



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Paulo Soares Cardoso Reabilitação Sustentável de Edifícios anteriores a 1951

Luís Paulo Soares Cardoso

Reabilitação Sustentável de Edifícios
anteriores a 1951

UMinho | 2013

Julho de 2013



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Paulo Soares Cardoso

Reabilitação Sustentável de Edifícios
anteriores a 1951

Tese de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Luís Bragança
e do
Professor Doutor Ricardo Mateus

Julho de 2013



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é o resultado de um percurso académico longo e de um grande esforço pessoal, mas não o conseguiria realizar sem a colaboração, direta ou indireta, das seguintes pessoas:

Ao meu Orientador Sr. Professor Luís Bragança e Coorientador Sr. Professor Ricardo Mateus, pelos conhecimentos partilhados e pela disponibilidade, apoio e incentivo ao longo deste trabalho.

Ao Sr. Eng.º João Bezerra pela grande disponibilidade que demonstrou desde o contato inicial, pelo apoio e companheirismo demonstrado.

Ao Sr. Eng.ª. Fernando Moura pela disponibilidade e apoio às dúvidas que surgiam.

À Top Informática pela disponibilidade do programa Cype e apoio às dúvidas que foram surgindo.

Agradeço aos meus amigos e colegas da universidade pela relação pessoal, companhia e apoio podendo citar aqui alguns nomes que tiveram uma presença importante neste período: João Pereira, Pedro Silva, Hugo Freire, Tiago Costa, Bruno Ribeiro e Sameiro Melo.

À minha família, pela compreensão, paciência, amizade e atenção que deram e também pelo apoio na redação deste trabalho.

E por último à Diana Pinto, pelo apoio incondicional, pela paciência e compreensão dos momentos bons e maus passados ao longo do percurso académico.





RESUMO

Atualmente, os centros históricos encontram-se bastante degradados. Assiste-se assim à necessidade de os revitalizar dada a sua importância para as cidades. Reabilitar, sim, mas de uma forma sustentável.

Existe um conjunto de legislação que incentiva à Reabilitação Urbana. Esta legislação assume a Reabilitação como uma componente indispensável da política das cidades e das habitações, com o objetivo de requalificar e revitalizar os centros históricos para um funcionamento mais sustentável e uma vida mais confortável para todos. Com este conjunto de legislação torna-se necessário a implementação de melhores práticas que promovam a Reabilitação Sustentável na construção. (RU, 2009)

O presente trabalho insere-se no âmbito da Reabilitação Sustentável, neste procede-se à análise de treze casos de estudo. Nestes casos são confrontados os desempenhos energéticos e de sustentabilidade de três níveis de intervenção designados por, Reabilitação Básica, Reabilitação Energética e Reabilitação Sustentável. Com o principal objetivo de caminhar os edifícios em edifícios autossuficientes.

Os desempenhos energéticos foram avaliados segundo o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) com o apoio da ferramenta CYPE, e as avaliações de sustentabilidade recorrendo à ferramenta SBToolPT-H.

PALAVRAS-CHAVE: Reabilitação de Edifícios; Sustentabilidade; Eficiência energética; Reabilitação em centros históricos; Reabilitação sustentável





ABSTRACT

Nowadays, historical centers find themselves considerably degraded. This way we assume it's revitalization as a very important measure to the city's development. Rehabilitation, yes, but in a sustainable way.

There is some recent legislation that encourages urban rehabilitation.

This legislation focus on Rehabilitation as an indispensable policy to be pursued in cities and its housing, in order to requalify and revitalize the historical centers, ensuring a more sustainable and comfortable way of life for everyone.

With this set of laws becomes apparent the need to implement better practices and more efficient methods to promote sustainable building rehabilitation. (RU, 2009)

So, this dissertation is about Sustainable Rehabilitation, expressed through the analysis of thirteen case studies, where the main goal is to reconvert plain inefficient buildings in more sustainable ones. These case studies compare the energetic performance and sustainability of three levels of intervention, named Basic Rehabilitation, Energetic Rehabilitation and Sustainable Rehabilitation.

All the energetic performances were assessed according to the RCCTE: Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Regulation of Characteristics of Thermal Behaviour of Buildings), with the support of CYPE. The sustainability assessments were made using the SBToolPT-H.

KEYWORDS: Rehabilitation of Buildings, Sustainability, Energy Efficiency, Historical Centers Rehabilitation; Sustainable Rehabilitation.





ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS	xv
NOMENCLATURA	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos do Trabalho	3
1.3. Metodologia	3
1.3.1. Metodologias de avaliação de sustentabilidade.....	3
1.3.2. Metodologias de avaliação energética.....	6
1.4. Organização do Trabalho	8
2. ESTADO DO CONHECIMENTO	11
2.1. Enquadramento Legal	11
2.2. Desenvolvimento / Construção Sustentável.....	13
2.3. Reabilitação Sustentável	18
2.3.1. Consumo de água	21
2.3.2. Eficiência energética	23
2.4. Regulamentação em Portugal.....	27
2.4.1. RCCTE	27



2.4.2. RSECE.....	28
2.4.3. Sistema de Certificação Energética (SCE).....	28
2.5. Reabilitação em edifícios antigos.....	31
2.5.1. Paredes exteriores.....	32
2.5.2. Coberturas	36
2.5.3. Vãos Envidraçados	37
2.5.4. Pavimentos	39
3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E SUSTENTÁVEL	41
3.1. Níveis de Reabilitação.....	41
3.2. Objeto de estudo	42
3.3. Caracterização do Caso de Estudo	43
3.4. Soluções construtivas e equipamentos – Reabilitação Básica e Energética.....	44
3.5. Desempenho Energético – Reabilitação Básica e Energética	51
3.6. Avaliação da sustentabilidade – Reabilitação Básica e Energética.....	52
3.7. Análise dos resultados	72
3.8. Soluções construtivas e equipamentos – Reabilitação Sustentável.....	74
3.9. Desempenho Energético – Reabilitação Sustentável	76
3.10. Avaliação da Sustentabilidade – Reabilitação Sustentável	77
3.11. Resumo dos resultados – Casos de estudo	83
4. COMPARAÇÃO DE CUSTOS / BENEFÍCIOS	87
5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	91
5.1. Dificuldades sentidas	91
5.2. Conclusões	91



5.3. Perspetivas e trabalhos Futuros.....	93
6. BIBLIOGRAFIA.....	95
ANEXOS.....	99
Anexo 1	99
Anexo 2	147
Anexo 3	182





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Licenciamento por tipo de Obra 2001-2010 (INE, 2010).....	1
Figura 2 - Lista otimizada SBToolPT	4
Figura 3 - Processo de Avaliação e Emissão do Certificado de Sustentabilidade.....	6
Figura 4 - Cype	7
Figura 5 - Organização da dissertação.....	8
Figura 6 - Distribuição do consumo de água numa habitação por pessoa (Graf).....	21
Figura 7 - Distribuição da utilização da água por sector (LNEC, 2001)	22
Figura 8 - Distribuição de consumos energéticos em edifícios, por tipo de equipamentos, e por componente de projeto/construção (Luísa, 2010).....	24
Figura 9 - Entidades do SCE (Adene - SCE).....	30
Figura 10 - Exemplo para demonstrar o desempenho energético do imóvel (CC)	31
Figura 11 - Parede em Alvenaria de Pedra.....	34
Figura 12 - Parede em Tabique (FC)	34
Figura 13 - Parede Dupla.....	35
Figura 14 - Cobertura inclina com estrutura em madeira	36
Figura 15 - Vidro Simples, Duplo e Triplo, respetivamente	38
Figura 16 - Caixilharias de madeira, alumínio e PVC, respetivamente	39
Figura 17 - Caraterização do Caso de Estudo.....	45
Figura 18 - Desvão Sanitário (CC).....	47
Figura 19 - Coeficientes de transmissão térmica (Básica vs. Energética).....	50
Figura 20 - Necessidades (Básica Vs. Energética).....	51
Figura 21 - Peso relativo de cada parâmetro na avaliação global.....	72
Figura 22 - Avaliação da Sustentabilidade - Básica Vs. Energética	73



Figura 23 - Necessidades (Básica Vs. Energética Vs. Sustentável)	76
Figura 24 - Avaliação da Sustentabilidade - Básica Vs. Energética Vs. Sustentável.....	81
Figura 25 - Ganhos Potenciais.....	82
Figura 26 - Custos de utilização dos três níveis de reabilitação.....	90
Figura 28 - Relatório Energético - Caso 1 - UO1	182
Figura 29 - Relatório Energético - Caso 1 - UO2.....	183
Figura 30 - Relatório Energético - Caso 2 - UO3 e UO5	184
Figura 31 - Relatório Energético - Caso 2 - UO4 e UO6	185
Figura 32 - Relatório Energético - Caso 3 - UO2.....	186
Figura 33 - Relatório Energético - Caso 4 - UO1 e UO3	187
Figura 34 - Relatório Energético - Caso 4 - UO2 e UO4	188
Figura 35 - Relatório Energético - Caso 5 - UO1 e UO2	189
Figura 36 - Relatório Energético - Caso 6 - UO1 e UO2	190
Figura 37 - Relatório Energético - Caso 7 - UO1	191
Figura 38 - Relatório Energético - Caso 7 - UO2.....	192
Figura 39 - Relatório Energético - Caso 8 - UO1.....	193
Figura 40 - Relatório Energético - Caso 9 - UO1	194
Figura 41 - Relatório Energético - Caso 10 - UO1	195
Figura 42 - Relatório Energético - Caso 11 - UO1	196
Figura 43 - Relatório Energético - Caso 12 e 13 - UO1	197
Figura 44 - Relatório Energético - Caso 12 e 13 - UO2	198



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro resumo SBToolPT	5
Tabela 2 - Listagem dos regulamentos nacionais na área da construção (LNEC, 2010).	11
Tabela 3 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$)	33
Tabela 4 - Coeficientes de transmissão térmica de referência ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$).....	33
Tabela 5 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$)	40
Tabela 6 - Coeficientes de transmissão térmica de referência ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$).....	40
Tabela 7 – Tabela resumo dos 13 casos de estudo	43
Tabela 8 - Iterações do Isolamento Térmico	46
Tabela 9 - Resumo das iterações realizadas	47
Tabela 10 - Caracterização Reabilitação Energética	49
Tabela 11 - Coeficientes de transmissão térmica - R. Básica.....	50
Tabela 12 - Coeficientes de transmissão térmica - R. Energética	50
Tabela 13 - Desempenho Energético - Reabilitação Básica.....	51
Tabela 14 - Desempenho Energético - Reabilitação Energética	51
Tabela 15 - Parâmetro 6.....	55
Tabela 16 - Parâmetro 7 para Reabilitação Básica – Caso 11.....	55
Tabela 17 - Parâmetro 7 para Reabilitação Energética – Caso 11.....	56
Tabela 18 - Parâmetro 8 para Reabilitação Básica – Caso 11.....	57
Tabela 19 - Parâmetro 8 para Reabilitação Energética – Caso 11.....	57
Tabela 20 - Parâmetro 14 para Reabilitação Básica e Energética	60
Tabela 21 - Parâmetro 16 para o Caso 11.....	61



Tabela 22 - Parâmetro 19 para o Caso 11.....	63
Tabela 23 - Parâmetro 21 para o Caso 11.....	65
Tabela 24 - Subdivisão das amenidades por classes.....	65
Tabela 25 - Parâmetro 22 para o caso 11.....	66
Tabela 26 - Custos de investimento de reabilitações.....	67
Tabela 27 - Custos dos equipamentos Energética (Caso 11).....	68
Tabela 28 - Parâmetro 25 para reabilitação Básica - Caso 11.....	69
Tabela 29 - Parâmetro 25 para reabilitação Energética - Caso 11.....	69
Tabela 30 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Básica.....	70
Tabela 31 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Energética	70
Tabela 32 - Custos Reabilitação Sustentável - Caso 11	75
Tabela 33 - Desempenho Energético da Reabilitação Sustentável.....	76
Tabela 34 - Parâmetro 7 para a Reabilitação Sustentável	77
Tabela 35 - Parâmetro 8 para a Reabilitação Sustentável	77
Tabela 36 - Parâmetro 14 para Reabilitação Sustentável	78
Tabela 37 - Parâmetro 25 para reabilitação Sustentável - Caso 11	79
Tabela 38 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Sustentável	80
Tabela 39 - Resumo do desempenho energético e sustentável dos três níveis de reabilitação	81
Tabela 40 - Desempenho Energético para todos os casos.....	83
Tabela 41 - Nível de Sustentabilidade para todos os casos.....	84
Tabela 42 - Custo de Investimento para todos os casos	84
Tabela 43 - Custo Anual de Utilização e Período de Retorno para todos os casos.....	85
Tabela 44 - Custos de investimento para os níveis de Reabilitação.....	87
Tabela 45 - Custos de Utilização Anual	88
Tabela 46 - Períodos de retorno simples	89



Tabela 47 - Espessuras necessárias para o Cumprimento RCCTE	92
Tabela 48 - Percentagens da Espessura de Isolamento	93
Tabela 49 - Caraterização Caso 1 (Reabilitação Básica).....	99
Tabela 50 - Caraterização Caso 1 (Reabilitação Energética)	100
Tabela 51 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 1	101
Tabela 52 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 1	102
Tabela 53 - Caraterização Caso 2 (Reabilitação Básica).....	103
Tabela 54 - Caraterização Caso 2 (Reabilitação Energética)	104
Tabela 55 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 2.....	105
Tabela 56 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 2	106
Tabela 57 - Caraterização Caso 3 (Reabilitação Básica).....	107
Tabela 58 - Caraterização Caso 3 (Reabilitação Energética)	108
Tabela 59 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 3.....	109
Tabela 60 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 3	110
Tabela 61 - Caraterização Caso 4 (Reabilitação Básica).....	111
Tabela 62 - Caraterização Caso 4 (Reabilitação Energética)	112
Tabela 63 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 4.....	113
Tabela 64 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 4	114
Tabela 65 - Caraterização Caso 5 (Reabilitação Básica).....	115
Tabela 66 - Caraterização Caso 5 (Reabilitação Energética)	116
Tabela 67 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 5.....	117
Tabela 68 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 5	118
Tabela 69 - Caraterização Caso 6 (Reabilitação Básica).....	119
Tabela 70 - Caraterização Caso 6 (Reabilitação Energética)	120
Tabela 71 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 6.....	121



Tabela 72 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 6	122
Tabela 73 - Caraterização Caso 7 (Reabilitação Básica).....	123
Tabela 74 - Caraterização Caso 7 (Reabilitação Energética)	124
Tabela 75 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 7	125
Tabela 76 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 7	126
Tabela 77 - Caraterização Caso 8 (Reabilitação Básica).....	127
Tabela 78 - Caraterização Caso 8 (Reabilitação Energética)	128
Tabela 79 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 8.....	129
Tabela 80 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 8	130
Tabela 81 - Caraterização Caso 9 (Reabilitação Básica).....	131
Tabela 82 - Caraterização Caso 9 (Reabilitação Energética)	132
Tabela 83 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 9.....	133
Tabela 84 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 9	134
Tabela 85 - Caraterização Caso 10 (Reabilitação Básica).....	135
Tabela 86 - Caraterização Caso 10 (Reabilitação Energética)	136
Tabela 87 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 10.....	137
Tabela 88 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 10	138
Tabela 89 - Caraterização Caso 12 (Reabilitação Básica).....	139
Tabela 90 - Caraterização Caso 12 (Reabilitação Energética)	140
Tabela 91 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 12.....	141
Tabela 92 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 12	142
Tabela 93 - Caraterização Caso 13 (Reabilitação Básica).....	143
Tabela 94 - Caraterização Caso 13 (Reabilitação Energética)	144
Tabela 95 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 13.....	145
Tabela 96 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 13	146



Tabela 97 - Parâmetro 6 - Todos os Casos	147
Tabela 98 - Parâmetro 7 - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	148
Tabela 99 - Parâmetro 7 - Reabilitação Energética - Todos os casos.....	149
Tabela 100 - Parâmetro 7 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos	150
Tabela 101 - Parâmetro 8 - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	151
Tabela 102 - Parâmetro 8 - Reabilitação Energética - Todos os casos.....	152
Tabela 103 - Parâmetro 8 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos	153
Tabela 104 - Parâmetro 9.....	154
Tabela 105 - Parâmetro 14 - Reabilitação Básica e Energética - Todos os casos	154
Tabela 106 - Parâmetro 14 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos	155
Tabela 107 - Parâmetro 16 - Todos os casos.....	155
Tabela 108 - Parâmetro 19 - Todos os casos.....	156
Tabela 109 - Parâmetro 19 - Todos os casos (Continuação)	157
Tabela 110 - Parâmetro 19 - Todos os casos (Continuação)	158
Tabela 111 - Parâmetro 20 - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	159
Tabela 112 - Parâmetro 20 - Reabilitação Energética e Sustentável - Todos os casos	160
Tabela 113 - Parâmetro 21 - Todos os casos.....	161
Tabela 114 - Parâmetro 22 - Todos os casos.....	162
Tabela 115 - Parâmetro 24 - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	163
Tabela 116 - Parâmetro 24 - Reabilitação Energética - Todos os casos.....	163
Tabela 117 - Parâmetro 24 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos	164
Tabela 118 - Parâmetro 25 - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	165
Tabela 119 - Parâmetro 25 - Reabilitação Energética - Todos os casos.....	166
Tabela 120 - Parâmetro 25 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos	167
Tabela 121 - Avaliação da Sustentabilidade - Por parâmetro	168



Tabela 122 - Peso Global de cada parâmetro	169
Tabela 123 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Básica - Por caso.....	170
Tabela 124 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Energética - Por caso.....	171
Tabela 125 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Sustentável - Por caso.....	172
Tabela 126 - Custo de Investimento - Reabilitação Básica - Todos os casos.....	173
Tabela 127 - Custos de Isolamento para Reabilitação Energética e Sustentável	174
Tabela 128 - Custo de Energia adotados	174
Tabela 129 - Custo de Investimento - Reabilitação Energética.....	175
Tabela 130 - Custo de Investimento - Reabilitação Sustentável	176
Tabela 131 - Custo Anual de Água - Reabilitação Básica e Energética.....	177
Tabela 132 - Custo Anual de Água - Reabilitação Sustentável.....	178
Tabela 133 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Básica.....	179
Tabela 134 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Energética	180
Tabela 135 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Sustentável.....	181



NOMENCLATURA

ADENE - Agência para a energia

ANET - Associação Nacional de Engenheiros Técnicos

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

APBD - Desempenho Energético de Edifícios

AQSpP - Programa Água Quente Solar para Portugal

AQS – Aquecimento de água Quente Sanitária

CCE - Centro para a Conservação da Energia

CIB - Internacional Council for Building

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia

DGGE - Direção Geral de Geologia e Energia

EPBD - Desempenho Energético de Edifícios

GEE - Gases com Efeito de Estufa

IGAOT - Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

INE - Instituto Nacional de Estatística

INSAAR - Inventário Nacional dos Sistemas de Água e de Águas Residuais

LCA - Life cycle assessment

NIC – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

NI – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

NVC - Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento

NV - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

NAC - Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias



NA - Necessidades nominais anuais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias

NTC - Necessidades nominais anuais globais

NT - Valor Máximo RCCTE

OA - Ordem dos Arquitetos

OE - Ordem dos Engenheiros

P3E - Programa para Eficiência Energética em Edifícios

PNAC - Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

PQ's - Peritos Qualificados

PRIME - Programa de Incentivos à Modernização da Economia

PENU – Parede interior de divisão de espaço útil para Espaço Não Útil

QAI - Qualidade do Ar Interior

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas

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

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios

RSEU - Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas

SBTool - Sustainable Building Tool

SCE - Sistema de Certificação Energética

SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana

UE - União Europeia

**CAPÍTULO 1****1. INTRODUÇÃO****1.1. Enquadramento**

O setor da construção confronta-se com uma das maiores crises de que há memória. Isto fica a dever-se, em grande medida, ao rápido desenvolvimento da economia portuguesa nas últimas duas décadas, e que levou a que, em Portugal, num lapso de tempo relativamente curto, se construísse um elevadíssimo número de edificações. A atestar esta circunstância está o facto de, nos edifícios licenciados entre 2001 e 2010, as construções novas representarem cerca de 79,4% do total de licenciamentos, como mostra o Figura 1 (LNEC, 2010).

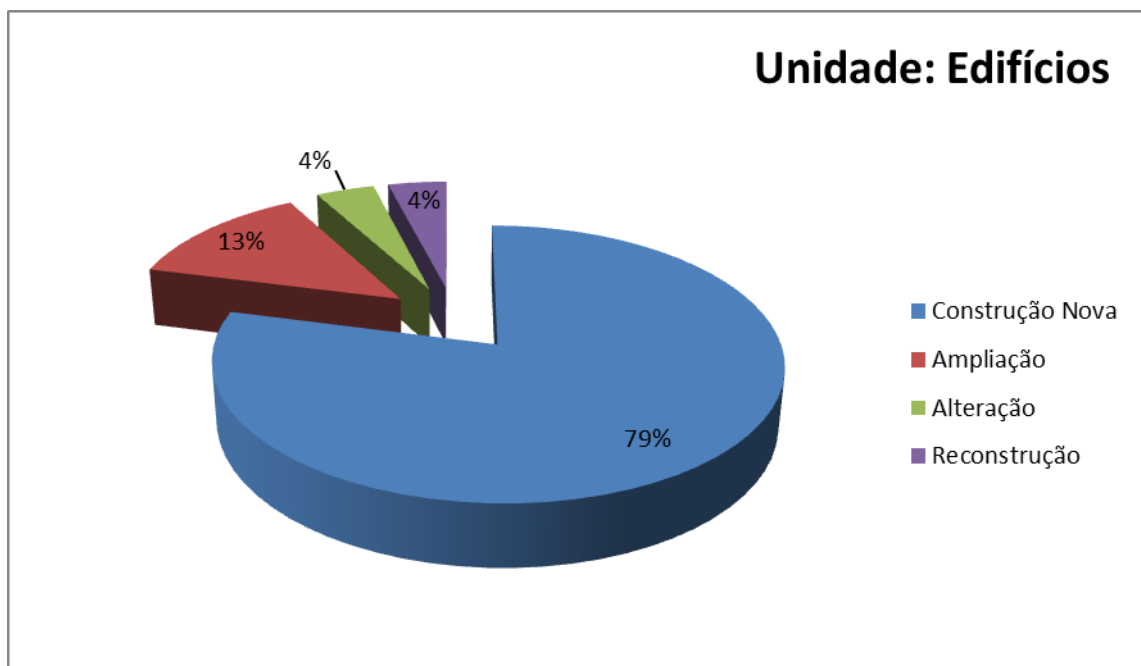


Figura 1 - Licenciamento por tipo de Obra 2001-2010 (INE, 2010)



O grande incremento na construção de novos edifícios neste período originou o atual excedente de habitações, exponenciado pelo fraco crescimento populacional. Este excesso habitacional fez com que os principais agentes do ramo fossem forçados a procurar novos rumos para subsistir, o que levou o setor da construção a inclinar-se para a reabilitação dos edifícios existentes, situados, na sua maioria, nos centros históricos das diferentes localidades.

No entanto, atualmente, não basta falar de reabilitação – uma qualquer reabilitação – como o caminho a seguir; é imperativo perceber o impacto que a construção, nomeadamente o setor dos edifícios, tem no consumo de recursos, e que se coloque o ênfase da questão na reabilitação sustentável e energética. Atente-se que, segundo os dados da DGGE (Direção Geral de Geologia e Energia) e o INE (Instituto Nacional de Estatística), no nosso País, os edifícios, durante a fase de utilização, são responsáveis por:

- Consumir de cerca de 25% dos recursos energéticos nacionais;
- Consumir de cerca de 6,7% do consumo de água;
- Produzir anual de 420 milhões de metros cúbicos de águas residuais;
- Produzir anual de cerca de 7,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos (RGEU, 2007) (LNEC, 2010).

É pela confrontação com este dantesco cenário, que nada de bom augura para o futuro do nosso planeta, que surge o tema “Reabilitação sustentável de edifícios anteriores a 1951”, data esta anterior à 1ª edição do RGEU (Regulamento Geral das Edificações Urbanas).

A reabilitação de edifícios antigos é uma tarefa que reveste grande importância, não só em Portugal, como em todo o mundo, seja por razões de preservação de valores culturais, proteção ambiental e pelas inerentes vantagens económicas. Além do destaque que adiante se dará à proteção ambiental, não se pode deixar de destacar aqui a importância da preservação dos valores culturais pela reabilitação do património edificado, por tudo o que tal aporta para a história das cidades e dos seus habitantes e, sobretudo, pelo que revela quanto à evolução da humanidade no âmbito da construção e de como os edifícios se foram adaptando a esse devir (Pina, 2010).



1.2. Objetivos do Trabalho

Com esta dissertação pretende-se definir uma metodologia de reabilitação, maioritariamente focada na eficiência energética, redução do consumo de água e o nível de sustentabilidade de cada caso, determinando as medidas de melhorias e respetivos custos associados que devem ser implementadas para alcançar o melhor nível de sustentabilidade possível.

1.3. Metodologia

1.3.1. Metodologias de avaliação de sustentabilidade

Para a análise da sustentabilidade nesta dissertação, vai ser utilizado o sistema de avaliação SBToolPT. Este é o resultado da adaptação do SBTool (Sustainable Building Tool) internacional à realidade portuguesa, que foi conduzida pela Associação iiSBE Portugal sem fins lucrativos, em colaboração com o LFTC-UM e a Ecochoice.

O SBToolPT é uma ferramenta de avaliação e reconhecimento da sustentabilidade de vários tipos de edifícios, em relação a dois níveis de referência: melhor prática e prática convencional (SBtoolPT).

Esta ferramenta tem como características principais:

- Os resultados são validados a nível internacional por uma organização independente (iiSBE);
- Foi desenvolvido e adaptado ao contexto nacional por uma equipa multidisciplinar com créditos reconhecidos no domínio da construção sustentável;



- Considera na sua avaliação, o desempenho dos edifícios ao nível das três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e económica;
- Apresenta uma lista otimizada de 25 indicadores e 9 categorias (figura 2);

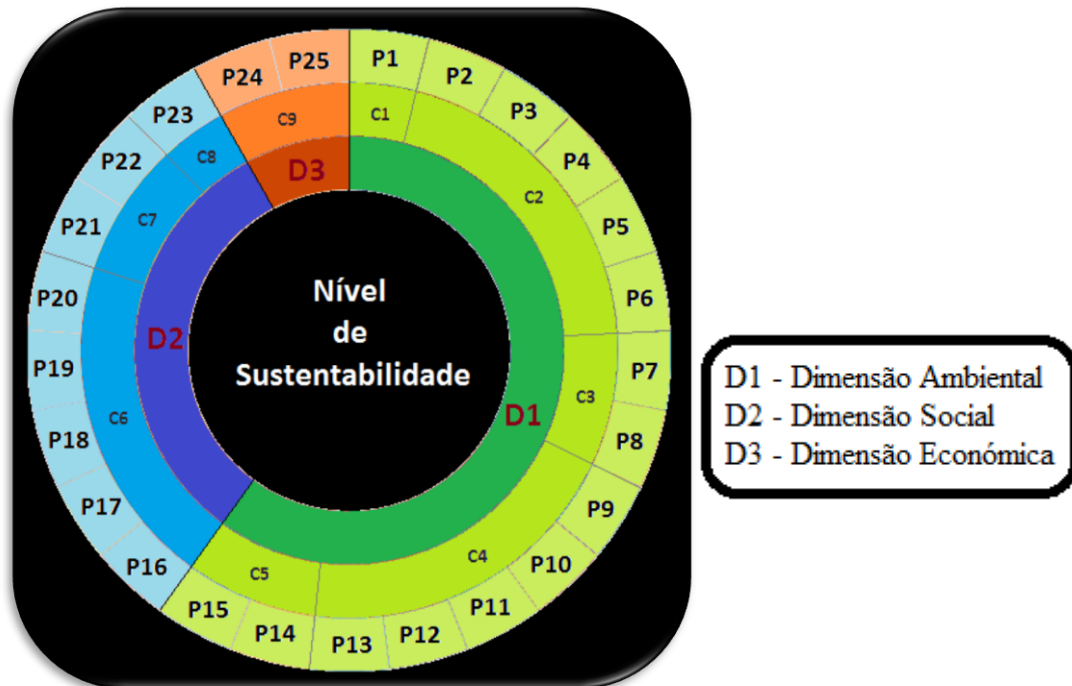


Figura 2 - Lista otimizada SBToolPT

Destes 25 parâmetros, apenas não foi avaliado o parâmetro 18 referente ao nível de conforto térmico médio anual devido a não ter acesso a uma ferramenta de simulação dinâmica das temperaturas. Interessa, ainda, saber os pontos que cada parâmetro se insere, como é resumido na tabela seguinte (Tabela 1).



Tabela 1 - Quadro resumo SBToolPT

Dimensão	Categoria	Parâmetro
D1 Ambiental	C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	
	P1	Valor agregado dos impactes ambientais de ciclo de vida por m2 de área útil de pavimento e por ano
	C2 - Uso do solo e biodiversidade	
	P2	Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível
	P3	Índice de impermeabilização
	P4	Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada
	P5	Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones
	P6	Percentagem de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%
	C3 - Energia	
	P7	Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização
	P8	Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis
	C4 - Materiais e Resíduos Sólidos	
	P9	Percentagem em peso de materiais reutilizados na construção do edifício
	P10	Percentagem em peso de materiais reciclados utilizados na construção do edifício
	P11	Percentagem em custo de produtos de base orgânica certificados
P12	Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	
P13	Índice de eficiência de deposição selectiva de resíduos doméstico	
C5 - Água		
P14	Volume de água potável consumida anualmente per capita	
P15	Percentagem de redução do consumo de água potável com recurso a águas recicladas e/ou reutilizadas	
D2 Social	C6 - Conforto e Saúde dos Utilizadores	
	P16	Potencial de ventilação natural
	P17	Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV
	P18	Nível de conforto térmico médio anual
	P19	Média do Factor de Luz do Dia Médio
	P20	Nível médio de isolamento acústico
	C7 - Acessibilidade	
	P21	Índice de acessibilidade a transportes públicos
P22	Índice de acessibilidade a amenidades	
C8 - Sensibilização e educação para a sustentabilidade		
P23	Disponibilidade do manual de utilizador do edifício	
D3 Económica	C9 - Custos de ciclo de vida	
	P24	Custos de investimento inicial
	P25	Custos de utilização

A avaliação da sustentabilidade está dividida em seis níveis, variando de mais sustentável “A+” e menos sustentável “E”. Sendo o nível “D” correspondente à prática convencional.

Na figura seguinte, representa-se esquematicamente o processo de avaliação e emissão do Certificado de Sustentabilidade (SBtoolPT).

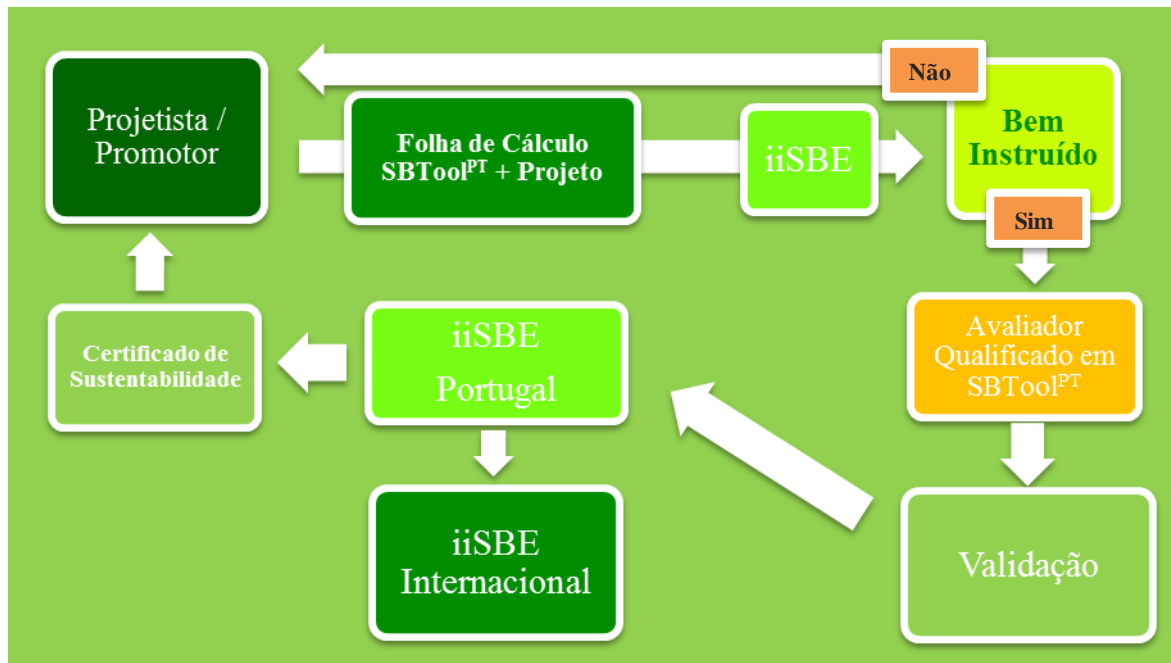


Figura 3 - Processo de Avaliação e Emissão do Certificado de Sustentabilidade

1.3.2. Metodologias de avaliação energética

O desempenho energético é obtido a partir do software Cypeterm, disponibilizado pela Top Informática. Esta ferramenta calcula automaticamente a eficiência energética de acordo com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE - Decreto-Lei nº80/2006 de 4 de Abril). No Capítulo 3 explica detalhadamente o processo de cálculo necessário para obter o relatório do cumprimento do RCCTE.

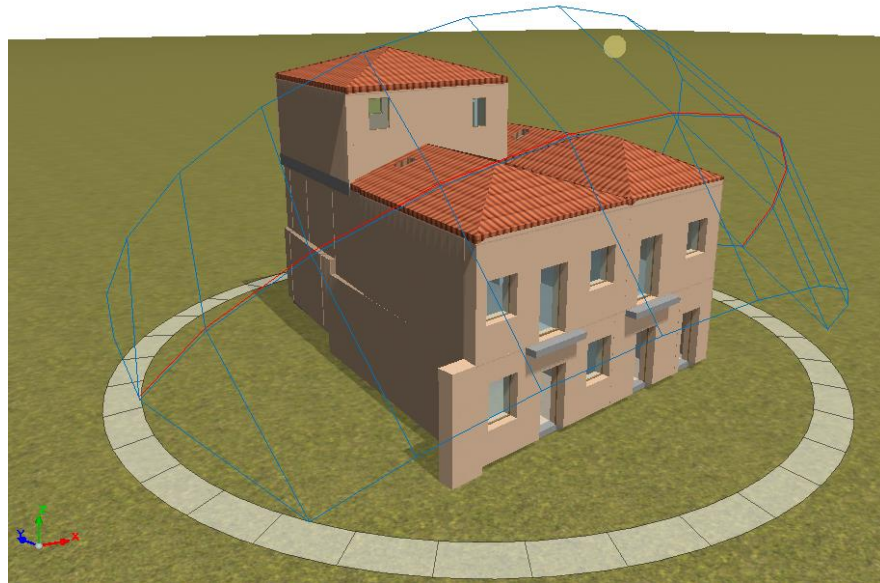


Figura 4 - Cype

CYPE

Para a realização desta dissertação obteve-se o apoio da Top Informática que, gentilmente, disponibilizou o *software* Cypeterm, o que facilitou a avaliação da eficiência energética dos edifícios em estudo.

A Top Informática, fundada em 1988, é, desde 1991, responsável pela tradução, adaptação e comercialização dos programas da CYPE em Portugal, dedicando grande parte dos seus recursos à identificação de requisitos regulamentares da Escola e práticas portuguesas, procurando disponibilizar verdadeiras versões adequadas à Engenharia Portuguesa (TopInformática).

O Cypeterm foi desenvolvido especificamente para Portugal, mais concretamente para dar resposta ao projeto de verificação das características de comportamento térmico, de acordo como Decreto-Lei n.º 80/2006, Nota Técnica NT-SCE-01 (Despacho n.º 11020/2009) e Perguntas e Respostas publicadas pela ADENE (TopInformática).



1.4. Organização do Trabalho

A presente dissertação, para facilitar a sua compreensão e consulta, encontra-se dividida em cinco capítulos, cuja estrutura se esquematiza na ilustração seguinte (Figura 5).

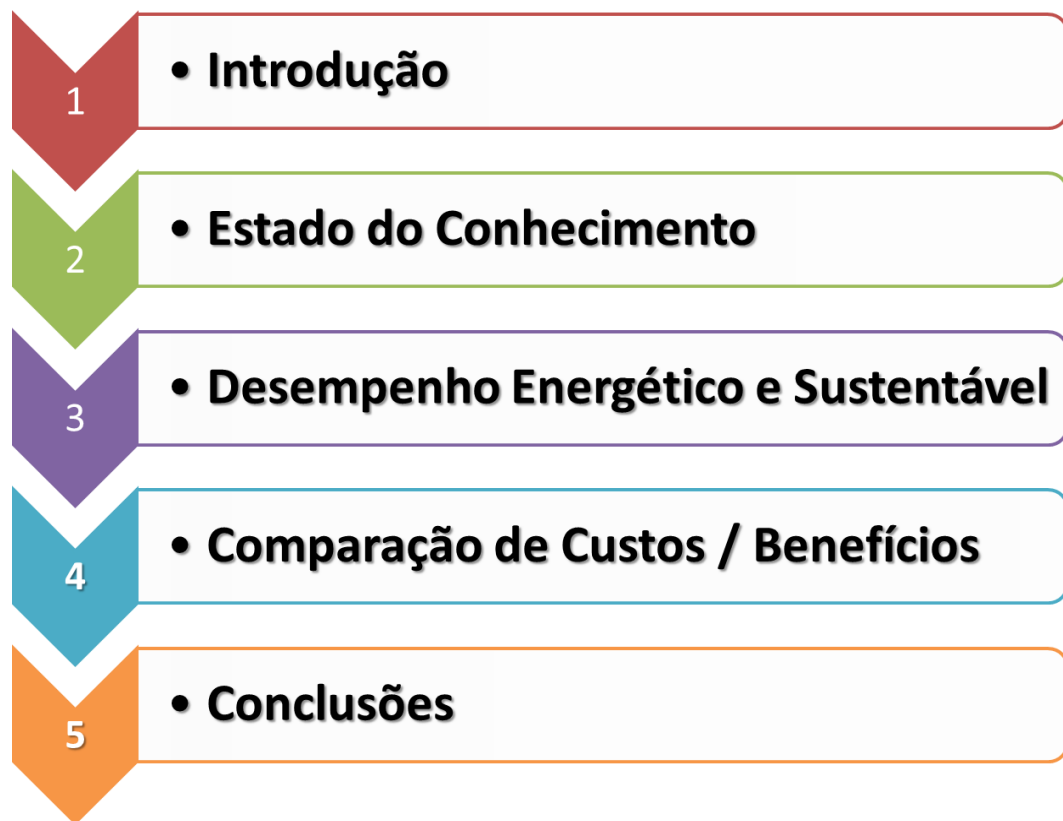


Figura 5 - Organização da dissertação

O Capítulo 1 contém uma breve apresentação do tema desta dissertação e está dividido em:

- Enquadramento;
- Objetivos;
- Metodologia;
- Organização.



O Capítulo 2 evidencia o conhecimento teórico adquirido ao longo da realização desta dissertação, repartindo-se em:

- Enquadramento legal – refere os regulamentos anteriores a 1951 e o regulamento pós 1951;
- Desenvolvimento / construção sustentável – ponto em que é explicado o porquê do aparecimento do conceito de desenvolvimento sustentável, os objetivos e metas que este impõe e a sua importância na área da construção;
- Reabilitação sustentável – demonstra as razões da necessidade de reabilitar e os métodos existentes para a promover. Fala, ainda, do consumo excessivo de água dos habitantes e a necessidade e programas existentes para a obtenção da eficiência energética;
- Regulamentação em Portugal – neste ponto é mencionado os regulamentos impostos na atualidade em Portugal;
- Reabilitação em edifícios antigos – este caracteriza a construção na atualidade e menciona o tipo de soluções utilizadas em edifícios antigos.

No Capítulo 3 é feita a demonstração de cálculo utilizado para o desempenho energético e sustentável de um caso de estudo. Além da caracterização do caso de estudo, mencionam-se as soluções construtivas e equipamentos escolhidos para se lograr o cumprimento do regulamento imposto pelo RCCTE e, simultaneamente, obter o melhor nível de sustentabilidade possível.

Já no Capítulo 4 estabelece-se um *ratio* custo / benefício das várias reabilitações (compara-se o custo da renovação com o benefício da sua implementação).

O Capítulo 5 explicita, em conclusão, as melhores práticas a utilizar aquando da reabilitação de um edifício antigo.





CAPÍTULO 2

2. ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1. Enquadramento Legal

Foi no Portugal de 1918 que surgiu – e foi implementado - o primeiro regulamento na área do betão armado. Este diploma recebeu a designação de “*Regulamento para o Emprego de Beton Armado*” e a sua publicação em Decreto, revogou as normas então em vigor, nomeadamente o “Regulamento para projetos, provas e vigilância das pontes metálicas”, de 1897, e o Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU), de 1903 (LNEC, 2010).

Apresenta-se na tabela abaixo (Tabela 2), a evolução cronológica dos regulamentos nacionais, na área da construção, até 1986.

Tabela 2 - Listagem dos regulamentos nacionais na área da construção (LNEC, 2010).

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



Com a acrescida necessidade de se atualizarem as disposições do Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU), aprovado em 1903, surgiu o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU). Este regulamento demorou quase meio século a ser concluído, sendo implementado apenas em 1951.

Esta intervenção, no RSEU, foi feita principalmente para:

- Tornar as edificações urbanas salubres;
- Construir com exigidos requisitos de solidez e defesa contra o risco de incêndio;
- Garantir condições mínimas de natureza estética;

É deste contexto legislativo em diante que se situa esta dissertação, visto que, até 1951, não existiam praticamente nenhuma implicação normativa no modo de construção e materiais a utilizar nos edifícios.



2.2. Desenvolvimento / Construção Sustentável

Como é consabido, a indústria da construção representa uma grande fatia no consumo de recursos naturais e produção de resíduos, gerando enormes impactos ambientais. Sendo este setor uma peça fundamental para o desenvolvimento económico das sociedades, revela-se um veículo indispensável para implementar e desenvolver um mundo sustentável (MMA, 2012).

Segundo Sage (1998), um mundo sustentável depende do progresso económico, social, cultural e tecnológico. Para o alcançar é necessário ter especial atenção à preservação dos recursos naturais. Aqui assenta o conceito de desenvolvimento sustentável, pois este refere-se, em essência, ao cumprimento das necessidades humanas através dos progressos simultâneos – socioeconómico e tecnológico – sem descurar a conservação dos sistemas naturais da terra.

A referência a desenvolvimento sustentável surgiu, pela primeira vez, em 1987, no Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, intitulado “Nosso futuro Comum”. Este notável relatório veio estabelecer uma ligação entre uma redução da pobreza, uma melhoria do estado do ambiente e justiça social, através do crescimento económico sustentável. Dentro das medidas de ação propostas, destacam-se as seguintes (Dolceta, 1987):

- Garantir a provisão de alimentos a longo prazo;
- Preservar a biodiversidade;
- Diminuir o consumo de energia e melhorar as tecnologias baseadas nas energias renováveis;
- Desenvolver a produção industrial nos países não industrializados, com tecnologias de impacte ambiental reduzido.

A partir do lançamento deste relatório foram desenvolvidas várias iniciativas (a nível local, nacional e global), no sentido de abordar estes problemas. Este documento tornou mais nítido o longo caminho a percorrer para atingir um futuro sustentável.



O conceito de desenvolvimento sustentável foi, entretanto, adquirindo um estatuto de elemento chave no desenvolvimento político, tanto no plano nacional como internacional, passando o Desenvolvimento Sustentável a ser entendido, a partir da definição contida em tal relatório, como sendo um “*desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades*”. Ou seja, o visar atingir um nível satisfatório de desenvolvimento social e económico e de realização humana e cultural, mediante um uso razoável dos recursos naturais, preservando as espécies e os habitats naturais.

O Desenvolvimento Sustentável divide-se em três frentes:

- **Sustentabilidade Ambiental**

Consiste na manutenção sustentável das funções e componentes do ecossistema.

As Nações Unidas procuram garantir ou melhorar a sustentabilidade ambiental, através de três objetivos principais (Senado, 2005):

1. Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos naturais;
2. Reduzir para metade a proporção de população sem acesso a água potável e saneamento básico;
3. Alcançar, até 2020, uma melhoria significativa em, pelo menos, cem milhões de pessoas, ainda a viver abaixo do limiar da pobreza.



- **Sustentabilidade Económica**

É entendida como a capacidade de produção, distribuição e utilização equitativa das riquezas produzidas pelo Homem. Incorpora um conjunto de medidas políticas que visam a incorporação de preocupações e conceitos ambientais e sociais.

Os conceitos tradicionais têm como mais-valia ou ente maior a vertente financeira. Há que adicionar as vertentes, ambiental e social, que vão determinar um uso mais correto dos recursos usados na construção (Media, 2007).

- **Sustentabilidade sociopolítica**

Centra-se no equilíbrio social, tanto na vertente social como socioeconómica. Neste sentido, foram desenvolvidos dois grandes planos: Agenda 21 e Metas de desenvolvimento do Milénio (Silva & Shimbo, 2002).

A Agenda 21 foi adotada, em 1999, pela CIB (Internacional Council for Building). Consiste num documento assinado por vários governos, incluindo o Português, e que procura ligar a proteção do ambiente ao desenvolvimento económico e coesão social. Esta Agenda determina que o poder local deverá dialogar com os seus cidadãos, organizações locais e empresas privadas e adotar uma “Agenda 21 local”. (Media, 2007) A “Agenda 21 local” estará preenchida com recomendações e referências específicas, adequadas à realidade e contexto de cada região, sobre como alcançar um desenvolvimento sustentável (Casagrande, Lima, Silva, & Robaina, 2003).

As “Metas de desenvolvimento do Milénio”, documento desenvolvido pelas Nações Unidas e que consolidou várias metas estabelecidas nas diferentes conferências realizadas ao longo dos anos 90, originou um conjunto de objetivos para o desenvolvimento e a erradicação da pobreza no mundo. Foram identificados oito objetivos e, destes, destaca-se a necessidade de garantir a sustentabilidade ambiental (PNUD).



O sector da construção surge com um papel de destaque no desenvolvimento sustentável, em qualquer das três frentes em que o mesmo se subdivide, ou não fosse este um sector que proporciona um forte incremento na qualidade de vida das pessoas e é fundamental para potenciar o desenvolvimento económico.

Como já se referiu, a construção tem grande impacto no que respeita ao consumo de recursos, sendo, por isso, indispensável explorar o conceito de Construção Sustentável.

Em 1994, realizou-se, na Florida, a Primeira Conferência Internacional sobre Construção Sustentável ("The First International Conference on Sustainable Construction"), então patrocinada pelo Rocky Mountain Institute, da Universidade da Florida, e a CIB - International Council for Building Research Studies. Aí surgiram diversas propostas no sentido de definir o conceito de construção sustentável (Pinheiro, 2006).

A partir deste embrionário esforço foram desenvolvidos alguns conceitos de construção sustentável.

Segundo o relatório de Bruntland / ONU, Construção Sustentável *“consiste num sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras”* (Aqualung).

Já Charles Kibert, em 1994, define Construção Sustentável como a *“criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos”* (Pinheiro, 2006).



Existem seis princípios para a Construção Sustentável, segundo Khalfan (2002):

1. Minimização do consumo de recursos;
2. Maximização da reutilização de recursos;
3. Uso de recursos renováveis e recicláveis;
4. Proteger o meio ambiente;
5. Criar um ambiente saudável e não tóxico;
6. Promover a qualidade em todas as fases do ciclo de vida no ambiente construído.

São sugeridos três moldes de atuação por via dos quais a indústria da construção pode contribuir para realizar os princípios da construção sustentável supra mencionados (Khalfan, 2002):

- Criar um ambiente construído para uma melhor qualidade de vida;
- Restaurar ambientes danificados e/ou poluídos;
- Melhorar ambientes áridos.

Verifica-se, assim, que a expressão “construção sustentável” é normalmente usada para descrever a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável à indústria da construção; indústria da construção, nos moldes em que aqui é caracterizada, engloba todos os que produzem, desenvolvem, planeiam, projetam, constroem e / ou alteram o ambiente construído, fornecedores, fabricantes dos materiais, clientes, usuários finais e ocupantes. Portanto, a construção sustentável pode, e deve, ser descrita como um subconjunto do desenvolvimento sustentável.



Khalfan (2002) sugere que, para atingir a construção sustentável, a indústria tem de mudar os processos de criação dos ambientes construídos. A indústria usa energia, material e outros recursos para criar edifícios e outros projetos de engenharia civil, sendo que um dos resultados – este, nefasto – que deriva destas atividades é a produção de um grande volume de resíduos. O converter deste processo linear num processo cíclico trará um aumento do uso de materiais reciclados e / ou reutilizados e de recursos renováveis, bem como uma redução no uso de energia e recursos naturais poluentes e / ou finitos.

2.3. Reabilitação Sustentável

Em 2010, a população em Portugal era de aproximadamente de 10.636.979 indivíduos, o que, principalmente se em comparação com o registado em décadas anteriores, denota, de 2001 até ao ano considerado, um fraco crescimento da população (IF, 2010).

Como se mencionou já, foi este crescimento pouco significativo da população portuguesa conjugado com o excesso de construções novas que levou a um excedente de habitações e que torna expectável, senão inevitável, um aumento exponencial das obras de reabilitação.

A reabilitação urbana é, em essência, um processo de transformação do solo urbanizado, englobando a execução de obras de construção, reconstrução, alteração, ampliação, demolição e conservação de edifícios – com o objetivo de melhorar as suas condições de uso, embora conservando o seu carácter fundamental – bem como o conjunto de operações urbanísticas e de loteamento e obras de urbanização que visem a recuperação e reconversão urbanística (SRU, 2004).



Em 2001, 38,1% dos edifícios do parque habitacional português tinham necessidade de reparações. Destes, 2,9% correspondiam a edifícios muito degradados (INE, 2010). Estas habitações situam-se maioritariamente nos centros históricos. Face à necessidade de promover a reabilitação destas zonas, nasceu a ideia de os municípios criarem empresas municipais de reabilitação urbana. A denominação destas empresas é SRU (Sociedade de Reabilitação Urbana).

As SRU têm por escopo promover a reabilitação urbana das respetivas zonas de intervenção. Cabe-lhes licenciar e autorizar operações urbanísticas, expropriar, se necessário, os bens imóveis e os direitos a eles inerentes destinados à reabilitação urbana, proceder a operações de realojamento e fiscalizar as obras de reabilitação urbana. Também lhes compete apoiar os proprietários na preparação e execução das ações de reabilitação (SRU, 2004).

Um novo relatório do Worldwatch, “A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction”, realizado por David Malin Roodman e Nicholas Lenssen, vem sublinhar tudo o exposto e a premência da mudança de paradigma, ao concluir que (Dolceta, 1987):

- 55% da madeira cortada para não combustível, é usada na construção;
- 40% dos materiais e energia de todo o mundo, é usada por edifícios;
- 30% dos edifícios recém-construídos ou renovados sofrem de “síndrome do edifício doente”, que expõe os ocupantes a ar contaminado.

Para fazer baixar estes valores é necessário aprofundar a reabilitação, garantindo que esta seja sustentável e energética, principalmente – isto a nível nacional – no centro histórico das grandes cidades.

Tal remete para o que se focou já aquando do enquadramento da presente dissertação: a enorme importância da reabilitação de edifícios antigos, face à necessidade da preservação de valores culturais, proteção ambiental e vantagens económicas.



Mantendo-se o já sustentado quanto à preservação de valores culturais por via da reabilitação das edificações antigas, salientam-se agora as vantagens económicas e ambientais, que decorrem da seguinte circunstância: o reabilitar edifícios antigos leva à preservação de grande parte dos elementos construídos; isto reduz a quantidade de demolições necessárias e as correspondentes construções, o que se traduz num menor dispêndio de recursos económicos e ambientais.

A nível económico, preservar uma construção tem, pelo menos, as seguintes vantagens (em comparação com os gastos que existiriam se se optasse por demolir e depois construir):

- Redução dos custos de demolição;
- Redução dos custos com licenças e taxas;
- Aprovação mais fácil de projetos;
- Redução dos custos de estaleiro;
- Redução das perturbações do tráfego urbano;
- Aplicação / colocação mais fácil de produtos de construção;
- Redução das quantidades de novos materiais.

Apesar destas vantagens inerentes, o custo de reabilitação permanece bastante elevado, mesmo em comparação com o custo de uma construção nova.



2.3.1. Consumo de água

A desigualdade social, a falta de abastecimento de água e de saneamento básico, bem como a diminuta sustentabilidade dos recursos naturais utilizados, leva a um progressivo agravamento da escassez de água no mundo.

Segundo o INSAAR (Inventário Nacional dos Sistemas de Água e de Águas Residuais), o consumo médio de água por habitante, em Portugal, situa-se nos 150 l/dia, apesar de estar demonstrado que 80 litros seriam suficientes.

Da totalidade da água consumida, cerca de 50% não necessita de ser água potável (INSAAR) (Graf).

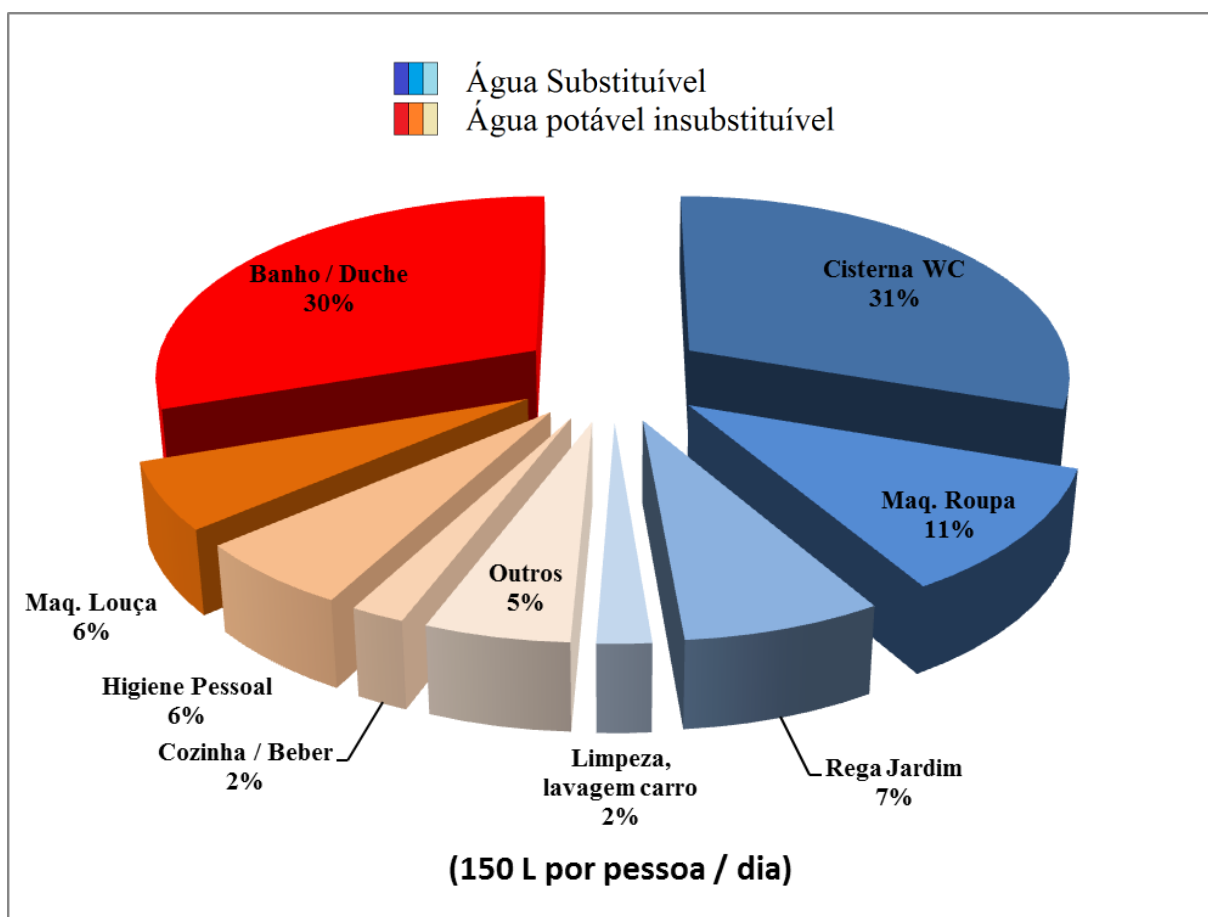


Figura 6 - Distribuição do consumo de água numa habitação por pessoa (Graf).



Torna-se, então, indispensável fazer um uso eficiente da água. Existem várias razões para tal, podendo salientar-se (Portal da Água):

- É um recurso limitado;
- O desperdício de água leva a um grande impacto económico a nível nacional;
- É um importante fator de produção ao nível da indústria;
- Corresponde a um interesse económico ao nível da população, pois permite uma redução do custo da água.

O PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água – foi elaborado em 2001, mas apenas veio a ser publicado, em Diário da República, em Julho de 2005. (EHEEP) Este programa contribuiu para uma nova abordagem aos temas de uso da água em Portugal, seguindo o conceito de desenvolvimento sustentável (Portal da Água).

O consumo total de água, em Portugal, está repartido, sendo 46% para o Uso Urbano, 28% para o Uso Agrícola e 26% para o Uso Industrial. O PNUEA enumera 87 medidas para alcançar o uso eficiente da água. Destas, 50 são aplicadas ao Uso Urbano, 22 medidas para o Uso Agrícola e 15 medidas para o Uso Industrial (LNEC, 2001).

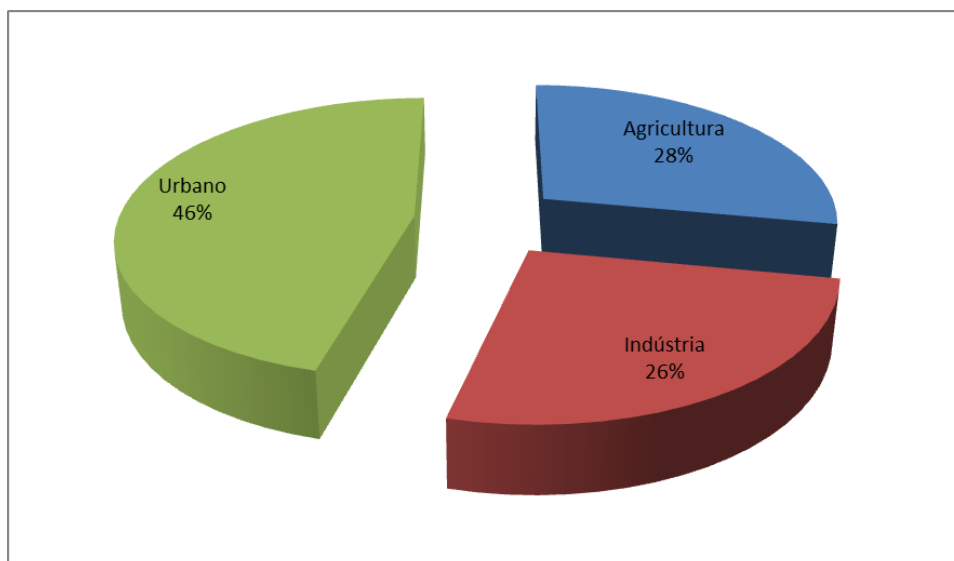


Figura 7 - Distribuição da utilização da água por sector (LNEC, 2001)



Para a redução do consumo de água, existem medidas que se podem considerar e implementar no ciclo de vida de um edifício. Basta pensar que, como se referiu já, cerca de 50% da água utilizada por pessoa não necessita de ser potável. Atualmente no mercado existem equipamentos que visam reduzir essa água despendida, como por exemplo:

- Bacias de retrete com sistema seco;
- Torneiras com redutor de caudal;
- Máquinas de lavar a roupa e louça de baixo consumo.

A introdução destes dispositivos diminui significativamente o consumo de água, aportando uma elevada contribuição para se obter um bom nível de sustentabilidade.

2.3.2. Eficiência energética

O consumo de energia no sector dos edifícios representa 22% da energia final consumida em Portugal. Apesar de estar longe dos 40% da média comunitária, este consumo tem aumentado 7,5% ao ano. Dentro deste consumo de energia no sector dos edifícios, a maior percentagem é para aquecimento, arrefecimento e ventilação – HVAC 37% – realçando a importância de proteger os edifícios contra o frio e o calor; a segunda maior percentagem é despendida com a iluminação – 18% – sublinhando a necessidade do recurso à iluminação natural (Luísa, 2010).

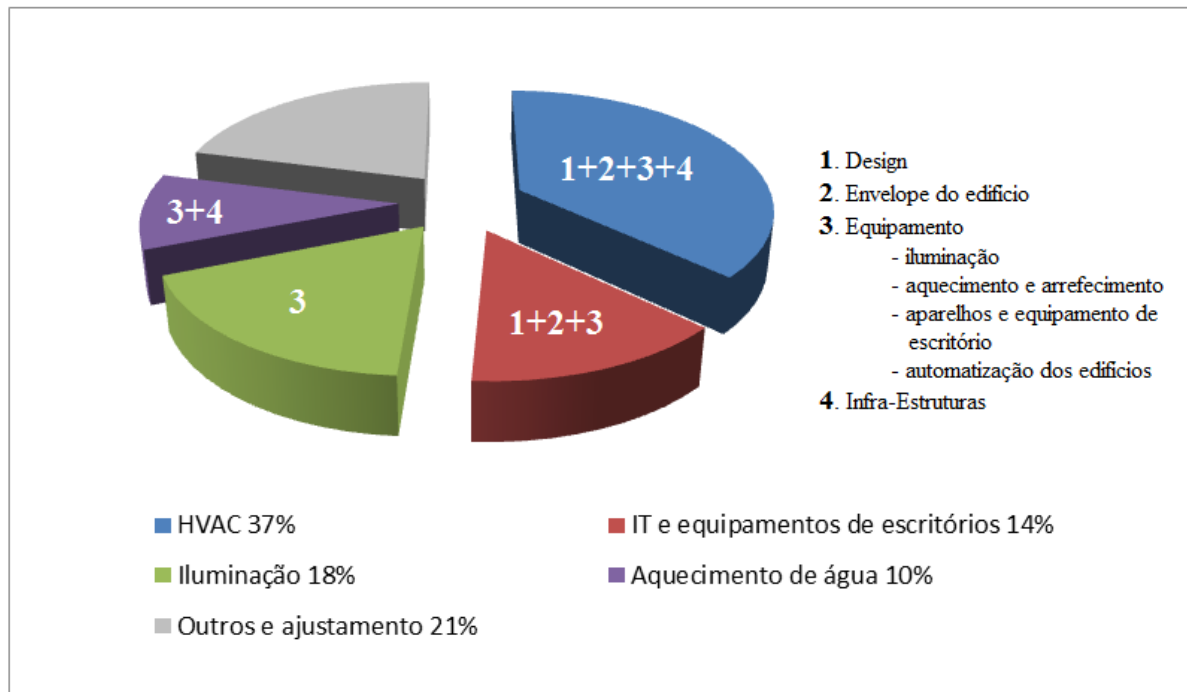


Figura 8 - Distribuição de consumos energéticos em edifícios, por tipo de equipamentos, e por componente de projeto/construção (Luísa, 2010).

O aumento significativo do consumo de energia deve-se a uma baixa eficiência energética dos edifícios.

Apesar de muitas vezes se pensar que um edifício consome mais recursos na fase de construção, a verdade é que, nesta fase, este apenas consome 12% daquilo que despendirá ao longo do seu ciclo de vida. Pelo contrário, onde se gasta mais energia é na utilização do edifício, neste gasta-se cerca de 84% do total despendido ao longo do seu ciclo de vida (Luísa, 2010).

Apesar da (in)eficiência energética dos edifícios ser uma das áreas, senão a área, com maior necessidade de intervenção, o facto é que a reabilitação energética dos edifícios ainda não é prática corrente e, quando é feita, resulta, muitas vezes, demasiado dispendiosa ou pura e simplesmente ineficiente (Luísa, 2010).



A principal razão para tal decorre do facto de em grande parte das obras de reabilitação de edifícios, apenas se reabilitar as componentes que necessitam de imediata reparação. Em consequência, haverá maior frequência de reabilitação, que redundará numa maior despesa para o utilizador. Para evitar estas despesas acrescidas, a reabilitação energética em edifícios deve ser bem estruturada, englobando medidas que sejam eficazes não só em termos energéticos, mas também em termos económicos (Civil Uminho, 2012).

A União Europeia (UE), atenta às temáticas da sustentabilidade, assumiu como um objetivo a redução do consumo de energia na sua área de influência. Consciente que 40% da energia está a ser consumida nos edifícios, a UE introduziu legislação para a reduzir. Uma parte fundamental desta legislação é o Desempenho Energético de Edifícios (EPBD), sob a coordenação da União Europeia (Concerted Action).

Em 1984, foi criado o Centro para a Conservação da Energia (CCE), que tinha como principal preocupação a adoção de uma utilização racional e eficiente da energia. O CCE sofreu várias reestruturações, passando a designar-se ADENE. Esta entidade tem como missão desenvolver atividades de interesse público no âmbito das energias renováveis e utilização racional da energia, assumindo-se, junto dos agentes económicos e dos consumidores, como instrumento de intervenção e dinamização de atividades e comportamentos que conduzam à gestão racional do consumo de energia.

Foram criados vários programas no âmbito da eficiência energética:

- Em 2001, foi apresentado para discussão pública o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). Este foi o primeiro programa desenvolvido com o objetivo de reduzir as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE).
- O Ministério da Economia lançou, também em 2001, o Programa E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas. Foi lançado, com o intuito de alcançar a meta estipulada pela UE para a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis. Este programa é incentivado financeiramente pelo Programa de Incentivos à Modernização da Economia (PRIME).



- Para potenciar o aumento de contribuição da energia solar para o aquecimento de água através do uso de coletores solares, foi lançada a Iniciativa Pública AQSpP – Programa Água Quente Solar para Portugal, promovida pela Direção Geral de Geologia e Energia (DGGE), ainda em 2001. Este programa dirige-se tanto para o sector habitacional e serviços, como para o industrial.
- Outro programa também promovido pela DGGE, foi o Programa para Eficiência Energética em Edifícios (P3E) e tem como objetivo melhorar a eficiência energética dos edifícios em Portugal. O P3E é consubstanciado pela aprovação do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e pela revisão dos dois regulamentos existentes: o RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios) e o RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) (EDP).

Com o objetivo de obter uma boa eficiência energética num edifício é necessário ter em conta:

- Implementação de painéis solares ou outras formas de energias renováveis, de modo a diminuir ou anular as necessidades de aquecimento das águas quentes;
- Uso de equipamentos para aquecimento e arrefecimento, tendo em atenção a eficiência dos mesmos;
- Reabilitar envolvente do edifício.

Segundo o RCCTE, o uso de painéis solares para o aquecimento de águas quentes é agora obrigatório caso o edifício em estudo tenha uma exposição solar adequada. Um edifício tem uma orientação adequada se:

- Existir uma cobertura horizontal;
- Existir uma cobertura inclinada com uma água cuja normal esteja orientada numa gama de azimutes de 90° entre Sudeste e Sudoeste;
- As coberturas não estiverem sombreadas por obstáculos significativos no período que se inicia diariamente duas horas depois do nascer do sol e termina duas horas antes do pôr-do-sol;
- Não existirem obstruções com altura solar superior a cerca de 20°.



2.4. Regulamentação em Portugal

2.4.1. RCCTE

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), publicado em 1990 (Decreto-Lei nº 40/90), foi o primeiro instrumento legal que, em Portugal, impôs requisitos aos projetos de novos edifícios e de grandes remodelações, por forma a salvaguardar a satisfação das condições de conforto térmico, sem necessidades excessivas de energia quer no Inverno, quer no Verão.

Volvida que está mais de uma dezena de anos passados, constata-se que o RCCTE constitui um marco ímpar na melhoria da qualidade de construção em Portugal, havendo uma prática quase generalizada de aplicação de isolamento térmico nos edifícios, mesmo nas zonas de clima mais ameno.

Entretanto, alguns pressupostos do RCCTE têm vindo a alterar-se, surgindo em 2006, uma nova versão do RCCTE, que assenta no pressuposto de que uma parte significativa dos edifícios vêm a ter meios de promoção das condições ambientais nos espaços interiores, quer no Inverno quer no Verão, e impõe limites aos consumos que decorrem durante o ciclo de vida do imóvel (RCCTE, 2006).

Este regulamento estabelece, para os novos edifícios de habitação e também a edifícios pequenos de serviços, requisitos de qualidade ao nível das características da envolvente, controlando, assim, os ganhos solares excessivos e limitando as perdas térmicas. O RCCTE permite quantificar os valores das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic}), necessidades nominais de energia útil para arrefecimento (N_{vc}) e as necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias (N_{ac}). Em função do N_{ic} , N_{vc} e N_{ac} , o RCCTE, ainda permite estimar as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (N_{tc}) (RCCTE, 2006).



2.4.2. RSECE

O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) impõe requisitos de verificação regulamentar, que são aplicáveis a edifícios novos e existentes, aquando da emissão das licenças para construção e utilização, e emissão de certificados após a Auditoria Energética, vertente Energia e Qualidade do Ar Interior (QAI) (Adene).

Este regulamento está mais orientado para os edifícios de serviços, onde contempla vários objetivos, estabelecendo (EE):

- Condições de projeto de novos sistemas de climatização, em termos de conforto térmico, renovação e tratamento e qualidade do ar interior.
- Limites máximos de consumo de energia para todo o edifício, bem como os limites de potência aplicáveis aos sistemas de climatização a instalar no mesmo.
- Condições de manutenção dos sistemas de climatização.
- Condições de monitorização e de auditoria de funcionamento dos edifícios em termos dos respetivos consumos de energia e da qualidade do ar interior.
- Requisitos a que devem obedecer os técnicos responsáveis pelo projeto, instalação e manutenção dos sistemas de climatização, em termos da eficiência energética e da QAI.

2.4.3. Sistema de Certificação Energética (SCE)

Desde Janeiro de 2009 que qualquer fração, destinada a habitação ou serviços, deverá dispor dum Certificado Energético (CE).

Este certificado visa permitir, aos futuros utentes de um imóvel, o colher de informações sobre a qualidade térmica do edifício e os respetivos consumos, seja em edifícios novos, a construir, reabilitados ou usados. Isto vai proporcionar economias significativas de energia para os utilizadores, em particular, e o País, em geral (Adene - SCE).



O Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios (RSECE) e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) consubstanciam este sistema de certificação, estabelecendo requisitos para os seguintes aspetos: eficiência energética, qualidade do ar interior, ensaios de receção de sistemas após a conclusão da sua construção, manutenção e monitorização do funcionamento dos sistemas de climatização, inspeção periódica de caldeiras e equipamentos de ar condicionado e responsabilidade pela condução dos sistemas (SCE, 2006).

Existem vários intervenientes que participam no SCE, tendo cada um as suas competências específicas, que se descrevem:

- Entidades supervisoras – Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e Agência Portuguesa do Ambiente (APA);
- Entidade gestora – Agência para a Energia (ADENE);
- Peritos Qualificados (PQ's);
- Entidades Responsáveis – Ordem dos Engenheiros (OE), Ordem dos Arquitetos (OA) e Associação Nacional de Engenheiros Técnicos (ANET);
- Promotores;
- Entidades competentes – DGEG e Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAOT);
- Entidades fiscalizadoras – ADENE;
- Comissão responsável – é responsável pelo reconhecimento dos técnicos de instalação e manutenção de sistemas de climatização e de QAI e técnicos responsáveis pelo funcionamento de sistemas energéticos (Adene - SCE).



Para melhor clarificação, apresenta-se uma tabela simplificada das entidades do SCE (Figura 9) (CC):

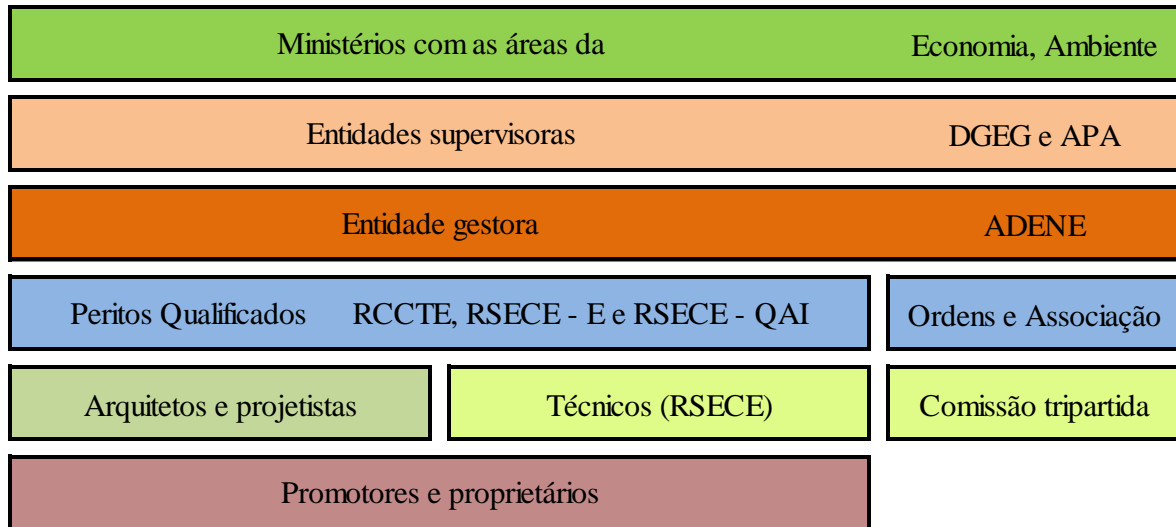


Figura 9 - Entidades do SCE (Adene - SCE)

O Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior, é emitido por um perito qualificado, quer seja para um edifício ou para uma fração autónoma, sendo a face visível da aplicação dos regulamentos, RCCTE e RSECE.

O certificado e a declaração emitidos no âmbito do SCE contêm a classificação do imóvel em termos do seu desempenho energético, onde é determinada com base em pressupostos nominais. Os valores que obtemos não refletem necessariamente o verdadeiro desempenho do edifício, pois o consumo depende fortemente do utilizador.

Um edifício pode ser classificado numa escala pré-definida de 7+2 classes (A+, A, B, B-, C, D, E, F e G), em que A+ representa o edifício com melhor desempenho energético e a classe G corresponde a um edifício de pior desempenho energético. Com o pedido de licença de construção após a entrada em vigor do SCE, nos edifícios novos, as classes energéticas variam entre A+ e B-. Os edifícios existentes poderão ter qualquer classe (de A+ a G) (CC).

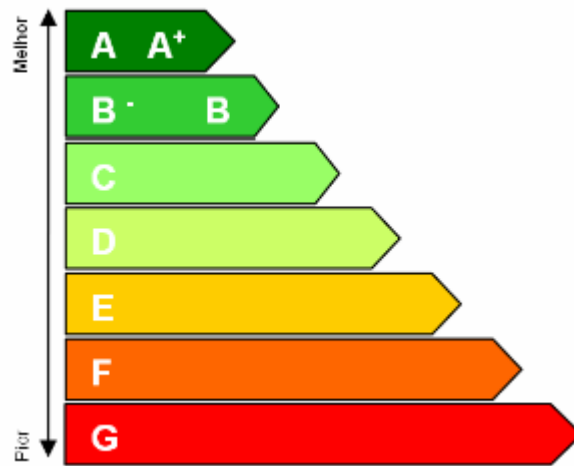


Figura 10 - Exemplo para demonstrar o desempenho energético do imóvel (CC)

2.5. Reabilitação em edifícios antigos

Na reabilitação de edifícios antigos, a intervenção mais habitual é na envolvente do edifício, visto que é nesta zona onde ocorrem maiores perdas de calor por condução.

A envolvente do edifício divide-se em interior e exterior.

Segundo o RCCTE (2006), a envolvente interior é a fronteira que separa uma fração autónoma¹ de ambientes não climatizados, ou seja, espaços não úteis², tais como garagens ou armazéns.

¹ Fração autónoma – Partes de um edifício dotadas de contador individual de consumo de energia, separada do resto do edifício por uma barreira física contínua, e cujo direito de propriedade ou fruição seja transmissível autonomamente.

² Espaços não úteis – Conjunto de locais fechados que não se encontram englobados na área útil de pavimento e, portanto, não são climatizados.



Entende-se por envolvente exterior toda a construção que separa o interior do edifício do exterior. Os elementos que caracterizam a envolvente exterior são, usualmente:

- Paredes exteriores;
- Vãos Envidraçados;
- Coberturas;
- Pavimentos.

No que toca a reabilitação, a intervenção mais comum na envolvente exterior do edifício, é a implementação de isolamento térmico, visando maioritariamente o conforto térmico. Para o caso de edifícios situados nos centros históricos é necessário conservar a envolvente, de maneira a que a imagem que transmite seja a mesma, por isso o isolamento térmico é implementado pelo interior (Construironline).

2.5.1. Paredes exteriores

Grande parte da envolvente exterior é constituída pelas paredes exteriores. É a partir destas por onde se processa a maior parte das trocas térmicas entre o interior e o exterior do edifício, o que torna indispensável um estudo criterioso do comportamento térmico das soluções a adotar (Mateus, 2005).

As soluções construtivas foram escolhidas tendo em conta os valores máximos admissíveis e de referência impostos pelo RCCTE, segundo a zona climática e o tipo de elemento da envolvente em estudo (Tabela 3 e 4).



Tabela 3 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos (U - W/m².°C)

Elemento da envolvente	Zona climática		
	I1	I2	I3
Elementos exteriores em zona corrente			
Zonas opacas verticais	1,8	1,6	1,45
Elementos interiores em zona corrente			
Zonas opacas verticais	2	2	1,9

Tabela 4 - Coeficientes de transmissão térmica de referência (U - W/m².°C)

Elemento da envolvente	Zona climática		
	I1	I2	I3
Elementos exteriores em zona corrente			
Zonas opacas verticais	0,7	0,6	0,5
Elementos interiores em zona corrente			
Zonas opacas verticais	1,4	1,2	1
Envidraçados	4,3	3,3	3,3

Em Portugal, as paredes exteriores mais comuns são as paredes exteriores simples e as paredes exteriores duplas.

A parede exterior simples é composta apenas por um pano de parede, sendo este o mais utilizado para a maior parte dos edifícios anteriores a 1951. A constituição da parede desta altura é composta por alvenaria de pedra ou tabique³ e reboco tradicional (Figura 11 e 12).

³ Tabique – Estrutura em madeira com aplicação de terra como “recheio” (Carvalho, 2009).



Figura 11 - Parede em Alvenaria de Pedra



Figura 12 - Parede em Tabique (FC)

A parede exterior dupla é um sistema composto por dois panos de alvenaria, paralelos entre si e separados por uma caixa-de-ar (Figura 13). Este tipo é o mais executado na construção corrente, por cumprir as exigências que o RCCTE impõe, com custos relativamente baixos.

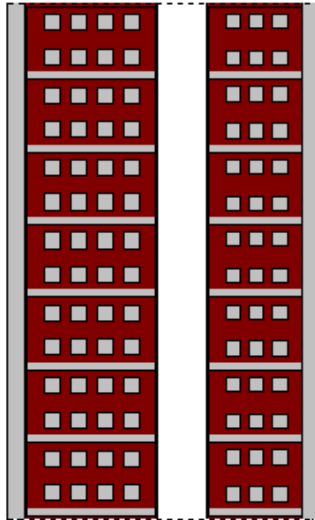


Figura 13 - Parede Dupla

A reabilitação das paredes exteriores através do isolamento térmico pode ser realizada por três processos distintos:

- Isolamento pelo exterior do edifício;
- Isolamento pelo interior do edifício;
- Isolamento pela caixa-de-ar, no caso de paredes duplas.

O isolamento térmico pelo exterior é a solução que apresenta mais vantagens, pois permite eliminar as pontes térmicas, preservar a inércia térmica do edifício e tem melhor desempenho relativamente à penetração da água da chuva. O isolamento pelo interior apresenta custos mais baixos relativamente aos restantes tipos de isolamento. Nos casos de estudo as paredes de fachada não podem ser alteradas, então a única solução viável é o isolamento pelo interior (Henriques, 2007).



2.5.2. Coberturas

A cobertura é a parte da envolvente que mais contribui para as perdas de calor no edifício. A função principal da cobertura é proteger o edifício do ambiente exterior, ou seja, da chuva, da neve e da ação do vento. Para isso necessita de ter uma boa impermeabilidade e resistência contra tais elementos.

Existem dois tipos fundamentais de coberturas de edifícios: cobertura inclinada e cobertura horizontal, também conhecida por terraço.

A cobertura inclinada é a cobertura com mais tradição em Portugal, abrangendo variadas soluções construtivas. Na época em estudo, verificou-se que a cobertura é, habitualmente, constituída por uma estrutura de madeira apoiada nas paredes de alvenaria, que utiliza telhas cerâmicas como revestimento, existindo, portanto, imensas perdas térmicas, infiltrações e humidade (Figura 14) (Fornari & Zecchini, 2008).



Figura 14 - Cobertura inclinada com estrutura em madeira



2.5.3. Vãos Envidraçados

Os envidraçados têm um desempenho muito importante no que diz respeito à eficiência térmica do edifício, pois, se os envidraçados não forem implementados de forma correta, podem permitir a entrada de calor no Verão e a sua saída no Inverno, provocando desconforto térmico. Cerca de 25% das necessidades de aquecimento do edifício são devidas a perdas de calor a partir dos envidraçados.

Para obter a maior eficiência possível pelos envidraçados é necessário ter em conta a área da superfície envidraçada, o tipo de vidro utilizado e o tipo de caixilharia (Fornari & Zecchini, 2008).

- **Área da superfície envidraçada**

A área de superfície do envidraçado, da fachada virada a Sul de um edifício, deve rondar os 40% de área total. Já os envidraçados voltados para Este e Oeste não melhoram o equilíbrio energético no Inverno, mas contribuem para o sobreaquecimento no Verão, pelo que devem ser equipados com equipamentos de sombreamento.

- **Tipo de Vidro**

Os tipos de vidro existentes na atualidade são: vidro simples, vidro duplo e vidro triplo. Os vidros simples são os vidros que levam ao pior desempenho térmico no Inverno e o melhor no Verão; este é constituído por uma única lâmina de vidro, variando a espessura. Os vidros duplos são constituídos por duas lâminas de vidro e uma camada de ar entre elas, este tipo de vidro permite reduzir bastante as perdas de calor, permite uma boa regulação da luz natural e uma redução do ruído. Este tipo de vidro é o mais utilizado em Portugal. Ainda recente, são os vidros triplos constituídos por três lâminas de vidro e duas camadas de ar, as camadas de ar é enchido com um



gás que reduz o coeficiente de transmissão térmica. Este tipo de vidro é ideal para quem deseja viver numa habitação de baixo consumo (Fornari & Zecchini, 2008).

Antes de 1951, o vidro utilizado, e também o único disponível, é o vidro simples.

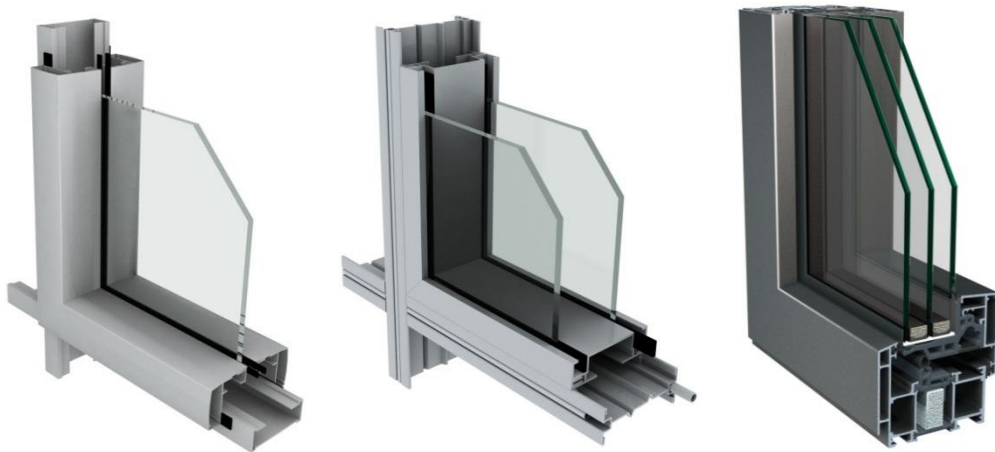


Figura 15 - Vidro Simples, Duplo e Triplo, respetivamente

- **Caixilharias**

A caixilharia é um dos elementos que influencia uma boa qualidade das janelas, pois desempenha um papel fundamental no que diz respeito à dissipação do calor. Existem vários tipos de materiais para as caixilharias, sendo as mais usuais caixilharias de madeira, alumínio ou PVC com ou sem corte térmico. Em edifícios antigos o tipo de caixilharia mais utilizada é a caixilharia em madeira (Fornari & Zecchini, 2008).

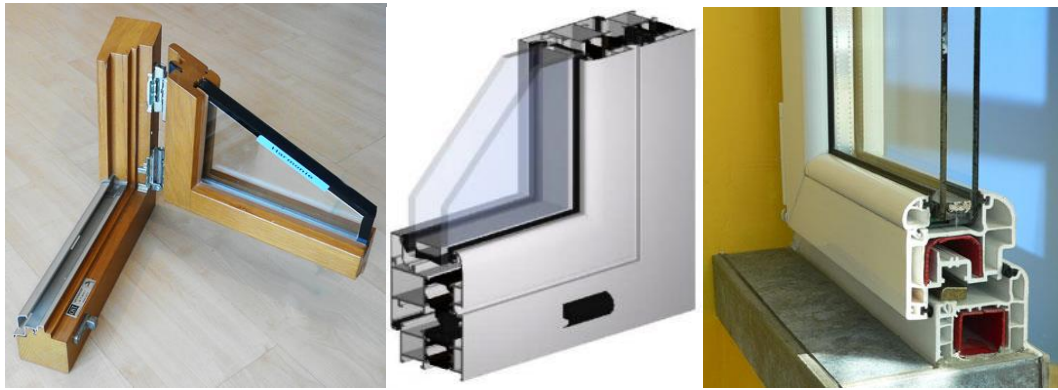


Figura 16 - Caixilharias de madeira, alumínio e PVC, respetivamente

2.5.4. Pavimentos

É a partir dos pavimentos que resultam aproximadamente 20% das perdas totais de calor, pelo que se justifica, tal como para as paredes exteriores, a adoção de um cuidado redobrado no comportamento térmico das soluções escolhidas.

Segundo o RCCTE, os pavimentos que necessitam de verificação regulamentar são os pavimentos térreos e pavimentos em contato com espaços não úteis, tendo estes que cumprir com os valores máximos admissíveis e de referência (Tabela 5 e 6) (DOW).

No caso da reabilitação de edifícios antigos não basta intervir nos pavimentos térreos e nos pavimentos em contato com espaços não úteis, também é necessário intervir nos pavimentos de piso, ou seja, nos pavimentos que dividem os espaços úteis, devido à degradação dos mesmos. Nestes edifícios, os pavimentos térreos são usualmente compostos por pedra de granito e com argamassa de revestimento, enquanto que os pavimentos de piso são constituídos por uma estrutura em madeira e com soalho de revestimento.



Tabela 5 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$)

Elemento da envolvente	Zona climática		
	I1	I2	I3
Elementos exteriores em zona corrente			
Zonas opacas horizontais	1,25	1	0,9
Elementos interiores em zona corrente			
Zonas opacas horizontais	1,65	1,3	1,2

Tabela 6 - Coeficientes de transmissão térmica de referência ($U - W/m^2 \cdot ^\circ C$)

Elemento da envolvente	Zona climática		
	I1	I2	I3
Elementos exteriores em zona corrente			
Zonas opacas horizontais	0,5	0,45	0,4
Elementos interiores em zona corrente			
Zonas opacas horizontais	1	0,9	0,8
Envidraçados	4,3	3,3	3,3



CAPÍTULO 3

3. DESEMPENHO ENERGÉTICO E SUSTENTÁVEL

3.1. Níveis de Reabilitação

Para cada caso de estudo foram definidos três níveis de Reabilitação: Reabilitação Básica, Reabilitação Energética e Reabilitação Sustentável.

Reabilitação Básica – Este tipo de reabilitação apenas assegura a estabilidade estrutural e sanidade do edifício. Trata-se da reabilitação mínima apenas com o intuito de conferir condições de habitabilidade em todo o edifício, não sendo cumpridos todos os requisitos legais necessários para um licenciamento municipal.

Reabilitação Energética – Trata-se da introdução de medidas de melhorias na Reabilitação Básica de maneira a cumprir todos os requisitos impostos pelo RCCTE.

Reabilitação Sustentável – Resulta da introdução de medidas de melhorias na Reabilitação Energética de modo a obter um bom nível de sustentabilidade.



3.2. Objeto de estudo

Para a realização desta dissertação foram disponibilizados treze casos do centro histórico de Viana do Castelo.

Para cada caso realizaram-se os seguintes passos:

- Caracterização dos constituintes e dimensões das Paredes de Fachada, Paredes de Divisão de Espaços Úteis de Espaços Não-Úteis (Paredes ENU), Paredes Interiores, Lajes Térreas, Lajes de Piso, Laje de Cobertura e Vãos Envidraçados.
- Implementação dos dados recolhidos na ferramenta CYPE.
- Leitura do Relatório de Cumprimento das exigências do RCCTE, retirado do CYPE, e implementação dos dados num ficheiro tipo Excel.
- No ficheiro do CYPE, realização de iterações variando a espessura do isolamento térmico entre três e dez centímetros para cada constituinte do caso em estudo (Paredes Exteriores, Paredes interiores de divisão de Espaço Útil para espaço Não Útil (PENU), Coberturas e Lajes Térreas e de Piso de divisão de Espaço Útil para espaço Não Útil).
- Leitura do Relatório de Cumprimento das exigências do RCCTE de cada iteração e implementação dos dados num ficheiro tipo Excel.
- Estudo dos ficheiros em Excel, realização das medidas de melhorias, se necessário, de modo a cumprir o RCCTE e implementação dos dados num ficheiro tipo Excel.
- Estudo e realização de um documento automático em Excel para os resultados obtidos na Reabilitação Básica e outro documento para Reabilitação Energética.
- Realização de um documento automático em Excel com as medidas de melhorias de modo a atingir o melhor nível de sustentabilidade possível para a Reabilitação Sustentável.



De seguida apresenta-se uma tabela resumo dos 13 casos de estudo, onde menciona a área útil, o número de unidades de ocupação e a tipologia de cada unidade de ocupação.

Tabela 7 – Tabela resumo dos 13 casos de estudo

Casos	Área útil (m ²)	Número de Unidades de Ocupação	Tipologia
Caso 1	85,68	2	T1 + T2
Caso 2	135,48	4	T1 + T0 + T1 + T0
Caso 3	69,39	1	T2
Caso 4	141,74	4	T0 + T2 + T1 + T2
Caso 5	108,32	2	T0 + T3
Caso 6	140,48	2	T2 + T2
Caso 7	128,18	2	T1 + T3
Caso 8	66,76	1	T2
Caso 9	57,64	1	T1
Caso 10	159,81	1	T3
Caso 11	63,23	1	T3
Caso 12	106,15	2	T2 + T1
Caso 13	134,13	2	T2 + T1

Na redação desta dissertação apenas se referiu um caso de estudo, devido à grande extensão de dados e ao limite imposto para o corpo de texto da dissertação. Sendo que, os dados referentes aos restantes casos estão demonstrados em Anexo.

3.3. Caracterização do Caso de Estudo

O caso 11 foi o caso escolhido para demonstrar detalhadamente os processos realizados para todos os casos, porque para este, foram realizadas quase todas as melhorias realizadas nos restantes casos.

Este caso foi construído no século XVII e alterado no século XX. Situa-se no Centro Histórico de Viana do Castelo. Tem três pisos e é constituído apenas por uma unidade de ocupação. Este edifício apresentava-se bastante degradado, com revestimentos deteriorados e com várias anomalias estruturais.



Todos os casos em estudo apresentam paredes de fachada e estruturais em alvenaria de granito ou em tabique, pavimentos em soalho sobre estrutura de madeira, cobertura com estrutura de madeira revestida a telha cerâmica, caixilharias de madeira com vidros simples, portadas opacas pelo interior e paredes interiores em tabique. Todos os edifícios são abastecidos por uma rede de gás.

Trata-se de uma habitação de tipologia T3 com uma área útil de, aproximadamente, sessenta e sete metros quadrados.

3.4. Soluções construtivas e equipamentos – Reabilitação Básica e Energética

Como se trata de reabilitação de edifícios integrados no centro histórico de Viana do Castelo as soluções construtivas iniciais de base foram mantidas.

Na reabilitação Básica não foram considerados quaisquer tipos de isolamentos térmicos ou impermeabilizações, apenas se considerou a reabilitação das soluções base.

Em termos de equipamentos não foram considerados quaisquer sistemas de aquecimento, arrefecimento e de aquecimento de água quente sanitária (AQS). De acordo com o ponto 6 do artº15 do RCCTE, quando para um edifício não estiver previsto nenhum destes sistemas, considera-se para o cálculo do regulamento, resistência elétrica para o sistema de aquecimento, máquina frigorífica com eficiência de 3 para o sistema de arrefecimento e esquentador a gás natural ou GPL para o sistema de AQS visto este ter abastecimento de gás.

Na Figura 17 apresenta-se para o caso 11:

- Localização, nº de pisos e nº de Unidades de ocupação;
- Plantas;
- Soluções construtivas;
- Equipamentos de climatização.

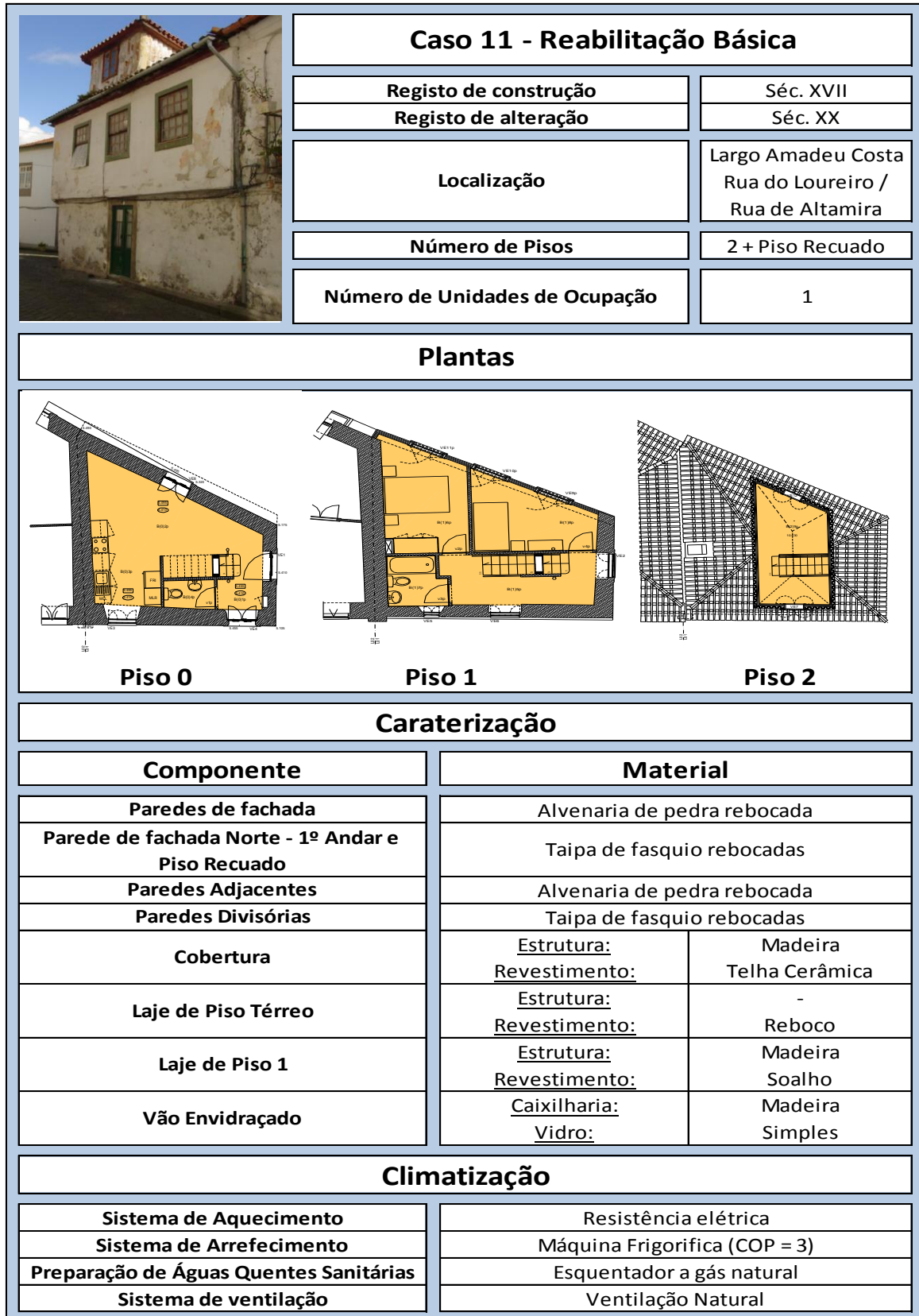


Figura 17 - Caraterização do Caso de Estudo



Para o caso da reabilitação Energética foram considerados isolamentos e equipamentos mínimos para o cumprimento regulamentar.

O isolamento térmico escolhido foi a lã de rocha, por ter uma boa resistência ao fogo, bom isolante térmico e acústico e o seu custo ser relativamente baixo. Para a escolha da espessura de isolamento realizou-se um processo iterativo a variar a espessura de três centímetros até dez centímetros separadamente para cada constituinte da envolvente e depois para toda a envolvente. Realizou-se este processo de forma a ser possível detetar os pontos da envolvente onde existem mais perdas. De seguida, apresenta-se uma tabela com as iterações realizadas para cada ponto da envolvente (Tabela 8):

Tabela 8 - Iterações do Isolamento Térmico

Caso 11									
Espessura (lã)	(cm)	0	3	4	5	6	8	9	10
Fracção autónoma		UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1
Paredes Exteriores	Nic	315,94	204,72	195,86	190,23	185,51	179,51	177,45	175,67
	Ni	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	105,28	105,28
	Nvc	0,71	2,42	2,56	2,5	2,67	2,81	2,77	2,74
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68
	Na	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81
	Ntc	17,48	14,44	14,22	14,1	14	13,91	13,89	13,88
	Nt	11,19	11,38	11,43	11,48	11,53	11,63	11,68	11,73
Paredes Interiores (ENU)	Nic	315,94	304,65	304,36	304,13	Mudanças pouco significativas			
	Ni	104,63	104,63	104,63	104,63				
	Nvc	0,71	0,69	0,69	0,69				
	Nv	16	16	16	16				
	Nac	96,68	96,68	96,68	96,68				
	Na	74,81	74,81	74,81	74,81				
	Ntc	17,48	17,16	17,15	17,14				
Laje	Nic	315,94	250,4	246,21	243,07	240,48	236,41	234,78	233,3
	Ni	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	105,28
	Nvc	0,71	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68
	Na	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81
	Ntc	17,48	15,58	15,46	15,37	15,29	15,18	15,13	15,09
	Nt	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19
Completo	Nic	315,94	149,16	136,5	127,91	121,2	112,34	109,53	106,92
	Ni	104,63	104,63	104,63	104,63	104,63	105,28	105,28	105,28
	Nvc	0,71	2,65	2,55	2,71	2,87	2,8	2,78	2,94
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68	96,68
	Na	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81	74,81
	Ntc	17,48	12,83	12,5	12,29	12,14	11,96	11,92	11,89
	Nt	11,19	11,38	11,43	11,48	11,53	11,63	11,68	11,73



Para uma melhor compreensão, apresenta-se uma tabela resumo (Tabela 9) com a percentagem de diminuição das necessidades de aquecimento de cada espessura em comparação com as necessidades de aquecimento da reabilitação Básica.

Tabela 9 - Resumo das iterações realizadas

Caso 11								
%	3cm	4cm	5cm	6cm	8cm	9cm	10cm	Média
Paredes Exteriores	35,20	38,01	39,79	41,28	43,18	43,83	44,40	31,74
Penu	3,57	3,67	3,74					3,66
Laje e Cobertura	20,74	22,07	23,06	23,88	25,17	25,69	26,16	18,53

Estes valores foram obtidos do programa CYPE, que fornece um relatório com o Cumprimento do Regulamento do RCCTE. Observando a tabela pode concluir-se que o melhor ponto para isolar é nas paredes exteriores.

Com a análise da tabela 9 conclui-se que, independentemente das diferentes espessuras consideradas, não foi possível o cumprimento das necessidades de aquecimento impostas pelo RCCTE. Neste caso, houve necessidade de recorrer à criação de um desvão sanitário fracamente ventilado. Esta alternativa tem como consequência a redução das perdas associadas à envolvente interior, e foi considerado fracamente ventilado para evitar condensações e consequente humidade no compartimento adjacente, que neste caso, foram suficientes para se cumprir o Regulamento (Figura 18).



Figura 18 - Desvão Sanitário (CC)



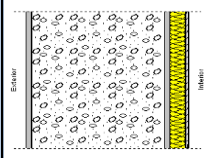
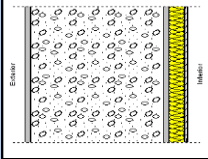
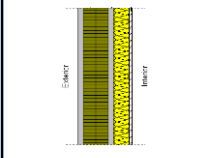
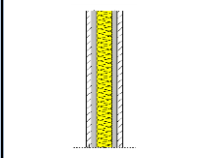
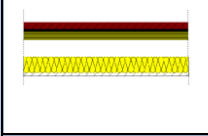
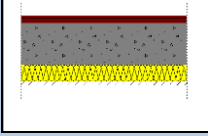
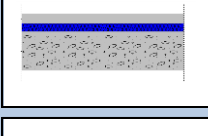
Além do desvão, tornou-se necessário prever a instalação de equipamentos para a promoção da climatização e AQS, e ainda a mudança de vidro simples para vidro duplo. Foram consideradas as seguintes opções relativamente aos equipamentos:

- Sistema de Aquecimento – Radiadores colocados nas divisões principais da fração, auxiliados por caldeira a combustível gasoso com rendimento igual ou superior a 0,87;
- Sistema de Arrefecimento – Definido por defeito o previsto pelo RCCTE em que é considerado uma máquina frigorífica com eficiência de 3 para todos os casos;
- Preparação de AQS – Caldeira a combustível gasoso com rendimento igual ou superior a 0,65 e as tubagens de água quente não serão isoladas.
- Aproveitamento de energias renováveis – Sistema de coletores solares para produção de AQS. O dimensionamento dos coletores realizou-se com base no preceituado RCCTE, no número 2 do artº7, na base de 1m² de coletor por ocupante convencional. A contribuição dos coletores solares (Esolar) foi calculada com a ajuda da ferramenta Solterm, mencionado pelo RCCTE, sendo que, para o presente caso, foi considerado uma área de 4,6 m² de coletores e um depósito de 150 litros para armazenamento de água quente sanitárias. Os relatórios retirados da ferramenta Solterm para todos os casos estão mencionados no Anexo 3.
- Sistema de ventilação – Ventilação natural sem dispositivos de admissão de ar na fachada, nem aberturas autorreguladas.

De seguida, apresenta-se uma tabela resumo com as soluções construtivas adotadas na Reabilitação Energética (Tabela 10):



Tabela 10 - Caracterização Reabilitação Energética

Caso 11 - Reabilitação Energética									
Caracterização									
Componente	Material								
 <p>Paredes de fachada</p>	<p>Alvenaria de pedra rebocada</p> <p>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</p> <p>1,2 cm - Gesso Cartonado</p>								
 <p>Paredes Adjacentes</p>	<p>Alvenaria de pedra rebocada</p> <p>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</p> <p>1,2 cm - Gesso Cartonado</p>								
 <p>Parede de fachada Norte - 1º Andar e Piso Recuado</p>	<p>Taipa de fasquio rebocadas</p> <p>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</p> <p>1,2 cm - Gesso Cartonado</p>								
 <p>Paredes Divisórias (ENU)</p>	<p>1,2 cm - Gesso Cartonado</p> <p>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</p> <p>1,2 cm - Gesso Cartonado</p>								
 <p>Cobertura</p>	<table border="1"> <tr> <td>Estrutura:</td> <td>Madeira</td> </tr> <tr> <td>Revestimento:</td> <td>Telha Cerâmica</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,2 cm - Gesso Cartonado</td> </tr> </table>	Estrutura:	Madeira	Revestimento:	Telha Cerâmica		6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)		1,2 cm - Gesso Cartonado
Estrutura:	Madeira								
Revestimento:	Telha Cerâmica								
	6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)								
	1,2 cm - Gesso Cartonado								
 <p>Laje de Piso 1</p>	<table border="1"> <tr> <td>Estrutura:</td> <td>Betão Armado</td> </tr> <tr> <td>Revestimento:</td> <td>Soalho</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,2 cm - Gesso Cartonado</td> </tr> </table>	Estrutura:	Betão Armado	Revestimento:	Soalho		6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)		1,2 cm - Gesso Cartonado
Estrutura:	Betão Armado								
Revestimento:	Soalho								
	6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)								
	1,2 cm - Gesso Cartonado								
 <p>Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário</p>	<table border="1"> <tr> <td>Estrutura:</td> <td>Betão Armado</td> </tr> <tr> <td>Revestimento:</td> <td>4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Reboco</td> </tr> </table>	Estrutura:	Betão Armado	Revestimento:	4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)		Reboco		
Estrutura:	Betão Armado								
Revestimento:	4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha - $\lambda = 0,035 \text{ kg/m}^3$)								
	Reboco								
Vão Envidraçado	<table border="1"> <tr> <td>Caixilharia:</td> <td>Madeira</td> </tr> <tr> <td>Vidro:</td> <td>Duplo (4 mm + 5 mm + 5 mm)</td> </tr> </table>	Caixilharia:	Madeira	Vidro:	Duplo (4 mm + 5 mm + 5 mm)				
Caixilharia:	Madeira								
Vidro:	Duplo (4 mm + 5 mm + 5 mm)								
Climatização									
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso								
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)								
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento								
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares								
Sistema de ventilação	Ventilação Natural								



Nas tabelas 11 e 12, apresentam-se para cada nível de reabilitação os coeficientes de transmissão térmica dos diferentes elementos construtivos.

Tabela 11 - Coeficientes de transmissão térmica - R. Básica

Caso 11 - Reabilitação Básica (U - W/m2.°C)											
Paredes Exteriores					Penu	Padj	Cob int	Pav int	Env. V.	Env. H	
1	2	3	4	5	1	1	1	1			
2,41	2,5	2,56	1,32	1,49	1,64	2,06	4,03	1,16	4,56	-	

Tabela 12 - Coeficientes de transmissão térmica - R. Energética

Caso 11 - Reabilitação Energética (U - W/m2.°C)											
Paredes Exteriores					Penu	Padj	Cob int	Pav int	Env. V.	Env. H	
1	2	3	4	5	1	1	1	1			
0,46	0,46	0,46	0,4	0,41	0,46	0,44	0,51	0,38	2,4	-	

Na Figura seguinte, para uma melhor compreensão, compara-se os coeficientes de transmissão térmica da Reabilitação Básica com a Energética.

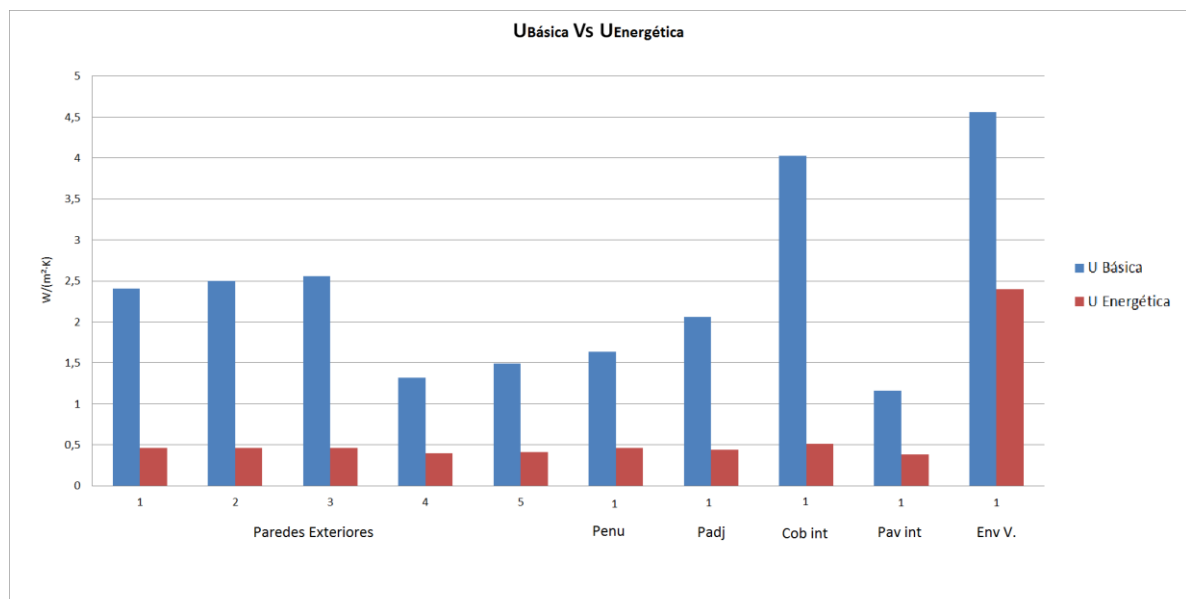


Figura 19 - Coeficientes de transmissão térmica (Básica vs. Energética)



3.5. Desempenho Energético – Reabilitação Básica e Energética

Os resultados obtidos com a aplicação do RCCTE de cada nível de reabilitação estão representados nas tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Desempenho Energético - Reabilitação Básica

Fração	Caso 11 - Reabilitação Básica							
	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)
UO1	315,94	104,63	0,71	16	96,68	74,81	17,48	11,19

Tabela 14 - Desempenho Energético - Reabilitação Energética

Fração	Caso 11 - Reabilitação Energética							
	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)
UO1	107,78	110	2,87	16	58,28	77,33	6,11	11,57

Na Figura seguinte, para uma melhor compreensão, compara-se as necessidades de aquecimento, produção de águas quentes e necessidades globais de energia primária da Reabilitação Básica com a Energética.

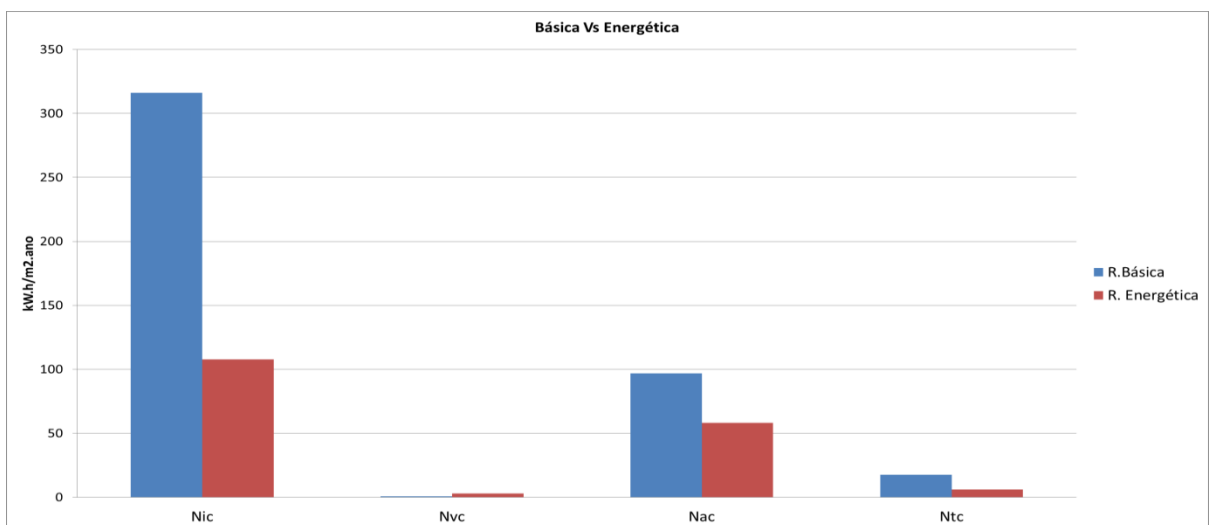


Figura 20 - Necessidades (Básica Vs. Energética)



Com a análise dos resultados verificou-se que na reabilitação Básica não são cumpridos os requisitos regulamentares relativamente às necessidades de aquecimento, produção de águas quentes sanitárias e necessidades globais de energia primária.

Na comparação dos valores de N_{ic} 's e N_i 's obtidos na reabilitação energética verifica-se que qualquer aumento nos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente, facilmente conduziria a um incumprimento do regulamento.

No Anexo 1 está mencionado detalhadamente a caracterização e desempenho energético para os restantes casos.

3.6. Avaliação da sustentabilidade – Reabilitação Básica e Energética

Na avaliação da sustentabilidade de cada um dos níveis de reabilitação foi realizado a partir do Guia de Avaliação SBToolPT-H, como já foi referido anteriormente. De seguida, apresenta-se um resumo dos 25 parâmetros exigidos pelo manual, bem como a avaliação de cada um para o caso 11.

3.6.1. P1 – Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida por m² de área útil de pavimento e por ano

Este parâmetro visa a utilização de materiais na construção de um edifício novo ou de uma reabilitação, de maneira a apresentarem baixo impacte ambiental. A metodologia deste parâmetro divide-se em duas fases distintas, Fase de montagem e Fase de desmantelamento.

O impacte ambiental destas fases estão diretamente associadas aos materiais e elementos de construção selecionados.



Para a realização deste parâmetro, paralelamente ao Guia de Avaliação SBToolPT-H, foi desenvolvida uma base de dados com a quantificação das categorias de impacto ambiental associadas ao ciclo de vida de diversos elementos construtivos e materiais de construção (Base de Dados de LCA).

Como se trata de uma construção pré-existente, estimou-se que a reutilização de materiais representa cerca de 15% do total utilizado numa construção nova. Estes 15% correspondem às fundações, pilares, paredes estruturais e fachadas.

Assim, conclui-se que o impacto ambiental é reduzido, bem abaixo da prática convencional em construção nova de raiz, pelo que foi considerado um valor normalizado de 1, ou seja, uma avaliação de “A”.

3.6.2. P2 – Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível

Os terrenos disponíveis para a implantação de edifícios são cada vez mais escassos, a grande ocupação do solo natural provoca uma diminuição na capacidade do solo em absorver água. Para avaliar o que foi mencionado, este parâmetro mede o nível de utilização líquido do edifício, com o intuito de melhorar o aproveitamento do terreno. No caso dos edifícios antigos em estudo o aproveitamento do terreno é total, pelo que este parâmetro tem uma avaliação de “A+”.

3.6.3. P3 – Índice de impermeabilização

Este parâmetro tem como objetivo promover e premiar a permeabilidade dos solos nas áreas urbanas para assegurar a recarga dos aquíferos e diminuir o caudal de ponta nos sistemas de drenagem de águas pluviais. Nos treze casos em estudo toda a área de ocupação é composta por terreno impermeável, provocando uma avaliação de “E”.



3.6.4. P4 – Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada

O parâmetro quatro avalia o desempenho do edifício através da percentagem da área previamente contaminada ou edificada. Visto tratar-se de uma reabilitação e os casos não conterem áreas permeáveis, a percentagem da área de intervenção é 100%, levando a uma avaliação de “A+”.

3.6.5. P5 – Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones

Este parâmetro visa a utilização de plantas autóctones nos espaços verdes. Para os casos em estudo nenhum contém espaços verdes logo, a solução é zero levando a uma avaliação de “E”.

3.6.6. P6 – Percentagem da área em planta com refletância igual ou superior a 60%

O efeito de ilha de calor traduz-se na existência de uma temperatura mais elevada nas zonas urbanas, isto deve-se principalmente à remoção da vegetação e a sua substituição por estradas, edifícios e outras estruturas, que apresentam elevada absorção solar devido à sua baixa refletância. Este parâmetro tem como principal objetivo a diminuição deste efeito de ilha de calor através da utilização de materiais com elevada refletância ou de zonas verdes exteriores.

Nos casos em estudo, os pontos da envolvente em que podem existir materiais com boa refletância é na cobertura. Não podendo modificar as paredes de fachada, estas são constituídas por alvenaria de pedra (granito) que têm pouca refletância. No que diz respeito às zonas verdes, como já foi referido anteriormente, não existem. Os resultados e respetivas avaliações para o caso 11 encontram-se na tabela 15.



Tabela 15 - Parâmetro 6

P6 - Caso 11	
Telha cerâmica (Refletância)	68,00
Área de Refletância (m2)	39,76
Área total do terreno (m2)	39,76
Percentagem da área de Refletância (%)	100,00
Valor Normalizado	1,20
Nível de Avaliação	A+

3.6.7. P7 – Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização

O principal objetivo deste parâmetro é reduzir a quantidade de energia primária não renovável necessária para a climatização do edifício e aquecimento de águas quentes. Este parâmetro avalia-se através do valor estimado de Energia Primária não Renovável que será consumida durante a fase de utilização do edifício, segundo a metodologia do RCCTE. Os resultados e avaliações obtidas para o caso 11 encontram-se representados na tabela 16 e 17, para a reabilitação Básica e reabilitação Energética, respetivamente.

Tabela 16 - Parâmetro 7 para Reabilitação Básica – Caso 11

Reabilitação Básica - Caso 11										
Área util	Ntc (kwh/m2 .ano)	Nt (kwh/m2 .ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convencional)	Penr	Penr (norm)		Avaliação
63,23	17,48	11,19	1,56	D	2,80	11,19	17,48	(-0,75)	-0,20	E



Tabela 17 - Parâmetro 7 para Reabilitação Energética – Caso 11

Reabilitação Energética - Caso 11									
Área útil	Ntc (kwh/m2 .ano)	Nt (kwh/m2 .ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convenc ional)	Penr	Penr (norm)	Avaliação
63,23	6,11	11,57	0,53	B	2,80	11,19	6,11	0,61	B

3.6.8. P8 – Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis

Este parâmetro promove a redução do consumo de energia não renovável através da instalação de sistemas que permitam a produção de energia através de fontes renováveis. Estes sistemas podem ser:

- Coletores solares térmicos;
- Painéis fotovoltaicos;
- Turbinas eólicas;
- Micro - hidrogeradores;
- Sistemas de aquecimento por biomassa;
- Bombas de calor geotérmicas;
- Outros.

De seguida, apresenta-se a tabela 18 e 19 simplificada com os resultados e avaliação obtida para o caso 11, para a reabilitação Básica e reabilitação Energética, respetivamente.



Tabela 18 - Parâmetro 8 para Reabilitação Básica – Caso 11

P8 - Reabilitação Básica - Caso 11																	
Tipologia	m ²	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	Qa	na	kwh/ano	kwh/ano	kgep/m ² .ano	kgep/m ² .ano	kgep/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	PER normalizado	Nível		
	Ap	Nic	Nvc			Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc'' = Melhor Prática	N _{AQS}	PER			PER*	
T3	63,23	315,94	2,87	3056	0,50	0	0	17,48	11,19	21,00	72,43	96,66	0	48,33	-2,01	-0,20	E

Tabela 19 - Parâmetro 8 para Reabilitação Energética – Caso 11

P8 - Reabilitação Energética - Caso 11																	
Tipologia	m ²	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	Qa	na	kwh/ano	kwh/ano	kgep/m ² .ano	kgep/m ² .ano	kgep/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	PER normalizado	Nível		
	Ap	Nic	Nvc			Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc'' = Melhor Prática	N _{AQS}	PER			PER*	
T3	63,23	107,78	2,87	3056	0,65	0	1992	6,11	11,57	13,76	72,43	74,36	31,50	48,33	-0,70	-0,20	E

3.6.9. P9 – Percentagem em custo de materiais reutilizados

A reutilização de materiais num edifício em que esses materiais provenham da própria obra ou de locais próximos, melhoram o desempenho do edifício ao nível deste parâmetro.

A percentagem em custo de materiais utilizados na obra que são reutilizados foi de 9,5%. Este valor foi calculado através de casos reais de reabilitação em Viana do Castelo. Considerando esta percentagem obtém-se uma avaliação de “B” para todos os níveis de reabilitação.

Nos casos em que não foi necessária a criação de um desvão sanitário, a percentagem de materiais reutilizados subiu para 11%, uma vez que se considerou o piso térreo constituído por materiais resultantes das demolições.



3.6.10. P10 – Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício

Este parâmetro tem como objetivo promover a utilização de materiais reciclados provenientes dentro e fora do local de construção.

Para este parâmetro não foram consideradas quaisquer utilizações de materiais reciclados, obtendo uma avaliação de “D”.

3.6.11. P11 – Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados

Os produtos orgânicos provêm de explorações florestais e agrícolas geridas de forma sustentável (papel, cortiça, etc.). Estes produtos são considerados como um material renovável de construção. Este parâmetro promove a utilização destes produtos.

Nos casos de estudo para os níveis de Reabilitação Básica e Energética, não foram considerados o uso de produtos de base orgânica, obtendo “D” como avaliação.

3.6.12. P12 – Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão

Pelo facto do betão ser um dos materiais mais utilizados em Portugal, o seu contributo para o impacto ambiental é maior. Grande parte do impacto que causa é devido à utilização de cimento na sua composição. Este parâmetro tem como objetivo a substituição do cimento no betão por outros ligantes com menor impacte ambiental.

Neste estudo não foi considerado nenhum substituto do cimento no betão, tendo como avaliação deste parâmetro de “D”.



3.6.13. P13 – Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos

Este parâmetro tem como objetivo promover a existência de locais no interior e exterior do edifício para a separação e armazenagem temporária de resíduos domésticos e recicláveis.

Para a resolução deste parâmetro foi necessário a deslocação ao local de cada caso e realizar um levantamento dos ecopontos existentes a uma distância inferior a quinhentos metros da porta de entrada de cada caso. Todos os casos de estudo contêm pelo menos um contentor a menos de quinhentos metros.

No que diz respeito à implementação de contentores no interior das habitações, para o caso da reabilitação Básica e a reabilitação Energética, tal não foi considerado. Obtendo então uma avaliação de “D”.

3.6.14. P14 – Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício

Na atualidade, o consumo de água tem muita importância na qualidade de vida dos habitantes. É um recurso indispensável para a indústria e agricultura. Tendo isso em conta, este parâmetro visa a redução do consumo de água com o recurso a equipamentos de baixo consumo de água.

Para a reabilitação Básica e reabilitação Energética, os equipamentos selecionados estão referidos na tabela seguinte (tabela 20).

**Tabela 20 - Parâmetro 14 para Reabilitação Básica e Energética**

Reabilitação Básica e Energética						
P14	Tipo de dispositivo	Consumo por utilização	Proporção na habitação	nº utilizações por ano	nº de utilizações/dia.hab	Volume anual (m3/hab.ano)
Bacias de retrete	Descarga de 6l	6,5	1	365	6	14,24
Torneiras	Torneiras convencionais	1	1	365	10	3,65
Lava-louça	Torneiras convencionais	12	1	365	1	4,38
Chuveiros	9<fluxo<12	52,5	1	365	0,7	13,41
Máquina de roupa	Prática corrente	75	1	365	0,15	4,11
Máquina de louça	Prática corrente	25	1	365	0,12	1,10
					Pca Σ	40,88
					Pca (norm)	0,142

Com base no consumo obtido na tabela 20 obteve-se uma avaliação de “C”.

3.6.15. P15 – Percentagem de redução do consumo de água potável

Promover a utilização de técnicas de reutilização de águas residuais domésticas e utilização das águas pluviais para a redução do consumo de água potável na fase de utilização do edifício, é o objetivo deste parâmetro.

Por ainda não ser economicamente vantajoso, este tipo de técnicas de reutilização não foi considerado nos casos de estudo, obtendo uma avaliação de “D”.

3.6.16. P16 – Potencial de ventilação natural

Este parâmetro tem como objetivo reconhecer se existem condições suficientes para a ventilação natural, para que não seja necessário recorrer a outras formas de ventilação. A ventilação natural deverá garantir um nível de renovação do ar interior que assegure a sua qualidade e reduza a exposição dos ocupantes a poluentes interiores.



Para realizar o cálculo deste parâmetro foi necessário estudar profundamente as plantas de cada caso e seguir os vários requisitos impostos por este parâmetro.

Na tabela 21, apresentam-se os resultados obtidos para o caso 11 e a sua avaliação. Neste caso o parâmetro 16 é igual para a reabilitação Básica e reabilitação Energética.

Tabela 21 - Parâmetro 16 para o Caso 11

P16 - Caso 11			
Critérios	Descrição	Créditos	Solução
1 Requisito Legal			
1.1	Em todos os espaços habitáveis do edifício ou fracção é cumprida a taxa de renovação nominal mínima de 0,6 renovações por hora prevista no RCCTE	Pré-requisito	v
2 Tipo de ventilação existente			
2.1	Utiliza Ventilação Mecânica	0	10
2.2	Utiliza apenas Ventilação Natural	10	
3 Aspectos relacionados com as plantas de arquitectura			
3.1	Ventilação natural unilateral	0	10
3.2	Percentagem de área habitável onde é possível a ventilação cruzada		
3.2.1	Menor do que 25% da área habitável	10	
3.2.2	Superior ou igual a 25% e inferior a 50% da área habitável	20	
3.2.3	Superior ou igual a 50% e inferior a 75% da área habitável	30	
3.2.4	Superior ou igual a 75% da área habitável	40	
4 Área de aberturas para o exterior			
Área útil de pavimento (m2)		63,23	
Área de aberturas para o exterior (m2)		13,37	
Percentagem de aberturas para o exterior		21,15%	
4.1.1	Inferior a 5% da área útil de pavimento.	0	20
4.1.2	Igual ou superior a 5% e inferior a 10% da área útil de pavimento.	10	
4.1.3	Igual ou superior a 10% da área útil de pavimento.	20	
5 Tipo de caixilarias utilizados nos vãos			
5.1	Todos os espaços habitáveis apresentam pelo menos uma grelha de ventilação incorporada na caixilharia ou janela	20	0
		$P_{VN}^1 = \sum =$	40
		Pvn Normalizado	0,333
		Avaliação	C



3.6.17. P17 – Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV

Este parâmetro tem como principal objetivo promover o uso de materiais de acabamento que não coloquem em risco a saúde dos ocupantes. Para obter um bom desempenho neste domínio é necessário que se utilizem tintas e vernizes com conteúdo nulo ou baixo de COV; utilizar, sempre que possível, madeiras no seu estado natural; evitar o uso de adesivos com elevadas quantidades de COV. Atualmente existem no mercado inúmeros materiais deste tipo, como por exemplo tintas, membranas impermeabilizantes, revestimentos de pavimentos, entre outros.

Para o caso da Reabilitação Básica e Energética não foram considerados qualquer uso de materiais com baixo conteúdo de COV, apresentando assim uma avaliação de “D”.

3.6.18. P18 – Nível de conforto térmico médio anual

Este parâmetro tem como objetivo principal a medição do nível de conforto térmico durante as estações de aquecimento e arrefecimento. Este parâmetro não foi contabilizado por não possuir uma ferramenta de simulação dinâmica que avalie a influência de uma determinada medida ou solução adotada na temperatura operativa dos espaços interiores.

3.6.19. P19 – Média do fator de luz do dia médio

A iluminação natural é um fator importante na redução do consumo de energia no edifício. Uma boa iluminação natural proporciona um ambiente visual interior confortável e um adequado ambiente para a execução de tarefas visuais sem ter que recorrer ao uso de iluminação artificial.

Para o cálculo deste parâmetro foi necessário o levantamento no local de cada caso das obstruções existentes. Os resultados obtidos no cálculo deste parâmetro para o caso 11 encontram-se demonstrados na tabela seguinte (tabela 22).

Tabela 22 - Parâmetro 19 para o Caso 11

P19 - Caso 11																			
Quantidade	D1 ou D2	Hw	Hw/2	b	Tw	D = Tw/2+D1	H	α	θ	θ'	β	W	Ai	Apav/Ateto	Apareda	A	R	M	T
1,00	3,35	1,92	0,96	0,82	0,20	3,45	7,72	65,92	20,10	0,35	3,98	1,57	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75
1,00	3,35	1,10	0,55	1,05	0,20	3,45	7,20	64,39	17,11	0,30	8,50	1,16	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75
1,00	0,00	2,17	1,09	0,92	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	2,00	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75
1,00	5,17	2,09	1,05	0,98	0,20	5,27	4,49	40,43	44,13	0,77	5,44	2,05	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75
1,00	5,17	1,16	0,58	0,92	0,20	5,27	1,53	17,49	64,14	1,12	8,37	1,07	7,81	15,62	28,40	44,02	0,50	1,00	0,75
2,00	5,17	1,16	0,58	0,92	0,20	5,27	1,53	17,49	64,14	1,12	8,37	1,07	9,90	19,80	31,75	51,55	0,50	1,00	0,75
1,00	3,35	0,85	0,43	0,73	0,20	3,45	2,10	28,81	48,09	0,84	13,10	0,62	11,26	22,52	26,88	49,40	0,50	1,00	0,75
1,00	0,00	0,85	0,43	0,73	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,62	11,26	22,52	26,88	49,40	0,50	1,00	0,75
FLDM	FLDM'	FLDM*	FLDM _s	FLDMi	P _{FLDMm}	Avaliação													
1,68%	1,88%	3,00%	2,00%	1,12	0,90	A													
1,05%		3,00%	2,00%																
0,00%		3,00%	2,00%																
4,80%	4,18%	3,00%	2,00%	0,47															
8,14%		3,00%	0,50%																
6,95%		3,00%	0,50%																
3,16%		3,00%	0,50%																
0,00%		3,00%	0,50%																

3.6.20. P20 – Nível médio de isolamento acústico

Neste parâmetro são mencionadas as quantificações para um bom nível de conforto acústico a sons de condução aérea e de percussão. Para este parâmetro foi utilizada uma ferramenta automática CYPE que disponibiliza o relatório da acústica para cada caso.

Para o caso 11, a quantificação do nível de conforto acústico a sons de condução aérea, segundo o CYPE, obtivesse o valor de 33,1dB para o caso da reabilitação Básica e de 38,1dB para o caso da reabilitação Energética.

A quantificação do nível de conforto acústico a sons de percussão foi calculado tendo em conta o preconizado no Regulamento dos requisitos Acústicos dos Edifícios. Considerou-se que



o pavimento separador entre zonas de estar de frações distintas, constituídas por um tabuado de madeira com 22mm de espessura, assente sobre vigamento de madeira, cujo índice de isolamento sonoro ($L_{N,W}$) é de 85dB (Patrício, J. Acústica nos edifícios (2003). 2ª Edição. Jorge Patrício Ed., Lisboa.) e 28dB (R_w) para o índice de isolamento para sons aéreos. Como o índice de isolamento sonoro é a soma do índice de isolamento a sons aéreos com os de percussão, então o índice de isolamento para sons de percussão é de $85\text{dB} - 28\text{dB} = 57\text{dB}$, isto para o caso da Reabilitação Básica. Para a Reabilitação Energética considerou-se a implementação de um filtro de polipropileno fibrilado no pavimento o que vai ter uma atenuação de 21dB no índice de isolamento a sons de percussão, obtendo então 36dB.

A avaliação obtida para a reabilitação Básica foi de D e para a reabilitação Energética foi de “A+”.

3.6.21. P21 – Índice de acessibilidade a transportes públicos

Este parâmetro visa a importância dos transportes públicos para os habitantes. Para a realização deste parâmetro foi necessário levantamento no local de cada caso das paragens de autocarros, metro e elétricos situados a uma distância até 500 metros e 1000 metros para o caso de estações de comboios. Atendendo à dimensão, considerou-se Viana de Castelo inserida na zona 2, correspondente a uma área de capital de distrito ou zona central de cidade média dimensão e não na zona 1 correspondente área central de capital de distrito, tal como preconizado no Guia de Avaliação SBTool^{PT}-H.

A avaliação deste parâmetro é igual para todos os níveis de reabilitação. Para o caso 11 obteve-se os seguintes resultados e avaliação (tabela 23).

**Tabela 23 - Parâmetro 21 para o Caso 11**

P21 - Caso 11			
	Bus		Comboio
	Praia N.	Avenida	
Dtpi	450,00	334,00	675,00
Tpi	5,63	4,18	8,44
nj	4,00	8,00	9,00
Tej	30,00	15,00	13,33
Taj	2,00	2,00	0,75
Ttj	37,63	21,18	22,52
Feeej	0,80	1,42	1,33
		lat	2,84
Zona 1	Melhor prática	11,00	
	Prática convencional	3,50	
	Patp	-0,09	
	Avaliação	E	

3.6.22. P22 – Índice de acessibilidade a amenidades

Este parâmetro pretende valorizar a existência de comunidades sustentáveis e integradas através do estabelecimento de amenidades básicas nas imediações do edifício. Estas amenidades são divididas por três classes como está representado na tabela 24.

Tabela 24 - Subdivisão das amenidades por classes

CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
Café / Snack-Bar	Banco / Caixa de Multibanco	Centro Comercial
Espaços exteriores	Escola Primária	Ginásio
Mercearia	Estação de correios	Centro médico
Talho	Farmácia	Centro Recreativo
	Parque Infantil	Igreja
		Serviços/comércio
		Restaurante

Esta divisão está relacionada com a distância de cada amenidade à porta principal de cada caso. Para a realização deste parâmetro foi necessário levantamento no local das amenidades até uma distância de 2500 metros da porta principal de cada caso. A avaliação deste parâmetro é igual a todos os níveis de reabilitação. De seguida são representados os resultados obtidos, bem como a avaliação para o caso 11 (tabela 25).



Tabela 25 - Parâmetro 22 para o caso 11

Parâmetro 22 - Caso 11				
		Distância (m)		
Amenidades		300	500	1000
Classe 1	Café/Snack-bar	9		
	Espaços exteriores públicos	9		
	Mercearia	9		
	Talho	9		
Classe 2	Banco /caixa de Multibanco	7		
	Escola primária		6	
	Estação de correios			5
	Farmácia	7		
	Parque infantil	7		
Classe 3	Centro comercial			3
	Centro desportivo/ginásio		4	
	Centro médico/médico	4		
	Centro recreativo			
	Local de oração (igreja)	4		
	Serviços/comércio			3
	Restaurante	4		
PAA		90		
Melhor Prática: P_{AA}*		30		
Prática convencional: P_{AA}*		15		
PAA		1,20 (5,00)		
Avaliação		A+		

3.6.23. P23 – Disponibilidade e conteúdo do Manual do utilizador do edifício

Este parâmetro visa a orientação dos ocupantes, de um edifício, para obterem o conhecimento de como devem utilizar e manter, de forma eficiente, o edifício em que habitam. Esta orientação é feita pelo Manual do Utilizador do Edifício. Para o caso da reabilitação Básica e Energética não foi considerado a utilização deste Manual, obtendo assim uma avaliação de “E”.



3.6.24. P24 – Valor do custo do investimento inicial por m² de área útil

Este parâmetro tem como objetivo promover a conceção de edifícios sustentáveis que representem custos iniciais semelhantes aos dos edifícios convencionais.

Para a resolução deste parâmetro é necessário saber o custo de investimento inicial. Este custo inicial foi realizado a partir dos custos de oito obras reais de reabilitação realizadas em Viana do Castelo, fazendo a média de €/m² como está representado na tabela seguinte (tabela 26).

Tabela 26 - Custos de investimento de reabilitações

Custos de investimento								
Custo inicial	86.535,52 €	166.764,08 €	67.894,74 €	113.288,30 €	73.531,26 €	189.891,98 €	94.673,63 €	205.470,44 €
Area util (m ²)	85,68	135,48	69,3	149,5	155,91	248,9	89,05	261,7
€/m ²	1.009,99 €	1.230,91 €	979,72 €	757,78 €	471,63 €	762,92 €	1.063,15 €	785,14 €
€/m ² (média)	882,66 €							

Tendo como referência, esse preço médio por metro quadrado, o custo de investimento inicial para o caso 11, com uma área útil de 63,23m², é de 55810,28€, aproximadamente. Comparando este custo inicial com o valor do custo de investimento inicial imposto pelo Inquérito à Avaliação Bancária na Habitação (IABH), obteve-se uma avaliação de “A+” para o caso da reabilitação Básica. Para o caso da reabilitação Energética houve um acréscimo com os custos de equipamentos e de isolamento térmico, agravando o custo de investimento inicial para 75252,49€, obtendo assim uma avaliação de “E”.

Os custos associados à passagem da Reabilitação Básica pra a Energética estão representados na tabela seguinte (Tabela 27).

**Tabela 27 - Custos dos equipamentos Energética (Caso 11)**

Custo Equipamentos Energética - Caso 11	
Caldeiras para Climatização e AQS	5.000,00 €
Desvão sanitário	3.500,00 €
Custo Isolamento	5.490,80 €
Custo Envidraçado	269,41 €
Custo de Paineis + Depósito	5.182,00 €
Total	19.442,20 €

3.6.25. P25 – Valor atual dos custos de utilização por m2 de área útil

Este parâmetro quantifica os custos de utilização anual por metro quadrado e tem como objetivo a conceção de edifícios sustentáveis com custos de utilização inferiores aos dos edifícios convencionais.

Para o cálculo deste parâmetro é necessário saber o custo atual da eletricidade, do gás propano, da água potável do sistema público de abastecimento de água, da drenagem das águas residuais e da recolha de resíduos sólidos urbanos. É necessário ainda saber, o valor da taxa Euribor a 12 meses em vigor.

Os resultados e avaliação obtidos para a reabilitação Básica e Energética encontram-se representados na tabela 28 e 29, respetivamente.



Tabela 28 - Parâmetro 25 para reabilitação Básica - Caso 11

P25 - Caso 11 Reabilitação Básica			€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (Solução)	Pcu	Avaliação		
			CEpc	CEmp	Vamp	CAmp	RAmp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	CAse	RAse	Pcu	Pcu			
kwh/m2.ano	Ni	104,63																			
kwh/m2.ano	Nv	16																			
kwh/m2.ano	Na	74,81																			
kwh/m2.ano	Nic	315,94																			
kwh/m2.ano	Nvc	0,71																			
kwh/m2.ano	Nac	96,68																			
€/kwh	TEE	0,178																			
€/kg	TGPL	2,29																			
	hi	1																			
	hv	3																			
m3/hab.ano	PCA* (melhor prática)	22	25,72	6,43	0,91	1,21	7,64	237,04	2,78	3,71	29,43	913,22	23,69	2,59	3,44	27,13	841,90	0,11	C		
%	PRCA* (melhor prática)	34,82																			
m3/hab.ano	PCA* (prática convencional)	44																			
%	PRCA* (prática convencional)	0																			
m3/hab.ano	PCA	40,88																			
%	PRCA	0																			
pax	n	4																			
anos	n	50																			
m2	Au	63,23																			
€/m ³	Tap	0,456																			
€/m ³	Tar	0,876																			
€/m ³	Trs	0																			
%	i	2,06																			

Tabela 29 - Parâmetro 25 para reabilitação Energética - Caso 11

P25 - Caso 11 Reabilitação Energética			€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (Solução)	Pcu	Avaliação		
			CEpc	CEmp	Vamp	CAmp	RAmp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	CAse	RAse	Pcu	Pcu			
kwh/m2.ano	Ni	110																			
kwh/m2.ano	Nv	16																			
kwh/m2.ano	Na	77,33																			
kwh/m2.ano	Nic	107,78																			
kwh/m2.ano	Nvc	2,87																			
kwh/m2.ano	Nac	58,28																			
€/kwh	TEE	0,178																			
€/kg	TGPL	2,29																			
	hi	0,87																			
	hv	3																			
m3/hab.ano	PCA* (melhor prática)	22	26,61	6,65	0,91	1,21	7,86	243,97	2,78	3,71	30,32	940,93	13,11	2,59	3,44	16,55	513,65	0,61	B		
%	PRCA* (melhor prática)	34,82																			
m3/hab.ano	PCA* (prática convencional)	44																			
%	PRCA* (prática convencional)	0																			
m3/hab.ano	PCA	40,88																			
%	PRCA	0																			
pax	n	4																			
anos	n	50																			
m2	Au	63,23																			
€/m ³	Tap	0,456																			
€/m ³	Tar	0,876																			
€/m ³	Trs	0																			
%	i	2,06																			



Apresenta-se agora uma tabela resumo (tabela 30 e 31) com os resultados obtidos na avaliação da sustentabilidade para a Reabilitação Básica e Energética.

Tabela 30 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Básica

Reabilitação Básica - Caso 11						
Parâmetro	Avaliação	Nível	Categoria	Dimensão	Nível de Sustentabilidade	
P1	1,00	A	C1 - A	D1 - C	NS - B	
P2	1,20	A+	C2 - A			
P3	-0,20	E				
P4	1,11	A+				
P5	-0,20	E				
P6	1,20	A+				
P7	-0,20	E				C3 - E
P8	-0,20	E				
P9	0,63	B	C4 - C			
P10	0,00	D				
P11	0,00	D				
P12	0,00	D				
P13	0,00	D	C5 - D			
P14	0,14	C				
P15	0,00	D				
P16	0,33	C	C6 - B	D2 - B		
P17	0,00	D				
P18	0,00	D				
P19	0,90	A				
P20	0,26	C				
P21	-0,09	E	C7 - B			
P22	1,20	A+				
P23	-0,20	E	C8 - E			
P24	1,20	A+	C9 - B			D3 - B
P25	0,11	C				

Tabela 31 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Energética

Reabilitação Energética - Caso 11						
Parâmetro	Avaliação	Nível	Categoria	Dimensão	Nível de Sustentabilidade	
P1	1,00	A	C1 - A	D1 - C	NS - C	
P2	1,20	A+	C2 - A			
P3	-0,20	E				
P4	1,11	A+				
P5	-0,20	E				
P6	1,20	A+				
P7	0,61	B				C3 - C
P8	-0,20	E				
P9	0,63	B	C4 - C			
P10	0,00	D				
P11	0,00	D				
P12	0,00	D				
P13	0,00	D	C5 - D			
P14	0,14	C				
P15	0,00	D				
P16	0,33	C	C6 - A	D2 - B		
P17	0,00	D				
P18	0,00	D				
P19	0,90	A				
P20	1,20	A+				
P21	-0,09	E	C7 - B			
P22	1,20	A+				
P23	-0,20	E	C8 - E			
P24	-0,20	E	C9 - C			D3 - C
P25	0,61	B				



Ao analisar estas duas tabelas podemos verificar que em termos de sustentabilidade não é viável reabilitar pela reabilitação Energética, devido ao parâmetro 24, em que estuda o custo de investimento inicial. Este parâmetro tem um peso de 15% em relação aos restantes parâmetros, o que é bastante significativo.

Visto que o nível da reabilitação Energética tratar-se apenas para cumprir os requisitos mínimos do RCCTE, não se deu grande importância ao nível de sustentabilidade. Para se obter um melhor nível de sustentabilidade realizou-se medidas de melhoria nos equipamentos e parâmetros (Reabilitação Sustentável), tendo em atenção os respetivos custos relativos para não agravar em demasia o parâmetro 24.



3.7. Análise dos resultados

Da análise dos resultados dos dois níveis de Reabilitação conclui-se que:

- A percentagem utilizada do índice de utilização do líquido disponível, o índice de impermeabilização, a percentagem de áreas verdes, o índice de acessibilidade a transportes públicos e a indisponibilidade do Manual do Utilizador, justificam a obtenção de um nível “E” tanto na Reabilitação Básica como na Reabilitação Energética;
- As medidas de melhoria impostas na Reabilitação Básica conduziram a algumas melhorias, mas pouco significativas;
- Obtida a Reabilitação Energética, verifica-se que existem vários parâmetros de fácil implementação e encargos reduzidos, com potencial para melhorar o nível de sustentabilidade. Mais concretamente os parâmetros 13,14 e 23.
- É possível verificar a partir da figura 21, que demonstra o peso relativo que cada parâmetro tem na avaliação global do nível de sustentabilidade, quais os que se destacam, parâmetros 7,8, 24 e 25. Então para a introdução de medidas de melhoria na Reabilitação Energética procede-se ao aumento da eficiência dos equipamentos de climatização e de AQS com o intuito de melhorar os parâmetros mencionados.

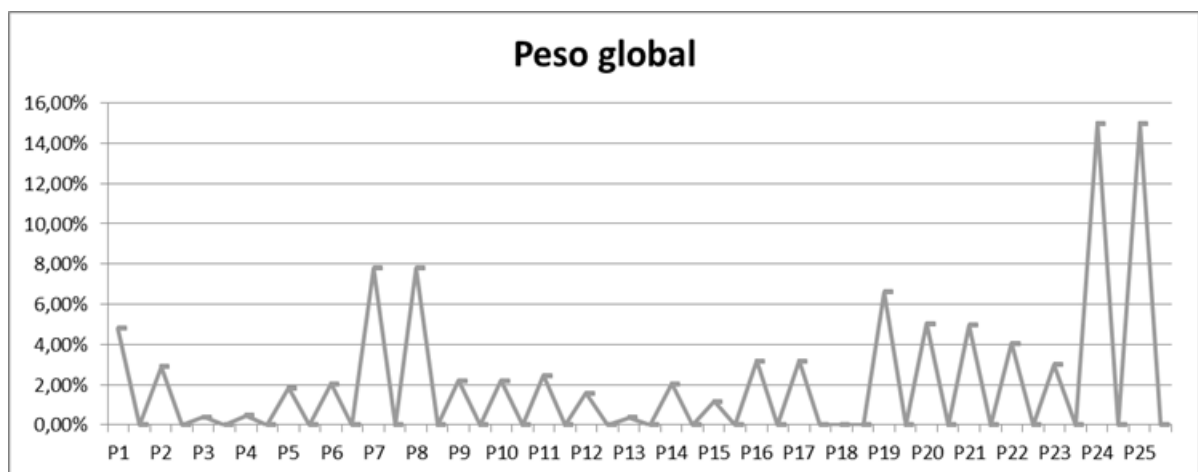


Figura 21 - Peso relativo de cada parâmetro na avaliação global



Para uma melhor compreensão apresentam-se na Figura 22 os resultados obtidos para a Reabilitação Básica e Energética da avaliação da sustentabilidade de cada parâmetro, bem como o máximo valor que se pode atingir na avaliação de cada parâmetro.

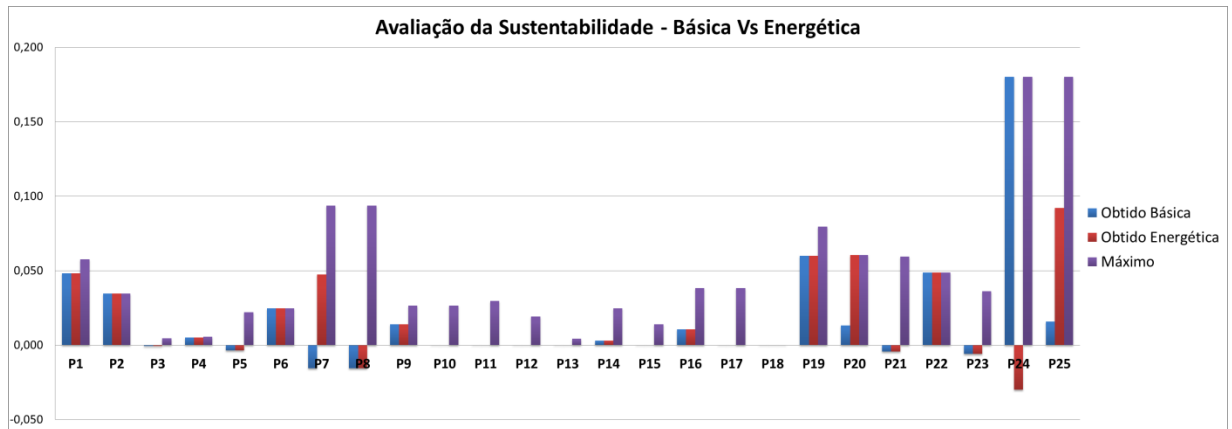


Figura 22 - Avaliação da Sustentabilidade - Básica Vs. Energética



3.8. Soluções construtivas e equipamentos – Reabilitação Sustentável

As medidas de melhoria para a reabilitação Sustentável foram realizadas com o intuito de aperfeiçoar o nível de sustentabilidade, tendo por base:

- Os resultados obtidos na reabilitação Energética;
- A importância relativa de cada parâmetro na avaliação da sustentabilidade;
- A existência no mercado de materiais de construção certificados e com baixo teor de COV's⁴.

As medidas de melhoria realizadas à reabilitação Energética foram:

- Recuperador de calor a pellets para aquecimento do ambiente;
- Esquentador de alto rendimento para AQS;
- Ventilação mecânica;
- 1% de produtos de base orgânica certificados (soalhos), tintas e vernizes com baixo teor COV;
- Aparelhos sanitários com redutores de caudal e máquinas de baixo consumo (eficiência hídrica);
- Manual de utilização do edifício.

Na tabela 32 apresentam-se os custos associados às melhorias realizadas na Reabilitação Energética e também, os parâmetros influenciados pela implementação de cada melhoria.

⁴ COV – Compostos Orgânicos Voláteis – resulta da utilização de solventes orgânicos em determinadas tintas e vernizes. (APT)



Tabela 32 - Custos Reabilitação Sustentável - Caso 11

Custo Equipamentos Sustentável - Caso 11		Parâmetros Afetados
Recuperador de calor a pellets para aquecimento do ambiente	12.200,00 €	P7, P8, P24 e P25
Esquentador de alto rendimento para AQS	2.800,00 €	P7, P24 e P25
Ventilação mecânica	1.800,00 €	P7, P16, P24 e P25
1% de produtos de base orgânica certificados (soalhos), tintas e vernizes com baixo teor COV	3.547,26 €	P11, P17 e P24
Aparelhos de utilização sanitários com redutor de caudal e máquinas de baixo consumo (eficiência hídrica)	1.000,00 €	P14, P24 e P25
Manual de utilização do edifício	1.000,00 €	P23 e P24
Caldeiras para Climatização e AQS	-5.000,00 €	P7, P8, P24 e P25
Desvão sanitário	3.500,00 €	P7, P8, P24 e P25
Custo Isolamento	5.490,80 €	P7, P8, P24 e P25
Custo Envidraçado	269,41 €	P7, P8, P24 e P25
Custo de Paineis + Depósito	5.182,00 €	P7, P8, P24 e P25
Total	31.789,46 €	



3.9. Desempenho Energético – Reabilitação Sustentável

Os resultados obtidos do desempenho energético com a aplicação do RCCTE, tendo em atenção as medidas de melhoria preconizadas no ponto anterior para a Reabilitação Sustentável, encontram-se representados na tabela 33.

Tabela 33 - Desempenho Energético da Reabilitação Sustentável

Fração	Caso 11 - Reabilitação Sustentável							
	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)
UO1	92,81	110	5,16	16	16,91	77,33	1,5	11,57

Comparando os resultados obtidos com os da Reabilitação Energética (Figura 23), verificaram-se reduções significativas ao nível dos indicadores Nic, Nac e Nt e um ligeiro agravamento no Nvc.

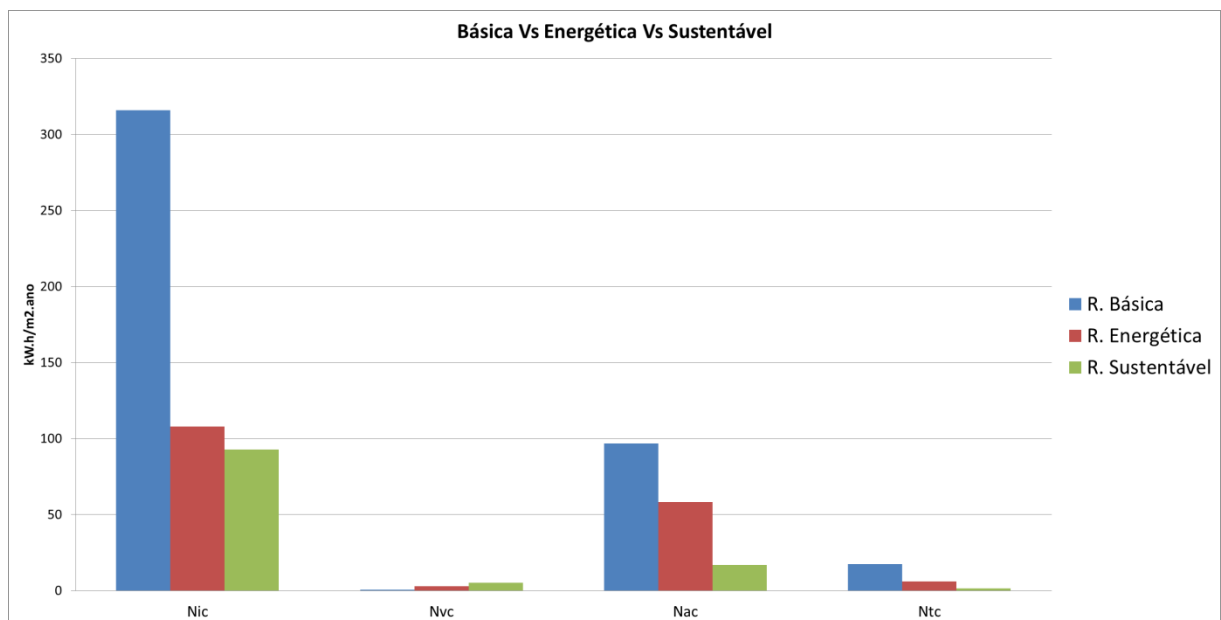


Figura 23 - Necessidades (Básica Vs. Energética Vs. Sustentável)



3.10. Avaliação da Sustentabilidade – Reabilitação Sustentável

Na avaliação da sustentabilidade para a reabilitação Sustentável apenas alguns parâmetros sofreram alterações para um melhor nível de sustentabilidade. Apresentam-se, de seguida, os respetivos parâmetros e avaliações obtidas.

A avaliação da sustentabilidade para os restantes casos está representada detalhadamente no Anexo 2.

- **P7 – Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização**

Tabela 34 - Parâmetro 7 para a Reabilitação Sustentável

Reabilitação Sustentável - Caso 11									
Área util	Ntc (kwh/m2 .ano)	Nt (kwh/m2 .ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convenc ional)	Penr	Penr (norm)	Avaliação
63,23	1,5	11,57	0,13	A+	2,80	11,19	1,50	1,15	A+

- **P8 – Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis**

Tabela 35 - Parâmetro 8 para a Reabilitação Sustentável

P8 - Reabilitação Sustentável - Caso 11																	
Tipologia	m2	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	Qa	na	kwh/ano	kwh/ano	kgep/m2.ano	kgep/m2.ano	kgep/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	PER normalizado	Nível	
						Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc'' = Melhor Prática	NAQS	PER	PER*			
T3	63,23	92,81	5,16	3056	1,01	0	1992	1,50	11,57	13,27	72,43	47,85	124,31	48,33	3,15	1,20	A+



- **P11 – Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados**

Os produtos orgânicos provêm de explorações florestais e agrícolas geridas de forma sustentável. Para o caso da Reabilitação Sustentável foi considerado o uso de 1% de produtos orgânicos, obtendo um nível de “C”.

- **P13 – Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos**

Em comparação com os níveis de reabilitação Básica e Energética, apenas acrescentou-se contentores no interior das habitações, obtendo então uma avaliação de “B”.

- **P14 – Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício**

Para a reabilitação Sustentável, os equipamentos selecionados estão referidos na tabela seguinte (tabela 36).

Tabela 36 - Parâmetro 14 para Reabilitação Sustentável

Reabilitação Sustentável						
P14	Tipo de dispositivo	Consumo por utilização	Proporção na habitação	nº utilizações por ano	nº de utilizações/dia.hab	Volume anual (m3/hab.ano)
Bacias de retrete	Dupla descarga 4/2l	3	1	365	6	6,57
Torneiras	Com redutor de caudal	0,5	1	365	10	1,83
Lava-louça	Com redutor de caudal	6	1	365	1	2,19
Chuveiros	fluxo \leq 4,5	22,5	1	365	0,7	5,75
Máquina de roupa	Baixo Consumo	45	1	365	0,15	2,46
Máquina de louça	Baixo Consumo	15	1	365	0,12	0,66
Pca Σ						19,45
Pca (norm)						1,116

Analisando os resultados obtidos na tabela conclui-se que este parâmetro tem uma avaliação de “A+”.



- **P17 – Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV**

Para o caso da reabilitação Sustentável foram considerados cerca de 80% de uso de materiais com baixo conteúdo de COV, apresentando assim uma avaliação de “A”.

- **P23 – Disponibilidade e conteúdo do Manual do utilizador do edifício**

Na reabilitação Sustentável foi disponibilizado o Manual do utilizador do edifício, levando este parâmetro para um nível de “A+”.

- **P25 – Valor atual dos custos de utilização por m2 de área útil**

Os resultados e avaliação obtidos para este parâmetro encontram-se representados na tabela 37.

Tabela 37 - Parâmetro 25 para reabilitação Sustentável - Caso 11

P25 - Caso 11 Reabilitação Sustentável			€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (solução)	Pcu	Avaliação	
			CEpc	CEmp	Vamp	CAmp	RAmp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	CAse	RAse	Pcu			
kwh/m2.ano	Ni		110																	
kwh/m2.ano	Nv		16																	
kwh/m2.ano	Na		77,33																	
kwh/m2.ano	Nic		92,81																	
kwh/m2.ano	Nvc		5,16																	
kwh/m2.ano	Nac		16,91																	
€/kwh	TEE		0,178																	
€/kg	TGPL		2,29																	
	hi		1,01																	
	hv		3																	
m3/hab.ano	PCA* (melhor prática)		22																	
%	PRCA* (melhor prática)		33,77	26,61	6,65	0,92	1,23	7,88	244,57	2,78	3,71	30,32	940,93	1,17	1,23	1,64	2,80	87,04	1,20 (1,23)	A+
m3/hab.ano	PCA* (prática convencional)		44																	
%	PRCA* (prática convencional)		0																	
m3/hab.ano	PCA		19,45																	
%	PRCA		0																	
pax	n		4																	
anos	n		50																	
m2	Au		63,23																	
€/m²	Tap		0,456																	
€/m²	Tar		0,876																	
€/m²	Trs		0																	
%	i		2,06																	
€/kwh	pellets		0,057																	



Com a passagem da Reabilitação Energética para a Sustentável a avaliação sobe do nível “C” para o nível “A” (tabela 38).

Tabela 38 - Avaliação da Sustentabilidade - R. Sustentável

Reabilitação Sustentável - Caso 11					
Parâmetro	Avaliação	Nível	Categoria	Dimensão	Nível de Sustentabilidade
P1	1,00	A	C1 - A	D1 - A	NS - A
P2	1,20	A+	C2 - A		
P3	-0,20	E			
P4	1,11	A+			
P5	-0,20	E			
P6	1,20	A+			
P7	1,15	A+	C3 - A+		
P8	1,20	A+			
P9	0,63	B	C4 - C		
P10	0,00	D			
P11	0,20	C			
P12	0,00	D			
P13	0,50	B			
P14	1,12	A+	C5 - A		
P15	0,00	D			
P16	0,33	C	C6 - A	D2 - A	
P17	0,89	A			
P18	0,00	D			
P19	0,90	A			
P20	1,20	A+			
P21	-0,09	E	C7 - B		
P22	1,20	A+			
P23	1,20	A+	C8 - A+		
P24	-0,20	E	C9 - B	D3 - B	
P25	1,20	A+			

Na tabela 39, apresenta-se um resumo dos resultados obtidos para os desempenhos energéticos e das avaliações de sustentabilidade dos três níveis de Reabilitação para o caso 11.



Tabela 39 - Resumo do desempenho energético e sustentável dos três níveis de reabilitação

Caso 11	Reabilitação Básica		Reabilitação Energética		Reabilitação Sustentável	
Nic	315,94	-	107,78	-65,89%	92,81	-70,62%
Nvc	0,71	-	2,87	304%	5,16	627%
Nac	96,68	-	58,28	-39,72%	16,91	-82,51%
Ntc	17,48	-	6,11	-65,05%	1,5	-91,42%
Consumo H2O	40,88	-	40,88	-	19,45	-52,42%
Classe Energética	D		B		A+	
Nível de Sustentabilidade	B		C		A	

Ao analisar esta tabela nota-se, claramente, que as necessidades diminuem consoante a evolução do nível de Reabilitação, com a exceção do Nvc. Isto deve-se ao reforço de isolamento na envolvente realizado na Reabilitação Energética e da implementação de ventilação mecânica na Reabilitação Sustentável.

Para uma melhor compreensão apresentam-se, na Figura 24, os resultados obtidos para a Reabilitação Básica, Energética e Sustentável da avaliação da sustentabilidade de cada parâmetro, bem como o máximo valor que se pode atingir na avaliação de cada parâmetro. Relativamente à Figura 25, está representado o potencial que cada parâmetro tem para obter a máxima avaliação da sustentabilidade. Estes ganhos potenciais são referentes a todos os parâmetros de cada nível de Reabilitação.

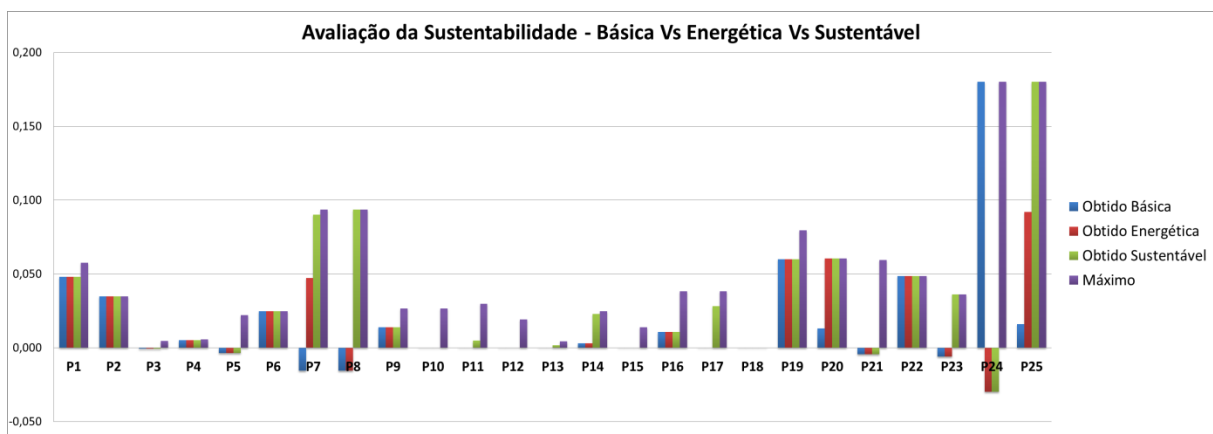


Figura 24 - Avaliação da Sustentabilidade - Básica Vs. Energética Vs. Sustentável

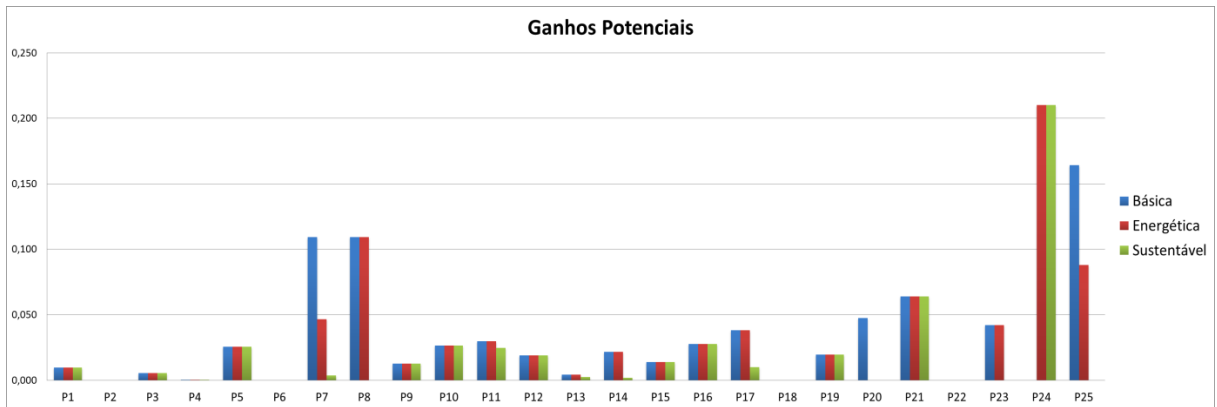


Figura 25 - Ganhos Potenciais

Para o nível de sustentabilidade tal já não se verifica. Da Reabilitação Básica para a Energética observa-se um ligeiro decréscimo no nível de sustentabilidade, que é devido, maioritariamente, ao parâmetro 24 que avalia o custo do investimento inicial. Este parâmetro pertence à dimensão económica e tem um peso de 15% na avaliação da sustentabilidade de um edifício. Com o aumento do custo de investimento e o respetivo peso, compreende-se este decréscimo.



3.11. Resumo dos resultados – Casos de estudo

Nas tabelas seguintes apresentam-se os resultados obtidos referentes ao desempenho energético, nível de sustentabilidade, custo de investimento, custo anual de utilização e período de retorno para cada caso de estudo.

Tabela 40 - Desempenho Energético para todos os casos

Desempenho Energético							
Classe Energética							
Nível de Reabilitação		Básica		Energética		Sustentável	
Casos	Au (m2)						
Caso 1 (UO1)	35,14	2,15	E	0,54	B	0,16	A+
Caso 1 (UO2)	50,54	2,51	F	0,41	A	0,11	A+
Caso 1	85,68	2,36	E	0,47	A	0,13	A+
Caso 2 (UO3)	39,21	1,81	D	0,54	B	0,16	A+
Caso 2 (UO4)	37,5	1,43	C	0,43	A	0,16	A+
Caso 2 (UO5)	21,69	1,87	D	0,44	A	0,15	A+
Caso 2 (UO6)	37,08	2,08	E	0,44	A	0,15	A+
Caso 2	135,48	1,79	D	0,47	A	0,15	A+
Caso 3	69,39	1,91	D	0,41	A	0,09	A+
Caso 4 (UO1)	23,47	1,22	C	0,39	A	0,14	A+
Caso 4 (UO2)	28,17	1,09	C	0,34	A	0,10	A+
Caso 4 (UO3)	26,37	2,66	F	0,31	A	0,01	A+
Caso 4 (UO4)	63,73	1,61	D	0,41	A	0,14	A+
Caso 4	141,74	1,64	D	0,37	A	0,11	A+
Caso 5 (UO1)	37,24	1,47	C	0,43	A	0,15	A+
Caso 5 (UO2)	71,08	1,82	D	0,40	A	0,11	A+
Caso 5	108,32	1,70	D	0,41	A	0,13	A+
Caso 6 (UO1)	68,94	1,22	C	0,39	A	0,11	A+
Caso 6 (UO2)	71,54	1,69	D	0,41	A	0,11	A+
Caso 6	140,48	1,46	C	0,40	A	0,11	A+
Caso 7 (UO1)	37,24	1,24	C	0,42	A	0,16	A+
Caso 7 (UO2)	90,94	1,59	D	0,42	A	0,13	A+
Caso 7	128,18	1,49	C	0,42	A	0,13	A+
Caso 8	66,76	1,64	D	0,40	A	0,10	A+
Caso 9	57,64	1,87	D	0,44	A	0,13	A+
Caso 10	159,81	2,23	E	0,45	A	0,11	A+
Caso 11	63,23	1,56	D	0,53	B	0,13	A+
Caso 12 (UO1)	42,54	2,16	E	0,27	A	0,01	A+
Caso 12 (UO2)	63,61	1,74	D	0,51	B	0,22	A+
Caso 12	106,15	1,91	D	0,41	A	0,14	A+
Caso 13 (UO1)	62,46	1,60	D	0,28	A	0,01	A+
Caso 13 (UO2)	71,67	2,00	D	0,52	B	0,22	A+
Caso 13	134,13	1,81	D	0,41	A	0,12	A+



Tabela 41 - Nível de Sustentabilidade para todos os casos

Nível de Sustentabilidade			
Fracção Autónoma	R. Básica	R. Energética	R. Sustentável
Caso 1	B	B	A
Caso 2	C	C	A
Caso 3	C	C	B
Caso 4	C	B	A
Caso 5	B	B	A
Caso 6	B	B	A
Caso 7	C	C	B
Caso 8	C	C	B
Caso 9	C	C	A
Caso 10	C	B	A
Caso 11	B	C	A
Caso 12	B	B	A
Caso 13	C	C	B

Tabela 42 - Custo de Investimento para todos os casos

Custo de Investimento						
Casos	Área útil (m2)	Nível de Reabilitação				
		Básica	Energética		Sustentável	
		Custo (€)	Custo (€)	Variação (%)	Custo (€)	Variação (%)
Caso 1	85,68	75.625,89 €	99.396,09 €	31,43	111.743,35 €	47,76
Caso 2	135,48	119.582,12 €	152.736,06 €	27,72	165.083,32 €	38,05
Caso 3	69,39	61.247,44 €	82.790,98 €	35,17	95.138,24 €	55,33
Caso 4	141,74	125.107,54 €	160.510,24 €	28,30	172.857,50 €	38,17
Caso 5	108,32	95.609,20 €	118.491,03 €	23,93	130.838,29 €	36,85
Caso 6	140,48	123.995,39 €	153.992,75 €	24,19	166.340,01 €	34,15
Caso 7	128,18	113.138,73 €	139.117,48 €	22,96	151.464,74 €	33,88
Caso 8	66,76	58.926,06 €	78.757,45 €	33,65	91.104,71 €	54,61
Caso 9	57,64	50.876,24 €	67.090,11 €	31,87	79.437,37 €	56,14
Caso 10	159,81	141.057,12 €	167.954,80 €	19,07	180.302,06 €	27,82
Caso 11	63,23	55.810,28 €	75.252,49 €	34,84	87.599,75 €	56,96
Caso 12	106,15	93.693,84 €	122.921,36 €	31,19	135.268,62 €	44,37
Caso 13	134,13	118.390,53 €	146.458,51 €	23,71	158.805,77 €	34,14
			Média	28,31	Média	42,94



Tabela 43 - Custo Anual de Utilização e Período de Retorno para todos os casos

Custo Anual de Utilização e Período de Retorno							
Casos	Nível de Reabilitação						
	Básica	Energética			Sustentável		
	Custo Anual (€/ano)	Custo Anual (€/ano)	Poupança Anual (€/ano)	Período de Retorno (anos)	Custo Anual (€/ano)	Poupança Anual (€/ano)	Período de Retorno (anos)
Caso 1	6.816,19 €	1.814,72 €	5.001,46 €	4,75	940,04 €	5.876,14 €	6,15
Caso 2	12.375,33 €	3.066,65 €	9.308,68 €	3,56	1.525,42 €	10.849,90 €	4,19
Caso 3	4.955,04 €	1.310,56 €	3.644,48 €	5,91	635,45 €	4.319,59 €	7,85
Caso 4	11.985,75 €	3.068,98 €	8.916,77 €	3,97	1.438,49 €	10.547,27 €	4,53
Caso 5	8.265,51 €	2.222,62 €	6.042,89 €	3,79	1.076,84 €	7.188,67 €	4,90
Caso 6	7.013,16 €	2.221,40 €	4.791,76 €	6,26	944,84 €	6.068,32 €	6,98
Caso 7	7.114,64 €	2.218,11 €	4.896,53 €	5,31	1.084,75 €	6.029,89 €	6,36
Caso 8	4.134,10 €	1.197,86 €	2.936,24 €	6,75	523,48 €	3.610,61 €	8,91
Caso 9	3.392,12 €	919,34 €	2.472,78 €	6,56	440,54 €	2.951,59 €	9,68
Caso 10	8.891,66 €	2.212,09 €	6.679,57 €	4,03	1.008,07 €	7.883,58 €	4,98
Caso 11	5.029,52 €	1.640,88 €	3.388,64 €	5,74	741,97 €	4.287,54 €	7,41
Caso 12	8.388,60 €	1.980,50 €	6.408,10 €	4,56	922,15 €	7.466,45 €	5,57
Caso 13	8.200,52 €	2.208,70 €	5.991,82 €	4,68	1.002,77 €	7.197,75 €	5,61



**CAPÍTULO 4****4. COMPARAÇÃO DE CUSTOS / BENEFÍCIOS**

Os custos apresentados na tabela 44 são referentes às medidas de melhoria consideradas neste estudo. Neles estão incluídos, os custos de materiais, equipamentos e mão-de-obra a preços praticados em Viana do Castelo para o caso de reabilitações. O custo de investimento inicial da reabilitação Básica está demonstrado no Parâmetro 24 e na tabela 26, sendo que para o caso 11 o custo inicial é de 55810,28€ com um custo por m² de 882,66€.

Tabela 44 - Custos de investimento para os níveis de Reabilitação

Caso 11						
Custo de Investimento	R. Básica		R. Energética		R. Sustentável	
	55 810,28 €		75 252,49 €		87 599,75 €	
R. Básica	-		19 442,20 €	34,84%	31 789,46 €	56,96%
R. Energética	19 442,20 €	34,84%	-		-12 347,26 €	-14,10%
R. Sustentável	31 789,46 €	56,96%	-12 347,26 €	-14,10%	-	

As medidas propostas para atingir o Cumprimento do RCCTE representa um agravamento de 34,84% relativamente ao investimento inicial, e cerca de 56,96% para se atingir a reabilitação Sustentável.

Interessa agora saber, quais os benefícios que o reforço no investimento inicial proporciona com a utilização do edifício. Para o efeito, foram calculados os custos de utilização anual correspondentes a cada nível de reabilitação. Nestes custos estão compreendidos os custos de utilização relativos às necessidades de aquecimento, arrefecimento, consumo de água quente sanitária e consumo de água potável.



As necessidades de aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes sanitárias foram calculadas com base no preconizado no RCCTE. Segundo o RCCTE, para a zona de Viana do Castelo a temperatura que deve ser assumida é de 20°C para a estação de aquecimento e de 25°C para a estação de arrefecimento. As necessidades de energia para a produção de água quente pressupõem o consumo diário de 40 litros de água a 45°C de temperatura para cada habitante.

O consumo de água potável foi determinado seguindo o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, isto para o caso da reabilitação Básica e Energética. Para o caso da reabilitação Sustentável, os consumos calculados foram reduzidos, tendo em conta a eficiência hídrica dos aparelhos de utilização e máquinas de baixo consumo consideradas. O custo médio das taxas de contador e consumo de água potável foi de 0,447€/m³. Este valor foi definido com base no Tarifário de Água e Águas Residuais, fornecido pelos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo.

O custo de energia elétrica considerado foi de 0,178 €/kWh, o gás propano a 0,1865 €/kWh e os pellets para o recuperador de calor cerca de 0,0567 €/kWh.

Na tabela 45 apresentam-se os custos de utilização anual correspondentes a cada um dos níveis de reabilitação analisados.

Tabela 45 - Custos de Utilização Anual

Nível de Reabilitação	m ²	Tipologia	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	kwh/m ² .ano	Custo anual				Custo anual total
									Aquecimento	Arrefecimento	AQS	H2O	
Básica	63,23	T3	315,94	104,6	0,71	16	96,68	74,81	3.555,89 €	2,66 €	1.140,09 €	330,88 €	5.029,52 €
Energética			107,78	110	2,87	16	58,28	77,33	783,33 €	10,77 €	515,91 €	330,88 €	1.640,88 €
Sustentável			92,81	110	5,16	16	16,91	77,33	382,46 €	19,36 €	149,69 €	190,47 €	741,97 €



Analisando a tabela, são evidentes os benefícios que o incremento das diversas medidas de melhoria proporciona ao nível dos consumos energéticos.

Importa conhecer também, os benefícios da reabilitação analisando os períodos de retorno simples, conforme está demonstrado na tabela 46.

Tabela 46 - Períodos de retorno simples

Nível de Reabilitação	Investimento Inicial	Custo anual total	Poupança Anual	Varição do CI	Varição do CA	Periodo de Retorno (anos)
Básica	55.810,28 €	5.029,52 €	-	-	-	-
Energética	75.252,49 €	1.640,88 €	3.388,64 €	19.442,20 €	3.388,64 €	5,74
Sustentável	87.599,75 €	741,97 €	4.287,54 €	31.789,46 €	4.287,54 €	7,41

Pode-se concluir então, que os períodos de retorno simples da reabilitação Energética e Sustentável são relativamente baixos. Ao analisar a evolução dos custos de utilização da reabilitação Básica (Figura 26), verificamos que ao fim de sensivelmente 5 anos atingem os custos de utilização da reabilitação Energética, sendo que ao fim de 7 anos os gastos atingem os custos de utilização da reabilitação Sustentável.

No caso dos custos de utilização da reabilitação Energética atingem os custos de utilização da reabilitação Sustentável ao fim de 13 anos.

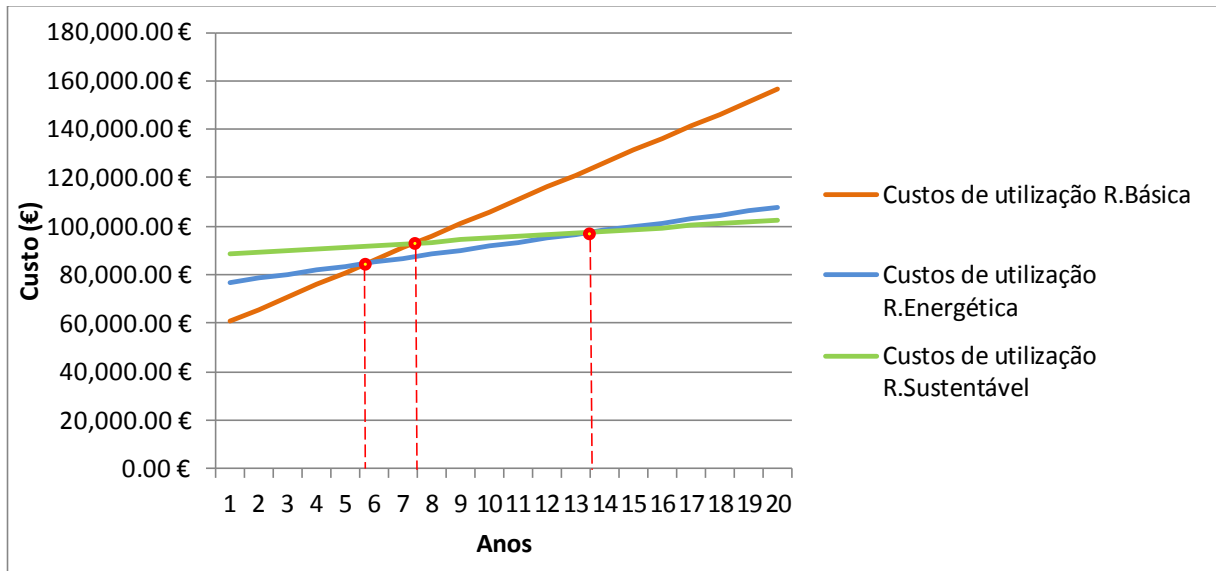


Figura 26 - Custos de utilização dos três níveis de reabilitação

Pode-se concluir que é viável reabilitar pela reabilitação Energética ou pela reabilitação Sustentável. Apesar dos custos de investimento serem bastante altos, estes são compensados pelos custos de utilização anual.



CAPÍTULO 5

5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1. Dificuldades sentidas

Da aplicação da ferramenta CypeTerm, surgiram algumas dificuldades devido à complexidade do software. As iterações do isolamento térmico eram muito extensas e, caso ocorresse algum erro, as iterações teriam que ser inicializadas. Alguns desses erros foram resolvidos com o contributo de especialistas na área.

Decorrente da aplicação do SBTool^{PT} houve a necessidade de se fazerem deslocações aos locais de cada caso em estudo, e fazer-se a recolha de todos os pontos de interesse, num raio de 2500 metros. Tal como na aplicação do Cypeterm, a repetitividade dos processos de cálculo conduziram a bastantes erros, que só eram perceptíveis aquando da comparação com os resultados finais de cada caso.

5.2. Conclusões

Na atualidade, é imperativo evitar o abandono dos centros históricos das cidades, devido ao seu cariz económico, social e cultural. A habitação para além de influenciar o setor da construção, também tem influência no aspeto social e económico. Um dos objetivos principais da reabilitação em centros históricos é evitar a sua degradação e, simultaneamente, atrair as gerações mais jovens para esses centros, de modo a manterem os centros das cidades ativas.

A pesquisa bibliográfica permitiu o aprofundamento das questões relacionadas com a necessidade de incentivar e promover a reabilitação sustentável.

O excedente de construção nova, os consumos energéticos dos edifícios cada vez maiores, a escassez de recursos naturais, o abandono dos centros históricos, a estagnação da Indústria da



Construção e a degradação cada vez maior do património, são fatores bastante alarmantes. Daí que a "Reabilitação Sustentável" seja o caminho a trilhar.

Os objetivos definidos para a realização desta dissertação foram atingidos podendo concluir o seguinte:

- A localização do edifício influencia, significativamente, o seu desempenho de sustentabilidade. Este aspeto é muito importante a ter em consideração nas reabilitações dos centros históricos e urbanos;
- Um bom nível de sustentabilidade está associado a uma redução das necessidades energéticas, consumo de água e produção de águas residuais;
- O uso de isolamento térmico na envolvente do edifício proporciona uma redução bastante alta nas necessidades de consumo do edifício, mas não necessariamente o cumprimento do RCCTE;
- Para o cumprimento do RCCTE é necessário uma criteriosa escolha das soluções construtivas e equipamentos. Analisando as tabelas 47 e 48, em cerca de 55% dos casos são necessários oito centímetros de isolamento térmico nos diferentes elementos da envolvente opaca e em 62% a constituição de um desvão sanitário;

Tabela 47 - Espessuras necessárias para o Cumprimento RCCTE

Cumprimento RCCTE													
Casos	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13
Espessura (cm)	8	8	4	8	10	8	6	8	5	9	6	8	8
Desvão Sanitário ?	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

**Tabela 48 - Percentagens da Espessura de Isolamento**

		Nº	%
Espessura	8cm	7,00	53,85
	menos 8	4	30,77
	mais 8	2	15,38
Desvão Sanitário		8	61,54

- Ao acréscimo do investimento inicial correspondente à passagem da reabilitação Básica para a reabilitação Energética e Sustentável, opõem-se o conforto acrescido e a forte redução dos custos de utilização;
- É sustentável reabilitar, seja pela reabilitação Energética ou pela Sustentável;
- É vantajoso investir na reabilitação Energética ou Sustentável, pois os períodos de retorno simples são relativamente baixos;
- É mais vantajoso reabilitar com critérios e preocupações de sustentabilidade.

A reabilitação de edifícios e a sustentabilidade encontram-se interligadas e marcarão o caminho a percorrer na dinamização do mercado da construção e conservação do ambiente construído.

Importa ainda referir que com a realização desta dissertação, espera-se que a reabilitação de um edifício antigo tenha o sucesso desejado, a partir das tabelas e conclusões mencionadas.

5.3. Perspetivas e Trabalhos Futuros

O propósito desta dissertação é que ela possa servir de lançamento para outros projetos que concorrem na definição de uma estratégia de reabilitação de edifícios antigos.



De seguida são apresentadas algumas propostas para a realização de novos projetos que considerem este tema como ponto de partida, e que possam dar continuidade a esta dissertação:

- Com a previsão de um RCCTE mais exigente, torna-se necessário realizar de novo a metodologia utilizada neste trabalho, e concluir até que ponto a implementação do novo regulamento pode influenciar os resultados.
- Estudo de novos equipamentos tecnológicos com melhores rendimentos, visando a redução do nível energético e sustentável.
- Estudo aprofundado de novas soluções construtivas que levem a um melhor nível energético e sustentável, como por exemplo um isolamento térmico mais eficiente, maior percentagem na reutilização de materiais, equipamentos que reduzam o consumo de água, maior percentagem do uso de materiais com baixo conteúdo de COV, entre outros.



6. BIBLIOGRAFIA

- Adene - SCE. (s.d.). *SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR NOS EDIFÍCIOS (SCE)*. Obtido em 20 de 11 de 2012, de Certificação Energética e Ar Interior - Edifícios: www.adene.pt
- Adene. (s.d.). *Requisitos Regulamentares*. Obtido em 13 de 5 de 2012, de Certificação Energética e Ar Interior - Edifícios: www.adene.pt
- APT. (s.d.). *COVs*. Obtido em 27 de 10 de 2012, de Associação Portuguesa de Tintas: www.ap tintas.pt
- Aqualung. (s.d.). *Instituto Ecológico*. Obtido em 2012, de Construção Sustentável. O desafio da eficiência ambiental, social e económica: <http://www.institutoaqualung.com.br>
- Carvalho, J. (2009). *Construções em tabiqu na região de Trás-os-Montes e Alto Douro*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.
- Casagrande, E., Lima, L., Silva, M., & Robaina, M. (2003). *Construções Sustentáveis: Considerações...*
- CC. (s.d.). *Quantas classes energéticas existem?* Obtido em 27 de 10 de 2012, de Casa Certificada: www.casacertificada.pt
- CE. (s.d.). *Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior*. Obtido em 13 de 10 de 2012, de Certificação Energética: www.certificacao-energetica.pt
- Civil Uminho. (2012). *Reabilitação Energética em Edifícios*. Obtido em 5 de 12 de 2012, de www.civil.uminho.pt
- Concerted Action. (s.d.). Obtido de Concerted Action - Energy Performance of Buildings: www.epbd-ca.eu



- Construironline. (s.d.). *Módulo 10 - Eficiência Energética*. Obtido em 23 de 11 de 2012, de Construironline - Biblioteca online de construção: <http://www.dashofer.pt>
- Dolceta. (1987). *O Relatório Brundtland (1987)*. Obtido de <http://www.dolceta.eu/>
- DOW. (s.d.). *Dow - Soluções para a Construção*. Obtido em 14 de 10 de 2012, de Gatewit Construlink: <http://www.construlink.com/>
- EDP. (s.d.). *Iniciativas nacionais*. Obtido de ecoedp: www.eco.edp.pt
- EE. (s.d.). *Eficiência Energética em Edifícios*. Obtido em 15 de 11 de 2012, de Eficiência Energética: www.eficiencia-energetica.com
- EHEEP. (s.d.). *Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Obtido em 27 de 11 de 2012, de Eficiência Hídrica em Edifícios e Espaços Públicos: <http://eficienciahidrica.wordpress.com/tag/pnuea/>
- FC. (s.d.). *Diários e exposição de obras, trabalhos e bricolagem*. Obtido em 12 de 1 de 2013, de Fórum da Casa: <http://forumdacasa.com/discussion/8171/3/recuperacao-opinem-e-podem-ate-descambar/>
- Fornari, A., & Zecchini, S. (2008). *Eficiência energética nos edifícios residenciais*. Lisboa.
- Graf. (s.d.). *Graf - Na vanguarda em qualidade e tecnologia*. Obtido em 2012, de Graf.
- Henriques, F. (2007). *Reabilitação Térmica de Edifícios*. Alambi.
- IF. (2010). *Estimativas de População Residente, Portugal, NUTS II, NUTS III e Municípios - 2010*. Obtido de O informador fiscal: <http://www.o-informador-fiscal.pt>
- INE. (2010). *Estatísticas da construção e habitação*. Obtido de Instituto Nacional de Estatística.
- INSAAR. (s.d.). *Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais*. Obtido em 2012, de Instituto da Água: <http://www.inag.pt>



- Khalfan, M. M. (2002). *Sustainable Development and Sustainable Construction*. Loughborough University.
- LNEC. (2001). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa.
- LNEC. (s.d.). *Departamento de Estruturas*. Obtido em 3 de 12 de 2012, de <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/welcome.html>
- Luísa, P. G. (2010). *Manual de Boas Práticas, Gestão Energética e de Água dos Edifícios dos Palácios de Justiça*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- Mateus, R. (2005). *Análise comparativa de soluções construtivas para Paredes exteriores*. Universidade do Minho, Braga: Dissertação Mestrado em Engenharia Civil.
- Media, A. (2007). *Desenvolvimento Sustentável*. Obtido de Ambiente Online: <http://www.ambienteonline.pt>
- MMA. (2012). *Ministério do Meio Ambiente*. Obtido de Construção Sustentável: <http://www.mma.gov.br/>
- Pina, C. (27 de 9 de 2010). *Eurocódigos Estruturas*. Obtido de <http://www.lnec.pt>
- Pinheiro, M. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente.
- PNUD. (s.d.). *Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento*. Obtido em 2012, de Objetivos de Desenvolvimento do Milénio.
- Portal da Água. (s.d.). *Uso Eficiente da Água*. Obtido em 2012, de Portal da Água: <http://portaldaagua.inag.pt/PT/INFOUTILIZADOR/USOEFICIENTE/Pages/default.aspx>
- RCCTE. (2006). *Decreto-Lei nº80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*.
- RGEU. (17 de 8 de 2007). *Decreto-Lei nº38:382 - Regulamento Geral das Edificações Urbanas*.



- RU. (2009). *Decreto-Lei nº307/2009 - Reabilitação Urbana*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Sage, A. (1998). *Risk Management for Sustainable Development IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. New York.
- SBtoolPT. (s.d.). *Perguntas e Respostas*. Obtido de SBtoolPT - ferramenta para a construção sustentável:
http://apemeta.site.escritadigital.pt/edicoes/imagens/@ficheiros/2219_Quest%C3%B5es%20SBTool%20PT.pdf
- SCE. (2006). *Decreto-Lei nº78/2006 - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios*. Ministério da Economia e da Inovação.
- Senado, A. (2005). Oito objetivos com 18 metas a serem cumpridas até 2015. *Jornal do Senado*.
- Silva, M. R., & Shimbo, I. (2002). *A dimensão política da sustentabilidade na formulação de políticas públicas de habitação*.
- SRU. (2004). *Decreto-Lei nº104/2004 - Sociedades de Reabilitação Urbana*.
- TopInformática. (s.d.). Obtido de <http://www.topinformatica.pt>

ANEXOS

Anexo 1

Caso 1

Tabela 49 - Caraterização Caso 1 (Reabilitação Básica)

	Caso 1 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua da Videira
	Número de Pisos	2 + Piso Recuado
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Parede de Fachada - Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	Estrutura:	Madeira
	Revestimento:	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	Estrutura:	-
	Revestimento:	Reboco
Laje de Piso 1	Estrutura:	Madeira
	Revestimento:	Soalho
Vão Envidraçado	Caixilharia:	Madeira
	Vidro:	Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 50 - Caracterização Caso 1 (Reabilitação Energética)

Caso 1 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Parede de fachada Norte - 1º Andar e Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 51 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 1

Espessura (lâ)		Caso 1																			
		0		3		4		5		6		8		9		10					
(cm)	Unidades de Ocupação	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2				
		Paredes Exteriores	Nic	280.44	417.5	120.1	270.19	110.35	261.13	103.89	255.88	99.05	251.73	92.77	246.42	90.38	244.16	88.49	242.42		
Ni	81.83		113.65	78.58	112.86	79.23	113.26	79.23	113.26	79.23	113.26	79.23	113.26	79.23	113.65	79.23	113.65				
Nvc	0.83		3.76	2.97	6.36	3.11	6.43	3.26	6.56	3.2	6.71	3.35	6.76	3.54	6.7	3.51	6.65				
Nv	16		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Nac	54.41		50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47				
Na	75.78		70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3				
Penu	Ntc	23.92	26.78	11.1	15.78	10.84	15.55	10.67	15.43	10.56	15.35	10.43	15.26	10.39	15.23	10.36	15.22				
	Nt	11.11	10.66	10.06	10.74	10.1	10.78	10.13	10.82	10.16	10.86	10.22	10.94	10.25	10.99	10.28	11.03				
	Nic	280.44	417.5	255.95	398.75	256.26	398.39	256.52	397.98	256.76	397.56	257.28	396.92	257.54	396.8	257.86	396.72				
	Ni	81.83	113.65	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26				
	Nvc	0.83	3.76	0.74	3.13	0.74	3.13	0.75	3.13	0.75	3.13	0.75	3.13	0.75	3.13	0.75	3.13				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Laje + Cobertura int	Nac	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47				
	Na	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3				
	Ntc	23.92	26.78	14.83	19.33	14.86	19.32	14.88	19.31	14.91	19.3	14.96	19.28	14.99	19.28	15.02	19.28				
	Nt	11.11	10.66	9.84	10.56	9.86	10.56	9.89	10.56	9.91	10.56	9.96	10.56	9.98	10.56	10.01	10.56				
	Nic	280.44	417.5	257.86	283.54	257.86	276.26	257.86	271.07	257.86	266.94	257.86	260.75	257.86	258.41	257.86	256.32				
	Ni	81.83	113.65	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.26	78.58	113.65				
Completo	Nvc	0.83	3.76	0.75	3.11	0.75	3.5	0.75	3.49	0.75	3.48	0.75	3.47	0.75	3.46	0.75	3.45				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
	Nac	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47	54.41	50.47				
	Na	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3	75.78	70.3				
	Ntc	23.92	26.78	15.02	15.99	15.02	15.79	15.02	15.63	15.02	15.51	15.02	15.34	15.02	15.27	15.02	15.21				
	Nt	11.11	10.66	10.01	10.57	10.01	10.57	10.01	10.57	10.01	10.57	10.01	10.57	10.01	10.57	10.01	10.57				



Caso 2

Tabela 53 - Caracterização Caso 2 (Reabilitação Básica)


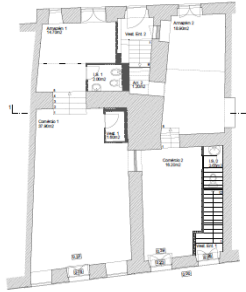
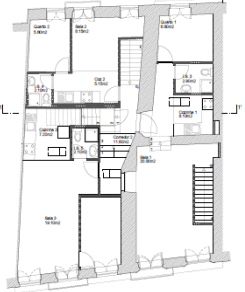
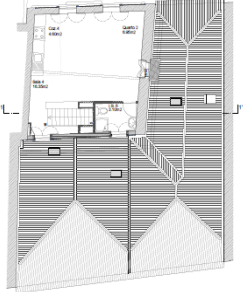
	Caso 2 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua de S. Pedro Viela do Sequeiro
	Número de Pisos	2 + Piso Recuado
	Número de Unidades de Ocupação	4
Plantas		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  Piso 0 </div> <div style="text-align: center;">  Piso 1 </div> <div style="text-align: center;">  Piso 2 </div> </div>		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Parede de Fachada - Piso Recuado (Norte e Sul)	Taipa de fasquio rebocadas	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u>	-
	<u>Revestimento:</u>	Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u>	Madeira
	<u>Vidro:</u>	Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 54 - Caracterização Caso 2 (Reabilitação Energética)

Caso 2 - Reabilitação Energética		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Parede de fachada - Piso Recuado (Norte e Sul)	Taipa de fasquio rebocadas 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Cobertura	Estrutura:	Madeira
	Revestimento:	Telha Cerâmica 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura:	Betão Armado
	Revestimento:	Soalho 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Vão Envidraçado	Caixilharia:	Madeira
	Vidro:	Duplo
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento	
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 56 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 2

Caso 2 - Reabilitação Básica												
Paredes Exteriores			Penu			Padj			Cob int	Pav int	Env. V.	Env. H
1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	1	
2,64	2,5	3,1	3,77	1,87	1,87	1,79	3,21	2,27	2,88	4,03	1,43	4,56
												-

Caso 2 - Reabilitação Energética												
Paredes Exteriores			Penu			Padj			Cob int	Pav int	Env. V.	Env. H
1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	1	
0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,19	0,37	0,36	0,38	0,39	0,33	2,4
												-

Caso 2 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)	Classe Energética		
Básica	UO 4	349,09	90,3	2,31	16	81,49	63,06	17,15	9,47	1,81		
	UO 5	363,51	103,32	0,23	16	140,92	109,05	22,66	15,8	1,43		
	UO 3	364,66	95,51	0,45	16	79,18	61,27	17,39	9,28	1,87		
	UO 6	455,76	113,26	2,34	16	82,43	63,79	20,33	9,77	2,08		
Energética	UO 4	80,04	90,95	3,6	16	51,34	64,36	5,24	9,65	0,54		
	UO 5	93,22	102,02	2,11	16	67,93	110,11	6,78	15,93	0,43		
	UO 3	86,49	96,16	2,09	16	38,58	62,54	4,19	9,45	0,44		
	UO 6	92,18	113,65	2,25	16	40,57	65,75	4,42	10,04	0,44		
Sustentável	UO 4	78,94	90,95	5,89	16	16,9	64,36	1,51	9,65	0,16		
	UO 5	91,12	102,02	2,11	16	28,92	110,11	2,51	15,93	0,16		
	UO 3	83,9	96,16	4,32	16	16,42	62,54	1,45	9,45	0,15		
	UO 6	90,1	113,65	2,25	16	17,27	65,75	1,51	10,04	0,15		

Caso 3

Tabela 57 - Caracterização Caso 3 (Reabilitação Básica)

	Caso 3 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua de Viana Viela da Cova da Onça
	Número de Pisos	2
	Número de Unidades de Ocupação	1
Plantas		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Piso 0</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Piso 1</p> </div> </div>		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Parede Exterior - Sagão	Tijolo Furado rebocado	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u> -	<u>Revestimento:</u> Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u> Madeira	<u>Vidro:</u> Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 58 - Caracterização Caso 3 (Reabilitação Energética)

Caso 3 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Parede Exterior - Sagão	Tijolo Furado Rebocado 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 59 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 3

Caso 3									
Espessura (lã)	(cm)	0	3	4	5	6	8	9	10
Fracção Autónoma		U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02
Paredes Exteriores	Nic	331,24	262,28	257,04	253,39	250,6	246,95	245,66	244,49
	Ni	107,45	107,45	107,45	107,45	107,45	107,45	107,45	107,45
	Nvc	2,12	4,4	4,33	4,26	4,39	4,33	4,31	4,46
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	66,07	63,09	63,26	63,43	63,61	63,96	64,15	64,32
	Na	51,13	48,82	48,96	49,08	49,22	49,49	49,64	49,77
	Ntc	15,31	13,07	12,94	12,84	12,78	12,7	12,68	12,66
	Nt	8,01	7,7	7,72	7,74	7,76	7,79	7,81	7,83
Paredes Interiores (ENU)	Nic	331,24	319,51	319,25	319,12	Mudanças pouco significativas			
	Ni	107,45	107,02	107,02	107,02				
	Nvc	2,12	2,54	2,54	2,54				
	Nv	16	16	16	16				
	Nac	66,07	62,45	62,48	62,51				
	Na	51,13	48,33	48,35	48,37				
	Ntc	15,31	14,66	15,66	14,65				
	Nt	8,01	7,63	7,63	7,64				
Laje + Cobertura	Nic	331,24	184,15	174,28	167,24	161,94	154,46	151,87	149,41
	Ni	107,45	107,45	107,45	107,88	107,88	108,31	108,31	108,31
	Nvc	2,12	2,53	2,53	2,53	2,52	2,52	2,73	2,72
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	66,07	62,35	62,354	62,35	62,35	62,35	62,35	62,35
	Na	51,13	48,25	48,25	48,25	48,25	48,25	48,25	48,25
	Ntc	15,31	10,73	10,44	10,24	10,08	9,87	9,79	9,72
	Nt	8,01	7,62	7,62	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
Completo	Nic	331,24	144,77	132,52	124,09	117,52	109,14	106,32	103,92
	Ni	107,45	107,88	108,31	108,31	108,31	108,31	108,74	109,16
	Nvc	2,12	4,13	4,05	4,16	4,12	4,23	4,21	4,2
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	66,07	67,09	67,33	67,58	67,82	68,33	68,58	68,83
	Na	51,13	51,91	52,1	52,3	52,48	52,87	53,07	53,26
	Ntc	15,31	10,01	9,67	9,45	9,28	9,08	9,02	8,97
	Nt	8,01	8,12	8,15	8,18	8,2	8,26	8,29	8,32



Tabela 60 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 3

Caso 3 - Reabilitação Básica													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	1	2	1	1	1	1				
2,29	2,5	2,17	1,81	2,2	2,34	4,03	1,28	4,56					-

Caso 3 - Reabilitação Energética													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	1	2	1	1	1					
0,33	0,33	0,32	0,17	0,33	0,33	0,35	0,29	2,4					-

Caso 3 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m ² .ano)	Ni (kW.h/m ² .ano)	Nvc (kW.h/m ² .ano)	Nv (kW.h/m ² .ano)	Nac (kW.h/m ² .ano)	Na (kW.h/m ² .ano)	Ntc (kW.h/m ² .ano)	Nt (kW.h/m ² .ano)	Classe Energética		
Básica	U02	331,24	107,45	2,12	16	66,07	51,13	15,31	8,01	1,91 D		
Energética	U02	105,54	108,31	3	16	26,71	52,1	3,37	8,15	0,41 A		
Sustentável	U02	96,89	108,31	5,11	16	8,25	52,1	0,76	8,15	0,09 A+		

Caso 4

Tabela 61 - Caracterização Caso 4 (Reabilitação Básica)

	Caso 4 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XIX
	Localização	Rua de Stº António
	Número de Pisos	3 + Piso Recuado
	Número de Unidades de Ocupação	4
Plantas		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Parede de Fachada - Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u> -	<u>Revestimento:</u> Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u> Madeira	<u>Vidro:</u> Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 62 - Caracterização Caso 4 (Reabilitação Energética)

Caso 4 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Parede de fachada - Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 63 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 4

		Caso 4																						
		0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
		0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	
Espessura (l)		0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	
Unidades de Contagem		0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	
Paredes Exteriores	Nac	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	
	Na	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	
	Nic	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	
	Nvc	22,03	190,42	422,86	385,01	216,06	198,96	403,51	368,38	181,59	402,83	367,57	215,57	181,23	402,59	367,08	215,48	180,95	402,39	366,75	215,36	180,65	402,34	366,28
	Nv	2,08	2,05	0,37	0,31	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,69	
	Ni	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	
Paredes Interiores (ENU)	Nac	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	
	Na	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	
	Nic	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	
	Nvc	22,03	190,42	422,86	385,01	216,06	198,96	403,51	368,38	181,59	402,83	367,57	215,57	181,23	402,59	367,08	215,48	180,95	402,39	366,75	215,36	180,65	402,34	366,28
	Nv	2,08	2,05	0,37	0,31	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,69	
	Ni	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	
Laje + Cobertura Int	Nac	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	
	Na	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	
	Nic	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	
	Nvc	22,03	190,42	422,86	385,01	216,06	198,96	403,51	368,38	181,59	402,83	367,57	215,57	181,23	402,59	367,08	215,48	180,95	402,39	366,75	215,36	180,65	402,34	366,28
	Nv	2,08	2,05	0,37	0,31	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,69	
	Ni	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	112,86	98,77	82,49	78,58	
Completo	Nac	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	47,96	115,91	130,23	162,75	
	Na	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	37,11	89,69	100,78	125,94	
	Nic	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	19,54	16,39	21,14	15,23	17,51	12,31	17,69	
	Nvc	22,03	190,42	422,86	385,01	216,06	198,96	403,51	368,38	181,59	402,83	367,57	215,57	181,23	402,59	367,08	215,48	180,95	402,39	366,75	215,36	180,65	402,34	366,28
	Nv	2,08	2,05	0,37	0,31	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,36	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,71	0,37	0,29	1,69	1,69	
	Ni	14,49	17,85	6,17	13,14	44,77	18,17	6,26	13,37	44,85	18,27	6,28	13,43	44,91	18,36	6,31	13,5	44,99	18,44	6,34	13,56	45,15	18,63	6,4



Tabela 64 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 4

Caso 4 - Reabilitação Básica																							
		Paredes Exteriores								Penu			Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H		
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
2,54	2,56	3,53	2,52	2,85	2,71	4,57	2,09	1,25	1,45	2,14	2,8	2,43	4,03	0,86	4,56	-	-	-	-	-	-	-	-

Caso 4 - Reabilitação Energética																							
		Paredes Exteriores								Penu			Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H		
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
0,37	0,37	0,38	0,37	0,37	0,37	0,39	0,36	0,19	0,19	0,2	0,37	0,36	0,3	0,3	0,3	2,4	-	-	-	-	-	-	-

Caso 4 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)	Classe Energética		
Básica	UO 1	223,03	82,49	2,08	16	130,23	100,78	17,69	14,49	1,22	C	
	UO 2	190,42	78,58	2,05	16	162,75	125,94	19,54	17,85	1,09	C	
	UO 4	422,86	112,86	0,37	16	47,96	37,11	16,39	6,17	2,66	F	
	UO 3	385,01	98,77	0,31	16	115,91	89,69	21,14	13,14	1,61	D	
Energética	UO 1	55,63	83,79	4,55	16	62,21	105,54	5,94	15,15	0,39	A	
	UO 2	49,34	79,23	4,19	16	67,46	131,59	6,33	18,62	0,34	A	
	UO 4	107,81	114,04	2,66	16	10,54	38,75	2	6,4	0,31	A	
	UO 3	83,21	100,07	2,43	16	55,19	93,63	5,59	13,68	0,41	A	
Sustentável	UO 1	55,63	83,79	4,55	16	24,82	105,54	2,18	15,15	0,14	A+	
	UO 2	72,74	79,23	5,69	16	20,83	131,59	1,85	18,62	0,10	A+	
	UO 4	90,23	114,04	5,28	16	0	38,75	0,05	6,4	0,01	A+	
	UO 3	83,21	100,07	2,43	16	22,02	93,63	1,92	13,68	0,14	A+	



Caso 5

Tabela 65 - Caracterização Caso 5 (Reabilitação Básica)

	Caso 5 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua do Poço
	Número de Pisos	3
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u>	-
	<u>Revestimento:</u>	Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u>	Madeira
	<u>Vidro:</u>	Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 66 - Caracterização Caso 5 (Reabilitação Energética)

Caso 5 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 10 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 10 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 10 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 10 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 10 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 67 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 5

Espessura (lã) Fração autônoma		Caso 5																			
		0		3		4		5		6		8		9		10					
(cm)		UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2	UO.1	UO.2				
Paredes Exteriores		Nic	233,69	356,89	137,66	208,08	130,7	198,36	125,53	191,93	121,99	186,9	117,03	180,73	115,8	178,47	114,21	176,2			
		Ni	77,93	93,56	77,93	93,56	78,58	93,56	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	94,21		
		Nvc	4,26	0,97	7,59	3,78	7,8	3,65	8,05	3,82	7,98	3,73	8,21	3,9	8,19	3,86	8,17	4,07	16		
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
		Nac	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41		
		Na	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77		
Paredes Interiores (ENU)		Ntc	13,91	17,41	11,25	13,22	11,07	12,96	10,95	12,8	10,87	12,67	10,77	12,54	10,77	12,49	10,74	12,46			
		Nt	9,45	9,55	9,57	9,67	9,61	9,69	9,64	9,73	9,66	9,76	9,72	9,81	9,75	9,84	9,78	9,87			
		Nic	233,69	356,89	220,78	353,49	220,33	352,62	220,01	352											
		Ni	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	93,56	93,56		
		Nvc	4,26	0,97	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38	0,94	3,38		
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
Leje		Nac	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02			
		Na	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47			
		Ntc	13,91	17,41	13,52	17,33	13,51	17,31	13,51	17,3											
		Nt	9,45	9,55	9,46	9,57	9,46	9,58	9,47	9,59											
		Nic	233,69	356,89	222,99	302,3	222,17	298,11	221,39	295,02	220,64	292,5	219,14	288,5	218,41	286,85	217,62	285,39			
		Ni	77,93	93,56	77,93	93,56	77,93	94,21	77,93	94,21	77,93	94,21	77,93	94,21	77,93	94,21	77,93	94,21	94,21		
Completo		Nvc	4,26	0,97	3,36	0,93	3,36	0,93	3,35	0,93	3,35	0,92	3,34	0,92	3,34	0,82	3,33	0,92			
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16			
		Nac	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02			
		Na	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47			
		Ntc	13,91	17,41	13,58	15,82	13,55	15,7	13,53	15,61	13,51	15,54	13,47	15,42	13,45	15,37	13,42	15,33			
		Nt	9,45	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55	9,44	9,55			
Completo		Nic	233,69	356,89	132,12	141,99	124,46	130,69	118,79	120,83	115,09	113,46	109,31	103,98	107,66	100,59	105,76	97,7			
		Ni	77,93	93,56	77,93	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,21	78,58	94,86			
		Nvc	4,26	0,97	7,92	3,73	7,78	3,65	8,04	3,82	7,97	4	8,2	4,15	8,51	4,11	8,49	4,07			
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16			
		Nac	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02	82,41	82,02			
		Na	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47	63,77	63,47			
Completo		Ntc	13,91	17,41	11,09	11,33	10,9	11,02	10,77	10,68	10,58	10,58	10,36	10,56	10,29	10,53	10,24				
		Nt	9,45	9,55	9,57	9,71	9,61	9,73	9,65	9,77	9,68	9,8	9,75	9,87	9,79	9,9	9,82	9,94			



Caso 6

Tabela 69 - Caracterização Caso 6 (Reabilitação Básica)

	Caso 6 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua do Monsenhor Daniel Machado
	Número de Pisos	2
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Parede de fachada - Terraço (Sul)	Tijolo Furado rebocado	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u>	-
	<u>Revestimento:</u>	Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u>	Madeira
	<u>Vidro:</u>	Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 70 - Caracterização Caso 6 (Reabilitação Energética)

Caso 6 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Parede de fachada - Terraço (Sul)	Tijolo Furado Rebocado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 71 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 6

Espessura (lã)		Caso 6																			
		0		3		4		5		6		8		9		10					
	(cm)	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2				
Fracção autónoma	Nic	129,11	249,45	90,58	191,9	86,72	186,81	84,46	183,46	82,4	180,98	79,62	177,2	78,7	176,2	77,92	175,1				
	Ni	74,02	79,88	74,02	79,88	74,88	79,88	79,88	79,88	74,02	79,88	74,02	80,53	74,02	80,53	74,02	80,53				
	Nvc	1,71	1,73	4,43	3,3	3,25	3,25	3,39	3,39	4,55	3,37	4,52	3,31	4,5	3,3	4,48	3,29				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
	Nac	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09				
Paredes Exteriores	Na	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59				
	Ntc	9,48	12,76	8,42	11,14	11,01	11,01	10,93	10,93	8,22	10,87	8,17	10,79	8,16	10,77	8,15	10,76				
	Nt	7,76	7,56	7,8	7,6	7,61	7,61	7,63	7,63	7,85	7,65	7,88	7,69	7,89	7,71	7,91	7,73				
	Nic	129,11	249,45	125,08	249,43	124,44	249,41	123,98	249,41	126,48	153,22	125,53	149,12	125,03	147,59	124,54	146,35				
	Ni	74,02	79,88	74,02	79,88	74,02	79,88	74,02	79,88	74,02	80,53	72,02	80,53	74,02	80,53	74,02	80,53				
Paredes Interiores (ENU)	Nvc	1,71	1,73	3,67	1,73	3,67	1,73	3,67	1,73	3,9	1,72	3,89	1,72	3,89	1,72	3,88	1,72				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16					
	Nac	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09				
	Na	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59				
	Ntc	9,48	12,76	9,38	12,76	9,36	12,76	9,36	12,76	8,16	12,76	8,16	12,76	8,16	12,76	8,15	12,76				
Laje	Nt	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56	7,76	7,56				
	Nic	129,11	249,45	127,93	164,96	127,43	159,71	126,98	156,06	126,48	153,22	125,53	149,12	125,03	147,59	124,54	146,35				
	Ni	74,02	79,88	74,02	80,53	74,02	80,53	74,02	80,53	74,02	80,53	72,02	80,53	74,02	80,53	74,02	80,53				
	Nvc	1,71	1,73	3,66	1,73	3,66	1,73	3,9	1,73	3,9	1,72	3,89	1,72	3,89	1,72	3,88	1,72				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Completo	Nac	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09	66,5	64,09				
	Na	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59	51,46	49,59				
	Ntc	9,48	12,76	8,27	8,74	8,16	8,46	8,09	8,29	8,03	8,16	7,97	7,99	7,96	7,93	7,94	7,88				
	Nt	7,76	7,56	7,79	7,6	7,81	7,62	7,83	7,64	7,85	7,66	7,89	7,69	7,91	7,71	7,93	7,73				
	Nic	129,11	249,45	85,74	108,97	81,19	99,17	78,12	92,68	75,73	87,59	72,22	80,5	71,27	77,97	70,19	75,92				

Mudanças pouco significativas



Tabela 72 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 6

Caso 6 - Reabilitação Básica													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	2	1	2	1	1	1				
2,61	1,02	2,5	1,87	0,93	1,89	2,4	4,03	0,36	4,56				-

Caso 6 - Reabilitação Energética													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	2	1	2	1	1	1				
0,37	0,3	0,37	0,35	0,17	0,35	0,36	0,35	0,36	2,4				-

Caso 6 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic	Ni	Nvc	Nv	Nac	Na	Ntc	Nt	Classe Energética		
		(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)			
Básica	UO 1	129,11	74,02	1,71	16	66,5	51,46	9,48	7,76	1,22		
	UO 2	249,45	79,88	1,73	16	64,09	49,59	12,76	7,56	1,69		
Energética	UO1	58,8	74,02	4,49	16	28,12	52,41	3,04	7,89	0,39		
	UO2	79,14	80,53	3,48	16	27,19	50,68	3,15	7,71	0,41		
Sustentável	UO1	44,02	74,02	7,91	16	9,55	52,41	0,9	7,89	0,11		
	UO2	59,82	80,53	6,08	16	9,24	50,68	0,85	7,71	0,11		

Caso 7

Tabela 73 - Caracterização Caso 7 (Reabilitação Básica)

	Caso 7 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XIX
	Localização	Rua do Tourinho
	Número de Pisos	3 + Recuado
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes de fachada - Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u> -	<u>Revestimento:</u> Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u> Madeira	<u>Revestimento:</u> Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u> Madeira	<u>Vidro:</u> Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 74 - Caracterização Caso 7 (Reabilitação Energética)

Caso 7 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes de fachada - Piso Recuado	Taipa de fasquio rebocadas 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 75 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 7

Espessura (lã) Fracção autónoma		0		3		4		5		6		8		9		10			
		UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2		
Paredes Exteriores		Nic	157,21	235,88	70,73	151,65	65,12	144,62	61,17	139,75	58,39	136,26	54,5	131,5	53,02	129,68	52,1	128,39	
		Ni	74,02	87,04	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	
		Nvc	1,59	2,37	3,54	2,74	3,51	2,88	3,5	3,01	3,49	3,49	2,97	3,65	2,92	3,45	2,9	3,45	3,07
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		Nac	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08
		Na	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51
Paredes Interiores (ENU)		Ntc	11,63	12,64	9,23	10,17	9,09	9,98	9	9,87	8,94	9,79	8,88	9,69	8,85	9,66	8,85	9,65	
		Nt	9,38	7,95	9,49	7,91	9,52	7,93	9,55	7,96	9,58	7,99	9,63	8,04	9,66	8,07	9,69	8,1	
		Nic	157,21	235,88	142,47	234,24	142,47	234,07	142,47	233,94									
		Ni	74,02	87,04	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	
		Nvc	1,59	2,37	1,72	2,69	1,72	2,69	1,72	2,69									
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Laje		Nac	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	
		Na	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	
		Ntc	11,63	12,64	11,21	12,47	11,21	12,46	11,21	12,46									
		Nt	9,38	7,95	9,38	7,79	9,38	7,79	9,38	9,38									
		Nic	157,21	235,88	140,21	182,43	139,65	178,74	139,08	176,07	138,51	173,84	137,37	170,44	136,79	169,04	136,22	167,84	
		Ni	74,02	87,04	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	87,7	
Completo		Nvc	1,59	2,37	1,71	0,97	1,71	0,97	1,71	0,97	1,71	0,97	1,9	0,96	1,9	0,96	1,9	0,96	
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		Nac	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	
		Na	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	
		Ntc	11,63	12,64	11,14	10,95	11,13	10,84	11,11	10,77	11,09	10,7	11,06	10,6	11,04	10,56	11,03	10,53	
		Nt	9,38	7,95	9,38	7,8	9,38	7,8	9,38	7,8	9,38	7,8	9,38	7,8	9,38	7,8	9,38	7,8	
Mudanças pouco significativas		Nic	157,21	235,88	69,74	100,38	63,98	90,25	59,88	83,35	56,83	77,78	52,77	70,51	51,31	68,52	49,93	65,76	
		Ni	74,02	87,04	74,02	87,7	74,02	87,7	74,02	88,35	74,02	88,35	74,02	88,35	74,02	88,35	74,02	88,35	
		Nvc	1,59	2,37	3,53	2,93	3,51	3,06	3,67	3	3,66	2,96	3,65	3,09	3,63	3,1	3,62	3,24	
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		Nac	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08	67,22	82,08
		Na	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51	52,02	63,51



Tabela 76 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 7

Caso 7 - Reabilitação Básica														
Paredes Exteriores		Penu		Padj			Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	4	1	1	2	3	1	1	1				
2,35	2,5	2,66	0,97	1,58	2,73	2,5	2,37	4,03	0,53	4,56				-

Caso 7 - Reabilitação Energética														
Paredes Exteriores		Penu		Padj			Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	4	1	1	2	3	1	1	2,4				
0,46	0,46	0,47	0,36	0,48	0,47	0,46	0,46	0,51	0,53	2,4				-

Caso 7 - Desempenho Energético													
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m ² .ano)	Ni (kW.h/m ² .ano)	Nvc (kW.h/m ² .ano)	Nv (kW.h/m ² .ano)	Nac (kW.h/m ² .ano)	Na (kW.h/m ² .ano)	Ntc (kW.h/m ² .ano)	Nt (kW.h/m ² .ano)	Classe Energética			
Básica	UO 1	157,21	74,02	1,59	16	82,08	63,51	11,63	9,38	1,24			
	UO 2	235,88	87,04	2,37	16	67,22	52,02	12,64	7,95	1,59			
Energética	UO 1	58,39	74,02	3,49	16	39,96	64,94	4,05	9,58	0,42			
	UO 2	79,63	87,7	2,96	16	29,53	52,25	3,36	7,99	0,42			
Sustentável	UO 1	61,52	74,02	5,47	16	16,94	64,94	1,51	9,58	0,16			
	UO 2	63,76	87,7	5,61	16	11,02	52,25	1	7,99	0,13			

Caso 8

Tabela 77 - Caracterização Caso 8 (Reabilitação Básica)

		Caso 8 - Reabilitação Básica	
		Registo de construção	Séc. XIX
		Localização	Rua da Vedoria
		Número de Pisos	2
		Número de Unidades de Ocupação	1
Plantas			
			
Piso 0		Piso 1	
Caraterização			
Componente		Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada		
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada		
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas		
Cobertura	<u>Estrutura:</u>	Madeira	
	<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica	
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u>	-	
	<u>Revestimento:</u>	Reboco	
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u>	Madeira	
	<u>Revestimento:</u>	Soalho	
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u>	Madeira	
	<u>Vidro:</u>	Simples	
Climatização			
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica		
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)		
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural		
Sistema de ventilação	Ventilação Natural		



Tabela 78 - Caracterização Caso 8 (Reabilitação Energética)

Caso 8 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 79 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 8

Caso 8									
Espessura (lã)	(cm)	0	3	4	5	6	8	9	10
Fracção autónoma		UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1
Paredes Exteriores	Nic	252,73	154,55	147,26	146,16	142,58	137,61	135,7	134,29
	Ni	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44	85,09	85,09	85,09
	Nvc	2,98	5,13	5,21	4,9	4,84	4,96	4,91	4,86
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68
	Na	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14
	Ntc	13,26	10,52	10,33	10,32	10,23	10,13	10,09	10,07
	Nt	8,08	8,18	8,21	8,23	8,25	8,31	8,33	8,36
Paredes Interiores (ENU)	Nic	252,73	243,85	243,63	243,49	Mudanças pouco significativas			
	Ni	84,44	84,44	84,44	84,44				
	Nvc	2,98	2,88	2,88	2,88				
	Nv	16	16	16	16				
	Nac	68,68	68,68	68,68	68,68				
	Na	53,14	53,14	53,14	53,14				
	Ntc	13,26	13	13	12,99				
	Nt	8,08	8,07	8,08	8,08				
Laje	Nic	252,73	201,72	198,59	196,24	194,29	191,21	189,93	188,79
	Ni	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44
	Nvc	2,98	2,87	2,86	2,86	2,85	2,85	2,83	2,83
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68
	Na	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14
	Ntc	13,26	11,78	11,69	11,63	11,63	11,48	11,44	11,41
	Nt	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08
Completo	Nic	252,73	109,65	99,81	93,2	91,9	84,83	82,03	80,28
	Ni	84,44	84,44	84,44	84,44	84,44	85,09	85,09	85,09
	Nvc	2,98	5,12	5,2	5,29	5,03	4,94	5,09	5,04
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68	68,68
	Na	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14	53,14
	Ntc	13,26	9,22	8,95	8,78	8,76	8,6	8,54	8,52
	Nt	8,08	8,18	8,2	8,23	8,25	8,31	8,34	8,37



Tabela 80 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 8

Caso 8 - Reabilitação Básica													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	1	2	1	2	1	1	1	1				
2,68	2,73	2,02	2,02	2	2,54	4,03				4,56			-

Caso 8 - Reabilitação Energética													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	1	2	1	2	1	1	1	1				
0,37	0,37	0,36	0,36	0,35	0,37	0,39				2,4			-

Caso 9

Caso 8 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m ² .ano)	Ni (kW.h/m ² .ano)	Nvc (kW.h/m ² .ano)	Nv (kW.h/m ² .ano)	Nac (kW.h/m ² .ano)	Na (kW.h/m ² .ano)	Ntc (kW.h/m ² .ano)	Nt (kW.h/m ² .ano)	Classe Energética		
Básica	UO 1	252,73	84,44	2,98	16	68,68	53,14	13,26	8,08	1,64	D	
Energética	UO 1	84,86	85,09	4,94	16	28,16	54,93	3,31	8,33	0,40	A	
Sustentável	UO 1	68,42	85,09	8,04	16	8,7	54,93	0,83	8,33	0,10	A+	

Tabela 81 - Caracterização Caso 9 (Reabilitação Básica)

		Caso 9 - Reabilitação Básica	
		Registo de construção	Séc. XVII
		Localização	Rua do Tourinho
		Número de Pisos	2
		Número de Unidades de Ocupação	1
Plantas			
Piso 0		Piso 1	
Caraterização			
Componente		Material	
Paredes de fachada		Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Adjacentes		Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias		Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura		<u>Estrutura:</u>	Madeira
		<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo		<u>Estrutura:</u>	-
		<u>Revestimento:</u>	Reboco
Laje de Piso 1		<u>Estrutura:</u>	Madeira
		<u>Revestimento:</u>	Soalho
Vão Envidraçado		<u>Caixilharia:</u>	Madeira
		<u>Vidro:</u>	Simplex
Climatização			
Sistema de Aquecimento		Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento		Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias		Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação		Ventilação Natural	



Tabela 82 - Caracterização Caso 9 (Reabilitação Energética)

Caso 9 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 5 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 5 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 5 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 5 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 5 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 83 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 9

Caso 9									
Espessura (lã)	(cm)	0	3	4	5	6	8	9	10
Fracção autónoma		UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1
Paredes Exteriores	Nic	255,52	138,91	130,9	125,36	121,18	115,85	114,25	112,64
	Ni	81,83	81,83	81,83	82,49	82,49	82,49	82,49	82,49
	Nvc	1,02	2,77	2,92	3,2	3,19	3,36	3,36	3,35
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03
	Na	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03
	Ntc	11,98	8,69	8,47	8,33	8,23	8,11	8,09	8,06
	Nt	6,42	6,51	6,53	6,56	6,58	6,62	6,65	6,67
Laje	Nic	255,52	205,98	203,13	201,08	199,62	197,35	196,41	195,72
	Ni	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83
	Nvc	1,02	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03
	Na	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03
	Ntc	11,98	10,55	10,46	10,4	10,36	10,3	10,27	10,25
	Nt	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
Cobertura	Nic	255,52	95,24	85,02	77,87	72,44	65,43	63,28	61,15
	Ni	81,83	82,49	82,49	82,49	82,49	82,49	82,49	83,14
	Nvc	1,02	3,24	3,21	3,2	3,37	3,36	3,53	3,53
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03	53,03
	Na	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03	41,03
	Ntc	11,98	7,43	7,15	6,96	6,82	6,65	6,61	6,56
	Nt	6,42	6,51	6,53	6,56	6,58	6,62	6,65	6,67



Tabela 84 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 9

Caso 9 - Reabilitação Básica					
Paredes Exteriores		Padj	Cob int	Env. V.	Env. H
1	2	1	1		
2,88	3,41	2,85	4,03		4,56

Caso 9 - Reabilitação Energética					
Paredes Exteriores		Padj	Cob int	Env. V.	Env. H
1	2	1	1		
0,55	0,56	0,55	0,6	2,4	-

Caso 9 - Desempenho Energético										
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m2.ano)	Ni (kW.h/m2.ano)	Nvc (kW.h/m2.ano)	Nv (kW.h/m2.ano)	Nac (kW.h/m2.ano)	Na (kW.h/m2.ano)	Ntc (kW.h/m2.ano)	Nt (kW.h/m2.ano)	Classe Energética
Básica	UO 1	255,52	81,83	1,02	16	53,03	41,03	11,98	6,42	1,87 D
Energética	UO 1	78,05	82,49	2,9	16	24,21	42	2,88	6,56	0,44 A
Sustentável	UO 1	66,44	82,49	5,72	16	9,33	42	0,86	6,56	0,13 A+



Caso 10

Tabela 85 - Caracterização Caso 10 (Reabilitação Básica)


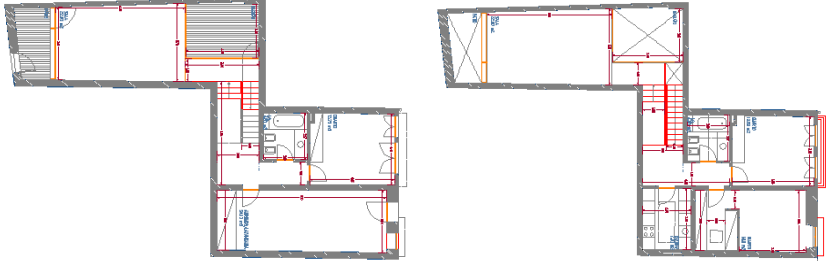
	Caso 10 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVIII
	Localização	Rua do Tourinho
	Número de Pisos	2
	Número de Unidades de Ocupação	1
Plantas		
		
Piso 0 Piso 1		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Tijolo Furado rebocado	
Cobertura	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	Madeira Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	- Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	Madeira Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u> <u>Vidro:</u>	Madeira Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 86 - Caracterização Caso 10 (Reabilitação Energética)

Caso 10 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 9 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 9 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado Tijolo Furado rebocado 9 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 9 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 9 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 87 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 10

Caso 10									
Espessura (lã)	(cm)	0	3	4	5	6	8	9	10
Fracção autónoma		UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1	UO 1
Paredes Exteriores	Nic	260,6	161,94	155,53	151,07	147,79	143,4	141,69	140,4
	Ni	79,88	79,88	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53	80,53
	Nvc	0,81	3,03	3,25	3,24	3,24	3,22	3,22	3,22
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25
	Na	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
	Ntc	10,85	8,09	7,92	7,8	7,72	7,62	7,58	7,55
	Nt	4,86	4,95	4,97	4,99	5	5,03	5,05	5,06
Paredes Interiores (ENU)	Nic	260,6	240,6	240,56	240,52	Mudanças pouco significativas			
	Ni	79,88	79,23	79,23	79,23				
	Nvc	0,81	1	1	1				
	Nv	16	16	16	16				
	Nac	38,25	38,25	38,25	38,25				
	Na	29,6	29,6	29,6	29,6				
	Ntc	10,85	10,3	10,3	10,3				
	Nt	4,86	4,89	4,89	4,89				
Laje	Nic	260,6	198,26	195,27	193,03	191,19	188,27	187,06	185,98
	Ni	79,88	79,88	79,88	79,88	79,88	79,88	79,88	79,88
	Nvc	0,81	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25
	Na	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
	Ntc	10,85	9,07	8,99	8,92	8,87	8,78	8,75	8,72
	Nt	4,86	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89
Completo	Nic	260,6	117,65	108,76	102,6	97,99	92,08	89,14	87,88
	Ni	79,88	79,88	79,88	79,88	80,53	80,53	80,53	80,53
	Nvc	0,81	3,26	3,25	3,46	3,46	3,44	3,45	3,44
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16
	Nac	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25	38,25
	Na	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
	Ntc	10,85	6,81	6,56	6,4	6,28	6,13	6,06	6,03
	Nt	4,86	4,95	4,96	4,98	5	5,03	5,04	5,06



Tabela 88 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 10

Caso 10 - Reabilitação Básica										
Paredes Exteriores		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H
1	2	3	1	2	1	1	1			
2,6	1,3	4,14	3,02	2,72	4,03			4,56		-

Caso 10 - Reabilitação Energética										
Paredes Exteriores		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H
1	2	3	1	2	1	1	1			
0,36	0,38	0,36	0,37	0,37	0,35			2,4		-

Caso 10 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic (kW.h/m ² .ano)	Ni (kW.h/m ² .ano)	Nvc (kW.h/m ² .ano)	Nv (kW.h/m ² .ano)	Nac (kW.h/m ² .ano)	Na (kW.h/m ² .ano)	Ntc (kW.h/m ² .ano)	Nt (kW.h/m ² .ano)	Classe Energética		
Básica	UO 1	260,6	79,88	0,81	16	38,25	29,6	10,85	4,86	2,23	E	
Energética	UO 1	80,33	80,53	3,87	16	16,49	30,82	2,25	5,03	0,45	A	
Sustentável	UO 1	60,6	80,53	6,52	16	5,57	30,82	0,54	5,03	0,11	A+	



Caso 12

Tabela 89 - Caracterização Caso 12 (Reabilitação Básica)

	Caso 12 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua de Viana Viela da Cova da Onça
	Número de Pisos	2
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
		
<p style="text-align: center;">Piso 0 Piso 1</p>		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u>	-
	<u>Revestimento:</u>	Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u>	Madeira
	<u>Revestimento:</u>	Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u>	Madeira
	<u>Vidro:</u>	Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 90 - Caracterização Caso 12 (Reabilitação Energética)

Caso 12 - Reabilitação Energética	
Caraterização	
Componente	Material
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Cobertura	Estrutura: Madeira
	Revestimento: Telha Cerâmica 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: Soalho 8 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura: Betão Armado
	Revestimento: 4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia: Madeira
	Vidro: Duplo
Climatização	
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares
Sistema de ventilação	Ventilação Natural



Tabela 91 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 12

Espessura (lã) Fracção autónoma		0		3		4		5		6		8		9		10			
		UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2	UO1	UO2		
Paredes Exteriores		Nic	422,17	289,85	291,06	184,24	282,68	177,33	276,87	172,19	272,91	169,05	267,3	164,44	265,54	162,9	263,89	161,85	
		Ni	98,77	82,49	99,42	83,14	99,42	83,14	100,07	83,14	100,07	83,14	100,07	83,14	100,07	83,14	100,07	83,14	83,14
		Nvc	2,89	4,43	2,99	4,03	2,94	3,96	2,9	4,14	3,1	4,1	3,07	4,05	3,38	4,72	3,37	4,69	4,69
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		Nac	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	72,08
		Na	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6
Paredes Interiores (ENU)		Ntc	18,45	14,65	14,71	11,62	14,48	11,43	14,33	11,29	14,24	11,21	14,11	11,11	14,08	11,09	14,05	11,09	
		Nt	8,54	8,42	8,62	8,47	8,64	8,48	8,67	8,49	8,69	8,51	8,74	8,55	8,76	8,58	8,78	8,61	
		Nic	422,17	289,85	396,37	274,77	395,45	274,52	395,01	274,34									
		Ni	98,77	82,49	99,42	82,49	99,42	82,49	98,77	82,49									
		Nvc	2,89	4,43	0,88	1,52	0,88	1,52	0,88	1,52									
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16									
Laje		Nac	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	
		Na	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	
		Ntc	18,45	14,65	14,33	14,3	14,07	12,41	13,89	12,32	13,75	13,75	13,54	12,15	13,46	12,1	13,4	12,06	
		Nt	8,54	8,42	8,57	8,57	8,57	8,43	8,57	8,43	8,57	8,57	8,57	8,57	8,43	8,58	8,43	8,58	8,43
		Nic	422,17	289,85	280,2	217,19	271,18	213,22	265	210,28	259,98	207,94	252,81	204,27	250,08	202,8	247,8	201,37	
		Ni	98,77	82,49	99,42	82,49	99,42	82,49	99,42	82,49	99,42	82,49	99,42	83,14	100,07	83,14	100,07	83,14	
Completo		Nvc	2,89	4,43	2,98	4,03	2,93	4,19	3,12	4,14	3,1	4,1	3,06	4,27	3,61	4,96	3,6	4,93	
		Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		Nac	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	71,85	72,08	
		Na	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	55,6	55,77	
		Ntc	18,45	14,65	10,75	9,92	10,25	9,62	9,93	9,42	9,69	9,29	9,38	9,12	9,3	9,08	9,23	9,06	
		Nt	8,54	8,42	8,63	8,47	8,66	8,49	8,68	8,5	8,71	8,52	8,76	8,58	8,8	8,6	8,83	8,64	

Mudanças pouco significativas



Tabela 92 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 12

Caso 12 - Reabilitação Básica													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	2	1	2	3	1	1	1			
2,55	2,8	3,67	0,88	2,38	2,86	2,48	2,89	4,03	1,4	4,56			-

Caso 12 - Reabilitação Energética													
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Pav int		Env. V.		Env. H	
1	2	3	1	2	1	2	3	1	1				
0,36	0,37	0,38	0,18	0,37	0,37	0,36	0,37	0,39	0,33	2,4			-

Caso 12 - Desempenho Energético														
Nível de Reabilitação	Fração	Nic	Ni	Nvc	Nv	Nac	Na	Ntc	Nt	Classe				
		(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	Energética			
Básica	UO 1	422,17	98,77	2,89	16	71,85	55,6	18,45	8,54	2,16	E			
	UO 2	289,85	82,49	4,43	16	72,08	55,77	14,65	8,42	1,74	D			
Energética	UO 1	99,15	100,72	3,06	16	15,92	57,12	2,38	8,76	0,27	A			
	UO 2	73,89	82,49	6,07	16	41,45	57	4,35	8,58	0,51	B			
Sustentável	UO 1	86,08	100,72	6,33	16	0	57,12	0,06	8,76	0,01	A+			
	UO 2	56,59	82,49	9,26	16	21,25	57	1,92	8,58	0,22	A+			



Caso 13

Tabela 93 - Caracterização Caso 13 (Reabilitação Básica)

	Caso 13 - Reabilitação Básica	
	Registo de construção	Séc. XVII
	Localização	Rua de Viana Viela da Cova da Onça
	Número de Pisos	2
	Número de Unidades de Ocupação	2
Plantas		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Piso 0</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Piso 1</p> </div> </div>		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada	
Paredes Divisórias	Taipa de fasquio rebocadas	
Cobertura	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	Madeira Telha Cerâmica
Laje de Piso Térreo	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	- Reboco
Laje de Piso 1	<u>Estrutura:</u> <u>Revestimento:</u>	Madeira Soalho
Vão Envidraçado	<u>Caixilharia:</u> <u>Vidro:</u>	Madeira Simples
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Resistência elétrica	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Esquentador a gás natural	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 94 - Caracterização Caso 13 (Reabilitação Energética)

Caso 13 - Reabilitação Energética		
Caraterização		
Componente	Material	
Paredes de fachada	Alvenaria de pedra rebocada 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Paredes Adjacentes	Alvenaria de pedra rebocada 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Paredes Divisórias (ENU)	1,2 cm - Gesso Cartonado 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado	
Cobertura	Estrutura:	Madeira
	Revestimento:	Telha Cerâmica 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso 1	Estrutura:	Betão Armado
	Revestimento:	Soalho 6 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) 1,2 cm - Gesso Cartonado
Laje de Piso Térreo / Desvão Sanitário	Estrutura:	Betão Armado
	Revestimento:	4 cm - Isolamento Térmico (Lã de Rocha) Reboco
Vão Envidraçado	Caixilharia:	Madeira
	Vidro:	Duplo
Climatização		
Sistema de Aquecimento	Caldeira a combustível gasoso	
Sistema de Arrefecimento	Máquina Frigorífica (COP = 3)	
Preparação de Águas Quentes Sanitárias	Caldeira mural com acumulação com menos de 50 mm de isolamento	
Aproveitamento de energias renováveis	Sistema de coletores solares	
Sistema de ventilação	Ventilação Natural	



Tabela 95 - Iterações do Isolamento Térmico - Caso 13

Espessura (lã) Fracção autónoma		Caso 13																			
		0		3		4		5		6		8		9		10					
	(cm)	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2	UO 1	UO 2				
Paredes Exteriores	Nic	181,79	335,12	111,92	245,41	106,33	238,78	102,38	233,9	99,93	230,82	95,93	225,96	94,67	224,26	93,45	222,93				
	Ni	74,02	90,3	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95				
	Nvc	1,38	3,07	3,88	5,2	4,05	5,34	4,02	5,29	4	5,24	4,19	5,41	4,18	5,39	4,16	5,36				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
	Nac	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97				
	Na	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5				
Paredes Interiores (ENU)	Ntc	9,49	15,25	7,5	12,7	7,34	12,51	7,24	12,39	7,18	12,32	7,09	12,21	7,07	12,18	7,05	12,16				
	Nt	5,92	7,64	5,93	7,68	5,94	7,69	5,95	7,71	5,97	7,73	6	7,77	6,01	7,79	6,03	7,82				
	Nic	181,79	335,12	170,69	326,91	170,52	326,86	170,4	326,82												
	Ni	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3				
	Nvc	1,38	3,07	1,57	2,94	1,57	2,94	1,57	2,94	1,57	2,94	1,57	2,94	1,57	2,94	1,57	2,94				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
Laje + Cobertura	Nac	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97				
	Na	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5				
	Ntc	9,49	15,25	9,18	11,56	9,17	11,34	9,15	11,2	9,16	11,08	9,13	10,91	9,11	10,85	9,1	10,8				
	Nt	5,92	7,64	5,93	7,64	5,93	7,64	5,93	7,64	5,93	7,64	5,93	7,65	5,93	7,65	5,93	7,65				
	Nic	181,79	335,12	170,88	208,41	170,31	201,02	169,78	195,91	169,5	191,92	168,38	186,18	167,84	184,05	167,27	182,32				
	Ni	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,3	74,02	90,95	74,02	90,95	74,02	90,95				
Completo	Nvc	1,38	3,07	1,57	1,07	1,56	1,07	1,56	1,06	1,56	1,06	1,06	1,06	3,63	1,06	3,63	1,06				
	Nv	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16				
	Nac	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97	48,94	63,97				
	Na	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5	37,87	49,5				
	Ntc	9,49	15,25	7,42	9,22	7,25	8,83	7,15	8,57	7,08	8,39	6,98	8,14	6,94	8,06	6,92	8				
	Nt	5,92	7,64	5,94	7,68	5,94	7,69	5,96	7,71	5,98	7,74	6,01	7,78	6,03	7,81	6,05	7,83				

Mudanças pouco significativas



Tabela 96 - Coeficientes de Transmissão Térmica e Desempenho Energético - Caso 13

Caso 13 - Reabilitação Básica										
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Env. V.		Env. H
1	2	3	4	5	1	2	1	1		
2,39	2,35	1,38	2,69	2,64	1,87	2,22	2,33	4,03	4,56	-

Caso 13 - Reabilitação Energética										
Paredes Exteriores		Penu		Padj		Cob int		Env. V.		Env. H
1	2	3	4	5	1	2	1	1		
0,46	0,46	0,4	0,47	0,47	0,44	0,45	0,46	0,39	2,4	-

Caso 13 - Desempenho Energético												
Nível de Reabilitação	Fração	Nic	Ni	Nvc	Nv	Nac	Na	Ntc	Nt	Classe Energética		
		(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)	(kW.h/m ² .ano)			
Básica	UO 1	181,79	74,02	1,38	16	48,94	37,87	9,49	5,92	1,60	D	
	UO 2	335,12	90,3	3,07	16	63,97	49,5	15,25	7,64	2,00	D	
Energética	UO 1	71,91	74,02	5,6	16	10,67	38,27	1,68	5,98	0,28	A	
	UO 2	89,42	91,6	3,49	16	36,48	50,17	4,05	7,74	0,52	B	
Sustentável	UO 1	53,2	74,02	8,77	16	0	38,27	0,08	5,98	0,01	A+	
	UO 2	70,4	91,6	6,68	16	18,71	50,17	1,67	7,74	0,22	A+	



Anexo 2

Avaliação da Sustentabilidade

Tabela 97 - Parâmetro 6 - Todos os Casos

P6	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13
Telha cerâmica (Refletância)	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00
Área de Refletância (m2)	47,30	141,30	95,20	69,76	53,01	97,36	56,97	52,11	36,04	88,83	39,76	88,14	92,92
Área total do terreno (m2)	47,81	142,29	98,76	70,98	53,01	107,64	56,97	52,39	38,57	112,96	39,76	90,45	95,78
Porcentagem da área de Refletância (%)	98,92	99,30	96,40	98,28	100,00	90,45	100,00	99,47	93,44	78,64	100,00	97,44	97,01
Valor Normalizado	1,18	1,19	1,13	1,17	1,20	1,01	1,20	1,19	1,07	0,77	1,20	1,15	1,14
Nível de Avaliação	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A	A+	A+	A+



Tabela 98 - Parâmetro 7 - Reabilitação Básica - Todos os casos

Parâmetro 7 - Reabilitação Básica										
Casos	Área util	Ntc (kwh/m2.ano)	Nt (kwh/m2.ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convencional)	Penr	Penr (norm)	Avaliação
Caso 1 (UO1)	35,14	23,92	11,11	2,15	E	2,78	11,11	23,92	-1,54	
Caso 1 (UO2)	50,54	26,78	10,66	2,51	F	2,67	10,66	26,78	-2,02	
Caso 1	85,68	25,61	10,84	2,36	E	2,71	10,84	25,61	-1,82	-0,20 E
Caso 2 (UO3)	39,21	17,39	9,28	1,87	D	2,32	9,28	17,39	-1,17	
Caso 2 (UO4)	37,5	17,15	9,47	1,81	D	2,37	9,47	17,15	-1,08	
Caso 2 (UO5)	21,69	22,66	15,80	1,43	D	3,95	15,80	22,66	-0,58	
Caso 2 (UO6)	37,08	20,33	9,77	2,08	E	2,44	9,77	20,33	-1,44	
Caso 2	135,48	18,97	10,51	1,84	D	2,63	10,51	18,97	-1,12	-0,20 E
Caso 3	69,39	15,31	8,01	1,91	D	2,00	8,01	15,31	-1,22	-0,20 E
Caso 4 (UO1)	23,47	17,69	14,49	1,22	C	3,62	14,49	17,69	-0,29	
Caso 4 (UO2)	28,17	19,54	17,85	1,09	C	4,46	17,85	19,54	-0,13	
Caso 4 (UO3)	26,37	21,14	13,14	1,61	D	3,29	13,14	21,14	-0,81	
Caso 4 (UO4)	63,73	16,39	6,17	2,66	F	1,54	6,17	16,39	-2,21	
Caso 4	141,74	18,12	11,17	1,91	D	2,79	11,17	18,12	-1,22	-0,20 E
Caso 5 (UO1)	37,24	13,91	9,45	1,47	C	2,36	9,45	13,91	-0,63	
Caso 5 (UO2)	71,08	17,41	9,55	1,82	D	2,39	9,55	17,41	-1,10	
Caso 5	108,32	16,21	9,52	1,70	D	2,38	9,52	16,21	-0,94	-0,20 E
Caso 6 (UO1)	68,94	9,48	7,76	1,22	C	1,94	7,76	9,48	-0,30	
Caso 6 (UO2)	71,54	12,76	7,56	1,69	D	1,89	7,56	12,76	-0,92	
Caso 6	140,48	11,15	7,66	1,46	C	1,91	7,66	11,15	-0,61	-0,20 E
Caso 7 (UO1)	37,24	11,63	9,38	1,24	C	2,35	9,38	11,63	-0,32	
Caso 7 (UO2)	90,94	12,64	7,95	1,59	D	1,99	7,95	12,64	-0,79	
Caso 7	128,18	12,35	8,37	1,49	C	2,09	8,37	12,35	-0,65	-0,20 E
Caso 8	66,76	13,26	8,08	1,64	D	2,02	8,08	13,26	-0,85	-0,20 E
Caso 9	57,64	11,98	6,42	1,87	D	1,61	6,42	11,98	-1,15	-0,20 E
Caso 10	159,81	10,85	4,86	2,23	E	1,22	4,86	10,85	-1,64	-0,20 E
Caso 11	63,23	17,48	11,19	1,56	D	2,80	11,19	17,48	-0,75	-0,20 E
Caso 12 (UO1)	42,54	18,45	8,54	2,16	E	2,14	8,54	18,45	-1,55	
Caso 12 (UO2)	63,61	14,65	8,42	1,74	D	2,11	8,42	14,65	-0,99	
Caso 12	106,15	16,17	8,47	1,91	D	2,12	8,47	16,17	-1,21	-0,20 E
Caso 13 (UO1)	62,46	9,49	5,92	1,60	D	1,48	5,92	9,49	-0,80	
Caso 13 (UO2)	71,67	15,25	7,64	2,00	D	1,91	7,64	15,25	-1,33	
Caso 13	134,13	12,57	6,84	1,81	D	1,71	6,84	12,57	-1,08	-0,20 E



Tabela 99 - Parâmetro 7 - Reabilitação Energética - Todos os casos

Parâmetro 7 - Reabilitação Energética										
Casos	Área útil	Ntc (kwh/m2.ano)	Nt (kwh/m2.ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convencional)	Penr	Penr (norm)	Avaliação
Caso 1 (UO1)	35,14	5,47	10,16	0,54	B	2,78	11,11	5,47	0,68	
Caso 1 (UO2)	50,54	4,53	10,94	0,41	A	2,67	10,66	4,53	0,77	
Caso 1	85,68	4,92	10,62	0,47	A	2,71	10,84	4,92	0,73	A
Caso 2 (UO3)	39,21	4,19	9,45	0,44	A	2,32	9,28	4,19	0,73	
Caso 2 (UO4)	37,5	5,24	9,65	0,54	B	2,37	9,47	5,24	0,60	
Caso 2 (UO5)	21,69	6,78	15,93	0,43	A	3,95	15,80	6,78	0,76	
Caso 2 (UO6)	37,08	4,42	10,04	0,44	A	2,44	9,77	4,42	0,73	
Caso 2	135,48	4,96	10,70	0,47	A	2,63	10,51	4,96	0,70	A
Caso 3	69,39	3,37	8,15	0,41	A	2,00	8,01	3,37	0,77	A
Caso 4 (UO1)	23,47	5,94	15,15	0,39	A	3,62	14,49	5,94	0,79	
Caso 4 (UO2)	28,17	6,33	18,62	0,34	A	4,46	17,85	6,33	0,86	
Caso 4 (UO3)	26,37	5,59	13,68	0,41	A	3,29	13,14	5,59	0,77	
Caso 4 (UO4)	63,73	2	6,4	0,31	A	1,54	6,17	2,00	0,90	
Caso 4	141,74	4,18	11,63	0,35	A	2,79	11,17	4,18	0,85	A
Caso 5 (UO1)	37,24	4,18	9,79	0,43	A	2,36	9,45	4,18	0,74	
Caso 5 (UO2)	71,08	4,18	10,38	0,40	A	2,39	9,55	4,18	0,75	
Caso 5	108,32	4,18	10,18	0,41	A	2,38	9,52	4,18	0,75	A
Caso 6 (UO1)	68,94	3,04	7,89	0,39	A	1,94	7,76	3,04	0,81	
Caso 6 (UO2)	71,54	3,15	7,71	0,41	A	1,89	7,56	3,15	0,78	
Caso 6	140,48	3,10	7,80	0,40	A	1,91	7,66	3,10	0,79	A
Caso 7 (UO1)	37,24	4,05	9,58	0,42	A	2,35	9,38	4,05	0,76	
Caso 7 (UO2)	90,94	3,36	7,99	0,42	A	1,99	7,95	3,36	0,77	
Caso 7	128,18	3,56	8,45	0,42	A	2,09	8,37	3,56	0,77	A
Caso 8	66,76	3,31	8,33	0,40	A	2,02	8,08	3,31	0,79	A
Caso 9	57,64	2,88	6,56	0,44	A	1,61	6,42	2,88	0,74	A
Caso 10	159,81	2,25	5,03	0,45	A	1,22	4,86	2,25	0,72	A
Caso 11	63,23	6,11	11,57	0,53	B	2,80	11,19	6,11	0,61	A
Caso 12 (UO1)	42,54	2,38	8,76	0,27	A	2,14	8,54	2,38	0,96	
Caso 12 (UO2)	63,61	4,35	8,58	0,51	B	2,11	8,42	4,35	0,64	
Caso 12	106,15	3,56	8,65	0,41	A	2,12	8,47	3,56	0,77	A
Caso 13 (UO1)	62,46	1,68	5,98	0,28	A	1,48	5,92	1,68	0,95	
Caso 13 (UO2)	71,67	4,05	7,74	0,52	B	1,91	7,64	4,05	0,63	
Caso 13	134,13	2,95	6,92	0,41	A	1,71	6,84	2,95	0,78	A



Tabela 100 - Parâmetro 7 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos

Parâmetro 7 - Reabilitação sustentável										
CASOS	Área útil	Ntc (kwh/m2.ano)	Nt (kwh/m2.ano)	Classificação na Certificação Energética (R)		Penr* (melhor prática)	Penr* (convencional)	Penr	Penr (norm)	Avaliação
Caso 1 (UO1)	35,14	1,64	10,16	0,16	A+	2,78	11,11	1,64	1,14	
Caso 1 (UO2)	50,54	1,23	10,94	0,11	A+	2,67	10,66	1,23	1,18	
Caso 1	85,68	1,40	10,62	0,13	A+	2,71	10,84	1,40	1,16	A+
Caso 2 (UO3)	39,21	1,45	9,45	0,15	A+	2,32	9,28	1,45	1,13	
Caso 2 (UO4)	37,5	1,51	9,65	0,16	A+	2,37	9,47	1,51	1,12	
Caso 2 (UO5)	21,69	2,51	15,93	0,16	A+	3,95	15,80	2,51	1,12	
Caso 2 (UO6)	37,08	1,51	10,04	0,15	A+	2,44	9,77	1,51	1,13	
Caso 2	135,48	1,65	10,70	0,15	A+	2,63	10,51	1,65	1,12	A+
Caso 3	69,39	0,76	8,15	0,09	A+	2,00	8,01	0,76	1,21	1,20 A+
Caso 4 (UO1)	23,47	2,18	15,15	0,14	A+	3,62	14,49	2,18	1,13	
Caso 4 (UO2)	28,17	1,85	18,62	0,10	A+	4,46	17,85	1,85	1,20	
Caso 4 (UO3)	26,37	1,92	13,68	0,14	A+	3,29	13,14	1,92	1,14	
Caso 4 (UO4)	63,73	0,05	6,4	0,01	A+	1,54	6,17	0,05	1,32	
Caso 4	141,74	1,11	11,63	0,07	A+	2,79	11,17	1,11	1,23	1,20 A+
Caso 5 (UO1)	37,24	1,46	9,79	0,15	A+	2,36	9,45	1,46	1,13	
Caso 5 (UO2)	71,08	1,18	10,38	0,11	A+	2,39	9,55	1,18	1,17	
Caso 5	108,32	1,28	10,18	0,13	A+	2,38	9,52	1,28	1,15	A+
Caso 6 (UO1)	68,94	0,9	7,89	0,11	A+	1,94	7,76	0,90	1,18	
Caso 6 (UO2)	71,54	0,85	7,71	0,11	A+	1,89	7,56	0,85	1,18	
Caso 6	140,48	0,87	7,80	0,11	A+	1,91	7,66	0,87	1,18	A+
Caso 7 (UO1)	37,24	1,51	9,58	0,16	A+	2,35	9,38	1,51	1,12	
Caso 7 (UO2)	90,94	1	7,99	0,13	A+	1,99	7,95	1,00	1,17	
Caso 7	128,18	1,15	8,45	0,13	A+	2,09	8,37	1,15	1,15	A+
Caso 8	66,76	0,83	8,33	0,10	A+	2,02	8,08	0,83	1,20	A+
Caso 9	57,64	0,86	6,56	0,13	A+	1,61	6,42	0,86	1,15	A+
Caso 10	159,81	0,54	5,03	0,11	A+	1,22	4,86	0,54	1,19	A+
Caso 11	63,23	1,5	11,57	0,13	A+	2,80	11,19	1,50	1,15	A+
Caso 12 (UO1)	42,54	0,06	8,76	0,01	A+	2,14	8,54	0,06	1,32	
Caso 12 (UO2)	63,61	1,92	8,58	0,22	A+	2,11	8,42	1,92	1,03	
Caso 12	106,15	1,17	8,65	0,14	A+	2,12	8,47	1,17	1,15	A+
Caso 13 (UO1)	62,46	0,08	5,98	0,01	A+	1,48	5,92	0,08	1,32	
Caso 13 (UO2)	71,67	1,67	7,74	0,22	A+	1,91	7,64	1,67	1,04	
Caso 13	134,13	0,93	6,92	0,12	A+	1,71	6,84	0,93	1,17	A+



Tabela 101 - Parâmetro 8 - Reabilitação Básica - Todos os casos

Parâmetro 8 - Reabilitação Básica																		
Casos	Tipologia	m ²			Qa	na	kwh/ano		kgep/m ² .ano		kwh/m ² .ano			PER normalizado	Nível			
		Ap	Nic	Nvc			Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc' = Melhor Prática	N _{AQS}			PER	PER*	
		Caso 1 (UO1)	T1	35,14			280,44	5,26	1528	0,50	0	0	23,92			11,11	18,80	64,81
Caso 1 (UO2)	T2	50,54	417,50	6,97	2292	0,50	0	0	26,78	10,66	23,97	82,66	90,70	0	45,35			
Caso 1		85,68	361,29	6,27					25,61	10,84	21,85	75,34	89,17	0	44,58	-1,45	-0,20	E
Caso 2 (UO3)	T1	39,21	364,66	2,09	1528	0,50	0	0	17,39	9,28	20,76	71,58	77,94	0	38,97			
Caso 2 (UO4)	T0	37,50	349,09	3,60	1528	0,50	0	0	17,15	9,47	20,60	71,04	81,49	0	40,75			
Caso 2 (UO5)	T1	21,69	363,51	2,11	1528	0,50	0	0	22,66	15,80	27,21	93,84	140,89	0	70,45			
Caso 2 (UO6)	T0	37,08	455,76	2,25	1528	0,50	0	0	20,33	9,77	24,39	84,11	82,42	0	41,21			
Caso 2		135,48	385,10	2,55					18,97	10,51	22,74	78,42	90,23	0	45,11	-1,35	-0,20	E
Caso 3	T2	69,39	331,24	3,00	2292	0,50	0	0	15,31	8,01	18,38	63,38	66,06	0	33,03	-1,09	-0,20	E
Caso 4 (UO1)	T0	23,47	223,03	4,55	1528	0,50	0	0	17,69	14,49	21,25	73,28	130,21	0	65,10			
Caso 4 (UO2)	T2	28,17	190,42	4,19	1528	0,50	0	0	19,54	17,85	17,87	61,62	108,48	0	54,24			
Caso 4 (UO3)	T1	26,37	385,01	2,43	1528	0,50	0	0	21,14	13,14	25,39	87,54	115,89	0	57,94			
Caso 4 (UO4)	T2	63,73	422,86	2,66	1528	0,50	0	0	16,39	6,17	19,70	67,91	47,95	0	23,98			
Caso 4		141,74	336,53	3,23					18,12	11,17	11,75	71,20	86,24	0	43,12	-1,54	-0,20	E
Caso 5 (UO1)	T0	37,24	233,69	11,09	1528	0,50	0	0	13,91	9,45	16,73	57,69	82,06	0	41,03			
Caso 5 (UO2)	T3	71,08	356,89	4,33	3056	0,50	0	0	17,41	9,55	21,34	73,60	85,99	0	42,99			
Caso 5		108,32	314,53	6,65					16,21	9,52	11,02	68,13	84,64	0	42,32	-1,64	-0,20	E
Caso 6 (UO1)	T2	68,94	129,11	4,49	2292	0,50	0	0	9,48	7,76	11,41	39,33	66,49	0	33,25			
Caso 6 (UO2)	T2	71,54	249,45	3,48	2292	0,50	0	0	12,76	7,56	15,33	52,88	64,08	0	32,04			
Caso 6		140,48	190,39	3,98					11,15	7,66	6,67	46,23	65,26	0	32,63	-2,40	-0,20	E
Caso 7 (UO1)	T1	37,24	157,21	3,49	1528	0,50	0	0	11,63	9,38	13,98	48,21	82,06	0	41,03			
Caso 7 (UO2)	T3	90,94	235,88	2,96	3056	0,50	0	0	12,64	7,95	15,18	52,34	67,21	0	33,60			
Caso 7		128,18	213,02	3,11					12,35	8,37	7,45	51,14	71,52	0	35,76	-2,33	-0,20	E
Caso 8	T2	66,76	252,73	4,94	2292	0,50	0	0	13,26	8,08	15,94	54,96	68,66	0	34,33	-1,66	-0,20	E
Caso 9	T1	57,64	255,52	2,90	1528	0,50	0	0	11,98	6,42	14,40	49,65	53,02	0	26,51	-1,15	-0,20	E
Caso 10	T3	159,81	260,60	3,87	3056	0,50	0	0	10,85	4,86	13,06	45,04	38,25	0	19,12	-0,74	-0,20	E
Caso 11	T3	63,23	315,94	2,87	3056	0,50	0	0	17,48	11,19	21,00	72,43	96,66	0	48,33	-2,01	-0,20	E
Caso 12 (UO1)	T2	42,54	422,17	3,06	2292	0,50	0	0	18,45	8,54	25,85	89,13	107,76	0	53,88			
Caso 12 (UO2)	T1	63,61	289,85	6,07	1528	0,50	0	0	14,65	8,42	15,12	52,12	48,04	0	24,02			
Caso 12		106,15	342,88	4,86					16,17	8,47	11,99	66,95	71,97	0	35,99	-1,16	-0,20	E
Caso 13 (UO1)	T2	62,46	181,79	5,60	2292	0,50	0	0	9,49	5,92	13,97	48,16	73,39	0	36,70			
Caso 13 (UO2)	T1	71,67	335,12	3,49	1528	0,50	0	0	15,25	7,64	16,10	55,53	42,64	0	21,32			
Caso 13		134,13	263,72	4,47					12,57	6,84	9,23	52,09	56,96	0	28,48	-1,21	-0,20	E



Tabela 102 - Parâmetro 8 - Reabilitação Energética - Todos os casos

Parâmetro 8 - Reabilitação Energética																		
Casos	Tipologia	m ²			Qa	na	kwh/ano					kwh/m ² .ano				PER normalizado		Nível
		Ap	Nic	Nvc			Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc' = Melhor Prática	NAQS	PER	PER ⁺			
Caso 1 (UO1)	T1	35,14	68,33	5,26	1528	0,65	0	885	5,47	10,16	11,41	64,81	66,90	25,18	43,48			
Caso 1 (UO2)	T2	50,54	112,81	6,97	2292	0,65	0	1619	4,53	10,94	13,37	82,66	69,77	32,03	45,35			
Caso 1		85,68	94,57	6,27					4,92	10,62	12,57	75,34	68,59	29,23	44,58	-0,50	-0,20	E
Caso 2 (UO3)	T1	39,21	86,49	2,09	1528	0,65	0	892	4,19	9,45	11,08	71,58	59,95	22,75	38,97			
Caso 2 (UO4)	T0	37,50	80,04	3,60	1528	0,65	0	892	5,24	9,65	11,24	71,04	62,69	23,79	40,75			
Caso 2 (UO5)	T1	21,69	93,22	2,11	1528	0,65	0	892	6,78	15,93	17,81	93,84	108,38	41,12	70,45			
Caso 2 (UO6)	T0	37,08	92,18	2,25	1528	0,65	0	892	4,42	10,04	11,74	84,11	63,40	24,06	41,21			
Caso 2		135,48	87,34	2,55					4,96	10,70	12,38	78,42	69,41	26,34	45,11	-0,56	-0,20	E
Caso 3	T2	69,39	105,54	3,00	2292	0,65	0	1708	3,37	8,15	10,53	63,38	50,82	24,61	33,03	-0,28	-0,20	E
Caso 4 (UO1)	T0	23,47	55,63	4,55	1528	0,65	0	957	5,94	15,15	15,43	73,28	100,16	40,78	65,10			
Caso 4 (UO2)	T2	28,17	49,34	4,19	1528	0,65	0	1708	6,33	18,62	12,96	61,62	83,45	60,63	54,24			
Caso 4 (UO3)	T1	26,37	83,21	2,43	1528	0,65	0	957	5,59	13,68	14,88	87,54	89,15	36,29	57,94			
Caso 4 (UO4)	T2	63,73	107,81	2,66	1528	0,65	0	1708	2,00	6,40	8,73	67,91	36,89	26,80	23,98			
Caso 4		141,74	82,97	3,23					4,18	11,63	2,92	71,20	66,34	37,60	43,12	-0,20		E
Caso 5 (UO1)	T0	37,24	73,65	11,09	1528	0,65	0	961	4,18	9,79	11,16	57,69	63,12	25,81	41,03			
Caso 5 (UO2)	T3	71,08	93,16	4,33	3056	0,65	0	2153	4,18	10,38	12,17	73,60	66,14	30,29	42,99			
Caso 5		108,32	86,45	6,65					4,18	10,18	3,09	68,13	65,11	28,75	42,32	-0,53	-0,20	E
Caso 6 (UO1)	T2	68,94	58,80	4,49	2292	0,65	0	1623	3,04	7,89	8,96	39,33	51,15	23,54	33,25			
Caso 6 (UO2)	T2	71,54	79,14	3,48	2292	0,65	0	1623	3,15	7,71	9,41	52,88	49,29	22,69	32,04			
Caso 6		140,48	69,16	3,98					3,10	7,80	2,45	46,23	50,20	23,11	32,63	-0,70	-0,20	E
Caso 7 (UO1)	T1	37,24	58,39	3,49	1528	0,65	0	896	4,05	9,58	10,54	48,21	63,12	24,06	41,03			
Caso 7 (UO2)	T3	90,94	79,63	2,96	3056	0,65	0	2029	3,36	7,99	9,74	52,34	51,70	22,31	33,60			
Caso 7		128,18	73,46	3,11					3,56	8,45	2,59	51,14	55,02	22,82	35,76	-0,84	-0,20	E
Caso 8	T2	66,76	84,86	4,94	2292	0,65	0	1708	3,31	8,33	10,10	54,96	52,82	25,58	34,33	-0,42	-0,20	E
Caso 9	T1	57,64	78,05	2,90	1528	0,65	0	988	2,88	6,56	8,22	49,65	40,78	17,14	26,51	-0,40	-0,20	E
Caso 10	T3	159,81	80,33	3,87	3056	0,65	0	2171	2,25	5,03	6,79	45,04	29,42	13,58	19,12	-0,21	-0,20	E
Caso 11	T3	63,23	107,78	2,87	3056	0,65	0	1992	6,11	11,57	13,76	72,43	74,36	31,50	48,33	-0,70	-0,20	E
Caso 12 (UO1)	T2	42,54	99,15	3,06	2292	0,65	0	1692	2,38	8,76	14,61	89,13	82,89	39,77	53,88			
Caso 12 (UO2)	T1	63,61	73,89	6,07	1528	0,65	0	947	4,35	8,58	7,60	52,12	36,96	14,89	24,02			
Caso 12		106,15	84,01	4,86					3,56	8,65	2,98	66,95	55,36	24,86	35,99	-0,36	-0,20	E
Caso 13 (UO1)	T2	62,46	71,91	5,60	2292	0,65	0	1692	1,68	5,98	10,14	48,16	56,45	27,09	36,70			
Caso 13 (UO2)	T1	71,67	89,42	3,49	1528	0,65	0	947	4,05	7,74	7,55	55,53	32,80	13,21	21,32			
Caso 13		134,13	81,27	4,47					2,95	6,92	2,88	52,09	43,82	19,67	28,48	-0,37	-0,20	E



Tabela 103 - Parâmetro 8 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos

Parâmetro 8 - Reabilitação Sustentável																		
Casos	Tipologia	m ²			Qa	na	kwh/ano					kwh/m ² .ano				PER normalizado		Nível
		Ap	Nic	Nvc			Eren	Esolar	Ntc	Nt	Ntc'	Ntc' = Melhor Prática	NAqs	PER	PER ⁺			
Caso 1 (UO1)	T1	35,14	69,78	7,36	1528	1,01	0	885	1,64	10,16	11,49	64,81	43,05	94,96	43,48			
Caso 1 (UO2)	T2	50,54	109,66	8,95	2292	1,01	0	1619	1,23	10,94	13,28	82,66	44,90	141,69	45,35			
Caso 1		85,68	93,30	8,30					1,40	10,62	12,55	75,34	44,14	122,53	44,58	2,53	1,20	A+
Caso 2 (UO3)	T1	39,21	83,90	4,32	1528	1,01	0	892	1,45	9,45	11,01	71,58	38,58	106,65	38,97			
Caso 2 (UO4)	T0	37,50	78,94	5,89	1528	1,01	0	892	1,51	9,65	11,23	71,04	40,34	102,73	40,75			
Caso 2 (UO5)	T1	21,69	91,12	2,11	1528	1,01	0	892	2,51	15,93	17,74	93,84	69,75	132,24	70,45			
Caso 2 (UO6)	T0	37,08	90,10	2,25	1528	1,01	0	892	1,51	10,04	11,67	84,11	40,80	114,16	41,21			
Caso 2		135,48	85,38	3,83					1,65	10,70	12,33	78,42	44,67	111,72	45,11	2,00	1,20	A+
Caso 3	T2	69,39	96,89	5,11	2292	1,01	0	1708	0,76	8,15	10,25	63,38	32,70	121,50	33,03	2,92	1,20	A+
Caso 4 (UO1)	T0	23,47	55,63	4,55	1528	1,01	0	957	2,18	15,15	15,43	73,28	64,46	96,41	65,10			
Caso 4 (UO2)	T2	28,17	72,74	5,69	1528	1,01	0	1708	1,85	18,62	13,79	61,62	53,71	133,37	54,24			
Caso 4 (UO3)	T1	26,37	83,21	2,43	1528	1,01	0	957	1,92	13,68	14,88	87,54	57,37	119,50	57,94			
Caso 4 (UO4)	T2	63,73	90,23	5,28	1528	1,01	0	1708	0,05	6,40	8,15	67,91	23,74	117,03	23,98			
Caso 4		141,74	79,72	4,71					1,11	11,63	2,83	71,20	42,69	117,32	43,12	2,64	1,20	A+
Caso 5 (UO1)	T0	37,24	73,06	13,76	1528	1,01	0	961	1,46	9,79	11,17	57,69	40,62	98,87	41,03			
Caso 5 (UO2)	T3	71,08	73,81	7,67	3056	1,01	0	2153	1,18	10,38	11,53	73,60	42,57	104,10	42,99			
Caso 5		108,32	73,55	9,76					1,28	10,18	2,67	68,13	41,90	102,30	42,32	2,32	1,20	A+
Caso 6 (UO1)	T2	68,94	44,02	7,91	2292	1,01	0	1623	0,90	7,89	8,49	39,33	32,92	67,56	33,25			
Caso 6 (UO2)	T2	71,54	59,82	6,08	2292	1,01	0	1623	0,85	7,71	8,76	52,88	31,72	82,51	32,04			
Caso 6		140,48	52,07	6,98					0,87	7,80	1,89	46,23	32,31	75,17	32,63	3,13	1,20	A+
Caso 7 (UO1)	T1	37,24	61,52	5,47	1528	1,01	0	896	1,51	9,58	10,67	48,21	40,62	85,58	41,03			
Caso 7 (UO2)	T3	90,94	63,76	5,61	3056	1,01	0	2029	1,00	7,99	9,22	52,34	33,27	86,07	33,60			
Caso 7		128,18	63,11	5,57					1,15	8,45	2,26	51,14	35,41	63,11	35,76	1,78	1,20	A+
Caso 8	T2	66,76	68,42	8,04	2292	1,01	0	1708	0,83	8,33	9,56	54,96	33,99	94,00	34,33	2,89	1,20	A+
Caso 9	T1	57,64	66,44	5,72	1528	1,01	0	988	0,86	6,56	7,85	49,65	26,25	83,58	26,51	2,47	1,20	A+
Caso 10	T3	159,81	60,60	6,52	3056	1,01	0	2171	0,54	5,03	6,13	45,04	18,93	74,18	19,12	2,12	1,20	A+
Caso 11	T3	63,23	92,81	5,16	3056	1,01	0	1992	1,50	11,57	13,27	72,43	47,85	124,31	48,33	3,15	1,20	A+
Caso 12 (UO1)	T2	42,54	86,08	6,33	2292	1,01	0	1692	0,06	8,76	14,19	89,13	53,35	125,85	53,88			
Caso 12 (UO2)	T1	63,61	56,59	9,26	1528	1,01	0	947	1,92	8,58	7,03	52,12	23,78	71,48	24,02			
Caso 12		106,15	68,41	8,09					1,17	8,65	2,47	66,95	35,63	93,27	35,99	1,85	1,20	A+
Caso 13 (UO1)	T2	62,46	53,20	8,77	2292	1,01	0	1692	0,08	5,98	9,53	48,16	36,33	80,29	36,70			
Caso 13 (UO2)	T1	71,67	70,40	6,68	1528	1,01	0	947	1,67	7,74	6,93	55,53	21,11	83,61	21,32			
Caso 13		134,13	62,39	7,65					0,93	6,92	2,26	52,09	28,20	82,07	28,48	2,27	1,20	A+



Tabela 104 - Parâmetro 9

Parâmetro 9		
Casos	Valor normalizado	Nível
Caso 1	0,633	B
Caso 2	0,733	A
Caso 3	0,733	A
Caso 4	0,633	B
Caso 5	0,633	B
Caso 6	0,633	B
Caso 7	0,733	A
Caso 8	0,733	A
Caso 9	0,733	A
Caso 10	0,633	B
Caso 11	0,633	B
Caso 12	0,633	B
Caso 13	0,633	B

Tabela 105 - Parâmetro 14 - Reabilitação Básica e Energética - Todos os casos

Reabilitação Básica e Energética						
Parâmetro 14	Tipo de dispositivo	Consumo por utilização	Proporção na habitação	nº utilizações por ano	nº de utilizações/dia.hab	Volume anual (m3/hab.ano)
Bacias de retrete	Descarga de 6l	6,5	1	365	6	14,24
Torneiras	Torneiras convencionais	1	1	365	10	3,65
Lava-louça	Torneiras convencionais	12	1	365	1	4,38
Chuveiros	9<fluxo<12	67,5	1	365	0,7	17,25
Máquina de roupa	Prática corrente	75	1	365	0,15	4,11
Máquina de louça	Prática corrente	25	1	365	0,12	1,10
Pca Σ						44,71
Pca (norm)						-0,032 E



Tabela 106 - Parâmetro 14 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos

Reabilitação Sustentável							
Parâmetro 14	Tipo de dispositivo	Consumo por utilização	Proporção na habitação	nº utilizações por ano	nº de utilizações/dia.hab	Volume anual (m3/hab.ano)	
Bacias de retrete	Dupla descarga 4/2l	3	1	365	6	6,57	
Torneiras	Com redutor de caudal	0,5	1	365	10	1,83	
Lava-louça	Com redutor de caudal	6	1	365	1	2,19	
Chuveiros	fluxo ≤ 4,5	22,5	1	365	0,7	5,75	
Máquina de roupa	Baixo Consumo	45	1	365	0,15	2,46	
Máquina de louça	Baixo Consumo	15	1	365	0,12	0,66	
Pca Σ						19,45	
Pca (norm)						1,116	A+

Tabela 107 - Parâmetro 16 - Todos os casos

Parâmetro 16	Critério 1	Critério 2		Critério 3				Critério 4			Critério 5	Pvn	Pvn (normalizado)	Nível				
	1.1	2.1 (0)	2.2 (10)	3.1 (0)	3.2.1 (10)	3.2.2 (20)	3.2.3 (30)	3.2.4 (40)	Área de aberturas (m2)	Área útil (m2)	%				4.1.1 (0)	4.1.2 (10)	4.1.3 (20)	5.1 (20)
Caso 1	-		10		10				17,212	85,68	20,09			20	-	40	0,333	C
Caso 2	-		10		10				21,32	135,48	15,74			20	-	40	0,333	C
Caso 3	-		10		10				8,44	69,39	12,16			20	-	40	0,333	C
Caso 4	-		10		10				22,62	141,74	15,96			20	-	40	0,333	C
Caso 5	-		10		10				27,27	108,32	25,18			20	-	40	0,333	C
Caso 6	-		10		10				26,77	140,48	19,06			20	-	40	0,333	C
Caso 7	-		10		10				13,95	128,18	10,88			20	-	40	0,333	C
Caso 8	-		10		10				9,67	66,76	14,48			20	-	40	0,333	C
Caso 9	-		10		10				9,31	57,64	16,15			20	-	40	0,333	C
Caso 10	-		10		10				47,98	159,81	30,02			20	-	40	0,333	C
Caso 11	-		10		10				13,37	63,23	21,15			20	-	40	0,333	C
Caso 12	-		10		10				23,78	106,15	22,40			20	-	40	0,333	C
Caso 13	-		10		10				25,46	134,13	18,98			20	-	40	0,333	C



Tabela 108 - Parâmetro 19 - Todos os casos

		Parâmetro 19																											
Casos	Quantidade	D1 ou D2	Hw	Hw/2	b	Tw	D = Tw/2+D1	H	α	θ	θ'	β	W	Ai	Apav/Atet (m2)	Área de Parede (m2)	A (m2)	R	M	T	FLDM	FLDM'	FLDM*	FLDM _s	FLDM _i	P _{FLDMm}	Nível		
Caso 1	2,00	2,89	2,44	1,22	1,05	0,20	2,99	4,13	52,89	27,74	0,48	9,37	2,56	18,48	36,96	54,05	91,01	0,50	1,00	0,75	4,09%		3,00%	1,00%					
	1,00	2,89	2,44	1,22	1,05	0,20	2,99	4,13	52,89	27,74	0,48	9,37	2,56	2,98	5,96	21,38	27,34	0,50	1,00	0,75	13,61%	6,95%	3,00%	1,00%	1,98	1,20	1,20	A+	
	3,00	2,89	2,21	1,11	1,16	0,20	2,99	1,03	19,30	69,30	1,21	1,40	2,56	22,10	44,20	65,90	110,10	0,50	1,00	0,75	8,45%		3,00%	1,00%					
Caso 2	2,00	0,00	0,73	0,37	0,58	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,42	10,25	20,50	26,86	47,36	0,50	1,00	0,75	0,00%	0,00%	3,00%	0,50%	1,20				
	1,00	4,50	1,40	0,70	1,24	0,20	4,60	1,45	15,49	66,27	1,16	8,24	1,74	20,90	41,80	51,59	93,39	0,50	1,00	0,75	6,45%		3,00%	1,00%					
	1,00	4,50	2,42	1,21	1,37	0,20	4,60	1,84	19,33	64,47	1,13	6,20	3,32	20,90	41,80	51,59	93,39	0,50	1,00	0,75	11,98%		3,00%	1,00%					
Caso 3	2,00	4,40	1,11	0,56	0,91	0,20	4,50	4,07	42,20	38,14	0,67	9,66	1,01	25,34	50,68	51,18	101,86	0,50	1,00	0,75	1,98%	2,23%	3,00%	1,00%	0,39				
	1,00	4,40	0,91	0,46	0,60	0,20	4,50	3,92	41,10	35,60	0,62	13,30	0,55	1,79	3,58	14,26	17,84	0,50	1,00	0,75	5,71%		3,00%	1,00%					
	1,00	3,20	1,21	0,61	0,98	0,20	3,30	4,40	53,32	28,40	0,50	8,28	1,19	9,55	19,10	33,56	52,66	0,50	1,00	0,75	3,35%	3,36%	3,00%	0,50%	0,14				
Caso 4	2,00	0,98	1,28	0,64	0,80	0,20	1,08	2,00	46,34	35,13	0,61	8,53	1,02	8,77	17,54	33,78	51,32	0,50	1,00	0,75	3,67%	3,67%	3,00%	2,00%	1,67				
	1,00	4,36	1,06	0,53	0,88	0,20	4,46	2,50	29,96	34,40	0,60	25,64	0,93	5,60	11,20	23,23	34,43	0,50	1,00	0,75	4,88%		3,00%	0,50%					
	1,00	0,00	1,27	0,64	0,88	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,12	12,40	24,80	34,55	59,35	0,50	1,00	0,75	0,00%	0,83%	3,00%	0,50%	0,87				
Caso 5	2,00	0,00	1,47	0,59	0,81	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,95	8,70	17,40	30,01	47,41	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%					
	1,00	0,00	1,29	0,65	0,99	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,28	6,20	12,40	26,75	39,15	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%					
	1,00	4,36	1,89	0,95	1,03	0,20	4,46	3,27	36,92	43,90	0,77	9,18	1,95	13,80	27,60	38,96	66,56	0,50	1,00	0,75	6,72%		3,00%	1,00%					
Caso 5	2,00	0,00	1,29	0,65	0,99	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,28	13,80	27,60	38,96	66,56	0,50	1,00	0,75	2,30%	2,47%	3,00%	1,00%	0,26				
	1,00	0,00	1,27	0,64	0,88	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,12	9,80	19,60	40,55	60,15	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	1,00%					
	1,00	0,00	1,29	0,65	0,99	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,28	10,75	21,50	26,75	48,25	0,50	1,00	0,75	0,00%	0,00%	3,00%	2,00%	2,00				
Caso 5	1,00	4,74	2,31	1,16	1,08	0,20	4,84	5,59	48,75	31,58	0,55	9,67	2,49	34,46	68,92	65,01	133,93	0,50	1,00	0,75	3,08%		3,00%	1,00%					
	1,00	4,74	1,44	0,72	0,94	0,20	4,84	5,03	45,73	25,41	0,44	18,86	1,35	34,46	68,92	65,01	133,93	0,50	1,00	0,75	1,34%		3,00%	1,00%					
	2,00	9,46	2,28	1,14	1,05	0,20	9,56	9,13	43,69	41,29	0,72	5,02	2,39	34,46	68,92	65,01	133,93	0,50	1,00	0,75	3,86%	4,10%	3,00%	1,00%	0,55				
Caso 5	1,00	4,74	1,48	0,74	0,95	0,20	4,84	2,25	25,03	55,70	0,97	9,27	1,41	15,80	31,60	41,93	73,53	0,50	1,00	0,75	5,58%		3,00%	1,00%					
	1,00	4,74	2,39	1,20	1,09	0,20	4,84	2,68	29,09	55,02	0,96	5,89	2,61	15,80	31,60	41,93	73,53	0,50	1,00	0,75	10,21%		3,00%	1,00%					
	1,00	9,46	1,48	0,74	0,95	0,20	9,56	5,46	29,74	52,57	0,92	7,69	1,41	15,80	31,60	41,93	73,53	0,50	1,00	0,75	5,26%	6,89%	3,00%	1,00%	4,89				
Caso 5	2,00	0,00	1,54	0,77	0,95	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	9,27	1,46	10,80	21,60	34,99	56,59	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%					
	1,00	0,00	1,54	0,77	0,95	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	9,27	1,46	5,10	10,20	26,41	36,61	0,50	1,00	0,75	0,00%	5,41%	3,00%	0,50%	0,97				
	1,00	9,46	1,54	0,77	0,95	0,20	9,56	2,32	13,64	67,74	1,18	8,62	1,46	10,80	21,60	34,99	56,59	0,50	1,00	0,75	9,17%		3,00%	0,50%					
Caso 5	1,00	9,46	1,54	0,77	0,95	0,20	9,56	2,32	13,64	67,74	1,18	8,62	1,46	8,15	16,30	30,88	47,18	0,50	1,00	0,75	11,00%		3,00%	0,50%					



Tabela 109 - Parâmetro 19 - Todos os casos (Continuação)

		Parâmetro 19																									
Casos	Quantidade	D1 ou D2	Hw	Hw/2	b	Tw	D = Tw/2+D1	H	α	θ	θ'	β	W	Ai	Apav/Atet (m ²)	Área de Parede (m ²)	A (m ²)	R	M	T	FLDM	FLDM'	FLDM*	FLDM _s	FLDM _i	P _{FLDMm}	Nível
Caso 6	1,00	4,23	2,57	1,29	1,32	0,20	4,33	2,76	31,50	49,24	0,86	9,26	3,39	11,20	22,40	40,17	62,57	0,50	1,00	0,75	13,98%		3,00%	0,50%			
	1,00	0,00	1,40	0,70	1,00	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,40	11,30	22,60	40,80	63,40	0,50	1,00	0,75	0,00%	4,17%	3,00%	0,50%			
	1,00	0,00	1,97	0,99	1,30	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	2,56	11,30	22,60	40,80	63,40	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%			
	1,00	4,61	1,40	0,70	1,00	0,20	4,71	3,38	58,52	23,35	0,41	8,13	1,40	11,10	22,20	40,05	62,25	0,50	1,00	0,75	2,75%		3,00%	0,50%			
	1,00	4,61	2,03	1,02	0,95	0,20	4,71	3,38	35,31	49,01	0,86	5,68	1,93	9,85	19,70	37,30	57,00	0,50	1,00	0,75	8,68%	4,20%	3,00%	2,00%			
	1,00	0,00	1,40	0,70	1,00	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,40	10,50	21,00	38,90	59,90	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	2,00%			
	1,00	0,00	2,57	1,29	1,30	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	3,34	37,50	75,00	93,68	168,68	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	1,00%			
	1,00	0,00	1,97	0,99	1,30	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	2,56	37,50	75,00	93,68	168,68	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	2,09	1,05	1,44	0,20	3,34	6,64	63,00	16,00	0,28	11,00	3,01	16,50	33,00	45,99	78,99	0,50	1,00	0,75	3,19%		3,00%	1,00%			
Caso 7	1,00	3,24	1,05	0,53	1,01	0,20	3,34	6,13	61,00	8,00	0,14	21,00	1,06	16,50	33,00	45,99	78,99	0,50	1,00	0,75	0,56%	2,29%	3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	1,18	0,59	0,94	0,20	3,34	3,12	43,00	35,00	0,61	12,00	1,11	32,35	64,70	70,88	135,58	0,50	1,00	0,75	1,50%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	2,13	1,07	1,18	0,20	3,34	3,54	47,00	36,00	0,63	7,00	2,51	32,35	64,70	70,88	135,58	0,50	1,00	0,75	3,49%		3,00%	0,50%			
	1,00	3,24	1,08	0,54	0,85	0,20	3,34	0,25	4,00	74,00	1,29	12,00	0,92	14,70	29,40	37,28	66,68	0,50	1,00	0,75	5,33%		3,00%	0,50%			
	1,00	0,00	0,83	0,42	0,60	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,50	13,50	27,00	41,93	33,53	0,50	1,00	0,75	6,90%	4,19%	3,00%	0,50%			
	1,00	3,24	1,83	0,92	0,99	0,20	3,34	3,87	48,44	29,36	0,51	12,20	1,81	21,62	43,24	53,16	96,40	0,50	1,00	0,75	2,89%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	1,80	0,90	1,17	0,20	3,34	3,89	48,56	29,48	0,51	11,96	2,11	21,62	43,24	53,16	96,40	0,50	1,00	0,75	3,37%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	1,13	0,57	0,95	0,20	3,34	3,54	45,86	25,25	0,44	18,89	1,07	21,62	43,24	53,16	96,40	0,50	1,00	0,75	1,47%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	0,50	0,25	0,45	0,20	3,34	0,30	5,17	63,03	1,10	21,80	0,23	13,30	26,60	38,17	64,77	0,50	1,00	0,75	1,15%	3,46%	3,00%	1,00%			
Caso 8	1,00	3,24	1,04	0,52	0,87	0,20	3,34	0,57	9,70	69,42	1,21	10,88	0,90	13,30	26,60	38,17	64,77	0,50	1,00	0,75	5,08%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,24	1,91	0,96	1,06	0,20	3,34	1,01	16,81	67,25	1,17	5,94	2,02	13,30	26,60	38,17	64,77	0,50	1,00	0,75	11,01%		3,00%	1,00%			
	2,00	0,00	0,57	0,29	0,37	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,21	9,70	19,40	28,31	47,71	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	1,00%			
	2,00	0,00	0,57	0,29	0,37	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,21	9,70	19,40	28,31	47,71	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	1,00%			
	1,00	0,00	0,57	0,29	0,37	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,21	6,84	13,67	26,89	40,56	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	2,00%			
	1,00	3,63	1,67	0,84	0,85	0,20	3,73	3,71	44,00	31,00	0,54	15,00	1,42	21,20	42,40	60,66	103,06	0,50	1,00	0,75	2,24%		3,00%	1,00%			
	1,00	3,63	1,67	0,84	1,45	0,20	3,73	3,71	44,00	31,00	0,54	15,00	2,42	21,20	42,40	60,66	103,06	0,50	1,00	0,75	3,81%	3,02%	3,00%	1,00%			
	1,00	0,00	1,17	0,59	0,79	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,92	31,50	63,00	65,19	128,19	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%			
	1,00	0,00	1,90	0,95	0,92	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	1,75	31,50	63,00	65,19	128,19	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%			
Caso 9	6,00	0,00	0,78	0,39	0,58	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	31,50	63,00	65,19	128,19	0,50	0,70	0,75	0,00%		3,00%	0,50%			



Tabela 110 - Parâmetro 19 - Todos os casos (Continuação)

Casos	Parâmetro 19																											
	Quantidade	D1 ou D2	Hw	Hw/2	b	Tw	D = Tw/2+D1	H	α	θ	θ'	β	W	Ai	Apav/Atet (m ²)	Área de Parede (m ²)	A (m ²)	R	M	T	FLDM	FLDM'	FLDM*	FLDM _s	FLDM _i	P _{FLDMm}	Nível	
Caso 10	1,00	1,49	2,32	1,16	0,96	0,20	1,59	2,96	60,00	20,00	0,35	10,00	2,23	22,60	45,20	47,30	92,50	0,50	1,00	0,75	2,52%		3,00%	1,00%				
	1,00	1,49	2,32	1,16	2,40	0,20	1,59	2,96	60,00	20,00	0,35	10,00	5,57	22,60	45,20	47,30	92,50	0,50	1,00	0,75	6,30%		3,00%	1,00%				
	1,00	2,44	1,00	0,50	0,78	0,20	2,54	3,95	57,00	25,00	0,44	8,00	0,78	24,13	48,26	48,86	97,12	0,50	1,00	0,75	1,05%	7,25%	3,00%	1,00%				
	1,00	1,49	2,32	1,16	0,96	0,20	1,59	0,42	13,00	66,00	1,15	11,00	2,23	22,60	45,20	47,30	92,50	0,50	1,00	0,75	8,32%		3,00%	1,00%				
	1,00	1,49	2,32	1,16	2,40	0,20	1,59	0,42	13,00	66,00	1,15	11,00	5,57	22,60	45,20	47,30	92,50	0,50	1,00	0,75	20,80%		3,00%	1,00%				
	2,00	2,44	2,12	1,06	1,04	0,20	2,54	5,86	67,00	19,00	0,33	4,00	2,20	13,80	27,60	35,84	63,44	0,50	1,00	0,75	3,46%		3,00%	1,00%				
	1,00	2,44	1,85	0,93	1,50	0,20	2,54	8,42	73,00	9,00	0,16	8,00	2,78	13,80	27,60	35,84	63,44	0,50	1,00	0,75	2,06%		3,00%	0,50%				
	1,00	2,44	1,85	0,93	1,05	0,20	2,54	8,42	73,00	9,00	0,16	8,00	2,78	13,80	27,60	35,84	63,44	0,50	1,00	0,75	2,07%		3,00%	0,50%				
	1,00	2,44	1,25	0,63	1,00	0,20	2,54	0,89	19,00	62,00	1,08	9,00	1,25	16,50	33,00	54,49	87,49	0,50	1,00	0,75	4,64%		3,00%	0,50%				
	1,00	0,00	0,54	0,27	0,54	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,29	16,50	33,00	54,49	87,49	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%			
2,00	0,00	0,89	0,45	0,74	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,66	7,30	14,60	35,52	50,12	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%				
1,00	3,35	1,92	0,96	0,82	0,20	3,45	7,72	65,92	20,10	0,35	3,98	1,57	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75	1,68%		3,00%	2,00%					
1,00	3,35	1,10	0,55	1,05	0,20	3,45	7,20	64,39	17,11	0,30	8,50	1,16	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75	1,05%		3,00%	2,00%					
1,00	0,00	2,17	1,09	0,92	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	2,00	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75	0,00%	1,88%	3,00%	2,00%					
1,00	5,17	2,09	1,05	0,98	0,20	5,27	4,49	40,43	44,13	0,77	5,44	2,05	20,26	40,52	58,17	98,69	0,50	1,00	0,75	4,80%		3,00%	2,00%					
1,00	5,17	1,16	0,58	0,92	0,20	5,27	1,53	17,49	64,14	1,12	8,37	1,07	7,81	15,62	28,40	44,02	0,50	1,00	0,75	8,14%		3,00%	0,50%					
2,00	5,17	1,16	0,58	0,92	0,20	5,27	1,53	17,49	64,14	1,12	8,37	1,07	9,90	19,80	31,75	51,55	0,50	1,00	0,75	6,95%	4,18%	3,00%	0,50%					
1,00	3,35	0,85	0,43	0,73	0,20	3,45	2,10	28,81	48,09	0,84	13,10	0,62	11,26	22,52	26,88	49,40	0,50	1,00	0,75	3,16%		3,00%	0,50%					
1,00	0,00	0,85	0,43	0,73	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,13	0,62	11,26	22,52	26,88	49,40	0,50	1,00	0,75	0,00%		3,00%	0,50%				
1,00	3,20	1,85	0,93	1,50	0,20	3,30	4,59	40,29	35,90	0,63	13,81	2,78	19,50	39,00	49,70	88,70	0,50	1,00	0,75	5,88%		3,00%	1,00%					
1,00	4,40	2,14	1,07	1,38	0,20	4,50	4,66	45,89	37,40	0,65	6,71	2,95	10,61	21,22	65,64	86,86	0,50	1,00	0,75	6,66%	5,20%	3,00%	1,00%					
1,00	4,40	1,29	0,65	0,95	0,20	4,50	4,18	42,72	33,84	0,59	13,44	1,23	10,61	21,22	65,64	86,86	0,50	1,00	0,75	2,50%		3,00%	1,00%					
1,00	1,11	2,00	1,00	0,78	0,20	1,21	5,46	77,12	2,30	0,04	10,58	1,56	7,00	14,00	26,47	40,47	0,50	1,00	0,75	0,46%	0,46%	3,00%	2,00%					
1,00	1,11	1,10	0,55	0,80	0,20	1,21	2,15	61,00	15,60	0,27	13,40	0,88	9,80	19,60	32,07	51,67	0,50	1,00	0,75	1,39%		3,00%	0,50%					
1,00	3,20	1,88	0,94	1,04	0,20	3,30	1,67	17,62	67,15	1,17	5,23	1,96	9,50	19,00	30,42	49,42	0,50	1,00	0,75	13,91%	9,70%	3,00%	0,50%					
1,00	3,20	1,88	0,94	1,04	0,20	3,30	1,67	17,62	67,15	1,17	5,23	1,96	7,70	15,40	30,21	45,61	0,50	1,00	0,75	15,07%		3,00%	0,50%					
1,00	4,40	2,17	1,09	1,48	0,20	4,50	7,53	58,42	18,66	0,33	11,92	3,21	23,92	47,83	65,01	112,84	0,50	1,00	0,75	2,78%		3,00%	1,00%					
1,00	4,40	1,81	0,91	0,94	0,20	4,50	7,71	59,03	19,73	0,34	12,24	1,70	23,92	47,83	65,01	112,84	0,50	1,00	0,75	1,56%		3,00%	1,00%					
1,00	2,45	2,00	1,00	0,80	0,20	2,55	6,04	66,73	14,76	0,26	8,51	1,60	23,92	47,84	65,01	112,85	0,50	1,00	0,75	1,10%	2,10%	3,00%	1,00%					
1,00	4,40	2,17	1,09	1,35	0,20	4,50	4,43	44,57	37,97	0,66	7,46	2,93	28,77	57,54	77,54	135,08	0,50	1,00	0,75	4,31%		3,00%	1,00%					
1,00	4,40	1,29	0,65	0,96	0,20	4,50	4,08	42,25	35,93	0,63	11,82	1,24	28,77	57,54	77,54	135,08	0,50	1,00	0,75	1,72%		3,00%	1,00%					
1,00	2,45	1,06	0,53	0,79	0,20	2,55	2,52	44,05	17,96	0,53	15,57	0,84	28,77	57,54	77,54	135,08	0,50	1,00	0,75	0,99%		3,00%	0,50%					
1,00	3,35	1,84	0,92	1,50	0,20	3,45	6,75	63,72	30,36	0,53	8,32	2,76	15,00	30,00	38,31	68,31	0,50	1,00	0,75	3,80%	5,43%	3,00%	0,50%					
1,00	3,35	1,99	1,00	1,04	0,20	3,45	3,78	48,63	30,36	0,53	11,01	2,07	8,01	16,03	29,03	45,06	0,50	1,00	0,75	7,30%		3,00%	0,50%					
1,00	1,04	1,99	1,00	1,04	0,20	3,45	3,78	48,63	30,36	0,53	11,01	2,07	9,80	19,60	31,79	51,39	0,50	1,00	0,75	6,40%		3,00%	0,50%					
1,00	1,04	1,06	0,53	0,79	0,20	1,14	2,12	58,61	7,54	0,13	23,85	0,84	9,30	18,60	28,35	46,95	0,50	1,00	0,75	0,70%	0,70%	3,00%	2,00%					



Tabela 111 - Parâmetro 20 - Reabilitação Básica - Todos os casos

Parâmetro 20 - Reabilitação Básica						
Casos	$D_{2m,nT,w}$	$\overline{D_{2m,nT,w}}$	$L'_{nT,w}$	$\overline{L'_{nT,w}}$	$\overline{P_{CA}}$	Nível
Caso 1	33,30	0,05	57,00	0,50	0,28	C
Caso 2	35,4	0,40	57,00	0,50	0,45	B
Caso 3	36,5	0,58	57,00	0,50	0,54	B
Caso 4	34,8	0,30	57,00	0,50	0,40	C
Caso 5	35,4	0,40	57,00	0,50	0,45	B
Caso 6	35,4	0,40	57,00	0,50	0,45	B
Caso 7	36,3	0,55	57,00	0,50	0,53	B
Caso 8	35,6	0,43	57,00	0,50	0,47	B
Caso 9	33,7	0,12	57,00	0,50	0,31	C
Caso 10	33	0,00	57,00	0,50	0,25	C
Caso 11	33,1	0,02	57,00	0,50	0,26	C
Caso 12	35,8	0,47	57,00	0,50	0,48	B
Caso 13	35,2	0,37	57,00	0,50	0,43	B



Tabela 112 - Parâmetro 20 - Reabilitação Energética e Sustentável - Todos os casos

Parâmetro 20 - Reabilitação Energética e Sustentável							
Casos	$D_{2m,nT,w}$	$\overline{D_{2m,nT,w}}$	$L'_{nT,w}$	$\overline{L'_{nT,w}}$	P_{CA}		Nível
Caso 1	35,30	0,38	36,00	4,00	2,19	1,20	A+
Caso 2	37,40	0,73	36,00	4,00	2,37	1,20	
Caso 3	38,50	0,92	36,00	4,00	2,46	1,20	
Caso 4	36,80	0,63	36,00	4,00	2,32	1,20	
Caso 5	37,40	0,73	36,00	4,00	2,37	1,20	
Caso 6	37,40	0,73	36,00	4,00	2,37	1,20	
Caso 7	38,30	0,88	36,00	4,00	2,44	1,20	
Caso 8	37,60	0,77	36,00	4,00	2,38	1,20	
Caso 9	35,70	0,45	36,00	4,00	2,23	1,20	
Caso 10	35,00	0,33	36,00	4,00	2,17	1,20	
Caso 11	38,1	0,85	36,00	4,00	2,43	1,20	
Caso 12	37,80	0,80	36,00	4,00	2,40	1,20	
Caso 13	37,20	0,70	36,00	4,00	2,35	1,20	



Tabela 113 - Parâmetro 21 - Todos os casos

Parâmetro 21												
		Dtpi	Tpi	nj	Tej	Taj	Ttj	Feej	lat	Patp	Patp (normalizado)	Nível
Caso 1												
Bus	Marina	430,00	5,38	4,00	30,00	2,00	37,38	0,80	2,06	3,50	0,00	D
	Avenida	421,00	5,26	8,00	15,00	2,00	22,26	1,35				
	Bombeiros	437,00	5,46	3,00	40,00	2,00	47,46	0,63				
	Comboio	550,00	6,88	9,00	13,33	0,75	20,96	1,43	1,43			
Caso 2												
Bus	Avenida	285,00	3,56	8,00	15,00	2,00	20,56	1,46	1,77	3,26	-0,03	E
	Bombeiros	496,00	6,20	3,00	40,00	2,00	48,20	0,62				
	Comboio	550,00	6,88	9,00	13,33	0,75	20,96	1,43	1,49			
Caso 3												
Bus	Avenida	160,00	2,00	8,00	15,00	2,00	19,00	1,58	3,07	3,07	-0,06	E
	Comboio	488,00	6,10	9,00	13,33	0,75	20,18	1,49				
Caso 4												
Bus	Avenida	379,00	4,74	8,00	15,00	2,00	21,74	1,38	1,69	3,18	-0,04	E
	Bombeiros	516,00	6,45	3,00	40,00	2,00	48,45	0,62				
	Comboio	550,00	6,88	9,00	13,33	0,75	20,96	1,43	1,49			
Caso 5												
Bus	Avenida	203,00	2,54	8,00	15,00	2,00	19,54	1,54	1,86	3,35	-0,02	E
	Bombeiros	364,00	4,55	3,00	40,00	2,00	46,55	0,64				
	Comboio	524,00	6,55	9,00	13,33	0,75	20,63	1,45	1,49			
Caso 6												
Bus	Praia N.	230,00	2,88	2,00	60,00	2,00	64,88	0,46	3,07	3,07	-0,06	E
	Comboio	891,00	11,14	9,00	13,33	0,75	25,22	1,19				
Caso 7												
Bus	Avenida	165,00	2,06	8,00	15,00	2,00	19,06	1,57	1,89	3,38	-0,02	E
	Bombeiros	443,00	5,54	3,00	40,00	2,00	47,54	0,63				
	Comboio	495,00	6,19	9,00	13,33	0,75	20,27	1,48	1,49			
Caso 8												
Bus	Avenida	240,00	3,00	8,00	15,00	2,00	20,00	1,50	3,07	3,07	-0,06	E
	Comboio	526,00	6,58	9,00	13,33	0,75	20,66	1,45				
Caso 9												
Bus	Avenida	202,00	2,53	8,00	15,00	2,00	19,53	1,54	1,85	3,34	-0,02	E
	Bombeiros	424,00	5,30	3,00	40,00	2,00	47,30	0,63				
	Comboio	532,00	6,65	9,00	13,33	0,75	20,73	1,45	1,49			
Caso 10												
Bus	Avenida	202,00	2,53	8,00	15,00	2,00	19,53	1,54	1,85	3,34	-0,02	E
	Bombeiros	424,00	5,30	3,00	40,00	2,00	47,30	0,63				
	Comboio	532,00	6,65	9,00	13,33	0,75	20,73	1,45	1,49			
Caso 12												
Bus	Avenida	160,00	2,00	8,00	15,00	2,00	19,00	1,58	3,07	3,07	-0,06	E
	Comboio	488,00	6,10	9,00	13,33	0,75	20,18	1,49				
Caso 13												
Bus	Avenida	160,00	2,00	8,00	15,00	2,00	19,00	1,58	3,07	3,07	-0,06	E
	Comboio	488,00	6,10	9,00	13,33	0,75	20,18	1,49				



Tabela 114 - Parâmetro 22 - Todos os casos

Amenidades		Caso 1		Caso 2		Caso 3		Caso 4		Caso 5		Caso 6		Caso 7		Caso 8		Caso 9		Caso 10		Caso 12		Caso 13	
		300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000	300	500	1000
Classe 1	Distância	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Café/Snack-bar	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Espaços exteriores públicos	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Mercearia	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Classe 2	Talho	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	Banco/caixa de Multibanco	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Escola primária	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Estação de correios	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Classe 3	Farmácia	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Parque infantil	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	Centro comercial	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Centro desportivo/ginásio	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Centro médico/médico	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Centro recreativo																								
	Local de oração (igreja)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Serviços/comércio	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Restaurante	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	PAA	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	
Melhor Prática: P _{AA}	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		
Prática convencional: P _{AA}	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
PAA	1,20 (5,07)	1,20 (5,07)	1,20 (5,07)	1,20 (5,13)	1,20 (5,00)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (4,87)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)	1,20 (5,13)		
Avaliação	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+		



Tabela 115 - Parâmetro 24 - Reabilitação Básica - Todos os casos

Parâmetro 24 - Reabilitação Básica									
Casos	Área útil	Custo de investimento	Preço m2	Pcl	Pcl* (melhor prática)	Pcl* (convencional)	Pcl (normalizado)		Nível
Caso 1	85,68	75.625,89 €	882,66	882,66	907,5	923,75	2,53	1,20	A+
Caso 2	135,48	119.582,12 €							
Caso 3	69,39	61.247,44 €							
Caso 4	141,74	125.107,54 €							
Caso 5	108,32	95.609,20 €							
Caso 6	140,48	123.995,39 €							
Caso 7	128,18	113.138,73 €							
Caso 8	66,76	58.926,06 €							
Caso 9	57,64	50.876,24 €							
Caso 10	159,81	141.057,12 €							
Caso 11	63,23	55.810,28 €							
Caso 12	106,15	93.693,84 €							
Caso 13	134,13	118.390,53 €							

Tabela 116 - Parâmetro 24 - Reabilitação Energética - Todos os casos

Parâmetro 24 - Reabilitação Energética									
Casos	Área útil	Custo de investimento	Preço m2	Pcl	Pcl* (melhor prática)	Pcl* (convencional)	Pcl (normalizado)		Nível
Caso 1	85,68	99.396,09 €	1160,09	1160,09	907,5	923,75	-14,54	-0,20	E
Caso 2	135,48	152.736,06 €	1127,37	1127,37			-12,53		
Caso 3	69,39	82.790,98 €	1193,13	1193,13			-16,58		
Caso 4	141,74	160.510,24 €	1132,43	1132,43			-12,84		
Caso 5	108,32	118.491,03 €	1093,90	1093,90			-10,47		
Caso 6	140,48	153.992,75 €	1096,19	1096,19			-10,61		
Caso 7	128,18	139.117,48 €	1085,33	1085,33			-9,94		
Caso 8	66,76	78.757,45 €	1179,71	1179,71			-15,75		
Caso 9	57,64	67.090,11 €	1163,95	1163,95			-14,78		
Caso 10	159,81	167.954,80 €	1050,97	1050,97			-7,83		
Caso 11	63,23	75.252,49 €	1190,14	1190,14			-16,39		
Caso 12	106,15	122.921,36 €	1158,00	1158,00			-14,42		
Caso 13	134,13	146.458,51 €	1091,91	1091,91			-10,35		



Tabela 117 - Parâmetro 24 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos

Parâmetro 24 - Reabilitação Sustentável									
Casos	Área util	Custo de investimento	Preço m2	Pcl	Pcl* (melhor prática)	Pcl* (convencional)	Pcl (normalizado)		Nível
Caso 1	85,68	111.743,35 €	1304,19	1304,19	907,5	923,75	-23,41	-0,20	E
Caso 2	135,48	165.083,32 €	1218,51	1218,51			-18,14		
Caso 3	69,39	95.138,24 €	1371,07	1371,07			-27,53		
Caso 4	141,74	172.857,50 €	1219,54	1219,54			-18,20		
Caso 5	108,32	130.838,29 €	1207,89	1207,89			-17,49		
Caso 6	140,48	166.340,01 €	1184,08	1184,08			-16,02		
Caso 7	128,18	151.464,74 €	1181,66	1181,66			-15,87		
Caso 8	66,76	91.104,71 €	1364,66	1364,66			-27,13		
Caso 9	57,64	79.437,37 €	1378,16	1378,16			-27,96		
Caso 10	159,81	180.302,06 €	1128,23	1128,23			-12,58		
Caso 11	63,23	87.599,75 €	1385,41	1385,41			-28,41		
Caso 12	106,15	135.268,62 €	1274,32	1274,32			-21,57		
Caso 13	134,13	158.805,77 €	1183,97	1183,97			-16,01		



Tabela 118 - Parâmetro 25 - Reabilitação Básica - Todos os casos

Parâmetro 25 - Reabilitação Básica																	
Casos	€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (Solução)	Pcu	Nível	
	CEpc	CEmp	Vamp	Camp	Ramp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	CAse	RAse			Pcu
Caso 1	24,93	6,23	0,91	1,21	7,44	230,91	2,78	3,71	28,64	888,73	16,18	2,59	3,44	19,62	608,82	0,43	B
Caso 2	24,14	6,04	0,91	1,21	7,24	224,79	2,78	3,71	27,85	864,24	23,78	2,59	3,44	27,23	844,96	0,03	D
Caso 3	18,18	4,55	0,91	1,21	5,75	178,55	2,78	3,71	21,89	679,28	18,25	2,59	3,44	21,69	673,20	0,01	D
Caso 4	25,71	6,43	0,91	1,21	7,64	236,96	2,78	3,71	29,42	912,90	24,12	2,59	3,44	27,57	855,40	0,09	D
Caso 5	21,86	5,46	0,91	1,21	6,67	207,07	2,78	3,71	25,57	793,37	20,96	2,59	3,44	24,40	757,19	0,06	D
Caso 6	17,50	4,37	0,91	1,21	5,58	173,22	2,78	3,71	21,20	657,96	15,59	2,59	3,44	19,04	590,70	0,14	C
Caso 7	19,15	4,79	0,91	1,21	6,00	186,05	2,78	3,71	22,86	709,27	17,17	2,59	3,44	20,61	639,59	0,13	C
Caso 8	18,46	4,61	0,91	1,21	5,82	180,69	2,78	3,71	22,17	687,81	17,34	2,59	3,44	20,79	645,12	0,08	D
Caso 9	14,54	3,63	0,91	1,21	4,84	150,27	2,78	3,71	18,25	566,16	14,46	2,59	3,44	17,90	555,59	0,03	D
Caso 10	10,85	2,71	0,91	1,21	3,92	121,63	2,78	3,71	14,55	451,59	11,79	2,59	3,44	15,23	472,69	-0,06	E
Caso 11	25,72	6,43	0,91	1,21	7,64	237,04	2,78	3,71	29,43	913,22	23,69	2,59	3,44	27,13	841,90	0,11	C
Caso 12	19,35	4,84	0,91	1,21	6,05	187,62	2,78	3,71	23,06	715,55	19,57	2,59	3,44	23,02	714,24	0,00	D
Caso 13	15,53	3,88	0,91	1,21	5,09	157,97	2,78	3,71	19,24	596,96	15,35	2,59	3,44	18,79	583,19	0,03	D



Tabela 119 - Parâmetro 25 - Reabilitação Energética - Todos os casos

Parâmetro 25 - Reabilitação Energética																	
Casos	€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (Solução)	P _{cu}	Nível	
	CEpc	CEmp	Vamp	Camp	Ramp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	Case	RAse			Pcu
Caso 1	24,41	6,10	0,91	1,21	7,31	226,88	2,78	3,71	28,12	872,61	10,49	2,59	3,44	13,93	432,36	0,68	B
Caso 2	24,61	6,15	0,91	1,21	7,36	228,39	2,78	3,71	28,31	878,62	10,65	2,59	3,44	14,09	437,29	0,68	B
Caso 3	18,51	4,63	0,91	1,21	5,84	181,07	2,78	3,71	22,21	689,34	7,17	2,59	3,44	10,61	329,27	0,71	A
Caso 4	26,81	6,70	0,91	1,21	7,91	245,50	2,78	3,71	30,52	947,06	8,95	2,59	3,44	12,39	384,57	0,80	A
Caso 5	23,41	5,85	0,91	1,21	7,06	219,12	2,78	3,71	27,12	841,57	8,90	2,59	3,44	12,34	383,02	0,74	A
Caso 6	17,83	4,46	0,91	1,21	5,67	175,80	2,78	3,71	21,54	668,27	6,60	2,59	3,44	10,05	311,77	0,72	A
Caso 7	19,34	4,84	0,91	1,21	6,04	187,55	2,78	3,71	23,05	715,26	7,60	2,59	3,44	11,05	342,83	0,71	A
Caso 8	19,04	4,76	0,91	1,21	5,97	185,21	2,78	3,71	22,75	705,93	7,03	2,59	3,44	10,47	324,90	0,73	A
Caso 9	14,86	3,71	0,91	1,21	4,92	152,76	2,78	3,71	18,57	576,13	6,14	2,59	3,44	9,58	297,30	0,66	B
Caso 10	11,25	2,81	0,91	1,21	4,02	124,74	2,78	3,71	14,95	464,04	4,75	2,59	3,44	8,19	254,18	0,62	B
Caso 11	26,61	6,65	0,91	1,21	7,86	243,97	2,78	3,71	30,32	940,93	13,11	2,59	3,44	16,55	513,65	0,61	B
Caso 12	19,80	4,95	0,91	1,21	6,16	191,06	2,78	3,71	23,50	729,32	7,58	2,59	3,44	11,02	342,08	0,72	A
Caso 13	15,72	3,93	0,91	1,21	5,14	159,41	2,78	3,71	19,42	602,71	6,26	2,59	3,44	9,70	301,09	0,68	B



Tabela 120 - Parâmetro 25 - Reabilitação Sustentável - Todos os casos

Parâmetro 25 - Reabilitação Sustentável																	
Casos	€/m2.ano	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (melhor prática)	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (prática convencional)	€/m2.ano	m3/m2.ano	€/m2.ano	€/m2 (Solução)	Pcu	Nível	
	CEpc	CEmp	Vamp	Camp	RAmp	Pcu*	Vapc*	CApc	RApc	Pcu*	CEse	Vapc	CAse	RAse			Pcu
Caso 1	24,41	6,10	0,92	1,23	7,33	227,49	2,78	3,71	28,12	872,61	1,13	1,23	1,64	2,77	85,93	1,20 (1,22)	A+
Caso 2	24,61	6,15	0,92	1,23	7,38	228,99	2,78	3,71	28,31	878,62	1,18	1,23	1,64	2,82	87,61	1,20 (1,22)	A+
Caso 3	18,51	4,63	0,92	1,23	5,85	181,67	2,78	3,71	22,21	689,34	0,87	1,23	1,64	2,51	77,98	1,20	A+
Caso 4	26,81	6,70	0,92	1,23	7,93	246,10	2,78	3,71	30,52	947,06	0,92	1,23	1,64	2,56	79,53	1,20 (1,24)	A+
Caso 5	23,41	5,85	0,92	1,23	7,08	219,73	2,78	3,71	27,12	841,57	0,97	1,23	1,64	2,61	80,95	1,20 (1,22)	A+
Caso 6	17,83	4,46	0,92	1,23	5,68	176,40	2,78	3,71	21,54	668,27	0,67	1,23	1,64	2,31	71,80	1,20 (1,21)	A+
Caso 7	19,34	4,84	0,92	1,23	6,06	188,15	2,78	3,71	23,05	715,26	0,85	1,23	1,64	2,49	77,24	1,20 (1,21)	A+
Caso 8	19,04	4,76	0,92	1,23	5,99	185,82	2,78	3,71	22,75	705,93	0,75	1,23	1,64	2,39	74,06	1,20 (1,21)	A+
Caso 9	14,86	3,71	0,92	1,23	4,94	153,37	2,78	3,71	18,57	576,13	0,75	1,23	1,64	2,38	74,00	1,19	A+
Caso 10	11,25	2,81	0,92	1,23	4,04	125,35	2,78	3,71	14,95	464,04	0,58	1,23	1,64	2,22	68,89	1,17	A+
Caso 11	26,61	6,65	0,92	1,23	7,88	244,57	2,78	3,71	30,32	940,93	1,17	1,23	1,64	2,80	87,04	1,20 (1,23)	A+
Caso 12	19,80	4,95	0,92	1,23	6,18	191,67	2,78	3,71	23,50	729,32	0,89	1,23	1,64	2,53	78,62	1,20 (1,21)	A+
Caso 13	15,72	3,93	0,92	1,23	5,16	160,01	2,78	3,71	19,42	602,71	0,76	1,23	1,64	2,40	74,40	1,19	A+



Tabela 122 - Peso Global de cada parâmetro

Peso Global			
P1	4,80%	C1	Dimensão Ambiental
P2	2,89%	C2	
P3	0,38%		
P4	0,46%		
P5	1,82%		
P6	2,05%		
P7	7,80%	C3	
P8	7,80%	C4	
P9	2,20%		
P10	2,20%		
P11	2,46%		
P12	1,58%		
P13	0,35%	C5	
P14	2,05%		
P15	1,15%		
P16	3,18%	C6	Dimensão Social
P17	3,18%		
P18			
P19	6,62%		
P20	5,03%		
P21	4,95%	C7	
P22	4,05%		
P23	3,00%	C8	
P24	15,00%	C9	Dimensão Económica
P25	15,00%		



Tabela 123 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Básica - Por caso

Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Básica													
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13
P1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P3	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P4	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
P5	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P6	1,18	1,19	1,13	1,17	1,20	1,01	1,20	1,19	1,07	0,77	1,20	1,15	1,14
P7	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P8	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P9	0,63	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,73	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,63
P10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
P15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P16	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
P17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P19	1,20	0,70	0,51	0,67	0,84	1,13	0,39	0,33	0,83	1,20	0,90	1,20	0,57
P20	0,28	0,45	0,54	0,40	0,45	0,45	0,53	0,47	0,31	0,25	0,26	0,48	0,43
P21	0,00	-0,03	-0,06	-0,04	-0,02	-0,06	-0,02	-0,06	-0,02	-0,02	-0,09	-0,06	-0,06
P22	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P23	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P24	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P25	0,43	0,03	0,01	0,09	0,06	0,14	0,13	0,08	0,03	-0,06	0,11	0,00	0,03
Avaliação	0,48	0,40	0,39	0,40	0,41	0,44	0,40	0,38	0,40	0,40	0,41	0,43	0,39
Nível	B	C	C	C	B	B	C	C	C	C	B	B	C
D1	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09
D2	0,15	0,12	0,11	0,12	0,13	0,15	0,10	0,10	0,12	0,14	0,12	0,15	0,11
D3	0,24	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,19	0,18	0,17	0,20	0,18	0,18



Tabela 124 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Energética - Por caso

Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Energética																								
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13											
P1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00											
P2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20											
P3	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20											
P4	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11											
P5	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20											
P6	1,18	1,19	1,13	1,17	1,20	1,01	1,20	1,19	1,07	0,77	1,20	1,15	1,14											
P7	0,73	0,70	0,77	0,85	0,75	0,79	0,77	0,79	0,74	0,72	0,61	0,77	0,78											
P8	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20											
P9	0,63	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,73	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,63											
P10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14											
P15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P16	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33											
P17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
P19	1,20	0,70	0,51	0,67	0,84	1,13	0,39	0,33	0,83	1,20	0,90	1,20	0,57											
P20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20											
P21	0,00	-0,03	-0,06	-0,04	-0,02	-0,06	-0,02	-0,06	-0,02	-0,02	-0,09	-0,06	-0,06											
P22	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20											
P23	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20											
P24	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20											
P25	0,68	0,68	0,71	0,80	0,74	0,72	0,71	0,73	0,66	0,62	0,61	0,72	0,68											
Avaliação	0,43	0,40	0,39	0,42	0,42	0,43	0,39	0,38	0,40	0,41	0,39	0,44	0,39											
Nível	B	C	C	B	B	B	C	C	C	B	C	B	C											
D1	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	0,17											
D2	0,19	0,16	0,14	0,16	0,17	0,19	0,14	0,13	0,17	0,19	0,17	0,19	0,15											
D3	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07											



Tabela 125 - Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Sustentável - Por caso

Avaliação da Sustentabilidade - Reabilitação Sustentável													
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	Caso 11	Caso 12	Caso 13
P1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P3	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P4	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
P5	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P6	1,18	1,19	1,13	1,17	1,20	1,01	1,20	1,19	1,07	0,77	1,20	1,15	1,14
P7	1,16	1,12	1,20	1,20	1,15	1,18	1,15	1,20	1,15	1,19	1,15	1,15	1,17
P8	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P9	0,63	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,73	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63	0,63
P10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P11	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
P12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P13	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P14	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
P15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P16	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
P17	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
P18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P19	1,20	0,70	0,51	0,67	0,84	1,13	0,39	0,33	0,83	1,20	0,90	1,20	0,57
P20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P21	0,00	-0,03	-0,06	-0,04	-0,02	-0,06	-0,02	-0,06	-0,02	-0,02	-0,09	-0,06	-0,06
P22	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P23	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
P24	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
P25	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,19	1,17	1,20	1,20	1,19
Avaliação	0,75	0,71	0,70	0,71	0,72	0,74	0,70	0,69	0,72	0,74	0,72	0,74	0,70
Nível	A	A	B	A	A	A	B	B	A	A	A	A	B
D1	0,34	0,33	0,34	0,34	0,34	0,33	0,34	0,34	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33
D2	0,26	0,23	0,21	0,23	0,24	0,26	0,21	0,20	0,24	0,26	0,24	0,26	0,22
D3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15



Tabela 126 - Custo de Investimento - Reabilitação Básica - Todos os casos

Custo de investimento (Reabilitação Básica)		
R. Básica	Área útil	Custo (€)
Caso 1	85,68	75.625,89 €
Caso 2	135,48	119.582,12 €
Caso 3	69,39	61.247,44 €
Caso 4	141,74	125.107,54 €
Caso 5	108,32	95.609,20 €
Caso 6	140,48	123.995,39 €
Caso 7	128,18	113.138,73 €
Caso 8	66,76	58.926,06 €
Caso 9	57,64	50.876,24 €
Caso 10	159,81	141.057,12 €
Caso 11	63,23	55.810,28 €
Caso 12	106,15	93.693,84 €
Caso 13	134,13	118.390,53 €

**Tabela 127 - Custos de Isolamento para Reabilitação Energética e Sustentável**

Custos de Isolamento (€/m2)	
Lã de rocha + Gesso Cartonado	
19	€/m2
Subtelha	
7,83	€/m2
Manta Geotextil	
3,77	€/m2
Membrana Impermeavel	
15,92	€/m2
Vidro Duplo	
20,15	€/m2

Tabela 128 - Custo de Energia adotados

Custo de Energia		
FONTES DE ENERGIA	CUSTO UNITÁRIO	
Electricidade	0,178	€/kWh
Gasóleo	0,14	€/kWh
Gás Butano	0,131	€/kWh
Gás Propano	0,1865	€/kWh
Gás Natural	0,1	€/kWh
Pellets	0,0567	€/kWh
Água	0,447	€/m3



Tabela 129 - Custo de Investimento - Reabilitação Energética

Custo de Investimento - Reabilitação Energética												
Casos	Área Util (m2)	UO	Área de parede (m2)	Área de pavimento (m2)	Área de Cobertura (m2)	Área de Envidraçado (m2)	Custo Isolamento (€)	Custo Envidraçado (€)	Custo de Paineis (€)	Custo de Equipamento (€)	Custo Total das Melhorias (€)	Custo total de investimento (€)
Caso 1	85,68	2	174,85	85,68	47,30	17,21	7.150,37 €	346,82 €	7.773,00 €	8.500,00 €	23.770,19 €	99.396,09 €
Caso 2	135,48	4	248,06	135,48	141,30	21,32	13.860,35 €	429,60 €	10.364,00 €	8.500,00 €	33.153,95 €	152.736,06 €
Caso 3	69,39	1	102,33	69,39	95,20	8,44	7.691,48 €	170,07 €	5.182,00 €	8.500,00 €	21.543,54 €	82.790,98 €
Caso 4	141,74	4	261,19	141,74	69,76	22,62	10.900,91 €	455,79 €	15.546,00 €	8.500,00 €	35.402,70 €	160.510,24 €
Caso 5	108,32	2	217,17	108,32	53,01	27,27	8.650,34 €	549,49 €	5.182,00 €	8.500,00 €	22.881,83 €	118.491,03 €
Caso 6	140,48	2	178,72	140,48	97,36	26,77	10.593,94 €	539,42 €	10.364,00 €	8.500,00 €	29.997,36 €	153.992,75 €
Caso 7	128,18	2	228,38	128,18	56,97	13,95	9.424,65 €	281,09 €	7.773,00 €	8.500,00 €	25.978,74 €	139.117,48 €
Caso 8	66,76	1	119,04	66,76	52,11	9,67	5.954,54 €	194,85 €	5.182,00 €	8.500,00 €	19.831,39 €	78.757,45 €
Caso 9	57,64	1	113,87	57,64	36,04	9,31	4.935,27 €	187,60 €	2.591,00 €	8.500,00 €	16.213,87 €	67.090,11 €
Caso 10	159,81	1	267,38	159,81	88,83	47,98	12.248,89 €	966,80 €	5.182,00 €	8.500,00 €	26.897,69 €	167.954,80 €
Caso 11	63,23	1	128,42	63,23	39,76	13,37	5.490,80 €	269,41 €	5.182,00 €	8.500,00 €	19.442,20 €	75.252,49 €
Caso 12	106,15	2	198,28	106,15	88,14	23,78	9.884,35 €	479,17 €	10.364,00 €	8.500,00 €	29.227,52 €	122.921,36 €
Caso 13	134,13	2	232,16	134,13	92,92	25,46	11.281,96 €	513,02 €	7.773,00 €	8.500,00 €	28.067,98 €	146.458,51 €



Tabela 130 - Custo de Investimento - Reabilitação Sustentável

Custo de Investimento - Reabilitação Sustentável						
Casos	Custo Isolamento (€)	Custo Envidraçado (€)	Custo de Paineis (€)	Custo de Equipamento (€)	Custo Total das Melhorias (€)	Custo total de investimento (€)
Caso 1	7.150,37 €	346,82 €	7.773,00 €	20.847,26 €	36.117,45 €	111.743,35 €
Caso 2	13.860,35 €	429,60 €	10.364,00 €	20.847,26 €	45.501,21 €	165.083,32 €
Caso 3	7.691,48 €	170,07 €	5.182,00 €	20.847,26 €	33.890,80 €	95.138,24 €
Caso 4	10.900,91 €	455,79 €	15.546,00 €	20.847,26 €	47.749,96 €	172.857,50 €
Caso 5	8.650,34 €	549,49 €	5.182,00 €	20.847,26 €	35.229,09 €	130.838,29 €
Caso 6	10.593,94 €	539,42 €	10.364,00 €	20.847,26 €	42.344,62 €	166.340,01 €
Caso 7	9.424,65 €	281,09 €	7.773,00 €	20.847,26 €	38.326,00 €	151.464,74 €
Caso 8	5.954,54 €	194,85 €	5.182,00 €	20.847,26 €	32.178,65 €	91.104,71 €
Caso 9	4.935,27 €	187,60 €	2.591,00 €	20.847,26 €	28.561,13 €	79.437,37 €
Caso 10	12.248,89 €	966,80 €	5.182,00 €	20.847,26 €	39.244,95 €	180.302,06 €
Caso 11	5.490,80 €	269,41 €	5.182,00 €	20.847,26 €	31.789,46 €	87.599,75 €
Caso 12	9.884,35 €	479,17 €	10.364,00 €	20.847,26 €	41.574,78 €	135.268,62 €
Caso 13	11.281,96 €	513,02 €	7.773,00 €	20.847,26 €	40.415,24 €	158.805,77 €



Tabela 131 - Custo Anual de Água - Reabilitação Básica e Energética

Custo Anual de Água - Reabilitação Básica e Energética										
Casos	m ² Au	Tipologia	Número de Ocupantes	Volume anual (m ³ /hab.ano)	m ³ /mês	€/m ³	€/ano	Tarifa Fixa de Abastecimento de Água (€/mês)	Taxa de Saneamento (€/mês)	Custo total
Caso 1 (UO1)	35,14	T1	2	40,88	6,81	0,8621 €	70,49 €	3,1475 €	7,39 €	196,96 €
Caso 1 (UO2)	50,54	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 1	85,68						176,21 €		17,43 €	423,10 €
Caso 2 (UO3)	39,21	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 2 (UO4)	37,5	T0	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 2 (UO5)	21,69	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 2 (UO6)	37,08	T0	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 2	135,48						281,94 €		29,57 €	674,51 €
Caso 3	69,39	T2	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 4 (UO1)	23,47	T0	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 4 (UO2)	28,17	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 4 (UO3)	26,37	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 4 (UO4)	63,73	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 4	141,74						352,43 €		34,85 €	808,43 €
Caso 5 (UO1)	37,24	T0	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 5 (UO2)	71,08	T3	4		13,63		140,97 €		12,68 €	330,88 €
Caso 5	108,32						211,46 €		20,07 €	490,06 €
Caso 6 (UO1)	68,94	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 6 (UO2)	71,54	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 6	140,48						211,46 €		20,07 €	490,06 €
Caso 7 (UO1)	37,24	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 7 (UO2)	90,94	T3	4		13,63		140,97 €		12,68 €	330,88 €
Caso 7	128,18						211,46 €		20,07 €	490,06 €
Caso 8	66,76	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 9	57,64	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 10	159,81	T3	4		13,63		140,97 €		12,68 €	330,88 €
Caso 11	63,23	T3	4		13,63		140,97 €		12,68 €	330,88 €
Caso 12 (UO1)	42,54	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 12 (UO2)	63,61	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 12	106,15						176,21 €		17,43 €	423,10 €
Caso 13 (UO1)	62,46	T2	3		10,22		105,73 €		10,03 €	263,92 €
Caso 13 (UO2)	71,67	T1	2		6,81		70,49 €		7,39 €	196,96 €
Caso 13	134,13						176,21 €		17,43 €	423,10 €



Tabela 132 - Custo Anual de Água - Reabilitação Sustentável

Custo Anual de Água - Reabilitação Sustentável										
Casos	m ² Au	Tipologia	Número de Ocupantes	Volume anual (m ³ /hab.ano)	m ³ /mês	€/m ³	€/ano	Tarifa Fixa de Abastecimento de Água (€/mês)	Taxa de Saneamento (€/mês)	Custo total
Caso 1 (UO1)	35,14	T1	2	19,45	3,24	0,4474 €	17,40 €	3,1475 €	3,4106 €	96,10 €
Caso 1 (UO2)	50,54	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 1	85,68						43,51 €		7,4738 €	170,97 €
Caso 2 (UO3)	39,21	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 2 (UO4)	37,5	T0	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 2 (UO5)	21,69	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 2 (UO6)	37,08	T0	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 2	135,48						69,62 €		13,6424 €	271,09 €
Caso 3	69,39	T2	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 4 (UO1)	23,47	T0	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 4 (UO2)	28,17	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 4 (UO3)	26,37	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 4 (UO4)	63,73	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 4	141,74						87,02 €		14,9476 €	304,16 €
Caso 5 (UO1)	37,24	T0	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 5 (UO2)	71,08	T3	4		6,48	0,8621 €	67,07 €		7,1357 €	190,47 €
Caso 5	108,32						84,48 €		10,5462 €	248,80 €
Caso 6 (UO1)	68,94	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 6 (UO2)	71,54	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 6	140,48						52,21 €		8,1265 €	187,50 €
Caso 7 (UO1)	37,24	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 7 (UO2)	90,94	T3	4		6,48	0,8621 €	67,07 €		7,1357 €	190,47 €
Caso 7	128,18						84,48 €		10,5462 €	248,80 €
Caso 8	66,76	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 9	57,64	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 10	159,81	T3	4		6,48	0,8621 €	67,07 €		7,1357 €	190,47 €
Caso 11	63,23	T3	4		6,48	0,8621 €	67,07 €		7,1357 €	190,47 €
Caso 12 (UO1)	42,54	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 12 (UO2)	63,61	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 12	106,15						43,51 €		7,4738 €	170,97 €
Caso 13 (UO1)	62,46	T2	3		4,86	0,4474 €	26,11 €		4,0632 €	112,63 €
Caso 13 (UO2)	71,67	T1	2		3,24	0,4474 €	17,40 €		3,4106 €	96,10 €
Caso 13	134,13						43,51 €		7,4738 €	170,97 €



Tabela 133 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Básica

Custo Anual de Energia - Reabilitação Básica																								
Casos	m2	Tipologia	Número de Ocupantes	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	Custo anual (€)												
												Aquecimento	Arrefecimento	AQS	H2O	Investimento Inicial (€)	Custo anual total (€)							
Caso 1 (U01)	35,14	T1	2	280,44	81,83	0,83	16	54,41	75,78	1.754,13 €	1,73 €	356,58 €	196,96 €	31.016,50 €	2.309,40 €									
	50,54	T2	3	417,5	113,65	3,76	16	50,47	70,3	3.755,88 €	11,28 €	475,72 €	263,92 €	44.609,39 €	4.506,79 €									
Caso 1													361,29	100,60	2,56	16,00	72,55	5.510,01 €	13,01 €	832,30 €	423,10 €	75.625,89 €	6.816,19 €	
Caso 2 (U03)	39,21	T1	2	364,66	95,51	0,45	16	79,18	61,27	2.545,10 €	1,05 €	579,02 €	196,96 €	34.608,91 €	3.322,12 €									
	37,5	T0	2	349,09	90,3	2,31	16	81,49	63,06	2.330,18 €	5,14 €	569,92 €	196,96 €	33.099,57 €	3.102,19 €									
Caso 2 (U05)	21,69	T1	2	363,51	103,32	0,23	16	140,92	109,05	1.403,45 €	0,30 €	570,05 €	196,96 €	19.144,79 €	2.170,75 €									
	37,08	T0	2	455,76	113,26	2,34	16	82,43	63,79	3.008,13 €	5,15 €	570,04 €	196,96 €	32.728,85 €	3.780,27 €									
Caso 2													385,10	100,18	1,45	16,00	70,10	9.286,85 €	11,63 €	2.289,02 €	674,51 €	119.582,12 €	12.375,33 €	
Caso 3													69,99	107,45	2,12	16	66,07	51,13	4.091,28 €	8,73 €	855,03 €	196,96 €	61.247,44 €	4.955,04 €
Caso 4 (U01)	23,47	T0	2	223,03	82,49	2,08	16	130,23	100,78	931,74 €	2,99 €	570,04 €	196,96 €	20.715,92 €	1.701,63 €									
	28,17	T2	3	190,42	78,58	2,05	16	162,75	125,94	954,82 €	3,43 €	855,04 €	263,92 €	24.864,39 €	2.077,20 €									
Caso 4 (U03)	26,37	T1	2	385,01	98,77	0,31	16	115,91	89,69	1.807,18 €	0,49 €	570,05 €	196,96 €	23.275,62 €	2.574,67 €									
	63,73	T2	3	422,86	112,86	0,37	16	47,96	37,11	4.796,90 €	1,40 €	570,04 €	263,92 €	56.251,61 €	5.632,25 €									
Caso 4													141,74	98,40	0,98	16,00	97,04	75,09	8.490,64 €	8,21 €	2.565,16 €	808,43 €	125.107,54 €	11.985,75 €
Caso 5 (U01)	37,24	T0	2	233,69	77,93	4,26	16	82,41	63,77	1.549,07 €	9,41 €	572,36 €	196,96 €	32.870,08 €	2.327,79 €									
	71,08	T3	4	356,89	93,56	0,97	16	82,02	63,47	4.515,46 €	4,09 €	1.087,29 €	330,88 €	62.739,13 €	5.937,72 €									
Caso 5													108,32	88,19	2,10	16,00	63,57	60,64	6.064,52 €	13,50 €	1.659,65 €	490,06 €	95.609,20 €	8.265,51 €
Caso 6 (U01)	68,94	T2	3	129,11	74,02	1,71	16	66,5	51,46	1.584,35 €	6,99 €	855,01 €	263,92 €	60.850,24 €	2.710,27 €									
	71,54	T2	3	249,45	79,88	1,73	16	64,09	49,59	3.116,53 €	7,34 €	855,10 €	263,92 €	63.145,15 €	4.302,89 €									
Caso 6													140,48	77,00	1,72	16,00	65,27	50,51	4.760,88 €	14,34 €	1.710,11 €	490,06 €	123.995,39 €	7.013,16 €
Caso 7 (U01)	37,24	T1	2	157,21	74,02	1,59	16	82,08	63,51	1.042,10 €	3,51 €	570,07 €	196,96 €	32.870,08 €	1.812,64 €									
	90,94	T3	4	235,88	87,04	2,37	16	67,22	52,02	3.818,27 €	12,79 €	1.140,07 €	330,88 €	80.268,66 €	5.302,00 €									
Caso 7													128,18	83,26	2,14	16,00	71,54	55,36	4.860,37 €	16,30 €	1.710,14 €	490,06 €	113.138,73 €	7.114,64 €
Caso 8	66,76	T2	3	252,73	84,44	2,98	16	68,68	53,14	3.003,26 €	11,80 €	855,12 €	263,92 €	58.926,06 €	4.134,10 €									
	159,81	T3	4	260,6	79,88	0,81	16	38,25	29,6	7.413,07 €	7,88 €	1.140,02 €	330,88 €	141.057,12 €	8.891,66 €									
Caso 10													57,64	81,83	1,02	16	53,03	41,03	2.621,61 €	3,49 €	570,07 €	196,96 €	50.876,24 €	3.392,12 €
Caso 11	63,23	T3	4	315,94	104,63	0,71	16	96,68	74,81	3.555,89 €	2,66 €	1.140,09 €	330,88 €	55.810,28 €	5.029,52 €									
	42,54	T2	3	422,17	98,77	2,89	16	71,85	55,6	3.196,72 €	7,29 €	570,04 €	263,92 €	37.548,15 €	4.037,97 €									
Caso 12 (U02)	63,61	T1	2	289,85	82,49	4,43	16	72,08	55,77	3.281,85 €	16,72 €	855,10 €	196,96 €	56.145,69 €	4.350,63 €									
	106,15			342,88	89,01	3,81	16,00	71,99	55,70	6.478,57 €	24,01 €	1.425,14 €	423,10 €	93.693,84 €	8.388,60 €									
Caso 13 (U01)	62,46	T2	3	181,79	74,02	1,38	16	48,94	37,87	2.021,12 €	5,11 €	570,09 €	263,92 €	55.130,64 €	2.860,24 €									
	71,67	T1	2	335,12	90,3	3,07	16	63,97	49,5	4.225,21 €	13,05 €	855,05 €	196,96 €	63.259,89 €	5.340,28 €									
Caso 13													134,13	82,72	2,28	16,00	56,97	44,08	6.296,33 €	18,17 €	1.425,14 €	423,10 €	118.390,53 €	8.200,52 €



Tabela 134 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Energética

Casos	m2	Tipologia	kwh/m2.ano	Nac	NI	kwh/m2.ano	Nvc	kwh/m2.ano	Nv	kwh/m2.ano	Nac	Na	kwh/m2.ano	Custo anual de Energia - Reabilitação Energética								
														Custo anual (€)			Custo anual total	Poupança anual	Custo de investimento	Variação do CI	Variação do CA	Período de Retorno
														Aquecimento	Arrefecimento	AOS						
Case 1 (U01)	35,14	T1	68,33	79,23	5,26	16	55,18	68,92	275,99 €	10,97 €	193,90 €	196,96 €	67,82 €	1.631,58 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 1 (U02)	50,54	T2	112,81	114,04	6,97	16	38,93	72,39	655,34 €	20,90 €	196,75 €	263,92 €	1.136,91 €	3.369,88 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 1	85,68		94,57	99,76	6,27	16,00	45,59	70,97	931,33 €	31,87 €	390,65 €	423,10 €	1.814,72 €	5.001,46 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 2 (U03)	39,21	T1	86,49	96,16	2,09	16	38,58	62,54	389,80 €	4,86 €	211,78 €	196,96 €	803,40 €	2.518,72 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 2 (U04)	37,5	T0	80,04	90,95	3,6	16	51,34	64,36	345,00 €	8,01 €	269,54 €	196,96 €	819,50 €	2.282,69 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 2 (U05)	21,69	T1	93,22	102,02	2,11	16	67,93	110,11	232,41 €	2,72 €	206,28 €	196,96 €	638,35 €	1.532,39 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 2 (U06)	37,08	T0	92,18	113,65	2,25	16	40,57	65,75	392,88 €	4,95 €	210,61 €	196,96 €	805,39 €	2.974,88 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 2	135,48		87,34	100,44	2,55	16,00	47,36	71,54	1.360,09 €	20,54 €	888,20 €	674,51 €	3.066,65 €	9.308,68 €	152.736,06 €	33.153,95 €	9.308,68 €	3,56				
Case 3	69,39	T2	105,54	108,31	3	16	26,71	52,1	841,77 €	12,35 €	259,48 €	196,96 €	1.310,56 €	3.644,48 €	82.790,98 €	21.543,54 €	3.644,48 €	5,91				
Case 4 (U01)	23,47	T0	55,63	83,79	4,55	16	62,21	105,54	150,07 €	6,34 €	204,41 €	196,96 €	557,77 €	1.143,86 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 4 (U02)	28,17	T2	49,34	79,23	4,19	16	67,46	131,59	159,76 €	7,00 €	266,05 €	263,92 €	696,73 €	1.380,47 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 4 (U03)	26,37	T1	83,21	100,07	2,43	16	51,19	93,63	252,21 €	3,80 €	203,75 €	196,96 €	656,72 €	1.917,95 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 4 (U04)	63,73	T2	107,81	114,04	2,66	16	10,54	38,75	789,78 €	10,06 €	94,04 €	263,92 €	1.157,75 €	4.474,50 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 4	141,74		82,97	99,51	3,23	16,00	38,72	78,47	1.351,78 €	27,20 €	768,25 €	808,43 €	3.068,98 €	8.916,77 €	160.510,24 €	35.402,70 €	8.916,77 €	3,97				
Case 5 (U01)	37,24	T0	73,65	78,58	11,09	16	38,93	66,23	315,26 €	24,50 €	202,97 €	196,96 €	739,68 €	1.588,11 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 5 (U02)	71,08	T3	93,16	94,86	4,33	16	37,45	69,49	761,13 €	18,26 €	322,67 €	330,98 €	1.482,94 €	4.454,78 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 5	108,32		86,45	89,26	6,65	16,00	37,96	68,37	1.076,38 €	42,77 €	575,64 €	490,06 €	2.222,62 €	6.092,89 €	118.491,03 €	22.881,83 €	6.092,89 €	3,79				
Case 6 (U01)	68,94	T2	58,8	74,02	4,49	16	28,12	52,41	465,94 €	18,37 €	271,40 €	263,92 €	1.019,63 €	1.690,65 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 6 (U02)	71,54	T2	79,14	80,53	3,48	16	27,19	50,68	650,77 €	14,77 €	272,32 €	263,92 €	1.201,78 €	3.101,11 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 6	140,48		69,16	77,24	3,98	16,00	27,65	51,53	1.116,71 €	33,14 €	543,73 €	490,06 €	2.222,40 €	4.791,76 €	153.992,75 €	29.997,36 €	4.791,76 €	6,26				
Case 7 (U01)	37,24	T1	58,39	74,02	3,49	16	39,96	64,94	249,94 €	7,71 €	208,34 €	196,96 €	662,94 €	1.149,70 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 7 (U02)	90,94	T3	79,63	87,7	2,96	16	29,53	52,25	832,36 €	15,97 €	375,96 €	330,98 €	1.555,18 €	3.746,83 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 7	128,18		73,46	83,73	3,11	16,00	32,56	55,94	1.082,30 €	23,68 €	584,30 €	490,06 €	2.218,11 €	4.896,53 €	139.117,48 €	25.978,74 €	4.896,53 €	5,31				
Case 8	66,76	T2	84,86	85,09	4,94	16	28,16	54,93	651,18 €	19,57 €	263,19 €	263,92 €	1.197,86 €	2.936,24 €	78.574,5 €	19.831,39 €	2.936,24 €	6,75				
Case 9	57,64	T1	78,05	82,49	2,9	16	24,21	42	517,10 €	9,92 €	195,37 €	196,96 €	919,34 €	2.472,78 €	67.090,11 €	16.213,87 €	2.472,78 €	6,56				
Case 10	159,81	T3	80,33	80,53	3,87	16	16,49	30,82	1.475,58 €	9,20 €	368,94 €	330,98 €	2.212,09 €	6.679,57 €	167.954,80 €	26.897,69 €	6.679,57 €	4,03				
Case 11	63,23	T3	107,78	110	2,87	16	58,28	77,33	783,33 €	10,77 €	515,91 €	330,98 €	1.640,88 €	3.388,64 €	75.252,49 €	19.442,20 €	3.388,64 €	5,74				
Case 12 (U01)	42,54	T2	99,15	100,72	3,06	16	15,92	57,12	484,81 €	7,72 €	94,81 €	263,92 €	851,26 €	3.186,71 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 12 (U02)	63,61	T1	73,89	82,49	6,07	16	41,45	57	540,25 €	22,91 €	369,13 €	196,96 €	1.129,24 €	3.221,39 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 12	106,15		84,01	89,80	4,86	16,00	31,27	57,05	1.025,06 €	30,63 €	463,94 €	423,10 €	1.980,50 €	6.408,10 €	122.921,36 €	29.227,52 €	6.408,10 €	4,56				
Case 13 (U01)	62,46	T2	71,91	74,02	5,6	16	10,67	38,27	516,26 €	20,75 €	93,30 €	263,92 €	894,24 €	1.966,01 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 13 (U02)	71,67	T1	89,42	91,6	3,49	16	36,48	50,17	736,64 €	14,84 €	366,03 €	196,96 €	1.314,47 €	4.025,81 €	99.396,09 €	23.770,19 €	5.001,46 €	4,75				
Case 13	134,13		81,27	83,41	4,47	16,00	24,46	44,63	1.252,90 €	35,59 €	499,34 €	423,10 €	2.208,70 €	5.991,82 €	146.458,51 €	28.067,98 €	5.991,82 €	4,68				



Tabela 135 - Custo Anual de Energia - Reabilitação Sustentável

Casos	m2	Tipologia	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	kwh/m2.ano	Custo anual de Energia - Reabilitação Sustentável																
									Custo anual (€)										Custo anual total	Poupança anual	Custo de investimento	Variação do CI	Variação do CA	Período de Retorno	
									Aquecimento	Arefeimento	AQS	H2O	Aquecimento	Arefeimento	AQS	H2O	Aquecimento	Arefeimento							AQS
Au	Nic	Nic	Nic	Nv	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac	Nac		
Caseo 1 (UO1)	35,14	T1	69,78	79,23	7,36	16	18,3	68,92	159,81 €	15,35 €	90,03 €	96,10 €	361,28 €	1.948,12 €											
Caseo 1 (UO2)	50,54	T2	109,66	114,04	8,95	16	13,28	72,39	346,32 €	26,84 €	93,96 €	112,63 €	578,76 €	3.928,03 €											
Caseo 1	85,68		93,30	99,76	8,30	16,00	15,34	70,97	505,13 €	42,18 €	183,99 €	170,97 €	940,04 €	5.876,14 €										6,15	
Caseo 2 (UO3)	39,21	T1	83,9	96,16	4,32	16	16,42	62,54	214,40 €	10,05 €	90,14 €	96,10 €	410,69 €	2.911,43 €											
Caseo 2 (UO4)	37,5	T0	78,94	90,95	5,89	16	16,9	64,36	192,93 €	13,11 €	88,73 €	96,10 €	390,86 €	2.711,33 €											
Caseo 2 (UO5)	21,69	T1	91,12	102,02	2,11	16	28,92	110,11	128,81 €	2,72 €	87,82 €	96,10 €	315,44 €	1.855,30 €											
Caseo 2 (UO6)	37,08	T0	90,1	113,65	2,25	16	17,27	65,75	217,74 €	4,95 €	89,65 €	96,10 €	408,44 €	3.371,83 €											
Caseo 2	135,48		85,38	100,44	3,83	16,00	18,79	71,54	753,87 €	30,82 €	356,33 €	271,09 €	1.525,42 €	10.849,90 €										4,19	
Caseo 3	69,39	T2	96,89	108,31	5,11	16	8,25	52,1	438,17 €	21,04 €	80,15 €	96,10 €	635,45 €	4.319,59 €											
Caseo 4 (UO1)	23,47	T0	55,63	83,79	4,55	16	24,82	105,54	85,09 €	6,34 €	81,55 €	96,10 €	269,08 €	1.432,55 €											
Caseo 4 (UO2)	28,17	T2	72,74	79,23	5,69	16	20,83	131,59	133,54 €	9,51 €	82,15 €	112,63 €	337,84 €	1.739,36 €											
Caseo 4 (UO3)	26,37	T1	83,21	100,07	2,43	16	22,02	93,63	143,00 €	3,80 €	81,29 €	96,10 €	324,20 €	2.250,47 €											
Caseo 4 (UO4)	63,73	T2	90,23	114,04	5,28	16	0	38,75	374,76 €	19,97 €	0,00 €	112,63 €	507,36 €	5.124,89 €											
Caseo 4	141,74		79,72	99,51	4,71	16,00	12,35	78,47	736,40 €	39,61 €	245,00 €	304,16 €	1.438,49 €	10.547,27 €											4,53
Caseo 5 (UO1)	37,24	T0	73,06	78,58	13,76	16	15,46	66,23	177,32 €	30,40 €	80,60 €	96,10 €	384,43 €	1.943,37 €											
Caseo 5 (UO2)	71,08	T3	73,81	94,36	7,67	16	12,83	69,49	341,92 €	32,35 €	127,67 €	190,47 €	692,41 €	5.245,31 €											
Caseo 5	108,32		73,55	89,26	9,76	16,00	13,73	68,37	519,24 €	62,75 €	208,28 €	248,80 €	1.076,84 €	7.188,67 €											4,90
Caseo 6 (UO1)	68,94	T2	44,02	74,02	7,91	16	9,55	52,41	197,78 €	32,36 €	92,17 €	112,63 €	434,94 €	2.275,33 €											
Caseo 6 (UO2)	71,54	T2	59,82	80,53	6,08	16	9,24	50,68	278,91 €	25,81 €	92,54 €	112,63 €	509,89 €	3.793,00 €											
Caseo 6	140,48		52,07	77,34	6,98	16,00	9,39	51,53	476,69 €	58,16 €	184,72 €	187,50 €	944,84 €	6.068,32 €											6,98
Caseo 7 (UO1)	37,24	T1	61,52	74,02	5,47	16	16,94	64,94	149,31 €	12,09 €	88,32 €	96,10 €	345,82 €	1.466,82 €											
Caseo 7 (UO2)	90,94	T3	63,76	87,7	5,61	16	11,02	52,25	377,89 €	30,27 €	140,30 €	190,47 €	738,93 €	4.563,07 €											
Caseo 7	128,18		63,11	83,73	5,57	16,00	12,74	55,94	527,20 €	42,36 €	228,62 €	248,80 €	1.084,75 €	6.029,89 €											6,36
Caseo 8	66,76	T2	68,42	85,09	8,04	16	8,7	54,93	297,69 €	31,85 €	81,31 €	112,63 €	523,48 €	3.610,61 €											
Caseo 9	57,64	T1	66,44	82,49	5,72	16	9,33	42	249,58 €	19,56 €	75,29 €	96,10 €	400,54 €	2.951,59 €											
Caseo 10	159,81	T3	60,6	80,53	6,52	16	5,57	30,82	631,16 €	61,82 €	124,62 €	190,47 €	1.008,07 €	7.883,58 €											
Caseo 11	63,23	T3	92,81	110	5,16	16	16,91	77,33	382,46 €	19,36 €	149,69 €	190,47 €	741,97 €	4.287,54 €											
Caseo 12 (UO1)	42,54	T2	86,08	100,72	6,33	16	0	57,12	234,65 €	15,98 €	0,00 €	112,63 €	367,26 €	3.670,71 €											
Caseo 12 (UO2)	63,61	T1	56,59	82,49	9,26	16	21,25	5,7	34,95 €	34,95 €	189,24 €	96,10 €	922,15 €	3.795,74 €											
Caseo 12	106,15		68,41	89,80	8,09	16,00	12,73	57,05	269,60 €	50,93 €	189,24 €	170,97 €	922,15 €	7.466,45 €											5,57
Caseo 13 (UO1)	62,46	T2	53,2	74,02	8,77	16	0	38,27	216,56 €	32,50 €	0,00 €	112,63 €	361,70 €	2.498,55 €											
Caseo 13 (UO2)	71,67	T1	70,4	91,6	6,88	16	18,71	50,17	328,83 €	28,41 €	187,73 €	96,10 €	641,07 €	4.699,20 €											
Caseo 13	134,13		62,39	83,41	7,65	16,00	10,00	44,63	545,39 €	60,91 €	187,73 €	170,97 €	1.002,77 €	7.197,75 €											5,61



Anexo 3

Figura 27 - Relatório Energético - Caso 1 - UO1

SolTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											

Campo de colectores											

Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
1 módulos (2,3 m ²)											
Inclinação 29° - Azimute -45°											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m ² /K a2= 0,013 w/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91			
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador											

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,03 l/s)											

Depósito											

Modelo: típico 100 l											
Volume: 100 l											
Área externa: 1,60 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição deitada											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K											
Um conjunto depósito/permutador											

Localização, posição e envolvente do sistema											

Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
Obstruções do horizonte: vida											
Orientação do painel: inclinação 29° - azimute -45°											

Balço energético mensal e anual											

	Rad.Horiz.	Rad.Inclin.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	63	,	40	130	90					
Fevereiro	67	72	,	45	117	72					
Março	108	114	,	70	130	59					
Abril	140	140	,	83	126	43					
Maio	170	162	,	93	130	36					
Junho	189	176	,	100	126	25					
Julho	203	188	,	110	130	20					
Agosto	181	179	,	109	130	21					
Setembro	128	133	,	87	126	38					
Outubro	92	101	,	67	130	63					
Novembro	58	70	,	46	126	80					
Dezembro	46	54	,	35	130	95					
Anual	1433	1452	,	885	1528	642					

Fracção solar: 58,0%											
Rendimento global anual do sistema: 27% Produtividade: 385 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											

Caso1_U01 05-12-2012 16:46:45											



Figura 28 - Relatório Energético - Caso 1 - UO2

SolTerm 5.0
Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
2 módulos (4,6 m²)
Inclinação 29° - Azimute -45°

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 W/m²/K a2= 0,013 W/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 150 l
Volume: 150 l
Área externa: 2,20 m²
Material: médio condutor de calor
Posição deitada
Deflectores interiores
Coefficiente de perdas térmicas: 2,76 W/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: Vidal

orientação do painel: inclinação 29° - azimute -45°

Balanco energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	63	,	80	195	115
Fevereiro	67	72	,	90	176	86
Março	108	114	,	136	195	59
Abril	140	140	1,	152	188	36
Maió	170	162	3,	166	195	28
Junho	189	176	13,	170	188	19
Julho	203	188	13,	184	195	10
Agosto	181	179	11,	186	195	9
Setembro	128	133	,	160	188	29
Outubro	92	101	,	134	195	61
Novembro	58	70	,	92	188	96
Dezembro	46	54	,	70	195	125
Anual	1433	1452	42,	1619	2292	673

Fracção solar: 70,6%

Rendimento global anual do sistema: 24% Produtividade: 352 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso1_U02 | 05-12-2012 16:48:08 |

**Figura 29 - Relatório Energético - Caso 2 - UO3 e UO5**

SolTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											
Campo de colectores											
Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
1 módulos (2,3 m ²)											
Inclinação 22° - Azimute 45°											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 W/m ² /K a2= 0,013 W/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00
Permutador											
Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,03 l/s)											
Depósito											
Modelo: típico 100 l											
Volume: 100 l											
Área externa: 1,60 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição deitada											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 W/K											
Um conjunto depósito/permutador											
Localização, posição e envolvente do sistema											
Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
Obstruções do horizonte: vida!											
orientação do painel: inclinação 22° - azimute 45°											
Balço energético mensal e anual											
	Rad. Horiz.	Rad. Inclín.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	59	,	38	130	91					
Fevereiro	67	71	,	46	117	71					
Março	108	108	,	69	130	61					
Abril	140	130	,	82	126	44					
Maio	170	159	,	97	130	32					
Junho	189	173	,	103	126	23					
Julho	203	186	,	114	130	15					
Agosto	181	169	,	110	130	20					
Setembro	128	122	,	85	126	41					
Outubro	92	97	,	68	130	62					
Novembro	58	68	,	46	126	80					
Dezembro	46	51	,	33	130	97					
Anual	1433	1394	,	892	1528	636					
Fracção solar: 58,4%											
Rendimento global anual do sistema: 28% Produtividade: 388 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											
Caso2_U03e5 05-12-2012 16:53:07											



Figura 30 - Relatório Energético - Caso 2 - UO4 e UO6

SolTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											

Campo de colectores											

Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
1 módulos (2,3 m ²)											
Inclinação 22° - Azimute 45°											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m ² /K a2= 0,013 w/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador											

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,03 l/s)											

Depósito											

Modelo: típico 100 l											
Volume: 100 l											
Área externa: 1,60 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição deitada											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K											
Um conjunto depósito/permutador											

Localização, posição e envolvente do sistema											

Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
Obstruções do horizonte: vida!											
orientação do painel: inclinação 22° - azimute 45°											

Balanco energético mensal e anual											

	Rad.Horiz.	Rad.Inclin.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	59	,	38	130	91					
Fevereiro	67	71	,	46	117	71					
Março	108	108	,	69	130	61					
Abril	140	130	,	82	126	44					
Maio	170	159	,	97	130	32					
Junho	189	173	,	103	126	23					
Julho	203	186	,	114	130	15					
Agosto	181	169	,	110	130	20					
Setembro	128	122	,	85	126	41					
Outubro	92	97	,	68	130	62					
Novembro	58	68	,	46	126	80					
Dezembro	46	51	,	33	130	97					
Anual	1433	1394	,	892	1528	636					

Fracção solar: 58,4%											
Rendimento global anual do sistema: 28% Produtividade: 388 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											
Caso2_U04e6 05-12-2012 16:54:38											



Figura 31 - Relatório Energético - Caso 3 - UO2

solTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
 Tipo: Plano
 2 módulos (4,6 m²)
 Inclinação 22° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 150 l
 Volume: 150 l
 Área externa: 2,20 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição deitada
 Deflectores interiores
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/k

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
 Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

Orientação do painel: inclinação 22° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	72	,	89	195	106
Fevereiro	67	88	,	102	176	73
Março	108	129	,	143	195	51
Abril	140	152	2,	156	188	32
Maió	170	174	7,	170	195	25
Junho	189	189	20,	171	188	17
Júlio	203	204	26,	187	195	8
Agosto	181	193	20,	188	195	6
Setembro	128	149	3,	165	188	24
Outubro	92	117	,	147	195	47
Novembro	58	83	,	105	188	84
Dezembro	46	69	,	84	195	110
Anual	1433	1621	79,	1708	2292	584

Fracção solar: 74,5%
 Rendimento global anual do sistema: 23% Produtividade: 371 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso3_UO2 | 05-12-2012 15:54:41 |



Figura 32 - Relatório Energético - Caso 4 - UO1 e UO3

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
 Tipo: Plano
 1 módulos (2,3 m²)
 Inclinação 22° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,03 l/s)

Depósito

Modelo: típico 100 l
 volume: 100 l
 Área externa: 1,60 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição deitada
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
 Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

orientação do painel: inclinação 22° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	72	,	45	130	85
Fevereiro	67	88	,	53	117	65
Março	108	129	,	77	130	53
Abril	140	152	,	88	126	38
Maio	170	174	,	98	130	31
Junho	189	189	,	104	126	22
Julho	203	204	,	115	130	15
Agosto	181	193	,	114	130	16
Setembro	128	149	,	94	126	32
Outubro	92	117	,	76	130	54
Novembro	58	83	,	53	126	73
Dezembro	46	69	,	42	130	87
Anual	1433	1621	,	957	1528	571

Fracção solar: 62,6%

Rendimento global anual do sistema: 26% Produtividade: 416 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso4_UO1 | 05-12-2012 15:57:28 |

**Figura 33 - Relatório Energético - Caso 4 - UO2 e UO4**

SolTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											

Campo de colectores											

Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
2 módulos (4,6 m ²)											
Inclinação 22° - Azimute Sul											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m ² /K a2= 0,013 w/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador											

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,06 l/s)											

Depósito											

Modelo: típico 150 l											
Volume: 150 l											
Área externa: 2,20 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição deitada											
Deflectores interiores											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K											
Um conjunto depósito/permutador											

Localização, posição e envolvente do sistema											

Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)											
orientação do painel: inclinação 22° - azimute 0°											

Balanco energético mensal e anual											

	Rad. Horiz.	Rad. Inclín.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	72	,	89	195	106					
Fevereiro	67	88	,	102	176	73					
Março	108	129	,	143	195	51					
Abril	140	152	2,	156	188	32					
Maio	170	174	7,	170	195	25					
Junho	189	189	20,	171	188	17					
Julho	203	204	26,	187	195	8					
Agosto	181	193	20,	188	195	6					
Setembro	128	149	3,	165	188	24					
Outubro	92	117	,	147	195	47					
Novembro	58	83	,	105	188	84					
Dezembro	46	69	,	84	195	110					
Anual	1433	1621	79,	1708	2292	584					

Fracção solar: 74,5%											
Rendimento global anual do sistema: 23% Produtividade: 371 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											
Caso4_UO2e4 05-12-2012 16:00:55											

**Figura 34 - Relatório Energético - Caso 5 - UO1 e UO2**

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
1 módulos (2,3 m²)
Inclinação 23° - Azimute Sul

Coeficientes de perdas térmicas: a₁= 3,900 W/m²/K a₂= 0,013 W/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,03 l/s)

Depósito

Modelo: típico 100 l
Volume: 100 l
Área externa: 1,60 m²
Material: médio condutor de calor
Posição deitada
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 W/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Orientação do painel: inclinação 23° - azimute 0°

Balanco energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	73	,	45	130	84
Fevereiro	67	89	,	53	117	64
Março	108	130	,	77	130	53
Abril	140	152	,	88	126	38
Maio	170	174	,	98	130	31
Junho	189	188	,	104	126	22
Julho	203	204	,	115	130	15
Agosto	181	194	,	114	130	16
Setembro	128	149	,	94	126	32
Outubro	92	118	,	77	130	53
Novembro	58	84	,	53	126	72
Dezembro	46	70	,	43	130	87
Anual	1433	1626	,	961	1528	567

Fracção solar: 62,9%

Rendimento global anual do sistema: 26% Produtividade: 418 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso5_U01 | 05-12-2012 16:03:21 |

**Figura 35 - Relatório Energético - Caso 6 - UO1 e UO2**

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
2 módulos (4,6 m²)
Inclinação 22° - Azimute -45°

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 150 l
Volume: 150 l
Área externa: 2,20 m²
Material: médio condutor de calor
Posição deitada
Deflectores interiores
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

orientação do painel: inclinação 22° - azimute -45°

Balanco energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	66	,	77	195	118
Fevereiro	67	81	,	92	176	84
Março	108	122	,	135	195	59
Abril	140	148	,	153	188	35
Maio	170	171	5,	168	195	27
Junho	189	188	18,	170	188	18
Júlio	203	201	19,	185	195	9
Agosto	181	188	12,	187	195	8
Setembro	128	142	,	161	188	28
Outubro	92	108	,	135	195	60
Novembro	58	74	,	90	188	99
Dezembro	46	62	,	71	195	124
Anual	1433	1552	54,	1623	2292	669

Fracção solar: 70,8%
Rendimento global anual do sistema: 23% Produtividade: 353 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso6_U01e2 | 05-12-2012 16:07:26 |



Figura 36 - Relatório Energético - Caso 7 - UO1

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
 Tipo: Plano
 1 módulos (2,3 m²)
 Inclinação 22° - Azimute -45°

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,03 l/s)

Depósito

Modelo: típico 100 l
 Volume: 100 l
 Área externa: 1,60 m²
 Material: médio condutor de calor
 Posição deitada
 Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
 Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
 TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

orientação do painel: inclinação 22° - azimute -45°

Balanco energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	66	,	39	130	91
Fevereiro	67	81	,	46	117	71
Março	108	122	,	70	130	59
Abril	140	148	,	84	126	42
Maio	170	171	,	96	130	34
Junho	189	188	,	103	126	23
Julho	203	201	,	112	130	18
Agosto	181	188	,	110	130	20
Setembro	128	142	,	88	126	37
Outubro	92	108	,	68	130	62
Novembro	58	74	,	45	126	81
Dezembro	46	62	,	36	130	94
Anual	1433	1552	,	896	1528	632

Fracção solar: 58,6%
 Rendimento global anual do sistema: 25% Produtividade: 390 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso7_U01 | 05-12-2012 16:09:57 |



Figura 37 - Relatório Energético - Caso 7 - UO2

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
2 módulos (4,6 m²)
Inclinação 22° - Azimute -45°

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 200 l
Volume: 200 l
Área externa: 2,70 m²
Material: médio condutor de calor
Posição vertical
Deflectores interiores
Coeficiente de perdas térmicas: 2,70 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

Orientação do painel: inclinação 22° - azimute -45°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	66	,	90	260	170
Fevereiro	67	81	,	108	234	126
Março	108	122	,	164	260	95
Abril	140	148	,	192	251	59
Maió	170	171	,	216	260	43
Junho	189	188	4,	224	251	28
Julho	203	201	2,	244	260	16
Agosto	181	188	,	244	260	16
Setembro	128	142	,	203	251	48
Outubro	92	108	,	160	260	100
Novembro	58	74	,	104	251	147
Dezembro	46	62	,	82	260	178
Anual	1433	1552	6,	2029	3056	1027

Fracção solar: 66,4%

Rendimento global anual do sistema: 28% Produtividade: 441 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso7_U02 | 05-12-2012 16:11:12 |

**Figura 38 - Relatório Energético - Caso 8 - UO1**

solTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colectores: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
2 módulos (4,6 m²)
Inclinação 22° - Azimute sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 150 l
volume: 150 l
Área externa: 2,20 m²
Material: médio condutor de calor
Posição deitada
Deflectores interiores
Coefficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

orientação do painel: inclinação 22° - azimute 0°

Balanco energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	72	,	89	195	106
Fevereiro	67	88	,	102	176	73
Março	108	129	,	143	195	51
Abril	140	152	2,	156	188	32
Maió	170	174	7,	170	195	25
Junho	189	189	20,	171	188	17
Julho	203	204	26,	187	195	8
Agosto	181	193	20,	188	195	6
Setembro	128	149	3,	165	188	24
Outubro	92	117	,	147	195	47
Novembro	58	83	,	105	188	84
Dezembro	46	69	,	84	195	110
Anual	1433	1621	79,	1708	2292	584

Fracção solar: 74,5%
Rendimento global anual do sistema: 23% Produtividade: 371 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso8_UO1 | 05-12-2012 16:12:55 |



Figura 39 - Relatório Energético - Caso 9 - UO1

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo

Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Orientação do painel: inclinação 31° - azimute 0°
-----Balanço energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	79	,	51	130	79
Fevereiro	67	94	,	57	117	60
Março	108	134	,	80	130	50
Abril	140	153	,	88	126	37
Maio	170	171	,	97	130	33
Junho	189	183	,	102	126	23
Julho	203	199	,	113	130	17
Agosto	181	193	,	113	130	16
Setembro	128	153	,	96	126	30
Outubro	92	124	,	81	130	48
Novembro	58	90	,	59	126	66
Dezembro	46	77	,	49	130	81
Anual	1433	1651	,	988	1528	540

Fracção solar: 64,7%

Rendimento global anual do sistema: 26%

Produtividade: 429 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso9_U01 | 05-12-2012 16:14:26 |

volum. 100 |

Área externa: 1,60 m²

Material: médio condutor de calor

Posição deitada

Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 W/K

Um conjunto depósito/permutador
-----Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo

Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Orientação do painel: inclinação 31° - azimute 0°
-----Balanço energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	79	,	51	130	79
Fevereiro	67	94	,	57	117	60
Março	108	134	,	80	130	50
Abril	140	153	,	88	126	37
Maio	170	171	,	97	130	33
Junho	189	183	,	102	126	23
Julho	203	199	,	113	130	17
Agosto	181	193	,	113	130	16
Setembro	128	153	,	96	126	30
Outubro	92	124	,	81	130	48
Novembro	58	90	,	59	126	66
Dezembro	46	77	,	49	130	81
Anual	1433	1651	,	988	1528	540

Fracção solar: 64,7%

Rendimento global anual do sistema: 26%

Produtividade: 429 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso9_U01 | 05-12-2012 16:14:26 |

**Figura 40 - Relatório Energético - Caso 10 - UO1**

SolTerm 5.0

Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500
Tipo: Plano
2 módulos (4,6 m²)
Inclinação 25° - Azimute sulCoeficientes de perdas térmicas: a₁= 3,900 w/m²/K a₂= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,06 l/s)

Depósito

Modelo: típico 200 l
Volume: 200 l
Área externa: 2,70 m²
Material: médio condutor de calor
Posição vertical
Deflectores interiores
Coeficiente de perdas térmicas: 2,70 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

orientação do painel: inclinação 25° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad. Horiz. kwh/m ²	Rad. Inclín. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	75	,	109	260	151
Fevereiro	67	90	,	126	234	109
Março	108	131	,	179	260	81
Abril	140	153	,	198	251	53
Maió	170	174	,	219	260	40
Junho	189	187	5,	224	251	27
Julho	203	203	3,	246	260	14
Agosto	181	194	2,	247	260	12
Setembro	128	151	,	211	251	40
Outubro	92	120	,	181	260	78
Novembro	58	86	,	128	251	123
Dezembro	46	72	,	103	260	156
Anual	1433	1634	10,	2171	3056	884

Fracção solar: 71,1%

Rendimento global anual do sistema: 29%

Produtividade: 472 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso10_UO1 | 05-12-2012 16:15:51 |

**Figura 41 - Relatório Energético - Caso 11 - UO1**

SolTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											
Campo de colectores											
Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
2 módulos (4,6 m ²)											
Inclinação 22° - Azimute sul											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m ² /K a2= 0,013 w/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00
Permutador											
Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,06 l/s)											
Depósito											
Modelo: típico 200 l											
Volume: 200 l											
Área externa: 2,70 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição vertical											
Deflectores interiores											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,70 w/K											
Um conjunto depósito/permutador											
Localização, posição e envolvente do sistema											
Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
Obstruções do horizonte: caso11											
Orientação do painel: inclinação 22° - azimute 0°											
Balanço energético mensal e anual											
	Rad. Horiz.	Rad. Inclín.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	46	,	71	260	188					
Fevereiro	67	72	,	111	234	124					
Março	108	119	,	173	260	86					
Abril	140	145	,	197	251	54					
Maio	170	171	,	220	260	40					
Junho	189	185	6,	225	251	26					
Julho	203	199	3,	246	260	13					
Agosto	181	186	1,	247	260	12					
Setembro	128	140	,	209	251	43					
Outubro	92	101	,	167	260	93					
Novembro	58	57	,	93	251	158					
Dezembro	46	28	,	34	260	226					
Anual	1433	1449	10,	1992	3056	1063					
Fracção solar: 65,2%											
Rendimento global anual do sistema: 30% Produtividade: 433 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											
Caso11_UO1 05-12-2012 17:10:27											

**Figura 42 - Relatório Energético - Caso 12 e 13 - UO1**

solTerm 5.0											
Licenciado a João Carlos Bezerra (GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)											
Estimativa de desempenho de sistema solar térmico											

Campo de colectores											

Modelo de colector: MEGASUN ST2500											
Tipo: Plano											
2 módulos (4,6 m ²)											
Inclinação 20° - Azimute Sul											
Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m ² /K a2= 0,013 w/m ² /K ²											
Rendimento óptico: 74,0%											
Modificador de ângulo: a											
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
	a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
		0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador											

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%											
Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m ² por hora (=0,06 l/s)											

Depósito											

Modelo: típico 150 l											
Volume: 150 l											
Área externa: 2,20 m ²											
Material: médio condutor de calor											
Posição deitada											
Deflectores interiores											
Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K											
Um conjunto depósito/permutador											

Localização, posição e envolvente do sistema											

Concelho de Viana do Castelo											
Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W											
TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)											
obstruções do horizonte: 3°(por defeito)											
orientação do painel: inclinação 20° - azimute 0°											

Balanco energético mensal e anual											

	Rad. Horiz.	Rad. Inclín.	Desperdiçado	Fornecido	Carga	Apoio					
	kwh/m ²	kwh/m ²	kwh	kwh	kwh	kwh					
Janeiro	50	71	,	86	195	109					
Fevereiro	67	86	,	100	176	76					
Março	108	128	,	142	195	53					
Abril	140	152	2,	156	188	32					
Maio	170	175	7,	170	195	25					
Junho	189	190	21,	171	188	17					
Julho	203	205	26,	187	195	8					
Agosto	181	193	19,	188	195	6					
Setembro	128	148	2,	164	188	24					
Outubro	92	115	,	145	195	50					
Novembro	58	81	,	101	188	87					
Dezembro	46	68	,	81	195	114					
Anual	1433	1610	78,	1692	2292	600					

Fracção solar: 73,8%											
Rendimento global anual do sistema: 23% Produtividade: 368 kwh/[m ² colector]											
N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)											
Caso12e13_UO2 05-12-2012 17:12:26											

**Figura 43 - Relatório Energético - Caso 12 e 13 - UO2**-----
SolTerm 5.0Licenciado a João Carlos Bezerra
(GEPEP - Gestão, Planeamento e Projecto, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: MEGASUN ST2500

Tipo: Plano

1 módulos (2,3 m²)

Inclinação 20° - Azimute Sul

Coeficientes de perdas térmicas: a1= 3,900 w/m²/K a2= 0,013 w/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador-----
Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%Caudal no grupo painel/permutador: 50,0 l/m² por hora (=0,03 l/s)-----
Depósito

Modelo: típico 100 l

Volume: 100 l

Área externa: 1,60 m²

Material: médio condutor de calor

Posição deitada

Coeficiente de perdas térmicas: 2,76 w/K

Um conjunto depósito/permutador

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Viana do Castelo

Coordenadas nominais: 41,7°N, 8,8°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3°(por defeito)

orientação do painel: inclinação 20° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kwh/m ²	Rad.Inclin. kwh/m ²	Desperdiçado kwh	Fornecido kwh	Carga kwh	Apoio kwh
Janeiro	50	71	,	43	130	87
Fevereiro	67	86	,	51	117	66
Março	108	128	,	76	130	54
Abril	140	152	,	87	126	38
Maio	170	175	,	98	130	31
Junho	189	190	,	104	126	21
Julho	203	205	,	115	130	15
Agosto	181	193	,	114	130	16
Setembro	128	148	,	93	126	33
Outubro	92	115	,	75	130	55
Novembro	58	81	,	51	126	75
Dezembro	46	68	,	41	130	89
Anual	1433	1610	,	947	1528	581

Fracção solar: 62,0%

Rendimento global anual do sistema: 26%

Produtividade: 412 kwh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Caso12e13_U03 | 05-12-2012 17:13:39 |