via utiliza-se o eixo horizontal como o eixo do tempo e utilizando vectores com sentidos ascendentes para fluxos positivos e sentidos descendentes para fluxos negativos [31].

Os fluxos positivos são considerados aqueles que se obtêm dos dividendos, receitas ou economias realizadas, e os fluxos negativos por sua vez são as despesas/custos em geral, a aplicação de dinheiro para um determinado fim, o custo de aplicações, caso existam, e/ou as parcelas que foram deixadas de receber. Os Cash-Flows são construídos com o objetivo de apoiar os investidores e servir de base para se obter indicadores e informação necessária para se fazer uma análise financeira [31].

O **VAL**, ou Valor Atual Líquido, é a soma dos Cash-Flows líquidos actualizados e consiste num critério de avaliação usado por muitos manuais de avaliação financeira de projetos porque é consistente na altura da seleção dos projetos, na medida em que se determina se um projeto é viável para uma determinada taxa (o VAL é positivo) ou não (o VAL é negativo) [31].

O critério do VAL atende ao valor do dinheiro no tempo, valorizando os Cash-Flows consoante a sua ocorrência no tempo e considera implicitamente a hipótese de que os Cash-Flows gerados pelo projeto são reinvestidos à taxa de atualização deste [31].

Embora seja coerente, simples de calcular e consistente na fase de seleção de projetos, o VAL não tem em consideração a solvabilidade do projeto, isto é, o VAL aceita um projeto com Cash-Flows negativos ao longo da sua vida, desde que no último momento o Cash-Flow gerado dê origem a um VAL positivo, como tal, o maior inconveniente do VAL é a sua interpretação [31].

A **TIR**, ou Taxa Interna de Rentabilidade, é a taxa de atualização do projeto que origina um VAL nulo. A taxa de referência é geralmente o custo de oportunidade do capital investido, ou seja, o rendimento perdido na alternativa mais rentável ao investimento aplicado no projeto. A TIR só pode ser considerada como a taxa de recuperação do investimento feito inicialmente quando, de forma análoga ao estabelecido para o critério do VAL, se admita por hipótese que o capital recuperado é reinvestido à mesma taxa [31].

Por outras palavras, a TIR é uma taxa de juro tal que, se o capital investido tivesse sido colocado a essa taxa, obter-se-ia a mesma taxa de rendibilidade final. A partir do momento em que a rendibilidade dos projetos de investimento seja conhecida, o critério de decisão sobre o investimento consiste em aceitar aqueles que apresentam uma TIR superior ao custo de financiamento acrescido de uma determinada taxa de risco que lhes esteja associada.

De acordo com o IAPMEI (<http://www.iapmei.pt/>), uma vez que a TIR representa a taxa máxima de rendibilidade do projeto, se a TIR é superior à Taxa de Atualização, o VAL é superior a zero, e por isso o projeto consegue gerar uma taxa de rendibilidade superior ao custo de oportunidade do capital (projeto economicamente viável); se a TIR é inferior à Taxa de Atualização, o VAL é inferior a zero, o projeto não tem capacidade de gerar uma taxa de rendibilidade superior ao custo de oportunidade do capital (projeto economicamente inviável).

Por sua vez, o **Payback**, ou Período de Recuperação (ou Período de Retorno), é utilizado na avaliação de projetos quando se tenciona quantificar o período de tempo necessário para o projeto recuperar o investimento feito. Qualquer projeto de investimento possui uma fase de despesas (corresponde ao investimento) e posteriormente uma fase de receitas (líquidas dos custos do exercício). O período de tempo necessário para que as receitas recuperem a despesa em investimento é designado pelo Período de Recuperação.

Este pode ser considerado com ou sem o Cash-Flow atualizado, levando em consideração o valor do dinheiro no tempo ou não. O Payback é um critério bastante simples adequado à avaliação de projetos no que diz respeito ao risco, ou com ciclo de vida curto. No entanto não é adequado à avaliação de projetos de longa duração pois não tem em conta a variação do valor do dinheiro ao longo do tempo devido à inflação.

#### 2.3.3.4. Critérios de avaliação de um projeto e respetiva metodologia (Algarve)

Neste quarto caso, no artigo intitulado “Métodos de avaliação da decisão de investimento - A realidade empresarial do Algarve”, pretendeu-se saber quais são os critérios de avaliação de projetos, através do conhecimento dos critérios utilizados pelas empresas algarvias, sendo que todas elas são de consultoria. Além disso, para cada empresa, pretende-se determinar quais os fatores que influenciam na escolha dos critérios e análise de investimentos: setor de atividade, tipo de projeto, dimensão do projeto, e/ou destinatário do projeto. A conclusão a que se chegou é que os critérios que as empresas mais utilizam são o VAL, TIR, Payback e ARR [32].

Além destes quatro critérios, existem outros que constam neste artigo, que são o PMRI e o IRP. Todos os critérios fazem parte de um dos dois grupos: os métodos empíricos e os métodos científicos. Os métodos empíricos são aqueles que não recorrem à atualização e que se baseiam na utilização de indicadores contabilísticos, sendo o ARR e o PMRI dois métodos empíricos. Os métodos científicos são os métodos por excelência da avaliação da rendibilidade dos projetos de investimento e consideram o fator tempo através da teoria da atualização que permite concentrar e comparar, num determinado momento, fluxos

financeiros de receita ou despesa que se prevê ocorrer em períodos temporais distintos. O VAL, a TIR, o IRP e o Payback são exemplos de métodos científicos [32].

De seguida referir-se-ão os conceitos já abordados no ponto anterior e descrever-se-ão os restantes.

De acordo com os autores do artigo, o VAL pode ser calculado pela equação (9) [32]:

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{\text{Cash-flow Líquido}}{(1+i)^t} \quad (9)$$

Onde:

- t – tempo [anos]
- n - vida útil do projeto [anos]
- i - custo de oportunidade do capital, taxa de atualização (remuneração mínima desejada pelos investidores para o capital a investir) [-]

Quanto à TIR (ou Internal Rate of Return - IRR), esta é calculada através da equação (10), semelhante à do VAL [32].

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{\text{Cash-flow Líquido}}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (10)$$

Onde:

- t – tempo [anos]
- n - vida útil do projeto [anos]

Para determinar o valor da TIR, é necessário que se resolva a equação em ordem à variável TIR. Embora não considere a variação do valor do dinheiro, a TIR é mais fácil de interpretar e visualizar, não requer o conhecimento prévio da taxa de atualização e os gestores sentem-se mais confortáveis com este indicador [32].

Quanto ao cálculo do Payback (ou Período de Recuperação do Investimento – PRI), este critério também apresenta algumas parecenças relativamente ao VAL e à TIR e é dado pela equação (11) [32]:

$$\text{Payback} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Cash-flow Líquido}}{(1+i)^t} = I_0 \quad (11)$$

Onde:

- t – tempo [anos]
- n - vida útil do projeto [anos]
- I<sub>0</sub> - investimento no momento t [€]

O **IRP**, ou Índice de Rendibilidade do Projeto, é um critério que indica a rendibilidade gerada por unidade de capital investido e é determinado pela equação (12) [32]:

$$IRP = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CF_t + I_t}{(1+i)}}{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+i)}} \quad (12)$$

Onde:

- t – tempo [anos]
- n - vida útil do projeto [anos]
- CF<sub>t</sub> - Cash-Flow no momento t [€]
- I<sub>t</sub> - investimento no momento t [€]
- i - custo de oportunidade do capital, taxa de atualização [-]

O projeto é viável quando o IRP é superior à unidade, e é inviável quando o IRP é inferior à unidade. Uma das vantagens do uso deste critério é que este permite hierarquizar projetos consoante a dimensão do investimento e é vantajoso quando existem restrições financeiras para a realização de novos investimentos. Por outro lado, o IRP tem o inconveniente de ter a necessidade de se conhecer previamente a taxa de atualização [32].

O **ARR** (Accounting Rate of Return), também designado por Taxa Média de Rendibilidade Contabilística e por Taxa de Retorno do Investimento ou Return Of Investment (ROI), indica a taxa de rendibilidade em relação ao custo do investimento. No caso de decisão, procura-se compará-la com uma taxa de rendibilidade alternativa pré-fixada, onde se aceitam os projetos que possuam uma ARR igual ou superior à taxa previamente fixada. Enquanto que a vantagem da ARR é ser facilmente calculada e compreendida, como inconveniente não contabiliza o valor do dinheiro ao longo do tempo, como é característico dos métodos empíricos. A equação (13) determina este critério e é dada por [32]:

$$ARR = \frac{\text{Resultado Líquido Médio}}{\text{Valor Contabilístico Médio do Investimento}} \quad (13)$$

O **PMRI**, ou Período Médio de Recuperação do Investimento, indica o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial. Em termos de decisão, também se compara este período com um outro período previamente definido como aceitável, rejeitando-se os projetos cujo PMRI seja superior ao de referência. Este critério já considera os fluxos financeiros, embora não recorra à atualização, tornando-o assim um melhor indicador. O PMRI tem como vantagens a facilidade de aplicação e compreensão e também dá uma ideia do grau de risco do projeto, uma vez que quanto maior o PMRI, maior o risco

associado. Por outro lado, este método não considera o valor do dinheiro ao longo do tempo. A equação (14) que determina o PMRI é definida por [32]:

$$PMRI = \frac{DTI}{MLLM} \quad (14)$$

Onde:

- DTI - Despesas Totais de Investimento ou Capitais Investidos (capital fixo e fundo de maneo necessário de exploração), líquidos do seu valor residual [€]
- MLLM - Meios Libertos Líquidos Anuais Médios [€]

Tal como se verificou no subcapítulo 2.3 deste trabalho, existem vários modelos económicos que são utilizados em obras de reabilitação e que dependem de vários fatores, sejam eles os custos e receitas que se esperam numa determinada reabilitação, as taxas de juro associadas, a variação do preço da energia e dos materiais utilizados na intervenção, as características desses mesmos materiais, as áreas dos elementos construtivos, entre outros. Além disso, estes modelos são úteis para se verificar se a reabilitação será rentável a curto ou longo prazo ou não. Além dos modelos económicos, também existem métodos científicos e empíricos que determinam a viabilidade do projeto, tendo em conta ou não a atualização dos valores dos seus parâmetros (taxas de juro, valor do dinheiro, variação do custo dos materiais, que se traduz numa receita/lucro maior ou menor ao longo dos anos). Existe também uma aplicação em que é possível ter uma noção das poupanças que se pode vir a ter, comparando soluções construtivas iniciais com soluções construtivas melhoradas e indicando as características da fração e os custos de energia e investimento associados, de maneira que é bastante útil para fazer uma análise técnico-económica de uma reabilitação.

Fazendo uma análise geral a este capítulo, desde há alguns séculos para cá, os edifícios foram construídos de acordo com algumas normas, mas sem levar muito em conta o conforto dos moradores e perceber se se conseguia fazer retornar o investimento ao fim de algum tempo. Posteriormente esses fatores começaram a ter mais peso, assim como atenuar os consumos energéticos, e também se começou a ter em linha de conta a viabilidade do projeto, através de análises económicas e financeiras. Nos dias de hoje, as exigências são maiores, assim como as expetativas dos moradores. Também já existem várias maneiras de tentar perceber se os projetos são viáveis / rentáveis, recorrendo a métodos de cálculo e programas informáticos / simuladores. Assim, hoje em dia já é possível ter mais controlo nos projetos e empreendimentos, na medida em que se consegue contabilizar uma série de fatores que podem influenciar positiva ou negativamente esses projetos, e assim conseguir redefinir estratégias que os possam tornar viáveis.

## 3. ESTUDO DE UM CASO

### 3.1. DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO

O estudo foi feito a um conjunto de 4 edifícios de custos controlados que se localizam em Lisboa, na zona de Chelas, mais precisamente no Bairro da Quinta dos Ourives. A figura 20 ilustra a localização dos edifícios em estudo.



Fig.20 – Edifícios em estudo localizados no Bairro da Quinta dos Ourives, em Chelas [Fonte: Google Maps]

Os edifícios são designados por lotes A, B, C e D, sendo o setor I constituído pelos lotes A e B e o sector II pelos lotes C e D. Na figura 21 estão identificados os edifícios em estudo, bem como a sua orientação.

Estes edifícios foram alvo de intervenções no âmbito do Programa PIPARU – Programa de Investimento Prioritário em Ações de Reabilitação Urbana – Ação de Reabilitação e Conservação das partes comuns e espaços exteriores, onde o dono de obra foi a GEBALIS, Gestão do Arrendamento Social em Bairros Municipais de Lisboa, a fiscalização foi da responsabilidade da empresa Ripórtico Engenharia, o empreiteiro foi a empresa TPS, Teixeira Pinto e Soares, e o gabinete de projeto foi a empresa PMT - Engenharia e Consultadoria Lda. De agora em diante, haverá figuras, quadros e citações cuja autoria é a do próprio orientando ou das empresas supra mencionadas. Como tal, à frente da legenda

da figura, quadro ou citação estará entre parênteses retos o autor / entidade ou não será referido o autor / entidade quando se tratar da autoria do orientando.

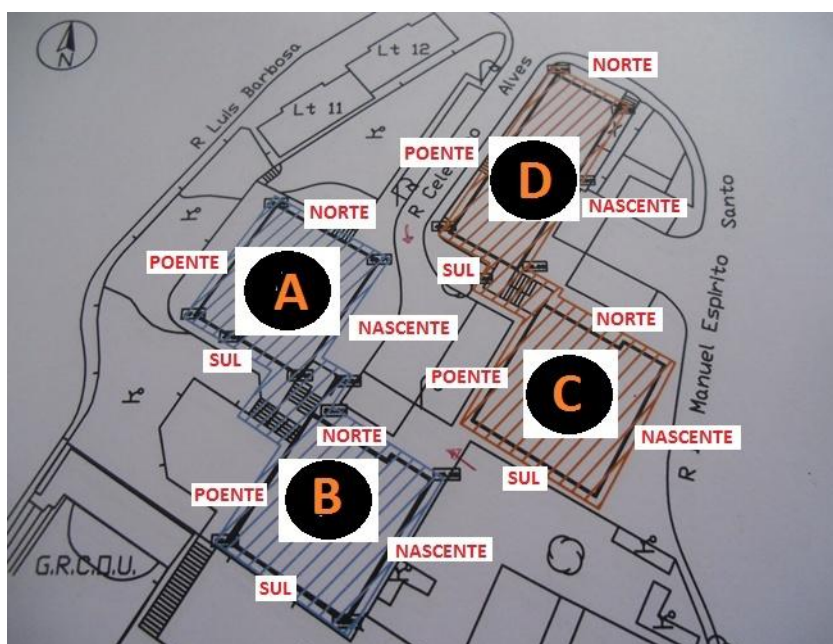


Fig.21 – Identificação dos edifícios em estudo e respetiva orientação [Fonte: Ripórtico]

Segundo a PMT, os edifícios encontravam-se em grande estado de degradação, as habitações não possuíam conforto térmico e acústico e tinham, no geral, deficiente ventilação. Como prova disso, foi possível verificar manchas e bolores em alguns fogos das edificações. A envolvente exterior era composta por paredes simples de alvenaria de tijolo com espessura média de 20 cm, que, rebocada dos dois lados, perfaz uma espessura de 25 cm, apoiadas em vigas de betão, sem isolamento térmico e com acabamento em reboco pintado. Por sua vez, os vãos eram compostos por caixilharias em alumínio sem corte térmico e vidros simples, se bem que também existiam algumas caixilharias de madeira. Os estores eram em PVC branco e com a caixa embutida na parede. O pavimento exterior afeto aos lotes encontrava-se bastante deteriorado. As coberturas eram inclinadas e em telha cerâmica sem isolamento térmico, embora apresentassem um estado de conservação razoável. A estrutura é em betão armado com vigas, pilares, lajes maciças na caixa de escadas e lajes aligeiradas na zona de habitação. Em algumas situações, o betão encontrava-se deteriorado, como é o caso das caixas de escadas. Além disso, estas não possuíam cobertura, expondo as pessoas às situações climatéricas adversas. As zonas comuns dos lotes eram corredores com ocupação indevida e na maioria com acessos condicionados [PMT]. Na figura 22 está representada uma das caixas de escadas sem cobertura (antes da reabilitação).

Cada um dos lotes A e D é constituído por 22 fogos, distribuídos em 6 pisos (4 fogos em cada piso, do rés-do-chão ao 4º andar, e mais dois fogos no piso da cave). Na figura 23 está

representado o alçado Norte do lote C (à esquerda) e o alçado Nascente do lote D (à direita).



Fig.22 – Fachada de lote e caixa de escadas sem cobertura (à esquerda) [Fonte: PMT]

Por sua vez, os lotes B e C são constituídos por 20 fogos cada (4 em cada piso, do rés-do-chão ao 4º andar).



Fig.23 – Alçado Norte do lote C (à esquerda) e alçado Nascente do lote D (à direita) [Fonte: PMT]

A figura 24 ilustra o alçado Norte do lote B (à direita) e o alçado Poente do lote C (à esquerda).



Fig.24 – Alçado Norte do lote B (à direita) e alçado Poente do lote C (à esquerda) [Fonte: PMT]

No total, os 4 lotes perfazem 84 fogos. Cada um dos fogos está representado por um número seguido de uma letra. Por exemplo, tal como representado na figura 25, R/C-A corresponde à fração A do rés-do-chão, 1-C à fração C do 1º andar, e assim sucessivamente.



Fig.25 – Representação dos fogos dos edifícios em estudo

### 3.2. PLANO DE TRABALHOS

O Projeto de Execução referente aos lotes A, B, C, D teve como objetivo desenvolver as soluções apresentadas em Anteprojeto relativo a várias especialidades, quer seja a nível de arquitetura e acessibilidades, quer seja a nível de redes de abastecimento de água e esgotos, quer seja a nível de isolamento e conforto térmico, e apresenta as soluções de intervenção com base nas indicações previamente estabelecidas no Anteprojeto.

A análise dos edifícios em estudo debruçar-se-á ao nível dos isolamentos e impermeabilizações das paredes exteriores, das caixilharias e dos estores, de maneira que as restantes especialidades, como é o caso das águas, esgotos, comunicações, redes eléctricas, não serão abordadas com um maior desenvolvimento.

#### 3.2.1. ENSAIOS REALIZADOS

Existem muitos casos em que as anomalias não se detetam apenas com uma inspeção visual pois podem não estar visíveis aparentemente, tornando-se necessário fazer ensaios. Os ensaios podem ser feitos em laboratório ou in situ, sendo que para o primeiro é necessária a extração de amostras para o efeito e para o último são necessários aparelhos (ou não, como por exemplo os fissurómetros) para fazer a avaliação do estado da estrutura. Por sua vez, os ensaios in situ podem ser não-destrutivos, em que através de equipamentos se obtém os resultados pretendidos sem danificar a estrutura, e podem ser destrutivos, no caso de extrair uma ou mais amostras do material para analisar.

Antes de se passar às intervenções propriamente ditas, foram feitos ensaios de modo a ser avaliada a estrutura de cada edifício e os materiais.

Foram realizados ensaios de dureza com o esclerómetro Schmidt (ensaios não destrutivos que se baseiam na relação entre a dureza da superfície do betão e a sua tensão de rotura por compressão), com base na Norma Europeia EN 12504: 2000, de modo a verificar a uniformidade da resistência das argamassas em diferentes pontos. O procedimento utilizado para medir a dureza superficial destas foi o seguinte [PMT]:

- Definir/Marcar os pontos, mais concretamente 12 pontos espaçados de 20 mm, de cada superfície a ensaiar;
- Colocar o esclerómetro na posição adequada (perpendicular à superfície analisada);
- Empurrar gradualmente o esclerómetro contra o suporte até ao impacto do martelo na superfície em teste;
- Registrar o índice estequiométrico, resultante do ressalto do pêndulo, indicado no aparelho acoplado ao esclerómetro;
- Determinação analítica da capacidade resistente de cada pilar, com base nos resultados dos dois pontos anteriores.

Após as medições, calcula-se o valor do índice esclerométrico, bem como a sua resistência superficial.

Ainda na caixa de escadas, realizaram-se ensaios de compressão (ensaios destrutivos) em todos os pilares de betão dos núcleos de escadas porque estavam bastante degradados e era necessário saber se poderiam suportar a carga aplicada pela nova cobertura. Inicialmente não havia cobertura na caixa de escadas e a que se pretende construir é plana, constituída por uma laje aligeirada composta por vigotas e abobadilhas, com uma ligeira pendente para a drenagem das águas pluviais, e no centro da laje encontra-se uma clarabóia para iluminação da caixa de escadas [PMT]. A metodologia dos ensaios consistia no seguinte:

- Extração de 1 carote de cada pilar a analisar;
- Preenchimento do volume removido em cada pilar com argamassa de retração compensada e resistência à compressão superior ao betão removido;
- Execução de ensaio de compressão aos carotes extraídos;
- Aferição das armaduras existentes em cada pilar através de inspeção visual;
- Determinação analítica da capacidade resistente de cada pilar, com base nos resultados dos dois pontos anteriores.

Os ensaios foram realizados pela PMT em fase de projeto e a TPS realizou a confirmação da resistência, no entanto não fez a verificação das armaduras.

Por sua vez, os ensaios de carbonatação (ensaios destrutivos) foram realizados de uma forma geral em todos os edifícios para se ter uma noção da carbonatação na estrutura e utilizando uma solução alcoólica de fenolftaleína em furos de 2 cm de profundidade previamente executados na superfície do betão onde foi possível determinar a profundidade da frente de carbonatação em diferentes pontos de ensaio. Estes ensaios também foram realizados em fase de projeto pela PMT e pelo IPS – Instituto Politécnico de Setúbal e posteriormente confirmados em obra. Após isso, procedeu-se à reabilitação dos edifícios.

### 3.2.2. INTERVENÇÕES REALIZADAS

Com base na inspeção, levantamento e ensaios realizados, a reabilitação dos edifícios em estudo passou por vários trabalhos, nomeadamente [PMT]:

- Tratamento da estrutura de betão;
- Tratamento da envolvente exterior (vertical e horizontal);
- Tratamento das juntas de dilatação;
- Melhoria de desempenho térmico onde for necessário;
- Rede de abastecimento de gás;
- Redes de águas residuais pluviais designadamente nos pisos térreos e cobertura;
- Reparações interiores devido a infiltrações;
- Rede de telecomunicações;
- Rede elétrica.

Focando agora nas paredes exteriores, tal como já foi dito anteriormente, estas são elementos de alvenaria com espessura média de 20 cm, que, rebocada dos dois lados, perfaz uma espessura de 25 cm, e têm todos os elementos de betão horizontal à vista e

salientes, o que permite haver elevadas pontes térmicas. As fachadas no geral apresentam manchas de humidade, bolores, fungos e escorrimentos de águas no interior das habitações.

A intervenção das fachadas passa pela execução de novos revestimentos que não têm em consideração a colocação de melhorias nas paredes exteriores que passarão para o interior das galerias. Além disso, antes desta intervenção far-se-á um tratamento prévio da base, que consiste numa lavagem com jato de água à pressão para remover a tinta velha e não aderente e criar uma base aderente. Depois será realizado um prévio tratamento do betão à vista de acordo com as indicações fornecidas pelo projetista da especialidade.

A solução passa pela colocação do sistema tipo “Isodur e Flexdur”, da Secil Argamassas. O Isodur é uma argamassa seca de ligantes mistos, agregados especiais de massa volúmica muito baixa (EPS) e adições, destinada à execução de um reboco térmico projectado, e que garante o isolamento térmico sobre os suportes e promove o tratamento eficaz de todas as pontes térmicas. O Flexdur é uma argamassa seca fibroreforçada de ligantes hidráulicos, inertes seleccionados, adjuvantes, fibras e resinas, tendo como função a regularização e execução de acabamentos areados finos (neste caso o Isodur) com grande permeabilidade ao vapor e permitindo receber um esquema de pintura. Na figura 26 está representado o sistema “Isodur e Flexdur”. Para aplicação desta solução, proceder-se-á a uma picagem prévia de toda a fachada [PMT].



Fig.26 – Sistema “Isodur e Flexdur” [Fonte: PMT]

A aplicação deste sistema para as fachadas consiste num conjunto de fases, que são [PMT]:

- Inspeção das fachadas de modo a verificar eventuais zonas de revestimento não aderente;
- Lavagem do suporte a alta pressão para remoção dos elementos desagregados e pouco aderentes e também da pintura existente, de maneira a promover uma melhor aderência ao enchimento. O suporte deve estar isento de poeiras, eflorescências e outros elementos que ponham em causa as condições de aderência;
- Tratamento de fissuras com uma cola estrutural e argamassa de reparação de resinas epóxi tixotrópica;

- Aplicação de material de aderência à base de cimento e resina epóxi modificada, do tipo “Sika Top Armatec 110 EpoCem”;
- Aplicação / projeção da 1ª camada de Isodur – camada de 10 a 15 mm, incorporando uma malha em rede de fibra de vidro de 160g/m<sup>2</sup>, com tratamento anti-alkalino, aberturas de 4x5 mm;
- Aplicação de buchas de 60 mm em PVC sobre a armadura de rede de fibra de vidro (4 a 6 buchas por m<sup>2</sup>);
- Aplicação / projeção da 2ª camada de Isodur 2 a 3 horas após a aplicação da 1ª camada – camada de 10 a 15 mm;
- Preparação da superfície de reboco através do nivelamento com uma régua metálica, remoção dos excessos de material e criação de uma superfície rugosa para melhor aderência da camada de regularização. Este processo deve ser feito durante as 24 horas após a conclusão da projeção;
- Regularização do reboco através da aplicação de um barramento de Flexdur sobre este (já endurecido e com pelo menos 3 semanas de cura) com uma espessura de 3 a 5 mm, utilizando uma talocha metálica inoxidável. O acabamento areado deve ser feito com uma talocha mecânica ou esponja;
- Após 14 dias, procede-se à pintura sobre o Flexdur com tinta aquosa de acabamento para exteriores, com permeabilidade ao vapor de água e dióxido de carbono

Nas figuras 27, 28 e 29 estão representados pormenores construtivos da aplicação deste sistema na zona das paredes, caixas de estore e por baixo da zona das janelas, respetivamente.

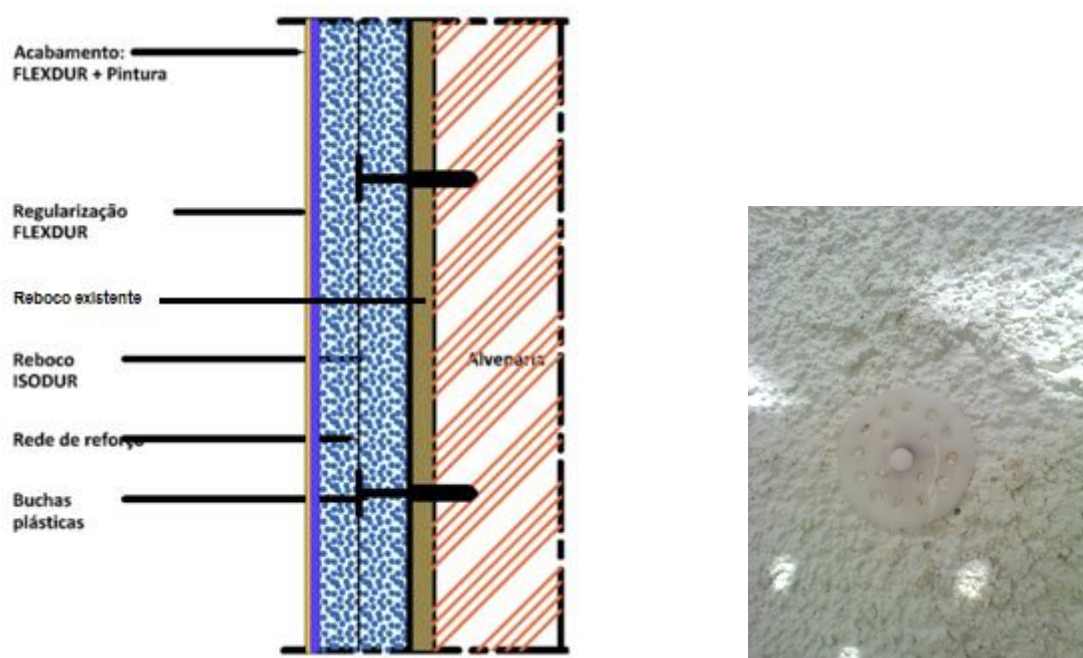


Fig.27 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” na zona das paredes (à esquerda) e bucha em PVC (à direita) [Fonte: PMT (adaptado) e orientando, respetivamente]

Como se pode verificar na figura 27, existem elementos de ligação entre o isolamento e a parede, sendo que nesta se aplica duas camadas de Isodur com uma rede de reforço no seu interior, buchas de PVC, uma camada de regularização com Flexdur e acabamento com Flexdur e pintura.

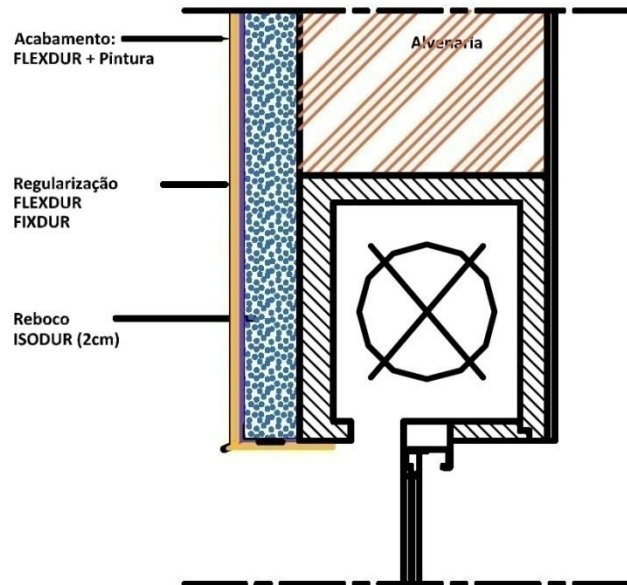


Fig.28 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” na zona das caixas de estore [Fonte: PMT]

No caso das caixas de estore, estas apenas levam uma camada de Isodur, aplicando posteriormente uma camada de regularização Flexdur e Fixdur, e acabamento com Flexdur e pintura. O sistema tipo “Isodur e Flexdur” é um sistema eficaz no que diz respeito ao isolamento térmico, mas em relação ao isolamento acústico já não é bem assim porque o interior da caixa de estore, tal como se pode ver na figura 28, não é isolado com esta solução e por isso o ruído passará pela caixa, entrando para o interior da habitação.

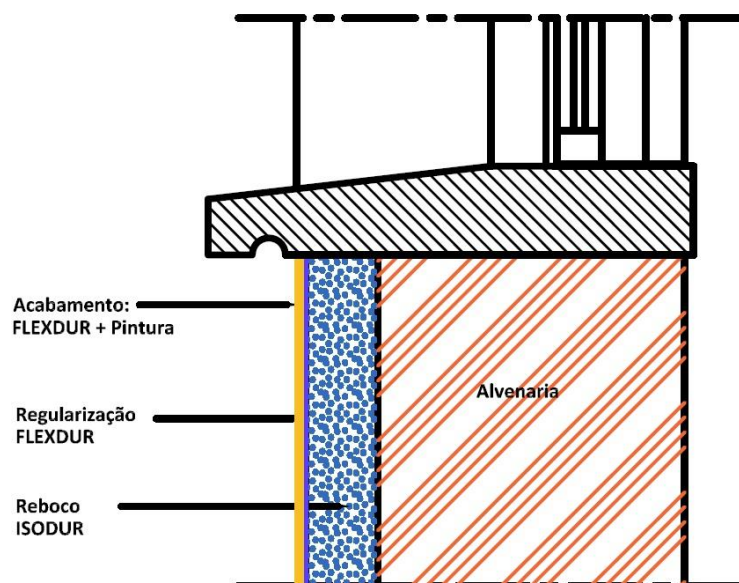


Fig.29 – Pormenor construtivo do sistema “Isodur e Flexdur” por baixo da zona das janelas [Fonte: PMT]

Além da solução Isodur, foram apresentadas em fase de projeto outras duas soluções, sendo elas a Reabilita RR 20 e a ETICS.

Após uma reunião, segundo o técnico da Secil Argamassas, Reabilita RR 20 é uma argamassa de cal hidráulica natural com rede de fibra de vidro incorporada e aplica-se nas fachadas. A aplicação desta solução passa pela preparação do suporte, execução da primeira camada, colocação e embebedimento da rede de fibra de vidro, aplicação da segunda camada, regularização da superfície com uma talocha e por fim o acabamento areado com uma esponja.

No caso da solução ETICS, esta passa pela colocação (do interior para o exterior) de uma camada de “ADHERE Vit Fibra FLEX” (argamassa de colagem e regularização reforçada com fibras) sobre a fachada antiga rebocada, colocação de um painel ETICS FKD-S-C1 (painel de lã de rocha), buchas SecilVit, outra camada de ADHERE Vit Fibra FLEX, rede SecilVit (rede de fibra de vidro), outra camada de ADHERE Vit Fibra FLEX e por fim uma camada de SecilTEK AD 20 (primário anti-alkalino à base de resinas acrílicas e cargas minerais) que proporcionará aderência para a colocação de REVDUR (revestimento decorativo acrílico para acabamento final).

De acordo com o técnico da Secil Argamassas:

- A solução Reabilita RR 20 costuma ser utilizada para melhoria estética, repara fissuras de pequena dimensão e é mais viável economicamente (cerca de um terço do preço do Isodur), no entanto, não proporciona isolamento térmico;
- Quanto ao Isodur, este atenua as pontes térmicas, não necessita de mão-de-obra especializada, tem boa permeabilidade ao vapor de água, os trabalhos de manutenção são mais fáceis de executar, porém, apresenta menos resistência mecânica que uma placa de SecilVit Clássico. Por outro lado, se a espessura desta solução tiver até 4,5 cm, é mais barata que a solução ETICS; se ultrapassar os 6 cm, será mais cara porque será necessária mais argamassa para aplicar corretamente a solução;
- No caso da solução ETICS, esta apresenta maior resistência para a mesma espessura de Isodur e também mais isolamento; como inconvenientes tem-se que a sua aplicação é mais complexa que a do Isodur e não tem a permeabilidade ao vapor de água que este tem.

Dado que, entre outros fatores, se teve em consideração o fator económico, a permeabilidade ao vapor de água e o facto de a solução de 4,5 cm de espessura de Isodur ser mais económica em relação à solução ETICS, optou-se pela solução do Isodur.

No que diz respeito às caixilharias, estas eram de correr e em alumínio anodizado com vidro simples, com estore em PVC branco e com a caixa embutida na parede. De um modo geral, todos os lotes possuíam várias frações com as caixilharias degradadas devido ao desgaste do material, como tal, era necessário substituí-las por outras novas. Na figura 30 está ilustrado o tipo de caixilharias que se encontravam inicialmente nas habitações. Esta solução não cumpria a legislação atual (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – RRAE e Norma NP EN 12354-1:2000) porque o índice de isolamento sonoro era mais

baixo que o padronizado e a pressão sonora que se sentia no interior das habitações era superior à exigida na regulamentação.



Fig.30 – Exemplo de janelas com a caixilharia inicial (de correr) e com estore em PVC branco [Fonte: PMT]

Após a intervenção de reabilitação, os vãos de janela dos fogos passaram a ser constituídos por caixilharias de alumínio à cor natural sem corte térmico e com vidros duplos incolores tipo “SAPA CLE” (4mm+10mm+4mm), sendo a abertura oscilo-batente para facilitar a ventilação dos fogos. Esta solução, embora não seja a preconizada na regulamentação (Norma NP 1037), foi adotada tendo em conta a ação humana, isto é, a facilidade de os moradores procederem à ventilação da sua habitação através da abertura das janelas. Na figura 31 está representada o tipo de caixilharia adotado e a figura 32 exemplifica a aplicação desta caixilharia nos fogos.



Fig.31 – Tipo de caixilharia adotada para os vãos das janelas [Fonte: PMT]

Tal como foi referido anteriormente, as habitações careciam de ventilação no seu interior, como tal, procurou-se melhorar essa componente e adotou-se a solução da figura 32. O tipo de caixilharia adotada para os vãos das janelas tem o objetivo de melhorar a ventilação das frações. O facto de ser em vidro duplo vai permitir atenuar as trocas de calor entre o exterior e o interior, permitindo assim uma redução do consumo de energia destinada à climatização.



Fig.32 – Vista da caixilharia pelo interior (à esquerda) e pelo exterior (à direita) [Fonte: Ripórtico]

No que diz respeito aos estores, estes foram substituídos por outros de alumínio à cor natural, onde as régulas de estore são injetadas no seu interior com poliuretano, do tipo “Represtor - modelo FC”, que se adaptam a qualquer tipo de renovação, monobloco ou caixinova, devido ao seu desenho curvo. Na figura 33 estão representados os estores adotados na reabilitação das caixas de estore. Por outro lado, as caixas de estore iniciais mantêm-se, mas serão alvo de reabilitação através do sistema “Flexoterm - Represtor”, de 13 mm de espessura total, onde se sobrepõem duas camadas de isolamento, unidas por uma camada de difusão colocada entre elas, de modo a uniformizar o isolamento, sendo depois moldado e colocado na cavidade de enrolamento da caixa de estore.



Fig.33 – Estores adotados na reabilitação das caixas de estore [Fonte: PMT]

Na figura 34 está indicada a constituição do sistema “Flexoterm - Represtor”, bem como a sua aplicação nas caixas de estore. Este sistema permite alcançar resultados muito eficientes em termos de isolamento.

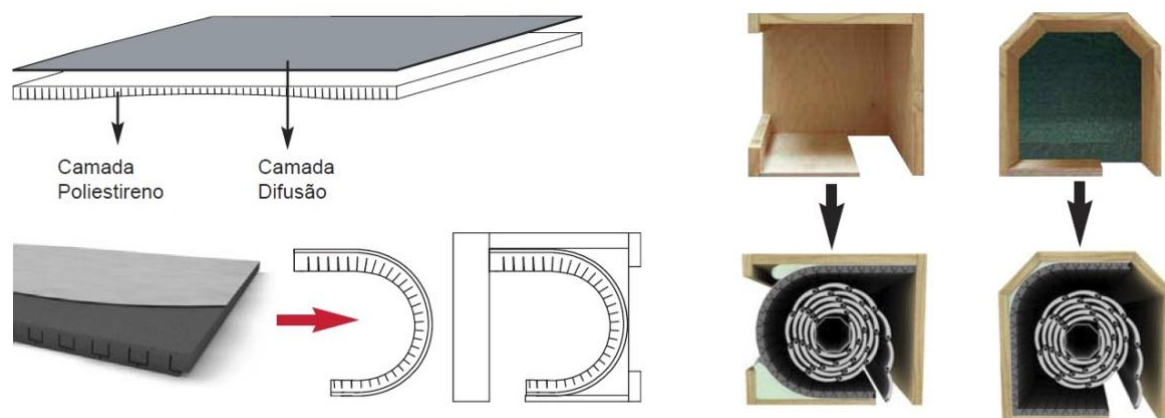


Fig.34 – Pormenor do sistema “Flexoterm - Represtor” (à esquerda) e aplicações desse sistema nas caixas de estore (à direita)

Ao contrário do sistema “Isodur e Flexdur”, o sistema “Flexoterm - Represtor” já permite um maior isolamento acústico, na medida em que, quando o ruído vem do exterior para o interior através da caixa de estore, este fica parcialmente retido nesta, não permitindo a sua passagem para o interior da habitação.

### 3.3. ANÁLISE DA REABILITAÇÃO E DO INVESTIMENTO

De modo a compreender se a reabilitação trouxe benefícios para os moradores em termos de isolamento e conforto térmico, procedeu-se às medições de temperatura (em °C) e humidade relativa (HR, em %) no interior dos fogos antes, durante e após a reabilitação. Por outro lado, também se registaram os consumos de electricidade, água e gás (sendo o último consumido através de bilhas), antes e após a intervenção.

Posteriormente foi calculado o Valor Atual Líquido, VAL, e a Taxa Interna de Rentabilidade, TIR, para verificar a rentabilidade do projeto de reabilitação e determinar o período de retorno (tempo necessário para que o investimento seja retornado). Os fogos não têm todos a mesma compartimentação, uma vez que os moradores optaram por demolir algumas paredes e organizaram a sua habitação de maneiras distintas.

#### 3.3.1. ANÁLISE DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

As medições de temperatura e humidade relativa foram feitas com um aparelho denominado “Hygropalm”, da Rotronic, cedido pelo Laboratório de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia do Barreiro. Este aparelho é um indicador cujo sensor incorporado permite

medir temperaturas e humidades relativas, com precisão até às décimas da unidade. Na figura 35 está representado o aparelho utilizado nas medições.



Fig.35 – Instrumento de medição de temperatura e humidade relativa, “Hygropalm”, da Rotronic

Os valores dos consumos são valores médios e foram levantados no local em conversa com os moradores. Por amostragem foram lidas várias frações exemplificativas, sendo que algumas delas estão referidas no quadro 19. Em anexo encontram-se todas as medições de temperatura e humidade relativa e todos os registos de consumos energéticos que foi possível fazer nas frações dos edifícios em estudo na fase “antes” da reabilitação.

Quadro 19 – Leitura da temperatura e humidade relativa em algumas habitações (leitura feita em Março de 2015)

Lote D - 3º Andar							
Fração A		Fração B		Fração C		Fração D	
Sala	17,9 °C 62,5 %HR	Sala	20,6 °C 49,3 %HR	Sala	19,3 °C 56,5 %HR	Sala	18,9 °C 51,6 %HR
Cozinha	18,0 °C 62,7 %HR	Cozinha	19,1 °C 52,9 %HR	Quarto	19,4 °C 58,8 %HR	Quarto	18,6 °C 54,6 %HR
Quarto	18,2 °C 62,9 %HR	Quarto	18,8 °C 55,1 %HR	Quarto	19,2 °C 51,7 %HR	Sala	18,1 °C 52,8 %HR
Quarto	18,1 °C 65,0 %HR	Quarto	18,4 °C 53,4 %HR	WC	19,0 °C 51,6 %HR	Quarto	17,9 °C 54,1 %HR
Sala	18,1 °C 66,3 %HR	WC	18,3 °C 51,9 %HR	Cozinha	19,1 °C 56,5 %HR	WC	17,7 °C 53,9 %HR
WC	18,1 °C 67,1 %HR	Quarto	18,3 °C 54,3 %HR	-	-	Cozinha	17,7 °C 56,7 %HR

Durante as visitas às habitações dos moradores, muitos se queixaram do excesso de frio que passavam durante o inverno, bem como a escorrência de água pelas paredes no interior nos dias de chuva e as manchas escuras nos cantos das paredes devido à humidade. Nos dias de verão, o calor no interior da habitação era tal que os moradores

sentiam mais calor dentro de casa do que fora dela, e por isso optavam por sair de casa nessas alturas.

Foram feitas medições instantâneas de temperatura e humidade relativa em cada divisória das frações, isto é, depois de o aparelho estabilizar o valor do parâmetro, este era registado. As medições foram feitas em média entre as 10h e as 18h durante vários dias dos meses de março, julho e setembro deste ano (2015). Embora as medições feitas em julho (durante o verão) registem temperaturas relativamente superiores comparativamente às medições feitas em março (início da primavera), através da análise dos dados recolhidos foi possível verificar uma temperatura mais constante e uma humidade relativa mais reduzida nas várias divisórias de cada fogo. É provável que a redução da humidade relativa esteja relacionada com o facto de na altura das medições estivesse a decorrer o verão e por isso o clima era mais seco e quente. Posteriormente foram feitas leituras de temperatura e humidade relativa em setembro (no final do verão) e verificou-se que a temperatura, embora um pouco mais reduzida, se manteve relativamente constante nas várias divisórias de cada fogo. De seguida far-se-á três análises comparativas das medições realizadas: a primeira análise entre março e julho, a segunda análise entre julho e setembro e a terceira análise entre março e setembro. É de salientar que, na altura das medições efetuadas em setembro, a reabilitação dos lotes ainda não tinha sido concluída, mas já se encontrava numa fase terminal. Assim, para efeitos de análise, foram considerados as medições de março como as medições “antes” da reabilitação, as medições de julho como as medições “durante” a reabilitação e as medições de setembro como as medições “depois ou após” a reabilitação.

#### 3.3.1.1. Comparação entre as medições realizadas em março e em julho

Da amostragem de frações onde foi possível fazer as referidas medições foram selecionadas 9 frações, sendo elas:

- Lote A - 1º andar - fração B;
- Lote A - 3º andar - fração B;
- Lote A - 4º andar - fração A;
- Lote B - 1º andar - fração B;
- Lote B - 3º andar - fração B;
- Lote B - 4º andar - fração C;
- Lote C - Rés-do-chão - fração A;
- Lote C - 1º andar - fração B;
- Lote C - 3º andar - fração C.

Para a amostragem foram selecionadas estas frações porque foi possível fazer várias interpretações e análises de resultados devido a algumas particularidades detetadas durante a análise, tais como aumento, diminuição e manutenção de intervalos de valores de temperatura e humidade relativa, bem como registo de valores máximos e mínimos, como se vai poder verificar mais à frente neste capítulo. Como se pode verificar, não constam frações do lote D porque, na altura em que se realizaram as medições, este lote estava atrasado em relação aos outros em termos de aplicação de isolamento térmico nas fachadas. Como se pode observar na figura 36, em março o lote D ainda não tinha sido alvo de aplicação do reboco térmico Isodur. Em julho, o lote D encontrava-se bastante atrasado

na montagem das caixilharias em relação aos outros lotes. Por outro lado, nesta fase era notória a dificuldade em terminar a reabilitação, uma vez que existiam problemas em várias frações. A figura 37 descreve alguns dos problemas encontrados durante a intervenção, como por exemplo frações desabitadas. Relembra-se que a análise da reabilitação dos edifícios, no âmbito da presente dissertação, passa pelo isolamento das fachadas, substituição das caixilharias existentes por outras novas, isolamento das caixas de estore e substituição dos estores existentes.

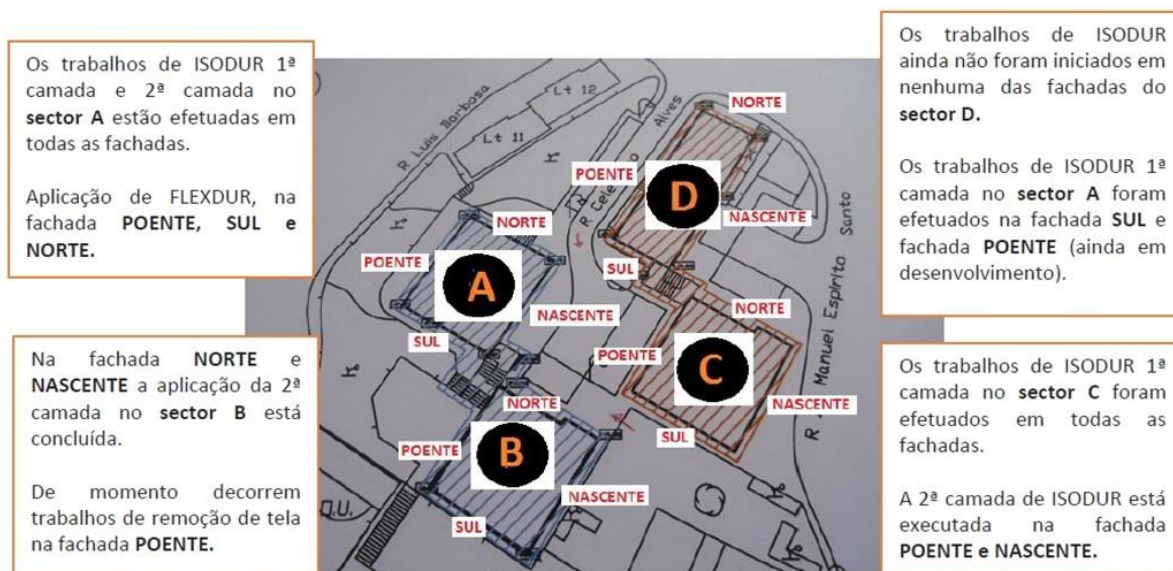


Fig.36 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em março de 2015 [Fonte: Ripórtico]

Como se pode observar, nos lotes A, B e C já tinha sido aplicada a 2ª camada de Isodur, enquanto que o lote D ainda não tinha sido alvo de aplicação do Isodur, daí o atraso deste último lote referido anteriormente.

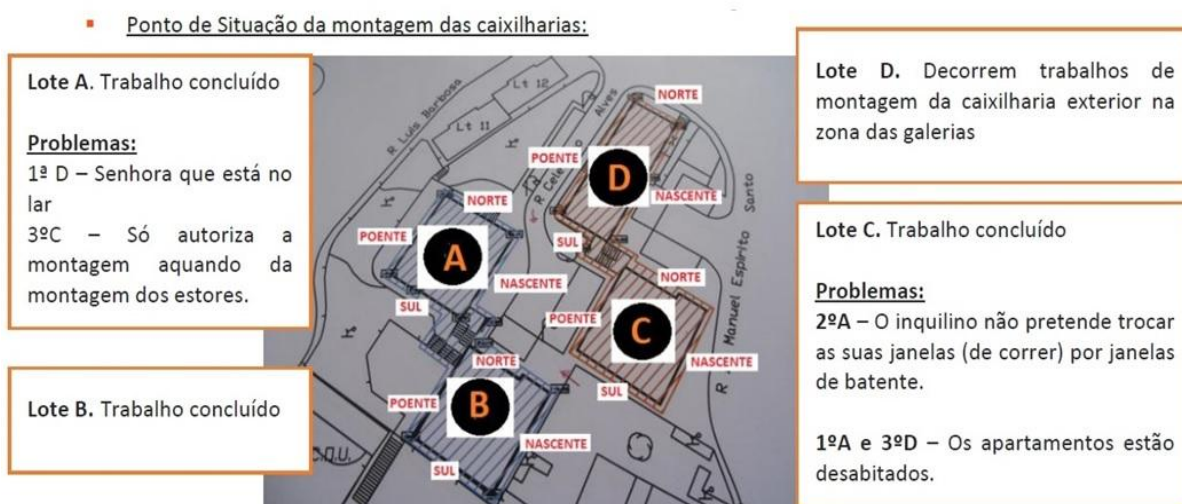


Fig.37 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em julho de 2015 [Fonte: Ripórtico]

Os quadros 20, 21 e 22 referem os valores das medições antes da reabilitação (em março) e durante a reabilitação (em julho). Recordar-se que cada fração tem a sua hierarquia de compartimentação, bem como o número de compartimentos.

No quadro 20 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote A, medidos em março e em julho para cada fração acima referida.

Quadro 20 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote A (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação)

Lote A - 1º Andar			Lote A - 3º Andar			Lote A - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração A		
Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante
Cozinha	18,4 °C 67,6 %HR	25,6 °C 59,0 %HR	Sala	18,4 °C 68,2 %HR	25,3 °C 54,4 %HR	Sala	19,1 °C 59,2 %HR	25,5 °C 56,3 %HR
WC	18,5 °C 76,6 %HR	25,4 °C 61,1 %HR	WC	18,3 °C 73,0 %HR	25,4 °C 57,8 %HR	Sala	18,8 °C 61,1 %HR	25,6 °C 58,3 %HR
Quarto	18,2 °C 60,8 %HR	25,5 °C 58,8 %HR	Quarto	18,1 °C 72,3 %HR	25,4 °C 58,0 %HR	Quarto	18,3 °C 61,5 %HR	25,6 °C 57,6 %HR
Sala	18,2 °C 66,7 %HR	25,6 °C 58,8 %HR	Quarto	18,0 °C 71,4 %HR	25,4 °C 55,3 %HR	Cozinha	18,3 °C 62,2 %HR	25,4 °C 59,7 %HR
Quarto	18,3 °C 67,0 %HR	25,5 °C 57,7 %HR	Quarto	17,9 °C 72,2 %HR	25,4 °C 56,1 %HR	WC	18,1 °C 65,3 %HR	25,4 °C 59,1 %HR
Quarto	18,2 °C 62,9 %HR	25,3 °C 56,5 %HR	Cozinha	18,0 °C 71,5 %HR	25,1 °C 54,2 %HR	Quarto	17,9 °C 63,2 %HR	25,6 °C 58,3 %HR
-	- -	- -	Varanda (cozinha)	18,1 °C 74,1 %HR	25,1 °C 54,4 %HR	Quarto	17,7 °C 60,2 %HR	26,3 °C 48,6 %HR
-	- -	- -	-	- -	- -	WC	18,0 °C 58,8 %HR	26,5 °C 49,5 %HR

Como se pode observar no quadro 20, existe uma particularidade na fração A do lote A – 4º andar, em que os valores de humidade relativa na fase “durante” variam entre 48,6% e 59,7%, resultando numa diferença de valores que chega a ser superior a 11%, comparativamente à fase “antes”, em que a diferença é de apenas 6,5%. Em relação à temperatura, também existe alguma discrepância, uma vez que os valores registados na fase “antes” se encontram entre 17,7°C e 19,1°C, perfazendo uma diferença de valores na ordem dos 1,4°C, e na fase “durante” essa diferença é de 1,1°C.

No quadro 21 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote B, medidos em março e em julho para cada fração selecionada.

Quadro 21 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote B (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação)

Lote B - 1º Andar			Lote B - 3º Andar			Lote B - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração C		
Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante
Cozinha	18,6 °C 72,5 %HR	24,8 °C 55,9 %HR	Sala	20,3 °C 59,1 %HR	25,1 °C 57,9 %HR	Sala	19,7 °C 56,8 %HR	25,5 °C 59,5 %HR
Quarto	18,8 °C 73,8 %HR	24,7 °C 53,0 %HR	WC	19,8 °C 64,3 %HR	25,4 °C 57,0 %HR	Quarto	19,2 °C 56,7 %HR	25,4 °C 59,2 %HR
WC	18,7 °C 75,1 %HR	24,8 °C 58,8 %HR	Quarto	19,2 °C 58,0 %HR	25,3 °C 57,0 %HR	Quarto	18,9 °C 60,9 %HR	25,3 °C 60,2 %HR
Sala	18,7 °C 75,5 %HR	24,7 °C 53,7 %HR	Quarto	18,5 °C 62,0 %HR	25,4 °C 56,9 %HR	Quarto	18,8 °C 58,8 %HR	25,2 °C 61,7 %HR
Quarto	18,8 °C 75,4 %HR	24,8 °C 56,9 %HR	Cozinha	18,5 °C 59,0 %HR	25,4 °C 56,7 %HR	WC	18,4 °C 56,7 %HR	25,2 °C 62,1 %HR
Quarto	18,7 °C 75,4 %HR	24,6 °C 54,6 %HR	Quarto	18,6 °C 67,0 %HR	25,5 °C 55,1 %HR	Cozinha	18,5 °C 60,7 %HR	25,1 °C 61,9 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	18,7 °C 68,6 %HR	25,6 °C 55,3 %HR	-	-	-

Por sua vez, no quadro 22 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote C, medidos em março e em julho para cada fração selecionada

Quadro 22 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote C (em março - antes da reabilitação - e em julho - durante a reabilitação)

Lote C – R/C			Lote C - 1º Andar			Lote C - 3º Andar		
Fração A			Fração B			Fração C		
Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante	Divisões	Antes	Durante
Sala	18,0 °C 66,2 %HR	24,7 °C 62,2 %HR	Sala	17,3 °C 64,1 %HR	24,7 °C 56,4 %HR	Sala	18,6 °C 63,5 %HR	25,5 °C 59,1 %HR
WC	17,7 °C 68,7 %HR	24,4 °C 63,4 %HR	WC	17,4 °C 63,5 %HR	24,8 °C 64,9 %HR	Quarto	18,3 °C 65,9 %HR	25,6 °C 59,2 %HR
Quarto	17,5 °C 70,8 %HR	24,5 °C 60,8 %HR	Quarto	17,5 °C 63,2 %HR	24,9 °C 64,5 %HR	Quarto	18,0 °C 66,9 %HR	25,6 °C 58,4 %HR
Quarto	17,4 °C 70,4 %HR	24,6 °C 60,6 %HR	Quarto	17,2 °C 65,0 %HR	25,3 °C 63,7 %HR	WC	17,7 °C 69,2 %HR	25,5 °C 60,5 %HR
Cozinha	17,3 °C 68,1 %HR	24,7 °C 63,2 %HR	Cozinha	17,2 °C 66,2 %HR	25,0 °C 60,4 %HR	Cozinha	17,7 °C 66,7 %HR	25,6 °C 58,9 %HR
-	-	-	Quarto	17,1 °C 65,4 %HR	25,3 °C 60,4 %HR	Varanda (cozinha)	17,8 °C 66,0 %HR	25,7 °C 59,0 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	17,3 °C 69,7 %HR	25,2 °C 60,5 %HR	-	-	-

Como é possível observar, de um modo mais abrangente, nas medições feitas em março a temperatura variava entre 17,1°C e 20,3°C, resultando numa diferença de 3,2°C. No caso da humidade relativa, esta variava entre 56,7% e 76,6%, resultando numa diferença de 19,9%.

Por outro lado, nas medições feitas em julho, a temperatura variava entre 24,4°C e 26,5°C, resultando numa diferença de 2,1°C. Em relação à humidade relativa, esta variava entre 48,6% e 64,9%, resultando numa diferença de 16,3%.

De facto notou-se alguma melhoria em termos de conforto térmico durante a intervenção feita dos edifícios em estudo, havendo uma menor discrepância entre valores de temperatura e humidade relativa.

Debruçando agora sobre casos mais específicos, há frações onde houve maior diferença de temperatura entre a máxima e a mínima, da fase “antes da reabilitação” para a fase “durante a reabilitação” e há frações onde existe uma razoável diminuição na diferença de temperatura durante a reabilitação. Quanto à humidade relativa, os valores são bastante variáveis e, salvo raras exceções, este parâmetro baixou o seu valor médio e máximo em cada fração depois dos lotes terem sido alvo de intervenção.

Relativamente à temperatura, tem-se o caso da fração B do lote A - 1º andar, onde a temperatura variava entre 18,2°C e 18,5°C (diferença de 0,3°C) antes da reabilitação e entre 25,3°C e 25,6°C (diferença de 0,3°C) durante a reabilitação. Existe também o caso da fração B do lote B - 1º andar, onde a temperatura variava entre 18,6°C e 18,8°C (diferença de 0,2°C) antes da reabilitação e entre 24,6°C e 24,8°C (diferença de 0,2°C) durante a reabilitação.

No caso da fração B do lote B - 3º andar, a temperatura variava entre 18,5°C e 20,3°C (diferença de 1,8°C) antes da reabilitação e entre 25,1°C e 25,6°C (diferença de 0,5°C) durante a reabilitação. A situação é parecida no caso da fração C do lote B - 4º andar, onde a temperatura variava entre 18,4°C e 19,7°C (diferença de 1,3°C) e entre 25,1°C e 25,5°C (diferença de 0,4°C) durante a reabilitação.

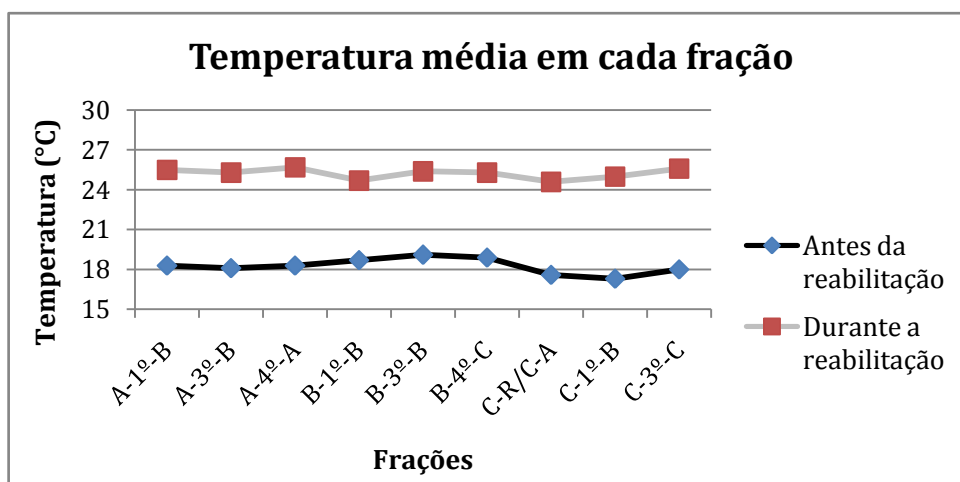
Passando agora para o parâmetro da humidade relativa, existem valores médios e máximos que baixaram bastante de março para julho (antes e durante a reabilitação), como é o caso da fração B do lote A - 3º andar, onde a humidade relativa média e máxima eram de 71,8% e 74,1%, respetivamente, antes da reabilitação, e durante a reabilitação os mesmos parâmetros já tinham valores de 55,7% e 58,0% (ambos com diferença de 16,1%), e no caso da fração B do lote B - 1º andar, a humidade relativa média e máxima eram de 74,6% e 75,5%, respetivamente, antes da reabilitação, e durante a reabilitação os mesmos parâmetros já tinham valores de 55,5% e 58,8% (diferença de 19,1% e 16,7%, respetivamente).

Em algumas frações, a diferença de valores não foi tão significativa, como é o caso da fração A do lote A - 4º andar, em que a humidade relativa média e máxima eram de 61,4% e 65,3%, respetivamente, antes da reabilitação, e durante a reabilitação os mesmos parâmetros já tinham valores de 55,9% e 59,7% (diferença de 5,5% e 5,6%, respetivamente). Outro caso é a fração B do lote C - 1º andar. Nesta fração, antes da reabilitação a humidade relativa média e máxima apresentavam os valores de 65,3% e

69,7%, respetivamente. Durante a intervenção, os valores já eram de 61,5% e 64,9% (diferença de 3,8% e 4,8%, respetivamente).

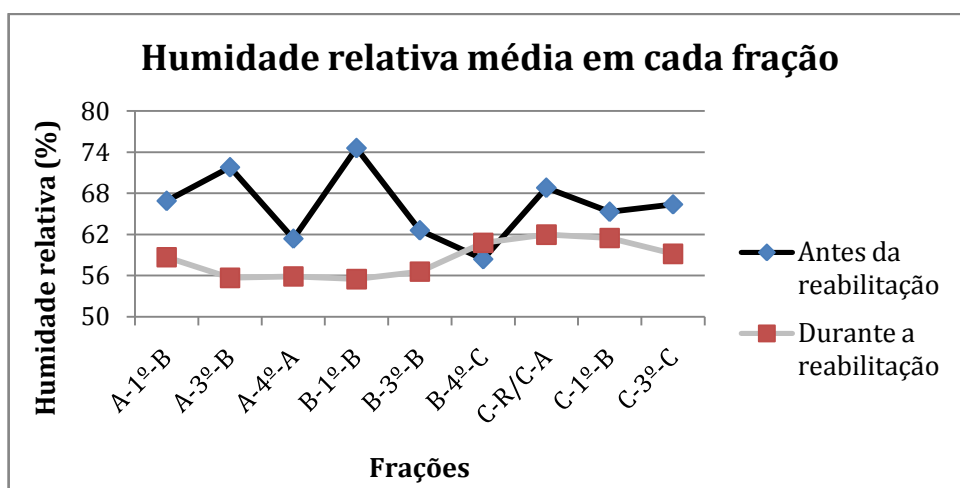
O quadro 23 representa a temperatura média em cada fração, antes da reabilitação e durante a reabilitação. Note-se que por exemplo a fração “A-1º-B” corresponde ao lote A, 1º andar, fração B, a fração “C-R/C-A” corresponde ao lote C, rés-do-chão, fração A, etc.

Quadro 23 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação)



O quadro 24 representa a humidade relativa média em cada fração, antes da reabilitação e durante a reabilitação.

Quadro 24 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e durante a reabilitação)



### 3.3.1.2. Comparação entre as medições realizadas em julho e em setembro

As frações selecionadas para esta comparação foram as mesmas que no ponto anterior. Mais uma vez não constam frações do lote D porque, embora este já esteja ao nível dos

outros lotes em termos de reabilitação tanto das caixilharias como dos estores, tal como se pode observar na figura 41, decidiu-se utilizar as mesmas frações para efeitos de análise comparativa da temperatura e humidade relativa. Na figura 40 está representado o ponto de situação da intervenção em relação às caixilharias.

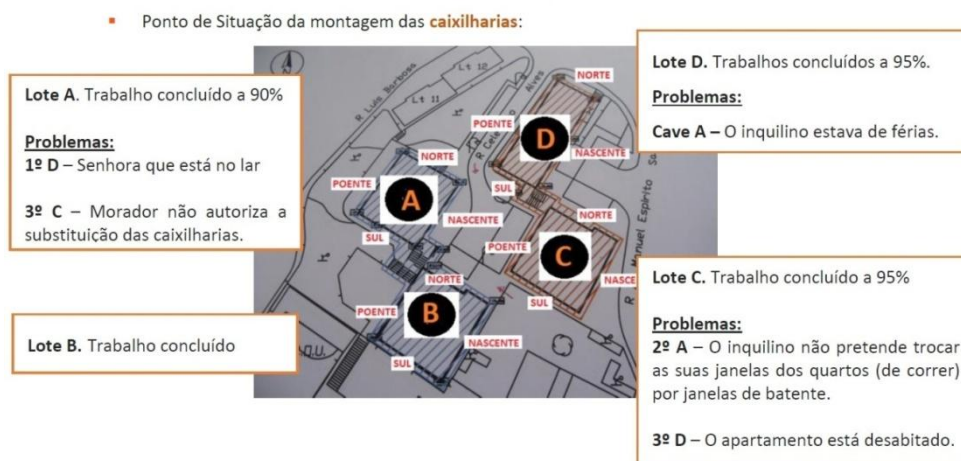


Fig.40 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em setembro de 2015 (caixilharias)  
 [Fonte: Ripórtico]

Na figura 41 está representado o ponto de situação da intervenção em relação à montagem dos estores.

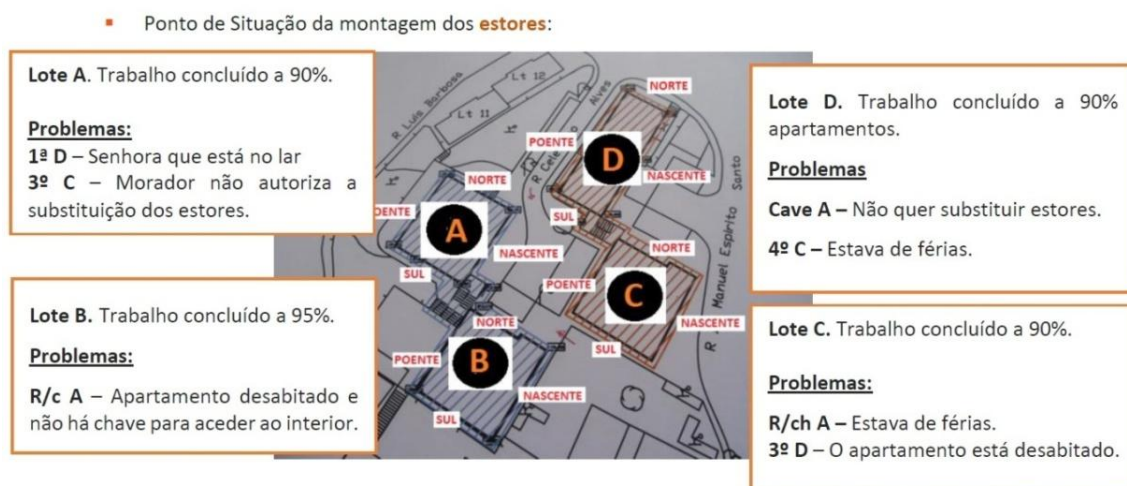


Fig.41 – Ponto de situação da reabilitação na altura das medições efetuadas em setembro de 2015 (estores)  
 [Fonte: Ripórtico]

No quadro 23 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote A, medidos em julho e em setembro para cada fração acima referida. Note-se que os quadros 25, 26 e 27 referem os valores das medições durante da reabilitação (em julho) e depois da reabilitação (em setembro).

Quadro 25 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas – Lote A (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote A - 1º Andar			Lote A - 3º Andar			Lote A - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração A		
Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois
Cozinha	25,6 °C	23,0 °C	Sala	25,3 °C	23,5 °C	Sala	25,5 °C	23,4 °C
	59,0 %HR	54,8 %HR		54,4 %HR	57,5 %HR		56,3 %HR	56,0 %HR
WC	25,4 °C	23,2 °C	WC	25,4 °C	24,3 °C	Sala	25,6 °C	23,6 °C
	61,1 %HR	53,5 %HR		57,8 %HR	57,8 %HR		58,3 %HR	56,0 %HR
Quarto	25,5 °C	23,4 °C	Quarto	25,4 °C	24,5 °C	Quarto	25,6 °C	23,8 °C
	58,8 %HR	55,2 %HR		58,0 %HR	55,4 %HR		57,6 %HR	54,9 %HR
Sala	25,6 °C	23,5 °C	Quarto	25,4 °C	24,1 °C	Cozinha	25,4 °C	23,9 °C
	58,8 %HR	53,6 %HR		55,3 %HR	53,6 %HR		59,7 %HR	56,6 %HR
Quarto	25,5 °C	23,5 °C	Quarto	25,4 °C	23,7 °C	WC	25,4 °C	24,1 °C
	57,7 %HR	53,1 %HR		56,1 %HR	54,7 %HR		59,1 %HR	57,1 %HR
Quarto	25,3 °C	23,4 °C	Cozinha	25,1 °C	23,9 °C	Quarto	25,6 °C	24,3 °C
	56,5 %HR	54,6 %HR		54,2 %HR	54,4 %HR		58,3 %HR	57,5 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	25,1 °C	23,8 °C	Quarto	26,3 °C	23,6 °C
	-	-		54,4 %HR	54,9 %HR		48,6 %HR	56,0 %HR
-	-	-	-	-	-	WC	26,5 °C	24,0 °C
	-	-		-	-		49,5 %HR	58,0 %HR

No quadro 26 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote B, medidos em julho e em setembro para cada fração seleccionada.

Quadro 26 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações seleccionadas - Lote B (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote B - 1º Andar			Lote B - 3º Andar			Lote B - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração C		
Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois
Cozinha	24,8 °C	24,3 °C	Sala	25,1 °C	25,6 °C	Sala	25,5 °C	23,9 °C
	55,9 %HR	54,6 %HR		57,9 %HR	53,9 %HR		59,5 %HR	54,7 %HR
Quarto	24,7 °C	24,7 °C	WC	25,4 °C	25,6 °C	Quarto	25,4 °C	24,0 °C
	53,0 %HR	53,0 %HR		57,0 %HR	56,4 %HR		59,2 %HR	53,1 %HR
WC	24,8 °C	24,9 °C	Quarto	25,3 °C	25,5 °C	Quarto	25,3 °C	24,0 °C
	58,8 %HR	53,5 %HR		57,0 %HR	56,2 %HR		60,2 %HR	53,0 %HR
Sala	24,7 °C	24,6 °C	Quarto	25,4 °C	25,5 °C	Quarto	25,2 °C	24,1 °C
	53,7 %HR	52,3 %HR		56,9 %HR	53,4 %HR		61,7 %HR	54,0 %HR
Quarto	24,8 °C	24,8 °C	Cozinha	25,4 °C	25,4 °C	WC	25,2 °C	23,9 °C
	56,9 %HR	53,2 %HR		56,7 %HR	54,7 %HR		62,1 %HR	54,1 %HR
Quarto	24,6 °C	24,9 °C	Quarto	25,5 °C	25,5 °C	Cozinha	25,1 °C	23,9 °C
	54,6 %HR	53,8 %HR		55,1 %HR	54,0 %HR		61,9 %HR	54,4 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	25,6 °C	24,9 °C	-	-	-
	-	-		55,3 %HR	53,0 %HR		-	-

Por sua vez, no quadro 27 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote C, medidos em julho e em setembro para cada fração selecionada.

Quadro 27 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote C (em julho - durante da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote C - 1º Andar			Lote C - 3º Andar			Lote C - 4º Andar		
Fração A			Fração B			Fração C		
Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois	Divisões	Durante	Depois
Sala	24,7 °C 62,2 %HR	22,7 °C 57,5 %HR	Sala	24,7 °C 56,4 %HR	23,1 °C 52,9 %HR	Sala	25,5 °C 59,1 %HR	23,2 °C 54,5 %HR
WC	24,4 °C 63,4 %HR	23,1 °C 62,4 %HR	WC	24,8 °C 64,9 %HR	23,4 °C 55,9 %HR	Quarto	25,6 °C 59,2 %HR	23,4 °C 53,7 %HR
Quarto	24,5 °C 60,8 %HR	23,3 °C 58,0 %HR	Quarto	24,9 °C 64,5 %HR	23,2 °C 53,5 %HR	Quarto	25,6 °C 58,4 %HR	23,6 °C 53,0 %HR
Quarto	24,6 °C 60,6 %HR	23,3 °C 55,2 %HR	Quarto	25,3 °C 63,7 %HR	23,6 °C 53,2 %HR	WC	25,5 °C 60,5 %HR	24,3 °C 51,4 %HR
Cozinha	24,7 °C 63,2 %HR	23,3 °C 57,9 %HR	Cozinha	25,0 °C 60,4 %HR	23,9 °C 52,5 %HR	Cozinha	25,6 °C 58,9 %HR	24,2 °C 51,3 %HR
-	-	-	Quarto	25,3 °C 60,4 %HR	23,8 °C 51,9 %HR	Varanda (cozinha)	25,7 °C 59,0 %HR	24,3 °C 50,8 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	25,2 °C 60,5 %HR	24,0 °C 52,7 %HR	-	-	-

Como é possível observar, de um modo mais abrangente, nas medições feitas em julho, a temperatura variava entre 24,4°C e 26,5°C, resultando numa diferença de 2,1°C. Em relação à humidade relativa, esta variava entre 48,6% e 64,9%, resultando numa diferença de 16,3%.

Por outro lado, nas medições feitas em setembro, a temperatura variava entre 22,7°C e 25,6°C, resultando numa diferença de 2,9°C. Em relação à humidade relativa, esta variava entre 50,8% e 62,4%, resultando numa diferença de 11,6%.

Neste caso, entre Julho e setembro houve um pequeno decréscimo de temperatura e do intervalo de valores de humidade relativa (aumento do seu valor mínimo e diminuição do seu valor máximo), o que é normal pois existe a fase de transição da estação do verão para a estação de outono.

Debruçando agora sobre casos mais específicos, há frações onde houve maior diferença de temperatura entre a máxima e a mínima, da fase “durante” para a fase “depois”, e há frações onde a diferença era menor. Quanto à humidade relativa, os valores continuam a ser bastante variáveis e este parâmetro manteve-se relativamente ao mesmo nível em relação à análise do ponto anterior.

Relativamente à temperatura, tem-se o caso da fração B do lote A - 3º andar, onde a temperatura variava entre 25,1°C e 25,4°C (diferença de 0,3°C) durante a reabilitação e

entre 23,5°C e 24,5°C (diferença de 1,0°C) depois da reabilitação. Existe também o caso da fração B do lote B - 1º andar, onde a temperatura variava entre 24,6°C e 24,8°C (diferença de 0,2°C) durante da reabilitação e entre 24,3°C e 24,9°C (diferença de 0,6°C) depois da reabilitação.

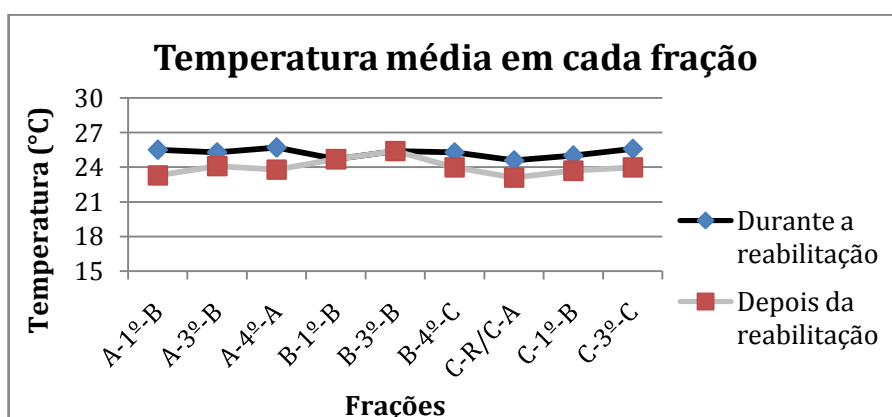
No caso da fração A do lote A - 4º andar, a temperatura variava entre 25,4°C e 26,5°C (diferença de 1,1°C) durante a reabilitação e entre 23,4°C e 24,3°C (diferença de 0,9°C) depois da reabilitação. A situação é parecida no caso da fração C do lote B - 4º andar, onde a temperatura variava entre 25,1°C e 25,5°C (diferença de 0,4°C) e entre 23,9°C e 24,1°C (diferença de 0,2°C) depois da reabilitação.

Passando agora para o parâmetro da humidade relativa, existem intervalos de valores que se situam entre os 50% e os 60%, quer durante a reabilitação, quer após a reabilitação, como é o caso da fração B do lote A - 3º andar, onde a humidade relativa variava entre 54,2% e 58,0% durante a reabilitação e entre 53,6% e 57,8% após a reabilitação, e o caso da fração B do lote B - 3º andar, onde a humidade relativa variava entre 55,1% e 57,9% durante a reabilitação e entre 53,0% e 56,4% após a reabilitação.

Também existem casos onde o intervalo de valores da fase “depois da reabilitação” é inferior ao intervalo da fase “durante a reabilitação”. Um desses casos é o da fração B do lote A - 1º andar, em que a humidade relativa variava entre 56,5% e 61,1% e passou a variar entre 53,1% e 55,2%. Outro caso é o da fração C do lote B - 4º andar. Nesta fração, durante a intervenção a humidade relativa variava entre de 59,2% e 62,1% e, após a intervenção, os valores já variavam entre 53,0% e 54,7%.

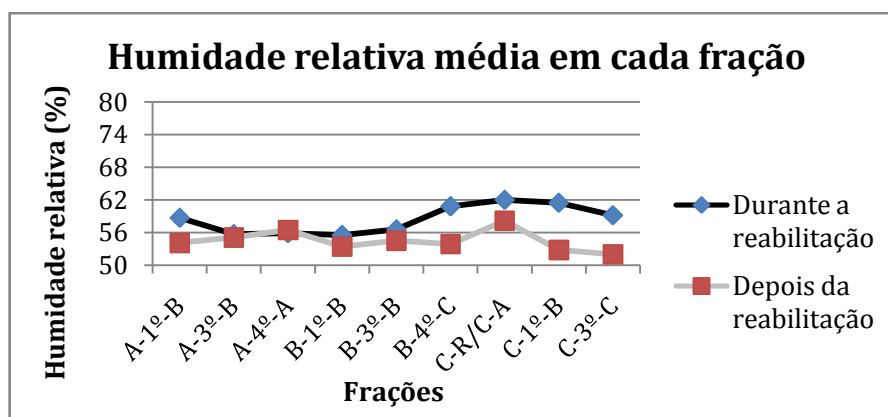
O quadro 28 representa a temperatura média em cada fração, durante a reabilitação e depois da reabilitação.

Quadro 28 – Média de temperaturas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação)



Por sua vez, o quadro 29 representa a humidade relativa média em cada fração, durante da reabilitação e depois da reabilitação.

Quadro 29 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (durante e depois da reabilitação)



### 3.3.1.3. Comparação entre as medições realizadas em março e em setembro

Com base nas duas análises descritas anteriormente, pode-se dizer que, de um modo geral, a reabilitação trouxe alguns benefícios para os moradores a nível de conforto térmico porque a temperatura se tornou mais constante nas habitações nos primeiros meses após o início da reabilitação e estas tornaram-se menos húmidas no seu interior. Assim, uma vez que se está a falar de uma questão de meses após a intervenção ter começado, espera-se que os resultados se mantenham positivos a longo prazo, isto é nos próximos anos. Nos quadros 30, 31 e 32 estão representadas as medições de temperatura e humidade relativa de março, antes da reabilitação, e de setembro, depois da reabilitação.

Quadro 30 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote A (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote A - 1º Andar			Lote A - 3º Andar			Lote A - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração A		
Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois
Cozinha	18,4 °C 67,6 %HR	23,0 °C 54,8 %HR	Sala	18,4 °C 68,2 %HR	23,5 °C 57,5 %HR	Sala	19,1 °C 59,2 %HR	23,4 °C 56,0 %HR
WC	18,5 °C 76,6 %HR	23,2 °C 53,5 %HR	WC	18,3 °C 73,0 %HR	24,3 °C 57,8 %HR	Sala	18,8 °C 61,1 %HR	23,6 °C 56,0 %HR
Quarto	18,2 °C 60,8 %HR	23,4 °C 55,2 %HR	Quarto	18,1 °C 72,3 %HR	24,5 °C 55,4 %HR	Quarto	18,3 °C 61,5 %HR	23,8 °C 54,9 %HR
Sala	18,2 °C 66,7 %HR	23,5 °C 53,6 %HR	Quarto	18,0 °C 71,4 %HR	24,1 °C 53,6 %HR	Cozinha	18,3 °C 62,2 %HR	23,9 °C 56,6 %HR
Quarto	18,3 °C 67,0 %HR	23,5 °C 53,1 %HR	Quarto	17,9 °C 72,2 %HR	23,7 °C 54,7 %HR	WC	18,1 °C 65,3 %HR	24,1 °C 57,1 %HR
Quarto	18,2 °C 62,9 %HR	23,4 °C 54,6 %HR	Cozinha	18,0 °C 71,5 %HR	23,9 °C 54,4 %HR	Quarto	17,9 °C 63,2 %HR	24,3 °C 57,5 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	18,1 °C 74,1 %HR	23,8 °C 54,9 %HR	Quarto	17,7 °C 60,2 %HR	23,6 °C 56,0 %HR
-	-	-	-	-	-	WC	18,0 °C 58,8 %HR	24,0 °C 58,0 %HR

No quadro 31 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote B, medidos em julho e em setembro para cada fração selecionada.

Quadro 31 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote B (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote B - 1º Andar			Lote B - 3º Andar			Lote B - 4º Andar		
Fração B			Fração B			Fração C		
Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois
Cozinha	18,6 °C	24,3 °C	Sala	20,3 °C	25,6 °C	Sala	19,7 °C	23,9 °C
	72,5 %HR	54,6 %HR		59,1 %HR	53,9 %HR		56,8 %HR	54,7 %HR
Quarto	18,8 °C	24,7 °C	WC	19,8 °C	25,6 °C	Quarto	19,2 °C	24,0 °C
	73,8 %HR	53,0 %HR		64,3 %HR	56,4 %HR		56,7 %HR	53,1 %HR
WC	18,7 °C	24,9 °C	Quarto	19,2 °C	25,5 °C	Quarto	18,9 °C	24,0 °C
	75,1 %HR	53,5 %HR		58,0 %HR	56,2 %HR		60,9 %HR	53,0 %HR
Sala	18,7 °C	24,6 °C	Quarto	18,5 °C	25,5 °C	Quarto	18,8 °C	24,1 °C
	75,5 %HR	52,3 %HR		62,0 %HR	53,4 %HR		58,8 %HR	54,0 %HR
Quarto	18,8 °C	24,8 °C	Cozinha	18,5 °C	25,4 °C	WC	18,4 °C	23,9 °C
	75,4 %HR	53,2 %HR		59,0 %HR	54,7 %HR		56,7 %HR	54,1 %HR
Quarto	18,7 °C	24,9 °C	Quarto	18,6 °C	25,5 °C	Cozinha	18,5 °C	23,9 °C
	75,4 %HR	53,8 %HR		67,0 %HR	54,0 %HR		60,7 %HR	54,4 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	18,7 °C	24,9 °C	-	-	-
	-	-		68,6 %HR	53,0 %HR		-	-

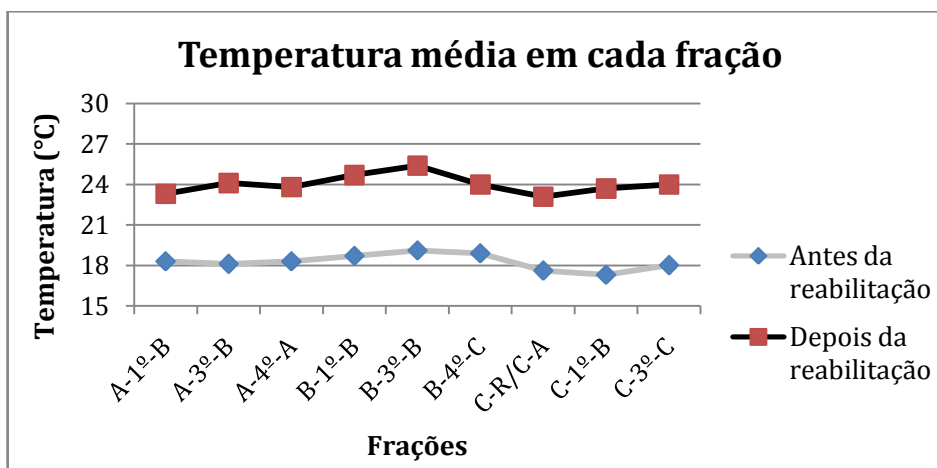
Por sua vez, no quadro 32 estão representados os valores de temperatura e humidade do lote C, medidos em março e em setembro para cada fração selecionada.

Quadro 32 – Medições de temperatura e humidade relativa nas habitações selecionadas - Lote C (em março - antes da reabilitação - e em setembro - após a reabilitação)

Lote C - 1º Andar			Lote C - 3º Andar			Lote C - 4º Andar		
Fração A			Fração B			Fração C		
Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois	Divisões	Antes	Depois
Sala	18,0 °C	22,7 °C	Sala	17,3 °C	23,1 °C	Sala	18,6 °C	23,2 °C
	66,2 %HR	57,5 %HR		64,1 %HR	52,9 %HR		63,5 %HR	54,5 %HR
WC	17,7 °C	23,1 °C	WC	17,4 °C	23,4 °C	Quarto	18,3 °C	23,4 °C
	68,7 %HR	62,4 %HR		63,5 %HR	55,9 %HR		65,9 %HR	53,7 %HR
Quarto	17,5 °C	23,3 °C	Quarto	17,5 °C	23,2 °C	Quarto	18,0 °C	23,6 °C
	70,8 %HR	58,0 %HR		63,2 %HR	53,5 %HR		66,9 %HR	53,0 %HR
Quarto	17,4 °C	23,3 °C	Quarto	17,2 °C	23,6 °C	WC	17,7 °C	24,3 °C
	70,4 %HR	55,2 %HR		65,0 %HR	53,2 %HR		69,2 %HR	51,4 %HR
Cozinha	17,3 °C	23,3 °C	Cozinha	17,2 °C	23,9 °C	Cozinha	17,7 °C	24,2 °C
	68,1 %HR	57,9 %HR		66,2 %HR	52,5 %HR		66,7 %HR	51,3 %HR
-	-	-	Quarto	17,1 °C	23,8 °C	Varanda (cozinha)	17,8 °C	24,3 °C
	-	-		65,4 %HR	51,9 %HR		66,0 %HR	50,8 %HR
-	-	-	Varanda (cozinha)	17,3 °C	24,0 °C	-	-	-
	-	-		69,7 %HR	52,7 %HR		-	-

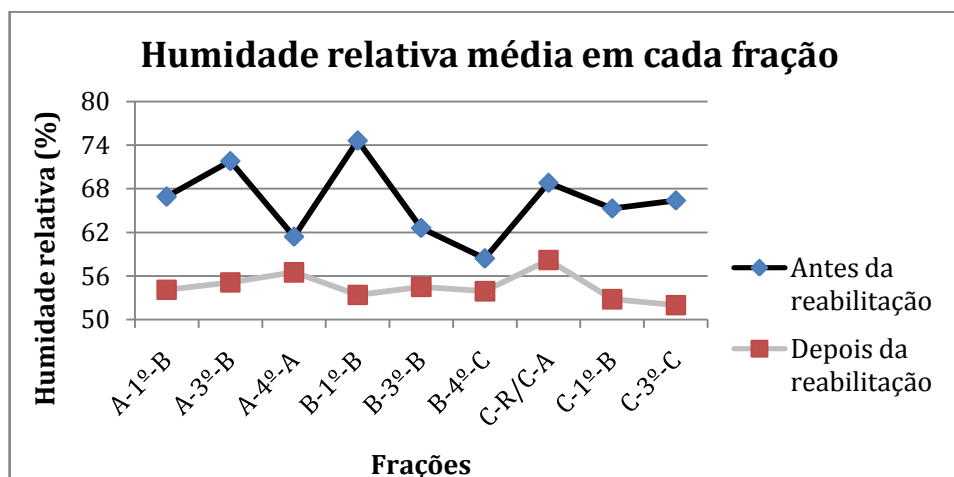
O quadro 33 representa a temperatura média em cada fração, antes da reabilitação e depois da reabilitação.

Quadro 33 – Média de temperaturas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação)



Por sua vez, o quadro 34 representa a humidade relativa média em cada fração, antes da reabilitação e depois da reabilitação.

Quadro 34 – Média de humidades relativas em cada uma das frações (antes e depois da reabilitação)



De seguida far-se-á uma análise aos consumos feitos pelos moradores antes e depois da reabilitação.

### 3.3.2. ANÁLISE DOS CONSUMOS ENERGÉTICOS E RESPECTIVO PERÍODO DE RETORNO

#### 3.3.2.1. Análise dos consumos de eletricidade, água e gás

Além das medições de temperatura e humidade no interior das habitações, procedeu-se ainda ao registo dos consumos mensais e bimensais de eletricidade, água e gás. A

informação sobre os consumos foi obtida em conversa com os moradores e diferem bastante de fração para fração, uma vez que existem vários fatores que influenciam os gastos com estes tipos de energia, tais como:

- Número de pessoas que moram na fração;
- Uso da fração apenas como habitação para férias;
- Faixa etária;
- Quantidade de tempo que o morador se encontra no interior da habitação (por exemplo: encontra-se empregado ou desempregado);
- Moradores com necessidades especiais (por exemplo: doença, limitação física).

Em março, julho e setembro efetuaram-se leituras de temperatura e humidade relativa para se verificar o conforto térmico. No entanto, só se registaram os consumos energéticos em março e setembro porque grande parte dos moradores só recebiam as suas faturas de dois em dois meses e por isso de março para julho os moradores poderiam não dispor de muita informação acerca dos seus consumos. O quadro 35 indica o registo dos consumos energéticos dos moradores em março (antes da reabilitação) e setembro (após a reabilitação), bem como a média de consumos de cada energia e em cada uma das duas fases da intervenção.

Quadro 35 – Registo dos consumos energéticos das frações selecionadas

Frações		Consumos (€)					
		Eletricidade		Água		Gás	
		Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Lote A	1º Andar Fração B	45,0	42,0	5,0	5,0	25,0	25,0
	3º Andar Fração B	50,0	40,0	10,0	8,0	23,5	23,5
	4º Andar Fração A	90,0	75,0	20,0	17,5	50,0	37,5
Lote B	1º Andar Fração B	90,0	90,0	40,0	40,0	100,0	100,0
	3º Andar Fração B	34,0	30,0	12,5	12,5	25,0	25,0
	4º Andar Fração C	30,0	30,0	9,0	9,0	25,0	25,0
Lote C	R/C Fração A	35,0	25,0	25,0	25,0	23,0	23,0
	1º Andar Fração B	36,0	36,0	25,0	25,0	50,0	50,0
	3º Andar Fração C	50,0	45,0	10,0	10,0	50,0	37,5
Média dos Consumos		51,1	45,9	17,4	16,9	41,3	38,5

Note-se que, embora os valores dos consumos tenham sido fornecidos pelos moradores, estes pediram para não revelar o motivo dos seus consumos ou em que é que consistiam

(por exemplo, se tomavam muitos banhos, se usavam muitos dispositivos para aquecimento e arrefecimento, etc).

Assim, optou-se por indicar os consumos e as frações correspondentes, e apresentando algumas justificações acerca dos consumos mas não revelando quais as frações que apresentavam as justificações referidas.

Como se pode observar, os consumos variam significativamente de fração para fração. Por outro lado, embora não tenha havido poupanças significativas em cada uma das frações, a média de consumos de eletricidade, água e gás baixou, uma vez que os valores das faturas após a reabilitação são inferiores em relação aos valores das faturas antes da reabilitação. Volta-se a frisar que o gás era consumido através de bilhas. Por exemplo, de acordo com a informação fornecida por alguns moradores acerca dos seus grandes consumos de eletricidade e gás é que utilizavam o ar condicionado muitas horas por dia e durante quase todos os dias da semana, quer para aquecimento, quer para arrefecimento, e usavam o fogão a gás para a maior parte da confeção de alimentos, já não contando com as necessidades diárias (por exemplo os banhos/duches). Num outro caso, a família era numerosa (crianças, pais e avós) e como tal, grandes eram as despesas de gás com a confeção de alimentos através do fogão a gás, era consumida muita eletricidade com o ar condicionado, ventoinhas e aquecedores, televisão e outros equipamentos/aparelhos, e a água era utilizada para as várias lavagens de roupa e loiça das máquinas, bem como as necessidades diárias dos moradores.

Já no caso dos consumos energéticos relativamente baixos, havia frações em que o número de moradores era reduzido e como tal não tinham grandes despesas energéticas.

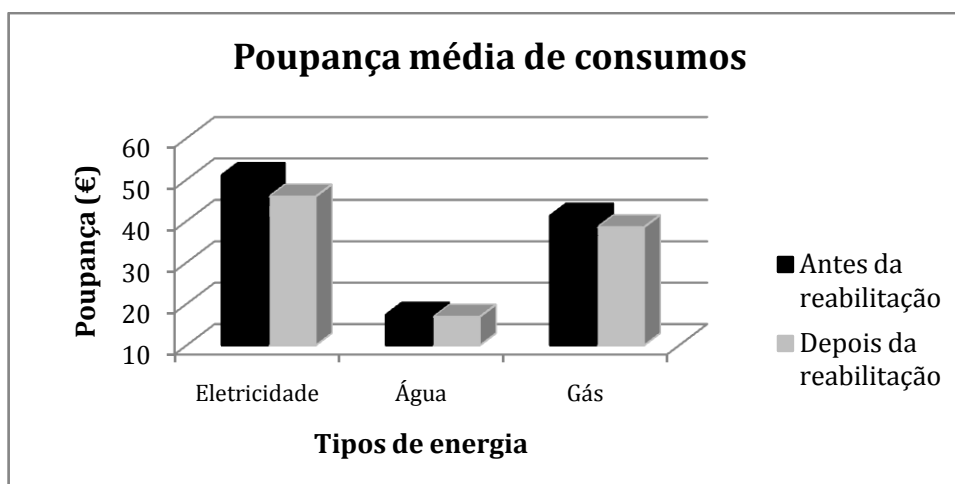
Em outras frações, os moradores utilizavam a sua fração para férias ou então passavam pouco tempo em casa devido ao seu emprego e outras situações pessoais. Por outro lado, em frações habitadas por idosos, estes procuravam uma solução alternativa para poupar energia, seja cobrirem-se de cobertores nos dias de frio, saírem mais de casa durante os dias de calor porque por vezes estava mais calor em casa que na rua, e procuravam gastar o mínimo de energia possível para as suas necessidades diárias e confeção de alimentos.

Após a reabilitação das edificações, notou-se algumas melhorias em termos de consumos, o que seria expectável pois com um maior conforto térmico os moradores já não tinham tantas necessidades de aquecimento e arrefecimento como tinham anteriormente. No entanto, essas melhorias acabaram por não ser tão significativas quanto isso, talvez devido ao facto de continuarem a usar outros aparelhos que consomem bastante energia.

No caso da energia eléctrica existe o ferro de engomar, a torradeira/tostadeira, forno e fogão eléctrico, no caso do gás tem-se a quantidade de duches/banhos devido às famílias numerosas, bem como o uso de equipamentos que consomem bastante gás, como por exemplo o forno a gás. No caso da água, além dos banhos tem-se as máquinas de lavar roupa e loiça, por exemplo.

No quadro 36 está representada a poupança média de consumos energéticos antes e depois da reabilitação.

Quadro 36 – Média dos consumos energéticos no total das frações (antes e depois da reabilitação)



Através do registo dos consumos energéticos, também se procedeu a uma análise do investimento. O investimento feito para os trabalhos relativos às paredes, caixilharias e estores está avaliado em 293.049,07€, distribuído pelos 3 grupos e por um outro, as despesas de operação, manutenção e reparação (despesas OMR). No quadro 37 estão representados os custos para cada um dos grupos. Uma vez que os 4 edifícios perfazem um total de 84 fogos, o valor médio de investimento por fogo é de 3.488,68€.

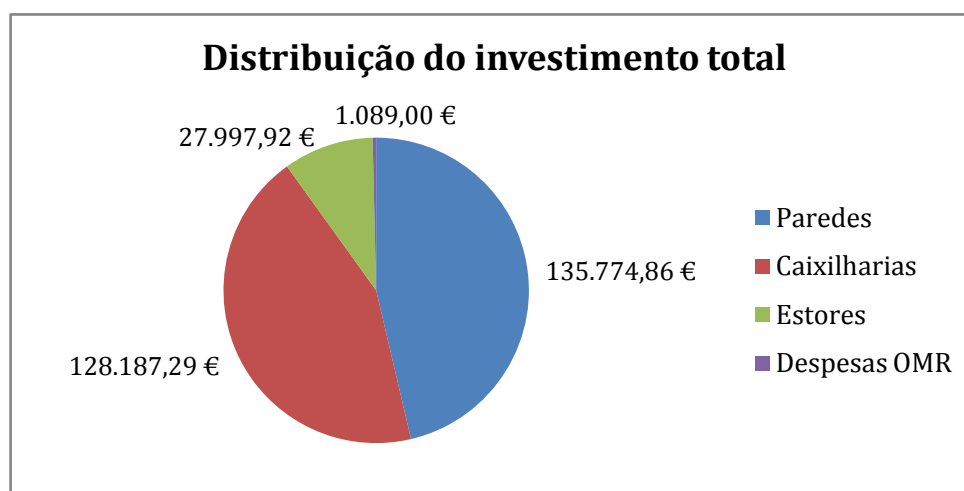
A poupança de energia foi estimada em 714,00€ por mês e 8.568,00€ por ano. No quadro 38 estão representadas as poupanças energéticas estimadas. O modo como foi determinada a poupança de energia foi a seguinte: com base nos consumos energéticos registados antes e após a reabilitação do quadro 35, para cada tipo de energia e fração calculou-se a diferença entre os consumos depois da reabilitação e os consumos antes da reabilitação; de seguida calculou-se a média aritmética para cada energia; depois somou-se os valores das médias para se determinar a poupança energética total por mês e por fração; posteriormente multiplicou-se pelo número de frações para determinar o valor de consumos energéticos por mês; por fim, multiplicou-se o valor de consumos energéticos por mês pelos 12 meses do ano e chegou-se à poupança de energia por ano.

Quadro 37 – Valores do investimento para as paredes, caixilharias, estores e respetivas despesas de operação, manutenção e reparação

Edifícios	Paredes	Caixilharias	Estores	Despesas OMR	TOTAL
Setor I – Lotes A, B	70.490,55 €	57.753,87 €	13.650,23 €	544,50 €	142.439,16 €
Setor II – Lotes C, D	65.284,31 €	70.433,42 €	14.347,68 €	544,50 €	150.609,91 €
<b>TOTAL</b>	<b>135.774,86 €</b>	<b>128.187,29 €</b>	<b>27.997,92 €</b>	<b>1.089,00 €</b>	<b>293.049,07 €</b>

Como se pode observar no quadro 37, comparado aos custos dos estores e às despesas de operação, manutenção e reparação, as paredes e as caixilharias representam um valor importante de custo. O quadro 38 representa graficamente o investimento total dividido pelos vários trabalhos relativos às paredes, caixilharias, estores e respetivas despesas OMR.

Quadro 38 – Divisão do investimento total pelos trabalhos relativos às paredes, caixilharias, estores e respetivas despesas OMR



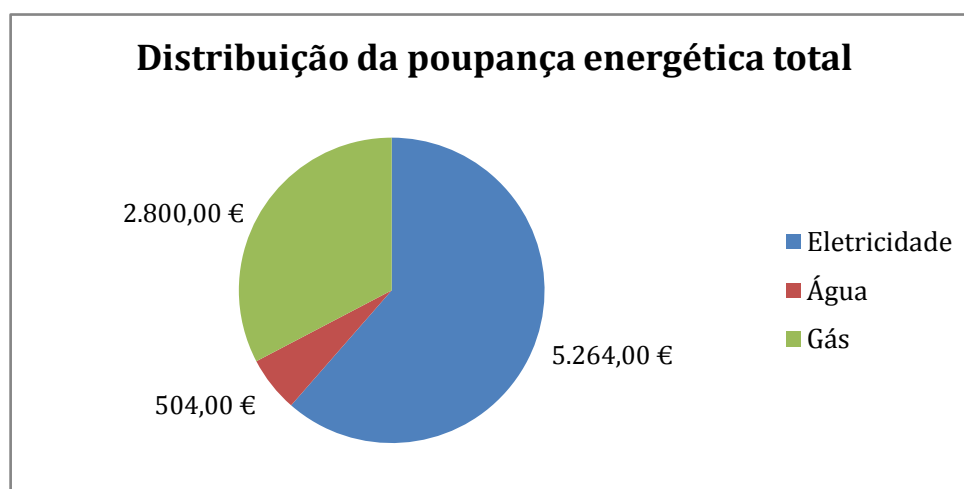
Tal como foi referido anteriormente, o quadro 39 apresenta as poupanças energéticas estimadas, nomeadamente para eletricidade, água e gás.

Quadro 39 – Poupanças energéticas estimadas para eletricidade, água e gás

Poupanças	Eletricidade	Água	Gás	TOTAL
Poupança por mês e por fração	5,22 €	0,50 €	2,78 €	8,50 €
Poupança por mês	438,67 €	42,00 €	233,33 €	714,00 €
Poupança por ano	5.264,00 €	504,00 €	2.800,00 €	8.568,00 €

Por sua vez, o quadro 40 apresenta graficamente as diferentes parcelas que compõem a poupança energética total estimada.

Quadro 40 – Poupança energética total estimada distribuída pelos vários recursos energéticos



Como se pode ver, a eletricidade acaba por ser a parcela mais importante das três porque a poupança que se pode obter corresponde a mais de metade da poupança total de energia.

### 3.3.2.2. Determinação do período de retorno das poupanças energéticas

De modo a verificar se o projeto era rentável, procedeu-se ao cálculo do VAL (Valor Atual Líquido) e da TIR (Taxa Interna de Rentabilidade). De seguida calculou-se o PMRI (Período Médio de Recuperação do Investimento) a fim de determinar o tempo necessário para reaver todo o capital investido. Para o cálculo do VAL, TIR e PMRI foram considerados alguns parâmetros no cálculo, representados no quadro 41. Para o cálculo do PMRI, o período de retorno de referência foi definido como 10 anos. Os valores percentuais adotados para as Taxas de Crescimento Anual correspondem ao valor percentual do Produto Interno Bruto (PIB) atual português (<http://www.pordata.pt/Europa/Taxa+de+crescimento+do+PIB-1533>), para a Taxa de IRC (Imposto Sobre o Rendimento das Pessoas Colectivas) foi considerado o valor de 21% (<http://www.economias.pt/taxa-de-irc-2015/>) e a Taxa de Atualização (TA) toma o valor de 6,83%. Este valor foi determinado através da expressão retirada do site do IAPMEI (<http://www.iapmei.pt/iapmei-art-03.php?id=576>):

$$TA = [(1 + T1) \times (1 + T2) \times (1 + T3)] - 1 \quad (15)$$

Onde:

- T1 - Rendimento Real – corresponde à remuneração real desejada para os capitais próprios
- T2 - Prémio de Risco - consiste no prémio anual de risco. Corresponde à taxa dependente da evolução económica, financeira, global e setorial do projeto, bem como ao montante envolvido no projeto
- T3 - Inflação - taxa de inflação

Os valores adotados para T1, T2 e T3 foram de 2,92% (razão entre as receitas anuais líquidas e o valor do investimento), 4,00% (através do site <http://www.economista.pt/artigo/o-que-e-o-premio-de-risco-e-como-o-calculat/> e considerando que o risco do projeto é alto) e -0,20% (<http://www.economias.pt/taxa-de-inflacao-portugal/>), respetivamente.

Uma vez que, para o cálculo do VAL, TIR e PMRI, o fator tempo é considerado em anos, o valor das receitas corresponde ao valor da poupança total por ano, ou seja, a 8.568,00€ (o modo como se chegou a este valor está explicado no ponto anterior). Como tal, espera-se que se poupe este valor de consumos energéticos por ano.

Quadro 41 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (consumos energéticos)

Dados para a Análise do Investimento	
Valor do investimento	293.049,07 €
Receitas Anuais Líquidas a partir do 1º Ano	8.568,00 €
Custo de Operação, Manutenção e Reparação (OMR)	1.089,00 €
Taxa de Crescimento Anual	0,90 %
Taxa de Crescimento Anual para OMR	0,90 %
Valor Residual (20% do investimento)	58.609,81 €
Depreciação / Amortização	Linear (todos os anos)
Taxa de IRC (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas)	21,00 %
Taxa de Atualização	6,83 %
Período de Estudo	20 anos
Cálculo de Depreciação Anual [ (Investimento - Valor Residual) / Período de Estudo ]	11.721,96 €

O cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos encontra-se nos quadros 42, 43, 44 e 45. Note-se que estes cálculos foram feitos para um período de estudo de 20 anos. Como tal, e para facilitar a compreensão dos valores dos quadros, optou-se por separar o período de estudo em 4 partes de 5 anos, sendo que o quadro 42 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 1 para o ano 5.

Quadro 42 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 1 ao ano 5)

POUPANÇA DE ELETRICIDADE, ÁGUA E GÁS	Taxas	0	1	2	3	4	5
1 - Receita Líquida	0,90%		8.645,11 €	8.722,92 €	8.801,42 €	8.880,64 €	8.960,56 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.098,80 €	-1.108,69 €	-1.118,67 €	-1.128,74 €	-1.138,90 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	7.546,31 €	7.614,23 €	7.682,76 €	7.751,90 €	7.821,67 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-4.175,65 €	-4.107,73 €	-4.039,21 €	-3.970,06 €	-3.900,29 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-876,89 €	-862,62 €	-848,23 €	-833,71 €	-819,06 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-3.298,76 €	-3.245,11 €	-3.190,97 €	-3.136,35 €	-3.081,23 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			8.423,20 €	8.476,85 €	8.530,99 €	8.585,61 €	8.640,73 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	8.423,20 €	8.476,85 €	8.530,99 €	8.585,61 €	8.640,73 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	6,83%	-293.049,07 €	7.884,92 €	7.428,07 €	6.997,79 €	6.592,55 €	6.210,88 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-185.786,75 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-1,99%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		104,98	anos				

O quadro 43 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 6 para o ano 10.

Quadro 43 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 6 ao ano 10)

POUPANÇA DE ELETRICIDADE, ÁGUA E GÁS	Taxas	0	6	7	8	9	10
1 - Receita Líquida	0,90%		9.041,21 €	9.122,58 €	9.204,68 €	9.287,52 €	9.371,11 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.149,15 €	-1.159,49 €	-1.169,92 €	-1.180,45 €	-1.191,08 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	7.892,06 €	7.963,09 €	8.034,76 €	8.107,07 €	8.180,04 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-3.829,90 €	-3.758,87 €	-3.687,20 €	-3.614,89 €	-3.541,93 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-804,28 €	-789,36 €	-774,31 €	-759,13 €	-743,80 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-3.025,62 €	-2.969,51 €	-2.912,89 €	-2.855,76 €	-2.798,12 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			8.696,34 €	8.752,45 €	8.809,07 €	8.866,20 €	8.923,84 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	8.696,34 €	8.752,45 €	8.809,07 €	8.866,20 €	8.923,84 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	6,83%	-293.049,07 €	5.851,40 €	5.512,82 €	5.193,91 €	4.893,53 €	4.610,60 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-185.786,75 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-1,99%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		104,98 anos					

O quadro 44 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 11 para o ano 15.

Quadro 44 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 11 ao ano 15)

POUPANÇA DE ELETRICIDADE, ÁGUA E GÁS	Taxas	0	11	12	13	14	15
1 - Receita Líquida	0,90%		9.455,45 €	9.540,55 €	9.626,42 €	9.713,05 €	9.800,47 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.201,80 €	-1.212,61 €	-1.223,53 €	-1.234,54 €	-1.245,65 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	8.253,66 €	8.327,94 €	8.402,89 €	8.478,52 €	8.554,82 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-3.468,31 €	-3.394,02 €	-3.319,07 €	-3.243,45 €	-3.167,14 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-728,34 €	-712,75 €	-697,01 €	-681,12 €	-665,10 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-2.739,96 €	-2.681,28 €	-2.622,07 €	-2.562,32 €	-2.502,04 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			8.982,00 €	9.040,68 €	9.099,90 €	9.159,64 €	9.219,92 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	8.982,00 €	9.040,68 €	9.099,90 €	9.159,64 €	9.219,92 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	6,83%	-293.049,07 €	4.344,09 €	4.093,06 €	3.856,59 €	3.633,84 €	3.424,01 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-185.786,75 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-1,99%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		104,98 anos					

O quadro 45 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 16 para o ano 20.

Quadro 45 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação aos consumos energéticos (do ano 16 ao ano 20)

POUPANÇA DE ELETRICIDADE, ÁGUA E GÁS	Taxas	0	16	17	18	19	20
1 - Receita Líquida	0,90%		9.888,68 €	9.977,67 €	10.067,47 €	10.158,08 €	10.249,50 €
2 - Valor Residual							58.609,81 €
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.256,86 €	-1.268,17 €	-1.279,58 €	-1.291,10 €	-1.302,72 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	8.631,82 €	8.709,50 €	8.787,89 €	8.866,98 €	67.556,60 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-3.090,15 €	-3.012,46 €	-2.934,07 €	-2.854,98 €	55.834,63 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-648,93 €	-632,62 €	-616,16 €	-599,55 €	11.725,27 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-2.441,22 €	-2.379,84 €	-2.317,92 €	-2.255,44 €	44.109,36 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			9.280,75 €	9.342,12 €	9.404,04 €	9.466,53 €	55.831,32 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	9.280,75 €	9.342,12 €	9.404,04 €	9.466,53 €	55.831,32 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	6,83%	-293.049,07 €	3.226,35 €	3.040,15 €	2.864,74 €	2.699,49 €	14.903,52 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-185.786,75 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-1,99%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		104,98	anos				

O VAL tem o valor de -185.786,75€ e, como é negativo, significa que o projeto não é economicamente viável, uma vez que as receitas são inferiores aos custos. Quanto à TIR, esta tem o valor de -1,99%, o que quer dizer que, se a taxa de atualização fosse de -1,99% em vez de 6,83%, o VAL seria positivo, tornando o investimento viável. O PMRI toma o valor de 104,98 anos, o que é bastante tempo porque só ao fim de quase 105 anos é que o investimento é retornado na sua totalidade. Como tal, chegou-se à conclusão de que não valeu a pena realizar a intervenção de reabilitação neste sentido.

### 3.3.3. ANÁLISE DE RECEITAS DE RENDAS E RESPECTIVO PERÍODO DE RETORNO

Um outro aspeto a abordar em relação a estes edifícios em estudo é o valor das rendas que os moradores têm de pagar e que neste ponto são as receitas a ter em conta para posterior determinação do período de retorno. Os valores percentuais das taxas são as mesmas que no ponto anterior.

De acordo com o Programa Integrado de Requalificação dos Bairros Municipais de Lisboa 2015/2017 (<http://www.am-lisboa.pt/documentos/1435325868F3gVD8bx4Up08TS7.pdf>), os valores das rendas são aplicadas aos contratos ativos em Fevereiro de 2015 respeitante a fogos habitacionais. Existem três tipos de rendas: a renda mínima, a renda média e a renda máxima, sendo que a última é a renda condicionada ou técnica, calculada de acordo com as características da habitação e não de acordo com os rendimentos do agregado familiar.

Os três tipos de rendas foram considerados de modo a criar várias expectativas de viabilidade económica do investimento e assim obter três cenários diferentes:

- Cenário pessimista - os moradores pagam a renda mínima;
- Cenário mais provável - os moradores pagam a renda média;
- Cenário otimista - os moradores pagam a renda máxima.

De seguida abordar-se-ão com mais detalhe os três cenários, bem como os parâmetros de cálculo adotados para o VAL, TIR e PMRI respetivos e os cálculos propriamente ditos.

### 3.3.3.1. Análise do cenário pessimista – renda mínima

O cenário pessimista é o cenário onde a renda paga pelos moradores toma um valor mínimo de 2,33€ que, multiplicando pelos 84 fogos existentes, resulta em 195,72€. Esse valor, por sua vez, vai corresponder ao valor da receita.

No quadro 46 estão representados os parâmetros para o cálculo do VAL, TIR e PMRI. Note-se que o investimento é o mesmo, o que muda é a receita anualmente prevista, bem como o valor da taxa de atualização, pois o cálculo de um dos seus parâmetros corresponde à razão entre a receita prevista e o custo da intervenção. O cálculo da taxa de atualização para este cenário foi feito da mesma maneira que para o caso dos consumos energéticos.

Quadro 46 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário pessimista)

Dados para a Análise do Investimento	
Tipo de cenário	Cenário Pessimista
Valor do investimento	293.049,07 €
Receitas Anuais Líquidas a partir do 1º Ano	195,72 €
Custo de Operação, Manutenção e Reparação (OMR)	1.089,00 €
Taxa de Crescimento Anual	0,90 %
Taxa de Crescimento Anual para OMR	0,90 %
Valor Residual (20% do investimento)	58.609,81 €
Depreciação / Amortização	Linear
Taxa de IRC (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas)	21,00 %
Taxa de Atualização	3,86 %
Período de Estudo	20 anos
Cálculo de Depreciação Anual [ (Investimento - Valor Residual) / Período de Estudo ]	11.721,96 €

Passando agora aos cálculos propriamente ditos, nos quadros 47, 48, 49 e 50 encontra-se o cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (renda mínima). Note-se que estes cálculos também foram feitos para um período de estudo de 20 anos. Como tal, e para facilitar a compreensão dos valores dos quadros, optou-se novamente por separar o período

de estudo em 4 partes de 5 anos, sendo que o quadro 47 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 1 para o ano 5.

Quadro 47 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 1 ao ano 5)

RENDA MÍNIMA DOS MORADORES	Taxas	0	1	2	3	4	5
1 - Receita Líquida	0,90%		197,48 €	199,26 €	201,05 €	202,86 €	204,69 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.098,80 €	-1.108,69 €	-1.118,67 €	-1.128,74 €	-1.138,90 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	-901,32 €	-909,43 €	-917,62 €	-925,87 €	-934,21 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-12.623,28 €	-12.631,39 €	-12.639,58 €	-12.647,84 €	-12.656,17 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-2.650,89 €	-2.652,59 €	-2.654,31 €	-2.656,05 €	-2.657,80 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-9.972,39 €	-9.978,80 €	-9.985,27 €	-9.991,79 €	-9.998,37 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			1.749,57 €	1.743,16 €	1.736,70 €	1.730,17 €	1.723,59 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	1.749,57 €	1.743,16 €	1.736,70 €	1.730,17 €	1.723,59 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	3,86%	-293.049,07 €	1.684,52 €	1.615,96 €	1.550,11 €	1.486,87 €	1.426,15 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-248.039,68 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-7,32%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	122,31 anos						

O quadro 48 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 6 para o ano 10.

Quadro 48 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 6 ao ano 10)

RENDA MÍNIMA DOS MORADORES	Taxas	0	6	7	8	9	10
1 - Receita Líquida	0,90%		206,53 €	208,39 €	210,26 €	212,16 €	214,07 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.149,15 €	-1.159,49 €	-1.169,92 €	-1.180,45 €	-1.191,08 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	-942,62 €	-951,10 €	-959,66 €	-968,30 €	-977,01 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-12.664,58 €	-12.673,06 €	-12.681,62 €	-12.690,26 €	-12.698,97 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-2.659,56 €	-2.661,34 €	-2.663,14 €	-2.664,95 €	-2.666,78 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-10.005,02 €	-10.011,72 €	-10.018,48 €	-10.025,30 €	-10.032,19 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			1.716,95 €	1.710,24 €	1.703,48 €	1.696,66 €	1.689,77 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	1.716,95 €	1.710,24 €	1.703,48 €	1.696,66 €	1.689,77 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	3,86%	-293.049,07 €	1.367,83 €	1.311,84 €	1.258,08 €	1.206,45 €	1.156,89 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-248.039,68 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-7,32%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	122,31 anos						

O quadro 49 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 11 para o ano 15.

Quadro 49 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 11 ao ano 15)

RENDA MÍNIMA DOS MORADORES	Taxas	0	11	12	13	14	15
1 - Receita Líquida	0,90%		215,99 €	217,94 €	219,90 €	221,88 €	223,87 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.201,80 €	-1.212,61 €	-1.223,53 €	-1.234,54 €	-1.245,65 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	-985,80 €	-994,68 €	-1.003,63 €	-1.012,66 €	-1.021,77 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-12.707,77 €	-12.716,64 €	-12.725,59 €	-12.734,62 €	-12.743,74 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-2.668,63 €	-2.670,49 €	-2.672,37 €	-2.674,27 €	-2.676,18 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-10.039,14 €	-10.046,14 €	-10.053,22 €	-10.060,35 €	-10.067,55 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			1.682,83 €	1.675,82 €	1.668,75 €	1.661,61 €	1.654,41 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	1.682,83 €	1.675,82 €	1.668,75 €	1.661,61 €	1.654,41 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	3,86%	-293.049,07 €	1.109,30 €	1.063,61 €	1.019,74 €	977,63 €	937,21 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-248.039,68 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-7,32%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		122,31 anos					

O quadro 50 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 16 para o ano 20.

Quadro 50 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário pessimista (do ano 16 ao ano 20)

RENDA MÍNIMA DOS MORADORES	Taxas	0	16	17	18	19	20
1 - Receita Líquida	0,90%		225,89 €	227,92 €	229,97 €	232,04 €	234,13 €
2 - Valor Residual							58.609,81 €
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.256,86 €	-1.268,17 €	-1.279,58 €	-1.291,10 €	-1.302,72 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	-1.030,97 €	-1.040,25 €	-1.049,61 €	-1.059,06 €	57.541,22 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-12.752,93 €	-12.762,21 €	-12.771,57 €	-12.781,02 €	45.819,26 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-2.678,12 €	-2.680,06 €	-2.682,03 €	-2.684,01 €	9.622,04 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-10.074,82 €	-10.082,15 €	-10.089,54 €	-10.097,01 €	36.197,22 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			1.647,15 €	1.639,82 €	1.632,42 €	1.624,96 €	47.919,18 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	1.647,15 €	1.639,82 €	1.632,42 €	1.624,96 €	47.919,18 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	3,86%	-293.049,07 €	898,40 €	861,15 €	825,40 €	791,08 €	22.461,18 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-248.039,68 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-7,32%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):		122,31 anos					

Neste cenário, o VAL é de -248.039,68€, o que torna o projeto não rentável. Por sua vez, a TIR tem o valor de -7,32%, que corresponde ao valor para o qual o VAL é positivo. Como tal, com uma taxa de atualização de -7,32% em vez de 3,86%, o projeto já seria viável economicamente. No que toca ao PMRI, este foi avaliado em 122,31 anos, o que quer dizer que ao fim de mais de 122 anos é que o investimento é retornado, o que reforça a inviabilidade do projeto.

### 3.3.3.2. Análise do cenário mais provável – renda média

No cenário mais provável, a renda paga pelos moradores toma o valor de 60,87€ que, multiplicando pelos 84 fogos existentes, resulta em 5.113,08€, que por sua vez corresponde ao valor da receita.

No quadro 51 apresentam-se os parâmetros para o cálculo do VAL, TIR e PMRI. Note-se que, tal como o cenário pessimista, o investimento é o mesmo, o que muda é a receita anualmente prevista, bem como o valor da taxa de atualização, pois o cálculo de um dos seus parâmetros corresponde à razão entre a receita prevista e o custo da intervenção. O cálculo da taxa de atualização para este cenário foi feito da mesma maneira que para o caso dos consumos energéticos.

Quadro 51 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário mais provável)

Dados para a Análise do Investimento	
Tipo de cenário	Cenário mais provável
Valor do investimento	293.049,07 €
Receitas Anuais Líquidas a partir do 1º Ano	5.113,08 €
Custo de Operação, Manutenção e Reparação (OMR)	1.089,00 €
Taxa de Crescimento Anual	0,90 %
Taxa de Crescimento Anual para OMR	0,90 %
Valor Residual (20% do investimento)	58.609,81 €
Depreciação / Amortização	Linear
Taxa de IRC (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas)	21,00 %
Taxa de Atualização	5,60 %
Período de Estudo	20 anos
Cálculo de Depreciação Anual [ (Investimento - Valor Residual) / Período de Estudo ]	11.721,96 €

Passando agora aos cálculos propriamente ditos, nos quadros 52, 53, 54 e 55 encontra-se o cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (renda média). É de salientar que para estes cálculos também foi considerado um período de estudo de 20 anos. Como tal, de modo a facilitar a compreensão dos valores dos quadros, optou-se por separar o período de estudo em 4 partes de 5 anos, sendo que o quadro 52 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 1 para o ano 5.

Quadro 52 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 1 ao ano 5)

RENDA MÉDIA DOS MORADORES	Taxas	0	1	2	3	4	5
1 - Receita Líquida	0,90%		5.159,10 €	5.205,53 €	5.252,38 €	5.299,65 €	5.347,35 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.098,80 €	-1.108,69 €	-1.118,67 €	-1.128,74 €	-1.138,90 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	4.060,30 €	4.096,84 €	4.133,71 €	4.170,91 €	4.208,45 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-7.661,67 €	-7.625,12 €	-7.588,25 €	-7.551,05 €	-7.513,51 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-1.608,95 €	-1.601,28 €	-1.593,53 €	-1.585,72 €	-1.577,84 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-6.052,72 €	-6.023,85 €	-5.994,72 €	-5.965,33 €	-5.935,67 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			5.669,25 €	5.698,12 €	5.727,24 €	5.756,63 €	5.786,29 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	5.669,25 €	5.698,12 €	5.727,24 €	5.756,63 €	5.786,29 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	5,60%	-293.049,07 €	5.368,45 €	5.109,51 €	4.863,15 €	4.628,76 €	4.405,75 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-207.537,48 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-3,98%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	111,50	anos					

O quadro 53 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 6 para o ano 10.

Quadro 53 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 6 ao ano 10)

RENDA MÉDIA DOS MORADORES	Taxas	0	6	7	8	9	10
1 - Receita Líquida	0,90%		5.395,47 €	5.444,03 €	5.493,03 €	5.542,47 €	5.592,35 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.149,15 €	-1.159,49 €	-1.169,92 €	-1.180,45 €	-1.191,08 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	4.246,33 €	4.284,55 €	4.323,11 €	4.362,01 €	4.401,27 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-7.475,63 €	-7.437,42 €	-7.398,86 €	-7.359,95 €	-7.320,69 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-1.569,88 €	-1.561,86 €	-1.553,76 €	-1.545,59 €	-1.537,34 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-5.905,75 €	-5.875,56 €	-5.845,10 €	-5.814,36 €	-5.783,35 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			5.816,21 €	5.846,40 €	5.876,87 €	5.907,60 €	5.938,62 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	5.816,21 €	5.846,40 €	5.876,87 €	5.907,60 €	5.938,62 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	5,60%	-293.049,07 €	4.193,57 €	3.991,69 €	3.799,60 €	3.616,82 €	3.442,90 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-207.537,48 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-3,98%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	111,50	anos					

O quadro 54 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 11 para o ano 15.

Quadro 54 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 11 ao ano 15)

RENDA MÉDIA DOS MORADORES	Taxas	0	11	12	13	14	15
1 - Receita Líquida	0,90%		5.642,68 €	5.693,46 €	5.744,71 €	5.796,41 €	5.848,58 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.201,80 €	-1.212,61 €	-1.223,53 €	-1.234,54 €	-1.245,65 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	4.440,88 €	4.480,85 €	4.521,18 €	4.561,87 €	4.602,93 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-7.281,08 €	-7.241,11 €	-7.200,78 €	-7.160,09 €	-7.119,04 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-1.529,03 €	-1.520,63 €	-1.512,16 €	-1.503,62 €	-1.495,00 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-5.752,05 €	-5.720,48 €	-5.688,62 €	-5.656,47 €	-5.624,04 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			5.969,91 €	6.001,49 €	6.033,34 €	6.065,49 €	6.097,92 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	5.969,91 €	6.001,49 €	6.033,34 €	6.065,49 €	6.097,92 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	5,60%	-293.049,07 €	3.277,41 €	3.119,94 €	2.970,09 €	2.827,49 €	2.691,79 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-207.537,48 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-3,98%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	111,50 anos						

O quadro 55 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 16 para o ano 20.

Quadro 55 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário mais provável (do ano 16 ao ano 20)

RENDA MÉDIA DOS MORADORES	Taxas	0	16	17	18	19	20
1 - Receita Líquida	0,90%		5.901,21 €	5.954,32 €	6.007,91 €	6.061,98 €	6.116,54 €
2 - Valor Residual							58.609,81 €
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.256,86 €	-1.268,17 €	-1.279,58 €	-1.291,10 €	-1.302,72 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	4.644,35 €	4.686,15 €	4.728,33 €	4.770,88 €	63.423,63 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	-7.077,61 €	-7.035,81 €	-6.993,63 €	-6.951,08 €	51.701,67 €
7 - Imposto IRC	21,00%		-1.486,30 €	-1.477,52 €	-1.468,66 €	-1.459,73 €	10.857,35 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			-5.591,31 €	-5.558,29 €	-5.524,97 €	-5.491,35 €	40.844,32 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			6.130,65 €	6.163,67 €	6.196,99 €	6.230,61 €	52.566,28 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	6.130,65 €	6.163,67 €	6.196,99 €	6.230,61 €	52.566,28 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	5,60%	-293.049,07 €	2.562,65 €	2.439,76 €	2.322,80 €	2.211,49 €	17.667,96 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-207.537,48 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	-3,98%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	111,50 anos						

Neste cenário, obteve-se um VAL de -207.537,48€, o que torna o projeto economicamente inviável. A TIR apresenta o valor de -3,98%, o que quer dizer que, se a taxa de atualização fosse de -3,98% em vez de 5,60%, o VAL seria positivo, tornando o investimento rentável. Quanto ao PMRI, este foi avaliado em 111,50 anos, o que quer dizer que só ao fim de mais de 111 anos é que o investimento é retornado, reforçando a inviabilidade do projeto.

### 3.3.3.3. Análise do cenário otimista – renda máxima

No cenário otimista, a renda paga pelos moradores toma o valor de 309,04€ que, multiplicando pelos 84 fogos existentes, resulta em 25.959,36€, que por sua vez corresponde ao valor da receita.

No quadro 56 estão representados os parâmetros para o cálculo do VAL, TIR e PMRI. Mais uma vez, tal como nos dois cenários anteriores, o investimento é o mesmo, o que muda é a receita anualmente prevista, bem como o valor da taxa de atualização, uma vez que o cálculo de um dos seus parâmetros corresponde à razão entre a receita prevista e o custo da intervenção. O cálculo da taxa de atualização para este cenário foi feito da mesma maneira que para o caso dos consumos energéticos.

Quadro 56 – Parâmetros de cálculo para o VAL, TIR e PMRI (cenário otimista)

Dados para a Análise do Investimento	
Tipo de cenário	Cenário otimista
Valor do investimento	293.049,07 €
Receitas Anuais Líquidas a partir do 1º Ano	25.959,36 €
Custo de Operação, Manutenção e Reparação (OMR)	1.089,00 €
Taxa de Crescimento Anual	0,90 %
Taxa de Crescimento Anual para OMR	0,90 %
Valor Residual (20% do investimento)	58.609,81 €
Depreciação / Amortização	Linear
Taxa de IRC (Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas)	21,00 %
Taxa de Atualização	12,99 %
Período de Estudo	20 anos
Cálculo de Depreciação Anual [ (Investimento - Valor Residual) / Período de Estudo ]	11.721,96 €

Passando agora aos cálculos propriamente ditos, nos quadros 57, 58, 59 e 60 encontra-se o cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (renda máxima). Para estes cálculos tal como nos cenários anteriores, foi considerado um período de estudo de 20 anos. Assim, de modo a facilitar a compreensão dos valores dos quadros, optou-se por separar o período de estudo em 4 partes de 5 anos, sendo que o quadro 57 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 1 para o ano 5.

Quadro 57 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 1 ao ano 5)

RENDA MÁXIMA DOS MORADORES	Taxas	0	1	2	3	4	5
1 - Receita Líquida	0,90%		26.192,99 €	26.428,73 €	26.666,59 €	26.906,59 €	27.148,75 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.098,80 €	-1.108,69 €	-1.118,67 €	-1.128,74 €	-1.138,90 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	25.094,19 €	25.320,04 €	25.547,92 €	25.777,85 €	26.009,85 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	13.372,23 €	13.598,08 €	13.825,96 €	14.055,89 €	14.287,89 €
7 - Imposto IRC	21,00%		2.808,17 €	2.855,60 €	2.903,45 €	2.951,74 €	3.000,46 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			10.564,06 €	10.742,48 €	10.922,51 €	11.104,15 €	11.287,43 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			22.286,02 €	22.464,44 €	22.644,47 €	22.826,12 €	23.009,40 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	22.286,02 €	22.464,44 €	22.644,47 €	22.826,12 €	23.009,40 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	12,99%	-293.049,07 €	19.724,54 €	17.597,23 €	15.699,47 €	14.006,49 €	12.496,17 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-124.759,83 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	5,74%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	81,10	anos					

O quadro 58 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 6 para o ano 10.

Quadro 58 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 6 ao ano 10)

RENDA MÁXIMA DOS MORADORES	Taxas	0	6	7	8	9	10
1 - Receita Líquida	0,90%		27.393,09 €	27.639,62 €	27.888,38 €	28.139,38 €	28.392,63 €
<b>2 - Valor Residual</b>							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.149,15 €	-1.159,49 €	-1.169,92 €	-1.180,45 €	-1.191,08 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	26.243,94 €	26.480,14 €	26.718,46 €	26.958,92 €	27.201,56 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	14.521,98 €	14.758,17 €	14.996,50 €	15.236,96 €	15.479,59 €
7 - Imposto IRC	21,00%		3.049,62 €	3.099,22 €	3.149,26 €	3.199,76 €	3.250,71 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			11.472,36 €	11.658,96 €	11.847,23 €	12.037,20 €	12.228,88 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			23.194,33 €	23.380,92 €	23.569,19 €	23.759,16 €	23.950,84 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	23.194,33 €	23.380,92 €	23.569,19 €	23.759,16 €	23.950,84 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	12,99%	-293.049,07 €	11.148,79 €	9.946,76 €	8.874,40 €	7.917,72 €	7.064,21 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-124.759,83 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	5,74%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	81,10	anos					

O quadro 59 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 11 para o ano 15.

Quadro 59 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 11 ao ano 15)

RENDA MÁXIMA DOS MORADORES	Taxas	0	11	12	13	14	15
1 - Receita Líquida	0,90%		28.648,17 €	28.906,00 €	29.166,15 €	29.428,65 €	29.693,51 €
2 - Valor Residual							
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.201,80 €	-1.212,61 €	-1.223,53 €	-1.234,54 €	-1.245,65 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	27.446,37 €	27.693,39 €	27.942,63 €	28.194,11 €	28.447,86 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	15.724,41 €	15.971,42 €	16.220,66 €	16.472,15 €	16.725,89 €
7 - Imposto IRC	21,00%		3.302,13 €	3.354,00 €	3.406,34 €	3.459,15 €	3.512,44 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			12.422,28 €	12.617,42 €	12.814,32 €	13.013,00 €	13.213,46 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			24.144,24 €	24.339,39 €	24.536,29 €	24.734,96 €	24.935,42 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	24.144,24 €	24.339,39 €	24.536,29 €	24.734,96 €	24.935,42 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	12,99%	-293.049,07 €	6.302,76 €	5.623,43 €	5.017,36 €	4.476,63 €	3.994,21 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-124.759,83 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	5,74%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	81,10	anos					

O quadro 60 apresenta o cálculo do VAL, TIR e PMRI do ano 16 para o ano 20.

Quadro 60 – Cálculo do VAL, TIR e PMRI em relação ao cenário otimista (do ano 16 ao ano 20)

RENDA MÁXIMA DOS MORADORES	Taxas	0	16	17	18	19	20
1 - Receita Líquida	0,90%		29.960,75 €	30.230,39 €	30.502,47 €	30.776,99 €	31.053,98 €
2 - Valor Residual							58.609,81 €
3 - Despesas da OMR	0,90%		-1.256,86 €	-1.268,17 €	-1.279,58 €	-1.291,10 €	-1.302,72 €
4 - Resultado Bruto 1+2+3		0,00 €	28.703,89 €	28.962,22 €	29.222,88 €	29.485,89 €	88.361,08 €
5 - Amortizações			11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €	11.721,96 €
6 - Lucro Líquido antes de impostos 4-5		0,00 €	16.981,93 €	17.240,26 €	17.500,92 €	17.763,93 €	76.639,11 €
7 - Imposto IRC	21,00%		3.566,20 €	3.620,45 €	3.675,19 €	3.730,42 €	16.094,21 €
8 - Lucro Líquido depois de impostos 6-7			13.415,72 €	13.619,81 €	13.825,73 €	14.033,50 €	60.544,90 €
9 - Cash-Flow exploração 5+8			25.137,68 €	25.341,77 €	25.547,69 €	25.755,46 €	72.266,86 €
10 - Investimento		293.049,07 €					
11 - Cash-Flow do equipamento 9-10		-293.049,07 €	25.137,68 €	25.341,77 €	25.547,69 €	25.755,46 €	72.266,86 €
12 - Cash-Flow do equipamento atualizado	12,99%	-293.049,07 €	3.563,81 €	3.179,80 €	2.837,19 €	2.531,52 €	6.286,74 €
13 - Valor atual líquido - VAL			-124.759,83 €				
14 - Taxa Interna de Rentabilidade - TIR	5,74%						
Tempo de Reembolso do Investimento (PMRI):	81,10	anos					

Em relação a este cenário, as receitas são um pouco superiores, comparativamente com as receitas das poupanças de consumos referidas no ponto anterior.

Por outro lado, também foi referido que neste cenário as rendas máximas são calculadas de acordo com as características das residências e não de acordo com os rendimentos dos moradores.

No entanto, os edifícios em estudo são edifícios sociais e, como tal, é expectável que os moradores paguem a mesma renda após a reabilitação do edifício onde residem, mesmo que o último tenha adquirido mais qualidade.

Ao determinar o VAL, este apresenta o valor de -124.759,83€, também indicando que o projeto não é rentável economicamente. Por sua vez, a TIR é de 5,74%. Para este cenário, a taxa de atualização era de 12,99%, valor este que é bastante significativo e por isso era muito provável que o VAL fosse negativo. Como tal, se se reduzir a taxa de atualização para 5,74%, o VAL aumenta e torna-se positivo, tornando o projeto viável. Mesmo considerando uma renda bastante mais alta em relação aos cenários anteriores, o PMRI continua a ser bastante elevado. Neste caso, é de 81,10 anos, o que significa que só ao fim de mais de 80 anos é que o investimento é retornado.

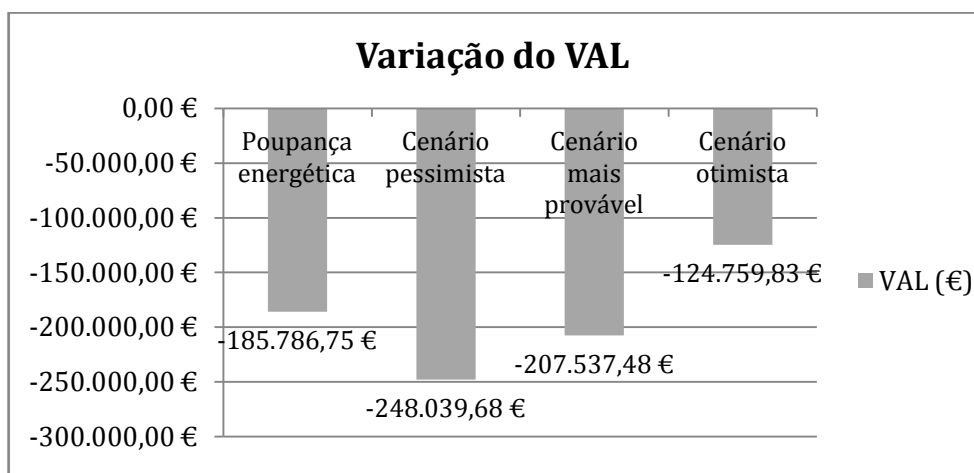
O quadro 61 resume os vários cenários de análise da viabilidade do projeto.

Quadro 61 – Resumo da análise de viabilidade do projeto

Parâmetros	Poupança Energética	Cenário Pessimista	Cenário Mais Provável	Cenário Otimista
VAL	-185.786,75 €	-248.039,68 €	-207.537,48 €	-124.759,83 €
Taxa de Atualização	6,83 %	3,86 %	5,60 %	12,99 %
TIR	-1,99 %	-7,32 %	-3,98 %	5,74 %
PMRI	104,98 anos	122,31 anos	111,50 anos	81,10 anos
Período de retorno de referência	10 anos	10 anos	10 anos	10 anos
Rentabilidade do projeto	Não rentável	Não rentável	Não rentável	Não rentável

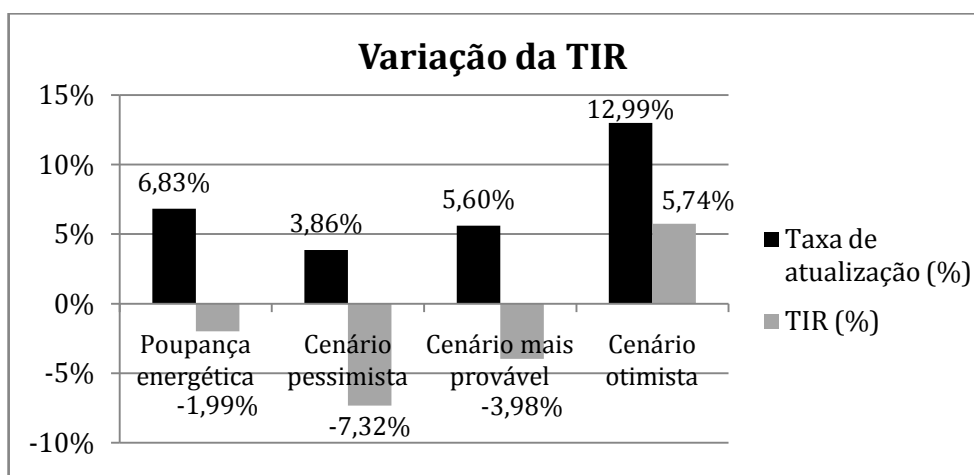
No quadro 62 está representado graficamente a variação do VAL para os 4 cenários. Lembra-se que o projeto é viável quando o VAL é nulo (permite recuperar o investimento inicial mas existe grandes hipóteses de se tornar inviável devido a imprevistos tais como o aumento dos custos ou diminuição das receitas) ou positivo (permite recuperar o investimento inicial e ainda se obtém um excedente financeiro). Como se irá ver, o VAL é negativo em qualquer um dos cenários, o que significa que neste sentido o projeto não é viável.

Quadro 62 – Variação do VAL para os 4 cenários



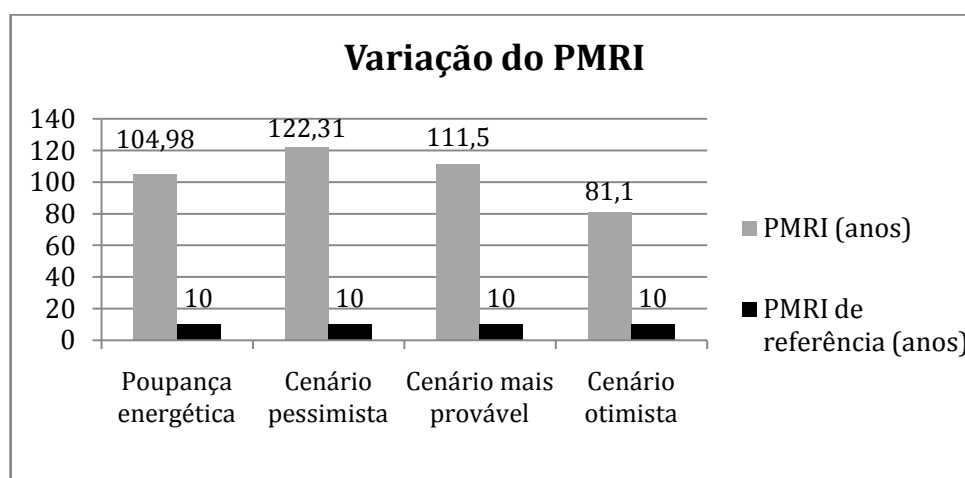
Por sua vez, o quadro 63 apresenta graficamente a viabilidade do projeto em relação à TIR para os 4 cenários. Tal como já foi mencionado anteriormente, para o projeto ser viável, a TIR tem de ser superior à taxa de atualização, o que não acontece em nenhum dos cenários, como se verá de seguida.

Quadro 63 – Variação da TIR para os 4 cenários



Por fim, no quadro 64 está representado graficamente a variação do PMRI para os 4 cenários, bem como o PMRI de referência. Note-se que, se o PMRI calculado for superior ao de referência, o projeto torna-se inviável, pois o tempo para que haja retorno do investimento será maior.

Quadro 64 – Variação do PMRI para os 4 cenários



Como se pode observar, em qualquer um dos 4 cenários, o projeto não é viável porque o PMRI calculado é sempre superior ao PMRI de referência.

#### 3.3.4. ESTIMATIVA DE VALOR PATRIMONIAL DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO

Passando agora ao valor dos edifícios propriamente ditos, estimou-se um preço para estes, considerando a sua estrutura inicial e a área útil (área utilizada por pessoas) que estes ocupavam, isto é, as áreas habitáveis (frações) e as áreas comuns, como por exemplo os corredores dos edifícios e as escadas de acesso.

Existem 2 grupos de escadas que dão acesso ao 1º, 2º, 3º e 4º andar dos lotes, sendo que os lotes A e B partilham um grupo de escadas e os lotes C e D partilham o outro grupo.

De acordo com a Portaria nº 280/2014 ([https://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/portal/pt/portal/docs/Legislacao/Portaria\\_280\\_2014\\_valor\\_construcao\\_2015.pdf](https://www.portaldahabitacao.pt/opencms/export/sites/portal/pt/portal/docs/Legislacao/Portaria_280_2014_valor_construcao_2015.pdf)), o valor médio de construção está fixado em 482,40 € por metro quadrado.

Segundo o artigo 39º do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis, CIMI ([http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao\\_fiscal/codigos\\_tributarios/cimi/index\\_cimi.htm](http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/cimi/index_cimi.htm)), ao valor médio de construção é adicionado 25% para o custo por metro quadrado do terreno de implantação, perfazendo um valor total de 603 €, que corresponde ao valor base dos prédios edificados, e que vai ser utilizado no cálculo do preço dos lotes.

Relembra-se que os lotes A e D têm 6 pisos (do rés-do-chão ao 4º andar mais uma cave com duas frações) e os lotes B e C têm 5 pisos (do rés-do-chão ao 4º andar, sem caves).

De modo a ter uma noção do valor que os lotes passaram a ter após a reabilitação, recorreram-se a várias simulações (<https://zonamentopf.portaldasfinancas.gov.pt/SIGIMI/default.jsp#>), onde se indicou várias informações acerca dos edifícios, tais como a (in)existência de garagens e sistema central de climatização, elevadores de acesso, o seu estado de conservação e a sua qualidade construtiva, as áreas que estes ocupam, entre outras.

É de salientar que os valores dos edifícios que serão apresentados são valores estimados. De seguida comparar-se-ão os valores monetários dos vários lotes tanto antes como depois da reabilitação.

### 3.3.4.1. Valor patrimonial do lote A

Para fazer uma simulação do valor deste lote, procedeu-se à determinação de algumas áreas, nomeadamente a área bruta privativa, a área bruta dependente, a área de implantação do edifício no terreno e a área total do terreno. Note-se que este lote tem uma cave com duas frações.

No quadro 65 estão representados os valores dessas áreas para o lote A.

Para tal, foi calculada a área habitável do piso da cave e dos pisos correntes e a área comum do piso da cave e dos pisos correntes, sendo que a área comum diz respeito às áreas como a parte não habitável do piso da cave, os corredores e as escadas.

A área bruta privativa é dada pelo total da área habitável (caves e pisos correntes) e a área bruta dependente corresponde ao total da área comum (caves e pisos correntes).

A área total do terreno foi considerada igual à área de implantação do edifício neste.

Quadro 65 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote A

Lote A							
Área habitável (piso cave)	Área habitável (piso corrente)	Área comum (piso cave)	Área comum (piso corrente)	Área bruta privativa	Área bruta dependente	Área de implantação do edifício no terreno	Área total do terreno
136,58 m <sup>2</sup>	288,64 m <sup>2</sup>	226,51 m <sup>2</sup>	107,00 m <sup>2</sup>	1579,78 m <sup>2</sup>	761,51 m <sup>2</sup>	387,42 m <sup>2</sup>	387,42 m <sup>2</sup>

A simulação passou pela fase de introdução do local onde ia ser feita, sendo este o distrito de Lisboa, o concelho de Lisboa e a freguesia de Beato.

Na figura 47 estão representados os coeficientes de localização do lote A.

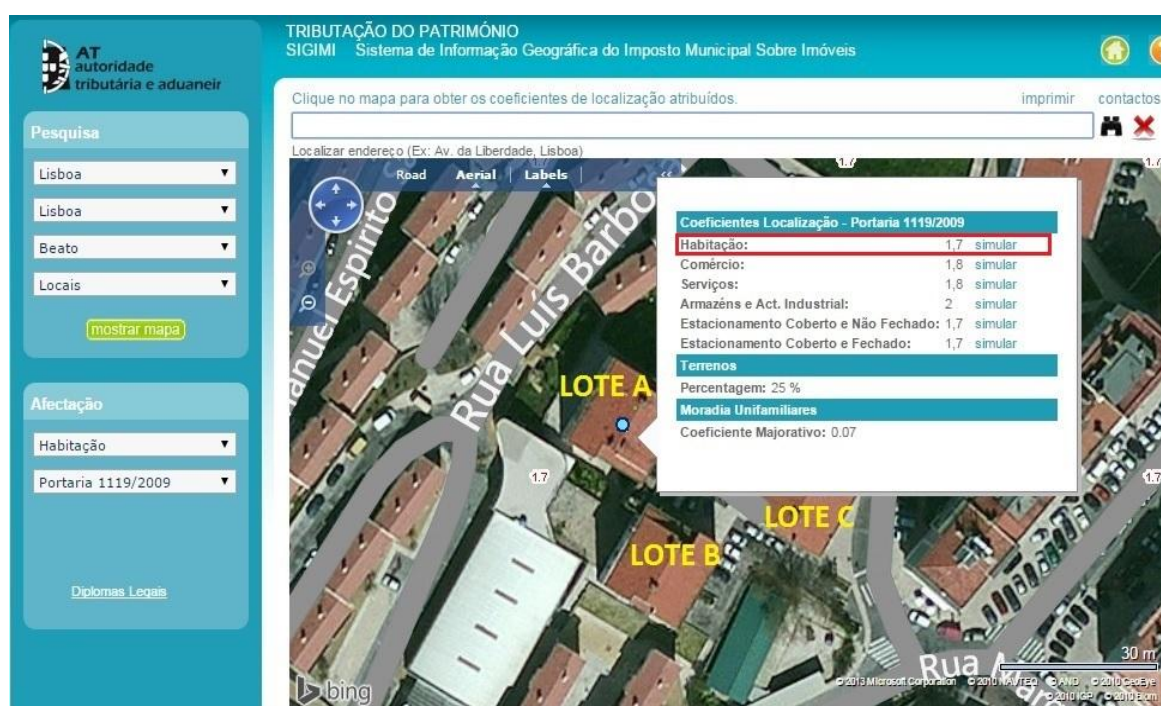


Fig.47 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote A

Tal como ilustrado na figura 48, de seguida procedeu-se à colocação das informações do lote, tal como foi referido no ponto anterior. Os parâmetros introduzidos na secção de Coeficiente de Qualidade e Conforto foram adotados pelo mestrando, considerando as visitas realizadas à obra e a informação dada pela equipa de fiscalização e pelos moradores.

O edifício foi construído no início da década de 1970, o que corresponde a uma idade de 45 anos, valor esse que foi necessário introduzir no simulador.

Quanto à existência de garagens, o lote A não possui, assim como também não possui qualquer piscina, campo de ténis ou sistema de climatização.

Uma vez que se trata de um edifício multifamiliar, o campo “Moradia Unifamiliar” toma o valor 0,00 na escala de 0,00 a 0,20.

Em relação à qualidade construtiva, numa escala de 0,00 a 0,15 adotou-se o valor de 0,05 porque os materiais utilizados na construção do edifício não se encontravam em bom estado de conservação, já tinham perdido parte das suas propriedades porque não houve manutenção do lote desde que foi construído nem foi alvo de intervenções anteriores a esta.

Quanto ao parâmetro da localização excepcional, o valor adotado foi 0,05 numa escala de 0,00 a 0,10 porque, embora o edifício não possua muitas vistas panorâmicas para o mar, rios ou outros elementos visuais que influenciem o seu valor de mercado, este encontra-se numa zona com alguma altitude e por isso tem uma vista ampla para os outros edifícios situados numa região de altitude mais baixa.

**Tipo de Prédio**

Prédio Edificado ▼

Propriedade total com ou sem divisões  
 Fracção de prédio em regime de Propriedade Horizontal

**Valores para o cálculo**

Afectação: Habitação ▼      Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>): 603,00 ▼  
 Coeficiente de Localização: 1,7      Idade do Prédio (anos): 45

**Coeficiente de Qualidade e Conforto**

Assinale os elementos que o seu prédio possui	Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui
Localização em condomínio fechado <input type="checkbox"/>	Inexistência de cozinha <input type="checkbox"/>
Garagem individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de instalações sanitárias <input type="checkbox"/>
Garagem colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de água <input type="checkbox"/>
Piscina individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de electricidade <input type="checkbox"/>
Piscina colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de gás <input type="checkbox"/>
Campo de ténis <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de esgotos <input type="checkbox"/>
Outros equipamentos de lazer <input type="checkbox"/>	Inexistência de ruas pavimentadas <input type="checkbox"/>
Sistema central de climatização <input type="checkbox"/>	Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU) <input type="checkbox"/>
Elevadores em edificios de menos de 4 pisos <input type="checkbox"/>	Inexistência de elevador em edificios com mais de 3 pisos <input type="checkbox"/>
Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20) <input style="width: 50px;" type="text" value="0"/>	Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,04"/>
Qualidade construtiva (0,00 a 0,15) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,05"/>	Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,02"/>
Localização excepcional (0,00 a 0,10) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,05"/>	
Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <input style="width: 50px;" type="text" value="0,03"/>	

**Áreas**

Área bruta privativa (m <sup>2</sup> ) <input style="width: 50px;" type="text" value="1579,78"/>	Área bruta dependente (m <sup>2</sup> ) <input style="width: 50px;" type="text" value="761,51"/>
Área total do terreno (m <sup>2</sup> ) <input style="width: 50px;" type="text" value="387,42"/>	Área de implantação do edificio no terreno (m <sup>2</sup> ) <input style="width: 50px;" type="text" value="387,42"/>

Fig.48 – Introdução de dados do lote A – antes da reabilitação

Num intervalo de valores de 0,00 a 0,05, considerou-se o valor de 0,03 para a localização e operacionalidade relativas porque, embora o lote se encontre numa zona com alguma

altitude e o seu acesso seja um pouco condicionado, este encontra-se relativamente próximo de escolas e cafés.

Para o estado deficiente de conservação foi adotado o valor de 0,04 numa escala de 0,00 a 0,05 porque os materiais de construção já se encontravam degradados, o aspeto geral do edifício era pouco razoável e havia várias zonas que tinham sido alvo de vandalismo.

Os valores da área bruta privativa, área total do terreno, área bruta dependente e área de implantação do edifício do terreno, tal como indicado no quadro 53, são de 1579,78 m<sup>2</sup>, 387,42m<sup>2</sup>, 761,51m<sup>2</sup>, e 387,42m<sup>2</sup>, respetivamente.

Uma vez introduzidos os valores, foi possível estimar um valor patrimonial do edifício, antes da reabilitação, tal como está representado na figura 49.

#### Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,07
Área bruta privativa	1.579,78 m2
Área bruta dependente	761,51 m2
Área total do terreno	387,42 m2
Área de implantação do edifício no terreno	387,42 m2
Área Ajustada	1.475,59 m2
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>1.052.030,00 €</b>

Fig.49 – Valor patrimonial do lote A – antes da reabilitação

De seguida, após novas visitas à obra e recolha de informação em conversa com a pessoa responsável pela fiscalização e com os moradores, voltou-se a introduzir dados novos para a simulação e determinou-se o valor patrimonial do lote A após a reabilitação.

Os novos dados introduzidos encontram-se na figura 50.

Note-se que os valores da secção de Coeficiente de Qualidade e Conforto antes da reabilitação são bastante semelhantes, comparativamente aos valores na fase “depois” da reabilitação.

O valor que se alterou foi o da Qualidade construtiva, que aumentou porque os materiais presentes no edifício são de melhor qualidade que os que estavam antes, e o valor do Estado Deficiente de Conservação diminuiu porque, uma vez feita a reabilitação, o edifício encontra-se em bom estado de conservação.

**Tipo de Prédio**

Prédio Edificado ▾

Propriedade total com ou sem divisões  
 Fracção de prédio em regime de Propriedade Horizontal

**Valores para o cálculo**

Afectação Habitação ▾
 Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>) 603,00 ▾

Coeficiente de Localização 1,7
 Idade do Prédio (anos) 45

**Coeficiente de Qualidade e Conforto**

Assinale os elementos que o seu prédio possui	Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui
Localização em condomínio fechado <input type="checkbox"/>	Inexistência de cozinha <input type="checkbox"/>
Garagem individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de instalações sanitárias <input type="checkbox"/>
Garagem colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de água <input type="checkbox"/>
Piscina individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de electricidade <input type="checkbox"/>
Piscina colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de gás <input type="checkbox"/>
Campo de ténis <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de esgotos <input type="checkbox"/>
Outros equipamentos de lazer <input type="checkbox"/>	Inexistência de ruas pavimentadas <input type="checkbox"/>
Sistema central de climatização <input type="checkbox"/>	Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU) <input type="checkbox"/>
Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos <input type="checkbox"/>	Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos <input type="checkbox"/>
Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0</span>	Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0</span>
Qualidade construtiva (0,00 a 0,15) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0,10</span>	Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0,02</span>
Localização excepcional (0,00 a 0,10) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0,05</span>	
Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">0,03</span>	

**Áreas**

Área bruta privativa (m <sup>2</sup> ) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">1579,78</span>	Área bruta dependente (m <sup>2</sup> ) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">761,51</span>
Área total do terreno (m <sup>2</sup> ) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">387,42</span>	Área de implantação do edifício no terreno (m <sup>2</sup> ) <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">387,42</span>

Fig.50 – Introdução de dados do lote A – depois da reabilitação

O valor patrimonial do lote A, após a reabilitação, encontra-se na figura 51.

## Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,16
Área bruta privativa	1.579,78 m <sup>2</sup>
Área bruta dependente	761,51 m <sup>2</sup>
Área total do terreno	387,42 m <sup>2</sup>
Área de implantação do edifício no terreno	387,42 m <sup>2</sup>
Área Ajustada	1.475,59 m <sup>2</sup>
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>1.140.520,00 €</b>

Fig.51 – Valor patrimonial do lote A – depois da reabilitação

Como se pode observar, o edifício passou de 1.052.030,00€ para 1.140.520,00€, aumentando o seu valor patrimonial em 88.490,00€, o que corresponde apenas a 8,41% do seu valor inicial. Como tal, dado o investimento feito e do ponto de vista do investidor, a reabilitação não é rentável mesmo com o aumento da valorização do edifício.

## 3.3.4.2. Valor patrimonial do lote B

Para calcular o valor patrimonial deste lote, determinou-se novamente as áreas referidas no ponto anterior. O quadro 66 faz referência aos valores dessas áreas. Note-se que este lote não tem caves.

Quadro 66 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote B

Lote B							
Área habitável (piso cave)	Área habitável (piso corrente)	Área comum (piso cave)	Área comum (piso corrente)	Área bruta privativa	Área bruta dependente	Área de implantação do edifício no terreno	Área total do terreno
0,00 m <sup>2</sup>	288,64 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>	63,22 m <sup>2</sup>	1443,20 m <sup>2</sup>	316,11 m <sup>2</sup>	396,06 m <sup>2</sup>	396,06 m <sup>2</sup>

Uma vez que este lote não tem caves, considerou-se a área habitável e comum do piso da cave de valor 0. Posteriormente introduziu-se o local onde ia ser feita a simulação. Na figura 52 estão representados os coeficientes de localização do lote B.



Fig.52 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote B

De seguida procedeu-se à colocação das informações do lote. Os parâmetros introduzidos na secção de Coeficiente de Qualidade e Conforto também foram adotados pelo mestrando considerando as visitas realizadas à obra e a informação dada pela equipa de fiscalização e pelos moradores. Para se proceder à simulação do valor patrimonial, foi necessário preencher alguns campos com valores, como se poderá observar na figura 53.

Este edifício também foi construído no início da década de 1970, o que corresponde a uma idade de 45 anos, valor esse que foi necessário introduzir no simulador. Quanto à existência de garagens, o lote B não possui, assim como também não possui qualquer piscina, campo de ténis ou sistema de climatização. Uma vez que se trata de um edifício multifamiliar, o campo “Moradia Unifamiliar” toma o valor 0,00 na escala de 0,00 a 0,20. Em relação à qualidade construtiva, numa escala de 0,00 a 0,15 adotou-se o valor de 0,05 porque os materiais utilizados na construção do edifício não se encontravam em bom estado de conservação, já tinham perdido parte das suas propriedades porque não houve manutenção do lote desde que foi construído nem foi alvo de intervenções anteriores a esta. Quanto ao parâmetro da localização excecional, o valor adotado foi 0,05 numa escala de 0,00 a 0,10 porque, embora o edifício não possua muitas vistas panorâmicas para o mar, rios ou outros elementos visuais que influenciem o seu valor de mercado, este encontra-se numa zona com alguma altitude e por isso tem uma vista ampla para os outros edifícios situados numa região de altitude mais baixa. Num intervalo de valores de 0,00 a 0,05, considerou-se o valor de 0,03 para a localização e operacionalidade relativas porque, embora o lote se encontre numa zona com alguma altitude e o seu acesso seja um pouco condicionado, este encontra-se relativamente próximo de escolas e cafés. Para o estado deficiente de conservação foi adotado o valor de 0,04 numa escala de 0,00 a 0,05 porque os materiais de construção já se

encontravam degradados, o aspeto geral do edifício era pouco razoável e havia várias zonas que tinham sido alvo de vandalismo. Os valores da área bruta privativa, área total do terreno, área bruta dependente e área de implantação do edifício do terreno, tal como indicado no quadro 54, são de 1443,20 m<sup>2</sup>, 396,06m<sup>2</sup>, 316,11m<sup>2</sup>, e 396,06m<sup>2</sup>, respetivamente.

### Tipo de Prédio

Prédio Edificado ▼

- Propriedade total com ou sem divisões  
 Fração de prédio em regime de Propriedade Horizontal

### Valores para o cálculo

Afectação  ▼

Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>)  ▼

Coefficiente de Localização

Idade do Prédio (anos)

### Coefficiente de Qualidade e Conforto

#### Assinale os elementos que o seu prédio possui

- Localização em condomínio fechado
- Garagem individual
- Garagem colectiva
- Piscina individual
- Piscina colectiva
- Campo de ténis
- Outros equipamentos de lazer
- Sistema central de climatização
- Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos
- Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20)
- Qualidade construtiva (0,00 a 0,15)
- Localização excepcional (0,00 a 0,10)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

#### Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui

- Inexistência de cozinha
- Inexistência de instalações sanitárias
- Inexistência de rede pública ou privada de água
- Inexistência de rede pública ou privada de electricidade
- Inexistência de rede pública ou privada de gás
- Inexistência de rede pública ou privada de esgotos
- Inexistência de ruas pavimentadas
- Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU)
- Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos
- Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

### Áreas

Área bruta privativa (m<sup>2</sup>)

Área bruta dependente (m<sup>2</sup>)

Área total do terreno (m<sup>2</sup>)

Área de implantação do edifício no terreno (m<sup>2</sup>)

Fig.53 – Introdução de dados do lote B – antes da reabilitação

Uma vez introduzidos os valores, foi possível estimar um valor patrimonial do lote, antes da reabilitação, tal como representado na figura 54.

#### Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,07
Área bruta privativa	1.443,20 m2
Área bruta dependente	316,11 m2
Área total do terreno	396,06 m2
Área de implantação do edifício no terreno	396,06 m2
Área Ajustada	1.259,43 m2
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>897.920,00 €</b>

Fig.54 – Valor patrimonial do lote B – antes da reabilitação

Como se pode observar na figura 54, o valor patrimonial do lote B depende de vários parâmetros, além daqueles que se encontram na figura 53. Um exemplo é o coeficiente de vetustez. Segundo o artigo 44º do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis, CIMI ([http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao\\_fiscal/codigos\\_tributarios/cimi/index\\_cimi.htm](http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/cimi/index_cimi.htm)), este coeficiente relaciona-se com o número de anos que passaram desde a data de emissão da licença de utilização, caso exista, ou da data de conclusão das obras de edificação. Assim, se a licença de utilização foi emitida:

- Há menos de 2 anos, o coeficiente de vetustez toma o valor de 1;
- Há cerca de 2 a 8 anos, o coeficiente toma o valor de 0,90;
- Há cerca de 9 a 15 anos, o coeficiente toma o valor de 0,85;
- Há cerca de 16 a 25 anos, o coeficiente toma o valor de 0,80;
- Há cerca de 26 a 40 anos, o coeficiente toma o valor de 0,75;
- Há cerca de 41 a 50 anos, o coeficiente toma o valor de 0,65;
- Há cerca de 51 a 60 anos, o coeficiente toma o valor de 0,55;
- Há mais de 60 anos, o coeficiente toma o valor de 0,40.

Uma vez que o número de anos é 45, o coeficiente de vetustez toma o valor de 0,65.

Em relação ao coeficiente de afectação, de acordo com o artigo 41º do CIMI, este toma o valor de 1,00 porque se trata de um edifício de habitação.

De seguida, após novas visitas à obra e recolha de informação em conversa com a fiscalização e com os moradores, voltou-se a introduzir dados novos para a simulação e determinou-se o valor patrimonial do lote B após a reabilitação. Na figura 55 estão representados os novos dados introduzidos para a simulação.

Tipo de Prédio			
Prédio Edificado		<input checked="" type="radio"/> Propriedade total com ou sem divisões <input type="radio"/> Fração de prédio em regime de Propriedade Horizontal	
Valores para o cálculo			
Afectação	Habitação	Valor base dos prédios edificados (€/m <sup>2</sup> )	603,00
Coefficiente de Localização	1,7	Idade do Prédio (anos)	45
Coeficiente de Qualidade e Conforto			
Assinale os elementos que o seu prédio possui		Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui	
Localização em condomínio fechado	<input type="checkbox"/>	Inexistência de cozinha	<input type="checkbox"/>
Garagem individual	<input type="checkbox"/>	Inexistência de instalações sanitárias	<input type="checkbox"/>
Garagem colectiva	<input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de água	<input type="checkbox"/>
Piscina individual	<input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de electricidade	<input type="checkbox"/>
Piscina colectiva	<input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de gás	<input type="checkbox"/>
Campo de ténis	<input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de esgotos	<input type="checkbox"/>
Outros equipamentos de lazer	<input type="checkbox"/>	Inexistência de ruas pavimentadas	<input type="checkbox"/>
Sistema central de climatização	<input type="checkbox"/>	Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU)	<input type="checkbox"/>
Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos	<input type="checkbox"/>	Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos	<input type="checkbox"/>
Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20)	0	Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05)	0
Qualidade construtiva (0,00 a 0,15)	0,10	Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)	0,02
Localização excepcional (0,00 a 0,10)	0,05		
Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)	0,03		
Áreas			
Área bruta privativa (m <sup>2</sup> )	1443,20	Área bruta dependente (m <sup>2</sup> )	316,11
Área total do terreno (m <sup>2</sup> )	396,06	Área de implantação do edifício no terreno (m <sup>2</sup> )	396,06

Fig.55 – Introdução de dados do lote B – depois da reabilitação

Como se pode observar na figura 55, a qualidade construtiva passou de 0,05 para 0,10 e o estado deficiente de conservação passou de 0,04 para 0,00.

O valor patrimonial do lote B, após a reabilitação, encontra-se na figura 56.

**Simulação Valor Patrimonial Tributário**

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,16
Área bruta privativa	1.443,20 m <sup>2</sup>
Área bruta dependente	316,11 m <sup>2</sup>
Área total do terreno	396,06 m <sup>2</sup>
Área de implantação do edifício no terreno	396,06 m <sup>2</sup>
Área Ajustada	1.259,43 m <sup>2</sup>
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>973.450,00 €</b>

Fig.56 – Valor patrimonial do lote B – depois da reabilitação

Como se pode observar, o edifício passou de 897.920,00€ para 973.450,00€, aumentando o seu valor patrimonial em 75.530,00€, o que corresponde apenas a 8,41% do seu valor inicial. Como tal, dado o investimento feito e do ponto de vista do investidor, a reabilitação não é rentável mesmo com o aumento da valorização do edifício.

3.3.4.3. Valor patrimonial do lote C

Para este lote, também se determinaram as áreas referidas anteriormente para depois se calcular o seu valor patrimonial. No quadro 67 encontra-se o valor de cada uma das áreas. Note-se que este lote, tal como o lote B, não tem caves.

Quadro 67 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote C

Lote C							
Área habitável (piso cave)	Área habitável (piso corrente)	Área comum (piso cave)	Área comum (piso corrente)	Área bruta privativa	Área bruta dependente	Área de implantação do edifício no terreno	Área total do terreno
0,00 m <sup>2</sup>	288,64 m <sup>2</sup>	0,00 m <sup>2</sup>	60,02 m <sup>2</sup>	1443,20 m <sup>2</sup>	300,12 m <sup>2</sup>	381,90 m <sup>2</sup>	381,90 m <sup>2</sup>

Uma vez que este lote não tem caves, considerou-se a área habitável e comum do piso da cave de valor 0. Posteriormente introduziu-se o local onde ia ser feita a simulação. Na figura 57 estão representados os coeficientes de localização do lote C.

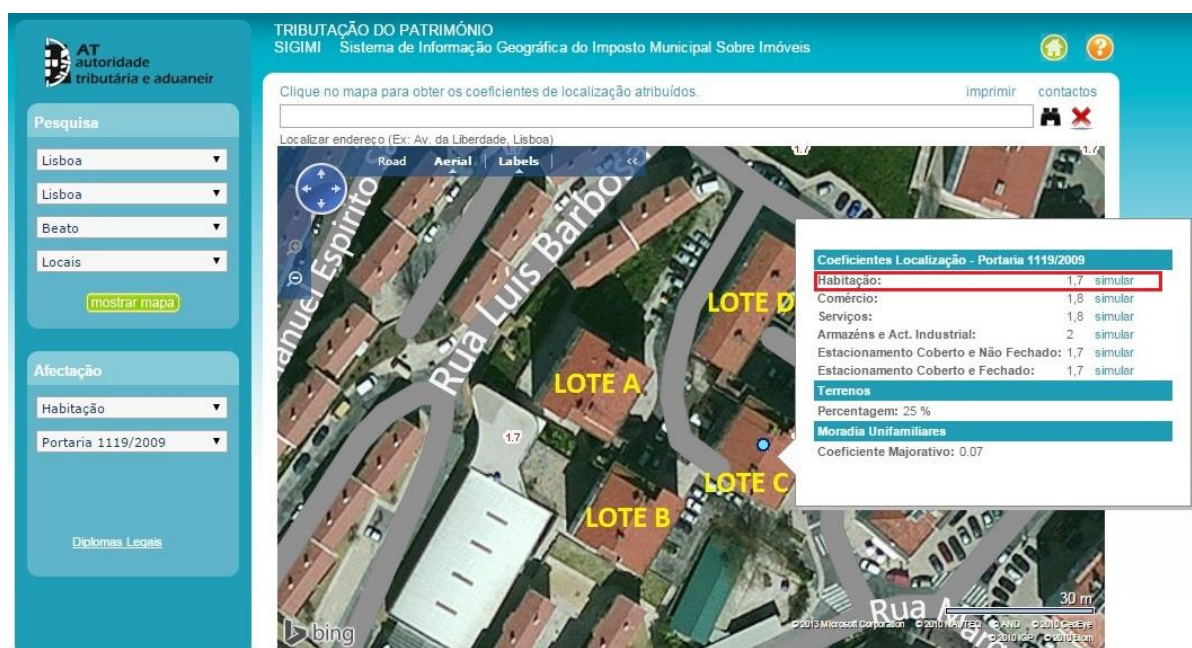


Fig.57 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote C

De seguida procedeu-se à colocação das informações do lote C. Os parâmetros introduzidos na secção de Coeficiente de Qualidade e Conforto foram igualmente adotados pelo mestrando considerando as visitas realizadas à obra e a informação dada pela equipa de fiscalização e pelos moradores. Para se proceder à simulação do valor patrimonial, foi necessário preencher alguns campos com valores, como se poderá observar na figura 58.

Este edifício, tal como os lotes A e B, também foram construídos no início da década de 1970, o que corresponde a uma idade de 45 anos, valor esse que foi necessário introduzir no simulador. O lote C também não possui garagens, assim como também não possui qualquer piscina, campo de ténis ou sistema de climatização. Uma vez que se trata de um edifício multifamiliar, o campo “Moradia Unifamiliar” toma o valor 0,00 na escala de 0,00 a 0,20. Em relação à qualidade construtiva, numa escala de 0,00 a 0,15 adotou-se o valor de 0,05 porque os materiais utilizados na construção do edifício não se encontravam em bom estado de conservação, já tinham perdido parte das suas propriedades porque não houve manutenção do lote desde que foi construído nem foi alvo de intervenções anteriores a esta. Quanto ao parâmetro da localização excecional, o valor adotado foi 0,05 numa escala de 0,00 a 0,10 porque, embora o edifício não possua muitas vistas panorâmicas para o mar, rios ou outros elementos visuais que influenciem o seu valor de mercado, este encontra-se numa zona com alguma altitude e por isso tem uma vista ampla para os outros edifícios situados numa região de altitude mais baixa. Num intervalo de valores de 0,00 a 0,05, considerou-se o valor de 0,03 para a localização e operacionalidade relativas porque, embora o lote se encontre numa zona com alguma altitude e o seu acesso seja um pouco condicionado, este encontra-se relativamente próximo de escolas e cafés. Para o estado deficiente de conservação foi adotado o valor de 0,04 numa escala de 0,00 a 0,05 porque os materiais de construção já se encontravam degradados, o aspeto geral do edifício era pouco

razoável e havia várias zonas que tinham sido alvo de vandalismo. Os valores da área bruta privativa, área total do terreno, área bruta dependente e área de implantação do edifício do terreno, tal como indicado no quadro 55, são de 1443,20 m<sup>2</sup>, 381,90m<sup>2</sup>, 300,12m<sup>2</sup>, e 381,90m<sup>2</sup>, respetivamente.

### Tipo de Prédio

Prédio Edificado ▼

- Propriedade total com ou sem divisões
- Fracção de prédio em regime de Propriedade Horizontal

### Valores para o cálculo

Afectação

Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>)

Coefficiente de Localização

Idade do Prédio (anos)

### Coefficiente de Qualidade e Conforto

#### Assinale os elementos que o seu prédio possui

- Localização em condomínio fechado
- Garagem individual
- Garagem colectiva
- Piscina individual
- Piscina colectiva
- Campo de ténis
- Outros equipamentos de lazer
- Sistema central de climatização
- Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos
- Morada unifamiliar (0,00 a 0,20)
- Qualidade construtiva (0,00 a 0,15)
- Localização excepcional (0,00 a 0,10)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

#### Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui

- Inexistência de cozinha
- Inexistência de instalações sanitárias
- Inexistência de rede pública ou privada de água
- Inexistência de rede pública ou privada de electricidade
- Inexistência de rede pública ou privada de gás
- Inexistência de rede pública ou privada de esgotos
- Inexistência de ruas pavimentadas
- Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU)
- Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos
- Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

### Áreas

Área bruta privativa (m<sup>2</sup>)

Área bruta dependente (m<sup>2</sup>)

Área total do terreno (m<sup>2</sup>)

Área de implantação do edifício no terreno (m<sup>2</sup>)

Fig.58 – Introdução de dados do lote C – antes da reabilitação

Uma vez introduzidos os valores, foi possível estimar um valor patrimonial do edifício, antes da reabilitação, tal como indicado na figura 59.

#### Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,07
Área bruta privativa	1.443,20 m <sup>2</sup>
Área bruta dependente	300,12 m <sup>2</sup>
Área total do terreno	381,90 m <sup>2</sup>
Área de implantação do edificio no terreno	381,90 m <sup>2</sup>
Área Ajustada	1.255,59 m <sup>2</sup>
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>895.190,00 €</b>

Fig.59 – Valor patrimonial do lote C – antes da reabilitação

Como se pode observar na figura 59, o valor patrimonial do lote C depende de vários parâmetros, além daqueles que se encontram na figura 58, como por exemplo o coeficiente de vetustez, que já foi explicado anteriormente.

A licença de utilização foi emitida há 45 anos, como tal, o coeficiente de vetustez toma o valor de 0,65.

Em relação ao coeficiente de afetação, de acordo com o artigo 41º do CIMI, este toma o valor de 1,00 porque se trata de um edifício de habitação.

Como foi possível verificar até agora, os coeficientes mencionados anteriormente e os valores dos parâmetros adotados para os lotes são iguais, e o lote D não vai ser exceção, como se vai poder verificar.

O motivo para tal passa pelo facto de todos os edifícios em estudo apresentarem estados de conservação semelhantes, segundo a inspeção visual feita pelo mestrando durante as visitas à obra, e também se situarem relativamente próximos uns dos outros, recordando ainda que o lote C e D partilham da mesma caixa de escadas de acesso, assim como os lotes A e B partilham entre si outra caixa de escadas de acesso.

De seguida, após novas visitas à obra e recolha de informação em conversa com a fiscalização e com os moradores, voltou-se a introduzir dados novos para a simulação e determinou-se o valor patrimonial do lote C após a reabilitação.

Na figura 60 estão representados os novos dados introduzidos para a simulação.

### Tipo de Prédio

Prédio Edificado ▼

- Propriedade total com ou sem divisões  
 Fração de prédio em regime de Propriedade Horizontal

### Valores para o cálculo

Afectação  ▼

Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>)  ▼

Coefficiente de Localização

Idade do Prédio (anos)

### Coefficiente de Qualidade e Conforto

#### Assinale os elementos que o seu prédio possui

- Localização em condomínio fechado
- Garagem individual
- Garagem colectiva
- Piscina individual
- Piscina colectiva
- Campo de ténis
- Outros equipamentos de lazer
- Sistema central de climatização
- Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos
- Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20)
- Qualidade construtiva (0,00 a 0,15)
- Localização excepcional (0,00 a 0,10)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

#### Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui

- Inexistência de cozinha
- Inexistência de instalações sanitárias
- Inexistência de rede pública ou privada de água
- Inexistência de rede pública ou privada de electricidade
- Inexistência de rede pública ou privada de gás
- Inexistência de rede pública ou privada de esgotos
- Inexistência de ruas pavimentadas
- Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU)
- Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos
- Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

### Áreas

Área bruta privativa (m<sup>2</sup>)

Área bruta dependente (m<sup>2</sup>)

Área total do terreno (m<sup>2</sup>)

Área de implantação do edifício no terreno (m<sup>2</sup>)

Fig.60 – Introdução de dados do lote C – depois da reabilitação

Na figura 61 encontra-se o valor patrimonial estimado do lote C, depois da reabilitação.

#### Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,16
Área bruta privativa	1.443,20 m <sup>2</sup>
Área bruta dependente	300,12 m <sup>2</sup>
Área total do terreno	381,90 m <sup>2</sup>
Área de implantação do edifício no terreno	381,90 m <sup>2</sup>
Área Ajustada	1.255,59 m <sup>2</sup>
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>970.480,00 €</b>

Fig.61 – Valor patrimonial do lote C – depois da reabilitação

Como se pode observar, o edifício passou de 895.190,00€ para 970.480,00€, aumentando o seu valor patrimonial em 75.290,00€, o que corresponde apenas a 8,41% do seu valor inicial. Como tal, dado o investimento feito e do ponto de vista do investidor, a reabilitação não é rentável mesmo com o aumento da valorização do edifício.

#### 3.3.4.4. Valor patrimonial do lote D

Quanto ao lote D, determinaram-se as áreas referidas anteriormente a fim de se calcular o seu valor patrimonial. No quadro 68 estão representadas as áreas do lote D. Note-se que este lote possui uma cave com duas frações, tal como o lote A.

Quadro 68 – Áreas de cálculo para a simulação do valor patrimonial do lote D

Lote D							
Área habitável (piso cave)	Área habitável (piso corrente)	Área comum (piso cave)	Área comum (piso corrente)	Área bruta privativa	Área bruta dependente	Área de implantação do edifício no terreno	Área total do terreno
156,87 m <sup>2</sup>	305,70 m <sup>2</sup>	222,32 m <sup>2</sup>	94,14 m <sup>2</sup>	1685,37 m <sup>2</sup>	693,02 m <sup>2</sup>	383,27 m <sup>2</sup>	383,27 m <sup>2</sup>

Posteriormente introduziu-se o local onde ia ser feita a simulação. Na figura 62 estão representados os coeficientes de localização do lote D.



Fig.62 – Simulação do valor patrimonial - localização do lote D

De seguida procedeu-se à colocação das informações do lote D. Os parâmetros introduzidos na secção de Coeficiente de Qualidade e Conforto foram adotados pelo mestrando considerando as visitas realizadas à obra e a informação dada pela equipa de fiscalização e pelos moradores. Para se proceder à simulação do valor patrimonial, foi necessário preencher alguns campos com valores, como se poderá observar na figura 63.

Este edifício foi igualmente construído no início da década de 1970, o que corresponde a uma idade de 45 anos, valor esse que foi necessário introduzir no simulador. Quanto à existência de garagens, o lote D não possui, assim como também não possui qualquer piscina, campo de ténis ou sistema de climatização. Uma vez que se trata de um edifício multifamiliar, o campo "Moradia Unifamiliar" toma o valor 0,00 na escala de 0,00 a 0,20. Em relação à qualidade construtiva, numa escala de 0,00 a 0,15 adotou-se o valor de 0,05 porque os materiais utilizados na construção do edifício não se encontravam em bom estado de conservação, já tinham perdido parte das suas propriedades porque não houve manutenção do lote desde que foi construído nem foi alvo de intervenções anteriores a esta. Quanto ao parâmetro da localização excepcional, o valor adotado foi 0,05 numa escala de 0,00 a 0,10 porque, embora o edifício não possua muitas vistas panorâmicas para o mar, rios ou outros elementos visuais que influenciem o seu valor de mercado, este encontra-se numa zona com alguma altitude e por isso tem uma vista ampla para os outros edifícios situados numa região de altitude mais baixa. Num intervalo de valores de 0,00 a 0,05, considerou-se o valor de 0,03 para a localização e operacionalidade relativas porque, embora o lote se encontre numa zona com alguma altitude e o seu acesso seja um pouco condicionado, este encontra-se relativamente próximo de escolas e cafés. Para o estado deficiente de conservação foi adotado o valor de 0,04 numa escala de 0,00 a 0,05 porque os materiais de construção já se encontravam degradados, o aspeto geral do edifício era pouco

razoável e havia várias zonas que tinham sido alvo de vandalismo. Os valores da área bruta privativa, área total do terreno, área bruta dependente e área de implantação do edifício do terreno, tal como indicado no quadro 56, são de 1685,37 m<sup>2</sup>, 383,27m<sup>2</sup>, 693,02m<sup>2</sup>, e 383,27m<sup>2</sup>, respetivamente.

### Tipo de Prédio

Prédio Edificado ▼

- Propriedade total com ou sem divisões  
 Fração de prédio em regime de Propriedade Horizontal

### Valores para o cálculo

Afectação

Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>)

Coefficiente de Localização

Idade do Prédio (anos)

### Coefficiente de Qualidade e Conforto

#### Assinale os elementos que o seu prédio possui

- Localização em condomínio fechado
- Garagem individual
- Garagem colectiva
- Piscina individual
- Piscina colectiva
- Campo de ténis
- Outros equipamentos de lazer
- Sistema central de climatização
- Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos
- Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20)
- Qualidade construtiva (0,00 a 0,15)
- Localização excepcional (0,00 a 0,10)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

#### Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui

- Inexistência de cozinha
- Inexistência de instalações sanitárias
- Inexistência de rede pública ou privada de água
- Inexistência de rede pública ou privada de electricidade
- Inexistência de rede pública ou privada de gás
- Inexistência de rede pública ou privada de esgotos
- Inexistência de ruas pavimentadas
- Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU)
- Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos
- Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05)
- Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05)

### Áreas

Área bruta privativa (m<sup>2</sup>)

Área bruta dependente (m<sup>2</sup>)

Área total do terreno (m<sup>2</sup>)

Área de implantação do edifício no terreno (m<sup>2</sup>)

Fig.63 – Introdução de dados do lote D – antes da reabilitação

Uma vez introduzidos os valores, foi possível estimar um valor patrimonial do edifício, antes da reabilitação, tal como ilustra a figura 64.

#### Simulação Valor Patrimonial Tributário

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,07
Área bruta privativa	1.685,37 m2
Área bruta dependente	693,02 m2
Área total do terreno	383,27 m2
Área de implantação do edificio no terreno	383,27 m2
Área Ajustada	1.543,62 m2
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>1.100.540,00 €</b>

Fig.64 – Valor patrimonial do lote D – antes da reabilitação

Como se pode observar na figura 64, o valor patrimonial do lote D, tal como os lotes anteriores depende de vários parâmetros, além daqueles que se encontram na figura 63, como por exemplo o coeficiente de vetustez, que foi definido num ponto anterior (valor patrimonial do lote B) e explicado o modo como se determinava o seu valor para o cálculo do valor patrimonial.

A licença de utilização foi emitida há 45 anos, como tal, mais uma vez o coeficiente de vetustez toma o valor de 0,65.

Em relação ao coeficiente de afectação, de acordo com o artigo 41º do CIMI, este toma o valor de 1,00 porque se trata também de um edifício de habitação.

Como se tem estado a ver até agora, o valor patrimonial dos lotes não tem aumentado muito com a reabilitação, e o lote D não é exceção, o que é expectável por um lado porque a reabilitação trouxe uma maior qualidade construtiva e uma melhoria do estado de conservação dos lotes. Por outro lado, embora a reabilitação tenha passado pela substituição de materiais de construção antigos por outros novos e mais eficientes, o simulador não relaciona diretamente o valor monetário desses materiais na determinação do valor patrimonial do lote, isto é, se os materiais aplicados aos lotes tiverem um certo valor, o simulador não apresenta diretamente o acréscimo que o valor patrimonial dos lotes sofreu devido aos materiais. Como tal, existe assim alguma dificuldade em quantificar o valor monetário que os novos materiais construtivos acrescentaram aos lotes.

De seguida, após as visitas à obra e recolha de informação em conversa com a fiscalização e com os moradores, voltou-se a introduzir dados novos para a simulação e determinou-se o valor patrimonial do lote D após a reabilitação.

Na figura 65 estão representados os novos dados introduzidos para a simulação.

**Tipo de Prédio**

Prédio Edificado ▼

Propriedade total com ou sem divisões  
 Fração de prédio em regime de Propriedade Horizontal

**Valores para o cálculo**

Afectação: Habitação ▼

Valor base dos prédios edificados (€/m<sup>2</sup>): 603,00 ▼

Coefficiente de Localização: 1,7

Idade do Prédio (anos): 45

**Coefficiente de Qualidade e Conforto**

Assinale os elementos que o seu prédio possui	Assinale os elementos que o seu prédio NÃO possui
Localização em condomínio fechado <input type="checkbox"/>	Inexistência de cozinha <input type="checkbox"/>
Garagem individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de instalações sanitárias <input type="checkbox"/>
Garagem colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de água <input type="checkbox"/>
Piscina individual <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de electricidade <input type="checkbox"/>
Piscina colectiva <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de gás <input type="checkbox"/>
Campo de ténis <input type="checkbox"/>	Inexistência de rede pública ou privada de esgotos <input type="checkbox"/>
Outros equipamentos de lazer <input type="checkbox"/>	Inexistência de ruas pavimentadas <input type="checkbox"/>
Sistema central de climatização <input type="checkbox"/>	Existência de áreas inferiores as regulamentares (RGEU) <input type="checkbox"/>
Elevadores em edifícios de menos de 4 pisos <input type="checkbox"/>	Inexistência de elevador em edifícios com mais de 3 pisos <input type="checkbox"/>
Moradia unifamiliar (0,00 a 0,20) <input type="text" value="0"/>	Estado deficiente de conservação (0,00 a 0,05) <input type="text" value="0"/>
Qualidade construtiva (0,00 a 0,15) <input type="text" value="0,10"/>	Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <input type="text" value="0,02"/>
Localização excepcional (0,00 a 0,10) <input type="text" value="0,05"/>	
Localização e operacionalidade relativas (0,00 a 0,05) <input type="text" value="0,03"/>	

**Áreas**

Área bruta privativa (m <sup>2</sup> ) <input type="text" value="1685,37"/>	Área bruta dependente (m <sup>2</sup> ) <input type="text" value="693,02"/>
Área total do terreno (m <sup>2</sup> ) <input type="text" value="383,27"/>	Área de implantação do edifício no terreno (m <sup>2</sup> ) <input type="text" value="383,27"/>

Fig.65 – Introdução de dados do lote D – depois da reabilitação

Na figura 66 encontra-se o valor patrimonial estimado do lote D, depois da reabilitação.

**Simulação Valor Patrimonial Tributário**

Tipo de Prédio	Prédio Edificado - Propriedade total com ou sem divisões
Afectação	Habitação
Coefficiente de afectação	1,00
Coefficiente de localização	1,70
Valor de construção	603,00 €
Idade do prédio	45
Coefficiente de vetustez	0,65
Coefficiente de qualidade e conforto	1,16
Área bruta privativa	1.685,37 m <sup>2</sup>
Área bruta dependente	693,02 m <sup>2</sup>
Área total do terreno	383,27 m <sup>2</sup>
Área de implantação do edifício no terreno	383,27 m <sup>2</sup>
Área Ajustada	1.543,62 m <sup>2</sup>
<b>Valor Patrimonial Tributário</b>	<b>1.193.110,00 €</b>

Fig.66 – Valor patrimonial do lote D – depois da reabilitação

Como se pode observar, o edifício passou de 1.100.540,00€ para 1.193.110,00€, aumentando o seu valor patrimonial em 92.570,00€, o que corresponde apenas a 8,41% do seu valor inicial. Como tal, dado o investimento feito e do ponto de vista do investidor, a reabilitação não é rentável mesmo com o aumento da valorização do edifício.

Resumindo, em todos os lotes se verificou um pequeno acréscimo no seu valor patrimonial, o que faz com que não seja viável o projeto, no ponto de vista do investidor.

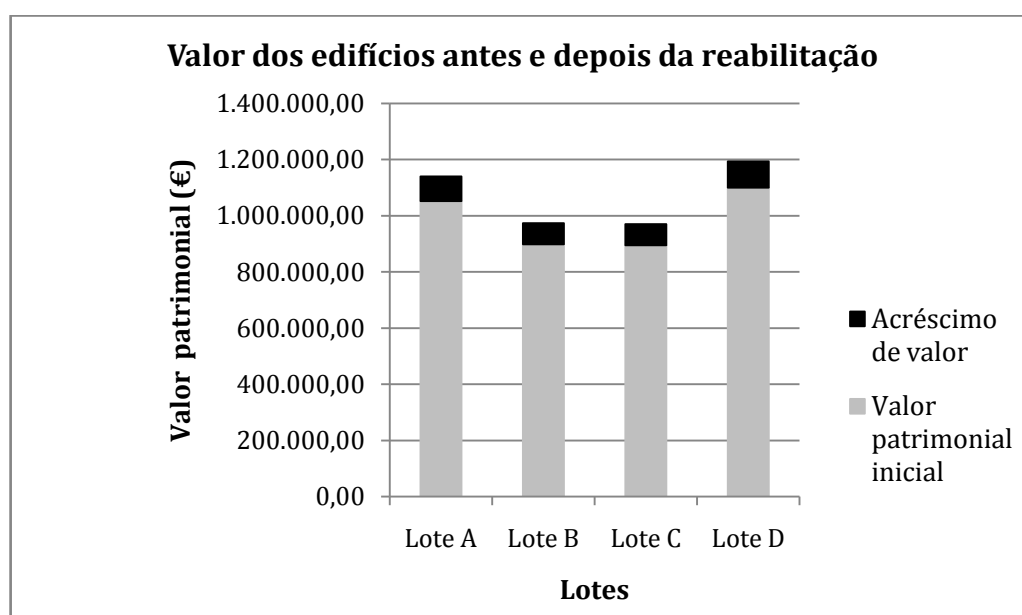
No quadro 69 estão representados os valores dos lotes antes e depois da reabilitação.

Quadro 69 – Resumo das estimativas de valores patrimoniais de cada um dos edifícios

Lotes	Valor patrimonial (antes da reabilitação)	Valor patrimonial (depois da reabilitação)	Acréscimo de valor	Viabilidade do projeto
Lote A	1.052.030,00 €	1.140.520,00 €	88.490,00 € (8,41%)	Não viável
Lote B	897.920,00 €	973.450,00 €	75.530,00 € (8,41%)	Não viável
Lote C	895.190,00 €	970.480,00 €	75.290,00 € (8,41%)	Não viável
Lote D	1.100.540,00 €	1.193.110,00 €	92.570,00 € (8,41%)	Não viável

O quadro 70 representa graficamente o valor patrimonial inicial dos edifícios (antes da reabilitação) e o valor que passaram a ter (depois da reabilitação).

Quadro 70 – Valor patrimonial dos edifícios (antes e depois da reabilitação)



A reabilitação passou pelo arranjo da cobertura nos lotes, construção de uma nova em cada conjunto de escadas (dos Lotes A e B e dos lotes C e D), aplicação de isolamento térmico em todas as fachadas (inicialmente as paredes não tinham qualquer tipo de isolamento), arranjo e troca das caixilharias e dos estores por outros melhores, entre outros trabalhos. Assim, com a reabilitação, os lotes passaram a ser mais valorizados porque se tornaram mais eficientes, mais isolados e garantem um maior conforto térmico no seu interior, permitindo aos moradores consumirem menos energia para se sentirem bem dentro da sua casa e assim diminuírem os valores das suas faturas no final do mês. Por outro lado, do ponto de vista do investidor, esse incremento no preço dos edifícios não é o suficiente para compensar o capital investido nesta intervenção de reabilitação.

### 3.4. DISCUSSÃO CRUZADA: ESTADO DA ARTE X ESTUDO DE CASO

Na análise da reabilitação e do investimento foram consideradas as estações de Primavera (Março), Verão (Julho) e Outono (Setembro), que correspondem respetivamente às medições de temperatura e humidade relativa das fases “antes”, “durante” e “após” a reabilitação. No entanto, a situação de Inverno não pôde ser analisada em tempo útil da dissertação, pelo que não poderão ser validadas as diferenças de medições e consumos efetuadas no que diz respeito a uma análise durante todo o ano ou em todas as estações do ano.

Tal como foi dito no capítulo 2, os edifícios foram sofrendo alterações ao longo do tempo, sendo que atualmente se aplica bastante o betão armado na construção de edifícios. O caso que foi estudado no capítulo 3 diz respeito a esse tipo de edifícios, em que as vigas, pilares e pavimentos são em betão armado.

No capítulo 2 foi abordado o RCCTE, um regulamento que tem como principal foco o conforto no interior das habitações e as necessidades de aquecimento e arrefecimento, bem como os consumos que daí advêm. O projeto de reabilitação do caso de estudo foi feito de acordo com este regulamento, entre outros.

Ainda no capítulo 2 foram abordados critérios de avaliação de um projeto, que se divide em métodos empíricos e métodos científicos. Alguns desses critérios são o VAL, TIR e PMRI, em que o VAL e a TIR são métodos científicos porque têm em conta o fator tempo e o PMRI é um método empírico porque não recorre à atualização e baseia-se na utilização de indicadores contabilísticos. Os critérios VAL, TIR e PMRI foram calculados na análise da reabilitação e do investimento no capítulo 3, tendo-se percebido que o projeto não é viável nesse sentido.

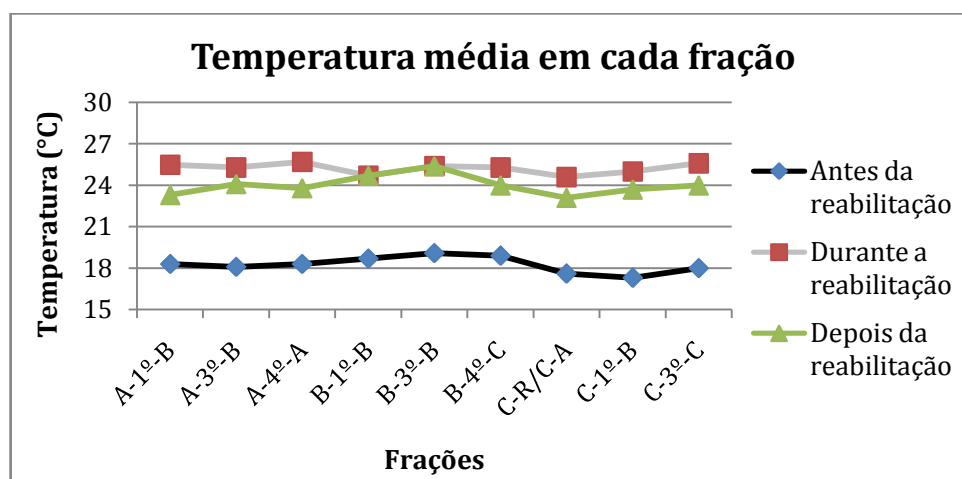
## 4. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

### 4.1. NOTAS FINAIS

Como foi possível observar no capítulo anterior, verificou-se uma maior estabilidade de temperatura e humidade relativa, quer entre divisórias de frações, quer entre frações de um mesmo edifício, quer entre edifícios, e por essa razão valeu a pena realizar esta reabilitação.

No quadro 71 encontra-se representada a variação da temperatura na amostragem de frações ao longo da reabilitação.

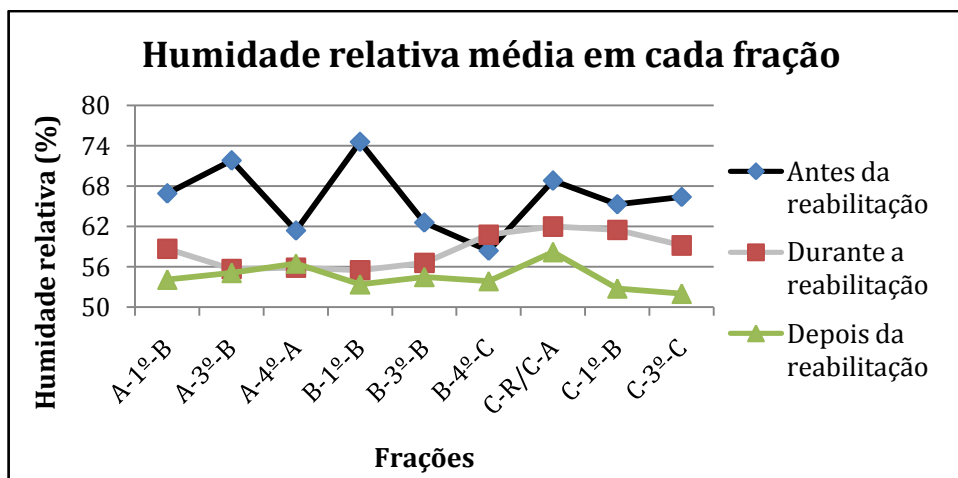
Quadro 71 – Média de temperaturas em cada uma das frações ao longo da reabilitação



Como se pode observar no quadro 71, no geral existe uma pequena discrepância em termos de temperatura entre as frações. Por outro lado, como foi referido no capítulo anterior, na fase “antes” (março) poucos eram os trabalhos de reabilitação realizados e nas fases “durante” (julho) e “depois” (setembro) já se tinham realizado grande parte dos trabalhos previstos, daí a grande diferença de temperaturas entre a fase “antes” e as fases “durante” e “depois”. Por sua vez, entre as fases “durante” e “depois”, a temperatura do exterior desceu por se ter passado do verão para o outono, mas as temperaturas no interior das habitações mantiveram-se relativamente estáveis. Como tal, pode-se concluir que, neste sentido, a reabilitação valeu a pena.

O quadro 72 apresenta a variação da temperatura na amostragem de frações ao longo da reabilitação.

Quadro 72 – Média de humidades relativas em cada uma das frações ao longo da reabilitação



Tal como se pode verificar no quadro 72, da fase “antes” para a fase “durante” é bastante notório o aumento de estabilidade de valores de humidade relativa entre frações. Por sua vez, da fase “durante” para a fase “depois” a estabilidade de valores manteve-se relativamente constante, mas nota-se uma certa melhoria de humidade relativa nas frações dos lotes B e C, uma vez que estas se tornaram menos húmidas. Neste sentido, conclui-se que a reabilitação valeu a pena.

No entanto, esta verificação foi feita a curto prazo, neste caso, por poucos meses. Como tal, resta perceber se o mesmo acontece a longo prazo e se continua a haver conforto térmico e acústico nas habitações, isto é, se a reabilitação valeu a pena do ponto de vista do conforto térmico e acústico no interior das habitações.

Por outro lado, como era pretendido com esta reabilitação, houve uma redução de consumos energéticos, atingindo assim o seu objetivo. Porém, tal como referido no capítulo anterior, as poupanças obtidas não foram suficientes para que as receitas tornassem o projeto viável economicamente e para que o período de retorno do investimento fosse curto.

Considerando agora como receitas as rendas pagas pelos moradores, mais uma vez se concluiu que o projeto não é rentável porque, uma vez que se tratam de edifícios sociais, as rendas não vão aumentar devido ao aumento de qualidade dos edifícios (que consequentemente se tornavam mais valorizados) pois estas têm em conta os rendimentos dos moradores.

Concluiu-se também que, quanto maior for a taxa de atualização, menor será o VAL porque, ao aumentar esta taxa, aumenta-se a exigência da rentabilidade do projeto de investimento, ou seja, exige-se que este seja mais rentável. Os cenários anteriores comprovam esse facto, uma vez que o valor ideal a adotar como taxa de atualização (valores da TIR a que se chegou) devia ser sempre menor ao que foi calculado e considerado.

No que diz respeito ao valor dos edifícios, notou-se um ligeiro aumento do seu valor patrimonial. No entanto, dado o investimento que foi feito, o projeto mantém-se inviável.

Para finalizar, os objetivos propostos para esta dissertação foram cumpridos:

- Do ponto de vista do utilizador, demonstrou-se que a reabilitação influenciou os consumos energéticos dos moradores, na medida em que uma vez que tenham maior conforto térmico, não têm necessidade de consumir mais energia para esse fim;
- Do ponto de vista do investidor, demonstrou-se que a reabilitação valorizou o edifício pois este tornou-se mais eficiente do ponto de vista do isolamento e determinou-se o período de retorno do investimento, embora este período seja longo;
- Do ponto de vista da intervenção em si, foi possível concluir que, havendo um maior conforto térmico para os moradores e estes tenham passado a consumir menos energia, não valeu a pena realizar a reabilitação porque só ao fim de muitos anos é que o investimento irá ser retornado.

#### **4.2. LIMITAÇÕES DURANTE AS LEITURAS DE HUMIDADE E TEMPERATURA NAS FRAÇÕES**

As medições que foram feitas em obra e referidas no capítulo anterior são apenas uma amostra do total de frações existentes nos edifícios em estudo. Infelizmente não foi possível realizar as medições e o registo de consumos em todos os fogos devido a várias razões, nas quais se destacam:

- Ausência dos moradores nas habitações;
- Os moradores não autorizaram a entrada na sua habitação para realizar as medições;
- Os moradores não apresentaram / disponibilizaram as faturas onde estão discriminados os valores de consumo nem quiseram informar dos mesmos.

#### **4.3. DESENVOLVIMENTO FUTURO**

Neste trabalho foi feita uma análise financeira de uma reabilitação pelo exterior de edifícios sociais, no entanto, não foram executados trabalhos de tratamento de anomalias no interior das frações, nomeadamente remoção de manchas, sujidades e reparação de fissuras. Como tal, sugere-se o mesmo género de recolha de dados de temperatura, humidade e consumos, e posteriormente uma análise económica e financeira, mas para uma reabilitação pelo interior de edifícios sociais cujas condições iniciais sejam semelhantes. A reabilitação consistia, além das limpezas de manchas, sujidade, fissuras, entre outras anomalias, fazer o isolamento e impermeabilização pelo interior, seja de paredes ou pavimentos, contando também com o tratamento ou substituição de caixilharias e estores que foi feito na reabilitação pelo exterior. Esta análise servirá para comparar com a que foi feita neste trabalho e perceber se os resultados obtidos diferem muito ou não dos resultados expostos no capítulo anterior, na medida em que, como o isolamento das paredes influencia o conforto no interior das habitações e consequentemente nos consumos energéticos, o isolamento pelo interior poderá ter ou não maior impacto em relação a estes pontos. Assim, também será possível perceber se a melhor solução a adotar neste tipo de casos e de

edifícios é reabilitar pelo interior ou pelo exterior, bem como perceber se o investimento será retornado em menos tempo ou não.

Uma outra sugestão passa por se fazer uma análise económico-financeira um pouco diferente, na medida em que, em vez de se proceder a técnicas de reabilitação propriamente ditas, se procedia à substituição dos aparelhos e equipamentos usados nas habitações, quer para conforto térmico no seu interior, quer para confeção de alimentos, quer para necessidades diárias, por outros de maior eficiência. Exemplos desses aparelhos e equipamentos são as máquinas de lavar, os esquentadores ou caldeira, caso existam, as ventoinhas, os aquecedores, os aparelhos de ar condicionado, entre outros. É um facto que haveria à mesma consumos e que os aparelhos e equipamentos mais eficientes têm maior custo de aquisição, mas a quantidade de vezes que eram utilizados (por exemplo o ar condicionado ao fim de um tempo desligar-se-ia automaticamente) e a quantidade de energia que iam despende seguramente seria mais reduzida. Assim, o conforto no interior poderia melhorar e os consumos energéticos poderiam ser reduzidos. Como tal, resta saber se este projeto é viável e se o período de retorno do investimento o torna tentador de se executar. Para complementar este estudo, a presente dissertação poderá servir de referência para comparar os consumos registados com os consumos desta sugestão.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] LNEC. *Evolução das tipologias construtivas em Portugal. Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas*. Abril de 2005. Sítio da Internet (<http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/>). Abril de 2015.
- [2] Oliveira, C., Cabrita, A. Tema 3. In *Tipificação do Parque Habitacional*, Páginas 1-41, LNEC, Lisboa, 1985.
- [3] Pereira, C. *Reabilitação de Edifícios "Gaioleiros"*. Dissertação de Mestrado, ISEL, 2013.
- [4] Córias, V. *Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos*. Argumentum, Lisboa, 2007.
- [5] Santos, M. *Estudo dos danos ocorridos em Lisboa causados pelo terramoto de 1755: quantificação e discussão*. Dissertação de Mestrado, UTL - IST, 2008.
- [6] Pinho, F. *Paredes de Edifícios Antigos em Portugal*. LNEC, Lisboa, 2000.
- [7] Andrade, H. *Caracterização de Edifícios Antigos. Edifícios "Gaioleiros"*. Dissertação de Mestrado, FCT, 2011.
- [8] Appleton, J. *Reabilitação de Edifícios Antigos: Patologias e Tecnologias de Intervenção*. Orion, Lisboa, 2003.
- [9] Lamego, P., Lourenço, P. *Caracterização e Comportamento sísmico de Edifícios de "Placa"*. 4º Congresso Nacional, 18-20/Dezembro/2012, Coimbra, páginas 1-11, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- [10] Sítio da Internet: (<http://www.casamais.info/fragilidade-sismica.html>). Abril de 2015.
- [11] Amaral, S. *Inspeção e diagnóstico de edifícios recentes. Estudo de um caso real*. Dissertação de Mestrado, ISEL, 2013.
- [12] Teixeira, M. *Reabilitação de edifícios pombalinos: Análise experimental de paredes de frontal*. Dissertação de Mestrado, UTL – IST, 2010.
- [13] França, J. *A Reconstrução de Lisboa e arquitectura pombalina*. Biblioteca Breve, Lisboa, 1989.
- [14] Silva, M., Candeias, P., Coelho, E. *Estudo comparativo sobre o dimensionamento de edifícios de betão armado: Uma análise sobre a regulamentação portuguesa em vigor e os novos eurocódigos*. Trabalho de pós-doutoramento – Jornadas LNEC, 18-20/Junho/2012, Lisboa, páginas 1 e 2, LNEC, Lisboa.
- [15] Pina, C., Pontífice, P. *Eurocódigos Estruturais: Ponto de situação em Portugal*. Encontro Nacional Betão Estrutural 2008, 5-7/Novembro/2008, Guimarães, páginas 69-78, Centro Cultural Vila Flor, Guimarães.
- [16] Camelo, S., Santos, C., Ramalho, A., Horta, C., Gonçalves, H., Maldonado, E. *Manual de apoio à aplicação do RCCTE*. INETI, Lisboa, 2005.

- [17] Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção (ITeCons). *DL118/2013 de 20 de Agosto – Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação (REH): Síntese da Regulamentação aplicável (Decreto-Lei, Portaria e Despachos)*. Sítio da Internet (<http://www.itecons.uc.pt/p3e/include/downloadFile.php?id=11&s=YjapevYjUvEgAnAqenEp>). Junho de 2015.
- [18] Sítio da Internet (<https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2013/08/15900/0498805005.pdf>). Junho de 2015.
- [19] Sítio da Internet (<http://www.adene.pt/sce/legislacao-0>). Junho de 2015.
- [20] Knauf Insulation. *Reabilitação Energética de uma Moradia Unifamiliar*. Novembro de 2014. Sítio da Internet ([http://www.knaufinsulation.pt/sites/new.knaufinsulation.pt/files/Rehabilitacao\\_Morada\\_%20Unifamiliar\\_PT\\_BR.pdf](http://www.knaufinsulation.pt/sites/new.knaufinsulation.pt/files/Rehabilitacao_Morada_%20Unifamiliar_PT_BR.pdf)). Junho de 2015.
- [21] II Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos. *Carta de Veneza sobre a conservação e restauro dos monumentos e dos sítios*. 25-31/Maio/1964. Sítio da Internet (<http://www.patrimoniocultural.pt/media/uploads/cc/CartadeVeneza.pdf>). Maio de 2015.
- [22] Conferência Internacional sobre Conservação “Cracóvia 2000”. *Carta de Cracóvia 2000: Princípios para a Conservação e o Restauro do Património Construído*. 26/Outubro/2000. Sítio da Internet (<http://www.patrimoniocultural.pt/media/uploads/cc/cartadecracovia2000.pdf>). Maio de 2015.
- [23] I Encontro Luso-Brasileiro de Reabilitação Urbana. *Carta de Lisboa sobre a Reabilitação Urbana Integrada*. 21-27/Outubro/1995. Sítio da Internet ([http://www.culturante.pt/fotos/editor2/1995\\_carta\\_de\\_lisboa\\_sobre\\_a\\_reabilitacao\\_urbana\\_a\\_integrada-1%C2%BA\\_encontro\\_luso-brasileiro\\_de\\_reabilitacao\\_urbana.pdf](http://www.culturante.pt/fotos/editor2/1995_carta_de_lisboa_sobre_a_reabilitacao_urbana_a_integrada-1%C2%BA_encontro_luso-brasileiro_de_reabilitacao_urbana.pdf)). Maio de 2015.
- [24] Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Instituto Nacional de Habitação e LNEC, 1ª edição, Lisboa, 2006.
- [25] Brás, A., Gomes, V. *LCA implementation in the selection of thermal enhanced mortars for energetic rehabilitation of school buildings*. Energy and Buildings, 19/Janeiro/2015, páginas 1-9, Elsevier, Lisboa.
- [26] Torgal, F., Jalali, S. *Energia incorporada em materiais de construção versus energia operacional*. C-TAC – Artigos em Revistas Internacionais, 15/Junho/2011, páginas 5-12, Universidade do Minho, Braga
- [27] Cobîrzan, N., Oltean-Dumbrava, C., Brumar, M. *Thermal rehabilitation of Romanian housing: a low cost assessment tool*. International Journal of Sustainable Engineering, Setembro/2012, páginas 234-243, Taylor and Francis Editor Resources, Reino Unido.

[28] Domingues, F. *Análise de Rácios Económico Financeiros em Empresas Portuguesas em Falência Técnica - Estudo Exploratório*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia Universidade do Porto (FEP), 2014.

[29] Torres, F. *Análise técnico-económica das soluções construtivas utilizadas na reabilitação de escolas*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2012.

[30] Cordeiro, P. *Análise técnico-económica de soluções de reabilitação da envolvente de edifícios*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2011.

[31] Rocha, N. *Análise de Sensibilidade dos Estudos de Viabilidade na Construção de Empreendimentos*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.

[32] João, R., Viegas, V., Rebelo, S. *Métodos de avaliação da decisão de investimento – A realidade empresarial do Algarve*. Dos Algarves: A Multidisciplinary e-Journal N° 16, 1º Semestre de 2007, páginas 38-47, Universidade do Algarve, Faro.



# **ANEXO**

## MEDIÇÕES DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA E REGISTO DE CONSUMOS ENERGÉTICOS (ANTES DA REABILITAÇÃO)

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - Cave)

Lote A - Cave			
Frações	Fração A	Fração B	
Divisórias	-	-	-
das	-	-	-
frações,	-	-	-
temperaturas	-	-	-
e	-	-	-
humidades	-	-	-
relativas	-	-	-
Consumo de Eletricidade			
Consumo de Água			
Consumo de Gás			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - R/C)

Lote A - R/C								
Frações	Fração A		Fração B		Fração C		Fração D	
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	WC	19,3 °C 58,1 %HR	Quarto	18,7 °C 58,6 %HR	-	-
	-	-	Sala	19,2 °C 57,0 %HR	Quarto	18,8 °C 54,5 %HR	-	-
	-	-	Cozinha	18,9 °C 53,2 %HR	WC	19,5 °C 57,8 %HR	-	-
	-	-	Quarto	19,1 °C 55,2 %HR	Cozinha	19,2 °C 54,2 %HR	-	-
	-	-	Quarto	19,0 °C 54,3 %HR	Varanda (cozinha)	18,9 °C 55,5 %HR	-	-
	-	-	Varanda (cozinha)	18,7 °C 52,2 %HR	Sala	19,3 °C 57,6 %HR	-	-
Consumo de Eletricidade			45,0 €		50,0 €			
Consumo de Água			10,0 €		12,5 €			
Consumo de Gás			50,0 €		50,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - 1º Andar)

Lote A - 1º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	Cozinha	18,4 °C 67,6 %HR	- - - -
	-	WC	18,5 °C 76,6 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,2 °C 60,8 %HR	- - - -
	-	Sala	18,2 °C 66,7 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,3 °C 67,0 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,2 °C 62,9 %HR	- - - -
Consumo de Eletricidade	45,0 €			
Consumo de Água	5,0 €			
Consumo de Gás	25,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - 2º Andar)

Lote A - 2º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	Sala	18,7 °C 62,5 %HR	- -	Sala 18,5 °C 65,4 %HR - -
	Quarto	18,6 °C 62,3 %HR	- -	Quarto 18,3 °C 66,7 %HR - -
	Quarto	18,4 °C 61,6 %HR	- -	Quarto 18,8 °C 64,7 %HR - -
	Cozinha	18,3 °C 65,1 %HR	- -	Cozinha 18,2 °C 61,5 %HR - -
	WC	18,5 °C 67,6 %HR	- -	WC 18,6 °C 62,3 %HR - -
	-	-	- -	Quarto 18,5 °C 64,0 %HR - -
Consumo de Eletricidade	32,5 €		45,0 €	
Consumo de Água	12,5 €		15,0 €	
Consumo de Gás	12,5 €		37,5 €	

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - 3º Andar)

Lote A - 3º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	Sala	18,4 °C 68,2 %HR	- - - -
	-	WC	18,3 °C 73,0 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,1 °C 72,3 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,0 °C 71,4 %HR	- - - -
	-	Quarto	17,9 °C 72,2 %HR	- - - -
	-	Cozinha	18,0 °C 71,5 %HR	- - - -
	-	Varanda (cozinha)	18,1 °C 74,1 %HR	- - - -
Consumo de Eletricidade		50,0 €		
Consumo de Água		10,0 €		
Consumo de Gás		23,5 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote A - 4º Andar)

Lote A - 4º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	Sala	19,1 °C 59,2 %HR	- - - -	- - - -
	Sala	18,8 °C 61,1 %HR	- - - -	- - - -
	Quarto	18,3 °C 61,5 %HR	- - - -	- - - -
	Cozinha	18,3 °C 62,2 %HR	- - - -	- - - -
	WC	18,1 °C 65,3 %HR	- - - -	- - - -
	Quarto	17,9 °C 63,2 %HR	- - - -	- - - -
	Quarto	17,7 °C 60,2 %HR	- - - -	- - - -
	WC	18,0 °C 58,8 %HR	- - - -	- - - -
Consumo de Eletricidade		90,0 €		
Consumo de Água		20,0 €		
Consumo de Gás		50,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote B - R/C)

Lote B - R/C						
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D		
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala	16,6 °C 62,5 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,1 °C 62,6 %HR	-	-
	-	-	Cozinha	17,2 °C 61,4 %HR	-	-
	-	-	WC	17,1 °C 65,4 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,1 °C 59,5 %HR	-	-
	-	-	Varanda (cozinha)	17,2 °C 62,8 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,3 °C 60,4 %HR	-	-
Consumo de Eletricidade			65,0 €			
Consumo de Água			20,0 €			
Consumo de Gás			50,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote B - 1º Andar)

Lote B - 1º Andar							
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D			
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	Cozinha	18,6 °C 72,5 %HR	Cozinha	17,9 °C 64,3 %HR	-	-
	-	Quarto	18,8 °C 73,8 %HR	Quarto	18,5 °C 69,4 %HR	-	-
	-	WC	18,7 °C 75,1 %HR	WC	18,3 °C 67,8 %HR	-	-
	-	Sala	18,7 °C 75,5 %HR	Quarto	18,4 °C 69,3 %HR	-	-
	-	Quarto	18,8 °C 75,4 %HR	Sala	18,3 °C 66,4 %HR	-	-
	-	Quarto	18,7 °C 75,4 %HR	Quarto	18,5 °C 69,5 %HR	-	-
Consumo de Eletricidade		90,0 €		30,0 €			
Consumo de Água		40,0 €		40,0 €			
Consumo de Gás		100,0 €		50,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote B - 2º Andar)

Lote B - 2º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	Sala	20,4 °C 54,0 %HR	- - - -
	-	Quarto	20,2 °C 55,6 %HR	- - - -
	-	Quarto	20,0 °C 53,6 %HR	- - - -
	-	Quarto	19,8 °C 54,3 %HR	- - - -
	-	Cozinha	19,7 °C 56,1 %HR	- - - -
	-	Varanda (cozinha)	19,7 °C 54,6 %HR	- - - -
	-	WC	19,8 °C 63,0 %HR	- - - -
Consumo de Eletricidade		35,0 €		
Consumo de Água		9,0 €		
Consumo de Gás		25,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote B - 3º Andar)

Lote B - 3º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	Sala	20,3 °C 59,1 %HR	- - - -
	-	WC	19,8 °C 64,3 %HR	- - - -
	-	Quarto	19,2 °C 58,0 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,5 °C 62,0 %HR	- - - -
	-	Quarto	18,5 °C 59,0 %HR	- - - -
	-	Cozinha	18,6 °C 67,0 %HR	- - - -
	-	Varanda (cozinha)	18,7 °C 68,6 %HR	- - - -
Consumo de Eletricidade		34,0 €		
Consumo de Água		12,5 €		
Consumo de Gás		25,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote B - 4º Andar)

Lote B - 4º Andar						
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D		
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala	19,7 °C 56,8 %HR	-	-
	-	-	Quarto	19,2 °C 56,7 %HR	-	-
	-	-	Quarto	18,9 °C 60,9 %HR	-	-
	-	-	Quarto	18,8 °C 58,8 %HR	-	-
	-	-	WC	18,4 °C 56,7 %HR	-	-
	-	-	Cozinha	18,5 °C 60,7 %HR	-	-
	Consumo de Eletricidade			30,0 €		
Consumo de Água			9,0 €			
Consumo de Gás			25,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote C - R/C)

Lote C - R/C								
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D				
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	Sala	18,0 °C 66,2 %HR	Sala	16,2 °C 68,2 %HR	-	-	Sala	18,4 °C 66,1 %HR
	Cozinha	17,7 °C 68,7 %HR	WC	16,4 °C 68,4 %HR	-	-	Quarto	17,8 °C 65,8 %HR
	WC	17,5 °C 70,8 %HR	Quarto	16,4 °C 68,4 %HR	-	-	WC	17,9 °C 66,9 %HR
	Quarto	17,4 °C 70,4 %HR	Quarto	16,7 °C 66,0 %HR	-	-	Quarto	18,5 °C 65,3 %HR
	Quarto	17,3 °C 68,1 %HR	Quarto	16,8 °C 66,1 %HR	-	-	Cozinha	18,6 °C 65,2 %HR
	-	-	Cozinha	16,9 °C 64,0 %HR	-	-	Quarto	17,3 °C 65,4 %HR
	-	-	-	17,0 °C 70,0 %HR	-	-	-	-
	Consumo de Eletricidade		35,0 €	35,0 €		40,0 €		
Consumo de Água		12,5 €	15,0 €		20,0 €			
Consumo de Gás		23,0 €	23,5 €		23,0 €			

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote C - 1º Andar)

Lote C - 1º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala 17,3 °C 64,1 %HR	- - - -
	-	-	WC 17,4 °C 63,5 %HR	- - - -
	-	-	Quarto 17,5 °C 63,2 %HR	- - - -
	-	-	Quarto 17,2 °C 65,0 %HR	- - - -
	-	-	Cozinha 17,2 °C 66,2 %HR	- - - -
	-	-	Quarto 17,1 °C 65,4 %HR	- - - -
	-	-	Varanda (cozinha) 17,3 °C 69,7 %HR	- - - -
Consumo de Eletricidade		18,0 €		
Consumo de Água		12,5 €		
Consumo de Gás		50,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote C - 2º Andar)

Lote C - 2º Andar				
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	-	Sala 19,4 °C 50,7 %HR
	-	-	-	WC 19,1 °C 53,2 %HR
	-	-	-	Quarto 18,7 °C 53,3 %HR
	-	-	-	Quarto 18,3 °C 54,4 %HR
	-	-	-	Quarto 18,2 °C 54,6 %HR
	-	-	-	Cozinha 18,1 °C 55,7 %HR
	-	-	-	Varanda (cozinha) 18,2 °C 53,6 %HR
Consumo de Eletricidade		15,0 €		38,0 €
Consumo de Água		6,0 €		15,5 €
Consumo de Gás		45,0 €		50,0 €

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote C - 3º Andar)

Lote C - 3º Andar						
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D		
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala	18,6 °C 63,5 %HR	-	-
	-	-	Quarto	18,3 °C 65,9 %HR	-	-
	-	-	Quarto	18,0 °C 66,9 %HR	-	-
	-	-	WC	17,7 °C 69,2 %HR	-	-
	-	-	Cozinha	17,7 °C 66,7 %HR	-	-
	-	-	Varanda (cozinha)	17,8 °C 66,0 %HR	-	-
Consumo de Eletricidade				50,0 €		
Consumo de Água				10,0 €		
Consumo de Gás				50,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote C - 4º Andar)

Lote C - 4º Andar						
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D		
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala	17,8 °C 64,2 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,4 °C 64,4 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,3 °C 67,6 %HR	-	-
	-	-	Quarto	17,1 °C 62,9 %HR	-	-
	-	-	WC	17,1 °C 68,0 %HR	-	-
	-	-	Cozinha	17,1 °C 70,1 %HR	-	-
-	-	Varanda (cozinha)	17,2 °C 70,2 %HR	-	-	
Consumo de Eletricidade				20,0 €		
Consumo de Água				12,5 €		
Consumo de Gás				25,0 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - Cave)

Lote D - Cave					
Frações	Fração A		Fração B		
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	Sala	18,5 °C 53,0 %HR	Sala	18,1 °C 57,2 %HR	
	Cozinha	18,3 °C 58,2 %HR	Cozinha	18,1 °C 57,2 %HR	
	Quarto	18,0 °C 55,0 %HR	Quarto	18,1 °C 61,0 %HR	
	Quarto	17,7 °C 54,9 %HR	Quarto	17,9 °C 53,2 %HR	
	WC	17,5 °C 60,0 %HR	WC	17,8 °C 53,3 %HR	
	Quarto	17,2 °C 56,8 %HR	Quarto	17,9 °C 55,7 %HR	
	Consumo de Eletricidade	20,0 €		30,0 €	
	Consumo de Água	7,5 €		10,0 €	
Consumo de Gás	25,0 €		35,3 €		

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - R/C)

Lote D - R/C							
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D			
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de Eletricidade							
Consumo de Água							
Consumo de Gás							

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - 1º Andar)

Lote D - 1º Andar								
Frações	Fração A		Fração B		Fração C		Fração D	
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	Sala	16,9 °C 55,0 %HR	Quarto	17,5 °C 57,0 %HR	Sala	17,6 °C 60,6 %HR
	-	-	Sala	17,0 °C 54,6 %HR	Quarto	16,9 °C 56,8 %HR	Cozinha	17,6 °C 62,0 %HR
	-	-	WC	16,9 °C 54,3 %HR	Quarto	18,0 °C 57,2 %HR	Quarto	17,5 °C 63,3 %HR
	-	-	Quarto	16,9 °C 55,3 %HR	WC	16,1 °C 58,2 %HR	Quarto	17,3 °C 65,8 %HR
	-	-	Quarto	17,0 °C 56,1 %HR	Cozinha	16,7 °C 56,8 %HR	WC	17,4 °C 76,3 %HR
	-	-	Cozinha	17,2 °C 56,0 %HR	-	-	-	-
Consumo de Eletricidade			30,0 €		35,0 €		50,0 €	
Consumo de Água			13,0 €		17,5 €		14,0 €	
Consumo de Gás			25,0 €		25,0 €		25,0 €	

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - 2º Andar)

Lote D - 2º Andar								
Frações	Fração A		Fração B		Fração C		Fração D	
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	-	-	-	-	Sala	17,6 °C 58,2 %HR	Sala	18,3 °C 57,5 %HR
	-	-	-	-	Cozinha	17,5 °C 59,3 %HR	Quarto	18,1 °C 59,1 %HR
	-	-	-	-	Quarto	17,4 °C 57,3 %HR	Sala	18,0 °C 59,8 %HR
	-	-	-	-	Quarto	17,3 °C 62,6 %HR	Quarto	17,8 °C 60,5 %HR
	-	-	-	-	Quarto	17,1 °C 62,0 %HR	WC	17,6 °C 61,1 %HR
	-	-	-	-	WC	17,1 °C 68,1 %HR	Cozinha	17,5 °C 61,0 %HR
Consumo de Eletricidade					10,0 €		30,0 €	
Consumo de Água					7,0 €		5,0 €	
Consumo de Gás					25,0 €		25,0 €	

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - 3º Andar)

Lote D - 3º Andar								
Frações	Fração A		Fração B		Fração C		Fração D	
Divisórias das frações, temperaturas e humidades relativas	Sala	17,9 °C	Sala	20,6 °C	Sala	19,3 °C	Sala	18,9 °C
		62,5 %HR		49,3 %HR		56,5 %HR		51,6 %HR
	Cozinha	18,0 °C	Cozinha	19,1 °C	Quarto	19,4 °C	Quarto	18,6 °C
		62,7 %HR		52,9 %HR		58,8 %HR		54,6 %HR
	Quarto	18,2 °C	Quarto	18,8 °C	Quarto	19,2 °C	Sala	18,1 °C
		62,9 %HR		55,1 %HR		51,7 %HR		52,8 %HR
	Quarto	18,1 °C	Quarto	18,4 °C	WC	19,0 °C	Quarto	17,9 °C
		65,0 %HR		53,4 %HR		51,6 %HR		54,1 %HR
Sala	18,1 °C	WC	18,3 °C	Cozinha	19,1 °C	WC	17,7 °C	
	66,3 %HR		51,9 %HR		56,5 %HR		53,9 %HR	
WC	18,1 °C	Quarto	18,3 °C	-	-	Cozinha	17,7 °C	
	67,1 %HR		54,3 %HR				56,7 %HR	
WC	18,1 °C	Quarto	18,3 °C	-	-	Cozinha	17,7 °C	
	67,1 %HR		54,3 %HR				56,7 %HR	
Consumo de Eletricidade	46,0 €		53,0 €		45,0 €		53,0 €	
Consumo de Água	10,0 €		15,0 €		17,5 €		12,5 €	
Consumo de Gás	26,0 €		52,0 €		23,5 €		26,0 €	

Medições de temperatura e humidade relativa e registo de consumos energéticos (Lote D - 4º Andar)

Lote D - 4º Andar							
Frações	Fração A	Fração B	Fração C	Fração D			
Divisórias	-	-	-	-	-	-	-
das	-	-	-	-	-	-	-
frações,	-	-	-	-	-	-	-
temperaturas	-	-	-	-	-	-	-
e	-	-	-	-	-	-	-
humidades	-	-	-	-	-	-	-
relativas	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de Eletricidade							
Consumo de Água							
Consumo de Gás							