



Daniela Ferreira Peixoto

Otimização das Soluções de Reabilitação de  
um Edifício Multifamiliar com o Objetivo nZEB

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia







Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Daniela Ferreira Peixoto

Otimização das Soluções de Reabilitação de  
um Edifício Multifamiliar com o Objetivo nZEB

Dissertação de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação de  
Professora Doutora Manuela Guedes Almeida  
Professora Doutora Sandra Monteiro da Silva

## AGRADECIMENTOS

A presente dissertação não seria possível sem algumas pessoas, cujo apoio e dedicação se mostraram fundamentais para o desenvolvimento da mesma. Aqui deixo apenas algumas palavras, mas fica um sentido agradecimento e reconhecimento de respeito e admiração com que as guardo.

À Professora Manuela Almeida expresso o meu profundo agradecimento pela orientação prestada. À Professora Sandra Silva, pela disponibilidade de corrigir todo o trabalho realizado. A ambas por se mostrarem sempre presentes e dispostas a ajudar. À Muriel Iten e à Ana Mestre pelas dicas iniciais.

À Engenheira Ana Rocha, pela paciência e amabilidade com que sempre me recebeu. Mesmo sem tempo ou com outras tarefas pendentes, mostrou-se incansável. Pelos ensinamentos, pelas ideias trocadas e por tudo o resto que o limite de palavras não me permite continuar: o meu mais sincero obrigada!

Quero agradecer aos meus amigos, aos de Viana e aos que levo de Guimarães, pela amizade, pelo carinho, pelas gargalhadas, sem as quais os meus dias não seriam iguais. Em especial, à Telma C. e à Cátia L., não só pelo apoio durante esta etapa, mas por serem insubstituíveis ao longo destes cinco anos de curso.

Por fim, mas não de menor importância, deixo um imensurável agradecimento à minha família. Estes estão comigo desde sempre. Aos meus pais e ao meu irmão, resta-me apenas agradecer o apoio em todos os momentos bons e menos bons. Por serem os meus pilares, e, a quem eu um dia espero poder retribuir todo amor e esforço que fazem por mim e pela nossa família. Ao meu Atum.



## RESUMO

O consumo energético e as emissões de gases com efeito de estufa têm assumido ao longo do tempo um grande destaque. O sector dos edifícios distingue-se como um dos maiores consumidores de energia, conseqüentemente representa um forte contributo para as emissões de gases com efeito de estufa. Deste modo, e sabendo que existe uma grande necessidade de reabilitação do parque habitacional, é possível afirmar que a reabilitação tem um papel determinante no sentido da eficiência energética e uma forma de tornar a economia, numa economia segura e sustentável.

A presente dissertação tem como principal objetivo a otimização das soluções de reabilitação de um edifício multifamiliar, localizado em Vila Nova de Gaia. As diferentes medidas de reabilitação implementadas visam a obtenção de um edifício eficiente a custos reduzidos. Para tal, efetuou-se uma abordagem de otimização da relação custo-benefício, ao mesmo tempo que foi ponderada a viabilidade de três cenários de reabilitação diferentes: redução em 80% das necessidades energéticas face à situação inicial, nível nZEB (edifício com necessidades quase nulas de energia) e nível ZEB (edifício com necessidades nulas de energia). Numa primeira fase, foi avaliado o desempenho térmico do edifício na situação atual de acordo com a metodologia da regulamentação térmica em vigor (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação - REH). Definiram-se diferentes soluções de reabilitação da envolvente, bem como diferentes sistemas técnicos (sistemas de climatização, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos), e comparou-se a redução das necessidades energéticas conseguidas com a implementação das diferentes soluções de reabilitação estudadas. Por fim, avaliou-se o potencial do contributo de fontes de energia renovável associado à integração de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos.

A análise do conjunto de medidas de reabilitação definidas permitiu obter um conjunto de soluções de custo ótimo. Por outro lado, conseguiu-se atingir o nível ZEB e, embora o nZEB ainda não se encontre completamente definido, é possível alcançá-lo, uma vez que diversas soluções estudadas potenciam reduções dos consumos energéticos na ordem dos 90% e 95% face à situação inicial.

**Palavras-Chave:** nZEB; ZEB; reabilitação; custo ótimo; eficiência energética.



## **ABSTRACT**

Energy consumption and greenhouse gas emissions have become more significant over time. The building sector is one of the largest energy consumers and consequently as a major contributor to greenhouse gas emissions. Thus, knowingly that there is a great need for renovation of the housing stock, it is possible to affirm that renovation plays a decisive role in improvement of the energy efficiency and a way of developing a safe and sustainable economy.

The present work main objective was the optimization of the renovation solutions of a multi-family building, located in Vila Nova de Gaia (Portugal). The different renovation measures implemented aim to obtain an efficient building at a reduced cost. A cost optimal approach was carried out while the feasibility of three different scenarios was considered: 80% energy needs reduction compared to the initial situation, reaching the nZEB (nearly Zero Energy Building) and ZEB (Zero Energy Building) levels. Initially, the thermal performance of the building current situation was evaluated using the methodology defined in the Portuguese thermal regulation. Different renovation solutions of the envelope were defined and their impact in the building's energy efficiency was analyzed. Different technical systems were also defined based on their efficiencies and availability in the market. Finally, the potential contribute of renewable energy sources (solar thermal and photovoltaic systems) was also evaluated.

The analysis of the wide range of renovation measures defined for the building allowed to obtain a set of optimum cost solutions. It was possible to reach the ZEB level and, although the nZEB is not yet quantitatively defined in Portugal, it is possible to reach this efficiency level since several solutions potentiate reductions in the energy needs around 90% and 95% compared to the initial situation.

**Keywords:** nZEB; ZEB; renovation; cost-optimal; energy efficiency.





# ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Estrutura da dissertação .....	3
CAPÍTULO 2 – ESTADO DE ARTE .....	5
2.1. Enquadramento .....	10
2.3. A Reabilitação Energética de Edifícios .....	11
2.4. Soluções de Reabilitação .....	13
2.5. Conclusão.....	21
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA .....	23
3.1. Caracterização do desempenho energético .....	23
3.2. Cálculo dos custos globais .....	30
3.2.1. Cálculo financeiro dos custos globais (Perspetiva privada) .....	33
3.2.2. Cálculo macroeconómico dos custos globais (Perspetiva Social) .....	34
3.2.3. Determinação de um nível ótimo de rentabilidade do desempenho energético para cada edifício de referência.....	34
3.3. Conclusão.....	36
CAPÍTULO 4 – CASO DE ESTUDO – EDIFÍCIO ENGENHEIRO MOTA PINTO .....	37
4.1. Caso de Estudo - Edifício Engenheiro Mota Pinto .....	37
4.1.1. Envolvente opaca .....	40
4.1.2. Coeficiente de Redução de Perdas, $b_{tr}$ .....	42
4.1.3. Pontes Térmicas Lineares.....	42
4.1.4. Vãos Envidraçados Exteriores .....	43
4.1.5. Dados Climáticos .....	44
4.1.6. Quantificação da inércia térmica.....	45

4.1.7. Ventilação .....	45
4.1.8. Sistemas técnicos .....	45
4.2. Caraterização energética do edifício .....	46
4.3. Conclusão .....	49
<b>CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA .....</b>	<b>51</b>
5.1. Definição das soluções de reabilitação.....	51
5.1.1. Paredes de fachada .....	53
5.1.2. Envolvente exterior envidraçada .....	55
5.1.3. Cobertura .....	56
5.1.4. Pavimento interior .....	57
5.2. Avaliação das medidas de reabilitação energética .....	58
5.2.1. Reabilitação das paredes de fachada .....	58
5.2.2. Reabilitação da envolvente envidraçada .....	62
5.2.3. Reabilitação da cobertura .....	63
5.2.4. Reabilitação do pavimento .....	65
5.3. Definição de Pacotes de Reabilitação Energética .....	67
5.4. Sistemas técnicos.....	71
5.5. Energias Renováveis .....	78
5.6. Análise de sensibilidade .....	88
5.7. Viabilidade para nZEB e ZEB.....	93
5.8. Conclusão .....	94
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>97</b>
6.1. Conclusões.....	97
6.2. Trabalhos Futuros.....	101
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>107</b>
Anexo I – Levantamento dimensional.....	109

Anexo II – Definição das soluções construtivas .....	110
Anexo III – Coeficiente de Redução de Perdas, btr .....	114
Anexo IV – Pontes térmicas lineares .....	115
Anexo V – Necessidades médias ponderadas por área do edifício.....	117
Anexo VI – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente opaca exterior – Fachada .....	118
Anexo VII – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Cobertura ....	121
Anexo VIII – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Pavimento...	122
Anexo IX – Custos associados às medidas de reabilitação independentes.....	123
Anexo X – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos .....	129
Anexo XI – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos com contributo das renováveis.....	139
Anexo XII – Necessidades de energia associadas às medidas de reabilitação .....	155
Anexo XIII – Necessidades associados aos pacotes de reabilitação e sistemas técnicos ...	159
Anexo XIV – Necessidades associadas às medidas de reabilitação com FER .....	166
Anexo XV – Orçamentos fornecidos .....	176
Anexo XVI – Tabelas de adaptação de orçamentos .....	177



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Edificações na Europa por categoria de idade .....	7
Figura 2 – Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidades de grandes reparações conforme época de construção .....	8
Figura 3 – Distribuição da despesa com energia no alojamento por tipo de utilização em Portugal.....	9
Figura 4 – Procura de fontes de energias renováveis por tipo de energia .....	13
Figura 5 – Conservação VS reabilitação .....	13
Figura 6 – Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação.....	14
Figura 7 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de paredes exteriores	15
Figura 8 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de cobertura .....	17
Figura 9 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de pavimentos .....	18
Figura 10 – Consumos individuais dos equipamentos eletrodomésticos .....	19
Figura 11 – Parcelas para o cálculo do custo global.....	31
Figura 12 – Definição da variável de custo ótimo.....	35
Figura 13 – Vista do alçado principal do edifício Eng. Mota Pinto .....	38
Figura 14 – Vista do alçado posterior do edifício Eng. Mota Pinto .....	38
Figura 15 – Planta do rés-do-chão do Edifício Eng. Mota Pinto.....	39
Figura 16 – Planta do Piso 1 e 2 do Edifício Eng. Mota Pinto.....	39
Figura 17 – Esquema para a avaliação das frações .....	47
Figura 18 – Necessidades de energia útil para aquecimento .....	48
Figura 19 – Gráfico das necessidades nominais anuais globais de energia primária .....	49
Figura 20 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na fachada (Perspetiva Privada)...	59
Figura 21 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na fachada (Perspetiva Social) .....	60
Figura 22 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar nos vãos envidraçados (Perspetiva Privada e Social).....	63
Figura 23 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na cobertura (Perspetiva Privada)	64
Figura 24 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na cobertura (Perspetiva Social) ..	64
Figura 25 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar no pavimento (Perspetiva Privada) .....	66
Figura 26 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar no pavimento (Perspetiva Social)	66

Figura 27 – Análise do custo ótimo das medidas e pacotes de reabilitação (Perspetiva Privada)	69
Figura 28 – Análise do custo ótimo das medidas e pacotes de reabilitação (Perspetiva Social)	70
Figura 29 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas Técnicos (Perspetiva Privada)	75
Figura 30 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas Técnicos (Perspetiva Social)	75
Figura 31 – Percentagem de redução da energia primária, das medidas em relação à situação inicial do edifício	77
Figura 32 – Disposição dos coletores solares térmicos na fachada (sudeste) e dos painéis fotovoltaicos na cobertura (sudoeste)	81
Figura 33 – Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura (sudoeste) e dos painéis fotovoltaicos na cobertura (sudoeste e nordeste)	82
Figura 34 – Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura (sudoeste)	83
Figura 35 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas de aproveitamento de FER (Perspetiva Privada)	84
Figura 36 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas de aproveitamento de FER (Perspetiva Social)	84
Figura 37 – Custos do Carbono	87
Figura 38 – Análise de sensibilidade numa perspetiva de custo ótimo dos diferentes pacotes de reabilitação apresentados (Perspetiva Privada)	89
Figura 39 – Análise de sensibilidade numa perspetiva de custo ótimo dos diferentes pacotes de reabilitação apresentados (Perspetiva Social)	90

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e inconvenientes do isolamento térmico exterior de fachadas.....	16
Tabela 2 – Intervalos para classificação da inércia térmica .....	26
Tabela 3 – Projeção da Evolução dos preços .....	32
Tabela 4 – Vida útil dos sistemas técnicos introduzidos .....	33
Tabela 5 – Caracterização geral do edifício .....	40
Tabela 6 – Valores dos Coeficientes de Transmissão Térmica .....	41
Tabela 7 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares $\Psi$ .....	43
Tabela 8 – Caracterização dos vãos envidraçados exteriores e interiores.....	44
Tabela 9 – Quantificação da inércia térmica .....	45
Tabela 10 – Taxas nominais de renovação do ar interior na estação de aquecimento e arrefecimento para cada fração.....	45
Tabela 11 – Necessidades médias energéticas do edifício .....	47
Tabela 12 – Nomenclatura utilizada.....	53
Tabela 13 – Medidas isoladas para a reabilitação das paredes de fachada (Continua) .....	54
Tabela 14 – Medidas isoladas para a reabilitação das paredes de fachada (Conclusão).....	55
Tabela 15 – Soluções relativas à reabilitação dos vãos envidraçados exteriores .....	56
Tabela 16 – Medidas isoladas para reabilitação da cobertura (Continua).....	56
Tabela 17 – Medidas isoladas para reabilitação da cobertura (Conclusão).....	57
Tabela 18 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento (Continua) .....	57
Tabela 19 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento (Conclusão).....	58
Tabela 20 – Definição da solução de custo ótimo .....	62
Tabela 21 – Medidas e Pacotes de reabilitação (Continua).....	68
Tabela 22 – Medidas e Pacotes de reabilitação (Conclusão).....	69
Tabela 23 – Combinações de Sistemas Técnicos a implementar no edifício.....	72
Tabela 24 – Características do painel fotovoltaico .....	79
Tabela I. 1– Levantamento dimensional das frações do edifício.....	109
Tabela II. 1– Definição das soluções construtivas (Continua).....	110
Tabela II. 2 – Definição das soluções construtivas (Continuação).....	111
Tabela II. 3 – Definição das soluções construtivas (Continuação).....	112
Tabela II. 4 – Definição das soluções construtivas (Conclusão).....	113



Tabela III. 1 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Marquise.....	114
Tabela III. 2 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Garagem .....	114
Tabela III. 3 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Entrada .....	114
Tabela III. 4 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Zona Comum e Caixa de escadas .....	114
Tabela III. 5 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para o Sótão .....	114
Tabela IV. 1 – Definição das pontes térmicas lineares da envolvente exterior.....	115
Tabela IV. 2 – Definição das pontes térmicas lineares da envolvente interior.....	116
Tabela V. 1 – Quantificação das necessidades energéticas das frações do edifício Eng. Mota Pinto.....	117
Tabela VI. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Continua).....	118
Tabela VI. 2 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Continuação) .....	119
Tabela VI. 3 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Conclusão).....	120
Tabela VII. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação da cobertura.....	121
Tabela VIII. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento.....	122
Tabela IX. 1 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continua).....	123
Tabela IX. 2 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação).....	124
Tabela IX. 3 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação).....	125
Tabela IX. 4 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação).....	126
Tabela IX. 5 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação).....	127
Tabela IX. 6 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Conclusão) .....	128
Tabela X. 1 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continua).....	129
Tabela X. 2 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação).....	130
Tabela X. 3 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação).....	131
Tabela X. 4 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação).....	132
Tabela X. 5 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação).....	133
Tabela X. 6 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação).....	134

Tabela X. 7 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação) .....	135
Tabela X. 8 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação) .....	136
Tabela X. 9 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação) .....	137
Tabela X. 10 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Conclusão).....	138
Tabela XI. 1 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continua).....	139
Tabela XI. 2 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	140
Tabela XI. 3 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	141
Tabela XI. 4 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	142
Tabela XI. 5 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	143
Tabela XI. 6 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	144
Tabela XI. 7 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação) .....	145
Tabela XI. 8 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Conclusão).....	146
Tabela XI. 9 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continua).....	147
Tabela XI. 10 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	148
Tabela XI. 11 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	149
Tabela XI. 12 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	150
Tabela XI. 13 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	151
Tabela XI. 14 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	152
Tabela XI. 15 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação) .....	153
Tabela XI. 16 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Conclusão).....	154
Tabela XII. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continua).....	155
Tabela XII. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	156
Tabela XII. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	157
Tabela XII. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Conclusão).....	158
Tabela XIII. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continua).....	159
Tabela XIII. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	160
Tabela XIII. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	161
Tabela XIII. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	162
Tabela XIII. 5 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	163

Tabela XIII. 6 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação) .....	164
Tabela XIII. 7 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Conclusão).....	165
Tabela XIV. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continua).....	166
Tabela XIV. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)...	167
Tabela XIV. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)...	168
Tabela XIV. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)...	169
Tabela XIV. 5 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Conclusão).....	170
Tabela XIV. 6 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continua) .....	171
Tabela XIV. 7 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)...	172
Tabela XIV. 8 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)...	173
Tabela XIV. 9 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)...	174
Tabela XIV. 10 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Conclusão)....	175
Tabela XV. 1 – Orçamentos para XPS.....	176
Tabela XV. 2 – Orçamentos para EPS .....	176
Tabela XVI. 1 – Orçamentos para XPS 30 cm.....	177
Tabela XVI. 2 – Orçamentos para XPS 40 cm .....	177

## SIGLAS E ACRÓNIMOS

AC – Ar Condicionado

$A_i$  – Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do espaço não útil

AQS – Águas quentes sanitárias

$A_u$  – Somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior

BAU – *Business as usual* (Valor médio de mercado)

$b_{tr}$  - Coeficiente de redução de perdas

COP – *Coefficient of Performance* (Coeficiente de desempenho)

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

EEA – *European Environment Agency* (Agência Ambiental Europeia)

EER – *Energy Efficiency Ratio* (Índice de Eficiência Energética )

ENU – Espaços não úteis

EPBD – *Energy Performance of Building Directive* (Diretiva relativa ao desempenho energético dos edifícios)

EPS – Poliestireno expandido

EPS-G – Poliestireno expandido elastificado com grafite

ETICS – *External Thermal Insulation Composite Systems* (Sistemas Compósitos de Isolamento Térmico pelo Exterior)

FER – Fontes de energia renováveis

FLM-K – Feltro isolante de lã mineral, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno

Fg – Fração envidraçado de um envidraçado

FV – Fachada ventilada

GEE – Gases com efeito de estufa

$g_{\perp vi}$  – Fator solar do vidro para uma incidência solar normal ao vão

$g_T$  – Fator solar global de um vão envidraçado

$g_{tvc, prot ext}$  – Fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar exterior

ICB – Aglomerado de cortiça natural expandido

IEA – *International Energy Agency* (Agência Internacional de Energia)

INE – Instituto Nacional de Estatística

ITR – Isolamento térmico refletivo

LMN – Lã mineral natural

LMNAI – Manta de lã mineral natural, revestida numa das suas faces por alumínio e papel *kraft*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LR-V – Lã de rocha vulcânica

LVK – Manta de lã de vidro, revestida numa das suas faces com papel kraft

Msi – Massa de cada elemento construtivo

Nic – Necessidades nominais anuais globais de energia para aquecimento

Ntc – Necessidades nominais anuais globais de energia primária

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

Nvc – Necessidades nominais anuais globais de energia para arrefecimento

nZEB – *nearly Zero Energy Building* (Edifício de necessidades quase nulas de energia)

PS – Painel *Sandwich*

PV – Painel fotovoltaico

Qa – Energia útil para preparação da água quente sanitária

REH – Regulamento do Desempenho Energético dos Edifício de Habitação

RWG – lã de rocha, fornecida a granel, ligeiramente impregnada de resina fenólica

RW\_RRK – Feltro isolante de lã de rocha vulcânica, revestido numa das suas faces com um complexo de papel kraft com polietileno

R/C – Rés do chão

SPV – Sistema Fotovoltaico

SB – Solução Base

ST – Sistema Solar Térmico

U – Coeficiente de transmissão térmica

UE – União Europeia

V<sub>enu</sub> – Volume do espaço não útil

XPS – Poliestireno extrudido

ZEB – Zero Energy Building (Edifício de necessidades nulas de energia)

Ψ – Coeficiente de transmissão térmica linear

η – Rendimento

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento

A importância da questão do consumo energético e das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) tem motivado a realização de um conjunto de acordos, desde o Protocolo de Quioto em 1997, ao Acordo de Paris em 2015. Estes protocolos estabelecem compromissos quantificados de limitação e redução das emissões dos principais gases com efeito de estufa (GEE), tendo em vista uma redução global das mesmas, atenuando a subida da temperatura do planeta. Neste sentido, todas as nações se encontram envolvidas num esforço coletivo para o cumprimento das metas estipuladas. A emissão de gases com efeito de estufa encontra-se diretamente relacionada com a eficiência energética: maior eficiência energética, menor emissão de gases. Neste sentido, foram estabelecidos prazos para uma redução de 20% do consumo de energia a um nível global.

O sector dos edifícios é um dos maiores consumidores de energia a nível global, sendo responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia final da Europa (ADENE, 2017). Deste modo, representa um forte contributo para as emissões de GEE. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), quase a totalidade do compromisso da União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto (ADENE, 2017). Para além de que, grande parte do parque habitacional encontra-se velho e degradado (Economidou et al., 2011) e a construção de edifícios novos é reduzida.

A reabilitação energética afirma-se assim, como uma via promissora no sentido da eficiência energética e uma forma de tornar a economia europeia e nacional, uma economia segura e sustentável. Neste sentido, a redução do consumo de energia no setor dos edifícios vai potenciar a sua redução a um nível global, bem como das emissões de gases com efeitos de estufa. Deste modo, e sabendo que existe uma grande necessidade de reabilitação do parque habitacional, é possível afirmar que a reabilitação energética tem um papel determinante na eficiência energética, no setor dos edifícios.

Caminhando no sentido da melhoria da eficiência energética do parque habitacional português foram estabelecidas estratégias, diretivas e regulamentos. Nessa linha de orientação, foi desenvolvido um conjunto de instrumentos, tecnologias e metodologias de suporte e incentivo à eficiência energética. Um conceito definido nesta perspetiva é o conceito de nível nZEB e ZEB (edifícios com necessidades quase nulas ou nulas de energia, respetivamente), cujas reduzidas necessidades energéticas restantes deverão ser cobertas, em grande medida, por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local, ou nas proximidades. Um outro objetivo é a obtenção de níveis ótimos de rentabilidade ao nível das necessidades de um edifício ao mesmo tempo que se estabelece um elevado desempenho energético nos edifícios de referência.

O mercado, cada vez mais competitivo, oferece diversas soluções construtivas e sistemas técnicos com vista ao alcance destes objetivos. Assim surgiu o Projeto MORE-CONNECT (SEP-210134107), com o objetivo de desenvolver um módulo de reabilitação sustentável com elevado desempenho, permitindo a redução das necessidades energéticas dos edifícios. A implementação dos módulos de reabilitação irá também conduzir a um aumento do conforto térmico dos ocupantes dos mesmos. A presente dissertação insere-se no âmbito deste projeto que, através da monitorização de um edifício piloto localizado no distrito do Porto, visa a análise do desempenho antes e depois da aplicação do módulo de reabilitação.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal desta dissertação é a identificação de soluções de reabilitação de edifícios que conduzam a uma redução das necessidades energéticas de, pelo menos, 80% face à situação existente. Assim, e no âmbito do projeto MORE-CONNECT, pretende-se alcançar soluções eficientes, a custos reduzidos que se enquadrem em diferentes cenários de reabilitação:

- i. redução de, pelo menos, 80% nas necessidades energéticas,
- ii. atingir o nível nZEB (edifícios com necessidades quase nulas de energia),
- iii. atingir o nível ZEB (edifícios com necessidades nulas de energia).

O estudo foi elaborado com recurso a um caso de estudo, um edifício multifamiliar de habitação social situado no distrito do Porto, incluído no projeto em questão. Assim, o objetivo fulcral da dissertação é o estudo do impacto de diferentes medidas de reabilitação que permitam cumprir as metas do projeto e as metas estipuladas pela Comissão Europeia ao nível do desempenho energético dos edifícios.

O trabalho desenvolvido cumpre o estipulado no Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto (Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto do Ministério da Economia e do Emprego, 2013), que estabelece o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH). Cumpre ainda o previsto no Regulamento Delegado n.º 244/2012 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012) relativo ao estabelecimento de um quadro metodológico comparativo para o cálculo dos níveis ótimos de rentabilidade dos requisitos mínimos de desempenho energético dos edifícios e componentes de edifícios – a metodologia de custo ótimo. Esta metodologia, permite uma análise comparativa entre as diferentes soluções aplicadas ao edifício numa lógica de custo-benefício, relaciona o consumo de energia primária e o custo global ao longo do período de vida útil do edifício.

### **1.3. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se organizada em 6 capítulos, nos quais se descreve, de forma organizada e progressiva, o desenrolar dos trabalhos desenvolvidos.

O Capítulo 1 – Introdução – apresenta uma breve contextualização do tema da dissertação. São também apresentados os objetivos traçados inicialmente. Por fim, é feita uma pequena resenha acerca da estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 – Estado da Arte – tem como principal objetivo o enquadramento dos trabalhos desenvolvidos ao longo da dissertação apresentada. Inicialmente, é realizada uma análise quantitativa da situação existente ao nível do parque habitacional com base em dados estatísticos. É sublinhada a necessidade da promoção da eficiência energética, como tal, se reúnem algumas noções básicas da reabilitação energética. Por fim, faz-se uma abordagem do projeto europeu MORE-CONNECT.



O Capítulo 3 – Metodologia – apresenta uma abordagem descritiva da metodologia utilizada com o objetivo de caracterizar o desempenho energético do edifício caso de estudo e, para a metodologia de custo ótimo, é por sua vez explicado o procedimento de cálculo para a determinação do nível ótimo de rentabilidade.

Por sua vez, no Capítulo 4 – Caso de Estudo – Edifício Eng. Mota Pinto – é analisado o desempenho energético do mesmo, realizando-se uma análise quantitativa e qualitativa das necessidades de aquecimento, arrefecimento e de produção de águas quentes sanitárias (AQS), que caracterizam o edifício. O conhecimento destes valores irá permitir a comparação entre as necessidades energéticas dos cenários de referência analisados no decorrer da dissertação.

O Capítulo 5 – Propostas de Reabilitação Energéticas – apresenta a simulação de diferentes cenários de reabilitação para o edifício multifamiliar em estudo, a partir da identificação de soluções de reabilitação da envolvente. Seguidamente, foram associados os sistemas técnicos e integradas as fontes de energia renováveis. Na abordagem de otimização da relação custo-benefício, identificando as soluções de custo ótimo, foram estudadas três situações distintas: redução de 80% das necessidades energéticas, atingir o nível nZEB e, por fim o nível ZEB (como proposto nos objetivos da dissertação). Finalmente são discutidos os resultados obtidos e quais as medidas mais favoráveis a aplicar, através de uma análise de sensibilidade com gráficos elucidativos e comparativos.

Por fim, o Capítulo 6 – Conclusões e Trabalhos Futuros – são apresentadas as conclusões gerais do estudo desenvolvido e propostos um conjunto de sugestões de trabalhos futuros no âmbito do mesmo tema.

## **CAPÍTULO 2 – ESTADO DE ARTE**

### **2.1. Enquadramento**

O presente capítulo tem como principal objetivo o enquadramento dos trabalhos desenvolvidos ao longo da dissertação apresentada. Inicialmente, é realizada uma análise quantitativa da situação existente ao nível do parque habitacional, com base em dados estatísticos. São sintetizadas algumas das metas impostas pela legislação, com o intuito de sublinhar a necessidade da promoção da eficiência energética. Encontram-se também reunidas algumas noções básicas da reabilitação energética e da sua aplicação ao nível dos vários elementos da envolvente de um edifício. Conclui-se o capítulo com uma breve apresentação do projeto europeu MORE-CONNECT no qual esta dissertação se insere.

Com o aumento do poder económico e a melhoria das condições de vida, as populações procuram melhores condições de conforto, o que conduz a um aumento significativo dos consumos energéticos dos edifícios, uma vez que, em geral, estes não possuem envolventes adequadas. Torna-se assim fundamental, o estudo dos consumos energéticos dos edifícios, de modo a compreender quais os fatores que levam ao seu crescimento, e a implementar medidas de conservação de energia e eficiência energética que minimizem esses consumos. O desempenho energético dos edifícios depende de um conjunto de fatores, tais como o das condições climáticas, da qualidade da envolvente do edifício, desempenho dos sistemas técnicos instalados, etc.

Neste sentido, é essencial a procura de um desenvolvimento sustentável que conduza a um equilíbrio entre um sistema de consumo, que visa a satisfação das necessidades da geração atual, tanto a nível económico como social, e a proteção dos recursos naturais, garantindo assim a renovação dos recursos e, a resultante capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (Brundtland, 1987). Cada vez mais surgem evidências de que o desenvolvimento sustentável é possível, desde que se consiga integrar o crescimento económico com o equilíbrio ambiental e com a equidade social (Economidou et al., 2011).

O aquecimento global e as suas consequências para o Homem e para a Natureza são matérias de extrema importância. Com vista ao combate das alterações climáticas, foram traçadas metas

no que respeita ao setor da energia, com objetivos a longo prazo de tornar a Europa uma economia sustentável, hipocarbónica, respeitadora do ambiente e líder na produção de energias renováveis. Assim, traçaram-se objetivos energéticos e climáticos para 2020, 2030 e 2050. As metas 20-20-20 da União Europeia (UE) visam para 2020 uma redução de pelo menos 20% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) relativamente aos níveis de 1990, um aumento de 20% da energia obtida a partir de fontes renováveis e 20% de melhoria da eficiência energética dos edifícios. Para 2030 são impostos incrementos aos objetivos apontados atrás (redução de, pelo menos, 40% das emissões de GEE, 27% de energia proveniente de fontes renováveis no consumo total e aumento de 27% da eficiência energética) e é esperada para além disso 15% de interligação elétrica, ou seja, 15% da eletricidade produzida na UE pode ser transferida para outros países da UE (Comissão Europeia, 2010).

Estas melhorias irão também contribuir para a concretização dos objetivos a longo prazo, estabelecidos no quadro político para o clima e a energia e no roteiro para uma economia hipocarbónica em 2050: o alcance de uma economia hipocarbónica com uma diminuição de 80 a 95% das emissões de gases com efeito de estufa comparativamente aos níveis de 1990 (Comissão Europeia, 2017). Neste momento, é viável um balanço positivo da situação no que toca ao cumprimento dos objetivos estipulados para 2020. Até 2012, as emissões de GEE diminuíram 18% em comparação com os níveis de 1990, por outro lado, a utilização das energias renováveis passou de 8,5% em 2005 para 14,1% em 2012 (Comissão Europeia, 2017).

As atividades humanas têm consequências negativas no ambiente, nomeadamente, o aumento da concentração de gases libertados que levam ao efeito de estufa. A Agência Ambiental Europeia (EEA) declara que é possível alcançar as metas estipuladas apenas com a mudança de comportamento da população (European Environment Agency, 2013). Com o objetivo de consciencializar a população sobre o papel desempenhado pela energia na determinação dos hábitos quotidianos e de alterar o seu comportamento para boas práticas, a EEA apresenta um conjunto de medidas de alterações propostas para a poupança de energia a longo prazo, medidas estas que apelam à racionalidade na utilização de energia desde o aproveitamento de luz natural (European Environment Agency, 2013).

O sector dos edifícios é um dos maiores consumidores de energia a nível global, sendo responsável pelo consumo de cerca de 40% da energia final na Europa e consequentemente, representa um forte contributo para as emissões de gases efeito de estufa (Directiva 2010/31/UE

do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio, 2010). No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, quase a totalidade do compromisso da união europeia no âmbito do Protocolo de Quioto (ADENE, 2017).

Uma parte considerável das edificações na Europa têm mais de 50 anos, e muitos dos edifícios em utilização, centenas de anos de idade (Figura 1) (Economidou et al., 2011). Mais de 40% dos edifícios residenciais foram construídos antes dos anos 60 (Figura 1) quando energia regulamentação energética era muito limitada ou inexistente (Economidou et al., 2011). De notar que a Europa do Sul abrange Portugal.

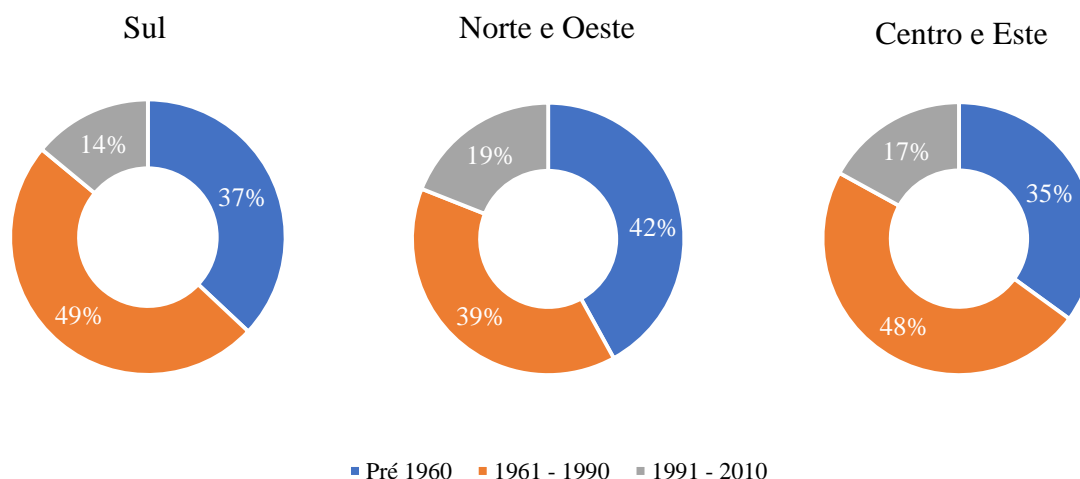


Figura 1 – Edificações na Europa por categoria de idade (Economidou et al., 2011)

Grande parte do parque habitacional português está envelhecido e degradado e existe uma relação direta entre o consumo de energia e a idade dos mesmos (DGGE, 2004). Por sua vez, quanto mais antigas forem as habitações maiores serão os consumos energéticos, pois também apresentam maiores perdas de calor através da envolvente. O mesmo também se deve à inexistência ou insuficiência de isolamento térmico nos edifícios (INE & DGEG, 2011). O mau isolamento da envolvente dos edifícios mais antigos refletem-se no coeficiente de transmissão térmica,  $U$  (Economidou et al., 2011).

Os edifícios construídos até 1945 representam apenas 14,4% do parque habitacional português, porém constituem mais de metade do total de edifícios com necessidades de grandes reparações ou muito degradados, cerca de 58,1% (INE & LNEC, 2011). Entre 1946 e 1990 este número

diminuiu acentuadamente, tornando-se quase residual nos edifícios posteriores a 1990, como mostra a Figura 2 (INE & LNEC, 2011). A Figura 2 relaciona o número de edifícios com a época em que estes foram construídos, permite também, a comparação entre os edifícios muito degradados e dos edifícios com necessidades de grandes reparações.

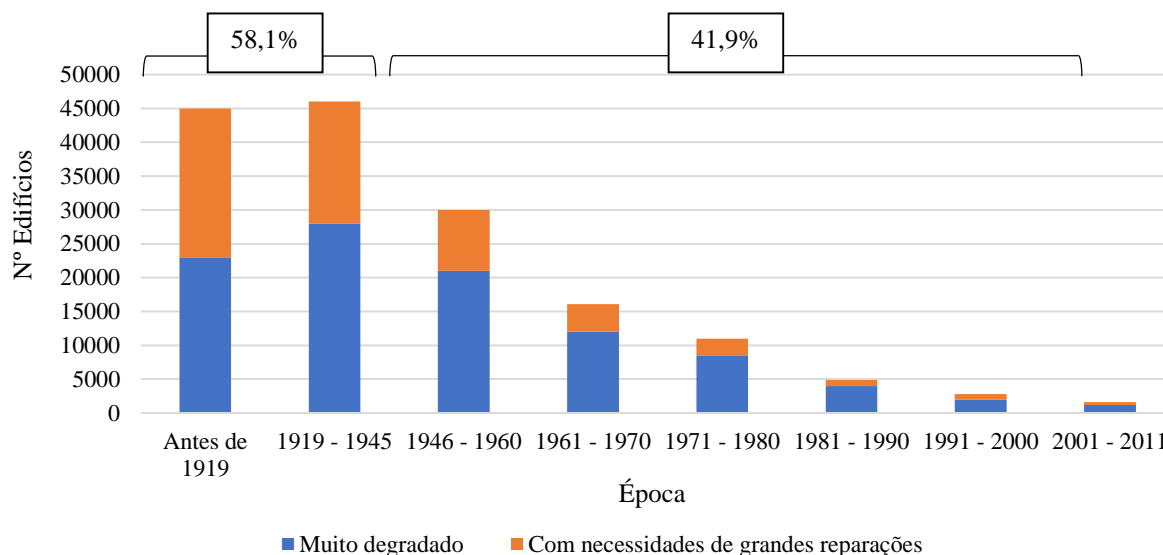


Figura 2 – Número de edifícios clássicos muito degradados ou com necessidades de grandes reparações conforme época de construção (INE & LNEC, 2011)

O parque edificado português, ainda é considerado um parque envelhecido, encontrando-se bastante degradado devido muitas das vezes a questões que se prendem com o cumprimento da legislação relativa à conservação dos edifícios (INE & LNEC, 2011). Muitos desses edifícios exigem intervenções de fundo com o intuito de melhorar as suas características de habitabilidade, e tendo praticamente todos eles sido construídos antes da existência de regulamentação referente ao desempenho térmico de edifícios, apresentam uma deficiente qualidade térmica e energética, o que se traduz, essencialmente, em envolventes com um isolamento térmico insatisfatório (DGGE, 2004).

De acordo com informações do balanço energético, provenientes do inquérito ao consumo de energia no sector doméstico, o consumo de energia no mesmo sector em Portugal, representava, em 2009, 17,7% do total de energia consumida, constituindo uma taxa média de crescimento anual de 1,5% entre os anos de 1989 e 2009, sendo o terceiro maior consumidor de energia. Estima-se que o consumo total de energia foi de 5902024 tep (INE & DGEG, 2011).

De acordo com este inquérito, um alojamento em Portugal gasta cerca de 3700kWh, por ano. A Figura 3, representa a distribuição, por tipo de utilização, das despesas com energia, em percentagem. Neste sentido, é possível afirmar que são as cozinhas, com 40,0% do total da despesa, e os sistemas de AQS, com 27,6%, os que apresentam uma maior contribuição para os consumos energéticos. Este maior consumo deve-se à instalação de sistemas não tão eficientes (INE & DGEG, 2011).

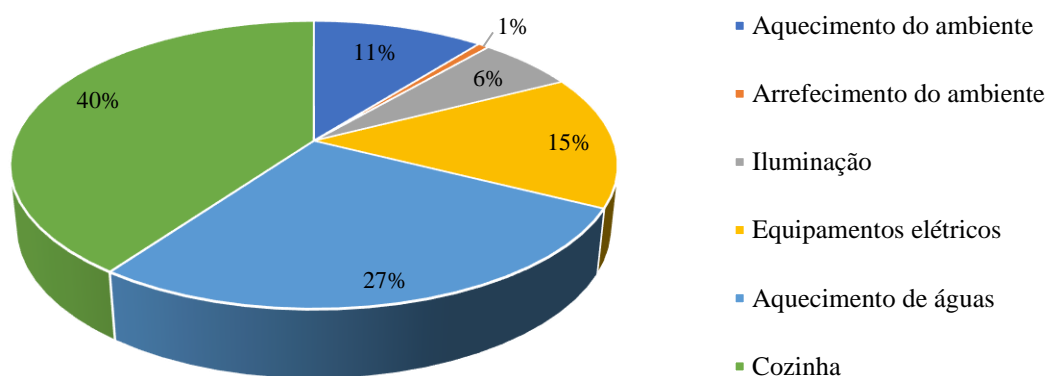


Figura 3 – Distribuição da despesa com energia no alojamento por tipo de utilização em Portugal (INE & DGEG, 2011)

Contudo, análises efetuadas ao consumo energético no setor residencial indicam um enorme potencial ao nível da economia de energia, resultante por um lado da fraca eficiência que caracteriza o parque edificado e, por outro, pelos aspetos comportamentais dos utilizadores que não se encontram sensibilizados com esta matéria (DGGE/IP-3E, 2004).

## 2.2. Rumo a uma economia segura e sustentável

Por forma a atingir os objetivos traçados, e de tornar a Europa numa economia segura e sustentável, a reformulação da Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD-recast) define edifício com necessidades quase nulas de energia (nZEB) como um edifício de elevado desempenho energético, com necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas que deverão ser cobertas em grande

medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades (Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio, 2010), em conformidade com o princípio de garantir que as necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento sejam reduzidas aos níveis ótimos de rentabilidade.

A EPBD-recast define ainda o nível ótimo de rentabilidade como o desempenho energético que leva ao custo mais baixo durante o ciclo de vida económico estimado (Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio, 2010), sendo este determinado tendo em conta os custos de investimento, de manutenção e de funcionamento relacionados com a energia e o ciclo de vida económico estimado é determinado pelos Estados-Membros.

Por conseguinte, para a avaliação dos níveis ótimos de custos relacionados com requisitos mínimos de desempenho energético nos edifícios, é necessário o estabelecimento de requisitos mínimos de desempenho energético. Porém, o conceito de edifícios de balanço energético quase nulo não está ainda completamente clarificado, devendo cada Estado-Membro defini-lo com base nas especificidades locais.

O artigo 9º da Diretiva 2010/31/EU (EPBD-recast) prevê ainda que os Estados-Membros assegurem que os novos edifícios ocupados e detidos pelas autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia a partir de 31 de dezembro de 2018 e, que, os novos edifícios sejam nZEB a partir de 31 de dezembro de 2020. Para tal, encarrega os Estados-Membros da elaboração de planos nacionais para aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia, com objetivos diferentes consoante a categoria do edifício em causa.

Por forma a assegurar requisitos mínimos equiparáveis, os Estados-Membros da União Europeia estabeleceram uma metodologia a fim de alcançar os níveis ótimos de rentabilidade de edifícios ou frações autónomas através do quadro para a metodologia comparativa. Os Estados-Membros podem determinar o desempenho energético, dos edifícios e dos seus componentes, assim como os aspetos económicos das medidas relacionadas, o que permite estabelecer uma relação entre estes elementos a fim de determinar o nível ótimo de rentabilidade, tendo em conta os mais variados aspetos desde padrões de utilização, condições

climáticas exteriores, custos de investimento, manutenção e funcionamento, categoria do edifício, etc. (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012).

Esta metodologia permite também, ao consumidor final perceber qual a melhor decisão a tomar, numa perspetiva de otimização da relação custo-benefício. Esta, relaciona a energia primária consumida pelo edifício, com uma determinada solução de melhoria de desempenho energético implementada, bem como o respetivo custo ao longo do seu ciclo de vida.

### **2.3. A Reabilitação Energética de Edifícios**

Um edifício pode ser encarado como um sistema térmico, ou seja, como um conjunto de elementos com determinadas características de transmissão e de armazenamento de energia. Por sua vez, o desempenho energético de um edifício é definido como a energia necessária para satisfazer a procura de energia para aquecimento, arrefecimento de espaços, iluminação, ventilação e preparação de AQS (Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio, 2010).

Melhorar o desempenho energético do parque habitacional, a fim de alcançar a redução das emissões de GEE pretendida, e, potenciar um aumento da eficiência energética a longo prazo, é de extrema importância. Neste sentido, as disposições legais e regulamentares, bem como as práticas administrativas, constituem um dos principais instrumentos legislativos a nível da UE, com vista à melhoria da eficiência energética, assegurando viabilidade económica e ambiental, durante o ciclo de vida de um edifício (Directiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro, 2012).

A reabilitação térmica e energética de edifícios constitui assim, uma das vias mais promissoras para a correção de situações de inadequação funcional, proporcionando a melhoria da qualidade térmica e das condições de conforto dos seus ocupantes, permitindo também a redução do consumo de energia para aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação e, possibilitando ainda, em muitas situações, a correção de certas patologias (DGGE, 2004).

A redução do consumo de energia no setor dos edifícios vai potenciar a redução das emissões, o que, conjugada com a utilização de energias provenientes de fontes renováveis levará à



redução do consumo de energia na União Europeia, e à redução de emissões de poluentes, norteando-a no caminho da sustentabilidade.

É possível, então, afirmar que a reabilitação energética tem um papel determinante tanto na eficiência energética no setor dos edifícios, como para o estímulo da economia através da criação de emprego e do aumento do rendimento disponível das famílias. Baixos rendimentos, subida dos preços energéticos e falta de eficiência energética nas habitações são as três principais razões para um problema que afeta milhões de europeus: a pobreza energética («Edifícios e Energia», 2017). Para além disso, contribuirá para aumentar o produto interno bruto da UE, apresentando um impacto positivo nas finanças públicas (Staniaszek, 2013). Tais argumentos, justificam a necessidade de implementação da reabilitação energética.

Através da melhoria térmica da envolvente, do aumento da eficiência dos sistemas de produção ou distribuição de energia e da substituição parcial ou total das fontes energéticas fósseis por fontes renováveis e, satisfazendo as necessidades energéticas restantes do edifício através de produção local de energia a partir de fontes de energia renovável é possível minimizar as necessidades de um edifício, tornando-o mais eficiente (Mestre et al., 2016). A reabilitação energética constitui uma importante estratégia para a construção sustentável, aumentando a qualidade das habitações mais antigas para padrões atuais através da adaptação da sua envolvente. E, uma vez que assegura a utilização de energias provenientes de fontes renováveis produzidas no local ou nas proximidades, oferece ao edifício com uma redução significativa da energia consumida.

Atualmente, existem diversas medidas para a promoção das energias renováveis nos edifícios (DGE, 2002). A Figura 4 representa a procura de fontes de energias renováveis por tipo de energia: biomassa, eólica, geotérmica, fotovoltaica e hídrica. Constata-se uma subida de 31%, na produção de origem de Fontes de Energias Renováveis (FER) no ano móvel de setembro de 2015, a setembro de 2016, tendo a hídrica aumentado 71,3% (Figura 4). A forte quebra na produção FER em 2012 deveu-se à seca ocorrida nesse ano (DGEG, 2016). Relativamente à evolução das diferentes FER desde 2007 a setembro de 2016, é possível aferir que a tecnologia com maior crescimento em potência instalada foi a eólica (Figura 4). No entanto, em termos relativos a tecnologia que mais cresceu foi a fotovoltaica (DGEG, 2016).

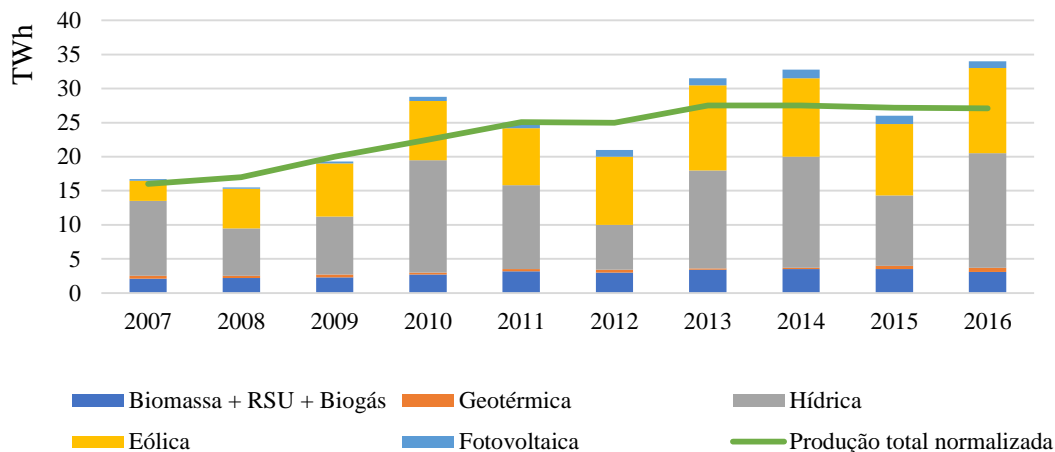


Figura 4 – Procura de fontes de energias renováveis por tipo de energia (DGE, 2016)

A Figura 5 apresenta uma análise da evolução do estado de conservação e da necessidade de intervenções de beneficiação ou de reabilitação ao longo do tempo. Através de vários processos e atitudes de conservação dos padrões iniciais, através da conservação, consegue-se atingir um nível medio de habitabilidade. Quando o estado de conservação do edifício chega a um limiar mais baixo, próximo do limiar da demolição, sendo este prejudicial à saúde dos ocupantes, opta-se por uma reabilitação. A reabilitação térmica e energética do mesmo levará a padrões de qualidade superiores às iniciais.

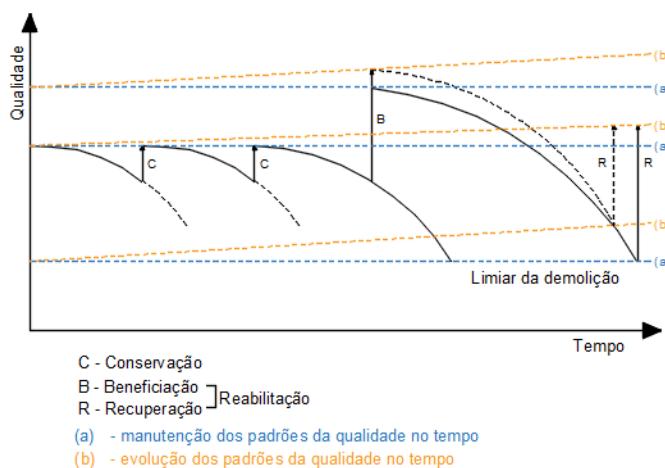


Figura 5 – Conservação VS reabilitação (Paiva et al., 2006)

## 2.4. Soluções de Reabilitação

A reabilitação é o setor da construção civil que se tem vindo a afirmar com maior potencial de evolução uma vez que em 2011, em Portugal, existiam 1,45 alojamentos familiares clássicos

por família, o que também se deve ao abrandamento do crescimento demográfico (INE & LNEC, 2011). É possível ainda aferir que, aquando a aquisição de habitação própria se está a evoluir para um modelo em que a reabilitação de edifícios ganha cada vez mais algum dinamismo (INE & LNEC, 2011).

A Figura 6 relaciona o número de fogos concluídos em construções novas com o número de fogos reabilitados. No período de 1991 a 2001 (Figura 6), verificou-se um crescimento progressivo do número de fogos concluídos em construções novas contrariamente ao que acontecia com o número de fogos reabilitados. Por outro lado, no período de 2002 a 2011 (Figura 6), verificou-se uma diminuição gradual do número de fogos concluídos em construções novas e um crescimento do número de fogos reabilitados (INE & LNEC, 2011). Apesar deste aumento, o número de fogos concluídos em construções novas continuou a ser significativamente superior ao número de fogos reabilitados. As intervenções de reabilitação energética dos edifícios de habitação, integrando medidas de economia e de utilização racional de energia, assumem particular relevo entre as intervenções de reabilitação e são economicamente compensadoras mesmo quando realizadas reabilitações profundas (Paiva et al., 2006).

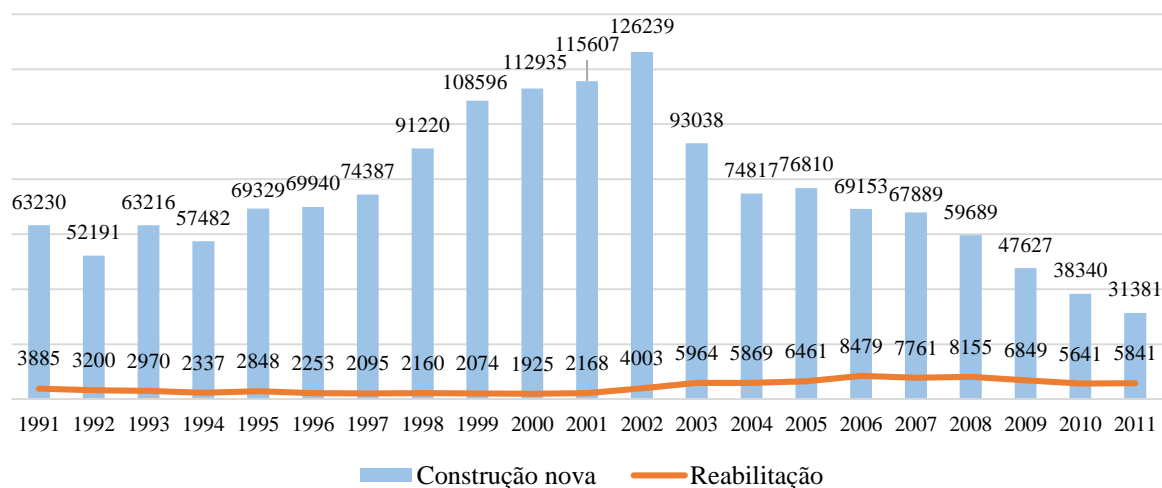


Figura 6 – Número de fogos concluídos em obras de construção nova e reabilitação (INE & LNEC, 2011)

Cada reabilitação é singular. Pelo que, para cada caso concreto, surge a necessidade da compreensão de todas as condicionantes, por forma a que seja encontrada a melhor solução de reabilitação possível. Para tal, é importante o estudo da situação atual do edifício e o seu modo

de funcionamento, assim como as condições climáticas a que este se encontra sujeito ao longo do ano. Em termos de hierarquização das medidas de eficiência energética do ponto de vista da análise custo-benefício, as mais favoráveis são, em geral, as que incidem nas coberturas, seguidas das que se referem aos pavimentos sobre espaços exteriores e, finalmente, as respeitantes às paredes exteriores (DGGE, 2004).

O reforço do isolamento térmico das paredes exteriores tem como principais vantagens a diminuição do consumo de energia e o aumento do conforto térmico. Este, pode ser concretizado através de três opções, caracterizadas pela localização do isolamento térmico a aplicar (Figura7): pelo exterior (a), interior (b) ou ainda, no caso de paredes duplas, na caixa de ar (c) (Paiva et al., 2006). Cada uma destas opções admite vários tipos de soluções, o que exigiria um levantamento exaustivo.

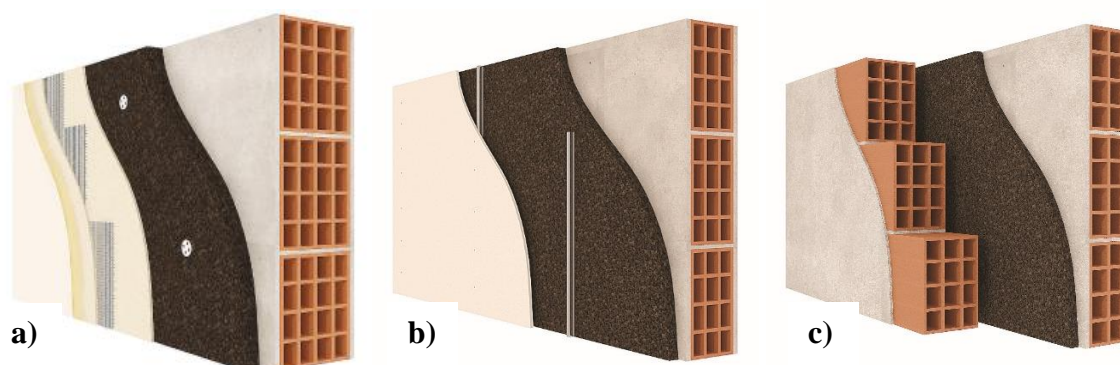


Figura 7 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de paredes exteriores («Isocor», 2017)

No caso das paredes exteriores, geralmente o reforço do isolamento térmico pode ser realizado pelo exterior ou pelo interior. Porém, o reforço do isolamento térmico pelo exterior, desde que não seja inviabilizado por condicionamentos de ordem arquitetónica, constitui em geral a melhor solução, dado que as vantagens superam os inconvenientes (Tabela 1), em comparação com a solução de isolamento pelo interior. Por outro lado, nas intervenções de reabilitação de edifícios, é normal a necessidade de refazer o reboco das paredes exteriores, pelo que é oportuno considerar esta hipótese (DGGE, 2004). São apresentadas na Tabela 1, as respetivas vantagens e inconvenientes do isolamento térmico exterior de fachadas em comparação ao reforço do isolamento térmico pelo interior.

Tabela 1 – Vantagens e inconvenientes do isolamento térmico exterior de fachadas (Paiva et al., 2006)

<b>Vantagens</b>	Isolamento térmico mais eficiente
	Proteção das paredes contra agentes atmosféricos
	Ausência de descontinuidade na camada de isolamento
	Supressão de “pontes térmicas” e redução de riscos de condensação
	Conservação da inércia térmica das paredes
	Manutenção das dimensões dos espaços interiores
	Menores riscos de incêndio e de toxicidade
	Manutenção da ocupação dos edifícios durante as obras
	Dispensa de interrupções nas instalações interiores
	Dispensa de trabalhos de reposição de acabamentos
	Eventual melhoria do aspeto exterior dos edifícios
<b>Inconvenientes</b>	Constrangimentos arquitetónicos
	Constrangimentos de ordem técnica
	Maior vulnerabilidade da parede ao choque, sobretudo no R/C
	Custo em regra mais elevado (cerca do dobro).
	Condicionamento dos trabalhos pelo estado do tempo
	Risco de fendilhação dos revestimentos

As pontes térmicas são pontos localizados na envolvente do edifício onde há maior perda de calor em relação às restantes áreas dos elementos da envolvente, em vigas e pilares (pontes térmicas planas), interseções de paredes exteriores com paredes interiores, e à volta dos vãos envidraçados (pontes térmicas lineares). Este fenómeno aumenta o consumo de energia para aquecimento e pode causar danos na envolvente do edifício, reduzindo a sua durabilidade, o que exige uma atenção particular aquando da reabilitação de um edifício. Por forma a evitar descontinuidades do isolamento, a forma mais eficiente de garantir a continuidade do isolamento térmico e de evitar as pontes térmicas é através de soluções em que o isolamento térmico é aplicado pelo exterior (DGGE, 2004).

A cobertura é o elemento construtivo do edifício que está sujeito às maiores amplitudes térmicas, conseqüentemente, o seu isolamento térmico é considerado uma intervenção de eficiência energética prioritária. Para além de que se trata de uma das medidas mais simples e menos dispendiosa (DGGE, 2004). A reabilitação destes elementos tem de ter em conta o tipo de cobertura, se é inclinada ou plana e se o desvão é habitável ou não. Do conjunto de soluções possíveis, a instalação do isolamento térmico resulta em um aumento de conforto e uma otimização do desempenho energético os quais, comparando com a situação sem isolamento. A Figura 8, representa três formas diferentes de aplicação de isolamento térmico na cobertura: isolamento térmico pelo interior de coberturas inclinadas com espaço inabitável (a), aplicação de isolamento térmico nas vertentes sobre a estrutura resistente com espaço habitável (b) e sobre estrutura de suporte (c).

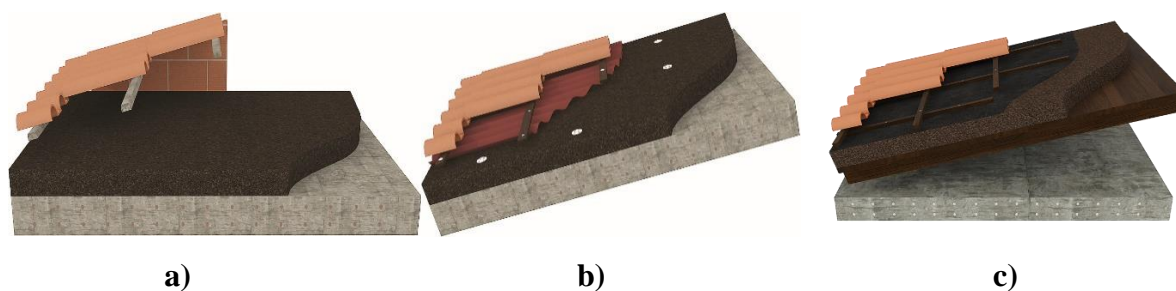


Figura 8 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de cobertura  
(«Isocor», 2017)

A reabilitação térmica dos pavimentos sobre espaços exteriores ou não-aquecidos é realizada através do reforço do isolamento térmico (Figura 9), o que pode levar a que as perdas de energia através dos mesmos possam ser reduzidas até 80% (Portal da Construção Sustentável, 2015). Existem duas possibilidades de reforço de isolamento de pavimentos, representadas na Figura 9: sob (a) e sobre a laje (b) (Paiva et al., 2006). As soluções de isolamento térmico inferior são preferíveis, caso o espaço subjacente ao pavimento seja acessível uma vez que são em regra de mais fácil e rápida aplicação, assim como de menor custo. Além de serem mais eficientes do ponto de vista da proteção térmica por serem aplicados do lado exterior. Por outro lado, as soluções de isolamento térmico superior, para além de menos eficientes, reduzem o pé direito (Paiva et al., 2006). Assim, sendo a reabilitação térmica de pavimentos de fácil e rápida

aplicação e de baixo custo, face à sua eficiência e aos benefícios que traz, a sua colocação é sempre desejável.

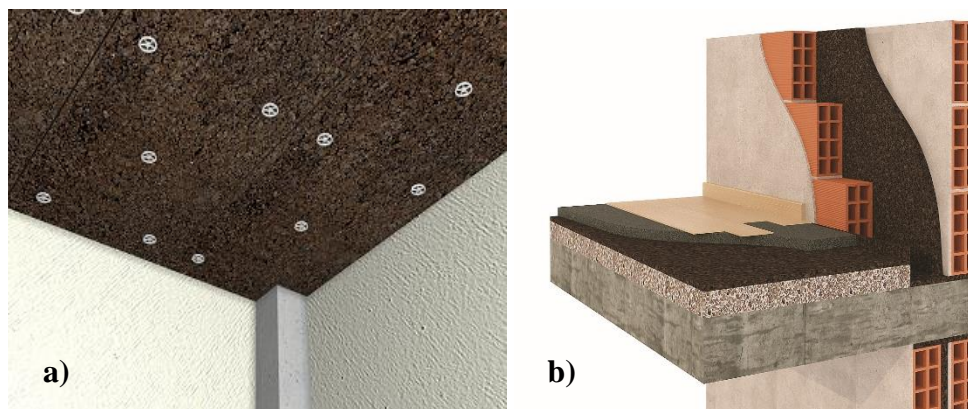


Figura 9 – Formas de aplicação do isolamento térmico na reabilitação de pavimentos (CYPE Ingenieros, 2017) («Isocor», 2017)

É de notar que os vãos envidraçados são responsáveis por cerca de 35 a 40% das perdas térmicas totais dos edifícios de habitação na estação fria, o que torna o seu estudo muito relevante, uma vez que possuem um impacto significativo no balanço térmico global dos edifícios (Paiva et al., 2006). A viabilidade de um processo de reabilitação é sempre maior quando conjugada com uma intervenção de caráter mais estrutural, como por exemplo a instalação de vidros duplos (DGGE, 2004).

No contexto da reabilitação energética dos edifícios, a reabilitação térmica dos vãos envidraçados deve incluir medidas como: o reforço do isolamento térmico dos vãos, o que irá reduzir as trocas de calor associadas às diferenças entre o exterior e o interior, através ou da substituição dos seus componente, por exemplo de um vidro simples por um duplo, ou de envidraçados com elevados desempenhos térmicos, caixilharia de alumínio sem corte térmico por caixilharia em PVC ou em alumínio com corte térmico; a redução da permeabilidade ao ar da caixilharia através da sua substituição, ou proceder à sua afinação ou da colocação/substituição dos materiais vedantes; a melhoria da ventilação natural, por meio da abertura das folhas na caixilharia; e o controlo dos ganhos solares, isto é, o aumento da captação de ganhos solares no Inverno e o reforço da proteção da radiação solar durante o Verão, evitando assim problemas de desconforto térmico associados ao sobreaquecimento dos espaços

interiores, através da redução da área das aberturas envidraçadas ou da utilização de dispositivos móveis de sombreamento (Paiva et al., 2006).

Todas estas medidas contribuirão não só para a redução das necessidades de consumo de energia como também para a melhoria das condições de conforto e de qualidade do ar no interior dos edifícios (DGGE, 2004).

Estudos realizados apontam que a simples substituição dos equipamentos instalados por equipamentos com uma eficiência média relativa ao valor do mercado apresenta um potencial de redução do consumo energético considerável (DGGE/IP-3E, 2004). A Figura 10 expressa os consumos individuais dos equipamentos eletrónicos através da comparação de 3 cenários diferentes: o primeiro relativo ao consumo dos equipamentos instalados em 2004 (Parque, relativo ao parque habitacional existente); o segundo cenário é relativo ao consumo resultante da substituição dos equipamentos existentes por equipamentos com uma eficiência correspondente ao valor médio do mercado (BAU, *business as usual*) e por fim relativo aos equipamentos de menor consumo energético atualmente disponíveis no mercado (melhor do mercado).

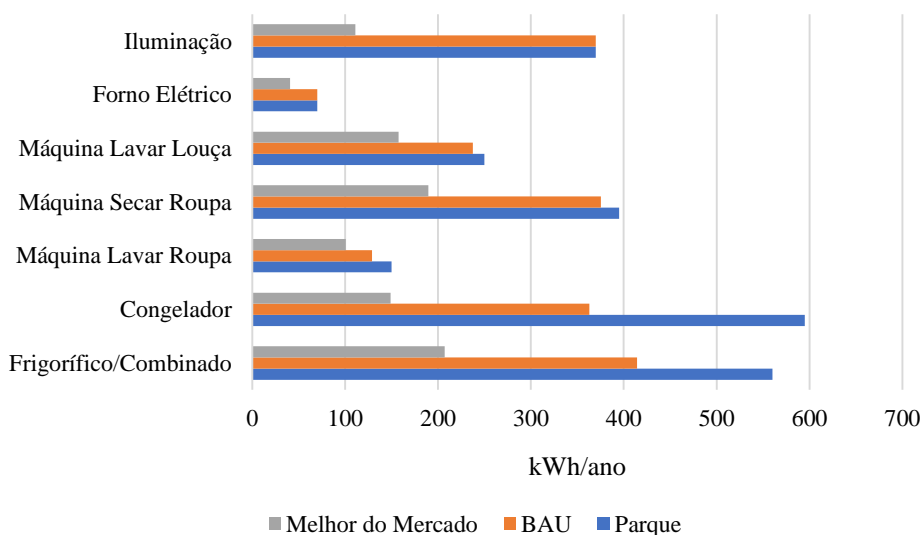


Figura 10 – Consumos individuais dos equipamentos eletrodomésticos (DGGE/IP-3E, 2004) (BAU, *business as usual*)

Os frigoríficos/combinados e os congeladores apresentam-se como os equipamentos instalados atualmente que mais contribuem para o consumo energético. A sua simples substituição por



equipamentos BAU apresenta um potencial de redução de consumo energético variável entre 26% (frigorífico/combinado) e os 39% (congeladores) (Figura 10). No caso da substituição por equipamentos melhores essa diferença passaria a ser na ordem dos 63% e 75%, respetivamente (Figura 10). A substituição dos outros sistemas técnicos oferece de igual forma um potencial considerável para a redução dos consumos energéticos.

Um obstáculo corrente à eficiência energética prende-se com o custo de aquisição dos eletrodomésticos. No entanto, não é forçosamente verdade afirmar-se que os equipamentos mais eficientes são necessariamente os mais caros, existem no mercado eletrodomésticos eficientes a preços mais acessíveis comparativamente a outros menos eficientes (DGGE/IP-3E, 2004). Importa salientar que a falta de sensibilização nesta matéria por parte dos utilizadores, representa grande parte destes números (DGGE/IP-3E, 2004). Estudos apontam o consumo de *standby* como aquele que apresenta o potencial de economia mais elevado (Sidler et al., 2002).

O objetivo fundamental de qualquer ação de reabilitação desenvolvida sobre um edifício habitacional consiste em resolver os danos físicos e as patologias construtivas e ambientais acumuladas ao longo dos anos, assim como introduzir uma beneficiação geral tornando esse edifício apto para o seu completo e atualizado (re)uso como habitação (Paiva et al., 2006). As intervenções de reabilitação energética dos edifícios, integrando medidas de economia e de utilização racional de energia, assumem particular relevo entre as intervenções de reabilitação. Por sua vez, a combinação de medidas de diferentes tipos em simultâneo pode trazer sinergias ao permitir reforçar frequentemente o efeito de cada uma delas (Paiva et al., 2006).

É no contexto das novas alternativas para a reabilitação que se insere o projeto europeu MORE-CONNECT – desenvolvimento e pré-fabricação avançada de elementos inovadores e multifuncionais de construção e conexões inteligentes para aplicação na envolvente de edifícios (MORE-CONNECT, 2017). O protótipo do módulo pré-fabricado para fachadas desenvolvido no âmbito deste Projeto Europeu reduz, significativamente, o tempo da reabilitação.

A utilização de sistemas de pré-fabricação permitirá alcançar o desenvolvimento eficaz e sustentável do setor da construção civil nas suas dimensões social, ambiental e económica, uma vez que esta linha de produção, em geral, não só tem a capacidade de reduzir o tempo de obra como ainda melhora o desempenho ambiental, a segurança em estaleiro, proporcionando um

ambiente mais limpo, e uma redução dos desperdícios, levando ainda à otimização das operações, utilização de recursos e da qualidade do produto final, uma vez que se eliminam em fábrica práticas abusivas que por vezes acontecem em obra, o que acaba por tornar o processo construtivo mais rentável, eficiente e, em simultâneo contribui para a diminuição de custos (Lopes & Amando, 2013).

A aplicação desta tecnologia no desenvolvimento de novas soluções de reabilitação apresenta um potencial significativo em termos económicos, ambientais, energéticos e de materiais, com vista a tornar o setor da reabilitação mais competitivo e sustentável, uma vez que existe, uma maior racionalização do uso das matérias primas. No entanto, soluções que aplicam tecnologias de prefabricação no sector de reabilitação de edifícios não se encontram disseminadas no mercado Português. Torna-se então fundamental o desenvolvimento do mercado que, em certa medida, poderá ser feito através de projetos de investigação, como é exemplo o projeto em que o presente estudo se insere (Mestre et al., 2016).

O projeto MORE-CONNECT no qual esta dissertação se insere, visa o estudo de uma solução integral para renovações profundas da envolvente com vista à obtenção de edifícios com elevados desempenhos energéticos, com necessidades quase nulas (nZEB) ou nulas (ZEB) de energia com custos razoáveis, o que permite uma relação custo-benefício favorável. Esta dissertação concentra-se na análise de soluções construtivas de reabilitação com aplicação direta no edifício caso de estudo piloto português – um edifício multifamiliar de habitação social situado no distrito do Porto. Assim, as soluções construtivas definidas no âmbito da presente dissertação visam o cumprimento das exigências deste projeto.

## **2.5. Conclusão**

Existe cada vez mais existe uma preocupação ao nível dos consumos energéticos, tanto por parte das entidades governamentais como da população em geral. Sendo os edifícios um dos maiores responsáveis pelo consumo de energia a nível global, a redução dos consumos energéticos neste setor irá potenciar uma diminuição significativa dos consumos e das emissões de GEE. Com efeito, estas reduções, apontam para um caminho de sustentabilidade e de respeito pelas metas impostas, e do cumprimento dos objetivos traçados pelo Governo, com

vista à diminuição das emissões de GEE e do consumo energético, através do aumento da sua eficiência.

O parque habitacional português está caracterizado como velho e degradado. Neste sentido, a aposta na reabilitação energética torna-se uma via para a construção sustentável. Atualmente, o mercado da construção civil adapta-se às preocupações das populações e consta de uma vasta oferta para acompanhar as suas necessidades ao nível energético.

## **CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA**

Neste capítulo é realizada uma abordagem descritiva da metodologia utilizada com o objetivo de caracterizar o desempenho energético do edifício caso de estudo, em conformidade com o regulamento do desempenho energético dos edifícios de habitação (REH). Para a metodologia de custo ótimo é, por sua vez, descrito o procedimento de cálculo dos custos globais bem como a determinação do nível ótimo de rentabilidade do desempenho energético do edifício caso de estudo. Assim, todos os cálculos efetuados estão alicerçados nos regulamentos em vigor que são referenciados ao longo do presente capítulo.

### **3.1. Caracterização do desempenho energético**

O desempenho energético foi determinado através da metodologia de cálculo definida pela regulamentação aplicável em vigor relativa à eficiência energética dos edifícios – o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 e respetivas Portarias e Despachos. Estes visam assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Caminhando no sentido da melhoria da eficiência energética do edificado nacional, são estabelecidos os requisitos para os edifícios de habitação, novos ou sujeitos a intervenções, bem como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, em condições nominais, dos edifícios de habitação e dos seus sistemas técnicos, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente, dando destaque à utilização de energia renovável nos edifícios (Decreto-Lei N.º 118/2013 de 20 de agosto do Ministério da Economia e do Emprego, 2013).

A aplicação do REH foi realizada através da folha de cálculo disponibilizada pelo ITeCons («P3E Plataforma para a Eficiência Energética dos Edifícios», 2017). Esta ferramenta de cálculo, com base no regulamento permite, de forma automática, a verificação de requisitos mínimos e energéticos e o cálculo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento do ambiente, e das necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS). Finalmente, são determinadas as necessidades

nominais anuais globais de energia primária através da soma das parcelas anteriormente calculadas, da ventilação mecânica e do contributo das fontes de energia renovável. A folha de cálculo Excel, permite a introdução de todos os dados que interferem ao nível das necessidades energéticas de um edifício. Segue-se o procedimento de cálculo de acordo com os respetivos Despachos.

Inicialmente, é necessária a introdução de informação relativa à identificação geográfica do edifício. O zoneamento climático é baseado na Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos (NUTS) de nível III (Despacho nº 15793-F/2013 de 3 de dezembro, 2013). Procede-se a identificação e caracterização do imóvel. A caracterização inclui dados como o ano de construção e tipo de utilização. São caracterizadas as frações através da sua tipologia e levantamento dimensional de cada divisão.

De seguida, é necessário caracterizar as envolventes (exterior e interior): definir o tipo de solução de soluções correntes da envolvente e pontes térmicas planas e lineares. De acordo com os elementos de construção empregues em cada zona da envolvente, foram calculados os coeficientes de transmissão térmica superficial de elementos tanto da envolvente opaca como da envolvente envidraçada –  $U$ . No que se refere aos coeficientes de transmissão térmica, os seus valores são tabelados pelo LNEC (Pina dos Santos & Matias, 2006).

O regulamento exige a correção das heterogeneidades construtivas ou térmicas que constituem os diferentes elementos construtivos que se inserem na envolvente dos edifícios com isolamento térmico. As pontes térmicas planas, tais como vigas, pilares e caixas de estore foram, portanto, identificadas e caracterizadas. Para o estudo das pontes térmicas lineares, o valor do coeficiente de transmissão térmica linear foi determinado com recurso aos valores indicados na Tabela 07 do Despacho (extrato) nº. 15793-K/2013 de 3 de dezembro relativo ao cálculo dos parâmetros térmicos (Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, 2013). O coeficiente de transmissão térmica é calculado de acordo com a Equação 1.

$$U[W/(m^2 \cdot C)] = \frac{1}{R_{st} + \sum_j R_j + R_{se}} \quad \text{Equação 1}$$

em que:

$R_j$  – Resistência térmica da camada  $j$  [ $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ];

$R_{si}$  – Resistência térmica interior [ $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ];

$R_{se}$  – Resistência térmica exterior [ $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ ].

Relativamente aos vãos envidraçados, é necessário caracterizar o seu tipo de caixilharia e de proteção para além de identificar a zona onde está inserido. A definição do coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite do vão envidraçado (incluindo a contribuição dos eventuais dispositivos de oclusão noturna), aplicável a locais com ocupação noturna ( $U_{\text{wdn}}$ ), os valores foram retirados do Quadro III.2 A, referente aos coeficientes de transmissão térmica dos vãos envidraçados verticais com caixilharia metálica sem corte térmico do ITE50 (Pina dos Santos & Matias, 2006).

É necessário calcular para os elementos em contacto com espaços não úteis  $A_i$ , que se refere ao somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do espaço não útil e  $A_u$  ao somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior, para conhecer a taxa da renovação do ar através da razão  $A_i / A_u$ .  $V_{enu}$  é o volume do espaço não útil. Foi avaliado o tipo de ventilação em todos os espaços não úteis sendo esta classificada como fraca quando o espaço não útil tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas e forte quando o espaço não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

A quantificação da inércia térmica do edifício foi determinada conforme o estabelecido no Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento (Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, 2013). A inércia térmica de um edifício caracteriza a capacidade de armazenamento de calor que este apresenta, e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção. Na Tabela 2 são apresentados os intervalos para a classificação da inércia térmica (Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, 2013).

Tabela 2 – Intervalos para classificação da inércia térmica

Classe de inércia térmica	$I_t$ [kg/m <sup>2</sup> ]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A definição da massa superficial útil dos elementos de construção é em função da sua localização no edifício e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento e do isolamento térmico e das características das soluções de revestimento superficial.

O valor da taxa de renovação horária nominal de ar, nas estações de aquecimento e de arrefecimento, foi calculado por intermédio da folha de cálculo Aplicação LNEC – Ventilação REH e RECS (LNEC, 2017).

Depois de introduzidos todos os dados necessários ao cálculo do desempenho energético do edifício, foram determinadas as necessidades nominais anuais globais de energia primária ( $N_{tc}$ ), necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento ( $N_{ic}$ ) e arrefecimento ( $N_{vc}$ ) e as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS), calculadas usando a metodologia de cálculo explicitada pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto (ITeCons, 2013).

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício,  $N_{ic}$ , é calculado de acordo com a Equação 2 (Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, 2013).

$$N_{ic} [kWh/(m^2 \cdot ano)] = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} \quad \text{Equação 2}$$

em que:

$Q_{tr,i}$  – Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente dos edifícios [kWh];

$Q_{ve,i}$  – Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [kWh];

$Q_{gu,i}$  – Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes [kWh];

$A_p$  – Área interior útil de pavimento do edifício medida pelo interior [m<sup>2</sup>].

O valor das necessidades nominais anuais de energia arrefecimento do edifício,  $N_{vc}$ , será calculado de acordo com a Equação 3 (Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, 2013).

$$N_{vc}[kWh/(m^2 \cdot ano)] = \frac{(1 - \eta_v) \cdot Q_{g,v}}{A_p} \quad \text{Equação 3}$$

em que:

$\eta_v$  – Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento;

$Q_{g,v}$  – Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento [kWh];

$A_p$  – Área interior útil de pavimento do edifício, medida pelo interior [m<sup>2</sup>].

O valor das necessidades nominais de energia primária de um edifício de habitação,  $N_{tc}$ , resulta da soma das necessidades nominais específicas de energia primária relacionadas com os  $n$  usos: aquecimento ( $N_{ic}$ ), arrefecimento ( $N_{vc}$ ), produção de AQS ( $Q_a / A_p$ ) e ventilação mecânica ( $W_{vm} / A_p$ ), deduzidas de eventuais contribuições de fontes de energia renovável ( $E_{ren,p} / A_p$ ), de acordo com a Equação 4 (Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, 2013).

$$N_{tc}[kWhEP/(m^2 \cdot ano)] = \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{i,k} \cdot N_{ic}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{v,k} \cdot \delta \cdot N_{vc}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} \\ + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \cdot F_{pu,j} - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \cdot F_{pu,p} \quad \text{Equação 4}$$

em que:

$N_{ic}$  – Necessidades de energia útil para aquecimento, supridas pelo sistema  $k$  [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)];

$f_{i,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema  $k$ ;



$N_{vc}$  – Necessidades de energia útil para arrefecimento, supridas pelo sistema k [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)];

$f_{v,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k;

$Q_a$  – Necessidades de energia útil para preparação de AQS, supridas pelo sistema k [kWh/ano];

$f_{a,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema k;

$\eta_k$  – Eficiência do sistema k, que toma o valor de 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável, à exceção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima;

$j$  – Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável;

$p$  – Fontes de origem renovável;

$E_{ren,p}$  – Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p, [kWh/ano], incluindo apenas energia consumida;

$W_{vm}$  – Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, [kWh/ano];

$A_p$  – Área interior útil de pavimento [m<sup>2</sup>];

$F_{pu,j}$  e  $F_{pu,p}$  – Fator de conversão de energia útil para energia primária, [kWhEP/kWh];

$\delta$  – Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento ( $N_{vc}$ ) que pode tomar o valor 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referência, o que equivale às condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

A energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano será calculada de acordo com a Equação 5 (Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, 2013).

$$Q_a [kWh/ano] = \frac{M_{AQS} \cdot 4187 \cdot \Delta T \cdot \eta_d}{3600000} \quad \text{Equação 5}$$

em que:

$M_{AQS}$  – Consumo médio diário de referência (l); (Equação 6)

$\Delta T$  – Aumento de temperatura necessário a preparação das AQS e que, para efeitos do presente cálculo, toma o valor de referência de 35°C;

$\eta_d$  – Número anual de dias de consumo de AQS de edifícios residenciais que, para efeitos do presente cálculo, se considera de 365 dias.

Nos edifícios de habitação, o consumo médio diário de referência será calculado de acordo com a Equação 6 (Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, 2013).

$$M_{AQS} [\text{litros}] = 40 \cdot \eta \cdot f_{eh} \quad \text{Equação 6}$$

em que:

$\eta$  – Número convencional de ocupantes de cada fração autónoma, definido em função da tipologia da fração sendo que se deve considerar 2 ocupantes no caso da tipologia T0, e n+1 ocupantes nas tipologias do tipo Tn com n>0.

$f_{eh}$  – Fator de eficiência hídrica, aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, de acordo com um sistema de certificação de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida pelo sector das instalações prediais.

Uma vez que o edifício em estudo se trata de um edifício multifamiliar composto por diferentes frações de diferentes tipologias, orientações, etc. o cálculo das necessidades energéticas terá de ser realizado através da média das necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento de espaços e de produção de AQS de todas as frações do edifício.

As soluções de reabilitação implicam a aplicação de isolamento térmico, pelo que, será necessário o cálculo das necessidades energéticas do edifício após as suas aplicações. Neste sentido, a resistência térmica das soluções construtivas é calculada consoante os dados do material de isolamento facultados pelo gerador de preços do *CYPE Ingenieros*, evitando assim, incoerências de dados, uma vez que o orçamento foi retirado da mesma base de dados (*CYPE Ingenieros*, 2017). O valor da resistência térmica da solução proposta é o resultado da soma da  $R_t$  do material de isolamento a aplicar com o  $R_t$  da solução inicial, como aclara a Equação 7.

$$U = \frac{1}{R_T} \leftrightarrow R_T = \frac{1}{U} \quad \text{Equação 7}$$

O valor de  $R_t$  da solução proposta é o resultado da soma de  $R_t$  do material da solução construtiva a aplicar com o  $R_t$  da solução inicial (Equação 8).

$$R_t = R_{t \text{ material novo}} + R_{t \text{ solução inicial}} \quad \text{Equação 8}$$

O mesmo procedimento foi realizado para as zonas de pontes térmicas planas: pilares, vigas e caixas de estore, uma vez que após a colocação de um novo material de isolamento com o objetivo de isolar e tratar as mesmas zonas, o coeficiente de transmissão térmica, U, irá reduzir.

O contributo das fontes de energia renovável foi definido através de ferramentas de simulação. No caso dos painéis solares fotovoltaicos, a simulação foi realizada através da ferramenta desenvolvida pela comissão europeia, PVGIS. Esta consiste num sistema de informação geográfica fotovoltaica («PVGis», 2017) em que, com base nas coordenadas geográficas do edifício (latitude e longitude), na tecnologia e posições de montagem dos painéis (orientação e azimute), é possível determinar a quantidade estimada de energia que será produzida numa instalação fotovoltaica com uma determinada potência instalada.

A análise da colocação de coletores solares térmicos foi realizada através da ferramenta de simulação SCE.ER disponibilizada pela DGEG («SCE.ER - Dados e cálculos padronizados para sistemas de aproveitamento de Energias Renováveis», 2017). Para tal, foi necessário definir os vários *inputs* propostos pelo programa relativos ao local, às necessidades de energia para AQS e à configuração de montagem do sistema de apoio ao sistema solar térmico (DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia, 2016).

### 3.2. Cálculo dos custos globais

Concluída a análise ao desempenho energético do edifício caso de estudo, foi realizado o estudo das soluções de reabilitação que o mercado atual oferece. Tendo por base o conceito de reabilitação energética, analisa-se a implementação das opções definidas ao nível da envolvente exterior (fachada e vãos envidraçados exteriores) e a nível da envolvente interior (cobertura e pavimentos). A reabilitação de outras zonas da envolvente, não foi avaliada uma vez que não são consideradas no âmbito do projeto MORE-CONNECT.

O cálculo do custo global engloba a análise de diferentes categorias de custos, enunciadas no Regulamento Delegado n.º 244/2012 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012): custos iniciais de investimento; custos de utilização que incluem os custos

decorrentes da substituição periódica de componentes dos edifícios e as receitas decorrentes da energia produzida; custos de energia que por sua vez refletem o custo global da energia e, se pertinente, custos de eliminação. O cálculo a nível macroeconómico, engloba ainda os custos das emissões de gases com efeito de estufa relativos aos custos de exploração do carbono decorrente das emissões de gases com efeito de estufa, expresso em toneladas de equivalente de CO<sub>2</sub> ao longo do período de cálculo.

A metodologia de custo ótimo prevê a análise de duas perspetivas diferentes: perspetiva privada e perspetiva social. Relativamente à determinação do custo global no contexto da perspetiva privada, os preços a ter em conta são os preços pagos pelo cliente, incluindo os impostos aplicáveis. Por outro lado, na perspetiva social, são os preços pagos pelo cliente, excluindo os impostos aplicáveis e engloba ainda os custos das emissões de gases com efeito de estufa.

A Figura 11 apresenta os diferentes custos incluídos no cálculo do custo global. Os custos de energia dependem do desempenho energético do edifício e das tarifas da energia em vigor. Os custos operacionais englobam os custos relativos a seguros, impostos, etc. e por fim, os custos de manutenção incluem inspeções, adaptações, limpeza, reparação e consumíveis (Comissão Europeia, 2012).

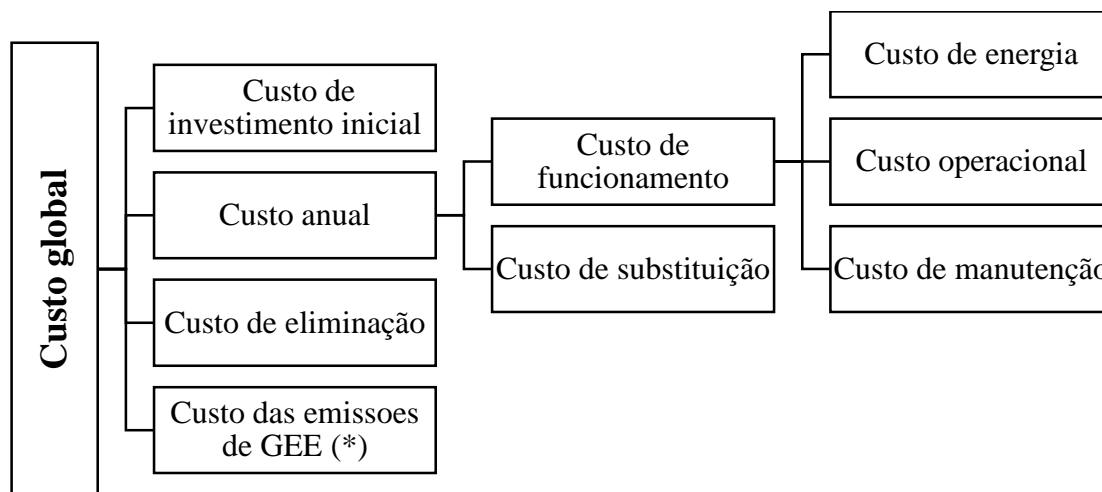


Figura 11 – Parcelas para o cálculo do custo global (Comissão Europeia, 2012) ((\*) Apenas relativo à perspetiva social)

A projeção da evolução dos custos da eletricidade é apresentada na Tabela 3 e tem por base a indicação do Regulamento Delegado n.º 244/2012 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012). Segundo o mesmo documento, para a evolução dos custos

da energia poderá ser utilizada a informação do observatório europeu *Energy Trends to 2050* (Comissão Europeia, 2013), atualizada todos os anos. Em relação à evolução do preço do gás natural (Tabela 3), os custos foram retirados a partir do *World Energy Outlook* de 2013 da IEA (International Energy Agency, 2013). Por sua vez, a evolução dos custos do carbono considerada foi a apresentada pelo Regulamento Delegado n.º 244/2012 (página 28) (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012). Para a biomassa foi considerado um aumento de 3% ao ano. Para efeitos de cálculo, a evolução de preços das fontes de energia, foi definida consoante o tipo de energia necessária a cada sistema técnico.

Tabela 3 – Projeção da Evolução dos preços

<i>Ano</i>	<b>Eletricidade</b> (Trends to 2050)		<b>Gás Natural</b> (WEO 2013)		<b>Biomassa</b>	<b>Carbono</b> (Regulamento Delegado)	
	<b>Privada</b>	<b>Social</b>	<b>Privada</b>	<b>Social</b>	<b>Privada</b>	<b>Social</b>	<b>Social</b>
<b><i>t</i><sub>0</sub> 2017</b>	0,21€	0,12€	0,08€	0,07€	0,06€	0,05€	20€
<b><i>t</i><sub>13</sub> 2020</b>	0,23€	0,13€	0,08€	0,07€	0,06€	0,05€	20€
<b><i>t</i><sub>23</sub> 2030</b>	0,26€	0,15€	0,09€	0,08€	0,08€	0,07€	35€
<b><i>t</i><sub>30</sub> 2047</b>	0,26€	0,15€	0,10€	0,08€	0,13€	0,11€	50€

Os custos de investimento inicial e de manutenção relativos às soluções de reabilitação a impor no edifício caso de estudo foram obtidos através do software Gerador de Preços CYPE, onde estão incluídos custos de investimento, mão-de-obra e de manutenção (CYPE Ingenieros, 2017).

Como proposto pelo Regulamento Delegado n.º 244/2012 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012), foi utilizado um período de cálculo de 30 anos uma vez o edifício caso de estudo é um edifício residencial.

A definição dos ciclos de vida económicos dos componentes dos edifícios é estabelecida pelo Anexo A da Norma EN 15459 (Technical Committee CEN/TC 228 «Heating Systems for Buildings», 2006), relativa aos parâmetros económicos dos componentes de edifícios. Deste modo, a Tabela 4 indica o ciclo de vida económico dos sistemas técnicos impostos no edifício em estudo.

Tabela 4 – Vida útil dos sistemas técnicos introduzidos (EN15459:2006)

Sistemas Técnicos	Vida útil
AC	15 anos
Resistência elétrica	15 anos
Esquentador a gás	20 anos
Termoacumulador elétrico	20 anos
Caldeira a gás (de condensação)	20 anos
Bomba de calor	15 – 20 anos (20 anos)
Caldeira a biomassa ( <i>pellets</i> )	20 anos

### 3.2.1. Cálculo financeiro dos custos globais (Perspetiva privada)

Na determinação do custo global no contexto do cálculo financeiro, os preços a ter em conta são os preços pagos pelo cliente, incluindo os impostos aplicáveis, nomeadamente IVA e encargos. Os custos globais respeitantes aos edifícios e seus componentes são calculados pela soma dos vários tipos de custos, aos quais se deve aplicar a taxa de desconto através de um fator de desconto, para que sejam expressos em termos do valor no ano inicial, acrescidos do valor residual descontado, por recurso à Equação 9 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012).

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad \text{Equação 9}$$

em que:

$\tau$  – Período de cálculo;

$C_g(\tau)$  – Custo global (relativo ao ano inicial  $\tau 0$ ) no período de cálculo;

$C_I$  – Custos de investimento inicial para a medida ou conjunto de medidas  $j$ ;

$C_{a,i}(j)$  – Custo anual no ano  $i$  para a medida ou conjunto de medidas  $j$ ;

$V_{f,\tau}(j)$  – Valor residual da medida ou conjunto de medidas  $j$  no final do período de cálculo (em relação ao ano inicial  $\tau 0$ );

$R_d(i)$  – Fator de desconto para o ano  $i$ , com base na taxa de desconto  $r$  a calcular através da Equação 10.

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + r/100} \right)^p \quad \text{Equação 10}$$

Sendo  $p$  o número de anos a partir do período inicial e  $r$  a taxa de desconto real.

### 3.2.2. Cálculo macroeconómico dos custos globais (Perspetiva Social)

Na determinação do custo global no contexto do cálculo macroeconómico, os preços a ter em conta são os preços pagos pelo cliente, excluindo todos os impostos aplicáveis, IVA, encargos e subvenções. Além das categorias de custos utilizadas para o cálculo financeiro dos custos globais, deve incluir-se o custo das emissões de gases com efeito de estufa, sendo a metodologia de cálculo dos custos ajustada expressa, em termos globais, pela Equação 11 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012).

$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad \text{Equação 11}$$

em que:

$C_{c,i}(j)$  – Custo do carbono para a medida ou conjunto de medidas  $j$  durante o ano  $i$ .

### 3.2.3. Determinação de um nível ótimo de rentabilidade do desempenho energético para cada edifício de referência

Com base nos cálculos da utilização de energia primária e dos custos globais ao longo do período de vida útil do edifício associados às medidas de reabilitação impostas ao edifício em estudo, é possível a aplicação da metodologia de custo ótimo através da elaboração de um gráfico que descreva a utilização de energia primária (eixo das abcissas) e os custos globais (eixo das ordenadas) das diversas soluções (Figura 12). Para cada ponto é então, possível identificar a energia primária de origem não renovável associada ao custo global para um período de 30 anos e, a partir destes pontos pode ser elaborada uma curva de custos específica assinalada pelos pontos de dados das diversas variantes (Comissão Europeia, 2012). Foi ainda necessário definir o cenário de reabilitação de referência, que corresponde apenas a medidas de manutenção necessárias ao edifício, mas que não conduzem a qualquer melhoria do

desempenho energético do mesmo (Figura 12). Este cenário permite comparar os impactos energéticos, ambientais e económicos no edifício depois da reabilitação com os impactos no cenário de referência.

Para efeitos do cálculo de otimização da rentabilidade, os resultados do desempenho energético devem ser expressos em metros quadrados de área útil de pavimento de um edifício de referência e referir-se ao consumo de energia primária.

A solução de referência estabelece o limite de custo-benefício (linha representada a vermelho na Figura 12), o que reflete a rentabilidade das soluções analisadas. Acima deste limite as soluções são consideradas com rentabilidade negativa e por conseguinte, a sua aplicação não seria vantajosa, por outro lado, as soluções que se encontram abaixo do limite são consideradas com rentabilidade positiva. O ponto da curva que apresenta o custo global mais baixo é considerado a solução com nível ótimo de rentabilidade. O intervalo de soluções à esquerda da solução de custo ótimo até abaixo do limite de custo-benefício estabelece os cenários de reabilitação em que existe uma melhoria do desempenho energético para além do nível ótimo de rentabilidade.

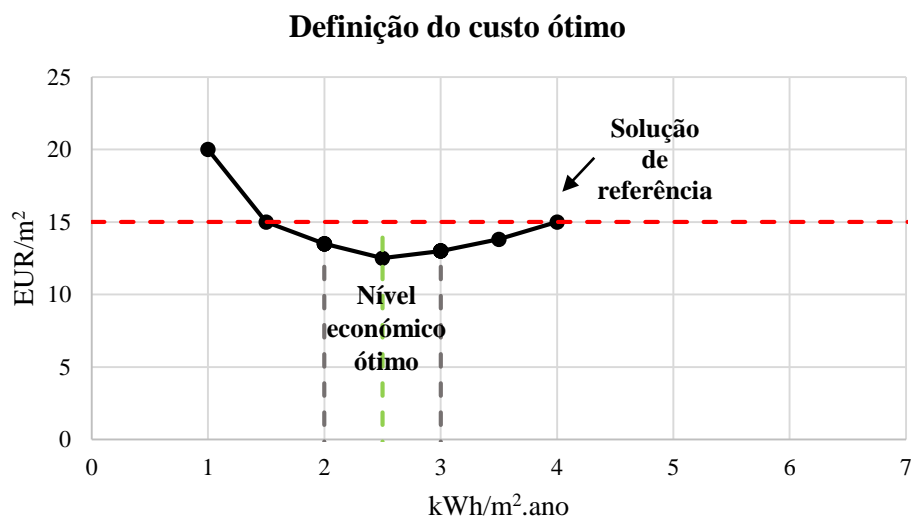


Figura 12 – Definição da variável de custo ótimo

De seguida, é necessário comparar os atuais requisitos aplicáveis nos Estados-Membros com o nível ótimo de rentabilidade calculado. Por conseguinte, há que aplicar os regulamentos em vigor ao edifício de referência, o que implica calcular o consumo de energia primária do edifício



(Comissão Europeia, 2012). Posteriormente, foi determinada a percentagem da diferença que as medidas de reabilitação trouxeram ao edifício calculado de acordo com a Equação 12.

$$Diferença (\%) = 100\% - \frac{Ntc \text{ medida de melhoria}}{Ntc \text{ solução de referência}} \quad \text{Equação 12}$$

### 3.3. Conclusão

A metodologia apresentada permite, nos capítulos seguintes (Capítulo 4 – Caso de Estudo – Edifício Eng. Mota Pinto e Capítulo 5 – Propostas de Reabilitação Energética), a caracterização do desempenho energético do edifício assim como a determinação de medidas consideradas de rentabilidade ótima após sua aplicação no edifício. A metodologia foi, em parte, efetuada através de ferramentas de cálculo disponibilizadas por entidades responsáveis nomeadamente a folha de cálculo do REH e da ventilação e, numa fase posterior foram ainda utilizadas ferramentas de simulação como o PVGIS e o SCE.ER. Foi através da metodologia de custo ótimo que foi elaborada uma análise da relação custo-benefício, permitindo a retirada de soluções progressivamente mais favoráveis de aplicação ao edifício.

## **CAPÍTULO 4 – CASO DE ESTUDO – EDIFÍCIO ENGENHEIRO MOTA PINTO**

Neste capítulo é analisado o desempenho energético do edifício caso de estudo. Neste sentido, são identificados pontos chave essenciais para caracterização do desempenho energético do edifício. É apresentado inicialmente o projeto no qual o edifício piloto português se insere. Conclui-se com uma análise quantitativa e qualitativa das necessidades de aquecimento, arrefecimento e de produção de AQS que caracterizam o edifício. O conhecimento destes valores irá permitir a comparação entre as necessidades energéticas dos cenários de referência estudadas no Capítulo 5 – Propostas de reabilitação.

### **4.1. Caso de Estudo - Edifício Engenheiro Mota Pinto**

O edifício em estudo insere-se no Projeto Europeu MORE-CONNECT. O consórcio deste projeto inclui sete países, divididos em cinco grupos geográficos, com o objetivo de compreender os fatores que afetam as suas necessidades energéticas, tais como as diferenças climáticas, as tecnologias construtivas e as diferenças culturais. O edifício em estudo pertence ao grupo geográfico 5 estabelecido pelo projeto. Este edifício é continuamente monitorizado e avaliado ao nível da qualidade do ar interior e do desempenho energético.

A urbanização Engenheiro Carlos Alberto da Mota Pinto, construída em 1997, é localizada no concelho de Vila Nova de Gaia, freguesia de Pedroso, Rua Bom Samaritano. A urbanização é constituída por dois edifícios semelhantes. O edifício localizado a sudoeste é o alvo do estudo realizado, este é um edifício multifamiliar de habitação social.

O edifício em estudo (Figuras 13 e 14) é composto por 3 blocos semelhantes (Bloco A, B e C) com 3 pisos cada (R/C, Piso 1 e Piso 2). Cada bloco possui uma entrada própria ao nível do R/C composta por um corredor que leva a um pequeno vestíbulo de separação das frações. Cada piso dá acesso a duas frações, do lado esquerdo uma fração de tipologia T2 e do lado direito uma fração de tipologia T3. O acesso aos pisos superiores (Piso 1 e Piso 2) é realizado através da caixa de escadas, que se separa do vestíbulo de separação das frações através de uma porta contra-fogo em cada piso. As Figuras 13 e 14 apresentam o edifício caso de estudo por meio de

modelação através do *software Revit*. A vista do alçado principal, orientado a Sudoeste é exposta na Figura 13. A vista do alçado posterior, por sua vez, é apresentado na Figura 14.



Figura 13 – Vista do alçado principal do edifício Eng. Mota Pinto



Figura 14 – Vista do alçado posterior do edifício Eng. Mota Pinto

No total, o edifício possui 18 frações: 9 frações de tipologia T2 e 9 frações de tipologia T3 (Figuras 15 e 16). Para além disso, o edifício possui uma garagem comum cujo acesso é apenas realizado através do portão da garagem que se encontra instalado na fachada orientada a sudeste e um sótão compartimentado, não habitável.

As frações são, de forma generalizada, muito idênticas nos diferentes blocos, as frações de tipologia T3 possuem uma dispensa, o que não acontece nas frações de tipologia T2 (Figuras

15 e 16). As frações de tipologia T2 são iguais nos três pisos, as frações de tipologia T3 do R/C são menores do que as dos dois pisos superiores (Figuras 15 e 16).

As Figuras 15 e 16 são referentes às plantas tipo do edifício. A Figura 15 apresenta a planta do rés-do-chão e a Figura 16, a planta do Piso 1 e 2 do edifício caso de estudo. O edifício encontra-se dividido em 3 Blocos, da direita para a esquerda: A, B e C, respetivamente.

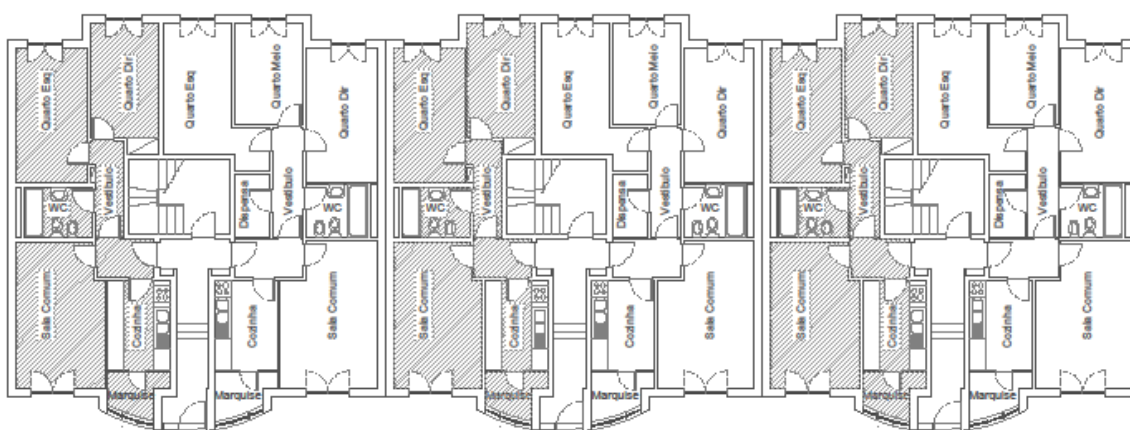


Figura 15 – Planta do rés-do-chão do Edifício Eng. Mota Pinto

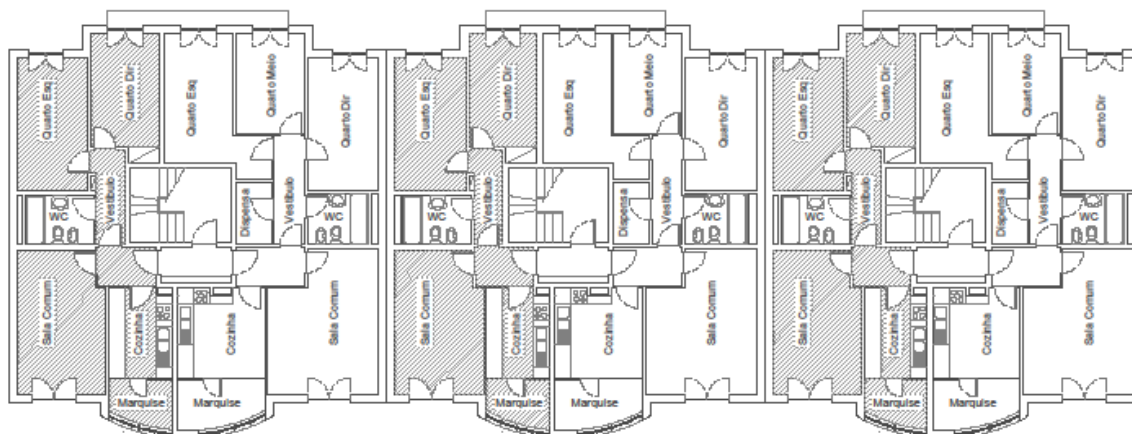


Figura 16 – Planta do Piso 1 e 2 do Edifício Eng. Mota Pinto

O edifício possui uma estrutura porticada composta por pilares e vigas. A fachada do edifício é composta por dois panos de alvenaria de tijolo cerâmico vazado de 15 cm + 11 cm com uma

caixa-de-ar de 3 cm e sem isolamento (parede dupla sem isolamento). Pelo exterior, as paredes de fachada foram acabadas com monomassa projetadas de duas cores diferentes, ambas claras.

As lajes do edifício são lajes aligeiradas. A cobertura é inclinada, com telha de fibrocimento e isolamento térmico contínuo de poliestireno extrudido com 3 cm, aplicado na face superior da laje de esteira. Cada bloco possui uma claraboia fechada, sem aberturas para o exterior na caixa de escadas. O pavimento sobre a garagem possui 3 cm de isolamento térmico (poliestireno extrudido) aplicado na sua face inferior.

Relativamente à envolvente interior, a solução estrutural corrente da zona da caixa de escadas diz respeito a uma parede de tijolo simples com um pano de alvenaria cerâmica de 15 cm e da solução estrutural referente à parede de divisão entre a marquise e a cozinha, a uma parede de fachada com um pano de alvenaria cerâmica de 11 cm sem isolamento.

Na Tabela 5 é feita uma caracterização geral do edifício. Por sua vez, no Anexo I é realizado o levantamento dimensional das frações do mesmo.

Tabela 5 – Caracterização geral do edifício

Ano de Construção	1997			
Orientação das Fachadas	Alçado Principal	Alçado Posterior	Alçado Lateral Direito	Alçado Lateral Esquerdo
	Sudoeste	Nordeste	Sudeste	Noroeste
Frações				
Tipologia	T2 R/C	T3 R/C	T2 Piso 1 e 2	T3 Piso 1 e 2
Áreas	59,60 m <sup>2</sup>	76,70 m <sup>2</sup>	59,60 m <sup>2</sup>	81,70 m <sup>2</sup>
Pé Direito	2,50 m	2,50 m	2,50 m	2,50 m
Áreas Envidraçados	4,62 m <sup>2</sup>	6,05 m <sup>2</sup>	4,62 m <sup>2</sup>	6,05 m <sup>2</sup>

#### 4.1.1. Envolvente opaca

A caracterização da envolvente exterior opaca (paredes de fachada) envolveu a identificação das soluções correntes da envolvente e das pontes térmicas planas. Numa fase inicial, foi calculado o coeficiente de transmissão térmica das soluções correntes. As pontes térmicas planas, pilares

e vigas, são elementos de betão estrutural rebocado dos dois lados e, as caixas de estore, são constituídas por um painel de betão de 5 cm de espessura.

Foram identificadas as soluções correntes e as pontes térmicas planas na envolvente interior, em que só se foram considerados os pilares, uma vez que as vigas possuem a mesma altura da laje. Depois de identificadas, foram calculados os respetivos coeficiente de transmissão térmica. Os pilares foram estudados como elementos de betão estrutural rebocado dos dois lados, como acontece na envolvente exterior.

A Tabela 6 apresenta os valores dos coeficientes de transmissão térmica para cada solução construtiva adotada no edifício. No Anexo II encontram-se detalhados os valores de todos os parâmetros que levaram aos valores apresentados.

Tabela 6 – Valores dos Coeficientes de Transmissão Térmica

Solução Construtiva		Msi [Kg/m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
<b>EL1 Elementos da envolvente exterior</b>	Paredes exteriores	98,00	0,96
	Pilares	632,00	2,98
	Vigas	632,00	2,98
	Caixas de estores	76,00	4,81
<b>EL1 Elementos da envolvente interior</b>	Paredes Interiores 11 cm	120,00	1,80
	Paredes Interiores 15 cm	182,00	1,48
	Pilares	416,00	2,59
	Laje de Pavimento	134,00	0,78
	Laje de Teto	291,00	0,78
	Cobertura	236,00	0,91
<b>EL1 Elementos em contacto com frações autónomas</b>	Parede separação de Blocos	182,00	1,48
<b>EL3 Elementos de compartição</b>	Paredes de Compartição Interior	120,00	1,80
	Paredes WC	182,00	1,48

**Nota:** Os valores da condutibilidade térmica dos materiais correntes de construção e das resistências térmicas foram retirados das publicações do LNEC sobre coeficientes de transmissão térmica de elementos das envolventes dos edifícios (Pina dos Santos & Matias, 2006).

O Anexo II discrimina as soluções construtivas do edifício caso de estudo. São apresentados os materiais constituintes das soluções e suas características desde a espessura, condutibilidade térmica ( $\lambda [W/(m \cdot ^\circ C)]$ ), massa volúmica aparente seca ( $\rho$ ), massa superficial interior ( $M_{si}$ ), resistência térmica ( $R_t$ ) e, por fim, os coeficientes de transmissão térmica ( $U$ ).

#### 4.1.2. Coeficiente de Redução de Perdas, $b_{tr}$

A envolvente interior é definida através da identificação dos espaços não úteis (ENU) que se definem como espaços não climatizados e sem ocupação permanente. Ao edifício em estudo pertencem 5 ENU: a garagem, o sótão, a entrada, a caixa de escadas e a marquise.

A garagem contacta com as frações pertencentes ao R/C. O sótão, por sua vez, com as frações do Piso 2. A entrada com a cozinha. A marquise contacta com a cozinha e com a sala comum. A caixa de escada com o quarto direito da fração T2 e o vestíbulo e o quarto esquerdo, dispensa e vestíbulo da fração T3

Os espaços não úteis em que não é possível assegurar que as aberturas se encontram permanentemente abertas, possuindo assim, uma ventilação fraca são: a marquise, a caixa de escadas e o sótão, uma vez que a claraboia é fechada e não permite a ventilação do espaço, não havendo mais aberturas para o exterior. Com ventilação forte assumem-se a garagem e a entrada uma vez que ambos possuem grelhas de ventilação.

No Anexo III são apresentados os parâmetros necessários para a definição dos  $b_{tr}$ 's dos ENU efetuados.

#### 4.1.3. Pontes Térmicas Lineares

Para o estudo das pontes térmicas lineares, o valor do coeficiente de transmissão térmica linear foi determinado com recurso aos valores indicados na Tabela 07 do Despacho n.º. 15793-K/2013 de 3 de dezembro relativo ao cálculo dos parâmetros térmicos (Metodologia subcapítulo 3.1.). Como o edifício em estudo não possui isolamento térmico, foram considerados os valores de  $\Psi$  mais desfavoráveis, ou seja, o maior valor de  $\Psi$  para cada tipo de ligação (Tabela 7).

A Tabela 7 delimita os valores de  $\Psi$  utilizado. No Anexo IV são discriminados os resultados das medições e os valores adotados para os coeficientes de transmissão térmica lineares  $\Psi$ .

Tabela 7 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares  $\Psi$ 

Tipo de ligação		Sistema de isolamento de paredes		
		I. Interior	I. Exterior	I. Repartido ou na caixa de ar
<b>Fachada com pavimento sobre ENU</b>	Isolamento sob o pavimento	0,80	0,70	0,80
	Isolamento sobre o pavimento	0,10	0,30	0,35
<b>Fachada com pavimento intermédio</b>		0,60	0,25	0,50
<b>Fachada com cobertura</b>	Isolamento sob a laje de cobertura	0,10	0,70	0,60
	Isolamento sobre a laje de cobertura	1,00	0,80	1,00

#### 4.1.4. Vãos Envidraçados Exteriores

Relativamente aos vãos envidraçados, estes são orientados a sudoeste e a nordeste, possuem caixilharia de alumínio, sem corte térmico, de correr, com vidro duplo incolor de 4 mm + 4 mm. Possuem ainda como proteção exterior as persianas em PVC. Os vãos envidraçados da envolvente interior, fazem a separação da marquise e da cozinha, possuem caixilharia metálica, giratória, sem corte térmico, com vidro simples de 6 mm. Apenas os envidraçados da envolvente exterior apresentam dispositivos de oclusão noturna, que consistem em persianas de réguas metálicas ou plásticas. As janelas da marquise não apresentam qualquer dispositivo.

O coeficiente de transmissão térmica dos vãos envidraçados são o valor médio dia-noite (incluindo a contribuição dos eventuais dispositivos de oclusão noturna), aplicável a locais com ocupação noturna ( $U_{\text{wdn}}$ ). No caso do envidraçado interior, que separa a cozinha da marquise e não dispõe de dispositivos de oclusão noturna,  $U_{\text{wdn}}$  é igual ao coeficiente de transmissão térmica do vão envidraçado ( $U_w$ ).

O valor do fator solar do vidro para uma incidência solar normal ao vão será de 0,78. No caso das marquises, como é um vidro simples de 6 mm o valor será de 0,85 (Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, 2013).



Com este tipo de proteção e, sendo esta de cor clara, o valor de  $g_{Tvc}$  inerente às proteções exteriores é de 0,04. A permeabilidade da caixa de estores é alta. Para efeitos de cálculo na aplicação do REH, o valor estipulado para a fração envidraçada ( $F_g$ ) é de 0,70, para ambos os envidraçados exteriores e interiores, uma vez que possuem caixilharia de metálica e sem quadrícula (Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, 2013).

Para calcular o ângulo das obstruções permanentes do envidraçado interior foram considerados os ângulos máximos definidos pelo REH. O ângulo de horizonte foi considerado por defeito, o valor de ambiente urbano.

Relativamente ao alçado principal, é de referir que existem árvores situadas na parte da frente do edifício, contudo encontram-se distanciadas e situadas a um nível mais baixo, acabando por não influenciar o sombreamento dos vãos. As palas do alçado posterior têm dimensões que não conduzem ao sombreamento do vão associado. Na Tabela 8, são apresentados dados relativos à caracterização dos vãos envidraçados exteriores e interiores.

Tabela 8 – Caracterização dos vãos envidraçados exteriores e interiores

Vãos Envidraçados Exteriores	$U_{wdn}$	$g^{\perp,vi}$	$g_{Tvc,EXT}$	$F_g$
		3,60	0,78	0,04
Vãos Envidraçados Interiores				
Vão interior em contacto com ENU				
$U_{wdn}$	$g^{\perp,vi,int}$	$g^{\perp T,int}$	$g^{\perp Tp,int}$	$F_{g_{int,int}}$
6,20	0,85	0,70	0,85	0,70
Vão exterior do ENU				
$g^{\perp,vi,ENU}$	$g_{Tp,ENU}$	$F_{g_{int,ENU}}$		
0,85	0,85	0,70		

#### 4.1.5. Dados Climáticos

O regulamento de desempenho energético dos edifícios subdivide o país em três zonas climáticas de Inverno (I1, I2, I3) e em três zonas climáticas de Verão (V1, V2, V3) (Despacho n.º 15793-F/2013 de 3 de dezembro, 2013). O caso de estudo está localizado no norte litoral do país, no concelho de Vila Nova de Gaia, a uma altitude de 120 m, na periferia de uma zona urbana e a uma distancia à costa superior a 5 km, pertencendo à zona climática de inverno I1 e à zona climática de verão V2. As temperaturas médias variam, em Vila Nova de Gaia, anualmente, cerca de 10,5 °C, sendo a temperatura média de 19,6 °C em agosto, o mês mais quente do ano, e 9,1 °C em janeiro, o mês com temperatura mais baixa (CLIMATE-DATA.ORG, 2017).

#### 4.1.6. Quantificação da inércia térmica

O cálculo da inércia térmica foi efetuado através da metodologia do REH. Através do estudo de todos os constituintes das soluções construtivas e do posicionamento das caixas de ar e materiais de isolamento, foram retirados os valores necessários para a determinação deste parâmetro, para cada fração (Metodologia subcapítulo 3.1.). Todas as frações foram estudadas, considerando as respetivas características, sendo todas elas caracterizadas por uma inércia forte. A Tabela 9, quantifica a inércia térmica do edifício.

Tabela 9 – Quantificação da inércia térmica

<b>Inércia Térmica do edifício</b>	605,33 kg/m <sup>2</sup>	> 400 kg/m <sup>2</sup>	Inércia Forte
------------------------------------	--------------------------	-------------------------	---------------

#### 4.1.7. Ventilação

Para efeitos de cálculo da taxa de renovação horária do ar interior nas estações de aquecimento,  $R_{ph,i}$  e de arrefecimento,  $R_{ph,v}$ ,  $R_{ph,estimado}$  e  $R_{ph,mínimo}$ , foi utilizada a folha de cálculo disponibilizada pelo LNEC (LNEC, 2017). Os valores obtidos encontram-se apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Taxas nominais de renovação do ar interior na estação de aquecimento e arrefecimento para cada fração

Piso	R/C		P1		P2	
	T2	T3	T2	T3	T2	T3
<b>Balanco de Energia - Edifício</b>						
<b><math>R_{ph,i}</math> (h-1) - Aquecimento</b>	0,44	0,45	0,45	0,42	0,45	0,42
<b><math>R_{ph,v}</math> (h-1) - Arrefecimento</b>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>Wvm (kWh)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Balanco de Energia - Edifício de Referência</b>						
<b><math>R_{ph,i REF}</math> (h-1)</b>	0,44	0,45	0,45	0,42	0,45	0,42
<b>Caudal mínimo de ventilação</b>						
<b><math>R_{ph}</math> estimada em condições nominais (h-1)</b>	0,44	0,45	0,45	0,42	0,45	0,42
<b>Requisito mínimo de ventilação (h-1)</b>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

#### 4.1.8. Sistemas técnicos

O edifício em estudo tem apenas sistemas técnicos para a preparação de AQS, nomeadamente esquentadores a gás propano com uma potência de 19,2 kW e eficiência nominal de 0,75. Não

existem sistemas para aquecimento ou arrefecimento do espaço, exceto, pontualmente, um equipamento portátil.

Uma vez que o edifício não possui sistemas técnicos para climatização dos espaços, foram considerados os definidos por defeito pelo Regulamento (Despacho n.º 15793-E/2013 de 3 de dezembro, 2013). Neste sentido, o sistema por defeito para aquecimento com um valor de eficiência igual a 1 consiste na resistência elétrica para aquecimento ambiente. Para arrefecimento, foi considerado um sistema de ar condicionado do tipo multi-split, com eficiência de 2,5 (Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro, 2013).

## **4.2. Caracterização energética do edifício**

A avaliação das necessidades energéticas do edifício foi elaborada através da folha de cálculo disponibilizada pelo ITeCons na versão 3.03, a versão mais atualizada até à data, da metodologia de cálculo do regulamento do desempenho energético dos edifícios de habitação (REH) de 24 de fevereiro de 2017.

O caso de estudo consiste num edifício multifamiliar composto por 18 frações autónomas, torna-se necessário o estudo de cada fração. No Bloco A, a fração de tipologia T2 será igual à do Bloco B, e a fração de tipologia T3 pertencente ao Bloco C também é igual à do Bloco B (Figura 17). Assim para o estudo, apenas foi necessário avaliar o desempenho térmico das frações do Bloco A e Bloco C. A Figura 17 esquematiza a avaliação das diferentes frações consoante o Bloco a que pertencem.

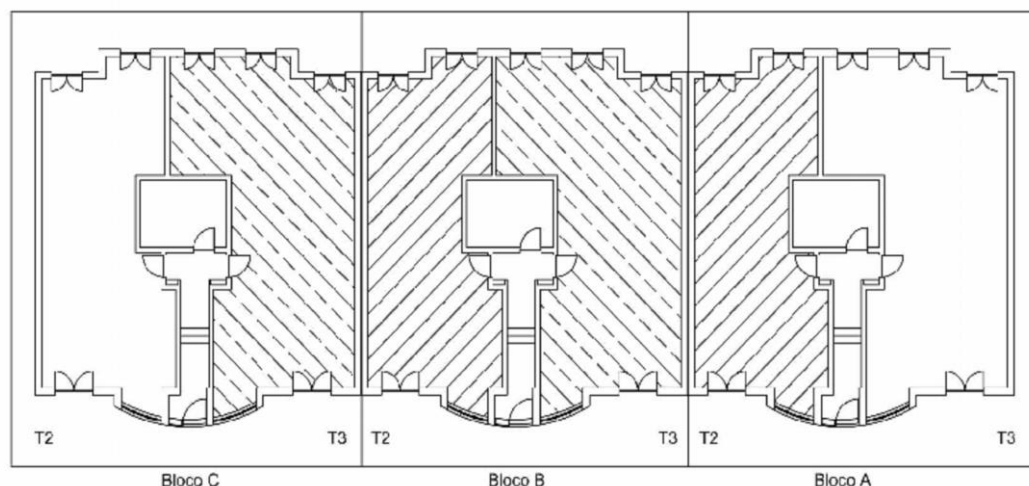


Figura 17 – Esquema para a avaliação das frações

Importa ter ainda em atenção que as áreas das frações são diferentes no R/C e as envolventes interiores variam consoante os pisos. No R/C o pavimento está em contacto com um ENU (garagem) e no Piso 2 a laje de cobertura também está em contacto com um ENU (sótão). Deste modo, é possível concluir que as frações com maiores necessidades energéticas serão aquelas com maior envolvente exterior, logo, as frações com maiores necessidades deverão ser as relativas ao Bloco A e C no R/C e no Piso 2, uma vez que para além de possuírem uma maior área de envolvente exterior devido às fachadas laterais orientadas a noroeste e a sudeste, estão ainda em contacto com espaços não úteis, o que aumenta as perdas de energia através dos elementos construtivos. As necessidades energéticas do edifício são sintetizadas na Tabela 11. Para obtenção destes valores foi feita a média ponderada por área das necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento de espaços e de produção de AQS de todas as frações do edifício.

Tabela 11 – Necessidades médias energéticas do edifício

Parâmetro	Valor
Necessidades de energia útil para aquecimento – $N_{ic}$ (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	64,59
Necessidades de energia útil para arrefecimento – $N_{vc}$ (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	0,00
Necessidades de energia útil para preparação de AQS – $N_{AQS}$ (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	29,81
Necessidades nominais anuais globais de energia primária – $N_{ic}$ (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	208,13

Através da análise dos dados da Tabela 11 é possível aferir que, em média, o edifício possui um consumo de energia térmica equivalente a 64,59 kWh/m<sup>2</sup>.ano, para manter a temperatura de conforto de 18°C durante a estação de aquecimento. Por outro lado, não existem necessidades de arrefecimento. Para o aquecimento de águas sanitárias a uma temperatura de pelo menos 45°C, a energia necessária é de 29,81 kWh/m<sup>2</sup>.ano. No Anexo V é apresentada detalhadamente a quantificação das necessidades energéticas das frações do edifício.

De seguida foram analisadas as necessidades nominais de energia útil para aquecimento e arrefecimento dos espaços e para a produção de AQS. A Figura 18 apresenta a quantificação das necessidades energéticas de todas as frações do edifício.

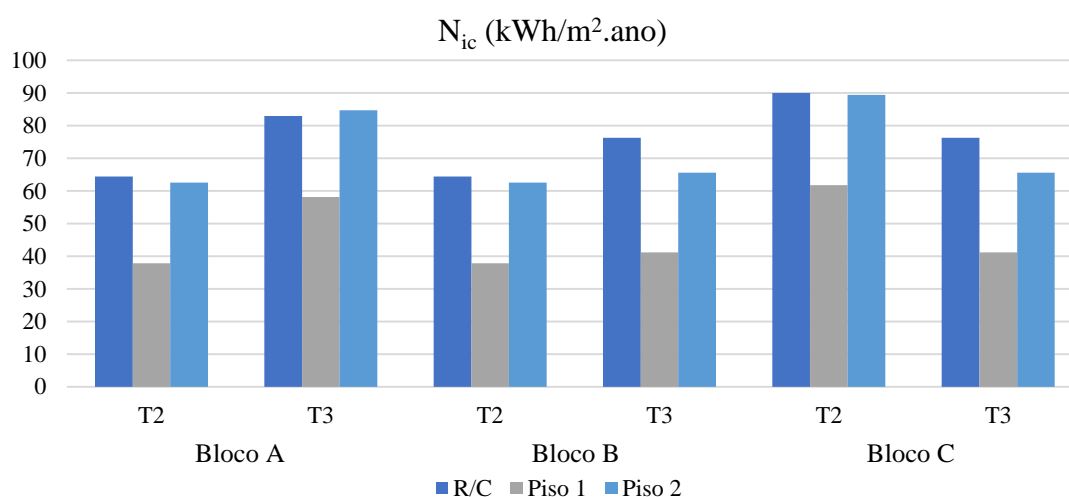


Figura 18 – Necessidades de energia útil para aquecimento (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

Da análise do gráfico da Figura 18, conclui-se que, as frações que possuem maiores consumos de energia térmica são as frações a nível do rés-do-chão, sendo que a que apresenta maiores necessidades é a fração de tipologia T3 ao mesmo nível, pertencente ao Bloco C. Por outro lado, são visíveis as mais baixas necessidades do Piso 1 comparativamente aos restantes pisos, o que se deve à menor envolvente. É ainda possível verificar que o Bloco B possui necessidades mais baixas.

Pode ainda observar-se que as frações com maiores necessidades de aquecimento são as de tipologia T2 do Bloco C seguida das frações de tipologia T3 do Bloco A. Estas situam-se nos lados extremos do edifício. Entre estas, as frações T2 são as que apresentam maiores necessidades uma vez que se encontram orientadas a Noroeste, ao contrário do que acontece

nas frações de tipologia T3 que, apesar de terem uma envolvente maior, encontram-se orientadas a Sudoeste pelo que têm maior ganhos solares. Neste sentido, é possível verificar que as diferentes orientações das fachadas provocam uma diferente evolução das necessidades energéticas.

O edifício em estudo não apresenta necessidades de arrefecimento. Tal se deve em parte, à falta de isolamento da envolvente exterior o que permite facilmente uma variação das temperaturas dos espaços em relação ao exterior.

As necessidades nominais anuais globais de energia primária ( $N_{tc}$ ) são apresentadas na Figura 19. Estes, resultam da soma das necessidades nominais específicas de energia primária relacionadas com as necessidades de aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS. Verifica-se novamente uma maior necessidade de consumo de energia térmica ao nível das frações pertencentes ao R/C e da cobertura. O piso que carece de menor quantidade de energia é o Piso 1 e a fração mais necessitada é a fração de tipologia T3 do R/C.

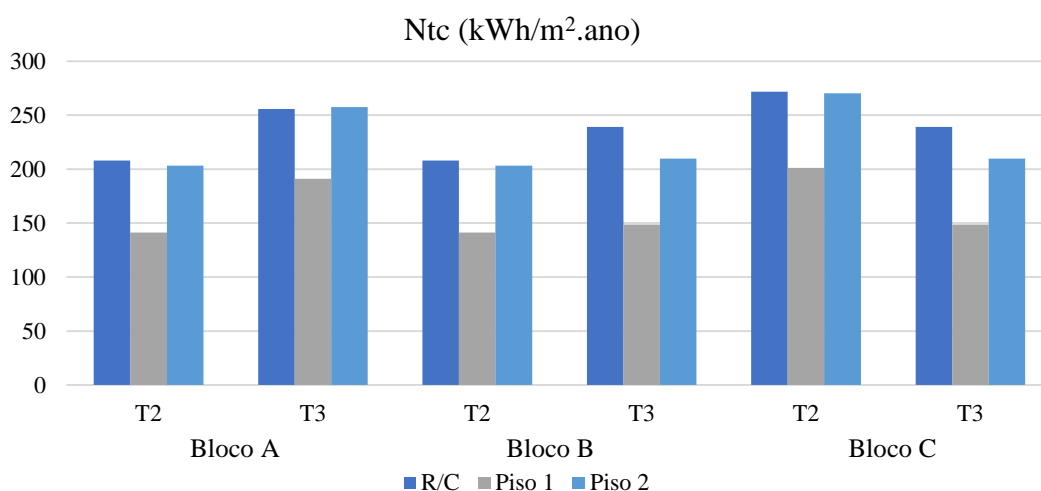


Figura 19 – Gráfico das necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWhEP/m².ano)

### 4.3. Conclusão

O desenvolvimento do presente capítulo é de extrema importância para o desenvolver da dissertação. A caracterização do edifício e a definição das necessidades nominais de energia útil para aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, permite um conhecimento mais

aprofundado do edifício e das zonas da envolvente que deverão ser corrigidas numa reabilitação. Neste sentido, são também identificadas as frações com maiores necessidades energéticas, que são as pertencentes ao R/C e ao Piso 2. As necessidades energéticas do edifício estudadas neste capítulo servirão de base ao Capítulo 5 – Propostas de reabilitação, que, através da implementação de medidas de reabilitação visa a suprimir estas necessidades, elevando o seu desempenho energético.

É possível então concluir que, as zonas que carecem de uma intervenção a nível energético são aquelas que delimitam a envolvente do edifício. Na envolvente exterior, a melhoria das características da fachada, parte opaca, e dos vãos envidraçados irá permitir uma redução das necessidades de energia. Por outro lado, na envolvente interior, destaca-se o pavimento sobre a garagem e a cobertura. A envolvente interior delimita ainda áreas como a marquise, caixa de escadas, corredor de entrada, porém, uma vez que não se encontram abordados pelo projeto onde a dissertação se insere, não serão analisadas possíveis correções do desempenho energético das mesmas. Com o objetivo de melhorar o desempenho energético do edifício caso estudo foi realizado o Capítulo 5 – Propostas de Reabilitação Energética.

## **CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA**

O presente capítulo visa a análise de diferentes cenários de reabilitação para o edifício multifamiliar de habitação social em estudo. Para tal, depois de caracterizar o edifício (Capítulo 4 – Caso de Estudo – Edifício Engenheiro Mota Pinto), procedeu-se à identificação de soluções de reabilitação da envolvente que conduzissem à obtenção de um edifício eficiente a custo reduzido, o que exigiu a comparação dos desempenhos energéticos do edifício para cada cenário e a identificação das melhores soluções a nível energético e económico. De seguida, a estes cenários de reabilitação foram associados os sistemas técnicos e integrados sistemas de aproveitamento de energia proveniente de fontes renováveis. Para a otimização da relação custo-benefício, identificando as soluções de custo ótimo, foram estudadas três situações distintas: redução de 80% das necessidades energéticas, atingir o nível nZEB e, atingir o nível ZEB.

Numa primeira fase, foi realizada a análise, em separado, dos diferentes cenários de reabilitação e, de seguida, foi feita a análise conjunta das três vertentes: envolvente, sistemas técnicos e sistemas de aproveitamento de energia proveniente de fontes de energia renováveis. Este raciocínio é explicado detalhadamente ao longo do capítulo. O primeiro passo foi a seleção de soluções de reabilitação da envolvente, que foram alvo de uma triagem, de modo a selecionar as mais adequadas às exigências do edifício em estudo. As soluções de reabilitação para as paredes exteriores, cobertura e pavimento, mais adequadas foram depois conjugadas entre si e, posteriormente foram incluídos os sistemas técnicos e os sistemas de aproveitamento de fontes de energia renovável. Finalmente, neste capítulo são discutidos os resultados obtidos e indicadas quais as medidas de reabilitação mais favoráveis, através de uma análise de sensibilidade.

### **5.1. Definição das soluções de reabilitação**

Numa primeira fase foram identificadas as soluções construtivas e os materiais de construção cuja aplicação no edifício fosse possível e que conduzissem à obtenção de resultados positivos ao nível da eficiência energética e dos custos de ciclo de vida, para um período de 30 anos, avaliados através da metodologia de custo ótimo.



As soluções de reabilitação estudadas foram soluções a aplicar na envolvente exterior, fachadas e vãos envidraçados exteriores e, na envolvente interior, pavimento que separa o R/C da garagem do edifício e o pavimento que separa o sótão do piso 2. Não foi realizada a análise custo-benefício para outros elementos da envolvente uma vez que estes não se encontravam abrangidos pelo projeto.

No caso das paredes de fachada, não foram consideradas soluções de reabilitação pelo interior, evitando assim, o incómodo causado pelas obras a que se iriam sujeitar os ocupantes, sendo a aplicação de isolamento pelo exterior também vantajosa a nível da eficiência, devido à manutenção da inércia térmica e ao tratamento das pontes térmicas. Para o pavimento que separa o R/C da garagem do edifício, excluiu-se a hipótese de remover o revestimento de piso, colocação de isolamento térmico e aplicação de novo revestimento de piso em 6 apartamentos, com redução do pé-direito e da altura livre de portas, optando-se pela aplicação de isolamento térmico sob a laje, que tem um menor impacto nos apartamentos e nos seus ocupantes. No caso da cobertura, elegeu-se a colocação de isolamento térmico sobre a laje uma vez que o sótão é um espaço não habitável.

Para ter uma base de dados coerente e equiparável, os preços das diferentes soluções foram definidos com recurso à mesma base de dados – o gerador de preços para construção civil da *CYPE Ingenieros* (CYPE Ingenieros, 2017). Este, constitui uma base de dados paramétrica e iterativa que gera orçamentos para o artigo pretendido atendendo aos materiais, equipamentos e processos construtivos selecionados. Para tal, integra as variáveis essenciais ao custo final da obra desde opções tipológicas, geográficas e económicas e, ao mesmo tempo integra produtos de fabricantes com todas as suas características técnicas (CYPE Ingenieros, 2017). Os custos apresentados incluem o custo dos materiais, mão de obra e manutenção (CYPE Ingenieros, 2017).

Com o objetivo de abranger o máximo de soluções possíveis e, uma vez que a base de dados utilizada (gerador de preços para construção civil da *CYPE Ingenieros*) não possuía todas as soluções construtivas selecionadas, foram solicitados orçamentos a empresas que comercializam materiais de construção. De seguida, procedeu-se a uma adaptação dos preços apresentados na base de dados, o que permitiu uma análise mais abrangente a nível das diferentes soluções oferecidas pelo mercado. Esta adaptação consta, unicamente, na seleção de

uma solução de reabilitação semelhante existente na base de dados do gerador de preços com os mesmos componentes, em que seja possível a substituição do isolamento térmico e do seu preço, pelo material de isolamento pretendido e respetivo preço proposto no orçamento solicitado. Os orçamentos obtidos encontram-se apresentados no Anexo XV e as Tabelas adaptadas para o orçamento destas soluções no Anexo XVI.

Na definição das diferentes variáveis das soluções de reabilitação do edifício, foi estabelecida uma nomenclatura simples e de fácil compreensão, caracterizada apenas por uma letra. A letra da nomenclatura segue sempre o número da variável em estudo, definindo assim os diferentes tipos de pacotes de reabilitação. Permite diferenciar uma medida isolada de um pacote de reabilitação e, deste modo, especificar a zona da envolvente a reabilitar. A nomenclatura definida encontra-se apresentada na Tabela 12. Os acrónimos relativos à caracterização das diferentes variáveis foram definidos com base no tipo de isolamento e suas características. Ao longo do capítulo é indicado o significado dos acrónimos assim como também estão identificados no subcapítulo Siglas e Acrónimos.

Tabela 12 – Nomenclatura utilizada

Nomenclatura	Variáveis
A	Paredes de fachada
B	Vãos envidraçados exteriores
C	Cobertura
D	Pavimentos

### 5.1.1. Paredes de fachada

Relativamente à envolvente opaca exterior, para as paredes de fachada, foram estudadas diferentes soluções de reabilitação, na maioria sistemas ETICS (Sistemas Compósitos de Isolamento Térmico pelo Exterior, da terminologia anglo-saxónica *External Thermal Insulation Composite Systems*) com diferentes tipos de materiais de isolamento, EPS (poliestireno expandido), EPS-G (poliestireno expandido elastificado com grafite), XPS (poliestireno extrudido), LR-V (lã de rocha vulcânica), ICB (aglomerado de cortiça natural expandido), LMN (lã mineral natural). Para além dos sistemas ETICS referidos, foi também estudada a possibilidade de aplicação de painéis *sandwich* (PS) e do sistema de fachada ventilada (FV).

A aplicação destes sistemas limitou-se à área de envolvente exterior opaca da zona útil do edifício. Para a envolvente exterior da zona não útil (zona do vestíbulo de entrada e marquises), apenas foi considerada a aplicação de pintura com o reboco delgado dessa zona.

As Tabelas 13 e 14 sintetizam as soluções estudadas e aplicadas no edifício caso de estudo como medidas de reabilitação. Na segunda coluna das Tabelas 13 e 14 são apresentados, para cada variável, os materiais de isolamento e respetiva espessura, em mm. Na terceira coluna é apresentado o coeficiente de transmissão térmica da zona corrente das paredes de fachada. No Anexo VIII são apresentados os coeficientes de transmissão térmica das pontes térmicas planas.

Tabela 13 – Medidas isoladas para a reabilitação das paredes de fachada (Continua)

<b>Solução</b>	<b>Isolamento térmico</b>	<b>U [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>	<b>Solução</b>	<b>Isolamento térmico</b>	<b>U [W/(m<sup>2</sup>.°C)]</b>
<b>VAR_1A</b>	EPS30	0,54	<b>VAR_31A</b>	LR-V60	0,38
<b>VAR_2A</b>	EPS40	0,47	<b>VAR_32A</b>	LR-V80	0,32
<b>VAR_3A</b>	EPS50	0,41	<b>VAR_33A</b>	LR-V100	0,29
<b>VAR_4A</b>	EPS60	0,36	<b>VAR_34A</b>	LR-V120	0,27
<b>VAR_5A</b>	EPS70	0,35	<b>VAR_35A</b>	ICB40	0,49
<b>VAR_6A</b>	EPS80	0,31	<b>VAR_36A</b>	ICB50	0,44
<b>VAR_7A</b>	EPS90	0,29	<b>VAR_37A</b>	ICB60	0,39
<b>VAR_8A</b>	EPS100	0,26	<b>VAR_38A</b>	ICB80	0,33
<b>VAR_9A</b>	EPS120	0,23	<b>VAR_39A</b>	ICB100	0,28
<b>VAR_10A</b>	EPS140	0,20	<b>VAR_40A</b>	ICB120	0,25
<b>VAR_11A</b>	EPS150	0,20	<b>VAR_41A</b>	LMN40	0,47
<b>VAR_12A</b>	EPS160	0,19	<b>VAR_42A</b>	LMN50	0,42
<b>VAR_13A</b>	EPS180	0,17	<b>VAR_43A</b>	LMN60	0,37
<b>VAR_14A</b>	EPS200	0,16	<b>VAR_44A</b>	LMN80	0,31
<b>VAR_15A</b>	EPS-G30	0,50	<b>VAR_45A</b>	LMN100	0,26
<b>VAR_16A</b>	EPS-G40	0,44	<b>VAR_46A</b>	LMN120	0,23
<b>VAR_17A</b>	EPS-G50	0,38	<b>VAR_47A</b>	XPS40	0,45
<b>VAR_18A</b>	EPS-G60	0,34	<b>VAR_48A</b>	XPS50	0,40
<b>VAR_19A</b>	EPS-G70	0,31	<b>VAR_49A</b>	XPS60	0,36
<b>VAR_20A</b>	EPS-G80	0,28	<b>VAR_50A</b>	XPS80	0,29
<b>VAR_21A</b>	EPS-G90	0,26	<b>VAR_51A</b>	XPS100	0,25
<b>VAR_22A</b>	EPS-G100	0,24	<b>VAR_52A</b>	PS50	0,44
<b>VAR_23A</b>	EPS-G120	0,21	<b>VAR_53A</b>	PS80	0,33

Tabela 14 – Medidas isoladas para a reabilitação das paredes de fachada (Conclusão)

Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
VAR_24A	EPS-G140	0,18	VAR_54A	PS100	0,28
VAR_25A	EPS-G150	0,17	VAR_55A	P120+LR100	0,14
VAR_26A	EPS-G160	0,17	VAR_56A	FV40	0,47
VAR_27A	EPS-G180	0,15	VAR_57A	FV60	0,39
VAR_28A	EPS-G200	0,14	VAR_58A	FV80	0,32
VAR_29A	LR-V40	0,48	VAR_59A	FV100	0,26
VAR_30A	LR-V50	0,42	VAR_60A	FV120	0,23

No âmbito do projeto MORE-CONNECT foi desenvolvido o protótipo de um módulo pré-fabricado para aplicação em fachadas. Estes painéis foram igualmente estudados como propostas de soluções de reabilitação energética no edifício caso de estudo (VAR\_55A). O protótipo desenvolvido constitui numa solução otimizada constituída por um módulo de reabilitação pré-fabricado com 12 cm de espessura (21 kg/m<sup>3</sup>) com uma manta de lã de rocha no seu interior com 10 cm (25 kg/m<sup>3</sup>). Apresenta um coeficiente de transmissão térmica de 0,17 W/(m<sup>2</sup>.°C) e um preço final de 41,63 €/m<sup>2</sup>. O custo de manutenção destes painéis foi considerado como 1,5% do investimento inicial, tendo por base a comparação de preços de manutenção de outros sistemas semelhantes (Paula, 2016).

### 5.1.2. Envolvente exterior envidraçada

Na escolha das soluções apenas foi tida em consideração a utilização de vidros duplos com uma espessura de lâmina de ar de 16 mm, e, em todas, foi considerada a existência de dispositivos de oclusão noturna com permeabilidade ao ar baixa. As soluções de reabilitação foram definidas combinando o tipo de caixilharia (alumínio ou PVC) e o tipo de vidro. Foram sempre considerados dois vidros com espessuras diferentes, uma vez que o seu desempenho térmico e acústico é melhorado. Foram definidos dois tipos de vãos envidraçados diferentes, um corrente e outro de baixa emissividade (*low E*). A Tabela 15 apresenta as variáveis estudadas para a envolvente envidraçada e o coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite do vão envidraçado.

Tabela 15 – Soluções relativas à reabilitação dos vãos envidraçados exteriores

Tipo de caixilharia	Tipo de vidro	$U_{wdn}$ [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
Caixilharia de alumínio	Vidro duplo: 6 mm incolor + 16 mm + 4 mm incolor	2,50
	Vidro duplo temperado de baixa emissividade térmica: 4 mm <i>low E</i> + 16 mm + 6 mm temperado	2,30
Caixilharia de PVC	Vidro duplo: 6 mm incolor + 16 mm + 4 mm incolor	2,10
	Vidro duplo temperado de baixa emissividade térmica: 4 mm <i>low E</i> + 16 mm + 6 mm temperado	2,00

### 5.1.3. Cobertura

Para a reabilitação da cobertura, definiu-se a aplicação do isolamento térmico sobre a laje de esteira da cobertura. Foi estudada a aplicação de diferentes tipos de materiais de isolamento térmico, desde feltro isolante de lã mineral, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno (FLM-K), feltro isolante de lã de rocha vulcânica, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno (RW\_RRK), lã de rocha, fornecida a granel, ligeiramente impregnada de resina fenólica (RWG), manta de lã de vidro, revestida numa das suas faces com papel *kraft* (LVK), manta de lã mineral natural, revestida numa das suas faces por alumínio e papel *kraft* (LMNAI), painel rígido de poliestireno expandido (EPS), isolamento térmico refletivo (ITR) e painel rígido de poliestireno expandido (XPS). A nomenclatura de cada proposta de solução de reabilitação para a laje de esteira é apresentada nas Tabelas 16 e 17. No Anexo IX são apresentados os dados para obtenção dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos para reabilitação da cobertura.

Tabela 16 – Medidas isoladas para reabilitação da cobertura (Continua)

Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
VAR_1C	FLM-K80	0,33	VAR_20C	LVK160	0,20
VAR_2C	FLM-K100	0,29	VAR_21C	LMNAI60	0,38
VAR_3C	FLM-K120	0,25	VAR_22C	LMNAI80	0,32
VAR_4C	FLM-K140	0,23	VAR_23C	LMNAI100	0,28
VAR_5C	RW_RRK80	0,33	VAR_24C	LMNAI200	0,16
VAR_6C	RW_RRK100	0,29	VAR_25C	EPS30	0,53

Tabela 17 – Medidas isoladas para reabilitação da cobertura (Conclusão)

Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
VAR_7C	RW_RRK140	0,23	VAR_26C	EPS40	0,45
VAR_8C	RW_RRK160	0,20	VAR_27C	EPS50	0,41
VAR_9C	RW_RRK200	0,16	VAR_28C	EPS60	0,36
VAR_10C	RWG80	0,32	VAR_29C	EPS70	0,33
VAR_11C	RWG100	0,26	VAR_30C	EPS80	0,30
VAR_12C	RWG130	0,23	VAR_31C	ITR	0,22
VAR_13C	RWG150	0,20	VAR_32C	XPS30	0,50
VAR_14C	RWG170	0,18	VAR_33C	XPS40	0,43
VAR_15C	RWG200	0,15	VAR_34C	XPS50	0,38
VAR_16C	LVK80	0,33	VAR_35C	XPS60	0,34
VAR_17C	LVK100	0,28	VAR_36C	XPS80	0,30
VAR_18C	LVK120	0,24	VAR_37C	XPS100	0,26
VAR_19C	LVK140	0,21			

#### 5.1.4. Pavimento interior

A aplicação de isolamento térmico no pavimento do R/C fez-se por aplicação do isolamento térmico sob a laje, ou seja, no teto da garagem. Foram estudadas várias propostas, com diferentes materiais de isolamento térmico, RW\_AR (painel de lã de rocha vulcânica), LV (manta de lã de vidro), ICB (aglomerado de cortiça natural expandido), LRP (lã de rocha branca projetada) e XPS (poliestireno extrudido). A nomenclatura de cada proposta de solução de reabilitação para a pavimento é apresentada nas Tabelas 18 e 19, assim como o coeficiente de transmissão térmica respetivo. No Anexo X são apresentados os dados para obtenção dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos para reabilitação do pavimento.

Tabela 18 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento (Continua)

Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
VAR_1D	RW_AR30	0,47	VAR_11D	ICB60	0,36
VAR_2D	RW_AR40	0,41	VAR_12D	ICB70	0,33

Tabela 19 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento (Conclusão)

Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	Solução	Isolamento térmico	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
VAR_3D	RW_AR50	0,37	VAR_13D	ICB80	0,30
VAR_4D	RW_AR60	0,33	VAR_14D	LRP30	0,48
VAR_5D	RW_AR80	0,28	VAR_15D	XPS30	0,46
VAR_6D	LV25	0,52	VAR_16D	XPS40	0,40
VAR_7D	ICB25	0,52	VAR_17D	XPS50	0,36
VAR_8D	ICB30	0,49	VAR_18D	XPS60	0,32
VAR_9D	ICB40	0,44	VAR_19D	XPS80	0,29
VAR_10D	ICB50	0,39	VAR_20D	XPS100	0,24

## 5.2. Avaliação das medidas de reabilitação energética

Reunido o conjunto de soluções de reabilitação a analisar, procedeu-se à análise relativa à aplicação das variáveis apresentadas, como medidas isoladas. De seguida, de acordo com os resultados obtidos, foram definidos pacotes de reabilitação da envolvente, com base na relação custo-benefício. Foram eliminados elementos com espessuras de 30 mm e inferiores, uma vez que não são tão usuais no mercado. Espessuras superiores a 120 mm também não são justificáveis no presente caso de estudo. Esta seleção foi efetuada com base nos cálculos efetuados que são apresentados ao longo do presente capítulo, uma vez que, a partir de determinada espessura de isolamento térmico, as soluções não são rentáveis e a diminuição da energia primária não é significativa comparativamente à solução de custo ótimo.

### 5.2.1. Reabilitação das paredes de fachada

A análise detalhada da aplicação da metodologia de custo ótimo, relativa às soluções construtivas de reabilitação da envolvente opaca exterior (as paredes de fachada) permitiu a educação de algumas conclusões. Foi realizada uma análise de todas as soluções, com o objetivo de definir a melhor solução possível e que apresente uma relação custo-benefício favorável.

Nas Figuras 20 e 21, é apresentada a relação entre o custo global (para a Perspetiva Privada e Social) e a necessidade de energia primária total. O custo global de cada variável foi calculado

tal como apresentado no subcapítulo 3.2 – Cálculo dos custos globais. Por outro lado, a energia primária total de origem não renovável foi obtida através da caracterização do desempenho energético do edifício com recurso à ferramenta de cálculo do REH (subcapítulo 3.1 – Caracterização do desempenho energético).

O desempenho da solução de referência, corresponde à situação em que o edifício caso de estudo é alvo apenas de medidas de conservação, sem alterações ao nível das necessidades energéticas, encontra-se bastante afastada do desempenho das propostas de reabilitação para o edifício em estudo (Figuras 20 e 21), o que sugere um elevado investimento inicial mas também ao longo de um período de 30 anos tendo em conta que não vão ser feitas melhorias a nível da eficiência energética. Esta solução estabelece o limite de custo-benefício que viabiliza a rentabilidade das soluções, representada através da linha tracejada a preto nas Figuras 20 e 21. São várias as soluções que se encontram acima do limite de rentabilidade (Figuras 20 e 21), o que as caracteriza como soluções com rentabilidade negativa.

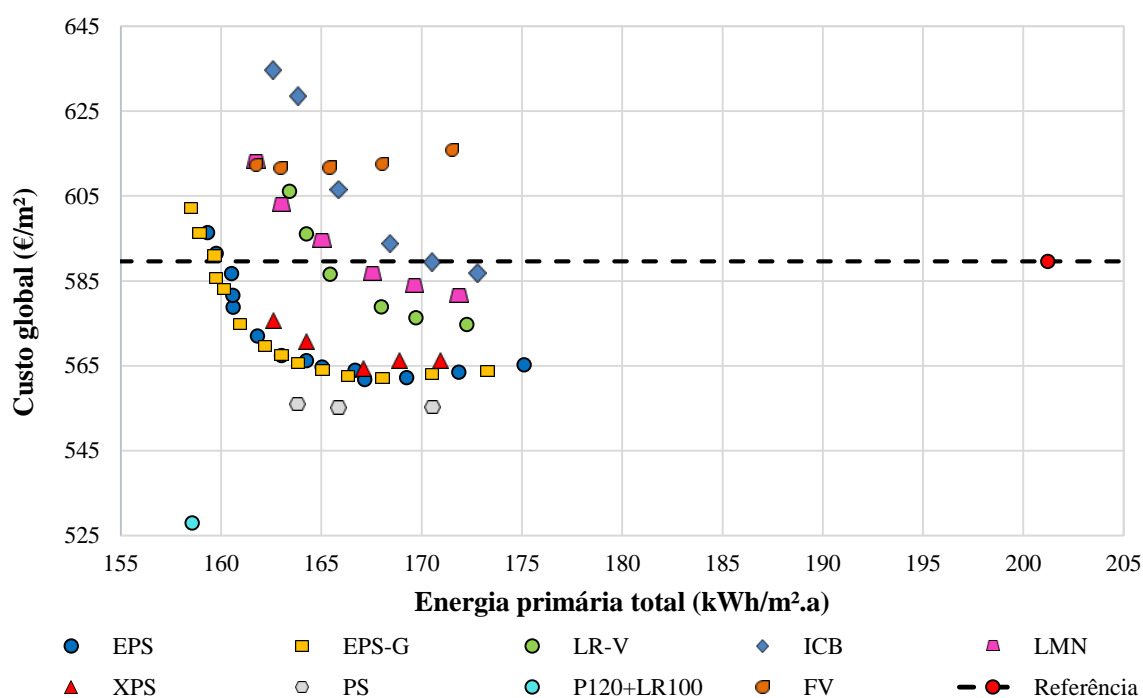


Figura 20 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na fachada (Perspetiva Privada)



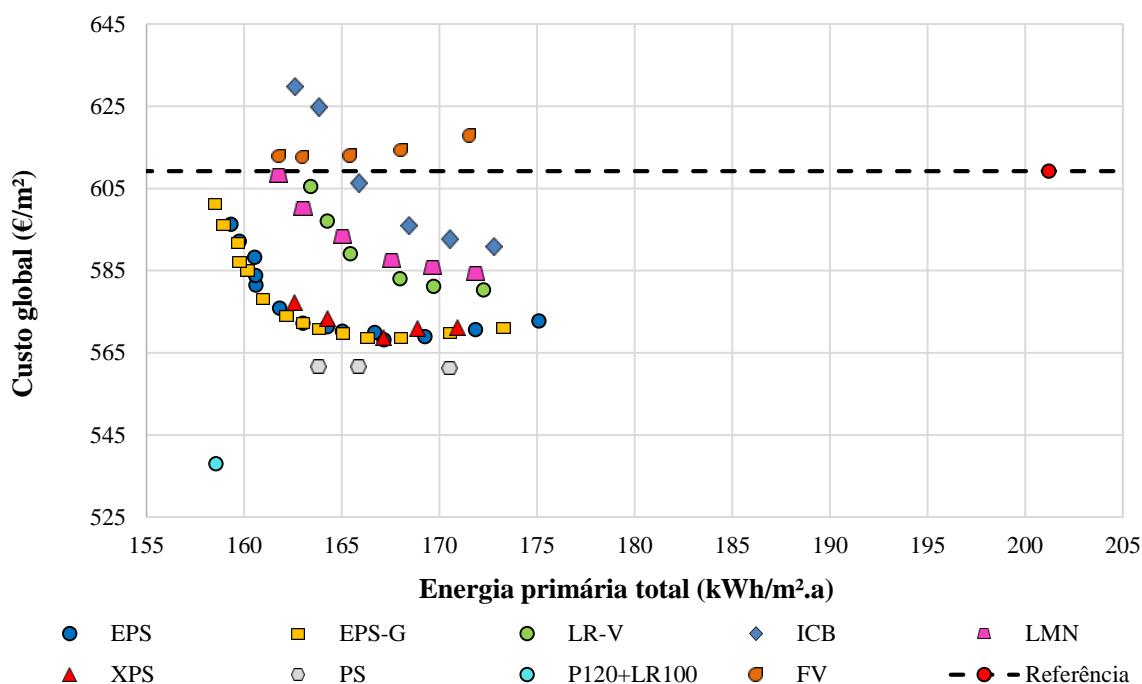


Figura 21 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na fachada (Perspetiva Social)

É a partir do valor do custo global da solução de referência que se estabelece o limite de custo-benefício. As soluções que se encontram acima deste limite, apresentam um custo global superior ao custo da solução de referência, neste sentido, não são considerados rentáveis. Na perspetiva privada o limite de rentabilidade é de 589,60€/m<sup>2</sup> e, na perspetiva social de 609,24€/m<sup>2</sup>. Nesta situação, tendo em conta ambas as componentes, Privada e Social, encontra-se a proposta de sistema ETICS com aplicação de aglomerado de cortiça natural expandido (ICB) com espessuras superiores a 50 mm na Perspetiva Privada e a 80 mm na Perspetiva Social, e algumas das variáveis correspondentes à aplicação de lã mineral natural (LMN) (superiores a 60 mm na Perspetiva Privada) e lã de rocha vulcânica (LR-V) (superiores a 80 mm na Perspetiva Privada), poliestireno expandido (EPS) (superiores a 160 mm na Perspetiva Privada) e de poliestireno expandido elastificado com grafite (EPS-G), com espessuras superiores a 150 mm na Perspetiva Privada. Nesta perspetiva, as soluções representadas nas Figuras 20 e 21, acima da linha limite custo-benefício, não serão estudadas nos passos seguintes.

A fachada ventilada (FV) tem uma vantagem em relação às outras propostas, uma vez que, ao contrário de todas as outras, esta permite a redução das necessidades de arrefecimento. Porém,

os seus custos globais ultrapassam, em todas as variáveis, a linha limite de custo-benefício, nas duas perspetivas. As restantes soluções são consideradas com rentabilidade positiva, do modo que irão ser analisadas nas fases seguintes do estudo.

Os sistemas ETICS com aplicação de poliestireno expandido (EPS) e de poliestireno expandido elastificado com grafite (EPS-G) apresentam valores de custos globais e necessidades energéticas muito próximos, sendo que o último apresenta valores inferiores de desempenho energético e apresenta custos globais mais elevados. Mesmo assim, são das soluções definidas com melhores resultados ao nível da relação custo-benefício. Por sua vez, o poliestireno extrudido (XPS) possui uma relação custo-benefício ligeiramente inferior (com custos ligeiramente superiores). Relativamente à lã de rocha vulcânica (LR-V) e à lã mineral natural (LMN) a relação custo-benefício que ambos oferecem não é vantajosa uma vez que foram estudadas soluções, com a mesma espessura, mais apelativas e, algumas das variáveis correspondentes, na componente social são apresentadas rentabilidade negativa.

A aplicação de painéis sandwich (PS), por sua vez, constitui a solução de reabilitação com menores custos globais (à exceção do módulo de reabilitação desenvolvido), tanto na perspetiva privada como na perspetiva social. Porém, a solução estabelecida para a aplicação do módulo integrado no projeto MORE-CONNECT, é a proposta com melhor relação custo-benefício, visto que possui o custo global mais baixo, comparativamente às restantes soluções e, ao mesmo tempo reduz de forma significativa as necessidades energéticas do edifício. Esta solução, sendo o ponto mais baixo do gráfico corresponde à solução com nível ótimo de rentabilidade.

A definição dos pacotes de reabilitação, através da análise dos resultados obtidos e da comparação entre as diferentes soluções, para além da solução do módulo de reabilitação otimizado desenvolvido no âmbito projeto MORE-CONNECT, foi efetuada através de dois parâmetros: solução de custo ótimo e a solução com menores necessidades energéticas totais.

Em conformidade com o disposto no Anexo I, secção 6, ponto 2, do Regulamento Delegado n.º244/2012 (Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, 2012), se os pacotes tiverem custos idênticos ou muito semelhantes, o pacote com menor utilização de energia primária deverá orientar, se possível, a definição do nível ótimo de rentabilidade (Comissão Europeia, 2012). Neste sentido, como é possível confirmar na Tabela 20, a solução

de custo ótimo é então o painel *sandwich* (PS) de 100 mm que, em ambas as perspetivas oferece custos globais um pouco superiores ao PS de 80 mm, que seria o de custo ótimo entre estas soluções.

Tabela 20 – Definição da solução de custo ótimo

Solução	Custo global (€) (Perspetiva Privada)	Custo global (€) (Perspetiva Social)	Energia primária total (kWh/m <sup>2</sup> .a)
<b>VAR_52A PS50</b>	555,25	562,82	170,54
<b>VAR_53A PS80</b>	555,06	561,42	165,86
<b>VAR_54A PS100</b>	555,90	561,74	163,84

A solução que oferece menores necessidades de energia total, é o EPS-G de 120 mm, uma vez que as espessuras de isolamento analisadas foram limitadas a espessuras não superiores a 120 mm.

Assim, as três soluções definidas para os pacotes de reabilitação foram: o poliestireno expandido elastificado com grafite de 120 mm (EPS-G120), o painel *sandwich* de 100 mm (PS100) e o módulo de reabilitação otimizado desenvolvido no âmbito projeto MORE-CONNECT (P120+LR100). Estas soluções apresentam uma percentagem de redução de energia primária comparativamente à situação inicial do edifício de 20%, 19% e 21%, respetivamente.

### 5.2.2. Reabilitação da envolvente envidraçada

A reabilitação da envolvente envidraçada passou pela análise de dois tipos de caixilharia, de alumínio e de PVC, com dois tipos de vidro, vidro duplo corrente e vidro duplo com baixa emissividade. Através da análise da metodologia de custo ótimo apresentada na Figura 22, são perceptíveis as diferenças entre eles.

O vidro duplo de baixa emissividade apresenta custos globais superiores aos do vidro duplo corrente, apresentando um melhor desempenho energético (Figura 22). Por outro lado, a caixilharia em PVC apresenta custos e necessidades energéticas inferiores comparativamente à caixilharia em alumínio, sendo então, as melhores soluções de caixilharia (Figura 22).

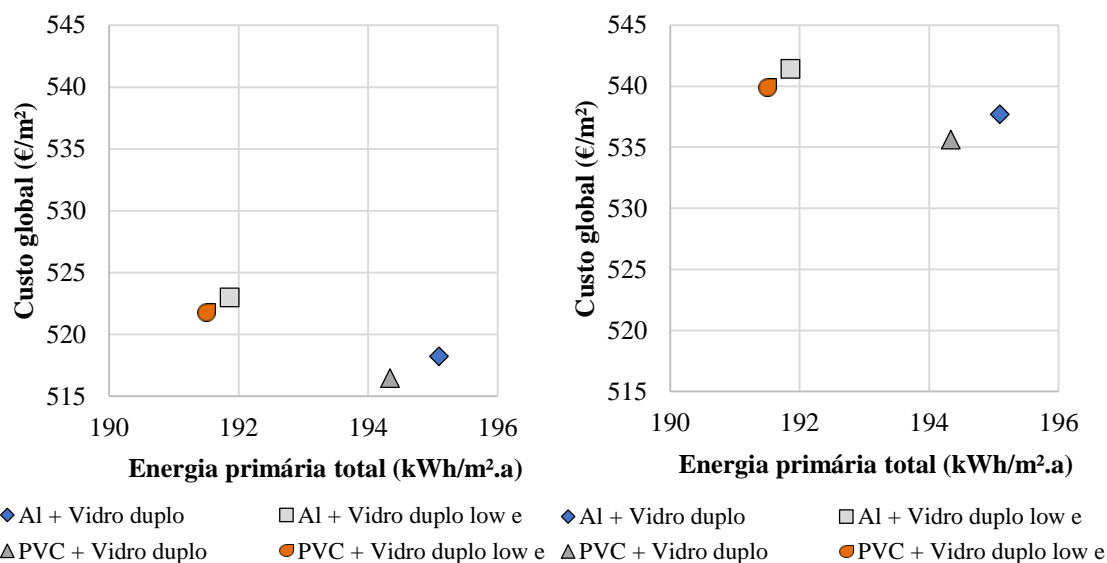


Figura 22 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar nos vãos envidraçados (Perspetiva Privada, à esquerda, e Social, à direita)

Na Figura 22, verifica-se ainda, um crescimento dos preços globais na Perspetiva Social em relação à Privada. Tal, deve-se ao facto de apenas estar a ser analisada a reabilitação dos vãos envidraçados exteriores como uma medida isolada, o que não tem um impacto significativo nas necessidades energéticas, por conseguinte, o preço do carbono que afeta apenas a perspetiva social, faz com que os preços subam.

Conclui-se que a solução de custo ótimo é a caixilharia em PVC com vidro duplo corrente e a solução com menores necessidades energéticas é, o mesmo tipo de caixilharia, mas com vidro duplo de baixa emissividade. Porém, ao nível da caixilharia, fez apenas sentido o estudo da aplicação da solução de custo ótimo. A solução definida, vidro duplo corrente com caixilharia em PVC (PVC-S), representa uma melhoria face à situação inicial de 3,4%.

### 5.2.3. Reabilitação da cobertura

A reabilitação a nível independente da cobertura é, em todas as soluções estudadas, de rentabilidade positiva. Na Perspetiva Privada o limite de rentabilidade é estabelecido pelo custo global da solução de referência de 589,60€/m<sup>2</sup> e, na perspetiva social de 609,24€/m<sup>2</sup>. Neste sentido, como o valor não é ultrapassado em nenhuma das perspetivas, nas Figuras 23 e 24 não

é apresentado o limite de rentabilidade, de modo a apresentar os resultados obtidos de forma mais visível.

As Figuras 23 e 24, traduzem a relação custo-benefício das soluções de reabilitação estudadas na Perspetiva Privada e Social, respetivamente. Nos resultados obtidos, verifica-se o crescimento dos preços globais na componente social devido aos consumos do carbono.

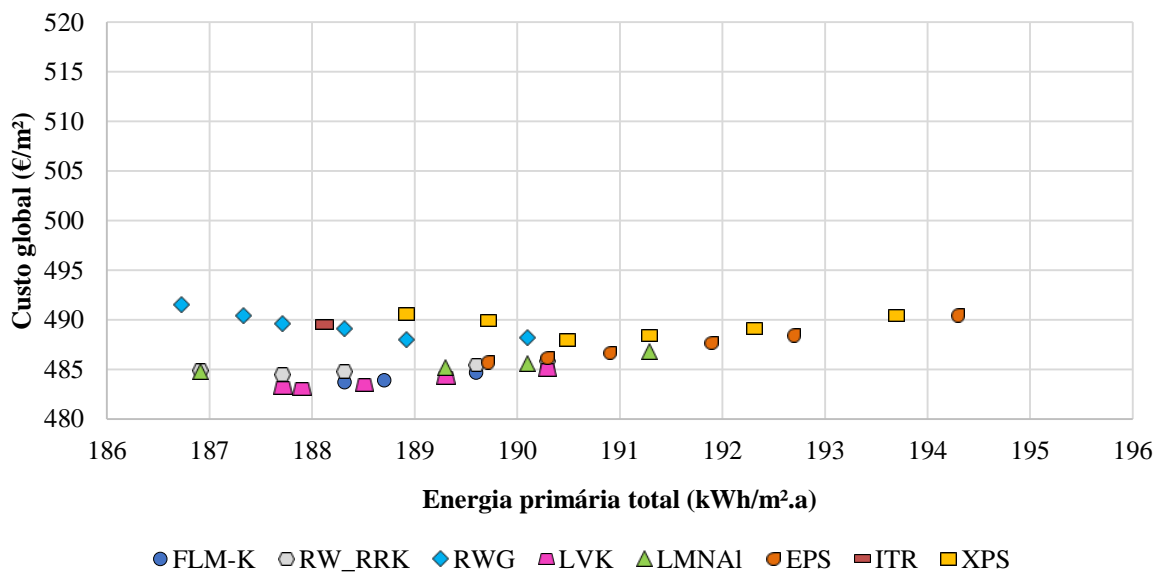


Figura 23 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na cobertura (Perspetiva Privada)

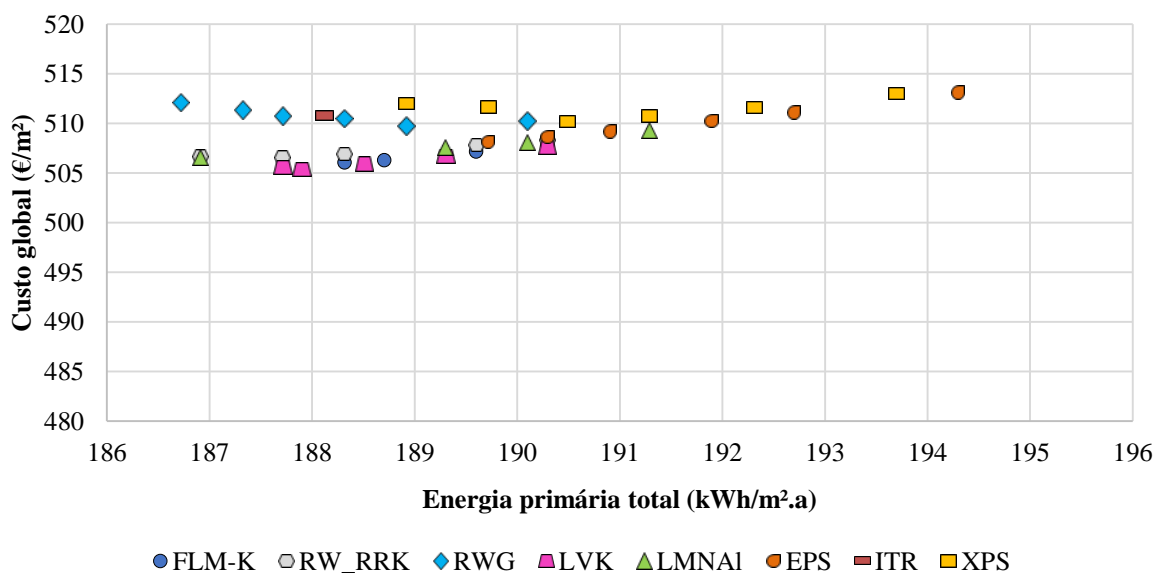


Figura 24 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar na cobertura (Perspetiva Social)

Na cobertura, a aplicação de lã de rocha, fornecida a granel, ligeiramente impregnada de resina fenólica (RWG), de painéis rígidos de poliestireno expandido (XPS) e extrudido (EPS) conduzem aos valores de custos globais mais elevados. A aplicação de EPS, da manta de lã mineral natural, revestida numa das suas faces por alumínio e papel *kraft* (LMNAI) e do feltro isolante de lã mineral, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno (FLM-K) conduzem a soluções mais rentáveis. Isto deve-se à pouca diferença de investimento inicial entre as diferentes espessuras e por outro lado, à redução do consumo de carbono à medida que se aumenta a espessura do material, para as espessuras estudadas.

A manta de lã mineral natural, revestida numa das suas faces por alumínio e papel *kraft* (LMNAI) apresenta melhores resultados do que o feltro isolante de lã de rocha vulcânica, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno (RW\_RRK). Estas duas soluções apresentam valores de relação custo-benefício semelhantes, no entanto, para atingir o mesmo valor de necessidade de energia primária, este último precisa de espessuras superiores, o que não se justifica tendo em conta que a manta de lã mineral pode assegurar-las, com custos idênticos e espessuras inferiores.

A manta de lã de vidro, revestida numa das suas faces com papel *kraft* (LVK) e o feltro isolante de lã mineral, revestido numa das suas faces com um complexo de papel *kraft* com polietileno (FLM-K) apresentam, pelo contrário, os valores mais apelativos no que concerne a relação custo-benefício.

Neste sentido, foram avaliadas apenas duas propostas de soluções construtivas para a cobertura, o isolamento térmico refletivo (ITR) que oferece menores necessidades de energia e o LVK120 que é a solução de custo ótimo (uma vez que as espessuras de isolamento foram limitadas a 120 mm). Estas soluções apresentam uma melhoria face à situação inicial do edifício de 6,5% e 6,3%, respetivamente.

#### **5.2.4. Reabilitação do pavimento**

Todas as soluções de reabilitação estudadas para a reabilitação do pavimento sobre a garagem, encontram-se abaixo do limite de rentabilidade, estabelecido pela solução de referência (589,60

€/m<sup>2</sup> na perspetiva privada e 609,24 €/m<sup>2</sup> na perspetiva social). Novamente, não é apresentado este limite, de modo a possibilitar uma melhor visualização dos resultados. Nas Figuras 25 e 26 é apresentada a relação custo-benefício das soluções de reabilitação estudadas ao nível da reabilitação do pavimento, na Perspetiva Privada e Social, respetivamente.

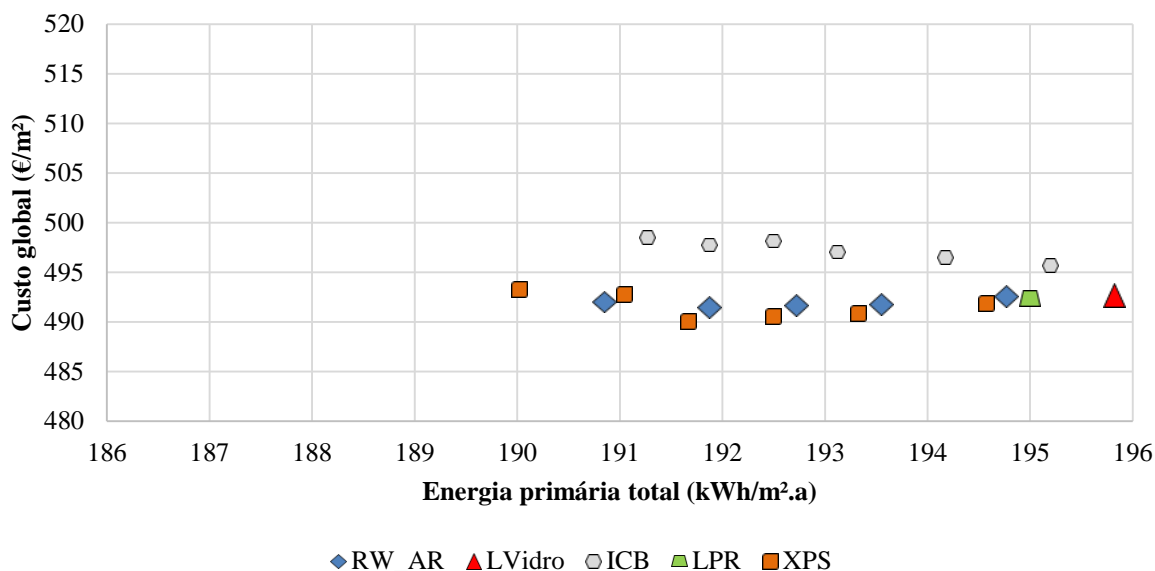


Figura 25 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar no pavimento (Perspetiva Privada)

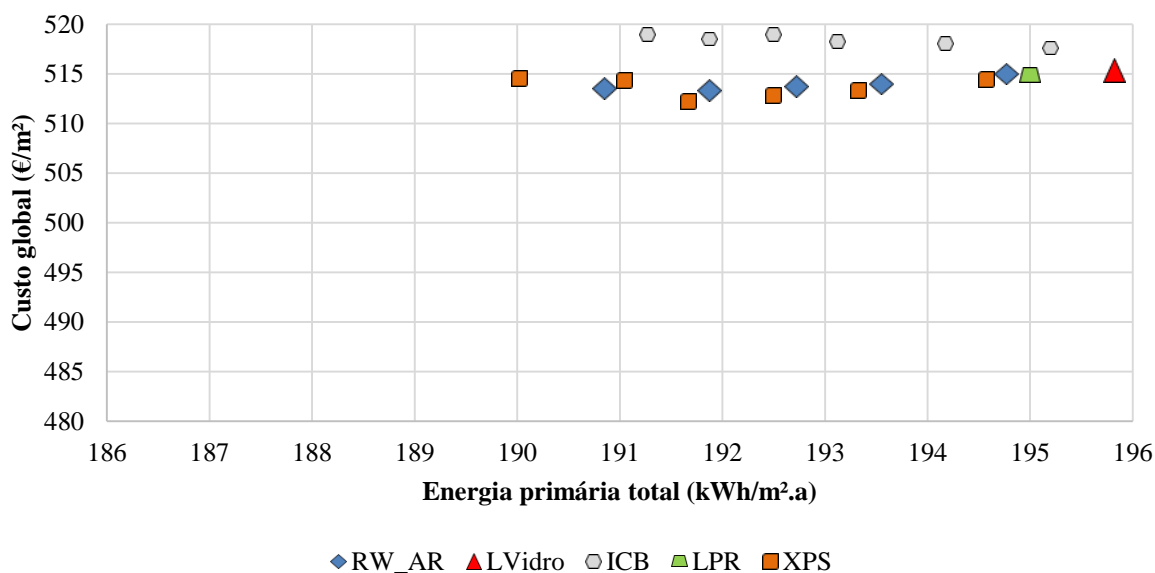


Figura 26 – Análise do custo ótimo das medidas a aplicar no pavimento (Perspetiva Social)

A análise das Figuras 25 e 26 permite verificar que a aplicação de aglomerado de cortiça natural expandido (ICB) é a solução de reabilitação que apresenta maiores custos globais em ambas as

perspetivas. Por outro lado, a aplicação de lã de vidro (LVidro) e de lã de rocha branca projetada (LPR), só com espessuras de 25 e 30 cm, respetivamente, não apresentam a melhor relação custo-benefício. Neste sentido, estas três soluções, não serão estudadas nos passos seguintes.

Numa outra perspetiva surge a lã de rocha vulcânica (RW\_AR) e o poliestireno extrudido (XPS). Ambas as soluções apresentam custos globais muito semelhantes sendo a lã de rocha mais cara cerca de 1€/m<sup>2</sup>. No entanto, é o poliestireno extrudido que apresenta menores necessidades de energia primária com uma diferença quase mínima, apenas de 0,2 kWh/m<sup>2</sup>.ano. Neste sentido, é possível verificar que o XPS apresenta uma melhor relação custo-benefício.

Relativamente à Perspetiva Social, é possível aferir que os custos globais aumentam cerca de 20 €/m<sup>2</sup> devido aos custos dos gases responsáveis pelo efeito de estufa.

Neste sentido, a solução de custo ótimo para reabilitação do pavimento corresponde à colocação de isolamento térmico do tipo poliestireno extrudido (XPS) com 6 cm de espessura sob o pavimento, apresentando uma melhoria face à situação inicial de 4,8%. Por outro lado, a solução que oferece menores necessidades energéticas é o XPS com 10 cm, com uma melhoria de 5,6% face à situação inicial. São estas as duas soluções a estudar na definição dos pacotes compostos de reabilitação.

### **5.3. Definição de Pacotes de Reabilitação Energética**

A análise da relação custo-benefício da aplicação das medidas isoladas de reabilitação, ao nível da envolvente (paredes de fachada, vãos envidraçados exteriores, cobertura e pavimento) conduziu à seleção de soluções de reabilitação com melhores desempenhos energéticos e custos. Neste sentido, foi definido um conjunto de pacotes que combinam as diferentes soluções selecionadas.

Nas Tabelas 21 e 22 são apresentadas as diferentes medidas de reabilitação isoladas selecionadas (1P a 8P). A partir desse conjunto de variáveis, as medidas isoladas foram conjugadas entre si, por forma a estabelecer diferentes pacotes de reabilitação (9P a 35P).



Tabela 21 – Medidas e Pacotes de reabilitação (Continua)

<b>Variável</b>	<b>Fachada</b>	<b>V. Envidraçados</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Pavimento</b>
<b>VAR_1P</b>	P120+LR100			
<b>VAR_2P</b>	PS100			
<b>VAR_3P</b>	EPS-G120			
<b>VAR_4P</b>		PVC-S		
<b>VAR_5P</b>			LVK120	
<b>VAR_6P</b>			ITR	
<b>VAR_7P</b>				XPS60
<b>VAR_8P</b>				XPS100
<b>VAR_9P</b>	P120+LR100	PVC-S		
<b>VAR_10P</b>	PS100	PVC-S		
<b>VAR_11P</b>	EPS-G120	PVC-S		
<b>VAR_12P</b>	P120+LR100	PVC-S	LVK120	
<b>VAR_13P</b>	PS100	PVC-S	LVK120	
<b>VAR_14P</b>	EPS-G120	PVC-S	LVK120	
<b>VAR_15P</b>	P120+LR100	PVC-S	ITR	
<b>VAR_16P</b>	PS100	PVC-S	ITR	
<b>VAR_17P</b>	EPS-G120	PVC-S	ITR	
<b>VAR_18P</b>	P120+LR100	PVC-S		XPS60
<b>VAR_19P</b>	PS100	PVC-S		XPS60
<b>VAR_20P</b>	EPS-G120	PVC-S		XPS60
<b>VAR_21P</b>	P120+LR100	PVC-S		XPS100
<b>VAR_22P</b>	PS100	PVC-S		XPS100
<b>VAR_23P</b>	EPS-G120	PVC-S		XPS100
<b>VAR_24P</b>	P120+LR100	PVC-S	LVK120	XPS60
<b>VAR_25P</b>	PS100	PVC-S	LVK120	XPS60
<b>VAR_26P</b>	EPS-G120	PVC-S	LVK120	XPS60
<b>VAR_27P</b>	P120+LR100	PVC-S	LVK120	XPS100
<b>VAR_28P</b>	PS100	PVC-S	LVK120	XPS100
<b>VAR_29P</b>	EPS-G120	PVC-S	LVK120	XPS100
<b>VAR_30P</b>	P120+LR100	PVC-S	ITR	XPS60
<b>VAR_31P</b>	PS100	PVC-S	ITR	XPS60

Tabela 22 – Medidas e Pacotes de reabilitação (Conclusão)

Variável	Fachada	V. Envidraçados	Cobertura	Pavimento
VAR_32P	EPS-G120	PVC-S	ITR	XPS60
VAR_33P	P120+LR100	PVC-S	ITR	XPS100
VAR_34P	PS100	PVC-S	ITR	XPS100
VAR_35P	EPS-G120	PVC-S	ITR	XPS100

Nas Figuras 27 e 28, é apresentada a relação custo-benefício analisada através da metodologia de custo ótimo das medidas e dos pacotes de reabilitação definidos na Tabela 21 e 22. As diferentes medidas de reabilitação, já analisadas individualmente, diferem da zona a reabilitar em questões de preços e de potencial redução de energia primária.

A análise das Figuras 27 e 28 permite concluir que a implementação de medidas apenas ao nível da parede de fachada já permite uma redução significativa das necessidades de energia primária. Esta redução, quando reabilitada a parede de fachada, os vãos envidraçados exteriores, a cobertura e o pavimento sobre a garagem permite em simultâneo, é superior a 30% comparativamente à situação inicial do edifício caso de estudo.

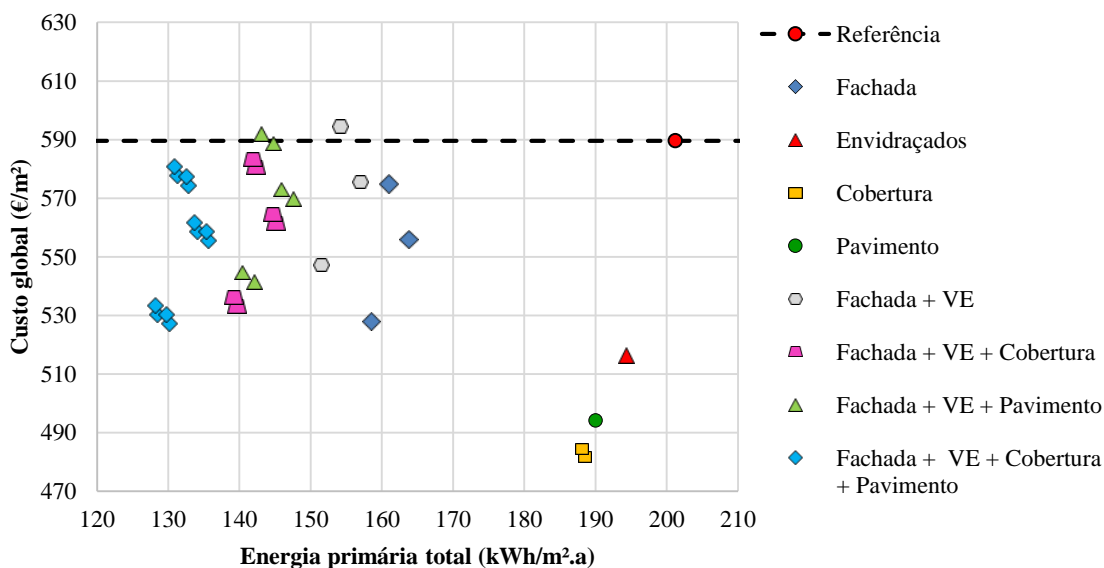


Figura 27 – Análise do custo ótimo das medidas e pacotes de reabilitação (Perspetiva Privada)  
(VE – vãos envidraçados)

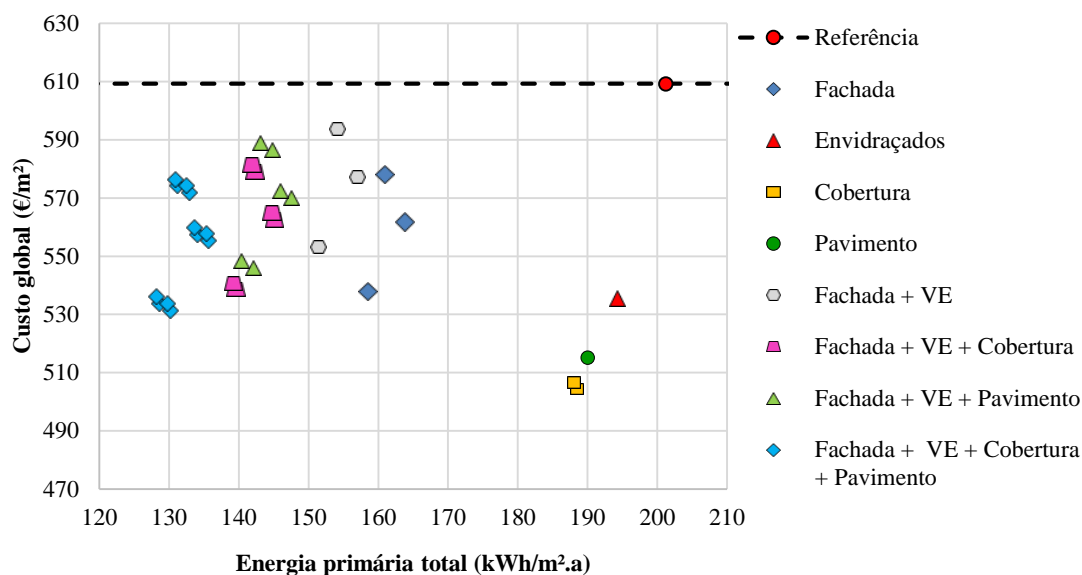


Figura 28 – Análise do custo ótimo das medidas e pacotes de reabilitação (Perspetiva Social)  
(VE – vãos envidraçados)

É ainda possível salientar que, de entre as medidas apresentadas, a que se destaca como solução de custo ótimo é a reabilitação da cobertura com a manta de lã de vidro, revestida numa das suas faces com papel *kraft* com 12 cm de espessura (VAR\_5P). No entanto, esta medida não apresenta o melhor desempenho energético. São os pacotes de reabilitação que apresentam o melhor desempenho energético. Entre estes, a solução com um custo global mais baixo (527,21€/m<sup>2</sup>) é a composta pelo painel desenvolvido no âmbito do projeto MORE-CONNECT (P120+LR100), os vãos envidraçados exteriores (PVC-S), cobertura (LVK120) e o pavimento com poliestireno extrudido (XPS60), apresentando necessidades de energia primária de 130,19 kWh/m<sup>2</sup>.ano (VAR\_24P).

A substituição apenas dos vãos envidraçados exteriores é a solução com menores benefícios energéticos, ao mesmo tempo que apresenta um custo considerável, seguida da reabilitação do pavimento sobre a garagem. A reabilitação da cobertura apresenta um bom desempenho, ao mesmo tempo que conduz aos custos totais mais baixos. A reabilitação da parede exterior, parte opaca, com custos globais um pouco superiores em relação às restantes medidas isoladas, apresenta melhores desempenhos energéticos.

Com custos um pouco superiores, a reabilitação da parede exterior, parte opaca, e dos vãos envidraçados sendo que na perspetiva privada uma das variáveis tem rentabilidade negativa. A

reabilitação dos vãos envidraçados tem um custo de investimento inicial significativo e não reduz tanto as necessidades de energia pelo que, existe um acréscimo dos custos globais em relação à medida anterior.

De seguida, acrescenta-se a reabilitação da cobertura e do pavimento. Com valores de relação custo-benefício próximos, salienta-se um menor preço e um melhor desempenho para a reabilitação da cobertura. Por outro lado, a reabilitação do pavimento conduz a soluções próximas do limite de rentabilidade, sendo um dos cenários considerado com rentabilidade negativa na perspetiva privada.

Por fim, com as necessidades de energia primária mais baixas, apresentam-se os pacotes compostos pela reabilitação completa da envolvente. Estes pacotes apresentam ainda, o custo global mais baixo de entre as medidas estudadas (exceto comparativamente às medidas de reabilitação individuais). Uma vez que ao implementar medidas de reabilitação energética as necessidades de energia diminuem, os preços na perspetiva social diminuem devido à redução dos custos de exploração, designadamente os custos de energia e, por outro lado, de emissão de carbono.

Neste sentido, e tendo em vista os objetivos estipulados, a implementação de sistemas técnicos eficientes e a utilização de fontes de energia renováveis pode ser considerada uma via promissora para a obtenção dos objetivos de redução de 80% de energia primária. Contudo, a reabilitação da envolvente, através do reforço do isolamento térmico é uma medida importante através da qual, no presente caso de estudo, é conseguida uma redução de mais de 30% das necessidades de energia primária.

#### **5.4. Sistemas técnicos**

A definição dos sistemas técnicos a utilizar no edifício passou pelo estudo das diferentes opções disponíveis no mercado. As combinações de sistemas técnicos utilizadas encontram-se apresentadas na Tabela 23. Foram definidas diferentes combinações sendo que, em algumas soluções o mesmo sistema técnico é utilizado para suprir necessidades diferentes como é o caso do sistema de ar condicionado (AC) e da bomba de calor (para aquecimento e arrefecimento

dos espaços), a caldeira a gás e a biomassa (para aquecimento e AQS), entre outras referidas de seguida. Estes sistemas técnicos são implementados ao conjunto de medidas e pacotes definidos no subcapítulo 5.3. Definição de Pacotes de Reabilitação Energética.

Tabela 23 – Combinações de Sistemas Técnicos a implementar no edifício

Nº	Aquecimento	COP/η	Arrefecimento	EER	AQS	COP/η
<b>SB</b>	Resistência Térmica	1,00	AC	3,50	Esquentador gás	0,87
<b>1</b>	AC	4,10	AC	3,50	Esquentador gás	0,87
<b>2</b>	AC	4,10	AC	3,50	Termoacumulador elétrico	0,39
<b>3</b>	Caldeira a gás	0,94	AC	3,50	Caldeira a gás	0,85
<b>4</b>	Bomba de calor	4,20	Bomba de calor	3,59	Bomba de calor	4,20
<b>5</b>	Caldeira a biomassa ( <i>pellets</i> )	0,93	AC	3,50	Caldeira a biomassa ( <i>pellets</i> )	0,93
<b>6</b>	Bomba de calor	3,64	Bomba de calor	3,64	Esquentador gás	0,87

A combinação relativa à solução base (SB), referente aos sistemas técnicos a integrar no edifício, é constituída pelos sistemas definidos na Regulamentação térmica por defeito (Despacho n.º 15793-E/2013 de 3 de dezembro, 2013) para edifícios sem sistemas de climatização (como acontece no caso de estudo), por forma a possibilitar a comparação das diferentes combinações propostas em relação à situação inicial. Uma vez que o edifício não possui sistemas para aquecimento e arrefecimento dos espaços e, tendo em consideração as necessidades que ele apresenta, a combinação foi complementada com uma resistência térmica para aquecimento e de ar condicionado para arrefecimento (sistemas por defeito do REH). O emissor térmico, possui uma potência de 750 W. A determinação da potência do emissor teve em consideração as recomendações dos fabricantes de potência (70 a 75 W) por cada metro quadrado de área a aquecer, assim como a volumetria dos espaços, localização do edifício e qualidade do isolamento do mesmo.

A metodologia seguida no estudo (Decreto-Lei n.º 118/2013), considera sempre a existência de um equipamento para a supressão das necessidades de arrefecimento por defeito. Por este motivo, foi sempre aplicado um sistema técnico para supressão das necessidades de arrefecimento. Sempre que se procedeu à implementação de um sistema de ar condicionado, teve-se em consideração a necessidade de utilização de unidades exteriores.

A unidade interior de ar condicionado, de parede, com sistema ar-ar multi-split, considerada possui uma potência frigorífica nominal 2 kW e uma potência calorífica nominal 3 kW. A unidade exterior de ar condicionado, possui uma potência frigorífica nominal de 10 kW e uma potência calorífica nominal de 12 kW. Os rendimentos encontram-se apresentados na Tabela 23. Ao nível da produção de AQS foi considerado um esquentador a gás natural.

As combinações 1 e 2 constam da implementação de sistemas de ar condicionada para aquecimento e arrefecimento, iguais aos utilizados na combinação relativa à solução base (SB). A combinação 1 possui o mesmo sistema para produção de AQS da combinação SB. Porém, na segunda combinação considerou-se a colocação de um termoacumulador elétrico com uma eficiência 0,39.

A combinação de sistemas 3, por sua vez, possui o sistema de ar condicionado para o arrefecimento e uma caldeira de condensação a gás natural, para aquecimento e produção de AQS, classe energética A e potência nominal de 24 kW, potência de aquecimento 25 kW, potência de produção de AQS de 25 kW.

A combinação de sistemas técnicos 4 visa a colocação de uma bomba de calor ar-água para produção de AQS, aquecimento e arrefecimento, formado por uma unidade interior com bomba de circulação e vaso de expansão, depósito de AQS de 300 litros, e uma unidade exterior ar-água.

Na combinação 5 foi utilizada uma caldeira a biomassa (*pellets*), com uma potência térmica nominal de 30 kW, rendimento de 93%. Para arrefecimento foi utilizado o sistema de ar condicionado, com características iguais ao da combinação base.

Finalmente, na combinação 6, foi estudada a implementação de uma bomba de calor para aquecimento e arrefecimento, formada por unidade exterior, bomba de calor ar-água, com uma potência frigorífica máxima de 9,3 kW e módulo hidráulico de interior para aquecimento por resistência elétrica e arrefecimento em combinação com unidade exterior, bomba de calor, resistência elétrica de 6 kW, com ligação hidráulica entre a unidade exterior e a unidade interior, com módulo de controlo para um circuito de aquecimento, com grupo de bombagem para um circuito de aquecimento, com bomba de circulação eletrónica. Para produção de AQS foi implementado um esquentador a gás natural.

Nas Figuras 29 e 30 encontra-se representada a relação custo-benefício das diferentes combinações de sistemas aplicadas às medidas e pacotes de reabilitação anteriormente definidas. Ainda nas Figuras 29 e 30, encontram-se representadas quatro linhas a tracejado. A linha a preto, definida pela solução de referência, que estabelece o limite de rentabilidade das soluções. A linha verde representa uma redução de 50% das necessidades de energia primária em relação à situação inicial do edifício. A linha a azul representa uma redução de 80% das necessidades de energia primária e, a linha a vermelho que define a solução de custo ótimo.

A combinação de sistemas SB tem rentabilidade positiva. Apresenta uma redução de energia primária, apenas devido às medidas de reabilitação da envolvente do edifício e ao melhor rendimento do esquentador a gás para produção de AQS (87% em vez de 75%).

A combinação S1 apresenta custos mais baixos que a combinação SB. Esta combinação de sistemas possui a variável de custo ótimo e pode ser considerada como a combinação de sistemas ótima uma vez que apresenta a relação custo-benefício mais baixa. Porém a nível de eficiência energética não é a mais apelativa. Relativamente à solução de rentabilidade ótima (VAR\_5P, reabilitação da cobertura), esta, apresenta uma redução de energia primária de 64,5%.

Por sua vez, a combinação de sistemas S2, para além de se encontrar acima do limite de custo-benefício, tendo por conseguinte rentabilidade negativa, não melhora o desempenho energético do edifício. Isto deve-se ao facto de possuir três sistemas elétricos (AC para aquecimento e arrefecimento dos espaços e termoacumulador elétrico para produção de AQS), uma vez que a eletricidade é a energia mais cara em estudo, aliada ao baixo rendimento do termoacumulador (39%). Consequentemente, não constitui uma melhoria da eficiência energética para o edifício e apresenta-se como a pior combinação de sistemas técnicos estudados.

Constituída por uma caldeira a gás natural para aquecimento e produção de AQS e de um sistema de AC para arrefecimento, a combinação de sistemas S3 encontra-se situada entre os limites de redução de 50% e 65% (medida de custo ótimo). Nesta situação já existe uma potencial redução de energia primária, porém ainda não foram atingidos os objetivos de redução de 80% estipulados.

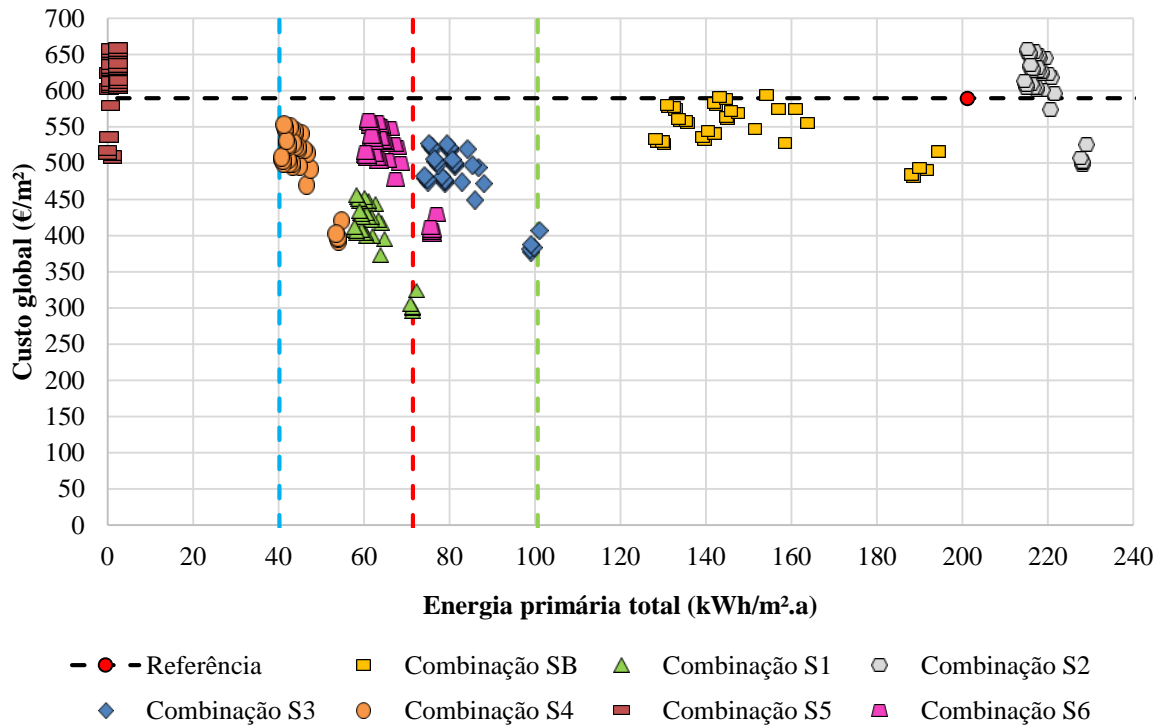


Figura 29 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas Técnicos (Perspetiva Privada)

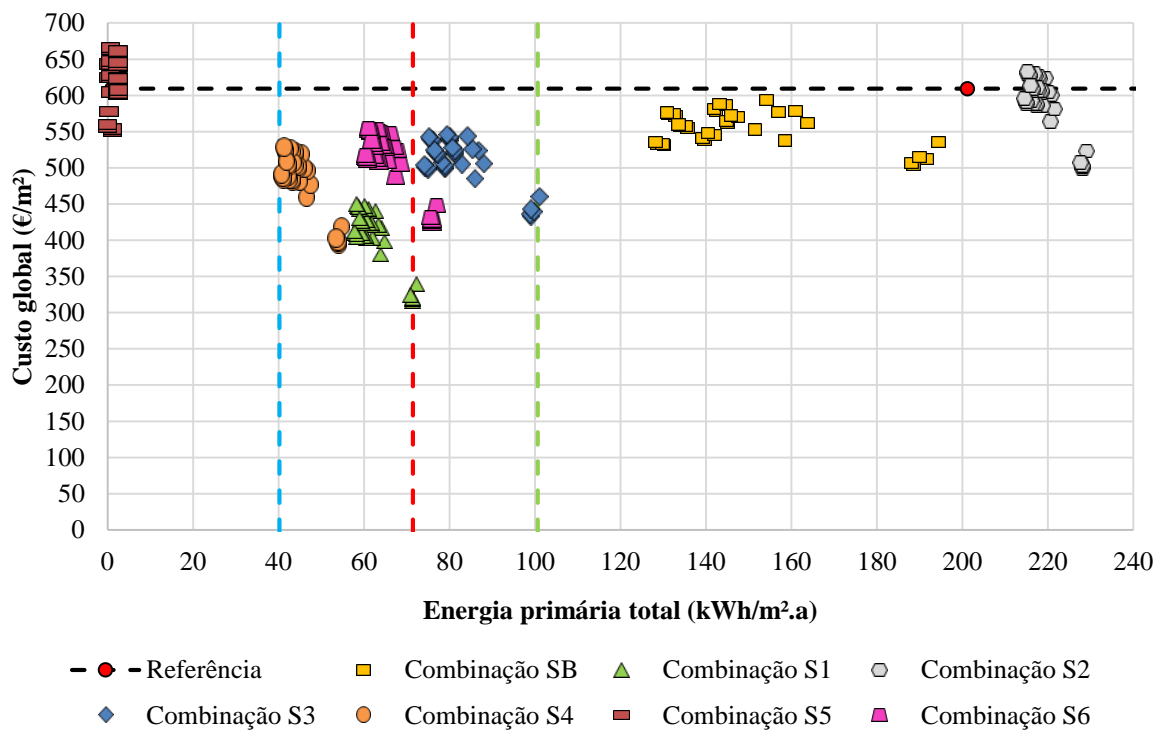


Figura 30 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas Técnicos (Perspetiva Social)



A combinação S4, composta pela bomba de calor comum para aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, aproxima-se da redução de 80% de energia primária, mas em nenhuma das medidas a ultrapassa. A medida mais favorável representa uma redução de 79,6% em relação à situação inicial do edifício.

A redução de mais de 80% de utilização de energia primária apenas é obtida através da implementação da caldeira a biomassa (combinação S5) para aquecimento e produção de AQS. Esta constitui, de entre todas as combinações estudadas, a melhor solução ao nível do desempenho energético, apresentando uma melhoria superior a 98,7%, em todas as medidas. No caso das variáveis VAR\_7P e VAR\_8P referentes à reabilitação apenas do pavimento sobre a garagem, é possível suprimir 100% das necessidades de energia, uma vez que não existem necessidades de arrefecimento. Deste modo, nestas duas situações é atingido o nível ZEB. Porém, os custos globais são mais elevados, representando uma rentabilidade negativa em algumas variáveis com a mesma combinação.

A medida que apresenta custo global superior é composta pela reabilitação da fachada com EPS-G120mm, dos vãos envidraçados exteriores com PVC-S, da cobertura com isolamento térmico refletivo (ITR) e de isolamento do pavimento sobre a garagem com poliestireno extrudido com 10 cm de espessura (VAR\_35P), apresentando um custo global de 659,67 €/m<sup>2</sup>, na perspetiva privada, e de 645,89 €/m<sup>2</sup>, na perspetiva social. Contudo apresenta um potencial de redução de energia primária de 98,7%.

A combinação de sistemas S6 apresenta valores muito semelhantes ao nível das necessidades de energia primária da combinação S1. Sendo que a situação S1 apresenta uma melhoria de 4,8% (VAR\_33P) em relação à S6. No que concerne os custos globais, a solução S6 apresenta custos globais na ordem dos 559,27 €/m<sup>2</sup> e de 554,90€/m<sup>2</sup> (VAR\_35P, solução de custo mais elevado).

Procedeu-se depois a uma análise qualitativa da redução da energia primária em comparação com a situação inicial. A Figura 31, permite a comparação entre as percentagens de redução da energia primária dos pacotes de reabilitação em relação à situação inicial do edifício.

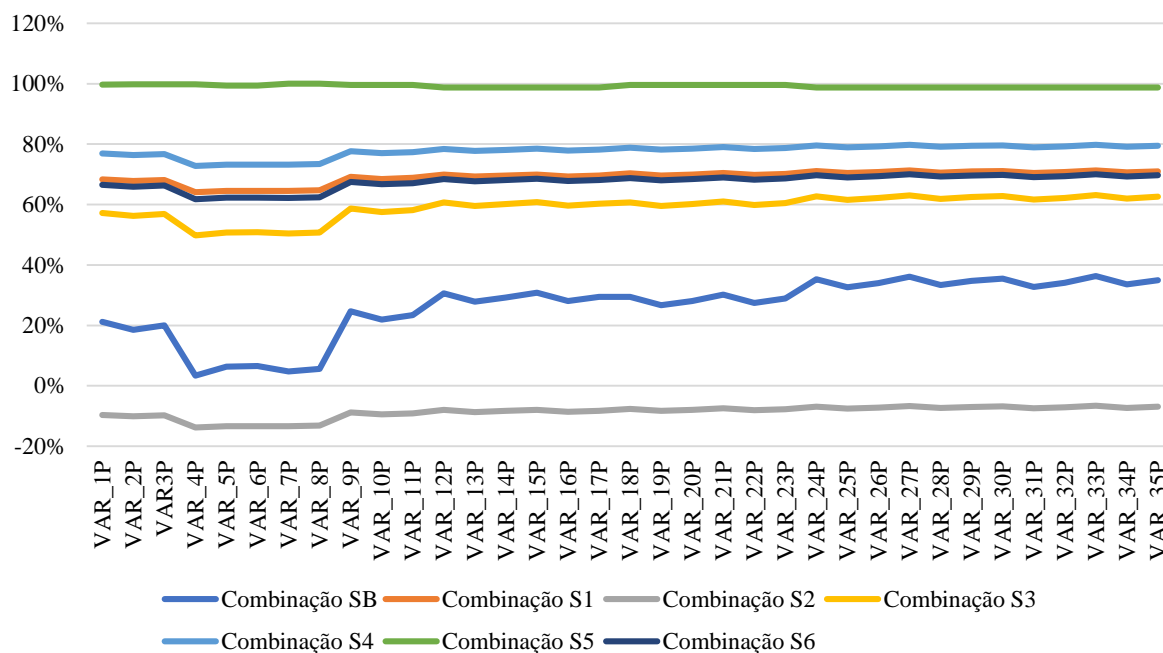


Figura 31 – Percentagem de redução da energia primária, das medidas em relação à situação inicial do edifício

A análise da Figura 31, relativa à percentagem da redução de energia primária no edifício em comparação à sua situação inicial, permite retirar algumas conclusões. A combinação S2 constituída pelo termoacumulador elétrico para produção de AQS e AC para aquecimento e arrefecimento apresenta um aumento das necessidades de energia de cerca de 14% na pior situação (VAR\_4P correspondente à substituição dos vãos envidraçados). Por outro lado, a combinação S5 apresenta a maior percentagem de redução chegando, na VAR\_7P e na VAR\_8P, a potenciar a redução total da energia primária atingindo, por conseguinte, o nível ZEB. Esta combinação destaca-se das restantes como sendo a solução ótima.

Muito perto da redução de 80% de energia primária encontra-se a combinação S4. Seguem-se as combinações S1 e S6. Caracterizadas por uma percentagem de redução de energia primária muito próxima, uma vez que a sua constituição apenas se diferencia nos sistemas utilizados para aquecimento e arrefecimento, a primeira utiliza o AC e a segunda uma bomba de calor. A análise permite confirmar que, entre estas, a combinação S1 se destaca com uma redução ligeiramente superior. A combinação S3 aparece logo depois com reduções sempre acima dos 50% de energia primária.

Por fim, a combinação SB, apenas relativa à reabilitação da envolvente, permite concluir que esta medida por si só já permite uma redução das necessidades energéticas e que a implementação de medidas de reabilitação, em todos os elementos da envolvente do edifício, permite uma redução de 36%. A quebra entre VAR\_4P a VAR\_8P, em termos de percentagem de redução de energia, que se verifica em todas as combinações de sistemas, umas mais notórias que outras, acontece, uma vez que se tratam de medidas isoladas de reabilitação. E é possível perceber também que entre as medidas isoladas analisadas, a reabilitação das paredes de fachada (VAR\_1P a VAR\_3P) é aquela que traz melhores benefícios a este nível.

## 5.5. Energias Renováveis

O REH, tal como para os sistemas técnicos dos edifícios, impõe padrões mínimos de eficiência energética aos sistemas de aproveitamento de energias renováveis e promove a utilização das mesmas, destacando o aproveitamento da fonte de energia renovável disponível abundantemente em Portugal, a energia solar (ITeCons, 2013).

Neste sentido, depois de testadas diferentes medidas de reabilitação energética e da implementação de variadas combinações de sistemas técnicos, com o objetivo de melhorar os resultados numa lógica de custo-benefício e atingir os níveis nZEB e ZEB, foi introduzido o aproveitamento de energias renováveis. A presente dissertação engloba a análise de dois tipos de sistemas: sistema solar térmico (ST) e sistema fotovoltaico (PV). Estes sistemas tem um tempo de vida útil de 20 anos e requerem pouca manutenção (DGEG, 2016).

Foram estudadas duas soluções de instalação do sistema solar térmico (ST): a primeira foi instalada na fachada do edifício orientada a sudeste (ST1) e na vertente da cobertura orientada a sudoeste (ST2). O tipo de sistema em estudo nas duas soluções é diferente, o primeiro é referente à utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo (ST1). O segundo são coletores solares térmicos planos (ST2).

A utilização de fontes de energia renováveis apenas foi considerada nas combinações que se justificassem como viáveis energeticamente. Neste sentido, não foram consideradas, nesta fase do estudo, a combinação de sistemas SB e S2.

Para alcançar os objetivos, foi prevista a instalação de um sistema fotovoltaico, para produzir a energia elétrica necessária ao funcionamento dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, quando estes utilizam eletricidade. É imprescindível que a sua instalação seja estudada de modo a maximizar a energia solar captada e a assegurar a complementaridade entre a energia solar e a energia convencional (DGGE, 2004a).

A orientação dos painéis solares fotovoltaicos e dos coletores solares térmicos instalados na cobertura do edifício foi estabelecida por forma a permitir a captação de maior quantidade de energia ao longo de todo o ano, tendo em conta a orientação do edifício. Em Portugal, a orientação ideal dos painéis é o sul geográfico e a inclinação ideal dos mesmos, quando se pretende energia ao longo do ano, é igual à latitude da posição do edifício subtraída em 5°, o equivalente a 36° no caso de estudo, pelo que, para simplificação estabeleceu-se 35°.

A instalação de coletores solares térmicos de tubos de vácuo (ST1) foi implementada na fachada orientada a sudeste do edifício. Porém, uma vez que estes coletores se destinam à instalação em fachada a inclinação será de 90°, não sendo a ideal.

O contributo dos painéis solares fotovoltaicos foi simulado com recurso à ferramenta de simulação PVGIS, desenvolvida pela comissão europeia (PVGis, 2017). A disposição dos diferentes sistemas na cobertura teve em consideração o sombreamento dos elementos presentes na cobertura (chaminés, lintel e claraboia) e dos próprios coletores. O painel fotovoltaico definido apresenta as características técnicas mencionadas na Tabela 24 (Open Renewables, 2017).

Tabela 24 – Características do painel fotovoltaico (Open Renewables, 2017)

<b>Potência máxima</b>	245 Wp
<b>Eficiência</b>	15%
<b>Dimensões</b>	0,988 m x 1,660 m

A análise da colocação de coletores solares térmicos foi realizada através da ferramenta de simulação SCE.ER disponibilizada pela DGEG (SCE.ER - Dados e cálculos padronizados para sistemas de aproveitamento de Energias Renováveis, 2017).

A primeira solução de utilização de sistemas de aproveitamento de fontes de energia renováveis considera a colocação de módulos de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada orientada a sudeste colocados sobre estrutura para fachada (ST1). O coletor solar térmico definido para este fim, é formado por bateria de 3 módulos, composto cada um deles por um coletor solar térmico de tubos de vácuo, superfície útil de 0,98 m<sup>2</sup>, rendimento de 66,3% (CYPE Ingenieros, 2017). Sendo necessária a instalação de 57 painéis na fachada, para suprimir as necessidades de produção de AQS do edifício.

A implementação dos coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada do edifício (ST1) torna-se vantajosa na medida em que permite que a vertente da cobertura orientada a sudoeste esteja totalmente disponível para a implementação de um sistema fotovoltaico, com o objetivo de suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício. Neste sentido, existe um maior aproveitamento das energias renováveis.

Na combinação S1, que utiliza o sistema de ar condicionado para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento, nas combinações S4 e S6 que, por sua vez, utilizam uma bomba de calor para aquecimento e arrefecimento dos espaços, foram colocados para além dos coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada, 90 painéis PV na vertente da cobertura orientada a sudoeste com vista a alimentar os sistemas de climatização que funcionam a eletricidade. A colocação de 90 painéis fotovoltaicos na vertente da cobertura orientada a sudoeste conduz a uma potência pico de 22,14 kWp (28200 kWh/ano).

Na Figura 32 é apresentada a disposição dos coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada orientada a sudeste e dos painéis fotovoltaicos na vertente da cobertura orientada a sudoeste.



Figura 32 – Disposição dos coletores solares térmicos na fachada (sudeste) e dos painéis fotovoltaicos na cobertura (sudoeste)

Foi também estudado o aproveitamento de energias renováveis instalando coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2), através da incorporação de coletor solar térmico completo, dividido, para instalação individual, superfície útil 8,92 m<sup>2</sup>, rendimento ótico 76,6% (CYPE Ingenieros, 2017). Através da ferramenta de simulação da quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de FER (SCE.ER), concluiu-se que são necessários 20 coletores solar térmicos planos para suprir as necessidades de produção de AQS.

A utilização de 20 coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2) ocupa uma área de instalação igual a 44,6 m<sup>2</sup> na vertente da cobertura orientada a sudoeste. Na restante área da cobertura, para a combinação S1, com o sistema de ar condicionado para aquecimento e arrefecimento, e para as combinações S4 e S6, com a bomba de calor, foi também instalado o sistema fotovoltaico com vista a suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento (Figura 33).

Uma vez que parte da vertente da cobertura orientada a sudoeste, já possui coletores solares térmicos planos, os painéis fotovoltaicos necessários foram divididos entre as vertentes: 60 PV na vertente orientada a sudoeste e 42 PV na vertente da cobertura orientados a nordeste (Figura 33). A colocação dos painéis fotovoltaicos orientados a sudoeste conduz a uma potência pico

de 14,74 kWp e os painéis orientados a nordeste uma potência pico de 10,33 kWp. No total são satisfeitas 29300 kWh/ano das necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício.

Na Figura 33 é apresentada a disposição dos coletores solares térmicos de tubos de vácuo na vertente da cobertura orientada a sudoeste, de 60 painéis fotovoltaicos na vertente da cobertura orientada a sudoeste e 42 painéis fotovoltaicos orientados a nordeste.



Figura 33 – Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura (sudoeste) e dos painéis fotovoltaicos na cobertura (sudoeste e nordeste)

Na combinação S5 já é utilizada uma fonte de energia renovável (biomassa) e é conseguida uma redução significativa das necessidades de energia primária. No entanto, no subcapítulo 5.4. Sistemas técnicos, foi estudada a utilização da caldeira a biomassa para aquecimento dos espaços e produção de AQS. Aquando da implementação do sistema de aproveitamento de energias renováveis na mesma combinação de sistemas (S5), a energia produzida pelo sistema solar térmico assegura a produção de AQS, por sua vez, a caldeira a biomassa supre as necessidades de aquecimento dos espaços e é o sistema de apoio à produção de AQS.

Neste sentido, para a combinação (S5), foi considerada a utilização dos dois sistemas solares térmicos em estudo: sistema solar térmico de tubos de vácuo instalados na fachada (ST1) e coletores solares planos instalados na cobertura (ST2).

Por sua vez, na combinação de sistemas S3, com uma caldeira a gás como sistema de apoio para a produção de AQS, foram instalados apenas 20 coletores solares térmicos, na vertente da cobertura orientada a sudoeste, para produção de AQS. A colocação dos sistemas solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (ST1) e dos sistemas solares térmicos planos na cobertura (ST2) só foi estudada, nesta combinação (S3), com o objetivo de suprir as necessidades de produção de AQS (S3 + ST1 e S3 + ST2, respetivamente).

Na Figura 34 é apresentada a disposição dos coletores solares térmicos de tubos de vácuo na vertente da cobertura orientada a sudoeste. Disposição também utilizada para a combinação S5.



Figura 34 – Disposição dos coletores solares térmicos na cobertura (sudoeste)

A introdução de fontes de energia renováveis num edifício reflete-se numa redução acentuada dos custos de energia. E, mesmo sendo o investimento inicial superior, ao longo do período de vida útil do edifício (30 anos), os custos de exploração, nomeadamente, o custo da energia, acaba por ser significativamente mais baixo.

A relação custo-benefício da utilização de fontes de energia renováveis através dos sistemas solares térmicos definidos encontra-se representada nas Figuras 35 e 36. As Figuras 35 e 36 permitem diferenciar as diferentes soluções através das respetivas relações custo-benefício.



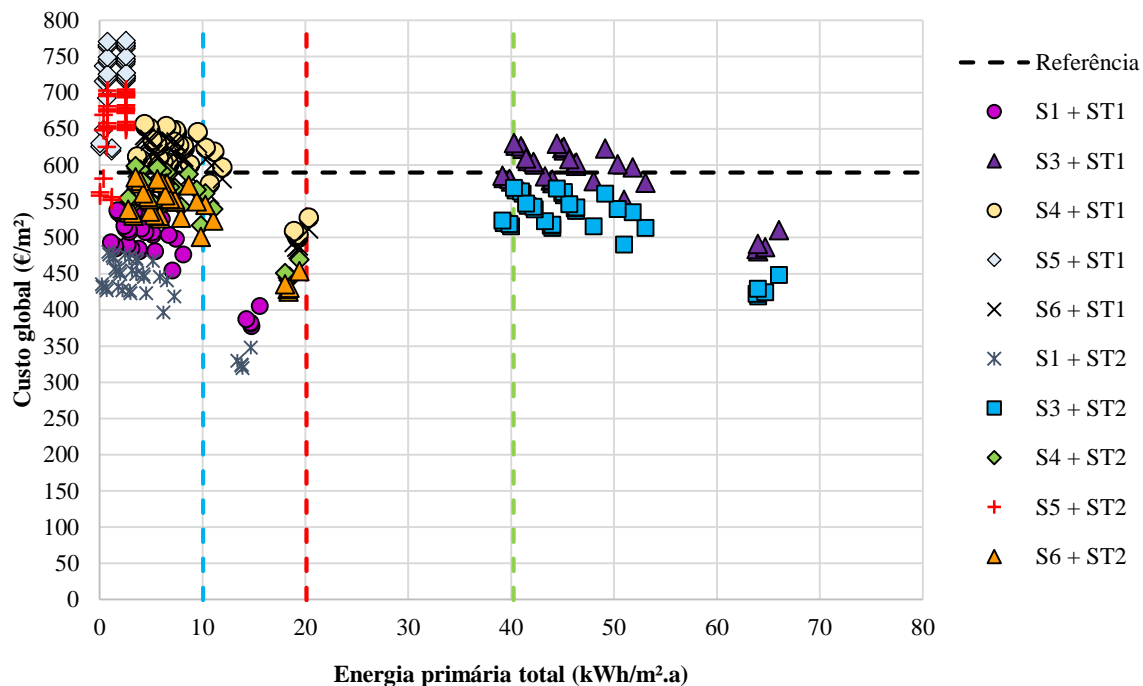


Figura 35 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas de aproveitamento de FER (Perspetiva Privada)

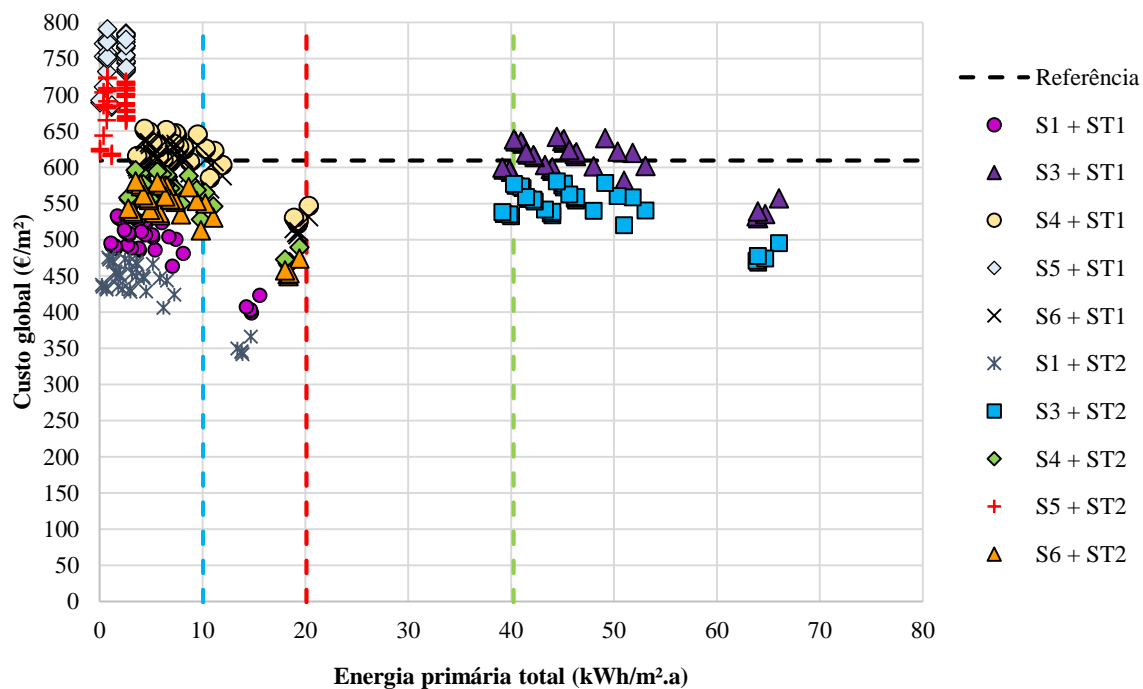


Figura 36 – Análise do custo ótimo dos pacotes de reabilitação com a introdução de Sistemas de aproveitamento de FER (Perspetiva Social)

Nas Figuras 35 e 36 estão representadas 3 linhas a tracejado. A linha horizontal estabelece o limite de rentabilidade das soluções a partir da solução de referência. A linha verde define uma redução de 80% de necessidades de energia primária em relação à situação inicial. Por sua vez, a linha a vermelho define uma redução de 90% e a linha a azul representa uma redução de 95% das necessidades de energia primária em relação à situação inicial. Neste ponto, grande parte das soluções já se caracteriza por uma melhoria superior a 80% em relação à situação inicial do edifício.

Destaca-se a combinação de sistemas que utiliza o sistema de ar condicionado para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento e o esquentador a gás para produção de AQS (S1) com a integração de coletores solares térmicos planos na cobertura (S1 + ST2), como a combinação com menores necessidades energéticas ao mesmo tempo que apresenta o conjunto de soluções com custos globais mais baixos. Na situação mais favorável apresenta uma melhoria de 99,9% (VAR\_33P) com custos na perspetiva privada de 435,68 €/m<sup>2</sup> e na social de 437,54 €/m<sup>2</sup>.

A mesma combinação de sistemas (S1) com a utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (S1 + ST1) apresenta uma relação de custo-benefício ligeiramente mais baixa, com uma melhoria na mesma variável (VAR\_33P) de 99,5% e custos superiores, na perspetiva privada de 493,45 €/m<sup>2</sup> e na social de 494,86 €/m<sup>2</sup>.

A combinação de sistemas técnicos que utiliza a bomba de calor para aquecimento e arrefecimento de espaços e o esquentador a gás natural, como sistema de apoio, para produção de AQS (S6) apresenta reduções superiores a 90%, em todas as variáveis (S6 + ST1 e S6 + ST2). Destaca-se, entre estas duas combinações, a utilização de coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2) apresentando-se como melhor. Pois, embora com necessidades de energia primária muito semelhantes, a utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (ST1), em algumas medidas, caracteriza-se com rentabilidade negativa.

É possível afirmar que, na utilização de coletores na fachada (ST1) a sua instalação é feita na vertical (inclinação equivalente a 90°) e a instalação dos coletores na cobertura (ST2) é muito próxima da ideal para a captação de energia solar ao longo do ano, com uma inclinação de 35°. Neste sentido, de modo a suprir as mesmas necessidades energéticas, é necessária uma maior

área de coletores solares térmicos de tubos de vácuo, para além de que, também apresentam um rendimento inferior (66,3%) aos coletores solares térmicos de tipo plano em estudo, instalados na cobertura (76,6%).

Na combinação S4, a produção de AQS é assegurada pelo sistema de coletores solares térmicos de tubos de vácuo (ST1) ou do tipo plano (ST2), em combinação com o sistema de apoio da bomba de calor que, também é utilizada para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento de espaços. Destaca-se, novamente, entre estas duas combinações, a utilização de coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2) como uma melhor opção. Esta solução representa uma melhoria de 98,6% em relação à situação inicial, na melhor situação (VAR\_33P), com custos na Perspetiva Privada de 554,39 €/m<sup>2</sup> e na Perspetiva Social de 557,82 €/m<sup>2</sup>. A utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (ST1), em algumas medidas, caracteriza-se como de rentabilidade negativa.

Na combinação S5 a produção de AQS é assegurada pelo sistema solar térmico e, como sistema de apoio, para as restantes necessidades de AQS, possui a caldeira a biomassa que também supre as necessidades de aquecimento dos espaços. Esta combinação, com a utilização de sistemas de aproveitamento de energia renovável, apresenta-se, em ambos os sistemas, de coletores solares térmicos de tubos de vácuo instalados na fachada (ST1) e de coletores solares térmicos planos instalados na cobertura (ST1), com rentabilidade negativa. Em ambas as situações ocorre uma melhoria de 98,8% face à situação inicial do edifício (VAR\_33P).

Neste ponto, apenas duas das combinações estudadas não satisfazem uma redução de pelo menos 80% das necessidades de energia primária, valor estabelecido como objetivo: a combinação de sistemas S3, que utiliza o sistema de AC para suprir as necessidades de arrefecimento e a caldeira a gás para as necessidades de aquecimento e produção de AQS, como sistema de apoio, com a implementação de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (ST1) e de coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2) para produção de AQS. Estas combinações destacam-se das restantes uma vez que apresentam as percentagens de melhoria mais baixas, entre as várias soluções. Contudo, esta combinação apenas possui um sistema de aproveitamento de energias renováveis para satisfazer as necessidades de produção de AQS.

A combinação de sistemas S3, com a utilização de coletores solares térmicos de tipo plano na cobertura orientada a sudoeste (S3 + ST2) apresenta, na situação mais favorável, uma melhoria de 81% (VAR\_33P) com custos na perspetiva privada de 523,60 €/m<sup>2</sup> e na social de 537,98 €/m<sup>2</sup>. Porém, as medidas isoladas deste conjunto de soluções caracterizam-se por uma melhoria inferior a 70%. Na situação mais desfavorável (VAR\_4P) de 67,2% face à situação inicial do edifício. Na utilização do sistema de aproveitamento de fontes de energia renováveis ST1 (coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada orientada a sudeste), a mesma solução (VAR\_4P), apresenta necessidades de energia primária de 66,01 kWh/m<sup>2</sup>.ano e representa uma igual percentagem de melhoria em relação à situação inicial (67,2%), com custos na perspetiva privada de 510,36 €/m<sup>2</sup> e na social de 556,69 €/m<sup>2</sup>.

Salienta-se ainda uma outra vantagem da integração de renováveis num edifício – a redução dos custos globais na Perspetiva Social. Isto acontece, pois, existe uma potencial redução das emissões de carbono. A Figura 37 relaciona os valores dos custos de carbono do conjunto de medidas mais favorável (S1 + ST2) com os custos do carbono relativos à solução base. Verifica-se uma diminuição significativa dos custos de carbono que se reflete nos custos globais das diferentes medidas de reabilitação: ao diminuir as emissões de carbono, os preços de investimento inicial e manutenção acabam por ser compensados.

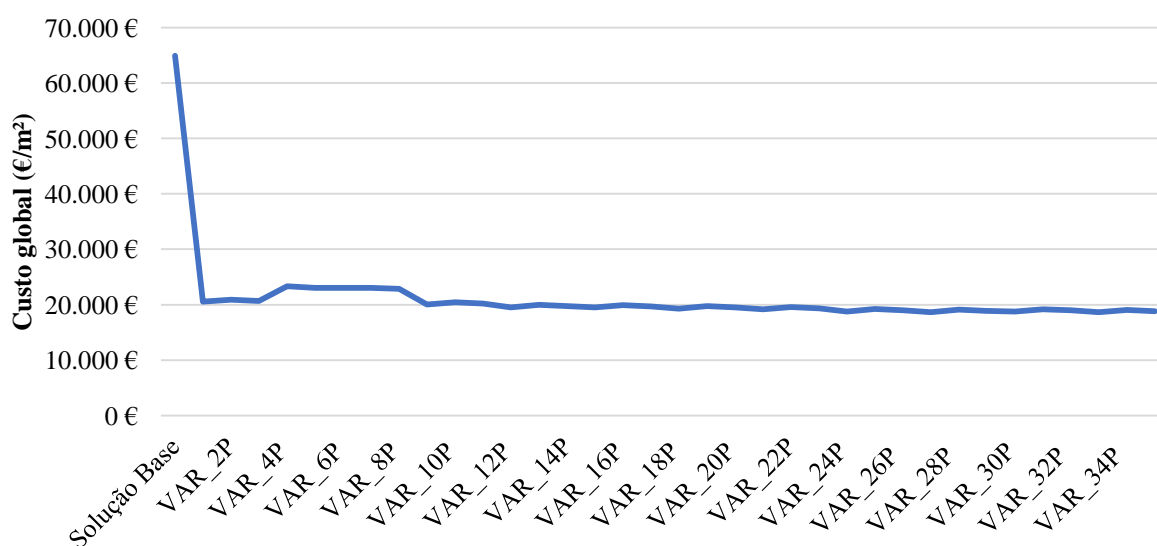


Figura 37 – Custos do Carbono

## 5.6. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é prática corrente nas avaliações *ex ante*, quando os resultados dependem de pressupostos relativos a parâmetros fundamentais cuja evolução futura pode afetar significativamente o resultado final (Comissão Europeia, 2012). Por forma a englobar os diferentes cenários de custos globais para todos os vetores energéticos definidos ao longo da dissertação apresentam-se as Figuras 38 relativa à perspetiva privada e a Figura 39 relativa à perspetiva social.

Nas Figuras 38 e 39 encontra-se representada a relação custo-benefício das diferentes combinações de sistemas aplicadas às medidas de reabilitação definidas no decorrer da presente dissertação. A linha a preto nas Figuras 38 e 39, definida pela solução de referência, estabelece o limite de rentabilidade das soluções. A linha a rosa, nas Figuras 38 e 39, representa uma redução de 50% de energia primária em relação à situação inicial do edifício. Por sua vez, a linha a verde representa uma redução de 80% e a linha vermelha representa uma redução de 90%, por fim, a linha azul representa uma redução de 95% das necessidades de energia primária.

A combinação SB encontra-se apresentada nas Figuras 38 e 39 de forma a tornar mais fácil, visualmente, a comparação entre medidas de reabilitação apenas ao nível da envolvente com a implementação de sistemas técnicos e, posteriormente da utilização de sistemas de aproveitamento de FER no mesmo conjunto de medidas.

A solução que apresenta o custo global mais baixo é considerada a solução com nível ótimo de rentabilidade. Neste caso, refere-se a uma medida de reabilitação isolada da cobertura (VAR\_5P) com a combinação de sistemas S1 (AC e esquentador a gás). Esta variável representa uma melhoria de 64,5% face à situação inicial do edifício.

Porém, em termos energéticos, o mesmo conjunto de soluções afirma-se como mais vantajoso com a utilização de sistemas de aproveitamento de FER através da implementação de coletores solares térmicos planos para a preparação de AQS e com a instalação do sistema fotovoltaico para produção de eletricidade para o funcionamento dos sistemas técnicos elétricos (ar condicionado), ambos os sistemas instalados na cobertura (S1 + ST2). Nesta situação, a mesma variável (VAR\_5P) conduz a uma melhoria de 93,1%.

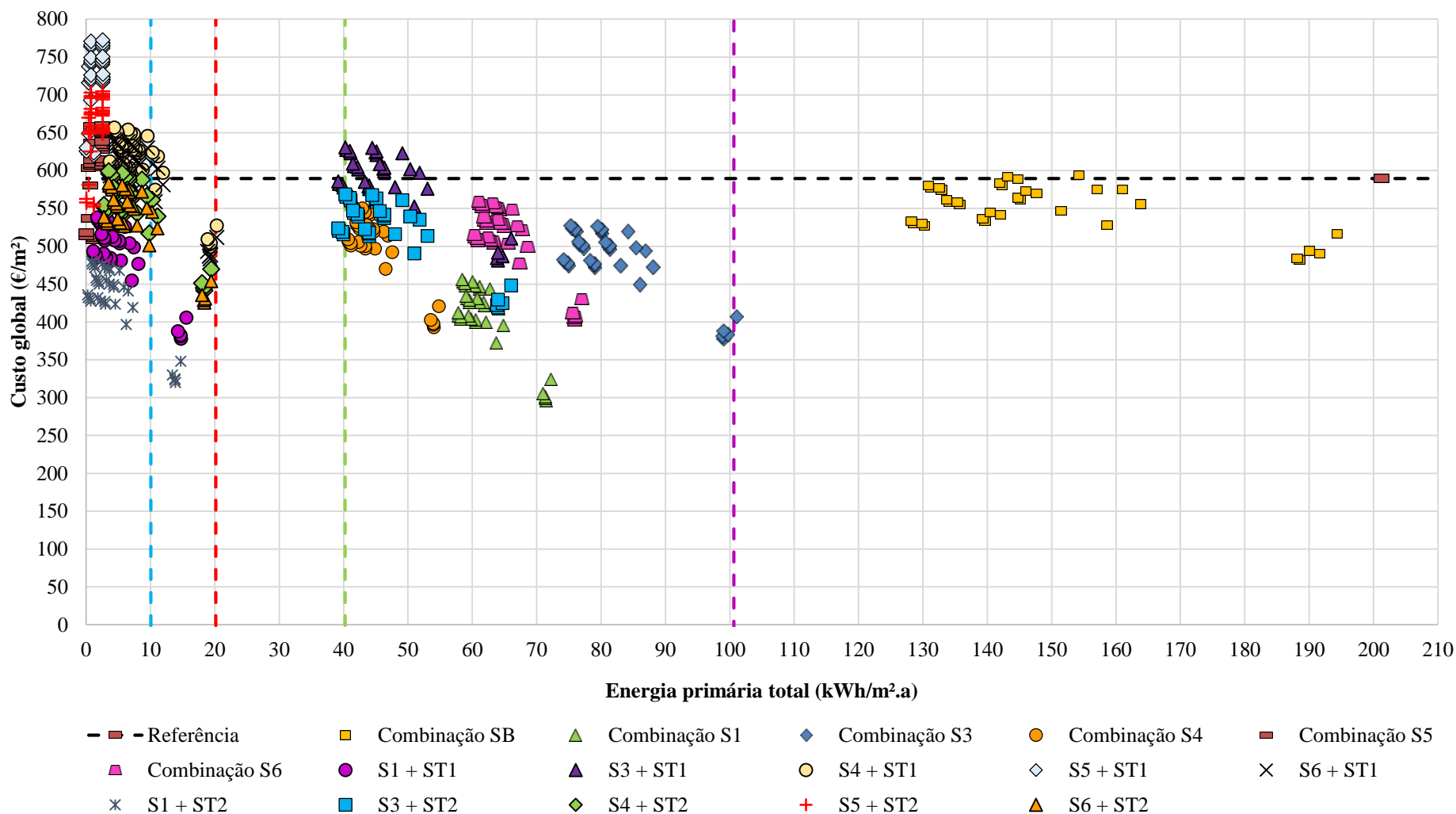


Figura 38 – Análise de sensibilidade numa perspetiva de custo ótimo dos diferentes pacotes de reabilitaco apresentados (Perspetiva Privada)

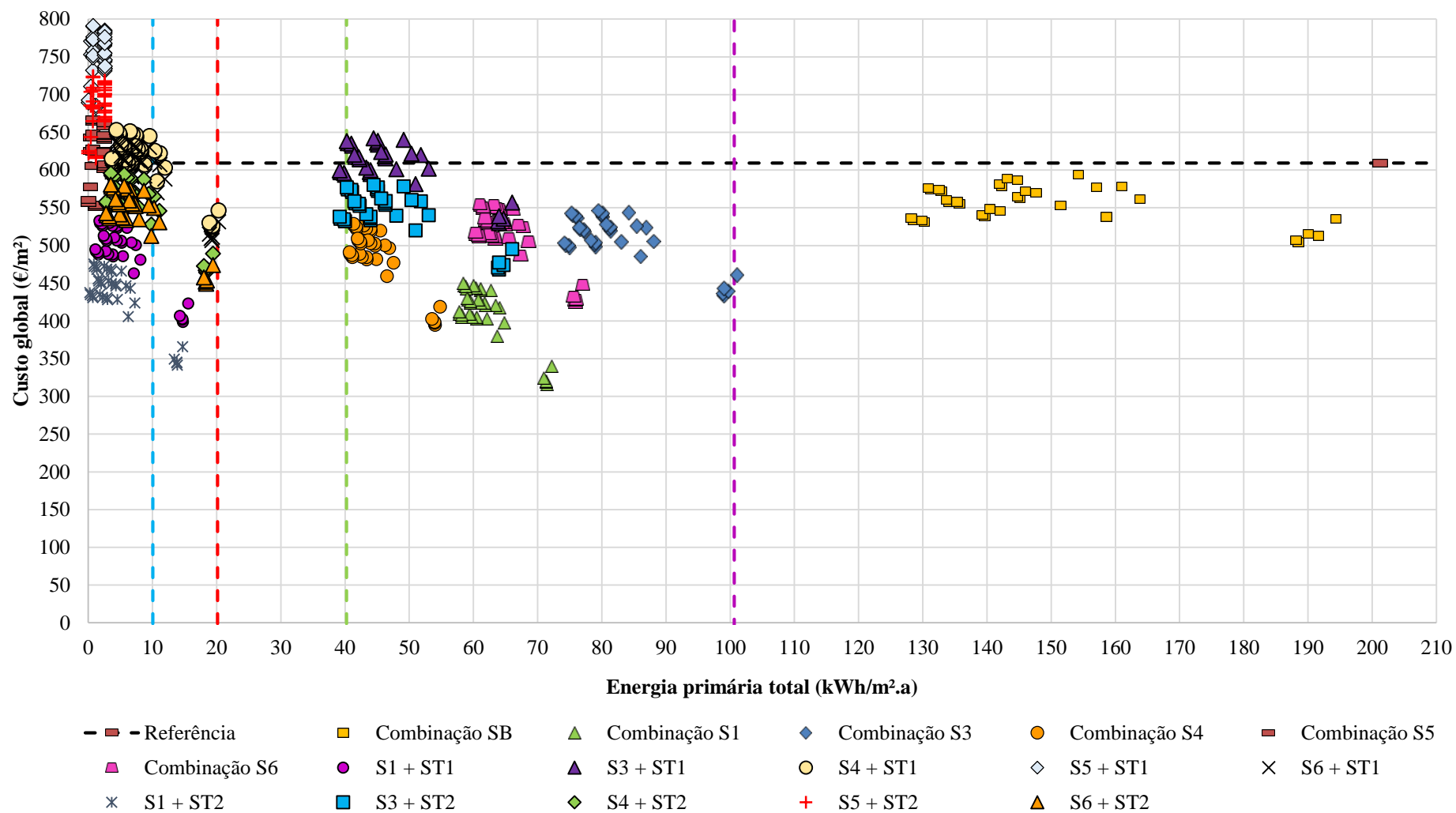


Figura 39 – Análise de sensibilidade numa perspetiva de custo ótimo dos diferentes pacotes de reabilitação apresentados (Perspetiva Social)

É possível verificar um potencial de redução das necessidades de energia primária e, na maior parte dos casos, também ao nível dos custos, através da integração de sistemas técnicos mais eficientes. Por sua vez, a utilização de energia proveniente de fontes de energia renovável também apresenta um grande potencial nestes dois parâmetros.

Salienta-se ainda a implementação da combinação de sistemas S5 que também utiliza FER, mas na forma de biomassa para aquecimento e produção de AQS. Constitui, de entre todas as combinações, a melhor solução ao nível das necessidades de energia primária, apresentando uma melhoria sempre superior a 98,7%, em todas as medidas. E, em alguns casos é possível suprir 100% das necessidades de energia, quando não há necessidades de arrefecimento. Deste modo, nestas duas situações é atingido o nível ZEB. Porém, os custos globais são mais elevados, representando uma rentabilidade negativa em algumas variáveis com a mesma combinação.

Porém, aquando da implementação dos sistemas de aproveitamento de energias renováveis na combinação S5, onde a produção de AQS é assegurada pelo sistema solar térmico, a caldeira a biomassa supre apenas as necessidades de aquecimento dos espaços e funciona como sistema de apoio à produção de AQS. A variável com melhor desempenho (VAR\_33P) apresenta uma melhoria de 98,8% face à situação inicial do edifício e, em todas as variáveis apresenta rentabilidade negativa. Esta combinação de sistemas com a utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo instalados na fachada (S5 + ST1) constitui o conjunto de soluções menos rentáveis, seguido da mesma combinação com a utilização de sistemas solares térmicos planos na vertente da cobertura orientada a sudoeste (S5 + ST2).

Após a implementação de sistemas de aproveitamento de energia renovável, grande parte das soluções estudadas apresentam uma redução de energia primária superior a 90% face à situação inicial do edifício. Neste sentido, é possível afirmar que foram alcançados os objetivos estipulados previamente. Para além de que, quando estão a ser estudados pacotes de reabilitação ao invés de medidas isoladas, os resultados são sempre mais compensadores.

As combinações S4 e S6 compostas pela bomba de calor para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento de espaços e para produção de AQS, na combinação S4, também a bomba de calor e esquentador a gás, na combinação S6, com a utilização de sistemas de aproveitamento de FER, através da utilização de coletores solares de tubos de vácuo na fachada



(ST1) e de coletores solares térmicos planos na cobertura (ST2), caracterizam-se por necessidades muito semelhantes, e custos globais superiores em relação às combinações referidas anteriormente. As combinações S4 + ST1, S6 + ST1 e S4 + ST2 apresentam algumas medidas com rentabilidade negativa.

No intervalo de 50% a 80% de redução das necessidades de energia primária encontram-se as combinações de sistemas S3 (caldeira a gás para aquecimento e produção de AQS e sistema AC para arrefecimento dos espaços) com a utilização de sistemas de aproveitamento de FER através da colocação de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (S3 + ST1), que se caracteriza, na maioria das variáveis, com rentabilidade negativa, e através da colocação de coletores solares térmicos planos na cobertura (S3 + ST2). A combinação S4 (bomba de calor) apresenta reduções de energia primária muito semelhantes, contudo, possui custos globais menores.

Com reduções inferiores mas ainda no intervalo que representa uma redução superior a 50% da energia primária do edifício apresentam-se as combinações de sistemas técnicos S1 (com a utilização do sistema de AC para aquecimento e arrefecimento dos espaços e do esquentador a gás natural para produção de AQS), S6 (bomba de calor e esquentador a gás natural) seguido da combinação S3 (com a utilização da caldeira a gás natural para aquecimento e produção de AQS e do sistema de AC para arrefecimento).

A análise das Figuras 38 e 39 permite concluir que, a substituição dos sistemas de energia nos edifícios por sistemas com uma maior eficiência ou a utilização de FER permite uma redução significativa dos custos de exploração, o que, na maior parte das vezes, permite compensar o investimento inicial mais elevado. Por outro lado, possibilita a redução das emissões de carbono, diminuindo os custos globais na Perspetiva Social. A utilização da biomassa como fonte de energia conduz a um aumento dos custos globais nas duas perspetivas, contudo é a solução com menores necessidades de energia primária.

## 5.7. Viabilidade para nZEB e ZEB

O conceito de nZEB (edifício com necessidades quase nulas de energia) ainda não está completamente definido a nível nacional, uma vez que o intervalo do «quase» não se encontra ainda estabelecido. Porém, sabe-se que as suas necessidades de energia devem ser cobertas em grande medida por fontes de energia renovável. Deste modo, a definição das medidas de reabilitação que caracterizam o edifício caso de estudo como edifício nZEB não podem ser identificadas de forma objetiva, uma vez que a definição quantitativa de nZEB não está definida. Por outro lado, o edifício possui ainda outro tipo de necessidades que não foram abordados ao longo do presente trabalho, como é o caso da iluminação e ventilação.

As medidas apresentadas ao longo da dissertação têm como finalidade a obtenção de um nível elevado do desempenho energético do edifício. Com uma percentagem de melhoria em relação à situação inicial sempre superior a 98,7% (VAR\_33P) e com a utilização de FER (biomassa) para aquecimento e produção de AQS, é possível considerar como nZEB a combinação de sistemas S5.

A mesma combinação de sistemas (S5) com a utilização sistemas de aproveitamento de energias renováveis, onde a produção de AQS é assegurada pelo sistema solar térmico, a caldeira a biomassa supre apenas as necessidades de aquecimento dos espaços e funciona como sistema de apoio à produção de AQS. Apesar de se considerarem não rentáveis, apresentam melhorias sempre superiores a 98,6%, sendo também possível considerar como nZEB estas combinações.

Para além dessa combinação, destaca-se a combinação de sistemas S1 com a integração de coletores solares térmicos planos na cobertura (S1 + ST2) que, na situação mais favorável apresenta uma melhoria de 99,9% (VAR\_33P). A mesma combinação de sistemas com a utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada (S1 + ST1) apresenta uma relação custo-benefício ligeiramente mais baixa, com uma melhoria na mesma variável (VAR\_33P) de 99,5%. Ambas apresentam sempre percentagens de reduções de energia primária superiores a 92% face à situação inicial do edifício.

As combinações S4 e S6 compostas pela bomba de calor para suprir as necessidades de aquecimento e arrefecimento de espaços e para produção de AQS, na combinação S4, também

a bomba de calor e, na combinação S6, o esquentador a gás, como sistemas de apoio aos sistemas de aproveitamento de FER, também apresentam necessidades de energia primária muito baixas. Com percentagens de reduções de energia primária nunca inferiores a 90% face à situação inicial do edifício.

Neste sentido, se se considerar que um edifício nZEB apresenta uma redução de 90% da energia primária face à situação inicial do edifício, é possível considerar todos os conjuntos de soluções referidos. De notar que, todos estes conjuntos de combinações utilizam sistemas de aproveitamento de fontes de energias renováveis. Assim sendo, os sistemas de aproveitamento de FER afirmam-se como indispensáveis para a obtenção de um edifício com necessidades de energias quase nulas ou nulas (nZEB ou ZEB, respetivamente).

Estas medidas são essenciais para ser possível atingir um edifício ZEB. Não obstante, como já referido, neste estudo, o nível ZEB é conseguido com duas medidas: variáveis VAR\_7P e VAR\_8P referentes à reabilitação apenas do pavimento sobre a garagem, com a implementação de uma caldeira a biomassa para aquecimento e produção de AQS. Nestas situações é possível suprir 100% das necessidades de energia, uma vez que não possuem necessidades de arrefecimento.

## **5.8. Conclusão**

Ao longo do presente capítulo foram apresentadas varias medidas de reabilitação. Inicialmente, foi analisado o impacto de cada uma das medidas de reabilitação individualmente, depois foi estudada a combinação das medidas, seguida da integração de sistemas técnicos e finalmente a utilização de sistemas de aproveitamento de fontes de energia renovável, através do estudo de vários tipos de sistemas de climatização, produção de AQS e de sistemas de aproveitamento de energias renováveis. A comparação entre a viabilidade e relação custo-benefício entre todas as medidas foi discutida e, progressivamente, foram excluídas do estudo as medidas assinaladas como menos vantajosas ao nível dos custos e do desempenho energético.

A implementação de sistemas técnicos eficientes potencia uma redução das necessidades de energia primária e, em grande parte dos casos, uma consequente redução dos custos globais. O

mesmo acontece aquando da utilização de energia proveniente de fontes de energia renovável. Também foi possível verificar que, os custos na Perspetiva Social diminuem quando utilizados sistemas com uma elevada eficiência energética e de aproveitamento de fontes de energia renovável.

O painel desenvolvido no âmbito do projeto MORE-CONNECT, caracterizado pela sua elevada resistência térmica, potencia a redução das necessidades de energia primária. Porém, a solução estudada possui uma espessura elevada (painel de 12 cm + lã de rocha 10 cm) e bastante superior às espessuras das medidas de reabilitação definidas para o estudo da reabilitação do edifício (no máximo 12 cm).

Por fim, foi possível obter diferentes conjuntos de medidas de reabilitação caracterizados positivamente em relação ao seu desempenho energético e viabilidade económica.

É possível então concluir, do estudo realizado, que os edifícios apresentam potencial de contribuir para a redução dos consumos de energia e de emissões de GEE. Para que, deste modo, sejam possíveis cumprir os objetivos europeus e tornar uma economia segura e sustentável.



## **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

### **6.1. Conclusões**

O presente estudo teve como objetivo fulcral o estudo de soluções de reabilitação que visam a otimização do desempenho energético de um edifício, com o objetivo de atingir o nível nZEB (edifícios com necessidades quase nulas de energia). Este estudo está integrado no Projeto Europeu MORE-CONNECT, pretendendo-se o cumprimento das metas do mesmo, através da análise de um caso prático, o edifício piloto português localizado em Vila Nova de Gaia. Para tal, numa primeira fase, foi necessária a caracterização da situação atual do edifício, avaliar o seu desempenho energético e através de uma análise progressiva, para identificar medidas que conduzam a uma redução das necessidades energéticas do edifício em pelo menos 80% em relação à situação existente, atingir o nível nZEB e, por fim, atingir o nível ZEB (edifícios com necessidades nulas de energia).

Inicialmente, procedeu-se à caracterização do desempenho energético do edifício caso de estudo, de acordo com o estipulado no Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, que estabelece o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH). As necessidades de aquecimento, arrefecimento e para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) foram determinadas com base na metodologia preconizada no REH. O edifício possui, em média, necessidades de aquecimento equivalentes a 64,45 kWh/m<sup>2</sup>.ano por forma a manter uma temperatura interior de 18°C durante a estação de aquecimento e não tem necessidades de arrefecimento. É necessário o consumo de 29,98 kWh/m<sup>2</sup>.ano para o aquecimento das águas sanitárias à temperatura de referência de 45°C. Importa salientar que, sendo o caso de estudo um edifício multifamiliar composto por 18 frações independentes foi necessário realizar o cálculo das necessidades para cada fração e, posteriormente, a média ponderada por área dos resultados obtidos.

De seguida, foi analisado um conjunto de medidas de reabilitação da envolvente. Através de uma abordagem progressiva foram estudadas e selecionadas ou eliminadas medidas isoladas de reabilitação, com base nos resultados obtidos, numa lógica de custo-benefício, e em alguns casos por não se tratarem de medidas de utilização corrente em Portugal.

Esta abordagem ao nível de medidas isoladas foi efetuada para as paredes de fachada, para os vãos envidraçados exteriores e para a envolvente interior, nomeadamente, a cobertura e o pavimento sobre a garagem. Não foram analisados os restantes elementos da envolvente interior uma vez que estes não se encontravam no âmbito do projeto.

Depois de um estudo aprofundado do desempenho termo-energético do edifício e da relação custo-benefício relativamente à aplicação de cada medida isolada, previamente definida para cada zona da envolvente a reabilitar e, após a seleção das soluções que apresentavam melhores desempenhos, foi definido um conjunto de pacotes de soluções de reabilitação.

Entre as diferentes soluções, para além da solução do módulo de reabilitação otimizado desenvolvido no âmbito projeto MORE-CONNECT, a seleção das medidas a incluir nos pacotes foi efetuada considerando dois aspetos: a solução de custo ótimo e a solução que conduz às menores necessidades energéticas totais.

Com o conjunto de pacotes de reabilitação definido procedeu-se à implementação de sistemas técnicos. A seleção dos equipamentos a utilizar resultou do estudo dos sistemas existentes no mercado nacional e quais são mais comuns e eficientes.

Importa salientar que nos cálculos efetuados não foram consideradas necessidades de arrefecimento no edifício em estudo por este cumprir os requisitos exigidos pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 para esta exceção e por serem, de facto, muito reduzidas. Porém, a metodologia seguida no estudo, considera sempre a existência de um equipamento para a supressão das necessidades de arrefecimento por defeito. Por este motivo, foi sempre aplicado um sistema técnico para supressão das necessidades de arrefecimento.

Os sistemas técnicos para aquecimento considerados, incluem sistemas de ar condicionado, caldeiras a gás natural e bombas de calor, incluindo, também, a utilização de energia proveniente de fontes renováveis, uma caldeira a biomassa (*pellets*).

Com objetivo de suprir as necessidades de arrefecimento foi considerada a utilização de sistemas de ar condicionado e uma máquina frigorífica (bomba de calor). Por fim, para a produção de AQS foram implementados sistemas, tais como um esquentador a gás, sendo este

um dos equipamentos mais comuns, o termoacumulador elétrico, com uma eficiência um pouco mais baixa, que se destacou pela negativa, uma caldeira de condensação a gás natural, uma bomba de calor e ainda uma caldeira a biomassa.

Por fim, foram considerados os pacotes de reabilitação com a utilização de sistemas de aproveitamento de energia renováveis. Neste estudo, foi considerada a instalação de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos. Foram estudadas duas soluções de instalação do sistema solar térmico (ST): a primeira foi a utilização de coletores solares térmicos de tubos de vácuo na fachada do edifício orientada a sudeste (ST1) e a utilização de coletores solares térmicos planos na vertente da cobertura orientada a sudoeste (ST2). Em conjunto com o sistema solar térmico, foi implementado o sistema fotovoltaico para produzir a energia elétrica necessária ao funcionamento dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e produção de AQS, quando estes utilizam eletricidade.

A implementação de sistemas técnicos eficientes potencia uma redução das necessidades de energia primária e, em grande parte dos casos, uma consequente redução dos custos globais. O mesmo acontece aquando da utilização de energia renovável. A utilização de sistemas de aproveitamento de fontes de energia renovável (FER), como o sistema solar térmico e fotovoltaico, potencia uma redução dos custos globais na Perspetiva Social, devido à redução das emissões de carbono.

Através das medidas implementadas no edifício foram alcançados os objetivos definidos inicialmente. A redução de 80% nas necessidades energéticas foi conseguida através da utilização da caldeira a biomassa (*pellets*) para suprir necessidades de aquecimento e produção de AQS e da integração de sistemas de aproveitamento de energia renovável com sistemas solares térmicos e fotovoltaicos.

Para além de que, em duas medidas de reabilitação, referentes à reabilitação apenas do pavimento sobre a garagem, com a implementação de uma caldeira a biomassa para aquecimento e produção de AQS (VAR\_7P e VAR\_8P), foi atingido o conceito de nível ZEB (necessidades nulas de energia) e, apesar do conceito de nZEB (edifício com necessidades quase nulas de energia) ainda não estar quantitativamente definido, são apresentados diferentes conjuntos de medidas de reabilitação que podem caracterizar o edifício caso de estudo como



edifício nZEB, uma vez que são conseguidas reduções nas necessidades de energia primária superiores a 90%.

São apresentadas ao longo da dissertação medidas com elevado desempenho energético, como por exemplo da utilização de biomassa que apresenta uma potencial redução de necessidades de energia primária, em relação à situação inicial, de 99%, e de diferentes combinações de sistemas técnicos que, com a utilização de sistemas de aproveitamento de energia renovável, conjugando os sistemas solares térmicos e os sistemas fotovoltaicos, apresentam melhorias maioritariamente acima dos 95%. Os valores obtidos depois da integração de sistemas de aproveitamento de FER afirmam-se como uma via promissora para atingir o ZEB.

O painel desenvolvido no âmbito do projeto MORE-CONNECT é caracterizado por uma elevada resistência térmica o que potencia uma redução das necessidades energéticas e custos reduzidos, uma vez que é a solução de reabilitação de fachada com custos globais mais baixos. A sua colocação no edifício reduz substancialmente as necessidades de aquecimento. Porém, a espessura da solução é elevada (painel de 12 cm + lã de rocha 10 cm). Contudo, os custos globais reduzidos fazem desta medida uma aposta promissora.

Em suma, a análise detalhada da evolução do comportamento térmico do edifício caso de estudo, através da aplicação de varias medidas de reabilitação energética, caracterizados positivamente em relação ao seu desempenho energético e com viabilidade económica, permite concluir que esta é uma forma de atingir os objetivos estipulados pela Comissão Europeia de redução do consumo de energia e de emissões de gases com efeito de estufa. Para além de que, sendo o setor dos edifícios um dos maiores responsáveis pelos consumos de energia e respetivas emissões de carbono, a aposta neste setor irá potenciar o desenvolvimento de novas tecnologias com estes fins para que, deste modo, sejam possíveis cumprir os objetivos e viabilizar uma economia segura e sustentável.

Neste sentido, com o objetivo de reduzir as necessidades energéticas, numa perspetiva de custo ótimo, recomenda-se aos projetistas, como intervenção prioritária e primeira, a reabilitação da envolvente através do reforço do isolamento térmico. De seguida, recomenda-se uma atenção especial aos equipamentos de climatização e preparação de águas quentes sanitárias que devem

ser o mais eficientes possíveis e adequados à situação existente. Por último, deve ponderar-se a integração de sistemas de aproveitamento de energias renováveis.

## **6.2. Trabalhos Futuros**

A presente dissertação atingiu os diferentes objetivos propostos, no entanto, no sentido de aprofundar o trabalho desenvolvido é possível a apresentação de vários desafios que promovam o desenvolvimento do tema, entre eles:

- A atualização dos custos das medidas apresentadas, medidas de reabilitação da envolvente, dos sistemas técnicos, e dos sistemas de aproveitamento de energias renováveis, uma vez que, todas estas medidas são influenciadas ao longo do tempo por diversos fatores, o que pode fazer com que preços se alterem;
- Considerar a evolução dos preços das tecnologias e energias para os cálculos de níveis ótimos de rentabilidade;
- A análise de mais tipos de isolamento térmico, mais combinações de sistemas técnicos e de aproveitamento de energias renováveis.

Ainda no sentido de ampliação dos estudos, conclui-se que, este tipo de análise deve ser desenvolvido para todo o tipo de edifícios, tanto de habitação como de serviços. Desta forma, será possível uma redução dos consumos de energia ao nível do setor dos edifícios bem como, da emissão dos gases com efeito de estufa.

O presente estudo e o seu posterior desenvolvimento assumem-se assim com uma importância relevante, por forma a cumprir os objetivos e metas estipulados com o propósito da redução dos consumos energéticos e, conseqüente, redução de emissões de GEE. Como resultado de todo o processo anteriormente referido, será possível a concretização dos metas UE 20-20-20 e dos objetivos traçados desde o Protocolo de Quioto.



## REFERÊNCIAS

ADENE. (2017). Obtido em 10 de outubro de 2017 de: <http://www.adene.pt/sce/o-que-e-1>.

Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations Commission, 4(1), 300.

CLIMATE-DATA.ORG. (2017). Obtido em 10 de outubro de 2017 de: <https://pt.climate-data.org/location/718503/>.

Comissão Europeia. (2010). *Communication from the Commission EUROPE 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. Bruxelas. COM(2010) 2020

Comissão Europeia. (2012). *Orientações que acompanham o Regulamento Delegado (UE) N.º 244/2012*. Jornal Oficial da União Europeia, C 115, 1–28.

Comissão Europeia. (2013). *EU Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050. Reference scenario 2013*. Obtido em 5 de outubro de 2017 de: <http://www.iea.org/>

Comissão Europeia. (2017). Obtido em 15 de outubro de 2017 de: [https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu\\_pt](https://ec.europa.eu/clima/citizens/eu_pt).

CYPE Ingenieros. (2017). Obtido em 5 de maio de 2017 de: <http://geradordeprecos.cype.pt/>.

Decreto-Lei N.º 118/2013 de 20 de agosto do Ministério da Economia e do Emprego. Diário da República: 1.ª série, N.º 159 (2013).

Despacho n.º 15793-E/2013 de 3 de dezembro, Pub. L. No. Diário da República: 2.ª série, N.º 234 (2013). Ministério Da Economia e do Emprego.

Despacho n.º 15793-I/2013 de 3 de dezembro, Pub. L. No. Diário da República: 2.ª série, N.º 234 (2013). Ministério Da Economia e do Emprego.

Despacho n.º 15793-K/2013 de 3 de dezembro, Pub. L. No. Diário da República: 2ª série, N.º 234 (2013). Ministério Da Economia e do Emprego.

Despacho n.º 15793-F/2013 de 3 de dezembro, Pub. L. No. Diário da República: 2ª série, N.º 234 (2013). Ministério Da Economia e do Emprego.

DGEG. (2016). *Renováveis*. Estatísticas rápidas. N.º 143. Portugal.

DGEG (2016). *Guia de utilização do software SCE.ER*, 33. Obtido em 2017 de <http://www.dgeg.pt/>.

DGGE. (2004). *Guia para Instaladores de Coletores Solares*. Obtido em 2017 de <http://www.dgeg.pt/>.

DGGE. (2004). *Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais*. Lisboa, Portugal. Publicação Gratuita. Obtido em 2017 de <http://www.dgeg.pt/>.

DGGE/IP-3E. (2004). *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial*. Lisboa, Portugal. Publicação Gratuita. Obtido em 2017 de <http://www.p3e-portugal.com>

Direção Geral de Energia - Ministério da Economia. (2002). *Eficiência Energética nos Edifícios Programa E4*. Portugal.

Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio, Jornal Oficial da União Europeia (2010).

Directiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro, Jornal Oficial da União Europeia (2012).

Economidou, M., Laustsen, J., Ruysevelt, P., & Staniaszek, D. (2011). *Europe's Buildings Under the Microscope*. Buildings Performance Institute Europe.

Edifícios e Energia. (2017). Obtido em 2017 de <http://www.edificioseenergia.pt/pt/a-revista/artigo/pobreza-energetica-cada-vez-mais-perto-das-nossas-casas>

European Environment Agency. (2013). *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? Luxembourg*: Publications Office of the European Union, 2013.

INE, & DGEG. (2011). *Inquérito ao consumo de energia no setor doméstico 2010*. Obtido em 2017 de <https://www.ine.pt/>

INE, & LNEC. (2011). *O Parque habitacional e a sua reabilitação - análise e evolução 2001-2011*. Obtido em 2017 de: <http://www.ine.pt/>.

International Energy Agency. (2013). *World Energy Outlook 2013*. International Energy Agency.

Isocor. (2017). Obtido em 2017 de <http://isocor.pt/catalogo/acustico>

ITeCons. (2013). *Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH), Síntese da regulamentação aplicável*. LNEC.

LNEC. (2017). Aplicação LNEC – Ventilação REH e RECS.

Lopes, T., & Amando, M. (2013). *Pré-fabricação aplicada ao contexto de reabilitação de edifícios*. Obtido em 2017 de <http://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/4947>

Mestre, A., Iten, M., & Almeida, M. (2016). *Soluções de Reabilitação de Fachadas como contributo para assegurar os nZEB - um caso de estudo em Portugal*. Seminário de Reabilitação de Fachadas. Universidade do Minho.

MORE-CONNECT (2017). Obtido em 8 de maio de 2017 de: <http://more-connect.eu/>.

Open Renewables. (2017). Open 2xx-ME60.

P3E Plataforma para a Eficiência Energética dos Edifícios. (2017). Obtido em 5 de agosto de 2017 de <http://itecons.uc.pt/>.

Paiva, J. V., Aguiar, J., & Pinho, A. (2006). *Guia técnico de reabilitação habitacional*. LNEC.

Paula Castro (2016). *Caracterização e Otimização do Desempenho dos Módulos de Reabilitação Energética da Fachada do Edifício Eng. Mota Pinto em Vila Nova de Gaia*. Universidade do Minho.

Pina dos Santos, C., & Matias, L. (2006). *ITE 50*. LNEC.

Portal da Construção Sustentável. (2015). *Guia para a reabilitação energética de edifícios*.

Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro. Diário da República N.º 232, 1.ª série (2013).

PVGis. (2017). Obtido em 2017 de <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Regulamento Delegado n.º 244/2012 da Comissão de 16 de janeiro, Jornal Oficial da União Europeia (2012).

SCE.ER - Dados e cálculos padronizados para sistemas de aproveitamento de Energias Renováveis. (2017). Obtido em 2017 de <http://www.dgeg.gov.pt/>

Sidler, O., Lemoine, J., Lebot, B., & Pagliano, L. (2002). *Electricity Demand in European Households : Major Findings from an Extensive End-Use Metering Project in Four Individual Countries Objective of the Project*. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 281–291.

Staniaszek, D. (2013). *A Guide to Developing Strategies For Building Energy Renovation*. Buildings Performance Institute Europe.

Heating Systems for Buildings. EN15459:2006 (2006). Technical Committee CEN/TC 228

## **Anexos**

**Anexo I** – Levantamento dimensional

**Anexo II** – Definição das soluções construtivas

**Anexo III** – Coeficiente de Redução de Perdas, btr

**Anexo IV** – Pontes térmicas lineares

**Anexo V** – Necessidades médias ponderadas por área do edifício

**Anexo VI** – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente opaca exterior – Fachada

**Anexo VII** – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Cobertura

**Anexo VIII** – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Pavimento

**Anexo IX** – Custos associados às medidas de reabilitação independentes

**Anexo X** – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos

**Anexo XI** – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos com contributo das renováveis

**Anexo XII** – Necessidades de energia associadas às medidas de reabilitação

**Anexo XIII** – Necessidades associados aos pacotes de reabilitação e sistemas técnicos

**Anexo XIV** – Necessidades associadas às medidas de reabilitação com FER

**Anexo XV** – Orçamentos fornecidos

**Anexo XVI** – Tabelas de adaptação de orçamentos





## Anexo I – Levantamento dimensional

Tabela I. 1– Levantamento dimensional das frações do edifício

	Divisão	T2		Divisão	T3	
		Área (m <sup>2</sup> )	Pé-Direito (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Pé-Direito (m)
		Pisos 1 e 2	Quarto esq		12,74	2,50
Quarto dir	11,19		2,50	Quarto meio	9,25	2,50
WC	4,50		2,50	Quarto dir	12,74	2,50
Corredor	6,83		2,50	WC	4,275	2,50
Sala	16,79		2,50	Dispensa	2,99	2,50
Cozinha	7,59		2,50	Corredor	7,90	2,50
<b>TOTAL</b>	59,64			Sala	19,77	2,50
				Cozinha	10,56	2,50
				<b>TOTAL</b>	81,66	
Rés do Chão	Divisão	T2		Divisão	T3	
		Área (m <sup>2</sup> )	Pé-Direito (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Pé-Direito (m)
	Quarto esq	12,74	2,50	Quarto esq	14,18	2,50
	Quarto dir	11,19	2,50	Quarto meio	9,25	2,50
	WC	4,50	2,50	Quarto dir	12,74	2,50
	Corredor	6,83	2,50	WC	4,28	2,50
	Sala	16,79	2,50	Dispensa	2,99	2,50
	Cozinha	7,59	2,50	Corredor	7,90	2,50
	<b>TOTAL</b>	59,64		Sala	17,79	2,50
			Cozinha	7,59	2,50	
			<b>TOTAL</b>	76,72		

**Nota:** Todos os Blocos possuem áreas iguais.

Tabela I.2 – Levantamento dimensional das frações do edifício

Divisão	Vãos Envidraçados Exteriores (m <sup>2</sup> )						Total
	T2 R/C	T3 R/C	T2 P1	T3 P1	T2 P2	T3P2	
Sala	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	10,56
WC	-	-	-	-	-	-	-
Quarto esq	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	8,58
Quarto meio	-	1,43	-	1,43	-	1,43	4,29
Quarto dir	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	8,58
Cozinha	-	-	-	-	-	-	-

Anexo II – Definição das soluções construtivas

Tabela II. 1– Definição das soluções construtivas (Continua)

EL1 Elementos da Envolvente exterior	Elemento	Material	e (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	M ( $\rho \times e$ )	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	Rt total	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	
Elementos Verticais	Paredes Exteriores	Monomassa projetada	0,02	-	1800,00	27,00	98,00	1,04	0,96	
		Tijolo furado 15 cm	0,15	-	1000,00	150,00				
		Caixa-de-ar	0,30	-	1,23	0,37				
		Tijolo 11	0,11	-	800,00	88,00				
		Argamassa de acabamento	0,01	-	2000,00	10,00				
		Tinta	0,00	-	-	-				
		TOTAL	0,58							
	Pontes Térmicas Planas	Pilares	Reboco tradicional	0,01	1,30	1600,00	16,00	632,00	0,34	2,98
			Betão	0,30	2,00	2000,00	600,00			
			Reboco tradicional	0,01	1,30	1600,00	16,00			
			TOTAL	0,32						
		Vigas	Reboco tradicional	0,01	1,30	1600,00	16,00	632,00	0,34	2,98
			Betão	0,30	2,00	2000,00	600,00			
			Reboco tradicional	0,01	1,30	1600,00	16,00			
TOTAL			0,32							
Caixas de estore		Reboco tradicional	0,01	1,30	1600,00	16,00	76,00	0,21	4,81	
		1/2 Pannel de betão	0,05	1,65	1200,00	60,00				
	TOTAL	0,06								

Tabela II. 2 – Definição das soluções construtivas (Continuação)

		Elemento	Material	e (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	M ( $\rho \times e$ )	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	Rt total	U (W/m <sup>2</sup> .°C)
		EL1 Elementos da Envoltante Interior	Elementos Verticais	<b>Paredes Interiores 15 cm (PDL2)</b>	Tinta	0,001	-	-	-	182
Argamassa de Acabamento	0,01				0,8	1600	16			
Tijolo de 15	0,15				-	1000	150			
Argamassa de acabamento	0,01				0,8	1600	16			
Tinta	0,001				-	-	-			
TOTAL	0,172									
<b>Paredes Interiores 11 cm (PDL1)</b>	Tinta			0,001	-	-	-	120	0,555	1,801802
	Argamassa de Acabamento			0,01	0,8	1600	16			
	Tijolo de 11			0,11	-	800	88			
	Argamassa de acabamento			0,01	0,8	1600	16			
	Tinta			0,001	-	-	-			
	TOTAL			0,132						
P.T.P.	<b>Pilares</b>		Reboco tradicional	0,01	1,3	1600	16	416	0,385385	2,59481
			Betão	0,4	2	2000	800			
			Reboco tradicional	0,01	1,3	1600	16			
			TOTAL	0,42						

Tabela II. 3 – Definição das soluções construtivas (Continuação)

		Elemento	Material	e (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	M ( $\rho \times e$ )	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	Rt total	U (W/m <sup>2</sup> .°C)
EL1 Elementos em Contacto com Fração Autónoma	Elementos Verticais	Paredes Interiores 20 cm	Tinta	0,001	-	-	-	182	0,675	1,481481
			Argamassa de Acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tijolo de 15	0,15	-	1000	150			
			Argamassa de acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tinta	0,001	-	-	-			
			TOTAL	0,172						
Pavimentos sobre ENU	Pavimentos sobre ENU	Pavimento sobre a Cave	Parquet / Cerâmica (simplificação)	0,03	0,23	650	19,5	134,5	1,276246	0,783548
			Camada de regularização	0,05	2	2300	115			
			Isolamento XPS	0,03	0,037	25	0,75			
			Laje aligeirada	0,25	1,086957	1100	275			
			TOTAL	0,36						
Pavimentos em contacto com fração autónoma	Pavimentos em contacto com fração autónoma	Laje de Pavimento	Parquet / Cerâmica (simplificação)	0,03	0,23	650	19,5	134,5	1,276246	0,783548
			Camada de regularização	0,05	2	2300	115			
			Isolamento XPS	0,03	0,037	25	0,75			
			Laje aligeirada	0,25	1,086957	1100	275			
		Laje de Teto	Reboco	0,01	0,8	1600	16	291		
			Tinta	0,001	-	-	-			
			TOTAL	0,36						

Tabela II. 4 – Definição das soluções construtivas (Conclusão)

		Elemento	Material	e (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	M ( $\rho \times e$ )	Msi (kg/m <sup>2</sup> )	Rt total	U (W/(m <sup>2</sup> .°C))
EL3 Elementos de compartição	Elementos Verticais	Paredes de Compartição Interior	Tinta	0,001	-	-	-	120,00	0,56	1,80
			Argamassa de Acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tijolo de 11	0,11	-	800	88			
			Argamassa de acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tinta	0,001	-	-	-			
			TOTAL	0,132						
		Paredes WC	Tinta	0,001	-	-	-	182,00	0,68	1,48
			Argamassa de Acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tijolo de 15	0,15	-	1000	150			
			Argamassa de acabamento	0,01	0,8	1600	16			
			Tinta	0,001	-	-	-			
			TOTAL	0,172						
EL1 Elementos da Envoltente Interior	EL1 Elementos da Envoltente Interior	Cobertura inclinada	Telhas de Cobertura	0,001	-	2000	2	2,02	1,10	0,91
			Caixa de ar	0,02	-	1,23	0,02			
			Isolamento XPS	0,03	-	25	0,75			
			Laje aligeirada	0,2	-	1100	220	236		
			Reboco	0,01	-	1600	16			
			TOTAL	0,261						

**Anexo III – Coeficiente de Redução de Perdas, btr**

Tabela III. 1 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Marquise

		Área	P.D.	Ai	Au	Venu	Ai/Au	Ventilação	btr
Marquise	T2 R/C	2,95	2,50	0,18	0,70	7,38	0,26	Frac - sem aberturas permanentes para o exterior	1,00
	T2	3,67	2,50	0,19	0,97	9,18	0,20		
	T3 R/C	3,06	2,50	0,18	0,73	7,65	0,25		
	T3	5,41	2,50	0,25	1,15	13,53	0,21		

Tabela III. 2 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Garagem

		Área	P.D.	Ai	Au	Venu	Ai/Au	Ventilação	btr
Garagem	T2 canto	429,12	3,00	429,12	14,71	1287,36	29,17	Forte - com aberturas permanentes para o exterior	0,80

Tabela III. 3 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Entrada

		Área	P.D.	Ai	Au	Venu	Ai/Au	Ventilação	btr
Entrada (R/C)	T2 R/C	7,09	2,50	0,66	0,48	17,72	1,37	Forte - com aberturas permanentes para o exterior	0,80
	T3 R/C	7,09	2,50	0,66	0,48	17,72	1,37		

Tabela III. 4 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para a Zona Comum e Caixa de escadas

		Área	P.D.	Ai	Au	Venu	Ai/Au	Ventilação	btr
Zona Comum + Caixa de Escadas	T2	13,35	2,50	1,47	7,93	33,38	0,19	Frac - sem aberturas permanentes para o exterior	1,00
	T3 R/C	13,35	2,50	1,51	7,93	33,38	0,19		
	T3	13,35	2,50	1,79	7,93	33,38	0,23		

Tabela III. 5 – Definição do Coeficiente de Redução de Perdas para o Sótão

		Área	P.D.	Ai	Au	Venu	Ai/Au	Ventilação	btr
Sótão (Piso 2)	T2	60,69	2,00	60,69	75,86	60,69	0,80	Frac - sem aberturas permanentes para o exterior	0,80
	T3	82,35	2,00	82,35	102,94	82,35	0,80		

## Anexo IV – Pontes térmicas lineares

Tabela IV. 1 – Definição das pontes térmicas lineares da envolvente exterior

Envolvente Exterior					
		Bloco A	Bloco B	Bloco C	$\psi$ [W/(m°C)]
Fachada com pavimento sobre exterior ou ENU	T2 R/C	8,35	8,35	18,55	0,75
	T3 R/C	22,00	11,70	11,70	
	T2	-	-	-	
	T3	-	-	-	
	T2 COB	-	-	-	
	TE COB	-	-	-	
Fachada com pavimento intermédio	T2 R/C	8,35	8,35	18,55	0,50
	T3 R/C	22,00	11,70	11,70	
	T2	16,70	16,70	37,10	
	T3	44,00	23,40	23,40	
	T2 COB	8,35	8,35	18,55	
	TE COB	22,00	11,70	11,70	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	T2 R/C	2,50	2,50	7,50	0,50
	T3 R/C	7,50	2,50	2,50	
	T2	2,50	2,50	7,50	
	T3	7,50	2,50	2,50	
	T2 COB	2,50	2,50	7,50	
	TE COB	7,50	2,50	2,50	
Fachada com caixilharia	T2 R/C	15,00	15,00	15,00	0,25
	T3 R/C	19,80	19,80	19,80	
	T2	15,00	15,00	15,00	
	T3	19,80	19,80	19,80	
	T2 COB	15,00	15,00	15,00	
	TE COB	19,80	19,80	19,80	
Zona da caixa de estores	T2 R/C	4,80	4,80	4,80	0,30
	T3 R/C	6,30	6,30	6,30	
	T2	4,80	4,80	4,80	
	T3	6,30	6,30	6,30	
	T2 COB	4,80	4,80	4,80	
	TE COB	6,30	6,30	6,30	
Fachada com cobertura	T2 R/C	-	-	-	1,00
	T3 R/C	-	-	-	
	T2	-	-	-	
	T3	-	-	-	
	T2 COB	8,35	8,35	18,55	
	TE COB	22,00	11,70	11,70	



Tabela IV. 2 – Definição das pontes térmicas lineares da envolvente interior

<b>Envolvente Interior</b>					
		<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>	<b><math>\psi</math> [W/(m°C)]</b>
<b>Fachada com pavimento sobre o exterior ou ENU</b>	<b>T2 R/C</b>	9,85	9,85	9,85	0,75
	<b>T3 R/C</b>	12,15	12,15	12,15	
	<b>T2</b>	-	-	-	
	<b>T3</b>	-	-	-	
	<b>T2 COB</b>	-	-	-	
	<b>TE COB</b>	-	-	-	
<b>Fachada com pavimento intermédio</b>	<b>T2 R/C</b>	9,85	9,85	9,85	0,50
	<b>T3 R/C</b>	12,15	12,15	12,15	
	<b>T2</b>	19,70	19,70	19,70	
	<b>T3</b>	24,30	24,30	24,30	
	<b>T2 COB</b>	9,85	9,85	9,85	
	<b>TE COB</b>	12,15	12,15	12,15	
<b>Fachada com cobertura</b>	<b>T2 R/C</b>	-	-	-	1,00
	<b>T3 R/C</b>	-	-	-	
	<b>T2</b>	-	-	-	
	<b>T3</b>	-	-	-	
	<b>T2 COB</b>	9,85	9,85	9,85	
	<b>TE COB</b>	12,15	12,15	12,15	

Anexo V – Necessidades médias ponderadas por área do edifício

Tabela V. 1 – Quantificação das necessidades energéticas das frações do edifício Eng. Mota Pinto

Bloco	Piso	Fração	Área	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Qa (kWh/ano)	NAQS (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Wvm (kWh/ano)	Eren	Een AQS	Eren,ext	Ntc	Ntc/Nt	Inércia Térmica
A	R/C	T2	59,64	64,45	1,53	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	207,90	1,73	615,55
		T3	76,72	80,76	1,38	2377,00	30,98	0,00	0,00	0,00	0,00	250,39	1,70	576,05
	Piso 1	T2	59,64	37,82	4,09	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	141,33	1,59	615,55
		T3	81,66	52,29	3,71	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	176,28	1,70	579,15
	Piso 2	T2	59,64	62,52	4,95	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	203,08	1,78	615,55
		T3	81,66	82,55	4,04	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	251,94	1,82	579,15
B	R/C	T2	59,64	64,45	1,53	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	207,90	1,73	615,55
		T3	76,72	80,76	1,38	2377,00	30,98	0,00	0,00	0,00	0,00	250,39	1,70	576,05
	Piso 1	T2	59,64	37,82	4,09	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	141,33	1,59	615,55
		T3	81,66	45,00	3,31	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	158,06	1,60	594,77
	Piso 2	T2	59,64	62,52	4,95	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	203,08	1,78	615,55
		T3	81,66	65,62	4,59	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	209,61	1,84	594,14
C	R/C	T2	59,64	87,19	1,24	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	264,76	1,72	595,10
		T3	76,72	92,51	0,93	2377,00	30,98	0,00	0,00	0,00	0,00	279,76	1,76	620,04
	Piso 1	T2	59,64	58,93	3,05	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	194,12	1,59	595,10
		T3	81,66	45,00	3,31	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	158,06	1,60	594,77
	Piso 2	T2	59,64	86,56	3,73	1783,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	263,20	1,78	659,55
		T3	81,66	65,62	4,59	2377,00	29,11	0,00	0,00	0,00	0,00	209,61	1,84	594,14
<b>Edifício Eng. Mota Pinto</b>			1256,88	64,45	3,51	2080,00	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	207,90	1,73	595,10

**Anexo VI – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente opaca exterior – Fachada**

Tabela VI. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Continua)

Variável	Paredes				Pilares			Vigas			Caixas de estore		
	Solução	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> .°C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> .°C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> .°C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> .°C
VAR_1A	EPS30	0,96	0,80	0,54	2,98	0,80	0,88	2,98	0,80	0,88	4,81	0,80	0,99
VAR_2A	EPS40	0,96	1,10	0,47	2,98	1,10	0,70	2,98	1,10	0,70	4,81	1,10	0,76
VAR_3A	EPS50	0,96	1,40	0,41	2,98	1,40	0,58	2,98	1,40	0,58	4,81	1,40	0,62
VAR_4A	EPS60	0,96	1,70	0,36	2,98	1,70	0,49	2,98	1,70	0,49	4,81	1,70	0,52
VAR_5A	EPS70	0,96	1,84	0,35	2,98	1,84	0,46	2,98	1,84	0,46	4,81	1,84	0,49
VAR_6A	EPS80	0,96	2,20	0,31	2,98	2,20	0,39	2,98	2,20	0,39	4,81	2,20	0,42
VAR_7A	EPS90	0,96	2,37	0,29	2,98	2,37	0,37	2,98	2,37	0,37	4,81	2,37	0,39
VAR_8A	EPS100	0,96	2,80	0,26	2,98	2,80	0,32	2,98	2,80	0,32	4,81	2,80	0,33
VAR_9A	EPS120	0,96	3,30	0,23	2,98	3,30	0,28	2,98	3,30	0,28	4,81	3,30	0,29
VAR_10A	EPS140	0,96	3,90	0,20	2,98	3,90	0,24	2,98	3,90	0,24	4,81	3,90	0,24
VAR_11A	EPS150	0,96	3,95	0,20	2,98	3,95	0,23	2,98	3,95	0,23	4,81	3,95	0,24
VAR_12A	EPS160	0,96	4,21	0,19	2,98	4,21	0,22	2,98	4,21	0,22	4,81	4,21	0,23
VAR_13A	EPS180	0,96	4,74	0,17	2,98	4,74	0,20	2,98	4,74	0,20	4,81	4,74	0,20
VAR_14A	EPS200	0,96	5,26	0,16	2,98	5,26	0,18	2,98	5,26	0,18	4,81	5,26	0,18
VAR_15A	EPS-G30	0,96	0,94	0,50	2,98	0,94	0,78	2,98	0,94	0,78	4,81	0,94	0,87
VAR_16A	EPS-G40	0,96	1,25	0,44	2,98	1,25	0,63	2,98	1,25	0,63	4,81	1,25	0,69
VAR_17A	EPS-G50	0,96	1,56	0,38	2,98	1,56	0,53	2,98	1,56	0,53	4,81	1,56	0,57
VAR_18A	EPS-G60	0,96	1,88	0,34	2,98	1,88	0,45	2,98	1,88	0,45	4,81	1,88	0,48
VAR_19A	EPS-G70	0,96	2,19	0,31	2,98	2,19	0,40	2,98	2,19	0,40	4,81	2,19	0,42
VAR_20A	EPS-G80	0,96	2,50	0,28	2,98	2,50	0,35	2,98	2,50	0,35	4,81	2,50	0,37
VAR_21A	EPS-G90	0,96	2,81	0,26	2,98	2,81	0,32	2,98	2,81	0,32	4,81	2,81	0,33
VAR_22A	EPS-G100	0,96	3,13	0,24	2,98	3,13	0,29	2,98	3,13	0,29	4,81	3,13	0,30

Tabela VI. 2 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Continuação)

Variável	Paredes				Pilares			Vigas			Caixas de estore		
	Solução	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> .°C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C
VAR_23A	EPS-G120	0,96	3,75	0,21	2,98	3,75	0,24	2,98	3,75	0,24	4,81	3,75	0,25
VAR_24A	EPS-G140	0,96	4,38	0,18	2,98	4,38	0,21	2,98	4,38	0,21	4,81	4,38	0,22
VAR_25A	EPS-G150	0,96	4,69	0,17	2,98	4,69	0,20	2,98	4,69	0,20	4,81	4,69	0,20
VAR_26A	EPS-G160	0,96	5,00	0,17	2,98	5,00	0,19	2,98	5,00	0,19	4,81	5,00	0,19
VAR_27A	EPS-G180	0,96	5,63	0,15	2,98	5,63	0,17	2,98	5,63	0,17	4,81	5,63	0,17
VAR_28A	EPS-G200	0,96	6,25	0,14	2,98	6,25	0,15	2,98	6,25	0,15	4,81	6,25	0,15
VAR_29A	LR-V40	0,96	1,05	0,48	2,98	1,05	0,72	2,98	1,05	0,72	4,81	1,05	0,79
VAR_30A	LR-V50	0,96	1,32	0,42	2,98	1,32	0,60	2,98	1,32	0,60	4,81	1,32	0,65
VAR_31A	LR-V60	0,96	1,58	0,38	2,98	1,58	0,52	2,98	1,58	0,52	4,81	1,58	0,56
VAR_32A	LR-V80	0,96	2,11	0,32	2,98	2,11	0,41	2,98	2,11	0,41	4,81	2,11	0,43
VAR_33A	LR-V100	0,96	2,37	0,29	2,98	2,37	0,37	2,98	2,37	0,37	4,81	2,37	0,39
VAR_34A	LR-V120	0,96	2,63	0,27	2,98	2,63	0,34	2,98	2,63	0,34	4,81	2,63	0,35
VAR_35A	ICB40	0,96	1,00	0,49	2,98	1,00	0,75	2,98	1,00	0,75	4,81	1,00	0,83
VAR_36A	ICB50	0,96	1,25	0,44	2,98	1,25	0,63	2,98	1,25	0,63	4,81	1,25	0,69
VAR_37A	ICB60	0,96	1,50	0,39	2,98	1,50	0,54	2,98	1,50	0,54	4,81	1,50	0,59
VAR_38A	ICB80	0,96	2,00	0,33	2,98	2,00	0,43	2,98	2,00	0,43	4,81	2,00	0,45
VAR_39A	ICB100	0,96	2,50	0,28	2,98	2,50	0,35	2,98	2,50	0,35	4,81	2,50	0,37
VAR_40A	ICB120	0,96	3,00	0,25	2,98	3,00	0,30	2,98	3,00	0,30	4,81	3,00	0,31
VAR_41A	LMN40	0,96	1,10	0,47	2,98	1,10	0,70	2,98	1,10	0,70	4,81	1,10	0,76
VAR_42A	LMN50	0,96	1,35	0,42	2,98	1,35	0,59	2,98	1,35	0,59	4,81	1,35	0,64
VAR_43A	LMN60	0,96	1,65	0,37	2,98	1,65	0,50	2,98	1,65	0,50	4,81	1,65	0,54
VAR_44A	LMN80	0,96	2,20	0,31	2,98	2,20	0,39	2,98	2,20	0,39	4,81	2,20	0,42
VAR_45A	LMN100	0,96	2,75	0,26	2,98	2,75	0,32	2,98	2,75	0,32	4,81	2,75	0,34

Tabela VI. 3 – Medidas isoladas para a reabilitação da fachada (Conclusão)

Variável	Paredes			Pilares			Vigas			Caixas de estore			
	Solução	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C	U Inicia	Rt Materia	U W/m2. °C	U Inicial	Rt Material	U W/m <sup>2</sup> °C
<b>VAR_46A</b>	LMN120	0,96	3,33	0,23	2,98	3,33	0,27	2,98	3,33	0,27	4,81	3,33	0,28
<b>VAR_47A</b>	XPS40	0,96	1,18	0,45	2,98	1,18	0,66	2,98	1,18	0,66	4,81	1,18	0,72
<b>VAR_48A</b>	XPS50	0,96	1,47	0,40	2,98	1,47	0,55	2,98	1,47	0,55	4,81	1,47	0,60
<b>VAR_49A</b>	XPS60	0,96	1,76	0,36	2,98	1,76	0,48	2,98	1,76	0,48	4,81	1,76	0,51
<b>VAR_50A</b>	XPS80	0,96	2,35	0,29	2,98	2,35	0,37	2,98	2,35	0,37	4,81	2,35	0,39
<b>VAR_51A</b>	XPS100	0,96	2,94	0,25	2,98	2,94	0,31	2,98	2,94	0,31	4,81	2,94	0,32
<b>VAR_52A</b>	PS50	0,96	1,25	0,44	2,98	1,25	0,63	2,98	1,25	0,63	4,81	1,25	0,69
<b>VAR_53A</b>	PS80	0,96	2,00	0,33	2,98	2,00	0,43	2,98	2,00	0,43	4,81	2,00	0,45
<b>VAR_54A</b>	PS100	0,96	2,50	0,28	2,98	2,50	0,35	2,98	2,50	0,35	4,81	2,50	0,37
<b>VAR_55A</b>	P120+LR100	0,96	5,88	0,14	2,98	5,88	0,16	2,98	5,88	0,16	4,81	5,88	0,16
<b>VAR_56A</b>	FV40	0,96	1,10	0,47	2,98	1,10	0,70	2,98	1,10	0,70	4,81	1,10	0,76
<b>VAR_57A</b>	FV60	0,96	1,55	0,39	2,98	1,55	0,53	2,98	1,55	0,53	4,81	1,55	0,57
<b>VAR_58A</b>	FV80	0,96	2,10	0,32	2,98	2,10	0,41	2,98	2,10	0,41	4,81	2,10	0,43
<b>VAR_59A</b>	FV100	0,96	2,85	0,26	2,98	2,85	0,31	2,98	2,85	0,31	4,81	2,85	0,33
<b>VAR_60A</b>	FV120	0,96	3,40	0,23	2,98	3,40	0,27	2,98	3,40	0,27	4,81	3,40	0,28

## Anexo VII – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Cobertura

Tabela VII. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação da cobertura

Variável	Solução	U Inicial	Rt Inicial	Rt Material	Rt Solução	U W/(m <sup>2</sup> .°C)
VAR_1C	FLM-K80	0,91	1,10	1,90	3,00	0,33
VAR_2C	FLM-K100	0,91	1,10	2,35	3,45	0,29
VAR_3C	FLM-K120	0,91	1,10	2,85	3,95	0,25
VAR_4C	FLM-K140	0,91	1,10	3,30	4,40	0,23
VAR_5C	RW_RRK80	0,91	1,10	1,90	3,00	0,33
VAR_6C	RW_RRK100	0,91	1,10	2,35	3,45	0,29
VAR_7C	RW_RRK140	0,91	1,10	3,30	4,40	0,23
VAR_8C	RW_RRK160	0,91	1,10	3,80	4,90	0,20
VAR_9C	RW_RRK200	0,91	1,10	5,10	6,20	0,16
VAR_10C	RWG80	0,91	1,10	2,00	3,10	0,32
VAR_11C	RWG100	0,91	1,10	2,70	3,80	0,26
VAR_12C	RWG130	0,91	1,10	3,20	4,30	0,23
VAR_13C	RWG150	0,91	1,10	4,00	5,10	0,20
VAR_14C	RWG170	0,91	1,10	4,50	5,60	0,18
VAR_15C	RWG200	0,91	1,10	5,50	6,60	0,15
VAR_16C	LVK80	0,91	1,10	1,90	3,00	0,33
VAR_17C	LVK100	0,91	1,10	2,50	3,60	0,28
VAR_18C	LVK120	0,91	1,10	3,00	4,10	0,24
VAR_19C	LVK140	0,91	1,10	3,60	4,70	0,21
VAR_20C	LVK160	0,91	1,10	4,00	5,10	0,20
VAR_21C	LMNA160	0,91	1,10	1,50	2,60	0,38
VAR_22C	LMNA180	0,91	1,10	2,00	3,10	0,32
VAR_23C	LMNA1100	0,91	1,10	2,50	3,60	0,28
VAR_24C	LMNA1200	0,91	1,10	5,00	6,10	0,16
VAR_25C	EPS30	0,91	1,10	0,80	1,90	0,53
VAR_26C	EPS40	0,91	1,10	1,10	2,20	0,45
VAR_27C	EPS50	0,91	1,10	1,35	2,45	0,41
VAR_28C	EPS60	0,91	1,10	1,67	2,77	0,36
VAR_29C	EPS70	0,91	1,10	1,94	3,04	0,33
VAR_30C	EPS80	0,91	1,10	2,22	3,32	0,30
VAR_31C	ITR	0,91	1,10	3,50	4,60	0,22
VAR_32C	XPS30	0,91	1,10	0,90	2,00	0,50
VAR_33C	XPS40	0,91	1,10	1,20	2,30	0,43
VAR_34C	XPS50	0,91	1,10	1,50	2,60	0,38
VAR_35C	XPS60	0,91	1,10	1,80	2,90	0,34
VAR_36C	XPS80	0,91	1,10	2,20	3,30	0,30
VAR_37C	XPS100	0,91	1,10	2,80	3,90	0,26

## Anexo VIII – Medidas isoladas para a reabilitação da envolvente interior – Pavimento

Tabela VIII. 1 – Medidas isoladas para a reabilitação do pavimento

Variável	Solução	U Inicial	Rt Inicial	Rt Material	Rt Solução	U W/(m <sup>2</sup> .°C)
VAR_1D	RW_AR30	0,78	1,28	0,85	2,13	0,47
VAR_2D	RW_AR40	0,78	1,28	1,15	2,43	0,41
VAR_3D	RW_AR50	0,78	1,28	1,45	2,73	0,37
VAR_4D	RW_AR60	0,78	1,28	1,75	3,03	0,33
VAR_5D	RW_AR80	0,78	1,28	2,35	3,63	0,28
VAR_6D	LV25	0,78	1,28	0,65	1,93	0,52
VAR_7D	ICB25	0,78	1,28	0,65	1,93	0,52
VAR_8D	ICB30	0,78	1,28	0,75	2,03	0,49
VAR_9D	ICB40	0,78	1,28	1,00	2,28	0,44
VAR_10D	ICB50	0,78	1,28	1,25	2,53	0,39
VAR_11D	ICB60	0,78	1,28	1,50	2,78	0,36
VAR_12D	ICB70	0,78	1,28	1,75	3,03	0,33
VAR_13D	ICB80	0,78	1,28	2,00	3,28	0,30
VAR_14D	LRP30	0,78	1,28	0,79	2,07	0,48
VAR_15D	XPS30	0,78	1,28	0,90	2,18	0,46
VAR_16D	XPS40	0,78	1,28	1,20	2,48	0,40
VAR_17D	XPS50	0,78	1,28	1,50	2,78	0,36
VAR_18D	XPS60	0,78	1,28	1,80	3,08	0,32
VAR_19D	XPS80	0,78	1,28	2,20	3,48	0,29
VAR_20D	XPS100	0,78	1,28	2,80	4,08	0,24

## Anexo IX – Custos associados às medidas de reabilitação independentes

Tabela IX. 1 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continua)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
Base	329 428 €	299 952 €	338 196 €	304 709 €	111 100 €	128 619 €	64 922 €	589,60 €	609,24 €
VAR_1A EPS30	330 595 €	295 497 €	293 272 €	267 804 €	86 500 €	100 139 €	56 497 €	565,19 €	572,80 €
VAR_2A EPS40	333 577 €	297 921 €	287 681 €	263 211 €	86 961 €	100 673 €	55 448 €	563,48 €	570,67 €
VAR_3A EPS50	336 016 €	299 904 €	283 221 €	259 547 €	87 327 €	101 097 €	54 612 €	562,16 €	569,00 €
VAR_4A EPS60	338 693 €	302 081 €	279 608 €	256 580 €	87 751 €	101 587 €	53 934 €	561,75 €	568,22 €
VAR_5A EPS70	341 745 €	304 561 €	278 791 €	255 908 €	88 212 €	102 121 €	53 781 €	563,90 €	569,97 €
VAR_6A EPS80	345 016 €	307 221 €	275 953 €	253 576 €	88 705 €	102 692 €	53 249 €	564,64 €	570,26 €
VAR_7A EPS90	347 824 €	309 504 €	274 620 €	252 481 €	89 135 €	103 190 €	52 998 €	566,15 €	571,40 €
VAR_8A EPS100	351 061 €	312 135 €	272 469 €	250 715 €	89 628 €	103 761 €	52 595 €	567,41 €	572,22 €
VAR_9A EPS120	357 803 €	317 617 €	270 405 €	249 019 €	90 667 €	104 964 €	52 208 €	571,96 €	575,88 €
VAR_10A EPS140	367 036 €	325 123 €	268 341 €	247 323 €	92 081 €	106 601 €	51 821 €	578,79 €	581,50 €
VAR_11A EPS150	370 076 €	327 595 €	268 298 €	247 288 €	92 543 €	107 135 €	51 813 €	581,54 €	583,86 €
VAR_12A EPS160	375 774 €	332 227 €	268 205 €	247 212 €	93 418 €	108 148 €	51 795 €	586,69 €	588,27 €
VAR_13A EPS180	382 098 €	337 369 €	266 872 €	246 117 €	94 392 €	109 276 €	51 545 €	591,44 €	592,19 €
VAR_14A EPS200	388 120 €	342 265 €	266 141 €	245 516 €	95 314 €	110 344 €	51 408 €	596,38 €	596,35 €
VAR_15A EPS-G30	331 682 €	296 380 €	290 133 €	265 225 €	86 659 €	100 323 €	55 908 €	563,68 €	571,13 €
VAR_16A EPS-G40	335 022 €	299 096 €	285 414 €	261 349 €	87 168 €	100 913 €	55 023 €	562,99 €	569,97 €
VAR_17A EPS-G50	337 831 €	301 379 €	281 114 €	257 816 €	87 597 €	101 410 €	54 216 €	562,14 €	568,73 €
VAR_18A EPS-G60	340 855 €	303 838 €	278 146 €	255 378 €	88 069 €	101 956 €	53 660 €	562,56 €	568,74 €



Tabela IX. 2 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_19A EPS-G70	344 288 €	306 629 €	275 996 €	253 612 €	88 594 €	102 563 €	53 257 €	564,00 €	569,72 €
VAR_20A EPS-G80	347 905 €	309 570 €	273 888 €	251 881 €	89 151 €	103 208 €	52 861 €	565,65 €	570,88 €
VAR_21A EPS-G90	351 084 €	312 154 €	272 469 €	250 715 €	89 644 €	103 779 €	52 595 €	567,44 €	572,25 €
VAR_22A EPS-G100	354 690 €	315 086 €	271 050 €	249 549 €	90 185 €	104 405 €	52 329 €	569,61 €	573,94 €
VAR_23A EPS-G120	362 149 €	321 150 €	268 943 €	247 818 €	91 335 €	105 737 €	51 934 €	574,78 €	578,13 €
VAR_24A EPS-G140	372 434 €	329 512 €	267 560 €	246 682 €	92 908 €	107 559 €	51 675 €	583,12 €	585,13 €
VAR_25A EPS-G150	375 785 €	332 237 €	266 872 €	246 117 €	93 418 €	108 148 €	51 545 €	585,64 €	587,21 €
VAR_26A EPS-G160	381 773 €	337 104 €	266 743 €	246 011 €	94 340 €	109 216 €	51 521 €	591,04 €	591,83 €
VAR_27A EPS-G180	388 686 €	342 725 €	265 453 €	244 951 €	95 394 €	110 436 €	51 279 €	596,35 €	596,24 €
VAR_28A EPS-G200	395 563 €	348 316 €	264 722 €	244 350 €	96 603 €	111 836 €	51 142 €	602,20 €	601,21 €
VAR_29A LR-V40	345 228 €	307 393 €	288 369 €	263 777 €	88 727 €	102 718 €	55 577 €	574,70 €	580,38 €
VAR_30A LR-V50	350 730 €	311 866 €	283 995 €	260 183 €	89 570 €	103 694 €	54 757 €	576,27 €	581,21 €
VAR_31A LR-V60	356 100 €	316 232 €	281 028 €	257 745 €	90 407 €	104 663 €	54 200 €	578,85 €	583,07 €
VAR_32A LR-V80	368 317 €	326 165 €	276 641 €	254 142 €	92 269 €	106 818 €	53 378 €	586,56 €	589,16 €
VAR_33A LR-V100	380 476 €	336 050 €	274 620 €	252 481 €	94 114 €	108 955 €	52 998 €	596,09 €	597,11 €
VAR_34A LR-V120	392 640 €	345 939 €	273 157 €	251 280 €	95 981 €	111 116 €	52 724 €	606,09 €	605,52 €
VAR_35A ICB40	357 595 €	317 448 €	289 273 €	264 519 €	90 620 €	104 910 €	55 747 €	586,77 €	590,85 €
VAR_36A ICB50	363 941 €	322 607 €	285 414 €	261 349 €	91 591 €	106 033 €	55 023 €	589,52 €	592,75 €
VAR_37A ICB60	371 704 €	328 918 €	281 802 €	258 381 €	92 778 €	107 408 €	54 346 €	593,76 €	595,97 €
VAR_38A ICB80	389 434 €	343 333 €	277 372 €	254 742 €	95 483 €	110 539 €	53 515 €	606,50 €	606,37 €
VAR_39A ICB100	416 492 €	365 331 €	273 888 €	251 881 €	99 619 €	115 327 €	52 861 €	628,54 €	624,89 €

Tabela IX. 3 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_40A ICB120	425 049 €	372 288 €	271 738 €	250 114 €	100 929 €	116 844 €	52 458 €	634,68 €	629,90 €
VAR_41A LMN40	360 369 €	319 703 €	287 681 €	263 211 €	82 920 €	95 995 €	55 448 €	581,58 €	584,28 €
VAR_42A LMN50	366 738 €	324 881 €	283 909 €	260 112 €	83 350 €	96 492 €	54 741 €	583,99 €	585,76 €
VAR_43A LMN60	373 206 €	330 140 €	280 296 €	257 145 €	83 837 €	97 056 €	54 063 €	586,65 €	587,49 €
VAR_44A LMN80	386 382 €	340 852 €	275 953 €	253 576 €	84 744 €	98 106 €	53 249 €	594,40 €	593,37 €
VAR_45A LMN100	399 825 €	351 781 €	272 469 €	250 715 €	85 666 €	99 175 €	52 595 €	603,05 €	600,11 €
VAR_46A LMN120	413 699 €	363 060 €	270 319 €	248 948 €	86 642 €	100 304 €	52 192 €	613,16 €	608,26 €
VAR_47A XPS40	343 725 €	306 172 €	286 133 €	261 940 €	81 774 €	94 669 €	55 158 €	566,19 €	571,21 €
VAR_48A XPS50	347 227 €	309 019 €	282 576 €	259 017 €	82 013 €	94 945 €	54 491 €	566,34 €	570,84 €
VAR_49A XPS60	347 524 €	309 260 €	279 522 €	256 509 €	82 071 €	95 012 €	53 918 €	564,19 €	568,63 €
VAR_50A XPS80	359 648 €	319 117 €	274 620 €	252 481 €	82 898 €	95 970 €	52 998 €	570,60 €	573,30 €
VAR_51A XPS100	368 340 €	326 184 €	271 781 €	250 149 €	83 503 €	96 670 €	52 466 €	575,73 €	577,20 €
VAR_52A PS50	328 434 €	293 740 €	285 414 €	261 349 €	84 034 €	97 284 €	55 023 €	555,25 €	562,82 €
VAR_53A PS80	336 185 €	300 042 €	277 372 €	254 742 €	84 075 €	97 333 €	53 515 €	555,06 €	561,42 €
VAR_54A PS100	340 057 €	303 190 €	273 888 €	251 881 €	84 744 €	98 106 €	52 861 €	555,90 €	561,74 €
VAR_55A P120+LR100	312 344 €	280 659 €	264 808 €	244 421 €	86 349 €	99 964 €	51 158 €	527,90 €	538,01 €
VAR_56A FV40	382 778 €	337 922 €	287 104 €	262 737 €	104 157 €	120 580 €	55 340 €	615,85 €	617,87 €
VAR_57A FV60	384 350 €	339 200 €	281 083 €	257 791 €	104 538 €	121 022 €	54 211 €	612,61 €	614,40 €
VAR_58A FV80	387 020 €	341 371 €	276 592 €	254 101 €	105 159 €	121 741 €	53 368 €	611,65 €	613,10 €
VAR_59A FV100	390 407 €	344 124 €	272 389 €	250 649 €	105 954 €	122 662 €	52 580 €	611,64 €	612,64 €

Tabela IX. 4 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_60A FV120	392 776 €	346 050 €	270 294 €	248 928 €	106 495 €	123 288 €	52 187 €	612,29 €	612,99 €
VAR_1B AI+VDS	245 583 €	226 381 €	327 659 €	296 053 €	78 126 €	90 446 €	62 946 €	518,25 €	537,71 €
VAR_2B AI+VDLE	254 553 €	233 674 €	322 093 €	291 480 €	80 720 €	93 448 €	61 902 €	523,02 €	541,43 €
VAR_4B PVC+VDS	246 266 €	226 936 €	326 357 €	294 983 €	76 532 €	88 600 €	62 702 €	516,49 €	535,63 €
VAR_5B PVC+VDTLE	255 235 €	234 229 €	321 485 €	290 981 €	79 126 €	91 602 €	61 788 €	521,81 €	539,91 €
VAR_1C FLM-K80	218 766 €	204 579 €	319 396 €	289 265 €	71 694 €	82 999 €	61 396 €	485,22 €	507,80 €
VAR_2C FLM-K100	219 282 €	204 998 €	318 198 €	288 280 €	71 702 €	83 008 €	61 172 €	484,68 €	507,18 €
VAR_3C FLM-K120	219 822 €	205 437 €	316 656 €	287 014 €	71 718 €	83 027 €	60 882 €	483,90 €	506,31 €
VAR_4C FLM-K140	220 262 €	205 795 €	315 992 €	286 469 €	71 734 €	83 045 €	60 758 €	483,73 €	506,07 €
VAR_5C RW_RRK80	219 564 €	205 227 €	319 396 €	289 265 €	71 710 €	83 017 €	61 396 €	485,87 €	508,33 €
VAR_6C RW_RRK100	220 215 €	205 757 €	318 198 €	288 280 €	71 742 €	83 055 €	61 172 €	485,46 €	507,82 €
VAR_7C RW_RRK140	221 546 €	206 839 €	315 992 €	286 469 €	71 766 €	83 083 €	60 758 €	484,78 €	506,93 €
VAR_8C RW_RRK160	222 220 €	207 387 €	314 954 €	285 616 €	71 783 €	83 101 €	60 563 €	484,50 €	506,55 €
VAR_9C RW_RRK200	224 050 €	208 875 €	313 584 €	284 490 €	71 839 €	83 167 €	60 306 €	484,91 €	506,69 €
VAR_10C RWG80	222 819 €	207 874 €	319 064 €	288 992 €	71 799 €	83 120 €	61 334 €	488,26 €	510,25 €
VAR_11C RWG100	224 437 €	209 190 €	317 030 €	287 322 €	71 847 €	83 176 €	60 953 €	487,97 €	509,71 €
VAR_12C RWG130	226 865 €	211 163 €	315 992 €	286 469 €	71 912 €	83 251 €	60 758 €	489,13 €	510,51 €
VAR_13C RWG150	228 490 €	212 484 €	314 954 €	285 616 €	71 960 €	83 307 €	60 563 €	489,63 €	510,77 €
VAR_14C RWG170	230 103 €	213 795 €	314 290 €	285 071 €	72 065 €	83 429 €	60 439 €	490,47 €	511,38 €
VAR_15C RWG200	232 530 €	215 769 €	313 252 €	284 218 €	72 065 €	83 429 €	60 244 €	491,58 €	512,11 €
VAR_16C LVK80	218 414 €	204 293 €	319 396 €	289 265 €	71 678 €	82 980 €	61 396 €	484,92 €	507,56 €

Tabela IX. 5 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_17C LVK100	219 065 €	204 822 €	317 694 €	287 867 €	71 702 €	83 008 €	61 077 €	484,11 €	506,63 €
VAR_18C LVK120	219 628 €	205 280 €	316 324 €	286 741 €	71 710 €	83 017 €	60 820 €	483,47 €	505,91 €
VAR_19C LVK140	220 115 €	205 676 €	315 285 €	285 888 €	71 726 €	83 036 €	60 625 €	483,05 €	505,40 €
VAR_20C LVK160	220 168 €	205 718 €	314 954 €	285 616 €	72 130 €	83 503 €	60 563 €	483,15 €	505,54 €
VAR_21C LMNA160	219 030 €	204 793 €	321 110 €	290 673 €	71 694 €	82 999 €	61 718 €	486,79 €	509,35 €
VAR_22C LMNA180	219 587 €	205 246 €	319 064 €	288 992 €	71 710 €	83 017 €	61 334 €	485,62 €	508,08 €
VAR_23C LMNA1100	220 379 €	205 890 €	317 694 €	287 867 €	71 734 €	83 045 €	61 077 €	485,18 €	507,51 €
VAR_24C LMNA1200	223 851 €	208 713 €	313 584 €	284 490 €	71 831 €	83 158 €	60 306 €	484,75 €	506,55 €
VAR_25C EPS30	218 303 €	204 202 €	326 283 €	294 922 €	71 821 €	83 146 €	62 688 €	490,43 €	513,15 €
VAR_26C EPS40	218 526 €	204 383 €	323 530 €	292 661 €	71 837 €	83 164 €	62 172 €	488,43 €	511,10 €
VAR_27C EPS50	218 930 €	204 712 €	322 148 €	291 526 €	71 864 €	83 196 €	61 913 €	487,67 €	510,27 €
VAR_28C EPS60	219 323 €	205 032 €	320 446 €	290 128 €	71 892 €	83 228 €	61 593 €	486,65 €	509,19 €
VAR_29C EPS70	219 716 €	205 351 €	319 396 €	289 265 €	71 919 €	83 259 €	61 396 €	486,15 €	508,62 €
VAR_30C EPS80	220 121 €	205 680 €	318 400 €	288 447 €	71 946 €	83 291 €	61 210 €	485,70 €	508,11 €
VAR_31C ITR	227 669 €	211 817 €	315 660 €	286 196 €	71 936 €	83 279 €	60 696 €	489,52 €	510,78 €
VAR_32C XPS30	219 300 €	205 013 €	325 245 €	294 070 €	71 890 €	83 226 €	62 493 €	490,45 €	513,02 €
VAR_33C XPS40	220 009 €	205 590 €	322 867 €	292 116 €	71 939 €	83 282 €	62 047 €	489,16 €	511,62 €
VAR_34C XPS50	220 801 €	206 233 €	321 110 €	290 673 €	71 993 €	83 345 €	61 718 €	488,44 €	510,77 €
VAR_35C XPS60	221 534 €	206 829 €	319 740 €	289 547 €	72 044 €	83 404 €	61 461 €	487,97 €	510,19 €
VAR_36C XPS80	225 129 €	209 752 €	318 400 €	288 447 €	72 291 €	83 690 €	61 210 €	489,96 €	511,67 €
VAR_37C XPS100	227 147 €	211 392 €	317 030 €	287 322 €	72 430 €	83 851 €	60 953 €	490,59 €	512,00 €

Tabela IX. 6 – Custos associados às medidas de reabilitação isoladas (Conclusão)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_1D RW_AR30	220 208 €	205 751 €	327 100 €	295 594 €	71 757 €	83 072 €	62 841 €	492,54 €	514,98 €
VAR_2D RW_AR40	221 298 €	206 637 €	324 993 €	293 863 €	71 785 €	83 104 €	62 446 €	491,76 €	514,01 €
VAR_3D RW_AR50	222 549 €	207 655 €	323 574 €	292 697 €	71 822 €	83 147 €	62 180 €	491,65 €	513,72 €
VAR_4D RW_AR60	223 720 €	208 607 €	322 111 €	291 495 €	71 859 €	83 190 €	61 906 €	491,45 €	513,34 €
VAR_5D RW_AR80	226 082 €	210 527 €	320 348 €	290 047 €	71 923 €	83 265 €	61 575 €	491,98 €	513,51 €
VAR_6D LV25	218 532 €	204 389 €	328 906 €	297 078 €	71 710 €	83 018 €	63 180 €	492,61 €	515,30 €
VAR_7D ICB25	222 408 €	207 540 €	328 906 €	297 078 €	71 766 €	83 082 €	63 180 €	495,74 €	517,86 €
VAR_8D ICB30	223 424 €	208 366 €	327 831 €	296 194 €	71 766 €	83 082 €	62 978 €	495,69 €	517,65 €
VAR_9D ICB40	226 055 €	210 505 €	326 068 €	294 746 €	71 923 €	83 265 €	62 648 €	496,51 €	518,08 €
VAR_10D ICB50	228 491 €	212 485 €	324 262 €	293 262 €	71 988 €	83 340 €	62 309 €	497,06 €	518,27 €
VAR_11D ICB60	230 920 €	214 460 €	323 186 €	292 379 €	72 053 €	83 415 €	62 107 €	498,19 €	519,04 €
VAR_12D ICB70	231 465 €	214 903 €	322 111 €	291 495 €	72 072 €	83 436 €	61 906 €	497,78 €	518,54 €
VAR_13D ICB80	233 356 €	216 441 €	321 079 €	290 648 €	72 118 €	83 490 €	61 712 €	498,50 €	518,98 €
VAR_14D LPR30	219 636 €	205 286 €	327 487 €	295 912 €	71 747 €	83 061 €	62 914 €	492,39 €	514,91 €
VAR_15D XPS30	219 501 €	205 176 €	326 756 €	295 311 €	71 977 €	83 326 €	62 777 €	491,88 €	514,45 €
VAR_16D XPS40	220 322 €	205 844 €	324 606 €	293 545 €	72 033 €	83 392 €	62 374 €	490,87 €	513,30 €
VAR_17D XPS50	221 230 €	206 582 €	323 186 €	292 379 €	72 096 €	83 464 €	62 107 €	490,51 €	512,81 €
VAR_18D XPS60	222 072 €	207 266 €	321 767 €	291 213 €	72 154 €	83 531 €	61 841 €	490,10 €	512,27 €
VAR_19D XPS80	226 196 €	210 620 €	320 692 €	290 330 €	72 438 €	83 860 €	61 640 €	492,75 €	514,33 €
<b>VAR_20D XPS100</b>	228 511 €	212 502 €	318 929 €	288 881 €	72 597 €	84 044 €	61 309 €	493,32 €	514,56 €

**Anexo X – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos**

Tabela X. 1 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continua)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_1P S1</b>	279 563 €	249 784 €	102 798 €	107 623 €	86 263 €	99 865 €	20 567 €	372,85 €	380,18 €
<b>VAR_2P S1</b>	307 276 €	272 315 €	104 595 €	109 099 €	84 626 €	97 970 €	20 904 €	395,03 €	398,04 €
<b>VAR_3P S1</b>	329 368 €	290 275 €	103 388 €	108 108 €	91 249 €	105 638 €	20 678 €	416,91 €	417,46 €
<b>VAR_4P S1</b>	213 484 €	196 061 €	117 392 €	119 611 €	76 446 €	88 501 €	23 304 €	324,08 €	340,11 €
<b>VAR_5P S1</b>	184 590 €	172 570 €	115 976 €	118 448 €	71 564 €	82 848 €	23 039 €	296,08 €	315,79 €
<b>VAR_6P S1</b>	188 867 €	176 047 €	115 833 €	118 331 €	71 684 €	82 987 €	23 012 €	299,46 €	318,55 €
<b>VAR_7P S1</b>	190 350 €	177 253 €	115 827 €	118 326 €	72 068 €	83 432 €	23 011 €	300,94 €	319,86 €
<b>VAR_8P S1</b>	196 790 €	182 488 €	115 134 €	117 757 €	72 511 €	83 945 €	22 881 €	305,87 €	323,88 €
<b>VAR_9P S1</b>	311 021 €	275 359 €	99 895 €	105 237 €	91 214 €	105 597 €	20 022 €	399,51 €	402,76 €
<b>VAR_10P S1</b>	338 734 €	297 890 €	102 211 €	107 140 €	89 577 €	103 702 €	20 457 €	422,10 €	421,04 €
<b>VAR_11P S1</b>	360 826 €	315 851 €	101 015 €	106 158 €	96 201 €	111 370 €	20 233 €	443,99 €	440,47 €
<b>VAR_12P S1</b>	313 585 €	277 444 €	97 266 €	103 078 €	91 283 €	105 677 €	19 529 €	399,51 €	402,37 €
<b>VAR_13P S1</b>	341 298 €	299 975 €	99 533 €	104 940 €	89 646 €	103 782 €	19 955 €	422,06 €	420,61 €
<b>VAR_14P S1</b>	363 390 €	317 935 €	98 374 €	103 988 €	96 270 €	111 450 €	19 737 €	443,99 €	440,07 €
<b>VAR_15P S1</b>	317 862 €	280 921 €	97 147 €	102 980 €	91 403 €	105 816 €	19 507 €	402,91 €	405,15 €
<b>VAR_16P S1</b>	345 574 €	303 451 €	99 414 €	104 843 €	89 766 €	103 921 €	19 932 €	425,47 €	423,39 €
<b>VAR_17P S1</b>	367 666 €	321 412 €	98 243 €	103 881 €	96 390 €	111 589 €	19 713 €	447,38 €	442,84 €
<b>VAR_18P S1</b>	319 345 €	282 127 €	95 940 €	101 989 €	91 787 €	106 260 €	19 281 €	403,44 €	405,50 €
<b>VAR_19P S1</b>	347 058 €	304 657 €	98 256 €	103 892 €	90 150 €	104 365 €	19 715 €	426,03 €	423,77 €
<b>VAR_20P S1</b>	369 149 €	322 618 €	97 061 €	102 909 €	96 774 €	112 033 €	19 491 €	447,93 €	443,21 €

Tabela X. 2 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_21P S1	325 785 €	287 362 €	95 258 €	101 429 €	92 230 €	106 774 €	19 153 €	408,37 €	409,52 €
VAR_22P S1	353 497 €	309 893 €	97 564 €	103 323 €	90 593 €	104 879 €	19 585 €	430,96 €	427,79 €
VAR_23P S1	375 589 €	327 854 €	96 379 €	102 349 €	97 217 €	112 547 €	19 363 €	452,86 €	447,23 €
VAR_24P S1	321 909 €	284 211 €	93 311 €	99 829 €	91 856 €	106 340 €	18 788 €	403,44 €	405,11 €
VAR_25P S1	349 622 €	306 742 €	95 568 €	101 683 €	90 219 €	104 445 €	19 211 €	425,99 €	423,34 €
VAR_26P S1	371 713 €	324 703 €	94 419 €	100 740 €	96 843 €	112 113 €	18 996 €	447,92 €	442,81 €
VAR_27P S1	328 348 €	289 447 €	92 629 €	99 269 €	92 299 €	106 853 €	18 660 €	408,38 €	409,13 €
VAR_28P S1	356 061 €	311 977 €	94 886 €	101 123 €	90 662 €	104 958 €	19 083 €	430,92 €	427,36 €
VAR_29P S1	378 153 €	329 938 €	93 738 €	100 180 €	97 286 €	112 626 €	18 868 €	452,85 €	446,83 €
VAR_30P S1	326 185 €	287 688 €	93 192 €	99 732 €	91 976 €	106 479 €	18 765 €	406,85 €	407,89 €
VAR_31P S1	353 898 €	310 219 €	95 449 €	101 586 €	90 339 €	104 584 €	19 189 €	429,39 €	426,12 €
VAR_32P S1	375 990 €	328 179 €	94 288 €	100 632 €	96 963 €	112 252 €	18 971 €	451,31 €	445,58 €
VAR_33P S1	332 625 €	292 923 €	92 511 €	99 172 €	92 419 €	106 992 €	18 638 €	411,78 €	411,92 €
VAR_34P S1	360 338 €	315 454 €	94 757 €	101 017 €	90 782 €	105 097 €	19 059 €	434,31 €	430,14 €
VAR_35P S1	382 429 €	333 415 €	93 596 €	100 063 €	97 406 €	112 765 €	18 841 €	456,24 €	449,60 €
VAR_1P S2	269 234 €	240 543 €	379 442 €	311 710 €	73 282 €	84 837 €	71 165 €	574,41 €	563,51 €
VAR_2P S2	296 947 €	263 074 €	381 238 €	313 186 €	71 645 €	82 942 €	71 502 €	596,59 €	581,37 €
VAR_3P S2	319 039 €	281 035 €	380 032 €	312 195 €	78 269 €	90 610 €	71 276 €	618,47 €	600,79 €
VAR_4P S2	203 155 €	186 821 €	394 036 €	323 698 €	63 466 €	73 473 €	73 902 €	525,64 €	523,44 €
VAR_5P S2	174 261 €	163 330 €	392 620 €	322 535 €	58 583 €	67 820 €	73 637 €	497,64 €	499,11 €
VAR_6P S2	178 538 €	166 806 €	392 476 €	322 418 €	58 703 €	67 960 €	73 610 €	501,02 €	501,88 €

Tabela X. 3 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_7P S2</b>	180 021 €	168 012 €	392 470 €	322 413 €	59 087 €	68 404 €	73 609 €	502,50 €	503,18 €
<b>VAR_8P S2</b>	186 461 €	173 248 €	391 778 €	321 844 €	59 530 €	68 917 €	73 479 €	507,43 €	507,20 €
<b>VAR_9P S2</b>	300 692 €	266 119 €	376 538 €	309 325 €	78 234 €	90 570 €	70 621 €	601,07 €	586,09 €
<b>VAR_10P S2</b>	328 405 €	288 650 €	378 855 €	311 227 €	76 597 €	88 675 €	71 055 €	623,66 €	604,36 €
<b>VAR_11P S2</b>	350 497 €	306 610 €	377 659 €	310 245 €	83 220 €	96 343 €	70 831 €	645,55 €	623,79 €
<b>VAR_12P S2</b>	303 256 €	268 203 €	373 909 €	307 165 €	78 302 €	90 649 €	70 128 €	601,07 €	585,70 €
<b>VAR_13P S2</b>	330 969 €	290 734 €	376 176 €	309 027 €	76 665 €	88 754 €	70 553 €	623,62 €	603,94 €
<b>VAR_14P S2</b>	353 061 €	308 695 €	375 018 €	308 075 €	83 289 €	96 422 €	70 336 €	645,55 €	623,40 €
<b>VAR_15P S2</b>	307 532 €	271 680 €	373 791 €	307 067 €	78 422 €	90 788 €	70 105 €	604,47 €	588,48 €
<b>VAR_16P S2</b>	335 245 €	294 211 €	376 058 €	308 930 €	76 786 €	88 893 €	70 531 €	627,02 €	606,72 €
<b>VAR_17P S2</b>	357 337 €	312 172 €	374 887 €	307 968 €	83 409 €	96 561 €	70 311 €	648,94 €	626,17 €
<b>VAR_18P S2</b>	309 016 €	272 886 €	372 584 €	306 076 €	78 806 €	91 233 €	69 879 €	605,00 €	588,82 €
<b>VAR_19P S2</b>	336 729 €	295 417 €	374 900 €	307 979 €	77 170 €	89 338 €	70 314 €	627,59 €	607,10 €
<b>VAR_20P S2</b>	358 820 €	313 378 €	373 704 €	306 996 €	83 793 €	97 006 €	70 089 €	649,48 €	626,53 €
<b>VAR_21P S2</b>	315 456 €	278 122 €	371 902 €	305 516 €	79 250 €	91 746 €	69 751 €	609,93 €	592,85 €
<b>VAR_22P S2</b>	343 168 €	300 652 €	374 208 €	307 410 €	77 613 €	89 851 €	70 184 €	632,51 €	611,12 €
<b>VAR_23P S2</b>	365 260 €	318 613 €	373 022 €	306 436 €	84 236 €	97 519 €	69 961 €	654,42 €	630,56 €
<b>VAR_24P S2</b>	311 580 €	274 971 €	369 955 €	303 916 €	78 875 €	91 312 €	69 386 €	605,00 €	588,43 €
<b>VAR_25P S2</b>	339 293 €	297 501 €	372 211 €	305 770 €	77 238 €	89 418 €	69 809 €	627,54 €	606,66 €
<b>VAR_26P S2</b>	361 384 €	315 462 €	371 063 €	304 827 €	83 862 €	97 085 €	69 594 €	649,48 €	626,13 €
<b>VAR_27P S2</b>	318 019 €	280 206 €	369 273 €	303 356 €	79 318 €	91 826 €	69 258 €	609,94 €	592,46 €



Tabela X. 4 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_28P S2	345 732 €	302 737 €	371 530 €	305 210 €	77 682 €	89 931 €	69 681 €	632,48 €	610,69 €
VAR_29P S2	367 824 €	320 698 €	370 381 €	304 267 €	84 305 €	97 599 €	69 466 €	654,41 €	630,16 €
VAR_30P S2	315 856 €	278 447 €	369 836 €	303 819 €	78 995 €	91 452 €	69 364 €	608,41 €	591,22 €
VAR_31P S2	343 569 €	300 978 €	372 093 €	305 673 €	77 359 €	89 557 €	69 787 €	630,95 €	609,45 €
VAR_32P S2	365 661 €	318 939 €	370 932 €	304 719 €	83 982 €	97 225 €	69 569 €	652,87 €	628,91 €
VAR_33P S2	322 296 €	283 683 €	369 154 €	303 259 €	79 439 €	91 965 €	69 236 €	613,34 €	595,24 €
VAR_34P S2	350 009 €	306 214 €	371 400 €	305 104 €	77 802 €	90 070 €	69 657 €	635,87 €	613,46 €
VAR_35P S2	372 100 €	324 174 €	370 240 €	304 150 €	84 425 €	97 738 €	69 439 €	657,80 €	632,92 €
VAR_1P S3	321 789 €	287 560 €	130 871 €	165 234 €	111 974 €	129 631 €	27 751 €	449,24 €	485,47 €
VAR_2P S3	349 502 €	310 091 €	133 940 €	169 367 €	110 338 €	127 736 €	28 416 €	472,43 €	505,71 €
VAR_3P S3	371 594 €	328 051 €	132 081 €	167 012 €	116 961 €	135 404 €	28 021 €	493,79 €	523,91 €
VAR_4P S3	255 711 €	233 837 €	153 668 €	194 352 €	102 158 €	118 267 €	32 603 €	406,99 €	460,72 €
VAR_5P S3	226 816 €	210 346 €	150 747 €	190 045 €	97 275 €	112 614 €	31 950 €	377,79 €	433,58 €
VAR_6P S3	231 093 €	213 823 €	150 513 €	189 738 €	97 395 €	112 753 €	31 899 €	381,11 €	436,17 €
VAR_7P S3	232 576 €	215 029 €	151 575 €	191 963 €	97 779 €	113 198 €	32 174 €	383,44 €	439,48 €
VAR_8P S3	239 016 €	220 264 €	150 507 €	190 611 €	98 223 €	113 711 €	31 947 €	388,06 €	442,79 €
VAR_9P S3	353 248 €	313 136 €	126 349 €	159 469 €	116 926 €	135 363 €	26 789 €	474,61 €	505,03 €
VAR_10P S3	380 960 €	335 666 €	129 926 €	164 005 €	115 289 €	133 468 €	27 548 €	498,20 €	525,66 €
VAR_11P S3	403 052 €	353 627 €	128 083 €	161 670 €	121 913 €	141 136 €	27 157 €	519,58 €	543,88 €
VAR_12P S3	355 811 €	315 220 €	120 612 €	150 820 €	116 995 €	135 443 €	25 494 €	472,14 €	498,84 €
VAR_13P S3	383 524 €	337 751 €	124 141 €	155 316 €	115 358 €	133 548 €	26 245 €	495,69 €	519,43 €

Tabela X. 5 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_14P S3</b>	405 616 €	355 712 €	122 334 €	153 012 €	121 981 €	141 216 €	25 860 €	517,10 €	537,68 €
<b>VAR_15P S3</b>	360 088 €	318 697 €	120 403 €	150 533 €	117 115 €	135 582 €	25 449 €	475,47 €	501,45 €
<b>VAR_16P S3</b>	387 801 €	341 228 €	123 931 €	155 029 €	115 478 €	133 687 €	26 199 €	499,03 €	522,04 €
<b>VAR_17P S3</b>	409 892 €	359 188 €	122 112 €	152 715 €	122 102 €	141 355 €	25 812 €	520,42 €	540,29 €
<b>VAR_18P S3</b>	361 571 €	319 903 €	120 253 €	151 748 €	117 499 €	136 026 €	25 495 €	476,84 €	503,77 €
<b>VAR_19P S3</b>	389 284 €	342 434 €	123 830 €	156 284 €	115 862 €	134 132 €	26 254 €	500,43 €	524,40 €
<b>VAR_20P S3</b>	411 376 €	360 394 €	121 987 €	153 950 €	122 486 €	141 800 €	25 863 €	521,81 €	542,62 €
<b>VAR_21P S3</b>	368 011 €	325 138 €	119 201 €	150 417 €	117 942 €	136 540 €	25 272 €	481,48 €	507,11 €
<b>VAR_22P S3</b>	395 724 €	347 669 €	122 763 €	154 933 €	116 305 €	134 645 €	26 028 €	505,06 €	527,72 €
<b>VAR_23P S3</b>	417 815 €	365 630 €	120 936 €	152 618 €	122 929 €	142 313 €	25 640 €	526,45 €	545,96 €
<b>VAR_24P S3</b>	364 135 €	321 987 €	114 516 €	143 100 €	117 568 €	136 106 €	24 200 €	474,37 €	497,58 €
<b>VAR_25P S3</b>	391 848 €	344 518 €	118 028 €	147 575 €	115 931 €	134 211 €	24 947 €	497,91 €	518,15 €
<b>VAR_26P S3</b>	413 940 €	362 479 €	116 238 €	145 291 €	122 554 €	141 879 €	24 566 €	519,33 €	536,42 €
<b>VAR_27P S3</b>	370 575 €	327 223 €	113 465 €	141 769 €	118 011 €	136 619 €	23 977 €	479,01 €	500,92 €
<b>VAR_28P S3</b>	398 288 €	349 754 €	116 977 €	146 244 €	116 374 €	134 724 €	24 724 €	502,55 €	521,49 €
<b>VAR_29P S3</b>	420 379 €	367 714 €	115 187 €	143 960 €	122 997 €	142 392 €	24 343 €	523,97 €	539,76 €
<b>VAR_30P S3</b>	368 412 €	325 464 €	114 307 €	142 812 €	117 688 €	136 245 €	24 155 €	477,70 €	500,19 €
<b>VAR_31P S3</b>	396 124 €	347 995 €	117 819 €	147 288 €	116 051 €	134 350 €	24 902 €	501,24 €	520,77 €
<b>VAR_32P S3</b>	418 216 €	365 956 €	116 016 €	144 994 €	122 674 €	142 018 €	24 518 €	522,65 €	539,03 €
<b>VAR_33P S3</b>	374 851 €	330 700 €	113 255 €	141 481 €	118 131 €	136 758 €	23 932 €	482,34 €	503,53 €
<b>VAR_34P S3</b>	402 564 €	353 230 €	116 752 €	145 936 €	116 494 €	134 863 €	24 675 €	505,87 €	524,08 €

Tabela X. 6 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_35P S3</b>	424 656 €	371 191 €	114 949 €	143 642 €	123 118 €	142 531 €	24 292 €	527,28 €	542,34 €
<b>VAR_1P S4</b>	329 668 €	286 879 €	80 031 €	65 745 €	180 975 €	209 512 €	15 010 €	469,96 €	459,19 €
<b>VAR_2P S4</b>	357 381 €	309 410 €	81 786 €	67 187 €	179 338 €	207 617 €	15 339 €	492,10 €	477,02 €
<b>VAR_3P S4</b>	379 473 €	327 371 €	80 609 €	66 220 €	185 962 €	215 285 €	15 118 €	514,01 €	496,47 €
<b>VAR_4P S4</b>	263 589 €	233 157 €	94 278 €	77 449 €	171 159 €	198 147 €	17 682 €	420,91 €	418,85 €
<b>VAR_5P S4</b>	234 695 €	209 665 €	92 895 €	76 313 €	166 276 €	192 495 €	17 423 €	392,93 €	394,55 €
<b>VAR_6P S4</b>	238 971 €	213 142 €	92 755 €	76 198 €	166 396 €	192 634 €	17 396 €	396,32 €	397,31 €
<b>VAR_7P S4</b>	240 455 €	214 348 €	92 751 €	76 195 €	166 780 €	193 078 €	17 396 €	397,80 €	398,62 €
<b>VAR_8P S4</b>	246 894 €	219 584 €	92 075 €	75 640 €	167 223 €	193 591 €	17 269 €	402,74 €	402,65 €
<b>VAR_9P S4</b>	361 126 €	312 455 €	77 197 €	63 417 €	185 926 €	215 244 €	14 479 €	496,67 €	481,83 €
<b>VAR_10P S4</b>	388 839 €	334 986 €	79 458 €	65 275 €	184 290 €	213 349 €	14 903 €	519,22 €	500,06 €
<b>VAR_11P S4</b>	410 931 €	352 946 €	78 291 €	64 316 €	190 913 €	221 017 €	14 684 €	541,13 €	519,51 €
<b>VAR_12P S4</b>	363 690 €	314 539 €	74 627 €	61 306 €	185 995 €	215 323 €	13 996 €	496,72 €	481,49 €
<b>VAR_13P S4</b>	391 403 €	337 070 €	76 840 €	63 124 €	184 358 €	213 429 €	14 412 €	519,23 €	499,68 €
<b>VAR_14P S4</b>	413 494 €	355 031 €	75 709 €	62 194 €	190 982 €	221 097 €	14 199 €	541,17 €	519,16 €
<b>VAR_15P S4</b>	367 966 €	318 016 €	74 511 €	61 210 €	186 115 €	215 463 €	13 975 €	500,13 €	484,27 €
<b>VAR_16P S4</b>	395 679 €	340 547 €	76 724 €	63 029 €	184 478 €	213 568 €	14 390 €	522,63 €	502,46 €
<b>VAR_17P S4</b>	417 771 €	358 508 €	75 581 €	62 089 €	191 102 €	221 236 €	14 175 €	544,57 €	521,94 €
<b>VAR_18P S4</b>	369 450 €	319 222 €	73 337 €	60 246 €	186 499 €	215 907 €	13 754 €	500,68 €	484,64 €
<b>VAR_19P S4</b>	397 163 €	341 753 €	75 598 €	62 103 €	184 862 €	214 012 €	14 179 €	523,22 €	502,87 €
<b>VAR_20P S4</b>	419 254 €	359 714 €	74 431 €	61 144 €	191 486 €	221 680 €	13 960 €	545,14 €	522,33 €

Tabela X. 7 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_21P S4</b>	375 889 €	324 458 €	72 671 €	59 699 €	186 942 €	216 420 €	13 630 €	505,62 €	488,68 €
<b>VAR_22P S4</b>	403 602 €	346 988 €	74 922 €	61 548 €	185 306 €	214 525 €	14 052 €	528,16 €	506,90 €
<b>VAR_23P S4</b>	425 694 €	364 949 €	73 765 €	60 598 €	191 929 €	222 193 €	13 835 €	550,09 €	526,37 €
<b>VAR_24P S4</b>	372 014 €	321 307 €	70 766 €	58 134 €	186 568 €	215 987 €	13 272 €	500,73 €	484,30 €
<b>VAR_25P S4</b>	399 726 €	343 837 €	72 969 €	59 944 €	184 931 €	214 092 €	13 686 €	523,23 €	502,49 €
<b>VAR_26P S4</b>	421 818 €	361 798 €	71 848 €	59 023 €	191 555 €	221 760 €	13 475 €	545,18 €	521,98 €
<b>VAR_27P S4</b>	378 453 €	326 542 €	70 101 €	57 587 €	187 011 €	216 500 €	13 148 €	505,67 €	488,34 €
<b>VAR_28P S4</b>	406 166 €	349 073 €	72 304 €	59 397 €	185 374 €	214 605 €	13 561 €	528,17 €	506,52 €
<b>VAR_29P S4</b>	428 258 €	367 034 €	71 183 €	58 476 €	191 998 €	222 273 €	13 351 €	550,13 €	526,02 €
<b>VAR_30P S4</b>	376 290 €	324 783 €	70 650 €	58 039 €	186 688 €	216 126 €	13 251 €	504,13 €	487,08 €
<b>VAR_31P S4</b>	404 003 €	347 314 €	72 854 €	59 849 €	185 051 €	214 231 €	13 664 €	526,63 €	505,27 €
<b>VAR_32P S4</b>	426 095 €	365 275 €	71 720 €	58 918 €	191 675 €	221 899 €	13 451 €	548,58 €	524,75 €
<b>VAR_33P S4</b>	382 730 €	330 019 €	69 985 €	57 492 €	187 131 €	216 639 €	13 126 €	509,08 €	491,12 €
<b>VAR_34P S4</b>	410 442 €	352 550 €	72 178 €	59 294 €	185 495 €	214 744 €	13 537 €	531,57 €	509,30 €
<b>VAR_35P S4</b>	432 534 €	370 510 €	71 045 €	58 363 €	192 118 €	222 412 €	13 325 €	553,52 €	528,78 €
<b>VAR_1P S5</b>	451 101 €	403 243 €	115 429 €	141 552 €	162 914 €	188 603 €	26 952 €	580,37 €	604,96 €
<b>VAR_2P S5</b>	478 813 €	425 774 €	118 198 €	145 185 €	161 277 €	186 708 €	27 625 €	603,31 €	624,80 €
<b>VAR_3P S5</b>	500 905 €	443 735 €	116 493 €	143 087 €	167 901 €	194 376 €	27 226 €	624,80 €	643,20 €
<b>VAR_4P S5</b>	385 022 €	349 521 €	136 289 €	167 443 €	153 098 €	177 239 €	31 858 €	536,58 €	577,67 €
<b>VAR_5P S5</b>	356 128 €	326 030 €	133 724 €	163 729 €	148 215 €	171 586 €	31 194 €	507,66 €	551,00 €
<b>VAR_6P S5</b>	360 404 €	329 506 €	133 511 €	163 457 €	148 335 €	171 725 €	31 143 €	510,99 €	553,62 €

Tabela X. 8 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_7P S5</b>	361 887 €	330 712 €	134 320 €	165 262 €	148 719 €	172 169 €	31 425 €	513,12 €	556,60 €
<b>VAR_8P S5</b>	368 327 €	335 948 €	133 342 €	164 058 €	149 162 €	172 683 €	31 196 €	517,82 €	560,03 €
<b>VAR_9P S5</b>	482 559 €	428 819 €	111 289 €	136 423 €	167 865 €	194 335 €	25 979 €	606,04 €	625,01 €
<b>VAR_10P S5</b>	510 271 €	451 350 €	114 569 €	140 463 €	166 229 €	192 440 €	26 747 €	629,40 €	645,25 €
<b>VAR_11P S5</b>	532 363 €	469 311 €	112 878 €	138 383 €	172 852 €	200 108 €	26 352 €	650,90 €	663,68 €
<b>VAR_12P S5</b>	485 123 €	430 904 €	106 286 €	128 997 €	167 934 €	194 415 €	24 665 €	604,15 €	619,78 €
<b>VAR_13P S5</b>	512 835 €	453 434 €	109 517 €	132 997 €	166 297 €	192 520 €	25 423 €	627,47 €	639,98 €
<b>VAR_14P S5</b>	534 927 €	471 395 €	107 863 €	130 947 €	172 921 €	200 188 €	25 035 €	649,00 €	658,43 €
<b>VAR_15P S5</b>	489 399 €	434 380 €	106 098 €	128 745 €	168 054 €	194 554 €	24 618 €	607,50 €	622,42 €
<b>VAR_16P S5</b>	517 112 €	456 911 €	109 329 €	132 745 €	166 418 €	192 659 €	25 377 €	630,82 €	642,62 €
<b>VAR_17P S5</b>	539 203 €	474 872 €	107 663 €	130 685 €	173 041 €	200 327 €	24 986 €	652,34 €	661,06 €
<b>VAR_18P S5</b>	490 882 €	435 586 €	105 699 €	129 545 €	168 438 €	194 998 €	24 671 €	608,67 €	624,41 €
<b>VAR_19P S5</b>	518 595 €	458 117 €	108 978 €	133 585 €	166 802 €	193 103 €	228 €	632,03 €	624,59 €
<b>VAR_20P S5</b>	540 687 €	476 078 €	107 288 €	131 505 €	173 425 €	200 771 €	228 €	653,53 €	643,33 €
<b>VAR_21P S5</b>	497 322 €	440 822 €	104 735 €	128 359 €	168 882 €	195 511 €	24 446 €	613,38 €	627,86 €
<b>VAR_22P S5</b>	525 035 €	463 352 €	108 000 €	132 381 €	167 245 €	193 616 €	25 210 €	636,72 €	648,09 €
<b>VAR_23P S5</b>	547 126 €	481 313 €	106 324 €	130 319 €	173 868 €	201 284 €	24 818 €	658,24 €	666,52 €
<b>VAR_24P S5</b>	493 446 €	437 671 €	100 696 €	122 119 €	168 507 €	195 078 €	814 €	606,78 €	601,24 €
<b>VAR_25P S5</b>	521 159 €	460 202 €	103 912 €	126 100 €	166 870 €	193 183 €	802 €	630,09 €	620,82 €
<b>VAR_26P S5</b>	543 251 €	478 162 €	102 273 €	124 069 €	173 494 €	200 851 €	23 727 €	651,63 €	657,83 €
<b>VAR_27P S5</b>	499 886 €	442 906 €	99 732 €	120 933 €	168 950 €	195 591 €	814 €	611,49 €	604,87 €

Tabela X. 9 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_28P S5</b>	527 599 €	465 437 €	102 948 €	124 914 €	167 313 €	193 696 €	802 €	634,80 €	624,45 €
<b>VAR_29P S5</b>	549 690 €	483 398 €	101 309 €	122 883 €	173 937 €	201 364 €	23 501 €	656,34 €	661,28 €
<b>VAR_30P S5</b>	497 723 €	441 148 €	100 508 €	121 867 €	168 627 €	195 217 €	823 €	610,13 €	603,92 €
<b>VAR_31P S5</b>	525 435 €	463 678 €	103 723 €	125 849 €	166 990 €	193 322 €	811 €	633,44 €	623,50 €
<b>VAR_32P S5</b>	547 527 €	481 639 €	102 072 €	123 807 €	173 614 €	200 990 €	816 €	654,97 €	642,27 €
<b>VAR_33P S5</b>	504 162 €	446 383 €	99 544 €	120 681 €	169 070 €	195 730 €	823 €	614,84 €	607,55 €
<b>VAR_34P S5</b>	531 875 €	468 914 €	102 745 €	124 644 €	167 434 €	193 835 €	23 837 €	638,14 €	645,44 €
<b>VAR_35P S5</b>	553 967 €	486 874 €	101 094 €	122 603 €	174 057 €	201 503 €	816 €	659,67 €	645,89 €
<b>VAR_1P S6</b>	314 401 €	273 221 €	109 019 €	112 733 €	176 395 €	204 210 €	21 734 €	477,23 €	486,84 €
<b>VAR_2P S6</b>	342 113 €	295 752 €	111 134 €	114 470 €	174 758 €	202 315 €	22 130 €	499,66 €	504,96 €
<b>VAR_3P S6</b>	364 205 €	313 712 €	109 775 €	113 354 €	181 382 €	209 983 €	21 876 €	521,42 €	524,26 €
<b>VAR_4P S6</b>	248 322 €	219 498 €	125 548 €	126 312 €	166 579 €	192 845 €	24 834 €	430,00 €	448,33 €
<b>VAR_5P S6</b>	219 428 €	196 007 €	123 729 €	124 817 €	161 696 €	187 193 €	24 493 €	401,67 €	423,68 €
<b>VAR_6P S6</b>	223 704 €	199 484 €	123 563 €	124 681 €	161 816 €	187 332 €	24 462 €	405,04 €	426,42 €
<b>VAR_7P S6</b>	225 187 €	200 690 €	123 882 €	124 943 €	162 200 €	187 776 €	24 521 €	406,78 €	427,99 €
<b>VAR_8P S6</b>	231 627 €	205 925 €	123 102 €	124 303 €	162 643 €	188 289 €	24 375 €	411,64 €	431,94 €
<b>VAR_9P S6</b>	345 859 €	298 797 €	105 734 €	110 035 €	181 347 €	209 942 €	21 118 €	503,58 €	509,11 €
<b>VAR_10P S6</b>	373 571 €	321 327 €	108 345 €	112 180 €	179 710 €	208 047 €	21 607 €	526,41 €	527,63 €
<b>VAR_11P S6</b>	395 663 €	339 288 €	106 998 €	111 073 €	186 333 €	215 715 €	21 355 €	548,18 €	546,94 €
<b>VAR_12P S6</b>	348 423 €	300 881 €	102 261 €	107 181 €	181 415 €	210 021 €	20 466 €	502,91 €	508,05 €
<b>VAR_13P S6</b>	376 135 €	323 412 €	104 824 €	109 287 €	179 778 €	208 127 €	20 947 €	525,70 €	526,52 €

Tabela X. 10 – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos (Conclusão)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_14P S6</b>	398 227 €	341 373 €	103 513 €	108 210 €	186 402 €	215 795 €	20 701 €	547,50 €	545,86 €
<b>VAR_15P S6</b>	352 699 €	304 358 €	102 119 €	107 065 €	181 535 €	210 161 €	20 440 €	506,30 €	510,81 €
<b>VAR_16P S6</b>	380 412 €	326 888 €	104 683 €	109 171 €	179 899 €	208 266 €	20 920 €	529,09 €	529,29 €
<b>VAR_17P S6</b>	402 503 €	344 849 €	103 359 €	108 084 €	186 522 €	215 934 €	20 672 €	550,88 €	548,62 €
<b>VAR_18P S6</b>	354 182 €	305 564 €	101 280 €	106 376 €	181 919 €	210 605 €	20 282 €	507,12 €	511,45 €
<b>VAR_19P S6</b>	381 895 €	328 094 €	103 891 €	108 521 €	180 283 €	208 710 €	20 772 €	529,94 €	529,97 €
<b>VAR_20P S6</b>	403 987 €	346 055 €	102 544 €	107 414 €	186 906 €	216 378 €	20 519 €	551,72 €	549,27 €
<b>VAR_21P S6</b>	360 622 €	310 799 €	100 512 €	105 745 €	182 363 €	211 118 €	20 138 €	511,98 €	515,41 €
<b>VAR_22P S6</b>	388 335 €	333 330 €	103 111 €	107 880 €	180 726 €	209 223 €	20 626 €	534,80 €	533,91 €
<b>VAR_23P S6</b>	410 427 €	351 291 €	101 776 €	106 783 €	187 349 €	216 891 €	20 375 €	556,58 €	553,23 €
<b>VAR_24P S6</b>	356 746 €	307 648 €	97 806 €	103 522 €	181 988 €	210 685 €	19 631 €	506,45 €	510,38 €
<b>VAR_25P S6</b>	384 459 €	330 179 €	100 358 €	105 619 €	180 351 €	208 790 €	20 109 €	529,23 €	528,85 €
<b>VAR_26P S6</b>	406 551 €	348 140 €	99 059 €	104 551 €	186 975 €	216 458 €	19 866 €	551,04 €	548,20 €
<b>VAR_27P S6</b>	363 186 €	312 884 €	97 038 €	102 891 €	182 431 €	211 198 €	19 487 €	511,31 €	514,34 €
<b>VAR_28P S6</b>	390 899 €	335 414 €	99 590 €	104 988 €	180 795 €	209 303 €	19 965 €	534,09 €	532,81 €
<b>VAR_29P S6</b>	412 990 €	353 375 €	98 291 €	103 920 €	187 418 €	216 971 €	19 722 €	555,90 €	552,16 €
<b>VAR_30P S6</b>	361 023 €	311 125 €	97 665 €	103 406 €	182 108 €	210 824 €	19 604 €	509,83 €	513,15 €
<b>VAR_31P S6</b>	388 735 €	333 656 €	100 217 €	105 502 €	180 472 €	208 929 €	20 083 €	532,61 €	531,61 €
<b>VAR_32P S6</b>	410 827 €	351 616 €	98 905 €	104 425 €	187 095 €	216 597 €	19 837 €	554,41 €	550,95 €
<b>VAR_33P S6</b>	367 462 €	316 360 €	96 897 €	102 775 €	182 552 €	211 337 €	19 460 €	514,70 €	517,10 €
<b>VAR_34P S6</b>	395 175 €	338 891 €	99 437 €	104 861 €	180 915 €	209 442 €	19 937 €	537,47 €	535,56 €
<b>VAR_35P S6</b>	417 267 €	356 852 €	98 125 €	103 784 €	187 538 €	217 110 €	19 691 €	559,27 €	554,90 €

**Anexo XI – Custos associados aos pacotes de reabilitação e combinações de sistemas técnicos com contributo das renováveis**

Tabela XI. 1 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continua)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_1P S1</b>	439 585 €	392 941 €	-38 973 €	-28 989 €	170 655 €	197 565 €	20 567 €	454,52 €	463,12 €
<b>VAR_2P S1</b>	467 297 €	415 472 €	-37 177 €	-27 513 €	169 019 €	195 670 €	20 904 €	476,69 €	480,98 €
<b>VAR_3P S1</b>	472 049 €	411 624 €	-38 383 €	-28 504 €	175 642 €	203 338 €	20 678 €	498,58 €	500,41 €
<b>VAR_4P S1</b>	356 166 €	317 410 €	-24 379 €	-17 000 €	160 839 €	186 201 €	23 304 €	405,74 €	423,05 €
<b>VAR_5P S1</b>	344 612 €	315 727 €	-25 795 €	-18 163 €	155 956 €	180 548 €	23 039 €	377,74 €	398,73 €
<b>VAR_6P S1</b>	348 888 €	319 204 €	-25 939 €	-18 281 €	156 076 €	180 687 €	23 012 €	381,13 €	401,49 €
<b>VAR_7P S1</b>	350 371 €	320 410 €	-25 945 €	-18 286 €	156 460 €	181 132 €	23 011 €	382,61 €	402,80 €
<b>VAR_8P S1</b>	356 811 €	325 645 €	-26 637 €	-18 855 €	156 904 €	181 645 €	22 881 €	387,53 €	406,82 €
<b>VAR_9P S1</b>	471 043 €	418 517 €	-41 877 €	-31 374 €	175 607 €	203 297 €	20 022 €	481,17 €	485,70 €
<b>VAR_10P S1</b>	498 755 €	441 047 €	-39 560 €	-29 471 €	173 970 €	201 402 €	20 457 €	503,76 €	503,98 €
<b>VAR_11P S1</b>	520 847 €	459 008 €	-40 756 €	-30 454 €	180 594 €	209 070 €	20 233 €	525,66 €	523,41 €
<b>VAR_12P S1</b>	473 607 €	420 601 €	-44 506 €	-33 534 €	175 676 €	203 377 €	19 529 €	481,18 €	485,31 €
<b>VAR_13P S1</b>	501 319 €	443 132 €	-42 239 €	-31 671 €	174 039 €	201 482 €	19 955 €	503,73 €	503,55 €
<b>VAR_14P S1</b>	523 411 €	461 093 €	-43 397 €	-32 623 €	180 662 €	209 150 €	19 737 €	525,65 €	523,01 €
<b>VAR_15P S1</b>	477 883 €	424 078 €	-44 624 €	-33 631 €	175 796 €	203 516 €	19 507 €	484,58 €	488,09 €
<b>VAR_16P S1</b>	505 596 €	446 609 €	-42 357 €	-31 769 €	174 159 €	201 621 €	19 932 €	507,13 €	506,33 €
<b>VAR_17P S1</b>	527 687 €	464 569 €	-43 528 €	-32 731 €	180 783 €	209 289 €	19 713 €	529,05 €	525,78 €
<b>VAR_18P S1</b>	479 366 €	425 284 €	-45 831 €	-34 623 €	176 180 €	203 960 €	19 281 €	485,11 €	488,44 €
<b>VAR_19P S1</b>	507 079 €	447 815 €	-43 515 €	-32 720 €	174 543 €	202 065 €	19 715 €	507,70 €	506,72 €
<b>VAR_20P S1</b>	529 171 €	465 775 €	-44 711 €	-33 702 €	181 166 €	209 733 €	19 491 €	529,59 €	526,15 €
<b>VAR_21P S1</b>	485 806 €	430 519 €	-46 513 €	-35 183 €	176 623 €	204 473 €	19 153 €	490,04 €	492,46 €



Tabela XI. 2 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_22P S1</b>	513 519 €	453 050 €	-44 207 €	-33 289 €	174 986 €	202 579 €	19 585 €	512,62 €	510,73 €
<b>VAR_23P S1</b>	535 610 €	471 011 €	-45 393 €	-34 262 €	181 610 €	210 247 €	19 363 €	534,52 €	530,17 €
<b>VAR_24P S1</b>	481 930 €	427 368 €	-48 460 €	-36 783 €	176 248 €	204 040 €	18 788 €	485,11 €	488,05 €
<b>VAR_25P S1</b>	509 643 €	449 899 €	-46 204 €	-34 929 €	174 612 €	202 145 €	19 211 €	507,65 €	506,28 €
<b>VAR_26P S1</b>	531 735 €	467 860 €	-47 352 €	-35 872 €	181 235 €	209 813 €	18 996 €	529,58 €	525,75 €
<b>VAR_27P S1</b>	488 370 €	432 604 €	-49 142 €	-37 343 €	176 692 €	204 553 €	18 660 €	490,04 €	492,07 €
<b>VAR_28P S1</b>	516 083 €	455 135 €	-46 885 €	-35 489 €	175 055 €	202 658 €	19 083 €	512,58 €	510,30 €
<b>VAR_29P S1</b>	538 174 €	473 095 €	-48 034 €	-36 432 €	181 678 €	210 326 €	18 868 €	534,52 €	529,77 €
<b>VAR_30P S1</b>	486 207 €	430 845 €	-48 579 €	-36 880 €	176 369 €	204 179 €	18 765 €	488,51 €	490,83 €
<b>VAR_31P S1</b>	513 919 €	453 376 €	-46 322 €	-35 026 €	174 732 €	202 284 €	19 189 €	511,05 €	509,06 €
<b>VAR_32P S1</b>	536 011 €	471 337 €	-47 483 €	-35 980 €	181 355 €	209 952 €	18 971 €	532,98 €	528,52 €
<b>VAR_33P S1</b>	492 646 €	436 081 €	-49 261 €	-37 440 €	176 812 €	204 692 €	18 638 €	493,45 €	494,86 €
<b>VAR_34P S1</b>	520 359 €	458 611 €	-47 015 €	-35 595 €	175 175 €	202 797 €	19 059 €	515,98 €	513,08 €
<b>VAR_35P S1</b>	542 451 €	476 572 €	-48 175 €	-36 548 €	181 799 €	210 465 €	18 841 €	537,90 €	532,54 €
<b>VAR_1P S3</b>	416 281 €	372 093 €	85 593 €	107 891 €	192 685 €	223 068 €	27 751 €	552,61 €	581,45 €
<b>VAR_2P S3</b>	443 993 €	394 624 €	88 662 €	112 024 €	191 048 €	221 173 €	28 416 €	575,80 €	601,68 €
<b>VAR_3P S3</b>	448 745 €	390 776 €	86 802 €	109 669 €	197 671 €	228 841 €	28 021 €	597,17 €	619,89 €
<b>VAR_4P S3</b>	332 862 €	296 562 €	108 390 €	137 009 €	182 868 €	211 704 €	32 603 €	510,36 €	556,69 €
<b>VAR_5P S3</b>	321 308 €	294 879 €	105 469 €	132 702 €	177 985 €	206 051 €	31 950 €	481,16 €	529,56 €
<b>VAR_6P S3</b>	325 584 €	298 356 €	105 234 €	132 395 €	178 106 €	206 190 €	31 899 €	484,48 €	532,15 €
<b>VAR_7P S3</b>	327 067 €	299 562 €	106 296 €	134 620 €	178 490 €	206 635 €	32 174 €	486,81 €	535,45 €
<b>VAR_8P S3</b>	333 507 €	304 797 €	105 229 €	133 268 €	178 933 €	207 148 €	31 947 €	491,43 €	538,77 €

Tabela XI. 3 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_9P S3</b>	447 739 €	397 669 €	81 070 €	102 125 €	197 636 €	228 800 €	26 789 €	577,98 €	601,00 €
<b>VAR_10P S3</b>	475 451 €	420 199 €	84 648 €	106 662 €	195 999 €	226 905 €	27 548 €	601,57 €	621,64 €
<b>VAR_11P S3</b>	497 543 €	438 160 €	82 804 €	104 327 €	202 623 €	234 573 €	27 157 €	622,95 €	639,86 €
<b>VAR_12P S3</b>	450 303 €	399 753 €	75 334 €	93 477 €	197 705 €	228 880 €	25 494 €	575,51 €	594,81 €
<b>VAR_13P S3</b>	478 015 €	422 284 €	78 862 €	97 973 €	196 068 €	226 985 €	26 245 €	599,06 €	615,41 €
<b>VAR_14P S3</b>	500 107 €	440 245 €	77 056 €	95 669 €	202 692 €	234 653 €	25 860 €	620,47 €	633,66 €
<b>VAR_15P S3</b>	454 579 €	403 230 €	75 124 €	93 190 €	197 825 €	229 019 €	25 449 €	578,84 €	597,43 €
<b>VAR_16P S3</b>	482 292 €	425 761 €	78 653 €	97 686 €	196 188 €	227 124 €	26 199 €	602,40 €	618,02 €
<b>VAR_17P S3</b>	504 383 €	443 721 €	76 834 €	95 371 €	202 812 €	234 792 €	25 812 €	623,79 €	636,26 €
<b>VAR_18P S3</b>	456 062 €	404 436 €	74 974 €	94 405 €	198 209 €	229 463 €	25 495 €	580,21 €	599,74 €
<b>VAR_19P S3</b>	483 775 €	426 967 €	78 552 €	98 941 €	196 572 €	227 568 €	26 254 €	603,80 €	620,37 €
<b>VAR_20P S3</b>	505 867 €	444 927 €	76 708 €	96 606 €	203 196 €	235 236 €	25 863 €	625,18 €	638,60 €
<b>VAR_21P S3</b>	462 502 €	409 671 €	73 923 €	93 074 €	198 652 €	229 976 €	25 272 €	584,85 €	603,08 €
<b>VAR_22P S3</b>	490 215 €	432 202 €	77 484 €	97 589 €	197 015 €	228 082 €	26 028 €	608,43 €	623,69 €
<b>VAR_23P S3</b>	512 307 €	450 163 €	75 657 €	95 275 €	203 639 €	235 750 €	25 640 €	629,82 €	641,93 €
<b>VAR_24P S3</b>	458 626 €	406 520 €	69 238 €	85 757 €	198 278 €	229 543 €	24 200 €	577,74 €	593,55 €
<b>VAR_25P S3</b>	486 339 €	429 051 €	72 750 €	90 232 €	196 641 €	227 648 €	24 947 €	601,28 €	614,13 €
<b>VAR_26P S3</b>	508 431 €	447 012 €	70 959 €	87 948 €	203 264 €	235 316 €	24 566 €	622,70 €	632,40 €
<b>VAR_27P S3</b>	465 066 €	411 756 €	68 187 €	84 425 €	198 721 €	230 056 €	23 977 €	582,38 €	596,89 €
<b>VAR_28P S3</b>	492 779 €	434 287 €	71 699 €	88 901 €	197 084 €	228 161 €	24 724 €	605,92 €	617,46 €
<b>VAR_29P S3</b>	514 870 €	452 247 €	69 908 €	86 617 €	203 708 €	235 829 €	24 343 €	627,34 €	635,74 €
<b>VAR_30P S3</b>	462 903 €	409 997 €	69 028 €	85 469 €	198 398 €	229 682 €	24 155 €	581,07 €	596,17 €

Tabela XI. 4 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_31P S3</b>	490 615 €	432 528 €	72 540 €	89 945 €	196 761 €	227 787 €	24 902 €	604,61 €	616,74 €
<b>VAR_32P S3</b>	512 707 €	450 489 €	70 738 €	87 651 €	203 385 €	235 455 €	24 518 €	626,02 €	635,00 €
<b>VAR_33P S3</b>	469 342 €	415 233 €	67 977 €	84 138 €	198 841 €	230 195 €	23 932 €	585,71 €	599,50 €
<b>VAR_34P S3</b>	497 055 €	437 763 €	71 473 €	88 593 €	197 204 €	228 300 €	24 675 €	609,24 €	620,06 €
<b>VAR_35P S3</b>	519 147 €	455 724 €	69 670 €	86 299 €	203 828 €	235 968 €	24 292 €	630,65 €	638,32 €
<b>VAR_1P S4</b>	463 420 €	395 621 €	-36 516 €	-26 971 €	265 368 €	307 212 €	21 734 €	574,69 €	584,87 €
<b>VAR_2P S4</b>	491 133 €	418 151 €	-34 402 €	-25 233 €	263 731 €	305 317 €	22 130 €	597,11 €	602,98 €
<b>VAR_3P S4</b>	525 250 €	451 236 €	-35 760 €	-26 350 €	270 354 €	312 985 €	21 876 €	618,88 €	622,28 €
<b>VAR_4P S4</b>	409 366 €	357 022 €	-19 987 €	-13 392 €	255 551 €	295 847 €	24 834 €	527,45 €	546,35 €
<b>VAR_5P S4</b>	368 447 €	318 407 €	-21 807 €	-14 887 €	250 668 €	290 195 €	24 493 €	499,13 €	521,70 €
<b>VAR_6P S4</b>	372 723 €	321 884 €	-21 972 €	-15 023 €	250 789 €	290 334 €	24 462 €	502,50 €	524,45 €
<b>VAR_7P S4</b>	374 207 €	323 090 €	-21 653 €	-14 761 €	251 173 €	290 778 €	24 521 €	504,24 €	526,02 €
<b>VAR_8P S4</b>	380 646 €	328 325 €	-22 433 €	-15 401 €	251 616 €	291 291 €	24 375 €	509,09 €	529,97 €
<b>VAR_9P S4</b>	494 878 €	421 196 €	-39 801 €	-29 669 €	270 319 €	312 944 €	21 118 €	601,04 €	607,14 €
<b>VAR_10P S4</b>	522 591 €	443 727 €	-37 190 €	-27 524 €	268 682 €	311 049 €	21 607 €	623,86 €	625,66 €
<b>VAR_11P S4</b>	544 683 €	461 688 €	-38 537 €	-28 630 €	275 306 €	318 717 €	21 355 €	645,64 €	644,96 €
<b>VAR_12P S4</b>	497 442 €	423 281 €	-43 275 €	-32 523 €	270 388 €	313 023 €	20 466 €	600,37 €	606,07 €
<b>VAR_13P S4</b>	525 155 €	445 812 €	-40 711 €	-30 416 €	268 751 €	311 129 €	20 947 €	623,16 €	624,55 €
<b>VAR_14P S4</b>	577 307 €	501 580 €	-42 022 €	-31 494 €	275 374 €	318 796 €	20 701 €	644,96 €	643,89 €
<b>VAR_15P S4</b>	531 779 €	464 565 €	-43 416 €	-32 639 €	270 508 €	313 163 €	20 440 €	603,76 €	608,84 €
<b>VAR_16P S4</b>	529 431 €	449 288 €	-40 853 €	-30 533 €	268 871 €	311 268 €	20 920 €	626,54 €	627,31 €
<b>VAR_17P S4</b>	551 523 €	467 249 €	-42 176 €	-31 620 €	275 495 €	318 936 €	20 672 €	648,34 €	646,64 €

Tabela XI. 5 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_18P S4</b>	503 202 €	427 964 €	-44 255 €	-33 328 €	270 892 €	313 607 €	20 282 €	604,57 €	609,48 €
<b>VAR_19P S4</b>	530 914 €	450 494 €	-41 644 €	-31 183 €	269 255 €	311 712 €	20 772 €	627,40 €	627,99 €
<b>VAR_20P S4</b>	583 067 €	506 263 €	-42 991 €	-32 290 €	275 879 €	319 380 €	20 519 €	649,17 €	647,30 €
<b>VAR_21P S4</b>	509 641 €	433 199 €	-45 023 €	-33 959 €	271 335 €	314 120 €	20 138 €	609,44 €	613,43 €
<b>VAR_22P S4</b>	537 354 €	455 730 €	-42 424 €	-31 824 €	269 698 €	312 225 €	20 626 €	632,25 €	631,94 €
<b>VAR_23P S4</b>	559 446 €	473 691 €	-43 759 €	-32 920 €	276 322 €	319 893 €	20 375 €	654,04 €	651,26 €
<b>VAR_24P S4</b>	535 826 €	467 856 €	-47 729 €	-36 182 €	270 961 €	313 687 €	19 631 €	603,91 €	608,41 €
<b>VAR_25P S4</b>	563 539 €	490 386 €	-45 177 €	-34 085 €	269 324 €	311 792 €	20 109 €	626,68 €	626,88 €
<b>VAR_26P S4</b>	555 570 €	470 540 €	-46 476 €	-35 153 €	275 947 €	319 460 €	19 866 €	648,50 €	646,22 €
<b>VAR_27P S4</b>	542 266 €	473 091 €	-48 497 €	-36 813 €	271 404 €	314 200 €	19 487 €	608,77 €	612,37 €
<b>VAR_28P S4</b>	569 979 €	495 622 €	-45 945 €	-34 716 €	269 767 €	312 305 €	19 965 €	631,55 €	630,83 €
<b>VAR_29P S4</b>	562 010 €	475 775 €	-47 244 €	-35 784 €	276 391 €	319 973 €	19 722 €	653,36 €	650,18 €
<b>VAR_30P S4</b>	540 103 €	471 332 €	-47 871 €	-36 298 €	271 081 €	313 826 €	19 604 €	607,29 €	611,17 €
<b>VAR_31P S4</b>	567 816 €	493 863 €	-45 319 €	-34 202 €	269 444 €	311 931 €	20 083 €	630,07 €	629,64 €
<b>VAR_32P S4</b>	589 907 €	511 824 €	-46 630 €	-35 279 €	276 068 €	319 599 €	19 837 €	651,87 €	648,98 €
<b>VAR_33P S4</b>	546 542 €	476 568 €	-48 639 €	-36 929 €	271 524 €	314 339 €	19 460 €	612,16 €	615,13 €
<b>VAR_34P S4</b>	544 194 €	461 291 €	-46 098 €	-34 842 €	269 887 €	312 444 €	19 937 €	634,92 €	633,59 €
<b>VAR_35P S4</b>	596 347 €	517 059 €	-47 410 €	-35 920 €	276 511 €	320 112 €	19 691 €	656,73 €	652,93 €
<b>VAR_1P S5</b>	549 383 €	491 168 €	74 668 €	91 525 €	246 863 €	285 789 €	51 545 €	692,92 €	732,00 €
<b>VAR_2P S5</b>	577 096 €	513 699 €	77 437 €	95 158 €	245 226 €	283 894 €	53 385 €	715,87 €	752,77 €
<b>VAR_3P S5</b>	599 188 €	531 660 €	75 731 €	93 060 €	251 849 €	291 562 €	52 387 €	737,36 €	770,70 €
<b>VAR_4P S5</b>	483 304 €	437 445 €	95 528 €	117 417 €	237 046 €	274 425 €	63 966 €	649,13 €	710,70 €

Tabela XI. 6 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_5P S5	454 410 €	413 954 €	92 962 €	113 702 €	232 163 €	268 772 €	61 923 €	620,22 €	682,93 €
VAR_6P S5	458 686 €	417 431 €	92 749 €	113 430 €	232 284 €	268 911 €	61 789 €	623,55 €	685,48 €
VAR_7P S5	460 170 €	418 637 €	93 559 €	115 235 €	232 668 €	269 355 €	63 049 €	625,68 €	689,23 €
VAR_8P S5	466 609 €	423 873 €	92 580 €	114 031 €	233 111 €	269 869 €	62 476 €	630,38 €	692,39 €
VAR_9P S5	580 841 €	516 744 €	70 528 €	86 396 €	251 814 €	291 521 €	49 090 €	718,60 €	750,87 €
VAR_10P S5	608 554 €	539 274 €	73 807 €	90 436 €	250 177 €	289 626 €	51 013 €	741,95 €	772,04 €
VAR_11P S5	630 646 €	557 235 €	72 117 €	88 356 €	256 801 €	297 294 €	50 024 €	763,45 €	789,99 €
VAR_12P S5	583 405 €	518 828 €	65 525 €	78 970 €	251 883 €	291 601 €	44 929 €	716,71 €	743,38 €
VAR_13P S5	611 118 €	541 359 €	68 755 €	82 970 €	250 246 €	289 706 €	46 843 €	740,03 €	764,50 €
VAR_14P S5	633 210 €	559 320 €	67 102 €	80 920 €	256 870 €	297 374 €	45 861 €	761,56 €	782,48 €
VAR_15P S5	587 681 €	522 305 €	65 337 €	78 718 €	252 003 €	291 740 €	44 799 €	720,06 €	745,95 €
VAR_16P S5	615 394 €	544 836 €	68 567 €	82 718 €	250 366 €	289 845 €	46 713 €	743,38 €	767,07 €
VAR_17P S5	637 486 €	562 796 €	66 901 €	80 659 €	256 990 €	297 513 €	45 729 €	764,90 €	785,04 €
VAR_18P S5	589 165 €	523 511 €	64 937 €	79 518 €	252 387 €	292 184 €	45 820 €	721,23 €	748,71 €
VAR_19P S5	616 878 €	546 042 €	68 217 €	83 558 €	250 750 €	290 289 €	32 874 €	744,58 €	758,04 €
VAR_20P S5	638 969 €	564 003 €	66 526 €	81 478 €	257 374 €	297 957 €	32 281 €	766,09 €	776,31 €
VAR_21P S5	595 604 €	528 746 €	63 973 €	78 332 €	252 830 €	292 697 €	45 256 €	725,94 €	751,89 €
VAR_22P S5	623 317 €	551 277 €	67 238 €	82 354 €	251 193 €	290 802 €	47 171 €	749,28 €	773,03 €
VAR_23P S5	645 409 €	569 238 €	65 562 €	80 292 €	257 817 €	298 470 €	46 191 €	770,79 €	791,01 €
VAR_24P S5	591 729 €	525 596 €	59 934 €	72 092 €	252 456 €	292 264 €	29 457 €	719,34 €	731,51 €
VAR_25P S5	619 442 €	548 126 €	63 150 €	76 073 €	250 819 €	290 369 €	30 596 €	742,65 €	752,00 €
VAR_26P S5	641 533 €	566 087 €	61 511 €	74 042 €	257 442 €	298 037 €	42 591 €	764,19 €	780,32 €

Tabela XI. 7 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_27P S5</b>	598 168 €	530 831 €	58 971 €	70 906 €	252 899 €	292 777 €	29 119 €	724,05 €	734,87 €
<b>VAR_28P S5</b>	625 881 €	553 362 €	62 186 €	74 887 €	251 262 €	290 882 €	30 258 €	747,36 €	755,36 €
<b>VAR_29P S5</b>	647 973 €	571 322 €	60 547 €	72 856 €	257 886 €	298 550 €	42 027 €	768,90 €	783,50 €
<b>VAR_30P S5</b>	596 005 €	529 072 €	59 746 €	71 840 €	252 576 €	292 403 €	29 383 €	722,69 €	734,12 €
<b>VAR_31P S5</b>	623 718 €	551 603 €	62 962 €	75 822 €	250 939 €	290 508 €	30 522 €	746,00 €	754,62 €
<b>VAR_32P S5</b>	645 810 €	569 564 €	61 311 €	73 780 €	257 563 €	298 176 €	29 939 €	767,53 €	772,92 €
<b>VAR_33P S5</b>	602 445 €	534 308 €	58 782 €	70 654 €	253 019 €	292 916 €	29 045 €	727,40 €	737,49 €
<b>VAR_34P S5</b>	630 158 €	556 838 €	61 983 €	74 618 €	251 382 €	291 021 €	42 862 €	750,69 €	768,05 €
<b>VAR_35P S5</b>	652 249 €	574 799 €	60 332 €	72 576 €	258 006 €	298 689 €	29 595 €	772,23 €	776,26 €
<b>VAR_1P S6</b>	445 057 €	379 446 €	-32 753 €	-23 879 €	260 788 €	301 910 €	21 734 €	535,53 €	540,40 €
<b>VAR_2P S6</b>	472 770 €	401 976 €	-30 638 €	-22 141 €	259 151 €	300 015 €	22 130 €	557,96 €	558,51 €
<b>VAR_3P S6</b>	506 887 €	435 061 €	-31 996 €	-23 257 €	265 774 €	307 683 €	21 876 €	589,29 €	589,85 €
<b>VAR_4P S6</b>	391 003 €	340 847 €	-16 223 €	-10 300 €	250 971 €	290 545 €	24 834 €	497,86 €	513,92 €
<b>VAR_5P S6</b>	350 084 €	302 232 €	-18 043 €	-11 795 €	246 089 €	284 893 €	24 493 €	459,98 €	477,23 €
<b>VAR_6P S6</b>	354 360 €	305 708 €	-18 208 €	-11 931 €	246 209 €	285 032 €	24 462 €	463,34 €	479,98 €
<b>VAR_7P S6</b>	355 844 €	306 915 €	-17 889 €	-11 669 €	246 593 €	285 476 €	24 521 €	465,08 €	481,55 €
<b>VAR_8P S6</b>	362 283 €	312 150 €	-18 669 €	-12 309 €	247 036 €	285 989 €	24 375 €	469,94 €	485,50 €
<b>VAR_9P S6</b>	476 515 €	405 021 €	-36 037 €	-26 577 €	265 739 €	307 642 €	21 118 €	561,89 €	562,67 €
<b>VAR_10P S6</b>	504 228 €	427 552 €	-33 426 €	-24 432 €	264 102 €	305 747 €	21 607 €	584,71 €	581,19 €
<b>VAR_11P S6</b>	526 320 €	445 513 €	-34 773 €	-25 538 €	270 726 €	313 415 €	21 355 €	606,48 €	600,49 €
<b>VAR_12P S6</b>	479 079 €	407 106 €	-39 511 €	-29 431 €	265 808 €	307 721 €	20 466 €	561,22 €	561,60 €
<b>VAR_13P S6</b>	506 792 €	429 636 €	-36 947 €	-27 324 €	264 171 €	305 827 €	20 947 €	584,00 €	580,08 €

Tabela XI. 8 – Custos associados às medidas de reabilitação ST1 (Conclusão)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_14P S6	558 248 €	484 530 €	-38 258 €	-28 402 €	270 795 €	313 494 €	20 701 €	629,17 €	628,80 €
VAR_15P S6	512 720 €	447 515 €	-39 652 €	-29 547 €	265 928 €	307 861 €	20 440 €	587,97 €	593,75 €
VAR_16P S6	511 068 €	433 113 €	-37 089 €	-27 441 €	264 291 €	305 966 €	20 920 €	587,39 €	582,84 €
VAR_17P S6	533 160 €	451 074 €	-38 412 €	-28 528 €	270 915 €	313 634 €	20 672 €	609,18 €	602,17 €
VAR_18P S6	484 839 €	411 788 €	-40 491 €	-30 236 €	266 312 €	308 305 €	20 282 €	565,42 €	565,01 €
VAR_19P S6	512 552 €	434 319 €	-37 880 €	-28 091 €	264 675 €	306 410 €	20 772 €	588,24 €	583,52 €
VAR_20P S6	564 008 €	489 212 €	-39 227 €	-29 198 €	271 299 €	314 078 €	20 519 €	633,38 €	632,22 €
VAR_21P S6	491 278 €	417 024 €	-41 259 €	-30 867 €	266 755 €	308 818 €	20 138 €	570,29 €	568,96 €
VAR_22P S6	518 991 €	439 555 €	-38 660 €	-28 732 €	265 118 €	306 923 €	20 626 €	593,10 €	587,47 €
VAR_23P S6	541 083 €	457 515 €	-39 995 €	-29 828 €	271 742 €	314 591 €	20 375 €	614,88 €	606,79 €
VAR_24P S6	516 768 €	450 805 €	-43 965 €	-33 090 €	266 381 €	308 385 €	19 631 €	588,11 €	593,32 €
VAR_25P S6	544 480 €	473 336 €	-41 413 €	-30 993 €	264 744 €	306 490 €	20 109 €	610,89 €	611,79 €
VAR_26P S6	537 207 €	454 364 €	-42 713 €	-32 061 €	271 368 €	314 158 €	19 866 €	609,34 €	601,75 €
VAR_27P S6	523 207 €	456 041 €	-44 733 €	-33 721 €	266 824 €	308 898 €	19 487 €	592,98 €	597,28 €
VAR_28P S6	550 920 €	478 572 €	-42 181 €	-31 624 €	265 187 €	307 003 €	19 965 €	615,76 €	615,75 €
VAR_29P S6	543 647 €	459 600 €	-43 481 €	-32 692 €	271 811 €	314 671 €	19 722 €	614,21 €	605,71 €
VAR_30P S6	521 044 €	454 282 €	-44 107 €	-33 206 €	266 501 €	308 524 €	19 604 €	591,50 €	596,09 €
VAR_31P S6	548 757 €	476 813 €	-41 555 €	-31 110 €	264 864 €	306 629 €	20 083 €	614,28 €	614,55 €
VAR_32P S6	570 849 €	494 774 €	-42 866 €	-32 187 €	271 488 €	314 297 €	19 837 €	636,08 €	633,89 €
VAR_33P S6	527 484 €	459 518 €	-44 875 €	-33 837 €	266 944 €	309 037 €	19 460 €	596,36 €	600,04 €
VAR_34P S6	525 831 €	445 116 €	-42 335 €	-31 750 €	265 307 €	307 142 €	19 937 €	595,77 €	589,12 €
VAR_35P S6	577 288 €	500 009 €	-43 646 €	-32 828 €	271 931 €	314 810 €	19 691 €	640,94 €	637,84 €

Tabela XI. 9 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continua)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_1P S1</b>	398 735 €	356 397 €	-42 737 €	-32 081 €	142 670 €	165 167 €	20 567 €	396,75 €	405,81 €
<b>VAR_2P S1</b>	426 448 €	378 927 €	-40 941 €	-30 605 €	141 033 €	163 272 €	20 904 €	418,93 €	423,67 €
<b>VAR_3P S1</b>	440 300 €	386 524 €	-42 147 €	-31 596 €	147 657 €	170 940 €	20 678 €	434,26 €	434,85 €
<b>VAR_4P S1</b>	324 416 €	292 310 €	-28 143 €	-20 092 €	132 854 €	153 803 €	23 304 €	341,42 €	357,50 €
<b>VAR_5P S1</b>	303 762 €	279 183 €	-29 559 €	-21 255 €	127 971 €	148 150 €	23 039 €	319,98 €	341,42 €
<b>VAR_6P S1</b>	308 039 €	282 660 €	-29 702 €	-21 373 €	128 091 €	148 289 €	23 012 €	323,36 €	344,18 €
<b>VAR_7P S1</b>	309 522 €	283 866 €	-29 709 €	-21 378 €	128 475 €	148 734 €	23 011 €	324,85 €	345,49 €
<b>VAR_8P S1</b>	315 962 €	289 101 €	-30 401 €	-21 947 €	128 918 €	149 247 €	22 881 €	329,77 €	349,50 €
<b>VAR_9P S1</b>	430 193 €	381 972 €	-45 641 €	-34 466 €	147 622 €	170 899 €	20 022 €	423,41 €	428,39 €
<b>VAR_10P S1</b>	457 906 €	404 503 €	-43 324 €	-32 563 €	145 985 €	169 004 €	20 457 €	446,00 €	446,67 €
<b>VAR_11P S1</b>	479 998 €	422 464 €	-44 520 €	-33 546 €	152 609 €	176 672 €	20 233 €	467,90 €	466,10 €
<b>VAR_12P S1</b>	432 757 €	384 057 €	-48 270 €	-36 626 €	147 690 €	170 979 €	19 529 €	423,42 €	428,00 €
<b>VAR_13P S1</b>	460 470 €	406 588 €	-46 002 €	-34 763 €	146 054 €	169 084 €	19 955 €	445,97 €	446,24 €
<b>VAR_14P S1</b>	482 562 €	424 548 €	-47 161 €	-35 715 €	152 677 €	176 752 €	19 737 €	467,89 €	465,70 €
<b>VAR_15P S1</b>	437 034 €	387 534 €	-48 388 €	-36 723 €	147 811 €	171 118 €	19 507 €	426,82 €	430,78 €
<b>VAR_16P S1</b>	464 746 €	410 064 €	-46 121 €	-34 861 €	146 174 €	169 223 €	19 932 €	449,37 €	449,02 €
<b>VAR_17P S1</b>	486 838 €	428 025 €	-47 292 €	-35 823 €	152 797 €	176 891 €	19 713 €	471,28 €	468,47 €
<b>VAR_18P S1</b>	438 517 €	388 740 €	-49 595 €	-37 715 €	148 195 €	171 563 €	19 281 €	427,34 €	431,12 €
<b>VAR_19P S1</b>	466 230 €	411 270 €	-47 279 €	-35 812 €	146 558 €	169 668 €	19 715 €	449,93 €	449,40 €
<b>VAR_20P S1</b>	488 322 €	429 231 €	-48 475 €	-36 794 €	153 181 €	177 336 €	19 491 €	471,83 €	468,83 €
<b>VAR_21P S1</b>	444 957 €	393 975 €	-50 277 €	-38 275 €	148 638 €	172 076 €	19 153 €	432,28 €	435,15 €



Tabela XI. 10 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_22P S1</b>	472 669 €	416 506 €	-47 971 €	-36 381 €	147 001 €	170 181 €	19 585 €	454,86 €	453,42 €
<b>VAR_23P S1</b>	494 761 €	434 467 €	-49 156 €	-37 354 €	153 625 €	177 849 €	19 363 €	476,76 €	472,86 €
<b>VAR_24P S1</b>	441 081 €	390 824 €	-52 224 €	-39 875 €	148 263 €	171 642 €	18 788 €	427,35 €	430,74 €
<b>VAR_25P S1</b>	468 794 €	413 355 €	-49 967 €	-38 021 €	146 627 €	169 747 €	19 211 €	449,89 €	448,97 €
<b>VAR_26P S1</b>	490 886 €	431 316 €	-51 116 €	-38 964 €	153 250 €	177 415 €	18 996 €	471,82 €	468,44 €
<b>VAR_27P S1</b>	447 521 €	396 060 €	-52 906 €	-40 435 €	148 707 €	172 155 €	18 660 €	432,28 €	434,76 €
<b>VAR_28P S1</b>	475 233 €	418 590 €	-50 649 €	-38 581 €	147 070 €	170 260 €	19 083 €	454,82 €	452,99 €
<b>VAR_29P S1</b>	497 325 €	436 551 €	-51 798 €	-39 524 €	153 693 €	177 928 €	18 868 €	476,76 €	472,46 €
<b>VAR_30P S1</b>	445 357 €	394 301 €	-52 343 €	-39 972 €	148 384 €	171 781 €	18 765 €	430,75 €	433,52 €
<b>VAR_31P S1</b>	473 070 €	416 832 €	-50 086 €	-38 118 €	146 747 €	169 886 €	19 189 €	453,29 €	451,75 €
<b>VAR_32P S1</b>	495 162 €	434 792 €	-51 247 €	-39 072 €	153 370 €	177 554 €	18 971 €	475,22 €	471,21 €
<b>VAR_33P S1</b>	451 797 €	399 536 €	-53 025 €	-40 532 €	148 827 €	172 294 €	18 638 €	435,68 €	437,54 €
<b>VAR_34P S1</b>	479 510 €	422 067 €	-50 778 €	-38 687 €	147 190 €	170 399 €	19 059 €	458,22 €	455,77 €
<b>VAR_35P S1</b>	501 602 €	440 028 €	-51 939 €	-39 640 €	153 814 €	178 067 €	18 841 €	480,14 €	475,22 €
<b>VAR_1P S3</b>	366 694 €	327 732 €	40 314 €	50 548 €	164 209 €	190 102 €	27 751 €	454,48 €	474,30 €
<b>VAR_2P S3</b>	394 407 €	350 263 €	43 384 €	54 681 €	162 572 €	188 207 €	28 416 €	477,66 €	494,54 €
<b>VAR_3P S3</b>	408 258 €	357 860 €	41 524 €	52 326 €	169 195 €	195 875 €	28 021 €	492,48 €	504,49 €
<b>VAR_4P S3</b>	292 375 €	263 646 €	63 111 €	79 665 €	154 392 €	178 737 €	32 603 €	405,67 €	441,30 €
<b>VAR_5P S3</b>	271 721 €	250 518 €	60 190 €	75 359 €	149 509 €	173 085 €	31 950 €	383,03 €	422,41 €
<b>VAR_6P S3</b>	275 997 €	253 995 €	59 956 €	75 051 €	149 630 €	173 224 €	31 899 €	386,34 €	425,00 €
<b>VAR_7P S3</b>	277 481 €	255 201 €	61 018 €	77 276 €	150 014 €	173 668 €	32 174 €	388,67 €	428,30 €
<b>VAR_8P S3</b>	283 920 €	260 437 €	59 950 €	75 925 €	150 457 €	174 181 €	31 947 €	393,30 €	431,62 €

Tabela XI. 11 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_9P S3</b>	398 152 €	353 308 €	35 792 €	44 782 €	169 160 €	195 834 €	26 789 €	479,85 €	493,86 €
<b>VAR_10P S3</b>	425 865 €	375 839 €	39 369 €	49 318 €	167 523 €	193 939 €	27 548 €	503,44 €	514,49 €
<b>VAR_11P S3</b>	447 957 €	393 799 €	37 526 €	46 984 €	174 147 €	201 607 €	27 157 €	524,82 €	532,71 €
<b>VAR_12P S3</b>	400 716 €	355 392 €	30 055 €	36 134 €	169 229 €	195 913 €	25 494 €	477,38 €	487,67 €
<b>VAR_13P S3</b>	428 429 €	377 923 €	33 584 €	40 630 €	167 592 €	194 018 €	26 245 €	500,93 €	508,26 €
<b>VAR_14P S3</b>	450 521 €	395 884 €	31 777 €	38 325 €	174 216 €	201 686 €	25 860 €	522,34 €	526,51 €
<b>VAR_15P S3</b>	404 992 €	358 869 €	29 846 €	35 847 €	169 349 €	196 053 €	25 449 €	480,71 €	490,28 €
<b>VAR_16P S3</b>	432 705 €	381 400 €	33 374 €	40 342 €	167 712 €	194 158 €	26 199 €	504,26 €	510,87 €
<b>VAR_17P S3</b>	454 797 €	399 361 €	31 555 €	38 028 €	174 336 €	201 826 €	25 812 €	525,66 €	529,11 €
<b>VAR_18P S3</b>	406 476 €	360 075 €	29 696 €	37 061 €	169 733 €	196 497 €	25 495 €	482,07 €	492,60 €
<b>VAR_19P S3</b>	434 189 €	382 606 €	33 273 €	41 598 €	168 096 €	194 602 €	26 254 €	505,67 €	513,23 €
<b>VAR_20P S3</b>	456 280 €	400 567 €	31 430 €	39 263 €	174 720 €	202 270 €	25 863 €	527,05 €	531,45 €
<b>VAR_21P S3</b>	412 915 €	365 311 €	28 645 €	35 730 €	170 176 €	197 010 €	25 272 €	486,71 €	495,93 €
<b>VAR_22P S3</b>	440 628 €	387 841 €	32 206 €	40 246 €	168 539 €	195 115 €	26 028 €	510,29 €	516,55 €
<b>VAR_23P S3</b>	462 720 €	405 802 €	30 379 €	37 932 €	175 163 €	202 783 €	25 640 €	531,69 €	534,79 €
<b>VAR_24P S3</b>	409 040 €	362 160 €	23 959 €	28 413 €	169 802 €	196 577 €	24 200 €	479,60 €	486,41 €
<b>VAR_25P S3</b>	436 753 €	384 690 €	27 471 €	32 889 €	168 165 €	194 682 €	24 947 €	503,15 €	506,98 €
<b>VAR_26P S3</b>	458 844 €	402 651 €	25 681 €	30 605 €	174 788 €	202 350 €	24 566 €	524,57 €	525,25 €
<b>VAR_27P S3</b>	415 479 €	367 395 €	22 908 €	27 082 €	170 245 €	197 090 €	23 977 €	484,24 €	489,74 €
<b>VAR_28P S3</b>	443 192 €	389 926 €	26 420 €	31 558 €	168 608 €	195 195 €	24 724 €	507,79 €	510,32 €
<b>VAR_29P S3</b>	465 284 €	407 887 €	24 630 €	29 274 €	175 232 €	202 863 €	24 343 €	529,21 €	528,59 €
<b>VAR_30P S3</b>	413 316 €	365 636 €	23 750 €	28 126 €	169 922 €	196 716 €	24 155 €	482,94 €	489,02 €

Tabela XI. 12 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_31P S3</b>	441 029 €	388 167 €	27 262 €	32 601 €	168 285 €	194 821 €	24 902 €	506,48 €	509,59 €
<b>VAR_32P S3</b>	463 121 €	406 128 €	25 459 €	30 307 €	174 909 €	202 489 €	24 518 €	527,89 €	527,85 €
<b>VAR_33P S3</b>	419 756 €	370 872 €	22 699 €	26 795 €	170 365 €	197 229 €	23 932 €	487,58 €	492,36 €
<b>VAR_34P S3</b>	447 468 €	393 402 €	26 195 €	31 250 €	168 728 €	195 334 €	24 675 €	511,10 €	512,91 €
<b>VAR_35P S3</b>	469 560 €	411 363 €	24 392 €	28 956 €	175 352 €	203 002 €	24 292 €	532,52 €	531,17 €
<b>VAR_1P S4</b>	426 971 €	365 988 €	-36 516 €	-26 971 €	237 382 €	274 814 €	21 734 €	499,52 €	505,67 €
<b>VAR_2P S4</b>	454 684 €	388 518 €	-34 402 €	-25 233 €	235 746 €	272 919 €	22 130 €	521,95 €	523,79 €
<b>VAR_3P S4</b>	490 404 €	423 620 €	-35 760 €	-26 350 €	242 369 €	280 587 €	21 876 €	554,56 €	556,73 €
<b>VAR_4P S4</b>	374 521 €	329 406 €	-19 987 €	-13 392 €	227 566 €	263 450 €	24 834 €	463,13 €	480,80 €
<b>VAR_5P S4</b>	331 998 €	288 774 €	-21 807 €	-14 887 €	222 683 €	257 797 €	24 493 €	423,97 €	442,51 €
<b>VAR_6P S4</b>	336 275 €	292 251 €	-21 972 €	-15 023 €	222 803 €	257 936 €	24 462 €	427,34 €	445,25 €
<b>VAR_7P S4</b>	337 758 €	293 457 €	-21 653 €	-14 761 €	223 187 €	258 380 €	24 521 €	429,08 €	446,82 €
<b>VAR_8P S4</b>	344 198 €	298 692 €	-22 433 €	-15 401 €	223 631 €	258 893 €	24 375 €	433,93 €	450,77 €
<b>VAR_9P S4</b>	458 429 €	391 563 €	-39 801 €	-29 669 €	242 334 €	280 546 €	21 118 €	525,88 €	527,94 €
<b>VAR_10P S4</b>	486 142 €	414 094 €	-37 190 €	-27 524 €	240 697 €	278 651 €	21 607 €	548,70 €	546,46 €
<b>VAR_11P S4</b>	508 234 €	432 055 €	-38 537 €	-28 630 €	247 321 €	286 319 €	21 355 €	570,48 €	565,77 €
<b>VAR_12P S4</b>	460 993 €	393 648 €	-43 275 €	-32 523 €	242 403 €	280 626 €	20 466 €	525,21 €	526,88 €
<b>VAR_13P S4</b>	488 706 €	416 178 €	-40 711 €	-30 416 €	240 766 €	278 731 €	20 947 €	548,00 €	545,35 €
<b>VAR_14P S4</b>	532 667 €	461 644 €	-42 022 €	-31 494 €	247 389 €	286 399 €	20 701 €	587,20 €	586,58 €
<b>VAR_15P S4</b>	487 138 €	424 629 €	-43 416 €	-32 639 €	242 523 €	280 765 €	20 440 €	546,00 €	551,52 €
<b>VAR_16P S4</b>	492 982 €	419 655 €	-40 853 €	-30 533 €	240 886 €	278 870 €	20 920 €	551,38 €	548,12 €
<b>VAR_17P S4</b>	515 074 €	437 616 €	-42 176 €	-31 620 €	247 510 €	286 538 €	20 672 €	573,18 €	567,45 €

Tabela XI. 13 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_18P S4</b>	466 753 €	398 331 €	-44 255 €	-33 328 €	242 907 €	281 209 €	20 282 €	529,41 €	530,28 €
<b>VAR_19P S4</b>	494 466 €	420 861 €	-41 644 €	-31 183 €	241 270 €	279 314 €	20 772 €	552,24 €	548,80 €
<b>VAR_20P S4</b>	538 426 €	466 327 €	-42 991 €	-32 290 €	247 894 €	286 982 €	20 519 €	591,41 €	589,99 €
<b>VAR_21P S4</b>	473 193 €	403 566 €	-45 023 €	-33 959 €	243 350 €	281 722 €	20 138 €	534,28 €	534,24 €
<b>VAR_22P S4</b>	500 905 €	426 097 €	-42 424 €	-31 824 €	241 713 €	279 827 €	20 626 €	557,09 €	552,74 €
<b>VAR_23P S4</b>	522 997 €	444 057 €	-43 759 €	-32 920 €	248 337 €	287 495 €	20 375 €	578,88 €	572,06 €
<b>VAR_24P S4</b>	491 186 €	427 920 €	-47 729 €	-36 182 €	242 976 €	281 289 €	19 631 €	546,14 €	551,10 €
<b>VAR_25P S4</b>	518 899 €	450 450 €	-45 177 €	-34 085 €	241 339 €	279 394 €	20 109 €	568,92 €	569,56 €
<b>VAR_26P S4</b>	519 121 €	440 906 €	-46 476 €	-35 153 €	247 962 €	287 062 €	19 866 €	573,33 €	567,03 €
<b>VAR_27P S4</b>	497 625 €	433 155 €	-48 497 €	-36 813 €	243 419 €	281 802 €	19 487 €	551,01 €	555,05 €
<b>VAR_28P S4</b>	525 338 €	455 686 €	-45 945 €	-34 716 €	241 782 €	279 907 €	19 965 €	573,79 €	573,52 €
<b>VAR_29P S4</b>	525 561 €	446 142 €	-47 244 €	-35 784 €	248 405 €	287 575 €	19 722 €	578,20 €	570,99 €
<b>VAR_30P S4</b>	495 462 €	431 396 €	-47 871 €	-36 298 €	243 096 €	281 428 €	19 604 €	549,53 €	553,86 €
<b>VAR_31P S4</b>	523 175 €	453 927 €	-45 319 €	-34 202 €	241 459 €	279 533 €	20 083 €	572,31 €	572,33 €
<b>VAR_32P S4</b>	545 267 €	471 888 €	-46 630 €	-35 279 €	248 082 €	287 201 €	19 837 €	594,11 €	591,67 €
<b>VAR_33P S4</b>	501 902 €	436 632 €	-48 639 €	-36 929 €	243 539 €	281 941 €	19 460 €	554,39 €	557,82 €
<b>VAR_34P S4</b>	507 746 €	431 658 €	-46 098 €	-34 842 €	241 902 €	280 046 €	19 937 €	559,76 €	554,39 €
<b>VAR_35P S4</b>	551 706 €	477 123 €	-47 410 €	-35 920 €	248 526 €	287 714 €	19 691 €	598,97 €	595,61 €
<b>VAR_1P S5</b>	496 005 €	443 416 €	74 668 €	91 525 €	215 148 €	249 073 €	51 545 €	625,22 €	664,79 €
<b>VAR_2P S5</b>	523 718 €	465 946 €	77 437 €	95 158 €	213 511 €	247 178 €	53 385 €	648,17 €	685,57 €
<b>VAR_3P S5</b>	545 810 €	483 907 €	75 731 €	93 060 €	220 135 €	254 846 €	52 387 €	669,66 €	703,49 €
<b>VAR_4P S5</b>	429 926 €	389 693 €	95 528 €	117 417 €	205 332 €	237 709 €	63 966 €	581,43 €	643,49 €

Tabela XI. 14 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_5P S5</b>	401 032 €	366 202 €	92 962 €	113 702 €	200 449 €	232 056 €	61 923 €	552,52 €	615,72 €
<b>VAR_6P S5</b>	405 309 €	369 678 €	92 749 €	113 430 €	200 569 €	232 196 €	61 789 €	555,85 €	618,28 €
<b>VAR_7P S5</b>	406 792 €	370 885 €	93 559 €	115 235 €	200 953 €	232 640 €	63 049 €	557,98 €	622,03 €
<b>VAR_8P S5</b>	413 232 €	376 120 €	92 580 €	114 031 €	201 396 €	233 153 €	62 476 €	562,67 €	625,19 €
<b>VAR_9P S5</b>	527 463 €	468 991 €	70 528 €	86 396 €	220 100 €	254 806 €	49 090 €	650,89 €	683,67 €
<b>VAR_10P S5</b>	555 176 €	491 522 €	73 807 €	90 436 €	218 463 €	252 911 €	51 013 €	674,25 €	704,83 €
<b>VAR_11P S5</b>	577 268 €	509 483 €	72 117 €	88 356 €	225 086 €	260 579 €	50 024 €	695,75 €	722,78 €
<b>VAR_12P S5</b>	530 027 €	471 076 €	65 525 €	78 970 €	220 168 €	254 885 €	44 929 €	649,01 €	676,17 €
<b>VAR_13P S5</b>	557 740 €	493 606 €	68 755 €	82 970 €	218 532 €	252 990 €	46 843 €	672,33 €	697,29 €
<b>VAR_14P S5</b>	579 832 €	511 567 €	67 102 €	80 920 €	225 155 €	260 658 €	45 861 €	693,86 €	715,27 €
<b>VAR_15P S5</b>	534 304 €	474 552 €	65 337 €	78 718 €	220 289 €	255 024 €	44 799 €	652,36 €	678,75 €
<b>VAR_16P S5</b>	562 016 €	497 083 €	68 567 €	82 718 €	218 652 €	253 129 €	46 713 €	675,67 €	699,87 €
<b>VAR_17P S5</b>	584 108 €	515 044 €	66 901 €	80 659 €	225 275 €	260 797 €	45 729 €	697,20 €	717,84 €
<b>VAR_18P S5</b>	535 787 €	475 758 €	64 937 €	79 518 €	220 672 €	255 469 €	45 820 €	653,53 €	681,51 €
<b>VAR_19P S5</b>	563 500 €	498 289 €	68 217 €	83 558 €	219 036 €	253 574 €	32 874 €	676,88 €	690,84 €
<b>VAR_20P S5</b>	585 591 €	516 250 €	66 526 €	81 478 €	225 659 €	261 242 €	32 281 €	698,38 €	709,10 €
<b>VAR_21P S5</b>	542 227 €	480 994 €	63 973 €	78 332 €	221 116 €	255 982 €	45 256 €	658,23 €	684,69 €
<b>VAR_22P S5</b>	569 939 €	503 525 €	67 238 €	82 354 €	219 479 €	254 087 €	47 171 €	681,58 €	705,83 €
<b>VAR_23P S5</b>	592 031 €	521 485 €	65 562 €	80 292 €	226 102 €	261 755 €	46 191 €	703,09 €	723,80 €
<b>VAR_24P S5</b>	538 351 €	477 843 €	59 934 €	72 092 €	220 741 €	255 548 €	29 457 €	651,64 €	664,30 €
<b>VAR_25P S5</b>	566 064 €	500 374 €	63 150 €	76 073 €	219 104 €	253 654 €	30 596 €	674,95 €	684,79 €
<b>VAR_26P S5</b>	588 155 €	518 334 €	61 511 €	74 042 €	225 728 €	261 321 €	42 591 €	696,49 €	713,11 €

Tabela XI. 15 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
<b>VAR_27P S5</b>	544 790 €	483 078 €	58 971 €	70 906 €	221 184 €	256 062 €	29 119 €	656,35 €	667,66 €
<b>VAR_28P S5</b>	572 503 €	505 609 €	62 186 €	74 887 €	219 548 €	254 167 €	30 258 €	679,65 €	688,15 €
<b>VAR_29P S5</b>	594 595 €	523 570 €	60 547 €	72 856 €	226 171 €	261 835 €	42 027 €	701,20 €	716,29 €
<b>VAR_30P S5</b>	542 627 €	481 320 €	59 746 €	71 840 €	220 861 €	255 688 €	29 383 €	654,99 €	666,92 €
<b>VAR_31P S5</b>	570 340 €	503 850 €	62 962 €	75 822 €	219 225 €	253 793 €	30 522 €	678,29 €	687,41 €
<b>VAR_32P S5</b>	592 432 €	521 811 €	61 311 €	73 780 €	225 848 €	261 461 €	29 939 €	699,83 €	705,71 €
<b>VAR_33P S5</b>	549 067 €	486 555 €	58 782 €	70 654 €	221 305 €	256 201 €	29 045 €	659,70 €	670,28 €
<b>VAR_34P S5</b>	576 780 €	509 086 €	61 983 €	74 618 €	219 668 €	254 306 €	42 862 €	682,99 €	700,85 €
<b>VAR_35P S5</b>	598 871 €	527 047 €	60 332 €	72 576 €	226 291 €	261 974 €	29 595 €	704,52 €	709,06 €
<b>VAR_1P S6</b>	411 704 €	352 329 €	-36 516 €	-26 971 €	232 803 €	269 512 €	21 734 €	483,73 €	490,59 €
<b>VAR_2P S6</b>	439 417 €	374 860 €	-34 402 €	-25 233 €	231 166 €	267 617 €	22 130 €	506,16 €	508,70 €
<b>VAR_3P S6</b>	475 137 €	409 961 €	-35 760 €	-26 350 €	237 789 €	275 285 €	21 876 €	538,77 €	541,64 €
<b>VAR_4P S6</b>	359 254 €	315 747 €	-19 987 €	-13 392 €	222 986 €	258 148 €	24 834 €	447,34 €	465,71 €
<b>VAR_5P S6</b>	316 731 €	275 115 €	-21 807 €	-14 887 €	218 103 €	252 495 €	24 493 €	408,18 €	427,42 €
<b>VAR_6P S6</b>	321 007 €	278 592 €	-21 972 €	-15 023 €	218 224 €	252 634 €	24 462 €	411,55 €	430,17 €
<b>VAR_7P S6</b>	322 491 €	279 798 €	-21 653 €	-14 761 €	218 608 €	253 078 €	24 521 €	413,28 €	431,74 €
<b>VAR_8P S6</b>	328 930 €	285 034 €	-22 433 €	-15 401 €	219 051 €	253 592 €	24 375 €	418,14 €	435,68 €
<b>VAR_9P S6</b>	443 162 €	377 905 €	-39 801 €	-29 669 €	237 754 €	275 244 €	21 118 €	510,09 €	512,86 €
<b>VAR_10P S6</b>	470 875 €	400 436 €	-37 190 €	-27 524 €	236 117 €	273 349 €	21 607 €	532,91 €	531,37 €
<b>VAR_11P S6</b>	492 966 €	418 396 €	-38 537 €	-28 630 €	242 741 €	281 017 €	21 355 €	554,69 €	550,68 €
<b>VAR_12P S6</b>	445 726 €	379 989 €	-43 275 €	-32 523 €	237 823 €	275 324 €	20 466 €	509,42 €	511,79 €
<b>VAR_13P S6</b>	473 439 €	402 520 €	-40 711 €	-30 416 €	236 186 €	273 429 €	20 947 €	532,21 €	530,27 €

Tabela XI. 16 – Custos associados às medidas de reabilitação ST2 (Conclusão)

Solução	Custo inicial global		Custos de exploração (30 anos)					Custos totais (30 anos)	
			Energia		Manutenção		CO2		
	Privado	Social	Privado	Social	Privado	Social	Social	Privado	Social
VAR_14P S6	517 399 €	447 985 €	-42 022 €	-31 494 €	242 810 €	281 097 €	20 701 €	571,41 €	571,49 €
VAR_15P S6	471 871 €	410 971 €	-43 416 €	-32 639 €	237 943 €	275 463 €	20 440 €	530,20 €	536,44 €
VAR_16P S6	477 715 €	405 997 €	-40 853 €	-30 533 €	236 306 €	273 568 €	20 920 €	535,59 €	533,03 €
VAR_17P S6	499 807 €	423 958 €	-42 176 €	-31 620 €	242 930 €	281 236 €	20 672 €	557,39 €	552,36 €
VAR_18P S6	451 486 €	384 672 €	-44 255 €	-33 328 €	238 327 €	275 907 €	20 282 €	513,62 €	515,20 €
VAR_19P S6	479 198 €	407 203 €	-41 644 €	-31 183 €	236 690 €	274 012 €	20 772 €	536,45 €	533,71 €
VAR_20P S6	523 159 €	452 668 €	-42 991 €	-32 290 €	243 314 €	281 680 €	20 519 €	575,62 €	574,90 €
VAR_21P S6	457 925 €	389 908 €	-45 023 €	-33 959 €	238 770 €	276 420 €	20 138 €	518,49 €	519,15 €
VAR_22P S6	485 638 €	412 438 €	-42 424 €	-31 824 €	237 133 €	274 525 €	20 626 €	541,30 €	537,66 €
VAR_23P S6	507 730 €	430 399 €	-43 759 €	-32 920 €	243 757 €	282 193 €	20 375 €	563,09 €	556,98 €
VAR_24P S6	475 918 €	414 261 €	-47 729 €	-36 182 €	238 396 €	275 987 €	19 631 €	530,35 €	536,01 €
VAR_25P S6	503 631 €	436 792 €	-45 177 €	-34 085 €	236 759 €	274 092 €	20 109 €	553,13 €	554,48 €
VAR_26P S6	503 854 €	427 248 €	-46 476 €	-35 153 €	243 382 €	281 760 €	19 866 €	557,54 €	551,94 €
VAR_27P S6	482 358 €	419 497 €	-48 497 €	-36 813 €	238 839 €	276 500 €	19 487 €	535,22 €	539,97 €
VAR_28P S6	510 071 €	442 027 €	-45 945 €	-34 716 €	237 202 €	274 605 €	19 965 €	558,00 €	558,44 €
VAR_29P S6	510 294 €	432 484 €	-47 244 €	-35 784 €	243 826 €	282 273 €	19 722 €	562,41 €	555,90 €
VAR_30P S6	480 195 €	417 738 €	-47 871 €	-36 298 €	238 516 €	276 126 €	19 604 €	533,74 €	538,77 €
VAR_31P S6	507 908 €	440 269 €	-45 319 €	-34 202 €	236 879 €	274 231 €	20 083 €	556,52 €	557,24 €
VAR_32P S6	529 999 €	458 229 €	-46 630 €	-35 279 €	243 503 €	281 899 €	19 837 €	578,32 €	576,58 €
VAR_33P S6	486 634 €	422 973 €	-48 639 €	-36 929 €	238 959 €	276 639 €	19 460 €	538,60 €	542,73 €
VAR_34P S6	492 478 €	418 000 €	-46 098 €	-34 842 €	237 322 €	274 744 €	19 937 €	543,97 €	539,31 €
VAR_35P S6	536 439 €	463 465 €	-47 410 €	-35 920 €	243 946 €	282 412 €	19 691 €	583,17 €	580,53 €

## Anexo XII – Necessidades de energia associadas às medidas de reabilitação

Tabela XII. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continua)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
<b>Base</b>	64,59	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	201,22	0,00	0,00	0,00	-
<b>VAR_1A</b>	54,01	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	175,11	0,00	0,00	0,00	12,98%
<b>VAR_2A</b>	52,71	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	171,86	0,00	0,00	0,00	14,59%
<b>VAR_3A</b>	51,67	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	169,26	0,00	0,00	0,00	15,88%
<b>VAR_4A</b>	50,83	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	167,16	0,00	0,00	0,00	16,93%
<b>VAR_5A</b>	50,64	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	166,69	0,00	0,00	0,00	17,16%
<b>VAR_6A</b>	49,98	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,04	0,00	0,00	0,00	17,98%
<b>VAR_7A</b>	49,67	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	164,26	0,00	0,00	0,00	18,37%
<b>VAR_8A</b>	49,17	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,01	0,00	0,00	0,00	18,99%
<b>VAR_9A</b>	48,69	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	161,81	0,00	0,00	0,00	19,58%
<b>VAR_10A</b>	48,21	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	160,61	0,00	0,00	0,00	20,18%
<b>VAR_11A</b>	48,20	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	160,59	0,00	0,00	0,00	20,19%
<b>VAR_12A</b>	48,05	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	160,54	0,00	0,00	0,00	20,22%
<b>VAR_13A</b>	47,74	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	159,76	0,00	0,00	0,00	20,60%
<b>VAR_14A</b>	47,57	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	159,34	0,00	0,00	0,00	20,82%
<b>VAR_15A</b>	53,28	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	173,28	0,00	0,00	0,00	13,88%
<b>VAR_16A</b>	52,18	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	170,54	0,00	0,00	0,00	15,25%
<b>VAR_17A</b>	51,18	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	168,04	0,00	0,00	0,00	16,49%
<b>VAR_18A</b>	50,49	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	166,31	0,00	0,00	0,00	17,35%
<b>VAR_19A</b>	49,99	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,06	0,00	0,00	0,00	17,97%
<b>VAR_20A</b>	49,50	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,84	0,00	0,00	0,00	18,58%
<b>VAR_21A</b>	49,17	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,01	0,00	0,00	0,00	18,99%
<b>VAR_22A</b>	48,84	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	162,19	0,00	0,00	0,00	19,40%
<b>VAR_23A</b>	48,35	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	160,96	0,00	0,00	0,00	20,01%
<b>VAR_24A</b>	47,90	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	160,16	0,00	0,00	0,00	20,41%
<b>VAR_25A</b>	47,74	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	159,76	0,00	0,00	0,00	20,60%
<b>VAR_26A</b>	47,71	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	159,69	0,00	0,00	0,00	20,64%
<b>VAR_27A</b>	47,41	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	158,94	0,00	0,00	0,00	21,01%
<b>VAR_28A</b>	47,24	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	158,51	0,00	0,00	0,00	21,23%
<b>VAR_29A</b>	52,87	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	172,26	0,00	0,00	0,00	14,39%
<b>VAR_30A</b>	51,85	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	169,71	0,00	0,00	0,00	15,66%
<b>VAR_31A</b>	51,16	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	167,99	0,00	0,00	0,00	16,52%
<b>VAR_32A</b>	50,14	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,44	0,00	0,00	0,00	17,78%
<b>VAR_33A</b>	49,67	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	164,26	0,00	0,00	0,00	18,37%
<b>VAR_34A</b>	49,33	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,41	0,00	0,00	0,00	18,79%



Tabela XII. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_35A	53,08	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	172,78	0,00	0,00	0,00	14,13%
VAR_36A	52,18	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	170,54	0,00	0,00	0,00	15,25%
VAR_37A	51,34	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	168,44	0,00	0,00	0,00	16,29%
VAR_38A	50,31	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,86	0,00	0,00	0,00	17,57%
VAR_39A	49,50	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,84	0,00	0,00	0,00	18,58%
VAR_40A	49,00	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	162,59	0,00	0,00	0,00	19,20%
VAR_41A	52,71	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	171,86	0,00	0,00	0,00	14,59%
VAR_42A	51,83	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	169,66	0,00	0,00	0,00	15,68%
VAR_43A	50,99	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	167,56	0,00	0,00	0,00	16,73%
VAR_44A	49,98	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,04	0,00	0,00	0,00	17,98%
VAR_45A	49,17	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,01	0,00	0,00	0,00	18,99%
VAR_46A	48,67	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	161,76	0,00	0,00	0,00	19,61%
VAR_47A	52,35	1,00	0,47	3,50	29,81	0,75	170,96	0,00	0,00	0,00	15,04%
VAR_48A	51,52	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	168,89	0,00	0,00	0,00	16,07%
VAR_49A	50,81	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	167,11	0,00	0,00	0,00	16,95%
VAR_50A	49,67	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	164,26	0,00	0,00	0,00	18,37%
VAR_51A	49,01	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	162,61	0,00	0,00	0,00	19,19%
VAR_52A	52,18	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	170,54	0,00	0,00	0,00	15,25%
VAR_53A	50,31	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	165,86	0,00	0,00	0,00	17,57%
VAR_54A	49,50	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,84	0,00	0,00	0,00	18,58%
VAR_55A	47,26	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	158,56	0,00	0,00	0,00	21,20%
VAR_56A	52,71	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	171,52	0,00	0,00	0,00	14,76%
VAR_57A	51,31	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	168,02	0,00	0,00	0,00	16,50%
VAR_58A	50,14	1,00	0,44	3,50	29,81	0,75	165,41	0,00	0,00	0,00	17,80%
VAR_59A	49,16	1,00	0,45	3,50	29,81	0,75	162,97	0,00	0,00	0,00	19,01%
VAR_60A	48,67	1,00	0,46	3,50	29,81	0,75	161,75	0,00	0,00	0,00	19,62%
VAR_1B	62,00	1,00	0,49	3,50	29,81	0,75	195,10	0,00	0,00	0,00	3,04%
VAR_2B	60,54	1,00	1,07	3,50	29,81	0,75	191,86	0,00	0,00	0,00	4,65%
VAR_4B	61,70	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	194,34	0,00	0,00	0,00	3,42%
VAR_5B	60,55	1,00	0,54	3,50	29,81	0,75	191,51	0,00	0,00	0,00	4,83%
VAR_1C	59,79	1,00	1,50	3,50	29,81	0,75	190,29	0,00	0,00	0,00	5,43%
VAR_2C	59,50	1,00	1,54	3,50	29,81	0,75	189,60	0,00	0,00	0,00	5,78%
VAR_3C	59,13	1,00	1,58	3,50	29,81	0,75	188,70	0,00	0,00	0,00	6,22%
VAR_4C	58,97	1,00	1,60	3,50	29,81	0,75	188,31	0,00	0,00	0,00	6,41%
VAR_5C	59,79	1,00	1,50	3,50	29,81	0,75	190,29	0,00	0,00	0,00	5,43%
VAR_6C	59,50	1,00	1,54	3,50	29,81	0,75	189,60	0,00	0,00	0,00	5,78%
VAR_7C	58,97	1,00	1,60	3,50	29,81	0,75	188,31	0,00	0,00	0,00	6,41%

Tabela XII. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	N <sub>ic</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>vc</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>ac</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>tc</sub> Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_8C	58,72	1,00	1,63	3,50	29,81	0,75	187,71	0,00	0,00	0,00	6,71%
VAR_9C	58,39	1,00	1,67	3,50	29,81	0,75	186,91	0,00	0,00	0,00	7,11%
VAR_10C	59,71	1,00	1,51	3,50	29,81	0,75	190,10	0,00	0,00	0,00	5,53%
VAR_11C	59,22	1,00	1,57	3,50	29,81	0,75	188,92	0,00	0,00	0,00	6,11%
VAR_12C	58,97	1,00	1,60	3,50	29,81	0,75	188,31	0,00	0,00	0,00	6,41%
VAR_13C	58,72	1,00	1,63	3,50	29,81	0,75	187,71	0,00	0,00	0,00	6,71%
VAR_14C	58,56	1,00	1,65	3,50	29,81	0,75	187,33	0,00	0,00	0,00	6,91%
VAR_15C	58,31	1,00	1,68	3,50	29,81	0,75	186,72	0,00	0,00	0,00	7,21%
VAR_16C	59,79	1,00	1,50	3,50	29,81	0,75	190,29	0,00	0,00	0,00	5,43%
VAR_17C	59,38	1,00	1,55	3,50	29,81	0,75	189,30	0,00	0,00	0,00	5,92%
VAR_18C	59,05	1,00	1,59	3,50	29,81	0,75	188,51	0,00	0,00	0,00	6,32%
VAR_19C	58,80	1,00	1,62	3,50	29,81	0,75	187,90	0,00	0,00	0,00	6,62%
VAR_20C	58,72	1,00	1,63	3,50	29,81	0,75	187,71	0,00	0,00	0,00	6,71%
VAR_21C	60,20	1,00	1,46	3,50	29,81	0,75	191,29	0,00	0,00	0,00	4,94%
VAR_22C	59,71	1,00	1,51	3,50	29,81	0,75	190,10	0,00	0,00	0,00	5,53%
VAR_23C	59,38	1,00	1,55	3,50	29,81	0,75	189,30	0,00	0,00	0,00	5,92%
VAR_24C	58,39	1,00	1,67	3,50	29,81	0,75	186,91	0,00	0,00	0,00	7,11%
VAR_25C	61,44	1,00	1,33	3,50	29,81	0,75	194,30	0,00	0,00	0,00	3,44%
VAR_26C	60,78	1,00	1,40	3,50	29,81	0,75	192,70	0,00	0,00	0,00	4,24%
VAR_27C	60,45	1,00	1,43	3,50	29,81	0,75	191,89	0,00	0,00	0,00	4,64%
VAR_28C	60,04	1,00	1,48	3,50	29,81	0,75	190,90	0,00	0,00	0,00	5,13%
VAR_29C	59,79	1,00	1,50	3,50	29,81	0,75	190,29	0,00	0,00	0,00	5,43%
VAR_30C	59,55	1,00	1,53	3,50	29,81	0,75	189,71	0,00	0,00	0,00	5,72%
VAR_31C	58,89	1,00	1,61	3,50	29,81	0,75	188,12	0,00	0,00	0,00	6,51%
VAR_32C	61,19	1,00	1,36	3,50	29,81	0,75	193,69	0,00	0,00	0,00	3,74%
VAR_33C	60,62	1,00	1,42	3,50	29,81	0,75	192,31	0,00	0,00	0,00	4,43%
VAR_34C	60,20	1,00	1,46	3,50	29,81	0,75	191,29	0,00	0,00	0,00	4,94%
VAR_35C	59,87	1,00	1,50	3,50	29,81	0,75	190,49	0,00	0,00	0,00	5,33%
VAR_36C	59,55	1,00	1,53	3,50	29,81	0,75	189,71	0,00	0,00	0,00	5,72%
VAR_37C	59,22	1,00	1,57	3,50	29,81	0,75	188,92	0,00	0,00	0,00	6,11%
VAR_1D	62,01	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	194,77	0,00	0,00	0,00	3,21%
VAR_2D	61,52	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	193,55	0,00	0,00	0,00	3,81%
VAR_3D	61,19	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	192,72	0,00	0,00	0,00	4,22%
VAR_4D	60,85	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,87	0,00	0,00	0,00	4,65%
VAR_5D	60,44	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	190,85	0,00	0,00	0,00	5,16%
VAR_6D	62,43	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	195,82	0,00	0,00	0,00	2,68%
VAR_7D	62,43	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	195,82	0,00	0,00	0,00	2,68%
VAR_8D	62,18	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	195,20	0,00	0,00	0,00	2,99%

Tabela XII. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Conclusão)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_9D	61,77	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	194,17	0,00	0,00	0,00	3,50%
VAR_10D	61,35	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	193,12	0,00	0,00	0,00	4,03%
VAR_11D	61,10	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	192,50	0,00	0,00	0,00	4,34%
VAR_12D	60,85	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,87	0,00	0,00	0,00	4,65%
VAR_13D	60,61	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,27	0,00	0,00	0,00	4,94%
VAR_14D	62,10	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	195,00	0,00	0,00	0,00	3,09%
VAR_15D	61,93	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	194,57	0,00	0,00	0,00	3,30%
VAR_16D	61,43	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	193,32	0,00	0,00	0,00	3,93%
VAR_17D	61,10	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	192,50	0,00	0,00	0,00	4,34%
VAR_18D	60,77	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,67	0,00	0,00	0,00	4,75%
VAR_19D	60,52	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,05	0,00	0,00	0,00	5,06%
VAR_20D	60,11	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	190,02	0,00	0,00	0,00	5,57%

**Anexo XIII – Necessidades associadas aos pacotes de reabilitação e sistemas técnicos**

Tabela XIII. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continua)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η	Total	ST	FV	BM	
VAR_1P SB	47,26	1,00	0,93	3,50	29,81	0,75	158,56	0,00	0,00	0,00	21,20%
VAR_2P SB	49,50	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	163,84	0,00	0,00	0,00	18,58%
VAR_3P SB	48,35	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	160,96	0,00	0,00	0,00	20,01%
VAR_4P SB	61,70	1,00	0,48	3,50	29,81	0,75	194,34	0,00	0,00	0,00	3,42%
VAR_5P SB	59,05	1,00	1,59	3,50	29,81	0,75	188,51	0,00	0,00	0,00	6,32%
VAR_6P SB	58,89	1,00	1,61	3,50	29,81	0,75	188,12	0,00	0,00	0,00	6,51%
VAR_7P SB	60,77	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	191,67	0,00	0,00	0,00	4,75%
VAR_8P SB	60,11	1,00	0,00	3,50	29,81	0,75	190,02	0,00	0,00	0,00	5,57%
VAR_9P SB	44,41	1,00	1,00	3,50	29,81	0,75	151,49	0,00	0,00	0,00	24,72%
VAR_10P SB	46,63	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	157,03	0,00	0,00	0,00	21,96%
VAR_11P SB	45,49	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	154,18	0,00	0,00	0,00	23,38%
VAR_12P SB	38,94	1,00	3,53	3,50	29,81	0,75	139,62	0,00	0,00	0,00	30,61%
VAR_13P SB	41,16	1,00	3,48	3,50	29,81	0,75	145,13	0,00	0,00	0,00	27,87%
VAR_14P SB	40,02	1,00	3,51	3,50	29,81	0,75	142,30	0,00	0,00	0,00	29,28%
VAR_15P SB	38,78	1,00	3,57	3,50	29,81	0,75	139,25	0,00	0,00	0,00	30,80%
VAR_16P SB	41,00	1,00	3,52	3,50	29,81	0,75	144,76	0,00	0,00	0,00	28,06%
VAR_17P SB	39,86	1,00	3,54	3,50	29,81	0,75	141,93	0,00	0,00	0,00	29,47%
VAR_18P SB	40,64	1,00	1,00	3,50	29,81	0,75	142,06	0,00	0,00	0,00	29,40%
VAR_19P SB	42,86	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	147,60	0,00	0,00	0,00	26,65%
VAR_20P SB	41,72	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	144,75	0,00	0,00	0,00	28,06%
VAR_21P SB	39,99	1,00	1,00	3,50	29,81	0,75	140,44	0,00	0,00	0,00	30,21%
VAR_22P SB	42,20	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	145,95	0,00	0,00	0,00	27,47%
VAR_23P SB	41,07	1,00	0,99	3,50	29,81	0,75	143,13	0,00	0,00	0,00	28,87%
VAR_24P SB	35,17	1,00	3,53	3,50	29,81	0,75	130,19	0,00	0,00	0,00	35,30%
VAR_25P SB	37,38	1,00	3,48	3,50	29,81	0,75	135,68	0,00	0,00	0,00	32,57%
VAR_26P SB	36,25	1,00	3,51	3,50	29,81	0,75	132,88	0,00	0,00	0,00	33,96%
VAR_27P SB	34,52	1,00	3,53	3,50	29,81	0,75	128,57	0,00	0,00	0,00	36,11%
VAR_28P SB	36,73	1,00	3,48	3,50	29,81	0,75	134,06	0,00	0,00	0,00	33,38%
VAR_29P SB	35,60	1,00	3,51	3,50	29,81	0,75	131,25	0,00	0,00	0,00	34,77%
VAR_30P SB	35,01	1,00	3,57	3,50	29,81	0,75	129,82	0,00	0,00	0,00	35,48%
VAR_31P SB	37,22	1,00	3,52	3,50	29,81	0,75	135,31	0,00	0,00	0,00	32,76%
VAR_32P SB	36,09	1,00	3,54	3,50	29,81	0,75	132,50	0,00	0,00	0,00	34,15%
VAR_33P SB	34,36	1,00	3,57	3,50	29,81	0,75	128,20	0,00	0,00	0,00	36,29%
VAR_34P SB	36,56	1,00	3,52	3,50	29,81	0,75	133,66	0,00	0,00	0,00	33,58%

Tabela XIII. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_35P SB	35,43	1,00	3,54	3,50	29,81	0,75	130,85	0,00	0,00	0,00	34,97%
VAR_1P S1	47,26	4,10	0,93	3,50	29,81	0,87	63,75	0,00	0,00	0,00	68,32%
VAR_2P S1	49,50	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	64,79	0,00	0,00	0,00	67,80%
VAR_3P S1	48,35	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	64,09	0,00	0,00	0,00	68,15%
VAR_4P S1	61,70	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	72,23	0,00	0,00	0,00	64,10%
VAR_5P S1	59,05	4,10	1,59	3,50	29,81	0,87	71,41	0,00	0,00	0,00	64,51%
VAR_6P S1	58,89	4,10	1,61	3,50	29,81	0,87	71,32	0,00	0,00	0,00	64,56%
VAR_7P S1	60,77	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	71,32	0,00	0,00	0,00	64,56%
VAR_8P S1	60,11	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	70,92	0,00	0,00	0,00	64,76%
VAR_9P S1	44,41	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	62,06	0,00	0,00	0,00	69,16%
VAR_10P S1	46,63	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	63,40	0,00	0,00	0,00	68,49%
VAR_11P S1	45,49	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	62,71	0,00	0,00	0,00	68,84%
VAR_12P S1	38,94	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	60,53	0,00	0,00	0,00	69,92%
VAR_13P S1	41,16	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	61,85	0,00	0,00	0,00	69,26%
VAR_14P S1	40,02	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	61,17	0,00	0,00	0,00	69,60%
VAR_15P S1	38,78	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	60,46	0,00	0,00	0,00	69,95%
VAR_16P S1	41,00	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	61,78	0,00	0,00	0,00	69,30%
VAR_17P S1	39,86	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	61,10	0,00	0,00	0,00	69,64%
VAR_18P S1	40,64	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	59,76	0,00	0,00	0,00	70,30%
VAR_19P S1	42,86	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	61,11	0,00	0,00	0,00	69,63%
VAR_20P S1	41,72	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	60,41	0,00	0,00	0,00	69,98%
VAR_21P S1	39,99	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	59,36	0,00	0,00	0,00	70,50%
VAR_22P S1	42,20	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	60,70	0,00	0,00	0,00	69,83%
VAR_23P S1	41,07	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	60,01	0,00	0,00	0,00	70,18%
VAR_24P S1	35,17	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	58,23	0,00	0,00	0,00	71,06%
VAR_25P S1	37,38	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	59,54	0,00	0,00	0,00	70,41%
VAR_26P S1	36,25	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	58,88	0,00	0,00	0,00	70,74%
VAR_27P S1	34,52	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	57,83	0,00	0,00	0,00	71,26%
VAR_28P S1	36,73	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	59,15	0,00	0,00	0,00	70,61%
VAR_29P S1	35,60	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	58,48	0,00	0,00	0,00	70,94%
VAR_30P S1	35,01	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	58,16	0,00	0,00	0,00	71,10%
VAR_31P S1	37,22	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	59,47	0,00	0,00	0,00	70,44%
VAR_32P S1	36,09	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	58,80	0,00	0,00	0,00	70,78%
VAR_33P S1	34,36	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	57,77	0,00	0,00	0,00	71,29%

Tabela XIII. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_34P S1	36,56	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	59,07	0,00	0,00	0,00	70,64%
VAR_35P S1	35,43	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	58,40	0,00	0,00	0,00	70,98%
VAR_1P S2	47,26	4,10	0,93	3,50	29,81	0,39	220,57	0,00	0,00	0,00	-9,62%
VAR_2P S2	49,50	4,10	0,48	3,50	29,81	0,39	221,62	0,00	0,00	0,00	-10,14%
VAR_3P S2	48,35	4,10	0,48	3,50	29,81	0,39	220,91	0,00	0,00	0,00	-9,79%
VAR_4P S2	61,70	4,10	0,48	3,50	29,81	0,39	229,05	0,00	0,00	0,00	-13,83%
VAR_5P S2	59,05	4,10	1,59	3,50	29,81	0,39	228,23	0,00	0,00	0,00	-13,42%
VAR_6P S2	58,89	4,10	1,61	3,50	29,81	0,39	228,15	0,00	0,00	0,00	-13,38%
VAR_7P S2	60,77	4,10	0,00	3,50	29,81	0,39	228,14	0,00	0,00	0,00	-13,38%
VAR_8P S2	60,11	4,10	0,00	3,50	29,81	0,39	227,74	0,00	0,00	0,00	-13,18%
VAR_9P S2	44,41	4,10	1,00	3,50	29,81	0,39	218,88	0,00	0,00	0,00	-8,78%
VAR_10P S2	46,63	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	220,23	0,00	0,00	0,00	-9,45%
VAR_11P S2	45,49	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	219,53	0,00	0,00	0,00	-9,10%
VAR_12P S2	38,94	4,10	3,53	3,50	29,81	0,39	217,36	0,00	0,00	0,00	-8,02%
VAR_13P S2	41,16	4,10	3,48	3,50	29,81	0,39	218,67	0,00	0,00	0,00	-8,67%
VAR_14P S2	40,02	4,10	3,51	3,50	29,81	0,39	218,00	0,00	0,00	0,00	-8,34%
VAR_15P S2	38,78	4,10	3,57	3,50	29,81	0,39	217,29	0,00	0,00	0,00	-7,98%
VAR_16P S2	41,00	4,10	3,52	3,50	29,81	0,39	218,60	0,00	0,00	0,00	-8,64%
VAR_17P S2	39,86	4,10	3,54	3,50	29,81	0,39	217,92	0,00	0,00	0,00	-8,30%
VAR_18P S2	40,64	4,10	1,00	3,50	29,81	0,39	216,58	0,00	0,00	0,00	-7,63%
VAR_19P S2	42,86	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	217,93	0,00	0,00	0,00	-8,30%
VAR_20P S2	41,72	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	217,24	0,00	0,00	0,00	-7,96%
VAR_21P S2	39,99	4,10	1,00	3,50	29,81	0,39	216,19	0,00	0,00	0,00	-7,44%
VAR_22P S2	42,20	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	217,53	0,00	0,00	0,00	-8,10%
VAR_23P S2	41,07	4,10	0,99	3,50	29,81	0,39	216,84	0,00	0,00	0,00	-7,76%
VAR_24P S2	35,17	4,10	3,53	3,50	29,81	0,39	215,06	0,00	0,00	0,00	-6,88%
VAR_25P S2	37,38	4,10	3,48	3,50	29,81	0,39	216,37	0,00	0,00	0,00	-7,53%
VAR_26P S2	36,25	4,10	3,51	3,50	29,81	0,39	215,70	0,00	0,00	0,00	-7,20%
VAR_27P S2	34,52	4,10	3,53	3,50	29,81	0,39	214,66	0,00	0,00	0,00	-6,68%
VAR_28P S2	36,73	4,10	3,48	3,50	29,81	0,39	215,97	0,00	0,00	0,00	-7,33%
VAR_29P S2	35,60	4,10	3,51	3,50	29,81	0,39	215,30	0,00	0,00	0,00	-7,00%
VAR_30P S2	35,01	4,10	3,57	3,50	29,81	0,39	214,99	0,00	0,00	0,00	-6,84%
VAR_31P S2	37,22	4,10	3,52	3,50	29,81	0,39	216,30	0,00	0,00	0,00	-7,49%
VAR_32P S2	36,09	4,10	3,54	3,50	29,81	0,39	215,62	0,00	0,00	0,00	-7,16%
VAR_33P S2	34,36	4,10	3,57	3,50	29,81	0,39	214,59	0,00	0,00	0,00	-6,64%

Tabela XIII. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_34P S2	36,56	4,10	3,52	3,50	29,81	0,39	215,90	0,00	0,00	0,00	-7,29%
VAR_35P S2	35,43	4,10	3,54	3,50	29,81	0,39	215,22	0,00	0,00	0,00	-6,96%
VAR_1P S3	47,26	0,94	0,93	3,50	29,81	0,85	86,01	0,00	0,00	0,00	57,26%
VAR_2P S3	49,50	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	88,07	0,00	0,00	0,00	56,23%
VAR_3P S3	48,35	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	86,85	0,00	0,00	0,00	56,84%
VAR_4P S3	61,70	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	101,05	0,00	0,00	0,00	49,78%
VAR_5P S3	59,05	0,94	1,59	3,50	29,81	0,85	99,03	0,00	0,00	0,00	50,79%
VAR_6P S3	58,89	0,94	1,61	3,50	29,81	0,85	98,87	0,00	0,00	0,00	50,87%
VAR_7P S3	60,77	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	99,72	0,00	0,00	0,00	50,44%
VAR_8P S3	60,11	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	99,02	0,00	0,00	0,00	50,79%
VAR_9P S3	44,41	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	83,03	0,00	0,00	0,00	58,74%
VAR_10P S3	46,63	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	85,38	0,00	0,00	0,00	57,57%
VAR_11P S3	45,49	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	84,17	0,00	0,00	0,00	58,17%
VAR_12P S3	38,94	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	79,02	0,00	0,00	0,00	60,73%
VAR_13P S3	41,16	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	81,34	0,00	0,00	0,00	59,58%
VAR_14P S3	40,02	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	80,15	0,00	0,00	0,00	60,17%
VAR_15P S3	38,78	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	78,88	0,00	0,00	0,00	60,80%
VAR_16P S3	41,00	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	81,20	0,00	0,00	0,00	59,65%
VAR_17P S3	39,86	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	80,00	0,00	0,00	0,00	60,24%
VAR_18P S3	40,64	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	79,02	0,00	0,00	0,00	60,73%
VAR_19P S3	42,86	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	81,37	0,00	0,00	0,00	59,56%
VAR_20P S3	41,72	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	80,16	0,00	0,00	0,00	60,16%
VAR_21P S3	39,99	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	78,33	0,00	0,00	0,00	61,07%
VAR_22P S3	42,20	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	80,67	0,00	0,00	0,00	59,91%
VAR_23P S3	41,07	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	79,47	0,00	0,00	0,00	60,51%
VAR_24P S3	35,17	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	75,01	0,00	0,00	0,00	62,72%
VAR_25P S3	37,38	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	77,32	0,00	0,00	0,00	61,57%
VAR_26P S3	36,25	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	76,14	0,00	0,00	0,00	62,16%
VAR_27P S3	34,52	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	74,32	0,00	0,00	0,00	63,07%
VAR_28P S3	36,73	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	76,63	0,00	0,00	0,00	61,92%
VAR_29P S3	35,60	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	75,45	0,00	0,00	0,00	62,50%
VAR_30P S3	35,01	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	74,87	0,00	0,00	0,00	62,79%
VAR_31P S3	37,22	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	77,18	0,00	0,00	0,00	61,64%
VAR_32P S3	36,09	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	75,99	0,00	0,00	0,00	62,23%
VAR_33P S3	34,36	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	74,17	0,00	0,00	0,00	63,14%
VAR_34P S3	36,56	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	76,48	0,00	0,00	0,00	61,99%

Tabela XIII. 5 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_35P S3	35,43	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	75,29	0,00	0,00	0,00	62,58%
VAR_1P S4	47,26	4,20	0,93	3,59	29,81	4,20	46,52	0,00	0,00	0,00	76,88%
VAR_2P S4	49,50	4,20	0,48	3,59	29,81	4,20	47,54	0,00	0,00	0,00	76,37%
VAR_3P S4	48,35	4,20	0,48	3,59	29,81	4,20	46,86	0,00	0,00	0,00	76,71%
VAR_4P S4	61,70	4,20	0,48	3,59	29,81	4,20	54,80	0,00	0,00	0,00	72,76%
VAR_5P S4	59,05	4,20	1,59	3,59	29,81	4,20	54,00	0,00	0,00	0,00	73,16%
VAR_6P S4	58,89	4,20	1,61	3,59	29,81	4,20	53,92	0,00	0,00	0,00	73,20%
VAR_7P S4	60,77	4,20	0,00	3,59	29,81	4,20	53,92	0,00	0,00	0,00	73,21%
VAR_8P S4	60,11	4,20	0,00	3,59	29,81	4,20	53,52	0,00	0,00	0,00	73,40%
VAR_9P S4	44,41	4,20	1,00	3,59	29,81	4,20	44,87	0,00	0,00	0,00	77,70%
VAR_10P S4	46,63	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	46,19	0,00	0,00	0,00	77,05%
VAR_11P S4	45,49	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	45,51	0,00	0,00	0,00	77,38%
VAR_12P S4	38,94	4,20	3,53	3,59	29,81	4,20	43,38	0,00	0,00	0,00	78,44%
VAR_13P S4	41,16	4,20	3,48	3,59	29,81	4,20	44,67	0,00	0,00	0,00	77,80%
VAR_14P S4	40,02	4,20	3,51	3,59	29,81	4,20	44,01	0,00	0,00	0,00	78,13%
VAR_15P S4	38,78	4,20	3,57	3,59	29,81	4,20	43,31	0,00	0,00	0,00	78,47%
VAR_16P S4	41,00	4,20	3,52	3,59	29,81	4,20	44,60	0,00	0,00	0,00	77,84%
VAR_17P S4	39,86	4,20	3,54	3,59	29,81	4,20	43,94	0,00	0,00	0,00	78,17%
VAR_18P S4	40,64	4,20	1,00	3,59	29,81	4,20	42,63	0,00	0,00	0,00	78,81%
VAR_19P S4	42,86	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	43,95	0,00	0,00	0,00	78,16%
VAR_20P S4	41,72	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	43,27	0,00	0,00	0,00	78,50%
VAR_21P S4	39,99	4,20	1,00	3,59	29,81	4,20	42,24	0,00	0,00	0,00	79,01%
VAR_22P S4	42,20	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	43,55	0,00	0,00	0,00	78,36%
VAR_23P S4	41,07	4,20	0,99	3,59	29,81	4,20	42,88	0,00	0,00	0,00	78,69%
VAR_24P S4	35,17	4,20	3,53	3,59	29,81	4,20	41,14	0,00	0,00	0,00	79,56%
VAR_25P S4	37,38	4,20	3,48	3,59	29,81	4,20	42,42	0,00	0,00	0,00	78,92%
VAR_26P S4	36,25	4,20	3,51	3,59	29,81	4,20	41,77	0,00	0,00	0,00	79,24%
VAR_27P S4	34,52	4,20	3,53	3,59	29,81	4,20	40,75	0,00	0,00	0,00	79,75%
VAR_28P S4	36,73	4,20	3,48	3,59	29,81	4,20	42,03	0,00	0,00	0,00	79,11%
VAR_29P S4	35,60	4,20	3,51	3,59	29,81	4,20	41,38	0,00	0,00	0,00	79,44%
VAR_30P S4	35,01	4,20	3,57	3,59	29,81	4,20	41,07	0,00	0,00	0,00	79,59%
VAR_31P S4	37,22	4,20	3,52	3,59	29,81	4,20	42,35	0,00	0,00	0,00	78,95%
VAR_32P S4	36,09	4,20	3,54	3,59	29,81	4,20	41,69	0,00	0,00	0,00	79,28%
VAR_33P S4	34,36	4,20	3,57	3,59	29,81	4,20	40,68	0,00	0,00	0,00	79,78%
VAR_34P S4	36,56	4,20	3,52	3,59	29,81	4,20	41,96	0,00	0,00	0,00	79,15%
VAR_35P S4	35,43	4,20	3,54	3,59	29,81	4,20	41,30	0,00	0,00	0,00	79,48%
VAR_1P S5	47,26	0,93	0,93	3,50	29,81	0,93	0,66	0,00	0,00	82,87	99,67%



Tabela XIII. 6 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_2P S5	49,50	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,34	0,00	0,00	85,28	99,83%
VAR_3P S5	48,35	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,34	0,00	0,00	84,04	99,83%
VAR_4P S5	61,70	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,34	0,00	0,00	98,40	99,83%
VAR_5P S5	59,05	0,93	1,59	3,50	29,81	0,93	1,14	0,00	0,00	95,55	99,44%
VAR_6P S5	58,89	0,93	1,61	3,50	29,81	0,93	1,15	0,00	0,00	95,38	99,43%
VAR_7P S5	60,77	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,00	0,00	0,00	97,40	100,00%
VAR_8P S5	60,11	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,00	0,00	0,00	96,69	100,00%
VAR_9P S5	44,41	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	79,81	99,65%
VAR_10P S5	46,63	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	82,19	99,65%
VAR_11P S5	45,49	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	80,97	99,65%
VAR_12P S5	38,94	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,52	0,00	0,00	73,92	98,75%
VAR_13P S5	41,16	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,49	0,00	0,00	76,31	98,76%
VAR_14P S5	40,02	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	75,09	98,75%
VAR_15P S5	38,78	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,55	0,00	0,00	73,75	98,73%
VAR_16P S5	41,00	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	76,14	98,75%
VAR_17P S5	39,86	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,53	0,00	0,00	74,91	98,74%
VAR_18P S5	40,64	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	75,75	99,65%
VAR_19P S5	42,86	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	78,14	99,65%
VAR_20P S5	41,72	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	76,91	99,65%
VAR_21P S2	39,99	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	75,05	99,65%
VAR_22P S5	42,20	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	77,43	99,65%
VAR_23P S5	41,07	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,71	0,00	0,00	76,22	99,65%
VAR_24P S5	35,17	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,52	0,00	0,00	69,87	98,75%
VAR_25P S5	37,38	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,49	0,00	0,00	72,25	98,76%
VAR_26P S5	36,25	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	71,03	98,75%
VAR_27P S5	34,52	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,52	0,00	0,00	69,17	98,75%
VAR_28P S5	36,73	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,49	0,00	0,00	71,55	98,76%
VAR_29P S5	35,60	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	70,33	98,75%
VAR_30P S5	35,01	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,55	0,00	0,00	69,70	98,73%
VAR_31P S5	37,22	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	72,08	98,75%
VAR_32P S5	36,09	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,53	0,00	0,00	70,86	98,74%
VAR_33P S5	34,36	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,55	0,00	0,00	69,00	98,73%
VAR_34P S5	36,56	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,51	0,00	0,00	71,37	98,75%
VAR_35P S5	35,43	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,53	0,00	0,00	70,15	98,74%
VAR_1P S6	47,26	3,64	0,93	3,64	29,81	0,87	67,36	0,00	0,00	0,00	66,52%
VAR_2P S6	49,50	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	68,59	0,00	0,00	0,00	65,91%

Tabela XIII. 7 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação (Conclusão)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_3P S6	48,35	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	67,80	0,00	0,00	0,00	66,31%
VAR_4P S6	61,70	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	76,97	0,00	0,00	0,00	61,75%
VAR_5P S6	59,05	3,64	1,59	3,64	29,81	0,87	75,91	0,00	0,00	0,00	62,27%
VAR_6P S6	58,89	3,64	1,61	3,64	29,81	0,87	75,82	0,00	0,00	0,00	62,32%
VAR_7P S6	60,77	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	76,00	0,00	0,00	0,00	62,23%
VAR_8P S6	60,11	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	75,55	0,00	0,00	0,00	62,45%
VAR_9P S6	44,41	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	65,45	0,00	0,00	0,00	67,47%
VAR_10P S6	46,63	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	66,97	0,00	0,00	0,00	66,72%
VAR_11P S6	45,49	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	66,19	0,00	0,00	0,00	67,11%
VAR_12P S6	38,94	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	63,43	0,00	0,00	0,00	68,48%
VAR_13P S6	41,16	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	64,92	0,00	0,00	0,00	67,74%
VAR_14P S6	40,02	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	64,16	0,00	0,00	0,00	68,11%
VAR_15P S6	38,78	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	63,35	0,00	0,00	0,00	68,52%
VAR_16P S6	41,00	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	64,84	0,00	0,00	0,00	67,78%
VAR_17P S6	39,86	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	64,07	0,00	0,00	0,00	68,16%
VAR_18P S6	40,64	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	62,86	0,00	0,00	0,00	68,76%
VAR_19P S6	42,86	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	64,38	0,00	0,00	0,00	68,00%
VAR_20P S6	41,72	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	63,60	0,00	0,00	0,00	68,39%
VAR_21P S6	39,99	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	62,42	0,00	0,00	0,00	68,98%
VAR_22P S6	42,20	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	63,93	0,00	0,00	0,00	68,23%
VAR_23P S6	41,07	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	63,15	0,00	0,00	0,00	68,62%
VAR_24P S6	35,17	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	60,84	0,00	0,00	0,00	69,76%
VAR_25P S6	37,38	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	62,33	0,00	0,00	0,00	69,03%
VAR_26P S6	36,25	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	61,57	0,00	0,00	0,00	69,40%
VAR_27P S6	34,52	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	60,40	0,00	0,00	0,00	69,98%
VAR_28P S6	36,73	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	61,88	0,00	0,00	0,00	69,25%
VAR_29P S6	35,60	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	61,13	0,00	0,00	0,00	69,62%
VAR_30P S6	35,01	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	60,76	0,00	0,00	0,00	69,80%
VAR_31P S6	37,22	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	62,25	0,00	0,00	0,00	69,07%
VAR_32P S6	36,09	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	61,48	0,00	0,00	0,00	69,45%
VAR_33P S6	34,36	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	60,32	0,00	0,00	0,00	70,03%
VAR_34P S6	36,56	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	61,79	0,00	0,00	0,00	69,29%
VAR_35P S6	35,43	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	61,03	0,00	0,00	0,00	69,67%

**Anexo XIV – Necessidades associadas às medidas de reabilitação com FER**

Tabela XIV. 1 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continua)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S1	47,26	4,10	0,93	3,50	29,81	0,87	7,07	29,79	22,44	0,00	96,49%
VAR_2P S1	49,50	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	8,11	29,79	22,44	0,00	95,97%
VAR_3P S1	48,35	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	7,41	29,79	22,44	0,00	96,32%
VAR_4P S1	61,70	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	15,55	29,79	22,44	0,00	92,27%
VAR_5P S1	59,05	4,10	1,59	3,50	29,81	0,87	14,73	29,79	22,44	0,00	92,68%
VAR_6P S1	58,89	4,10	1,61	3,50	29,81	0,87	14,65	29,79	22,44	0,00	92,72%
VAR_7P S1	60,77	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	14,64	29,79	22,44	0,00	92,72%
VAR_8P S1	60,11	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	14,24	29,79	22,44	0,00	92,92%
VAR_9P S1	44,41	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	5,38	29,79	22,44	0,00	97,33%
VAR_10P S1	46,63	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	6,73	29,79	22,44	0,00	96,66%
VAR_11P S1	45,49	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	6,03	29,79	22,44	0,00	97,00%
VAR_12P S1	38,94	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	3,85	29,79	22,44	0,00	98,08%
VAR_13P S1	41,16	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	5,17	29,79	22,44	0,00	97,43%
VAR_14P S1	40,02	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	4,50	29,79	22,44	0,00	97,76%
VAR_15P S1	38,78	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	3,78	29,79	22,44	0,00	98,12%
VAR_16P S1	41,00	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	5,10	29,79	22,44	0,00	97,46%
VAR_17P S1	39,86	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	4,42	29,79	22,44	0,00	97,80%
VAR_18P S1	40,64	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	3,08	29,79	22,44	0,00	98,47%
VAR_19P S1	42,86	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	4,43	29,79	22,44	0,00	97,80%
VAR_20P S1	41,72	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	3,73	29,79	22,44	0,00	98,14%
VAR_21P S1	39,99	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	2,69	29,79	22,44	0,00	98,66%
VAR_22P S1	42,20	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	4,03	29,79	22,44	0,00	98,00%
VAR_23P S1	41,07	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	3,34	29,79	22,44	0,00	98,34%
VAR_24P S1	35,17	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	1,55	29,79	22,44	0,00	99,23%
VAR_25P S1	37,38	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	2,87	29,79	22,44	0,00	98,58%
VAR_26P S1	36,25	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	2,20	29,79	22,44	0,00	98,91%
VAR_27P S1	34,52	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	1,16	29,79	22,44	0,00	99,42%
VAR_28P S1	36,73	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	2,47	29,79	22,44	0,00	98,77%
VAR_29P S1	35,60	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	1,80	29,79	22,44	0,00	99,10%
VAR_30P S1	35,01	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	1,49	29,79	22,44	0,00	99,26%
VAR_31P S1	37,22	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	2,80	29,79	22,44	0,00	98,61%
VAR_32P S1	36,09	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	2,12	29,79	22,44	0,00	98,94%
VAR_33P S1	34,36	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	1,09	29,79	22,44	0,00	99,46%
VAR_34P S1	36,56	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	2,40	29,79	22,44	0,00	98,81%
VAR_35P S1	35,43	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	1,72	29,79	22,44	0,00	99,14%

Tabela XIV. 2 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S3	47,26	0,94	0,93	3,50	29,81	0,85	50,97	29,79	0,00	0,00	74,67%
VAR_2P S3	49,50	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	53,03	29,79	0,00	0,00	73,65%
VAR_3P S3	48,35	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	51,80	29,79	0,00	0,00	74,25%
VAR_4P S3	61,70	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	66,01	29,79	0,00	0,00	67,20%
VAR_5P S3	59,05	0,94	1,59	3,50	29,81	0,85	63,98	29,79	0,00	0,00	68,20%
VAR_6P S3	58,89	0,94	1,61	3,50	29,81	0,85	63,82	29,79	0,00	0,00	68,28%
VAR_7P S3	60,77	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	64,67	29,79	0,00	0,00	67,86%
VAR_8P S3	60,11	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	63,97	29,79	0,00	0,00	68,21%
VAR_9P S3	44,41	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	47,98	29,79	0,00	0,00	76,15%
VAR_10P S3	46,63	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	50,34	29,79	0,00	0,00	74,98%
VAR_11P S3	45,49	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	49,13	29,79	0,00	0,00	75,59%
VAR_12P S3	38,94	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	43,97	29,79	0,00	0,00	78,15%
VAR_13P S3	41,16	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	46,30	29,79	0,00	0,00	76,99%
VAR_14P S3	40,02	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	45,11	29,79	0,00	0,00	77,58%
VAR_15P S3	38,78	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	43,83	29,79	0,00	0,00	78,22%
VAR_16P S3	41,00	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	46,16	29,79	0,00	0,00	77,06%
VAR_17P S3	39,86	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	44,96	29,79	0,00	0,00	77,66%
VAR_18P S3	40,64	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	43,97	29,79	0,00	0,00	78,15%
VAR_19P S3	42,86	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	46,33	29,79	0,00	0,00	76,98%
VAR_20P S3	41,72	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	45,12	29,79	0,00	0,00	77,58%
VAR_21P S3	39,99	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	43,28	29,79	0,00	0,00	78,49%
VAR_22P S3	42,20	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	45,63	29,79	0,00	0,00	77,33%
VAR_23P S3	41,07	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	44,42	29,79	0,00	0,00	77,92%
VAR_24P S3	35,17	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	39,96	29,79	0,00	0,00	80,14%
VAR_25P S3	37,38	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	42,28	29,79	0,00	0,00	78,99%
VAR_26P S3	36,25	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	41,10	29,79	0,00	0,00	79,58%
VAR_27P S3	34,52	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	39,27	29,79	0,00	0,00	80,48%
VAR_28P S3	36,73	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	41,59	29,79	0,00	0,00	79,33%
VAR_29P S3	35,60	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	40,41	29,79	0,00	0,00	79,92%
VAR_30P S3	35,01	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	39,82	29,79	0,00	0,00	80,21%
VAR_31P S3	37,22	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	42,14	29,79	0,00	0,00	79,06%
VAR_32P S3	36,09	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	40,95	29,79	0,00	0,00	79,65%
VAR_33P S3	34,36	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	39,13	29,79	0,00	0,00	80,55%
VAR_34P S3	36,56	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	41,43	29,79	0,00	0,00	79,41%
VAR_35P S3	35,43	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	40,25	29,79	0,00	0,00	80,00%

Tabela XIV. 3 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S4	47,26	3,64	0,93	3,64	29,81	0,87	9,81	29,79	23,31	0,00	95,12%
VAR_2P S4	49,50	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	11,04	29,79	23,31	0,00	94,51%
VAR_3P S4	48,35	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	10,25	29,79	23,31	0,00	94,91%
VAR_4P S4	61,70	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	19,42	29,79	23,31	0,00	90,35%
VAR_5P S4	59,05	3,64	1,59	3,64	29,81	0,87	18,36	29,79	23,31	0,00	90,88%
VAR_6P S4	58,89	3,64	1,61	3,64	29,81	0,87	18,27	29,79	23,31	0,00	90,92%
VAR_7P S4	60,77	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,45	29,79	23,31	0,00	90,83%
VAR_8P S4	60,11	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,00	29,79	23,31	0,00	91,06%
VAR_9P S4	44,41	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	7,90	29,79	23,31	0,00	96,07%
VAR_10P S4	46,63	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	9,42	29,79	23,31	0,00	95,32%
VAR_11P S4	45,49	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	8,64	29,79	23,31	0,00	95,71%
VAR_12P S4	38,94	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	5,88	29,79	23,31	0,00	97,08%
VAR_13P S4	41,16	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	7,37	29,79	23,31	0,00	96,34%
VAR_14P S4	40,02	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	6,61	29,79	23,31	0,00	96,72%
VAR_15P S4	38,78	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	5,80	29,79	23,31	0,00	97,12%
VAR_16P S4	41,00	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	7,29	29,79	23,31	0,00	96,38%
VAR_17P S4	39,86	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	6,52	29,79	23,31	0,00	96,76%
VAR_18P S4	40,64	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	5,31	29,79	23,31	0,00	97,36%
VAR_19P S4	42,86	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,83	29,79	23,31	0,00	96,61%
VAR_20P S4	41,72	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,05	29,79	23,31	0,00	96,99%
VAR_21P S4	39,99	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	4,87	29,79	23,31	0,00	97,58%
VAR_22P S4	42,20	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,38	29,79	23,31	0,00	96,83%
VAR_23P S4	41,07	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	5,60	29,79	23,31	0,00	97,22%
VAR_24P S4	35,17	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	3,29	29,79	23,31	0,00	98,36%
VAR_25P S4	37,38	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,78	29,79	23,31	0,00	97,63%
VAR_26P S4	36,25	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	4,02	29,79	23,31	0,00	98,00%
VAR_27P S4	34,52	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	2,85	29,79	23,31	0,00	98,59%
VAR_28P S4	36,73	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,33	29,79	23,31	0,00	97,85%
VAR_29P S4	35,60	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	3,57	29,79	23,31	0,00	98,22%
VAR_30P S4	35,01	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	3,21	29,79	23,31	0,00	98,40%
VAR_31P S4	37,22	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,69	29,79	23,31	0,00	97,67%
VAR_32P S4	36,09	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,93	29,79	23,31	0,00	98,05%
VAR_33P S4	34,36	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	2,76	29,79	23,31	0,00	98,63%
VAR_34P S4	36,56	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,24	29,79	23,31	0,00	97,89%
VAR_35P S4	35,43	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,48	29,79	23,31	0,00	98,27%

Tabela XIV. 4 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S5	47,26	0,93	0,93	3,50	29,81	0,93	0,69	29,79	0,00	50,82	99,66%
VAR_2P S5	49,50	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	53,23	99,82%
VAR_3P S5	48,35	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	51,99	99,82%
VAR_4P S5	61,70	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	66,34	99,82%
VAR_5P S5	59,05	0,93	1,59	3,50	29,81	0,93	1,16	29,79	0,00	63,49	99,42%
VAR_6P S5	58,89	0,93	1,61	3,50	29,81	0,93	1,17	29,79	0,00	63,32	99,42%
VAR_7P S5	60,77	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,02	29,79	0,00	65,34	99,99%
VAR_8P S5	60,11	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,02	29,79	0,00	64,63	99,99%
VAR_9P S5	44,41	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	47,75	99,63%
VAR_10P S5	46,63	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	50,14	99,64%
VAR_11P S5	45,49	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	48,91	99,64%
VAR_12P S5	38,94	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	41,87	98,74%
VAR_13P S5	41,16	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	44,26	98,75%
VAR_14P S5	40,02	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	43,03	98,74%
VAR_15P S5	38,78	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	41,70	98,72%
VAR_16P S5	41,00	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	44,09	98,74%
VAR_17P S5	39,86	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	42,86	98,73%
VAR_18P S5	40,64	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	43,70	99,63%
VAR_19P S5	42,86	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	46,09	99,64%
VAR_20P S5	41,72	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	44,86	99,64%
VAR_21P S5	39,99	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	43,00	99,63%
VAR_22P S5	42,20	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	45,38	99,64%
VAR_23P S5	41,07	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	44,16	99,64%
VAR_24P S5	35,17	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	37,82	98,74%
VAR_25P S5	37,38	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	40,19	98,75%
VAR_26P S5	36,25	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	38,98	98,74%
VAR_27P S5	34,52	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	37,12	98,74%
VAR_28P S5	36,73	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	39,49	98,75%
VAR_29P S5	35,60	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	38,28	98,74%
VAR_30P S5	35,01	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	37,65	98,72%
VAR_31P S5	37,22	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	40,02	98,74%
VAR_32P S5	36,09	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	38,81	98,73%
VAR_33P S5	34,36	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	36,95	98,72%
VAR_34P S5	36,56	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	39,31	98,74%
VAR_35P S5	35,43	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	38,10	98,73%

Tabela XIV. 5 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST1 (Conclusão)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S6	47,26	3,64	0,93	3,64	29,81	0,87	10,69	29,79	22,44	0,00	94,69%
VAR_2P S6	49,50	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	11,92	29,79	22,44	0,00	94,08%
VAR_3P S6	48,35	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	11,13	29,79	22,44	0,00	94,47%
VAR_4P S6	61,70	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	20,29	29,79	22,44	0,00	89,91%
VAR_5P S6	59,05	3,64	1,59	3,64	29,81	0,87	19,24	29,79	22,44	0,00	90,44%
VAR_6P S6	58,89	3,64	1,61	3,64	29,81	0,87	19,14	29,79	22,44	0,00	90,49%
VAR_7P S6	60,77	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	19,33	29,79	22,44	0,00	90,40%
VAR_8P S6	60,11	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,87	29,79	22,44	0,00	90,62%
VAR_9P S6	44,41	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	8,78	29,79	22,44	0,00	95,64%
VAR_10P S6	46,63	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	10,29	29,79	22,44	0,00	94,88%
VAR_11P S6	45,49	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	9,51	29,79	22,44	0,00	95,27%
VAR_12P S6	38,94	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	6,76	29,79	22,44	0,00	96,64%
VAR_13P S6	41,16	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	8,25	29,79	22,44	0,00	95,90%
VAR_14P S6	40,02	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	7,49	29,79	22,44	0,00	96,28%
VAR_15P S6	38,78	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	6,67	29,79	22,44	0,00	96,68%
VAR_16P S6	41,00	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	8,17	29,79	22,44	0,00	95,94%
VAR_17P S6	39,86	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	7,40	29,79	22,44	0,00	96,32%
VAR_18P S6	40,64	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	6,19	29,79	22,44	0,00	96,93%
VAR_19P S6	42,86	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	7,71	29,79	22,44	0,00	96,17%
VAR_20P S6	41,72	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,92	29,79	22,44	0,00	96,56%
VAR_21P S6	39,99	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	5,74	29,79	22,44	0,00	97,15%
VAR_22P S6	42,20	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	7,25	29,79	22,44	0,00	96,40%
VAR_23P S6	41,07	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,48	29,79	22,44	0,00	96,78%
VAR_24P S6	35,17	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	4,17	29,79	22,44	0,00	97,93%
VAR_25P S6	37,38	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	5,65	29,79	22,44	0,00	97,19%
VAR_26P S6	36,25	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	4,90	29,79	22,44	0,00	97,57%
VAR_27P S6	34,52	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	3,72	29,79	22,44	0,00	98,15%
VAR_28P S6	36,73	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	5,21	29,79	22,44	0,00	97,41%
VAR_29P S6	35,60	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	4,45	29,79	22,44	0,00	97,79%
VAR_30P S6	35,01	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	4,09	29,79	22,44	0,00	97,97%
VAR_31P S6	37,22	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	5,57	29,79	22,44	0,00	97,23%
VAR_32P S6	36,09	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	4,81	29,79	22,44	0,00	97,61%
VAR_33P S6	34,36	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	3,64	29,79	22,44	0,00	98,19%
VAR_34P S6	36,56	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	5,12	29,79	22,44	0,00	97,46%
VAR_35P S6	35,43	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	4,35	29,79	22,44	0,00	97,84%

Tabela XIV. 6 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continua)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S1	47,26	4,10	0,93	3,50	29,81	0,87	6,19	29,79	23,31	0,00	96,92%
VAR_2P S1	49,50	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	7,24	29,79	23,31	0,00	96,40%
VAR_3P S1	48,35	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	6,54	29,79	23,31	0,00	96,75%
VAR_4P S1	61,70	4,10	0,48	3,50	29,81	0,87	14,68	29,79	23,31	0,00	92,71%
VAR_5P S1	59,05	4,10	1,59	3,50	29,81	0,87	13,85	29,79	23,31	0,00	93,11%
VAR_6P S1	58,89	4,10	1,61	3,50	29,81	0,87	13,77	29,79	23,31	0,00	93,16%
VAR_7P S1	60,77	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	13,77	29,79	23,31	0,00	93,16%
VAR_8P S1	60,11	4,10	0,00	3,50	29,81	0,87	13,37	29,79	23,31	0,00	93,36%
VAR_9P S1	44,41	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	4,51	29,79	23,31	0,00	97,76%
VAR_10P S1	46,63	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	5,85	29,79	23,31	0,00	97,09%
VAR_11P S1	45,49	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	5,16	29,79	23,31	0,00	97,44%
VAR_12P S1	38,94	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	2,98	29,79	23,31	0,00	98,52%
VAR_13P S1	41,16	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	4,30	29,79	23,31	0,00	97,86%
VAR_14P S1	40,02	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	3,62	29,79	23,31	0,00	98,20%
VAR_15P S1	38,78	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	2,91	29,79	23,31	0,00	98,55%
VAR_16P S1	41,00	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	4,23	29,79	23,31	0,00	97,90%
VAR_17P S1	39,86	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	3,55	29,79	23,31	0,00	98,24%
VAR_18P S1	40,64	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	2,21	29,79	23,31	0,00	98,90%
VAR_19P S1	42,86	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	3,55	29,79	23,31	0,00	98,23%
VAR_20P S1	41,72	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	2,86	29,79	23,31	0,00	98,58%
VAR_21P S1	39,99	4,10	1,00	3,50	29,81	0,87	1,81	29,79	23,31	0,00	99,10%
VAR_22P S1	42,20	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	3,15	29,79	23,31	0,00	98,43%
VAR_23P S1	41,07	4,10	0,99	3,50	29,81	0,87	2,46	29,79	23,31	0,00	98,78%
VAR_24P S1	35,17	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	0,68	29,79	23,31	0,00	99,66%
VAR_25P S1	37,38	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	1,99	29,79	23,31	0,00	99,01%
VAR_26P S1	36,25	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	1,32	29,79	23,31	0,00	99,34%
VAR_27P S1	34,52	4,10	3,53	3,50	29,81	0,87	0,28	29,79	23,31	0,00	99,86%
VAR_28P S1	36,73	4,10	3,48	3,50	29,81	0,87	1,60	29,79	23,31	0,00	99,21%
VAR_29P S1	35,60	4,10	3,51	3,50	29,81	0,87	0,93	29,79	23,31	0,00	99,54%
VAR_30P S1	35,01	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	0,61	29,79	23,31	0,00	99,70%
VAR_31P S1	37,22	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	1,92	29,79	23,31	0,00	99,04%
VAR_32P S1	36,09	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	1,25	29,79	23,31	0,00	99,38%
VAR_33P S1	34,36	4,10	3,57	3,50	29,81	0,87	0,21	29,79	23,31	0,00	99,89%
VAR_34P S1	36,56	4,10	3,52	3,50	29,81	0,87	1,52	29,79	23,31	0,00	99,24%
VAR_35P S1	35,43	4,10	3,54	3,50	29,81	0,87	0,85	29,79	23,31	0,00	99,58%



Tabela XIV. 7 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Variável	N <sub>ic</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>vc</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>ac</sub> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		N <sub>tc</sub> Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S3	47,26	0,94	0,93	3,50	29,81	0,85	50,97	29,79	0,00	0,00	74,67%
VAR_2P S3	49,50	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	53,03	29,79	0,00	0,00	73,65%
VAR_3P S3	48,35	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	51,80	29,79	0,00	0,00	74,25%
VAR_4P S3	61,70	0,94	0,48	3,50	29,81	0,85	66,01	29,79	0,00	0,00	67,20%
VAR_5P S3	59,05	0,94	1,59	3,50	29,81	0,85	63,98	29,79	0,00	0,00	68,20%
VAR_6P S3	58,89	0,94	1,61	3,50	29,81	0,85	63,82	29,79	0,00	0,00	68,28%
VAR_7P S3	60,77	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	64,67	29,79	0,00	0,00	67,86%
VAR_8P S3	60,11	0,94	0,00	3,50	29,81	0,85	63,97	29,79	0,00	0,00	68,21%
VAR_9P S3	44,41	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	47,98	29,79	0,00	0,00	76,15%
VAR_10P S3	46,63	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	50,34	29,79	0,00	0,00	74,98%
VAR_11P S3	45,49	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	49,13	29,79	0,00	0,00	75,59%
VAR_12P S3	38,94	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	43,97	29,79	0,00	0,00	78,15%
VAR_13P S3	41,16	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	46,30	29,79	0,00	0,00	76,99%
VAR_14P S3	40,02	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	45,11	29,79	0,00	0,00	77,58%
VAR_15P S3	38,78	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	43,83	29,79	0,00	0,00	78,22%
VAR_16P S3	41,00	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	46,16	29,79	0,00	0,00	77,06%
VAR_17P S3	39,86	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	44,96	29,79	0,00	0,00	77,66%
VAR_18P S3	40,64	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	43,97	29,79	0,00	0,00	78,15%
VAR_19P S3	42,86	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	46,33	29,79	0,00	0,00	76,98%
VAR_20P S3	41,72	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	45,12	29,79	0,00	0,00	77,58%
VAR_21P S3	39,99	0,94	1,00	3,50	29,81	0,85	43,28	29,79	0,00	0,00	78,49%
VAR_22P S3	42,20	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	45,63	29,79	0,00	0,00	77,33%
VAR_23P S3	41,07	0,94	0,99	3,50	29,81	0,85	44,42	29,79	0,00	0,00	77,92%
VAR_24P S3	35,17	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	39,96	29,79	0,00	0,00	80,14%
VAR_25P S3	37,38	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	42,28	29,79	0,00	0,00	78,99%
VAR_26P S3	36,25	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	41,10	29,79	0,00	0,00	79,58%
VAR_27P S3	34,52	0,94	3,53	3,50	29,81	0,85	39,27	29,79	0,00	0,00	80,48%
VAR_28P S3	36,73	0,94	3,48	3,50	29,81	0,85	41,59	29,79	0,00	0,00	79,33%
VAR_29P S3	35,60	0,94	3,51	3,50	29,81	0,85	40,41	29,79	0,00	0,00	79,92%
VAR_30P S3	35,01	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	39,82	29,79	0,00	0,00	80,21%
VAR_31P S3	37,22	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	42,14	29,79	0,00	0,00	79,06%
VAR_32P S3	36,09	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	40,95	29,79	0,00	0,00	79,65%
VAR_33P S3	34,36	0,94	3,57	3,50	29,81	0,85	39,13	29,79	0,00	0,00	80,55%
VAR_34P S3	36,56	0,94	3,52	3,50	29,81	0,85	41,43	29,79	0,00	0,00	79,41%
VAR_35P S3	35,43	0,94	3,54	3,50	29,81	0,85	40,25	29,79	0,00	0,00	80,00%

Tabela XIV. 8 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S4	47,26	3,64	0,93	3,64	29,81	0,87	9,81	29,79	23,31	0,00	95,12%
VAR_2P S4	49,50	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	11,04	29,79	23,31	0,00	94,51%
VAR_3P S4	48,35	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	10,25	29,79	23,31	0,00	94,91%
VAR_4P S4	61,70	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	19,42	29,79	23,31	0,00	90,35%
VAR_5P S4	59,05	3,64	1,59	3,64	29,81	0,87	18,36	29,79	23,31	0,00	90,88%
VAR_6P S4	58,89	3,64	1,61	3,64	29,81	0,87	18,27	29,79	23,31	0,00	90,92%
VAR_7P S4	60,77	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,45	29,79	23,31	0,00	90,83%
VAR_8P S4	60,11	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,00	29,79	23,31	0,00	91,06%
VAR_9P S4	44,41	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	7,90	29,79	23,31	0,00	96,07%
VAR_10P S4	46,63	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	9,42	29,79	23,31	0,00	95,32%
VAR_11P S4	45,49	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	8,64	29,79	23,31	0,00	95,71%
VAR_12P S4	38,94	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	5,88	29,79	23,31	0,00	97,08%
VAR_13P S4	41,16	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	7,37	29,79	23,31	0,00	96,34%
VAR_14P S4	40,02	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	6,61	29,79	23,31	0,00	96,72%
VAR_15P S4	38,78	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	5,80	29,79	23,31	0,00	97,12%
VAR_16P S4	41,00	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	7,29	29,79	23,31	0,00	96,38%
VAR_17P S4	39,86	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	6,52	29,79	23,31	0,00	96,76%
VAR_18P S4	40,64	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	5,31	29,79	23,31	0,00	97,36%
VAR_19P S4	42,86	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,83	29,79	23,31	0,00	96,61%
VAR_20P S4	41,72	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,05	29,79	23,31	0,00	96,99%
VAR_21P S4	39,99	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	4,87	29,79	23,31	0,00	97,58%
VAR_22P S4	42,20	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,38	29,79	23,31	0,00	96,83%
VAR_23P S4	41,07	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	5,60	29,79	23,31	0,00	97,22%
VAR_24P S4	35,17	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	3,29	29,79	23,31	0,00	98,36%
VAR_25P S4	37,38	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,78	29,79	23,31	0,00	97,63%
VAR_26P S4	36,25	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	4,02	29,79	23,31	0,00	98,00%
VAR_27P S4	34,52	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	2,85	29,79	23,31	0,00	98,59%
VAR_28P S4	36,73	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,33	29,79	23,31	0,00	97,85%
VAR_29P S4	35,60	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	3,57	29,79	23,31	0,00	98,22%
VAR_30P S4	35,01	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	3,21	29,79	23,31	0,00	98,40%
VAR_31P S4	37,22	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,69	29,79	23,31	0,00	97,67%
VAR_32P S4	36,09	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,93	29,79	23,31	0,00	98,05%
VAR_33P S4	34,36	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	2,76	29,79	23,31	0,00	98,63%
VAR_34P S4	36,56	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,24	29,79	23,31	0,00	97,89%
VAR_35P S4	35,43	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,48	29,79	23,31	0,00	98,27%

Tabela XIV. 9 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Continuação)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η	Total	ST	FV	BM	
VAR_1P S5	47,26	0,93	0,93	3,50	29,81	0,93	0,69	29,79	0,00	50,82	99,66%
VAR_2P S5	49,50	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	53,23	99,82%
VAR_3P S5	48,35	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	51,99	99,82%
VAR_4P S5	61,70	0,93	0,48	3,50	29,81	0,93	0,37	29,79	0,00	66,34	99,82%
VAR_5P S5	59,05	0,93	1,59	3,50	29,81	0,93	1,16	29,79	0,00	63,49	99,42%
VAR_6P S5	58,89	0,93	1,61	3,50	29,81	0,93	1,17	29,79	0,00	63,32	99,42%
VAR_7P S5	60,77	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,02	29,79	0,00	65,34	99,99%
VAR_8P S5	60,11	0,93	0,00	3,50	29,81	0,93	0,02	29,79	0,00	64,63	99,99%
VAR_9P S5	44,41	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	47,75	99,63%
VAR_10P S5	46,63	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	50,14	99,64%
VAR_11P S5	45,49	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	48,91	99,64%
VAR_12P S5	38,94	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	41,87	98,74%
VAR_13P S5	41,16	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	44,26	98,75%
VAR_14P S5	40,02	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	43,03	98,74%
VAR_15P S5	38,78	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	41,70	98,72%
VAR_16P S5	41,00	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	44,09	98,74%
VAR_17P S5	39,86	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	42,86	98,73%
VAR_18P S5	40,64	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	43,70	99,63%
VAR_19P S5	42,86	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	46,09	99,64%
VAR_20P S5	41,72	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	44,86	99,64%
VAR_21P S5	39,99	0,93	1,00	3,50	29,81	0,93	0,74	29,79	0,00	43,00	99,63%
VAR_22P S5	42,20	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	45,38	99,64%
VAR_23P S5	41,07	0,93	0,99	3,50	29,81	0,93	0,73	29,79	0,00	44,16	99,64%
VAR_24P S5	35,17	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	37,82	98,74%
VAR_25P S5	37,38	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	40,19	98,75%
VAR_26P S5	36,25	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	38,98	98,74%
VAR_27P S5	34,52	0,93	3,53	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	37,12	98,74%
VAR_28P S5	36,73	0,93	3,48	3,50	29,81	0,93	2,51	29,79	0,00	39,49	98,75%
VAR_29P S5	35,60	0,93	3,51	3,50	29,81	0,93	2,53	29,79	0,00	38,28	98,74%
VAR_30P S5	35,01	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	37,65	98,72%
VAR_31P S5	37,22	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	40,02	98,74%
VAR_32P S5	36,09	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	38,81	98,73%
VAR_33P S5	34,36	0,93	3,57	3,50	29,81	0,93	2,57	29,79	0,00	36,95	98,72%
VAR_34P S5	36,56	0,93	3,52	3,50	29,81	0,93	2,54	29,79	0,00	39,31	98,74%
VAR_35P S5	35,43	0,93	3,54	3,50	29,81	0,93	2,55	29,79	0,00	38,10	98,73%

Tabela XIV. 10 – Necessidades associadas às medidas de reabilitação ST2 (Conclusão)

Variável	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Nac (kWh/m <sup>2</sup> .ano)		Ntc Total	Renováveis			% Melhoria
	Total	η	Total	η	Total	η		ST	FV	BM	
VAR_1P S6	47,26	3,64	0,93	3,64	29,81	0,87	9,81	29,79	23,31	0,00	95,12%
VAR_2P S6	49,50	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	11,04	29,79	23,31	0,00	94,51%
VAR_3P S6	48,35	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	10,25	29,79	23,31	0,00	94,91%
VAR_4P S6	61,70	3,64	0,48	3,64	29,81	0,87	19,42	29,79	23,31	0,00	90,35%
VAR_5P S6	59,05	3,64	1,59	3,64	29,81	0,87	18,36	29,79	23,31	0,00	90,88%
VAR_6P S6	58,89	3,64	1,61	3,64	29,81	0,87	18,27	29,79	23,31	0,00	90,92%
VAR_7P S6	60,77	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,45	29,79	23,31	0,00	90,83%
VAR_8P S6	60,11	3,64	0,00	3,64	29,81	0,87	18,00	29,79	23,31	0,00	91,06%
VAR_9P S6	44,41	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	7,90	29,79	23,31	0,00	96,07%
VAR_10P S6	46,63	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	9,42	29,79	23,31	0,00	95,32%
VAR_11P S6	45,49	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	8,64	29,79	23,31	0,00	95,71%
VAR_12P S6	38,94	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	5,88	29,79	23,31	0,00	97,08%
VAR_13P S6	41,16	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	7,37	29,79	23,31	0,00	96,34%
VAR_14P S6	40,02	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	6,61	29,79	23,31	0,00	96,72%
VAR_15P S6	38,78	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	5,80	29,79	23,31	0,00	97,12%
VAR_16P S6	41,00	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	7,29	29,79	23,31	0,00	96,38%
VAR_17P S6	39,86	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	6,52	29,79	23,31	0,00	96,76%
VAR_18P S6	40,64	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	5,31	29,79	23,31	0,00	97,36%
VAR_19P S6	42,86	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,83	29,79	23,31	0,00	96,61%
VAR_20P S6	41,72	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,05	29,79	23,31	0,00	96,99%
VAR_21P S6	39,99	3,64	1,00	3,64	29,81	0,87	4,87	29,79	23,31	0,00	97,58%
VAR_22P S6	42,20	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	6,38	29,79	23,31	0,00	96,83%
VAR_23P S6	41,07	3,64	0,99	3,64	29,81	0,87	5,60	29,79	23,31	0,00	97,22%
VAR_24P S6	35,17	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	3,29	29,79	23,31	0,00	98,36%
VAR_25P S6	37,38	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,78	29,79	23,31	0,00	97,63%
VAR_26P S6	36,25	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	4,02	29,79	23,31	0,00	98,00%
VAR_27P S6	34,52	3,64	3,53	3,64	29,81	0,87	2,85	29,79	23,31	0,00	98,59%
VAR_28P S6	36,73	3,64	3,48	3,64	29,81	0,87	4,33	29,79	23,31	0,00	97,85%
VAR_29P S6	35,60	3,64	3,51	3,64	29,81	0,87	3,57	29,79	23,31	0,00	98,22%
VAR_30P S6	35,01	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	3,21	29,79	23,31	0,00	98,40%
VAR_31P S6	37,22	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,69	29,79	23,31	0,00	97,67%
VAR_32P S6	36,09	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,93	29,79	23,31	0,00	98,05%
VAR_33P S6	34,36	3,64	3,57	3,64	29,81	0,87	2,76	29,79	23,31	0,00	98,63%
VAR_34P S6	36,56	3,64	3,52	3,64	29,81	0,87	4,24	29,79	23,31	0,00	97,89%
VAR_35P S6	35,43	3,64	3,54	3,64	29,81	0,87	3,48	29,79	23,31	0,00	98,27%

Anexo XV – Orçamentos fornecidos

Tabela XV. 1 – Orçamentos para XPS

Linha	Código	Descrição	Disponib.	Qtd	Un	P.Unit.	Total	%IVA
* 1	771250	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X20 (CB/FS)	Imediata	1.00	M2	2.52	2.52	23.0
2	1633593	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X30 (CB/FS)	Imediata	1.00	M2	3.28	3.28	23.0
3	1610559	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X40 (CB/FS)	Imediata	1.00	M2	4.81	4.81	23.0
4	1652544	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X50 (CB/FS)	Consultar	1.00	M2	6.90	6.90	23.0
5	1576305	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X60 (CB/FS)	Imediata	1.00	M2	8.27	8.27	23.0
6	2105831	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO)1250x600x70(CB/FS)	Consultar	1.00	M2	8.27	8.27	23.0
7	1755529	POLIESTIRENO ITE (CAPOTO) 1250X600X80 (CB/FS)	Consultar	1.00	M2	9.66	9.66	23.0
* 8	1473826	POLIESTIRENO PISO 1250x600x30 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	2.79	2.79	23.0
* 9	1457118	POLIESTIRENO PISO 1250X600X40 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	3.69	3.69	23.0
* 10	1525542	POLIESTIRENO PISO 1250x600x50 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	4.68	4.68	23.0
* 11	1477413	POLIESTIRENO PISO 1250x600x60 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	5.61	5.61	23.0
12	1536051	POLIESTIRENO PISO 1250x600x80 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	10.14	10.14	23.0
13	1431683	POLIESTIRENO PISO 1250X600X100 (SL/TERRA 300/TR)	Imediata	1.00	M2	12.68	12.68	23.0
131	643355	PALETE DIVERGAS (SUJEITA A DEV.)	Imediata	1.00	Un	0.00	0.00	23.0
14		Devolução das Paletes Retornáveis	Consultar	1.00	Un	0.00	0.00	23.0

Processado por computador.	<b>Quadro resumo do IVA</b>			Total líquido	83.29
Este documento não confere o direito à dedução do IVA.	Taxa	Incidência	Valor	IVA	19.16
Obs: .	23.0	83.29	19.16	<b>Total (EUR)</b>	<b>102.45</b>

Tabela XV. 2 – Orçamentos para EPS

Linha	Código	Descrição	Disponib.	Qtd	Un	P.Unit.	Total	%IVA
* 1	1356096	ESFEROV.100CMX50CMX1 20KG EPS 100	Consultar	1.00	UN	0.36	0.36	23.0
* 2	1204338	ESFEROV.100CMX50CMX2 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	0.82	0.82	23.0
* 3	668196	ESFEROV.100CMX50CMX3 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	1.07	1.07	23.0
* 4	668220	ESFEROV.100CMX50CMX4 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	1.43	1.43	23.0
* 5	823076	ESFEROV.100CMX50CMX5 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	1.78	1.78	23.0
* 6	905200	ESFEROV.100CMX50CMX6 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	2.14	2.14	23.0
* 7	990068	ESFEROV.100CMX50CMX8 20KG EPS 100	Imediata	1.00	UN	2.85	2.85	23.0
* 8	1644384	ESFEROV.100CMX50CMX10 20KG EPS 100	Consultar	1.00	UN	3.56	3.57	23.0
* 9	1648161	ESFEROV.100CMX50CMX12 20KG EPS 100	Consultar	1.00	UN	4.28	4.28	23.0
* 10	1839695	ESFEROV.100CMX50CMX14 20KG EPS 100	Consultar	1.00	UN	4.99	4.99	23.0
10		Devolução das Paletes Retornáveis	Consultar	1.00	Un	0.00	0.00	0.0

**As designações específicas da empresa para os diferentes tipos de material são:**

SL – Piso ; TR – Telhado ; CW – Caixa de ar ; FS – Caixa de ar com encaixe diferente ; CB – Capoto

**Anexo XVI** – Tabelas de adaptação de orçamentos

Tabela XVI. 1 – Orçamentos para XPS 30 cm

<b>Descrição</b>	<b>Un</b>	<b>Rend.</b>	<b>Preço un</b>	<b>Import.</b>
Painel rígido de poliestireno extrudido, de 30 mm de espessura, , $R_t = 0,90 \text{ m}^2\text{c/w}$	m <sup>2</sup>	1,100	3,43	3,77
Fixação mecânica para painéis isolantes de poliestireno expandido, colocados diretamente sobre a superfície suporte.	ud	2,500	0,20	0,50
Oficial de 1ª montador de isolamentos.	h	0,091	17,41	1,58
Ajudante de montador de isolamentos.	h	0,091	16,45	1,50
Meios auxiliares		2,000	5,84	0,12
Custos indiretos		3,000	5,96	0,18
Custo de manutenção decenal: 0,12€ nos primeiros 10 anos.				7,66

Tabela XVI. 2 – Orçamentos para XPS 40 cm

<b>Descrição</b>	<b>Un</b>	<b>Rend.</b>	<b>Preço un</b>	<b>Import.</b>
Painel rígido de poliestireno extrudido, de 40 mm de espessura, , $R_t = 1,20 \text{ m}^2\text{c/w}$	m <sup>2</sup>	1,100	4,54	4,99
Fixação mecânica para painéis isolantes de poliestireno expandido, colocados diretamente sobre a superfície suporte.	ud	2,500	0,20	0,50
Oficial de 1ª montador de isolamentos.	h	0,091	17,41	1,58
Ajudante de montador de isolamentos.	h	0,091	16,45	1,50
Meios auxiliares		2,000	5,84	0,12
Custos indiretos		3,000	5,96	0,18
Custo de manutenção decenal: 0,12€ nos primeiros 10 anos.				8,87

**Nota:** Devido à limitação do número de páginas dos Anexos, são apenas apresentadas duas tabelas exemplificativas.