



Miguel Eugénio Cruz de Macedo

Licenciado em Engenharia Civil

**Contributos para a construção de manual de boas
práticas para a reabilitação energética de edifícios de
habitação**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Prof. Doutor Miguel Pires Amado, Professor Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Armando Nunes Antão, FCT-UNL

Arguente: Prof. Doutor Daniel Aelenei, FCT-UNL

Vogal: Prof. Doutor Miguel Pires Amado, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2013



Miguel Eugénio Cruz de Macedo

Licenciado em Engenharia Civil

**Contributos para a construção de manual de boas
práticas para a reabilitação energética de edifícios de
habitação**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Prof. Doutor Miguel P. Amado Professor Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Armando Nunes Antão, FCT-UNL

Arguente: Prof. Doutor Daniel Aelenei

Vogal: Prof. Doutor Miguel Pires Amado



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2013

‘Copyright’ Miguel Eugénio Cruz de Macedo, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Miguel Pires Amado, pela orientação, pela partilha de conhecimentos e disponibilidade, os quais considero que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas Ana Brito Mana, Pedro Berto e Pedro Gomes Pereira pela partilha de conhecimentos, pelos pareceres construtivos e ajuda incessante durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Henrique Costa Pereira e à Joana d'Eça Leal pelo ajuda que deram.

Ao Eng.^o Paulo Taborda pelo contributo importantíssimo que deu aos alunos de Dissertação de Mestrado da FCT-UNL.

À Arq.^a Maria Teresa Machado, a quem dedico este trabalho. Pela confiança, estímulo e motivação constantes.

Aos meus pais, por tudo.

RESUMO

A reabilitação energética de edifícios apresenta-se em Portugal como uma necessidade face ao desempenho do parque edificado e, deste modo, torna-se um mercado com fortes capacidades de evolução, auxiliando assim na resposta possível à crise no sector da construção. As dificuldades que as acções de reabilitação acarretam pelas inúmeras soluções existentes são ampliadas devido ao desconhecimento, por parte do público geral, da sua efectiva necessidade de intervenção e dos benefícios possíveis de alcançar. Estes obstáculos constituem, no entanto, uma oportunidade para o desenvolvimento de um documento orientador que reúna a informação necessária às intervenções de modo a instruir e guiar o projectista e/ou o utilizador no processo de planeamento e execução de uma intervenção de reabilitação para o aumento da eficiência energética.

A enorme vantagem a que a eficácia das acções de reabilitação pode dar origem, impõe que se estudem os bons exemplos e se determinem quais os factores que, de modo objectivo, devem ser obrigatoriamente tratados nos documentos de resposta à decisão.

Com vista ao contributo para a construção de um manual de boas práticas para a reabilitação energética de edifícios de habitação, esta dissertação aborda, através de uma análise comparativa, metodologias e estruturas de manuais e/ou guias de reabilitação energética de edifícios de habitação. Como resultado dessa pesquisa, pretende-se criar a estrutura metodológica que conduza a um documento direccionado às várias entidades envolvidas no processo de reabilitação nas fases do projecto, construção e utilização. Esta servirá de base a futuras acções de reabilitação energética de edifícios, identificando os pontos-chave a ter em conta na construção de um manual e validando uma estrutura que contribua para a melhoria das acções da reabilitação, para o aumento da eficiência energética dos edifícios e para a melhoria do conforto interior das habitações.

Termos chave: Manual de Boas Práticas, Guia de Reabilitação Energética de Edifícios, Boas Práticas Energéticas.

ABSTRACT

Buildings' energetic rehabilitation is, in Portugal, a necessity *vis-a-vis* the status of the construction scenario and, therefore, becomes a market with strong possibilities of growth, presenting itself as a possible solution for the crisis in the construction industry. The difficulties inherent to actions of rehabilitation have mainly to do with the number of existing solutions, which is aggravated by the general public's unawareness of its importance and the benefits it can provide. However, this set of obstacles constitutes an opportunity for the development of a document that will gather all the information needed to instruct and guide the designer and/or common user in the planning and execution processes for the intervention of energetic rehabilitation.

The enormous potential of effective rehabilitation actions demands a thorough study of the good examples and a research of the factors that should, objectively, be mandatory in any document that helps the decision-making process.

In order to contribute to the development of a best practices' manual for the energetic rehabilitation of residential buildings, this work provides a comparative analysis of methodologies and the structure of manuals and/or guides for the energetic rehabilitation of residential buildings. Based on that research, it therefore intends to create the methodological structure that leads to a document useful to the several entities involved in the project's processes, construction and use, and to establish a foundation for the energetic rehabilitation of buildings, positively identifying the key elements of a manual and suggesting a structure that contributes to the improvement of the rehabilitation actions, for the increase of the buildings' energetic efficiency and the improvement of the indoors housing comfort.

Keywords: Energetic Rehabilitation Guide, Energetic Rehabilitation Manual, Energetic Retrofit.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADENE – Agência para a Energia

ANDIMA – Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes

AQS – Águas Quentes Sanitárias

CE – Certificado Energético

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CML – Câmara Municipal de Lisboa

CTE – Código Técnico da Edificação

DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

ECOAP – Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

ENAAAC – Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas

ENE 2020 – Estratégia Nacional para a Energia 2020

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive

EPS – Expanded Polystyrene (Poliestireno Expandido)

ETICS – External Thermal Insulation Composite Systems

EU-27 – European Union with 27 members (2007)

FER – Fontes de Energia Renováveis

FPC – Fundo Português de Carbono

GEBALIS – Gestão dos Bairros Municipais de Lisboa

GEE – Gases de Efeito de Estufa

ICB – Aglomerado Negro de Cortiça

IGESPAR – Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico

IHRU – Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana

IMI – Imposto Municipal Sobre Imóveis

IMT – Imposto Municipal de Transmissões

INE – Instituto Nacional de Estatística

INERPA – Inventário de Emissões Antropogénicas por Fontes e Remoção por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos

ITED – Infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios

IRC – Imposto sobre Rendimento das pessoas Colectivas

IRS – Imposto sobre o Rendimento das pessoas Singulares

IT – Isolamento Térmico

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

JESSICA – Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas

LWA – Argila Expandida (em grânulos)

MIT – Massachusetts Institute of Technology

MW – Lã Mineral

NRAU – Novo Regime do Arrendamento Urbano

NZEB – Net-Zero Energy Buildings

Pe – Pressão Externa

Pi – Pressão Interna

PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNALE – Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

PUR – Espuma de Poliuretano

Ps – Pressão de Saturação

QAI – Qualidade do Ar Interior

RCCTE – Regulamento das Características e Comportamento Térmico de Edifícios

RCESE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RECRIA – Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados

REHABITA – Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas

RECRIPH – Regime Especial de Comparticipação e Financiamento de Prédios Urbanos no Regime da Propriedade Horizontal

RGEU – Regulamento Geral de Edificações Urbanas

RJUE – Regulamento Jurídico de Urbanização e Edificação

RMUEL – Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação de Lisboa

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

SOLARH – Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação

UNCED – United Nations Conference on Environment and Development

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

VA – Vermiculite expandida (em grânulos)

XPS – Extruded Polystyrene (Poliestireno Extrudido)

ÍNDICE

1.1.	ENQUADRAMENTO	1
1.2.	OBJECTIVOS	3
1.3.	ESTRUTURA.....	3
2.	ESTADO DO CONHECIMENTO.....	5
2.1.	PANORAMA DO PARQUE EDIFICADO EM PORTUGAL	5
2.1.1.	<i>Parque edificado e a sua evolução.....</i>	<i>5</i>
2.1.2.	<i>Caracterização do parque edificado actual.....</i>	<i>7</i>
2.1.2.1	Edifícios mistos de alvenaria e betão armado (1930 a 1940)	8
2.1.2.2	Edifícios de estrutura reticulada em betão armado e preenchidos com grande percentagem de alvenaria de tijolo (1940 a 1960)	9
2.1.2.3	Edifícios de betão armado na última fase (1960 até à actualidade)	10
2.2.	DESEMPENHO ENERGÉTICO DO PARQUE EDIFICADO CERTIFICADO	12
2.3.	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS	17
2.4.	PRINCIPAIS ANOMALIAS DECORRENTES DA INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA	21
2.4.1.	<i>Anomalias relacionadas com humidades.....</i>	<i>22</i>
2.4.1.1	Condensações superficiais.....	22
2.4.1.2	Condensações superficiais devido a inércias térmicas muito elevadas	24
2.4.1.3	Condensações internas	24
2.4.2.	<i>Anomalias relacionadas com a ventilação dos espaços</i>	<i>25</i>
2.5.	PRINCIPAIS CAUSAS DA INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	26
2.6.	CONTEXTO EUROPEU FACE AO PROTOCOLO DE QUIOTO, AOS OBJECTIVOS 20-20-20 E À EPBD.....	28
2.6.1.	<i>Protocolo de Quioto</i>	<i>29</i>
2.6.2.	<i>Protocolo de Quioto em Portugal</i>	<i>30</i>
2.6.3.	<i>Energia-Clima 20.20.20</i>	<i>30</i>
2.6.4.	<i>Directiva Europeia 2002/91/CE (EPBD)</i>	<i>32</i>
2.6.4.1	Directiva Europeia 2012/27/EU.....	33

2.6.4.2	NZEB	33
2.7.	CONTEXTO NACIONAL E PROGRAMAS EXISTENTES PARA O REFORÇO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	34
2.7.1.	<i>Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – PNAEE</i>	35
2.7.1.1	Programa renováveis na hora	35
2.7.1.2	Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios	36
2.7.1.3	Programa Renove Casa	37
2.7.1.4	Fundo de Eficiência Energética	38
2.7.2.	<i>Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER)</i>	38
2.7.3.	<i>Benefícios fiscais e incentivos à reabilitação sustentável</i>	39
2.7.4.	<i>Regimes de apoio à reabilitação</i>	41
2.8.	OBJECTIVOS NACIONAIS	43
2.9.	SITUAÇÃO DAS ACÇÕES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DO PARQUE EDIFICADO EM PORTUGAL	43
3.	DIFERENTES ABORDAGENS PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	49
3.1.	MANUAIS DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA	50
3.1.1.	<i>Lisboa E-Nova - Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Quinta do Ourives, anos 70</i>	50
3.1.1.1	Conclusões	55
3.1.2.	<i>GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores – Tecnologias e Implementação de Projecto</i>	56
3.1.2.1	Conclusões	58
3.1.3.	<i>DGEG/ADENE – Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais</i>	59
3.1.3.1	Conclusões	63
3.1.4.	<i>Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid - Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas</i>	63
3.1.4.1	Conclusões	72
3.2.	MANUAL DE UTILIZAÇÃO EFICIENTE: ADENE – GUIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	74
3.2.1.	Conclusões	81

3.3.	SÍNTESE DE INTERVENÇÕES	82
3.3.1.	<i>Síntese de acções de intervenção sugeridas pelos manuais de reabilitação</i>	<i>82</i>
3.3.2.	<i>Síntese de conteúdos dos manuais de reabilitação analisados</i>	<i>86</i>
4.	PROPOSTA MODELO.....	88
4.1.	FACTORES DETERMINANTES A CONSIDERAR PREVIAMENTE À CONSTRUÇÃO DO MANUAL.....	88
4.2.	PONTOS DETERMINANTES NA CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA DE UM MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA A REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS	91
4.3.	MODELO.....	92
4.4.	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO.....	95
4.5.	OUTRAS CONSIDERAÇÕES	96
4.5.1.	<i>Sugestões direccionadas ao utilizador</i>	<i>96</i>
4.5.2.	<i>Sugestões direccionadas ao projectista.....</i>	<i>99</i>
4.5.3.	<i>Sugestões de complementação da legislação.....</i>	<i>102</i>
4.6.	RESULTADOS EXPECTÁVEIS	103
5.	CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	105
5.1.	CONCLUSÕES.....	105
5.2.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	106
	BIBLIOGRAFIA.....	107
	ANEXOS	117

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 QUANTIFICAÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL POR ANO DE CONSTRUÇÃO, PORTUGAL.....	6
QUADRO 3.2 - PRINCIPAIS CAUSAS DE INEFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	27
QUADRO 3.3 - PROGRAMA RENOVÁVEIS NA HORA	36
QUADRO 3.4 - SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR NOS EDIFÍCIOS.....	37
QUADRO 3.5 - PROGRAMA RENOVE CASA E ESCRITÓRIO.....	38
QUADRO 3.6 - EXEMPLOS DE MEDIDAS DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APRESENTADAS EM CE E RESPECTIVAS CONSEQUÊNCIAS.....	45
QUADRO 3.1 - PRINCIPAIS ISOLANTES UTILIZADOS NA REABILITAÇÃO TÉRMICA DA ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS.....	62
QUADRO 3.2 - CAPÍTULO DO GUÍA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS	65
QUADRO 3.3 - SISTEMAS PROPOSTOS PARA INTERVENÇÃO EM FACHADAS	66
QUADRO 3.4 - SISTEMAS PROPOSTOS PARA INTERVENÇÃO EM COBERTURAS	67
QUADRO 3.5 - SÍNTESE DE AJUDAS OFERECIDAS PELA COMUNIDAD DE MADRID	72
QUADRO 3.6 - COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS INCANDESCENTES E FLUORESCENTES	77
QUADRO 3.7 - SELECÇÃO DA POTÊNCIA INDICADA PARA APARELHOS DE AR CONDICIONADO.	78
QUADRO 3.8 - COMPOSIÇÃO DO LIXO URBANO NOS CONCELHOS DE AMADORA, LISBOA, LOURES, ODIVELAS E VILA FRANCA DE XIRA.....	80
QUADRO 3.9 - INTERVENÇÕES SUGERIDAS NO MANUAL DE REABILITAÇÃO LISBOA E-NOVA - QUINTA DO OURIVES.	82
QUADRO 3.10 - INTERVENÇÕES SUGERIDAS EM GECORPA & OZ, LDA. E JESUS FERREIRA CONSULTORES – TECNOLOGIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE PROJECTO.....	83
QUADRO 3.11 - SÍNTESE DE CONTEÚDOS DOS MANUAIS DE REABILITAÇÃO ANALISADOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - DENSIDADE POPULACIONAL POR MUNICÍPIO VS. PERCENTAGEM DE RESIDÊNCIA SECUNDÁRIA POR MUNICÍPIO.....	5
FIGURA 2.2 - EVOLUÇÃO DA REABILITAÇÃO DO EDIFICADO E DAS CONSTRUÇÕES NOVAS ENTRE 1995 A 2010.....	7
FIGURA 2.3 - SÍNTESE APROXIMADA DA EVOLUÇÃO DAS PAREDES EXTERIORES EM PORTUGAL....	9
FIGURA 2.4 - CLASSES ENERGÉTICAS E COMPARAÇÃO COM CONSUMO DE REFERÊNCIA.	13
FIGURA 2.5 - REPARTIÇÃO DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ELECTRICIDADE NUMA HABITAÇÃO. ...	14
FIGURA 2.6 - CERTIFICAÇÕES ENERGÉTICAS EM MARÇO DE 2012	15
FIGURA 2.7 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA CLASSE ENERGÉTICA DOS REGISTOS EFECTUADOS ATÉ MAIO DE 2012.....	16
FIGURA 2.8 - CLASSE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS REGISTOS EFECTUADOS NO SCE NO ANO DE 2012.	17
FIGURA 2.9 - TIPO DE PAREDE EXTERIOR E RELAÇÃO COM O ANO DE ENTRADA EM VIGOR DO RCCTE.....	19
FIGURA 2.10 - TIPO DE ENVIDRAÇADOS DE ACORDO COM O ANO DE CONSTRUÇÃO DAS HABITAÇÕES.	20
FIGURA 2.11 - MEDIDAS TÍPICAS SUGERIDAS POR PERITOS QUALIFICADOS.	20
FIGURA 2.12 - DIAGRAMA PSICOMÉTRICO	23
FIGURA 2.13 - REPRESENTAÇÃO DE UMA PAREDE HOMOGÉNEA EM CORTE.....	24
FIGURA 2.14 - EFEITO DA VENTILAÇÃO NATURAL NA QUALIDADE DO AR INTERIOR.....	26
FIGURA 2.15 - METAS DA UE PARA 2020 E METAS NACIONAIS PARA 2020.	31
FIGURA 2.16 - NET-ZERO ENERGY BUILDINGS (NZEB)	34
FIGURA 2.17 - RESULTADOS DE INQUÉRITOS A PROPRIETÁRIOS DE FRACÇÕES CERTIFICADAS.....	44
FIGURA 2.18 - RESULTADOS DE INQUÉRITOS A PROPRIETÁRIOS DE FRACÇÕES SUJEITAS A OBRAS DE MELHORIA APÓS CERTIFICAÇÃO.	45
FIGURA 2.19 - EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS E FOGOS LICENCIADOS EM OBRAS DE REABILITAÇÃO..	46

FIGURA 2.20 - EVOLUÇÃO DOS COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE, U, EXPRESSO EM $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$, ENTRE EDIFÍCIOS CONSTRUÍDOS OU REABILITADOS DEPOIS DA ENTRADA DO RCCTE E OS RESTANTES EDIFÍCIOS EXISTENTES. .	46
FIGURA 2.21 – EVOLUÇÃO DO MERCADO SOLAR TÉRMICO EM PORTUGAL.	47
FIGURA 2.22 - OBSTÁCULOS À APLICAÇÃO DE MELHORIAS DE COMPORTAMENTO ENERGÉTICO. .	48
FIGURA 3.1 - ESQUEMA DE ABORDAGEM DO MANUAL DE REABILITAÇÃO DA QUINTA DO OURIVES	52
FIGURA 3.2 - MATRIZ ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO.....	53
FIGURA 3.3 - PERÍODOS DE RETORNO ASSOCIADOS ÀS INTERVENÇÕES REALIZADAS NA ENVOLVENTE DO EDIFÍCIO AQUANDO DA INTERVENÇÃO DE CONSERVAÇÃO DO EDIFÍCIO. ..	55
FIGURA 3.4 - ESQUEMA DE ABORDAGEM GECORPA, OZ LDA E JESUS FERREIRA CONSULTORES	57
FIGURA 3.5 - ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO DO GUIA DGEG/ADENE - REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DA ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS.....	60
FIGURA 3.6 - PRINCIPAIS PONTOS DE INTERVENÇÃO DO GUIA DA COMUNIDAD DE MADRID	65
FIGURA 3.7 - TIPOS DE SUPORTE PARA A APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE FACHADA VENTILADA COM LÃ MINERAL.	68
FIGURA 3.8 - PORMENORIZAÇÃO DE SISTEMA DE REFORÇO TÉRMICO EM FACHADA E COBERTURA PLANA.....	68
FIGURA 3.9 - ANÁLISE DAS PRESTAÇÕES TÉRMICAS DO SISTEMA APLICADO NOS SUPORTES DA FIGURA 3.7.....	69
FIGURA 3.10 - DISTRIBUIÇÃO DO CONTEÚDO DO CAPÍTULO 10 - INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO EFICIENTE	70
FIGURA 3.11 – ESTRUTURA DO CAPÍTULO DOS INCENTIVOS E SUBSÍDIOS DA COMUNIDAD DE MADRID.....	71
FIGURA 3.12 - METODOLOGIA DE ANÁLISE AOS INCENTIVOS E AJUDAS DO GUIA DA COMUNIDAD DE MADRID	71
FIGURA 3.13 - ESQUEMA DE ABORDAGEM DO GUIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	75
FIGURA 3.14 - CONSELHOS PRÁTICOS DE UTILIZAÇÃO RELATIVOS AO AQUECIMENTO.....	78
FIGURA 3.15 - SOLUÇÕES PROPOSTAS PELO GUIA DGEG/ADENE	84

FIGURA 3.16 - MEDIDAS SUGERIDAS PARA A REABILITAÇÃO DA ENVOLVENTE DOS EDIFÍCIOS PELO GUIA DA COMUNIDAD DE MADRID.....	85
FIGURA 3.17 - MEDIDAS SUGERIDAS PARA A REABILITAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DOS EDIFÍCIOS PELO GUIA DA COMUNIDAD DE MADRID	86
FIGURA 4.1 – POSSÍVEL ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE REABILITAÇÃO ..	90
FIGURA 4.2 - ESTRUTURA PRINCIPAL DA METODOLOGIA PROPOSTA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MANUAL DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO	93
FIGURA 4.3 - SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO E ANÁLISE DE CONSUMOS ELÉCTRICOS INDEPENDENTE	97
FIGURA 4.4 - SISTEMA GLOBAL DE MONITORIZAÇÃO E ANÁLISE DE CONSUMOS.....	97
FIGURA 4.5 - HÚMUS RESULTANTE DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA.	98
FIGURA 4.6 - SOLUÇÃO DE ELIMINAÇÃO DE PONTES TÉRMICAS LINEARES.	101

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Um dos sinais da evolução da prosperidade das sociedades tem sido o crescimento do consumo de energia. A crise do petróleo a que se assistiu nos anos 70 do século XX serviu de incentivo ao arranque de uma era de “progressivo esforço de redução do consumo, motivado inicialmente pelo custo dessa matéria-prima e, posteriormente, pela consciencialização da sua progressiva escassez e dos efeitos que os combustíveis fósseis têm na degradação da qualidade do ambiente. É pois neste contexto que desde há alguns anos se tem assistido a um acréscimo da eficiência energética das construções como forma de aumentar a economia da sua utilização e contribuir para um uso mais racional da energia”, como refere Fernando Henriques (2007).

A dependência energética é cada vez mais um factor negativo em qualquer economia e a tendência de agravamento é sinal de preocupação, visto que os custos com a energia representam uma fatia crescente no orçamento de vários países (Henriques, 2007). Em 2009 as importações energéticas da União Europeia (EU-27) ascendiam a 53,9% do total de energia consumida. Portugal apresentava uma dependência energética claramente excessiva relativamente a esta média, sendo que a fatia relativa às importações representava 80% da energia total consumida no país, (EUROSTAT, 2012).

Os sectores dos transportes e da indústria são os maiores responsáveis pela energia total consumida a nível global. No entanto, o sector dos edifícios residenciais e de serviços ocupa uma fracção bastante significativa do consumo total, nomeadamente de 40% na EU-27 e de 30% em Portugal (DGEG, 2012). É de salientar que este é um sector com forte intensidade energética, dado que grande maioria da energia utilizada não tem produtividade económica final, o que acaba por ter grande impacte nos valores finais na intensidade energética a nível nacional, (Henriques (A), 2007; UNITED NATIONS, 2001).

Verificou-se que o parque construído em Portugal, nos últimos 60 anos, sofreu uma evolução extraordinária a nível quantitativo. Isto deve-se em, grande parte, à facilidade na obtenção de crédito bancário e à procura interna que essa potenciou, assim como à degradação e precariedade do parque habitacional existente. No entanto, esta evolução foi apenas quantitativa, uma vez que apesar da evolução global em termos de engenharia, a preocupação com a qualidade final e o consequente desempenho energético foi constantemente posta em segundo plano, (Vilaça, 2001).

O facto do comportamento térmico dos edifícios ter sido ignorado durante décadas teve graves consequências no conforto dos seus utilizadores e nas necessidades excessivas de energia. Os meios passivos de controlo térmico foram menosprezados, enquanto os meios activos tiveram um crescimento exponencial a partir da década de 80, em parte devido ao aparecimento de novas tecnologias de controlo activo e à melhoria do nível de vida da população, mas também devido à exigência de conforto que dessa conjugação adveio. O elevado incremento nos consumos de energia foi uma consequência inevitável, principalmente tendo em conta que a grande maioria do parque edificado começou a possuir meios de controlo térmico activos, ignorando que os meios passivos são um complemento imprescindível, (Balaras *et al.*, 2005).

Com a introdução, em 1991, do Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro, as exigências para os novos edifícios residenciais e para as remodelações profundas aumentaram significativamente. Contudo, este regulamento apenas entrou em vigor em 1991, não abrangendo os edifícios que até à data tinham sido construídos sem os devidos processos que este impõe.

A reabilitação energética do parque edificado é fundamental para o aumento do conforto dos utilizadores, para a diminuição da dependência energética do País, e para a diminuição do impacte ambiental. Como tal, a nível energético, a reabilitação de edifícios implica a melhoria do comportamento térmico das envolventes, a garantia do cumprimento das necessidades de conforto, tanto no inverno como no verão, a escolha criteriosa dos equipamentos a adoptar e a eliminação das manifestações patológicas, (Ioan Sarbu, 2011).

É igualmente essencial garantir ao investidor da reabilitação energética que o capital inicial é recuperável num período de tempo relativamente curto, pois as restantes vantagens deste processo, como a redução do impacte do consumo energético dos edifícios sobre o ambiente, a melhoria da qualidade do ar interior dos edifícios e a consequente melhoria da saúde dos seus ocupantes, serão aquelas que mais dificilmente estarão na base da decisão da reabilitação, sendo que a sua tradução monetária é de mais difícil compreensão por parte do utilizador do edifício ou investidor, (ITIC, 2008).

Como tal, é necessário contribuir para um conjunto de metodologias e/ou processos de construção que possam ser aplicadas/os por projectistas de reabilitação, bem como metodologias de aplicação a serem empregues pelos profissionais do sector, e medidas preventivas e de manutenção para o utilizador, tendo sempre em vista o melhor desempenho possível dos edifícios de habitação. É adicionalmente necessário que este conjunto de metodologias possa trazer vantagens a nível económico para ambas as partes, facilitando os processos e baixando como consequência os custos envolvidos.

1.2. Objectivos

Este trabalho de investigação tem por fim analisar, de modo comparativo, metodologias e estruturas de manuais e/ou guias de reabilitação energética de edifícios de habitação, com vista ao contributo para a construção de um manual de boas práticas auxiliar às acções de reabilitação energética de edifícios. Pretende ainda propor uma estrutura que contribua para a melhoria das acções da reabilitação, para o aumento da eficiência energética dos edifícios e para a melhoria do conforto interior das habitações, através do desenvolvimento de um documento que reúna e complemente a informação existente, com aplicabilidade aos vários tipos de edifícios abordados e às várias entidades envolvidas no processo de projecto, de construção e utilização.

1.3. Estrutura

A estrutura desta dissertação é composta por cinco capítulos:

1. Enquadramento, Objectivos e Estrutura;
2. O Estado do Conhecimento, onde se abordará o panorama do parque edificado, com a respectiva quantificação e caracterização; desempenho e eficiência energética do parque edificado; anomalias relacionadas com a eficiência energética e respectivas causas prováveis; contexto europeu; contexto nacional e programas públicos nacionais; objectivos nacionais; principais temas abordados nas intervenções de reabilitação e principais acções de reabilitação;
3. Análise de quatro manuais de reabilitação energética de edifícios habitacionais, incluindo processos da reabilitação energética de edifícios, metodologias de abordagem e prioridades de intervenção; sínteses de intervenções e de conteúdos; análise de um manual de utilização eficiente como complemento informativo;
4. Construção de um conjunto de propostas que possam ser integradas num Manual de Boas Práticas, estruturadas pelos temas determinantes aos vários tipos de edifícios abordados;
5. Conclusões e recomendações para a aplicabilidade do manual desenvolvido.

2. ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1. Panorama do parque edificado em Portugal

2.1.1. Parque edificado e a sua evolução

Em Portugal existiam em 2011 cerca de 3,5 milhões de edifícios destinados à habitação, que correspondia a perto de 5,8 milhões de alojamentos. Desses alojamentos apenas um universo de 3 932 010 são alojamentos permanentes, sendo excluídas as residências secundárias, de uso sazonal ou devolutas, (INE, 2011).

A percentagem dos alojamentos secundários por total de alojamentos está indirectamente relacionada com a densidade populacional por município e que traduz a migração da população das zonas rurais para as grandes cidades que foi, durante décadas, uma constante. Como consequência deste movimento ocorre um despovoamento e por vezes o abandono do interior do país. Esta migração foi grande responsável pelo crescimento desmesurado das grandes cidades, situação com maior relevância na segunda metade do Século XX (Henriques (A), 2007).

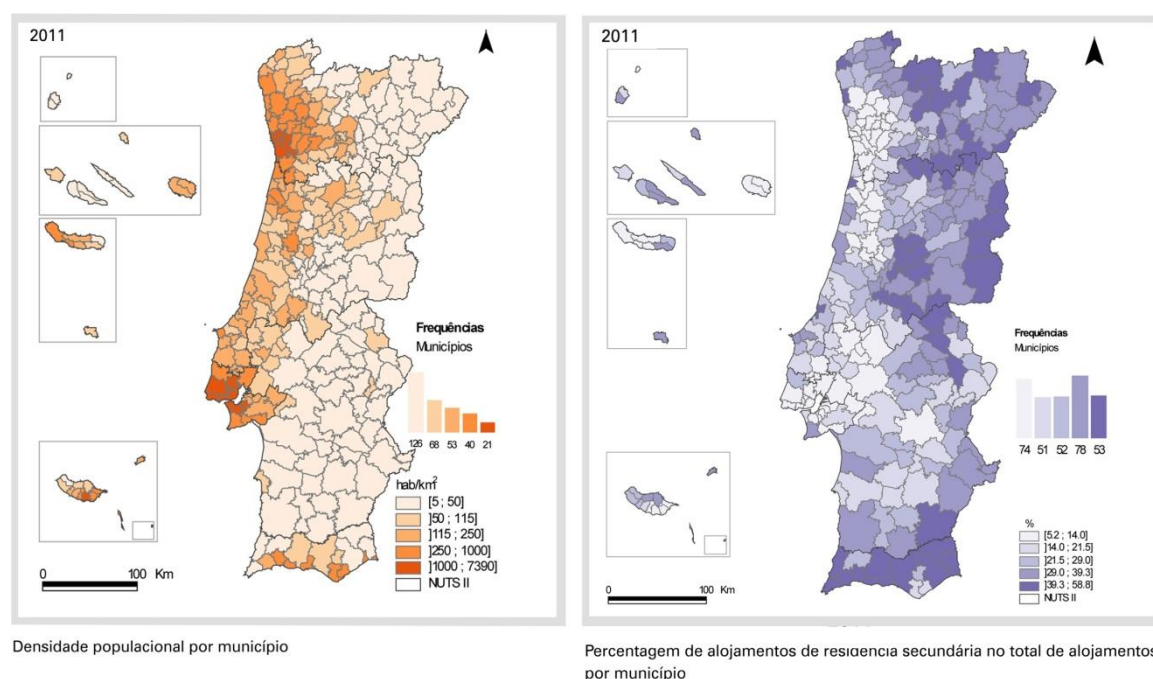


Figura 2.1 - Densidade populacional por município vs. Percentagem de residência secundária por município, (INE, 2011).

Por outro lado o surgimento de um grande número de residências secundárias é reflexo de um aumento da actividade directa da construção e da litoralização da ocupação do país, conforme Figura 2.1, (INE, 2011).

Na análise da quantidade de alojamentos existentes, e os períodos temporais da sua construção, importa comparar a dimensão média dos edifícios, que tem vindo a aumentar nas últimas décadas, em parte pelo facto de 87,2% dos edifícios existentes possuírem apenas um alojamento, tendo os restantes 12,8% um ou mais alojamentos, situação que conduziu a um aumento do consumo de recursos. Em regra, os edifícios multifamiliares estão situados nas grandes zonas urbanas do país, (INE, 2011).

Ano	Total		
	Nº de alojamentos	Nº de indivíduos	Área total (m²)
Até 1945	295 652	652 987	25 372 088
1946 a 1960	382 501	870 171	31 312 268
1961 a 1970	539 710	1 330 276	48 485 677
1971 a 1980	820 185	2 094 346	82 569 913
1981 a 1990	693 795	2 011 742	79 460 947
1991 a 1995	458 900	1 410 690	54 882 343
1996 a 1999	317 460	942 158	39 599 331
2000 e seguintes	423 807	1 325 343	57 558 241
Total	3 932 010	10 637 713	419 240 807

Quadro 2.1 Quantificação do parque habitacional por ano de construção, Portugal, 2010, (I.P./ DGEG, 2010).

A análise do Quadro 2.1 permite ainda observar que o parque habitacional construído é dominado pelas construções entre 1946 a 1990 (62%) e que estas correspondem às habitações permanentes de aproximadamente 60% da população. Estes dados reflectem um índice de envelhecimento do parque habitacional relativamente baixo, mas que apesar do índice de envelhecimento baixo, o parque habitacional português apresenta grandes necessidades de reabilitação, dadas as condições de conservação, salubridade, segurança e estética em que se encontra, repercutindo-se na durabilidade do mesmo, na ineficiência no consumo de recursos e no baixo conforto ambiental e dos seus utilizadores, (AECOPS, 2009; Amado e Lopes, 2011).

Esta situação de falta de eficiência do parque edificado leva a que seja importante compreender qual ou quais as razões para esta situação de se continuar a construir edifícios novos em vez de optar por se reabilitar o parque edificado existente.

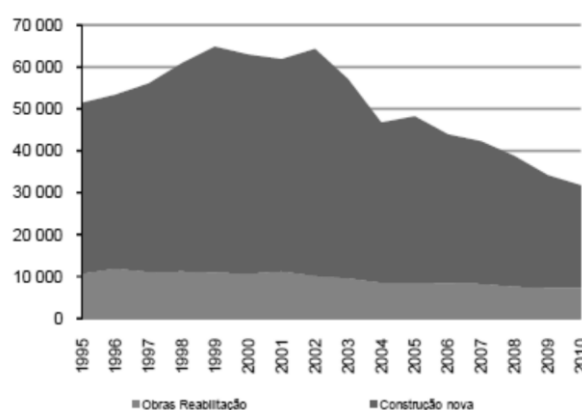


Figura 2.2 - Evolução da reabilitação do edificado e das construções novas entre 1995 a 2010, (INE, 2010).

Entre o número de obras concluídas no ano de 2010 e que se situou apenas em 31 887 edifícios, “cerca de 7372 correspondiam a obras de Alteração, Ampliação e Reconstrução, o que significa que cerca de 23,1% das obras concluídas respeitavam à reabilitação do edificado”, (INE, 2010). Desde 2002 que a tendência do mercado da construção tem sido para o decréscimo do seu volume, porém, apesar do decréscimo em valor absoluto verifica-se que o peso da reabilitação, relativamente à construção nova, tem vindo a aumentar nos últimos anos, fundamentalmente em resultado da redução progressiva da construção nova, decorrente da crise financeira e da saturação do mercado. Importa referir que os resultados contabilizados para as estatísticas apresentadas são as licenças municipais emitidas das obras concluídas. Assim, todas as obras que foram isentas de licença, tais como as obras de reconstrução ou alteração, que não implicaram modificações na estrutura de estabilidade, das cérceas, forma das fachadas e forma dos telhados, não foram contabilizadas em termos estatísticos, (INE, 2010).

Prevê-se que por um período alargado o mercado da construção mantenha a tendência negativa, fortemente impulsionado pela queda da construção nova, mas que no futuro venha a ocorrer um crescimento, ainda que progressivo, em parte pelo sector da reabilitação de edifícios, dada a conjuntura económica em que o país se encontra e a aposta comunitária na reabilitação das cidades e de grande parte dos edifícios existentes (INE, 2010).

2.1.2. Caracterização do parque edificado actual

O parque habitacional português qualificava-se em 2001 como um parque degradado, dado que 41% dos edifícios necessitavam de reparações em vários níveis, (INE, 2011). Sabendo que estes valores resultam das estatísticas dos Censos de 2001, é provável que já nessa data esta percentagem fosse bastante superior, visto que estes dados foram baseados em observações

exteriores, feitas por indivíduos sem formação específica na área da construção e não consideram ainda as necessidades de reabilitação energética como obras de reparação. A adicionar a este facto nota-se a qualidade de construção evidenciada pelos edifícios com idades inferiores a 10 anos e que já apresentam necessidades de reparação. As causas identificadas são resultantes da baixa de qualidade geral da construção, de erros de projecto e de execução, bem como de uma incorrecta, ou inexistente, manutenção, contexto este que contribui para a degradação do parque habitacional, (Amado e Lopes, 2011).

As várias épocas de construção e a análise das soluções correntes adoptadas por época construtiva são essenciais para a caracterização do parque habitacional construído. Para esta distinção identificam-se seis épocas distintas: Edifícios Pré-Pombalinos (anteriores ao ano de 1755), alvenaria da época Pombalina (1755 a 1870), alvenaria do tipo Gaioleiro (1880 a 1930), mistos de alvenaria e betão armado (1930 a 1940), betão armado preenchidos com grande percentagem de alvenaria de tijolo (1940 a 1960) e betão armado na última fase (1960 até à actualidade), (Oliveira e Reis Cabrita, 1985). Poderia eventualmente adicionar-se um tipo de edifício referente aos edifícios de alvenaria de pedra estruturalmente reabilitados com estruturas de apoio metálicas ou em betão armado, no entanto essa análise não se considera dentro do âmbito da dissertação.

Dadas as características dos edifícios de alvenaria Gaioleiros e anteriores, e a similaridade do seu comportamento térmico, optou-se por os agrupar na mesma categoria dos edifícios anteriores a 1945 de modo a facilitar a interligação com o Quadro 2.1. Optou-se ainda por ignorar as diferentes necessidades de cada tipo de edifícios dentro desta categoria por se considerar que, a nível nacional, esta representa apenas 10% do parque edificado sendo mais importante enfatizar a restante parte do parque edificado.

Apenas 1.200.167 edifícios (30%) com finalidade habitacional foram construídos depois da entrada em Decreto-Lei nº40/90, de 6 de Fevereiro (RCCTE), sendo plausível afirmar que pelo menos 70% das edificações em Portugal podem ter deficiências ao nível do comportamento térmico. No entanto, para efeitos desta dissertação, ignorar-se-ão os edifícios anteriores a 1945, focando o período 1946 a 1990, dado que correspondem a cerca de 62% dos edifícios em utilização.

2.1.2.1 Edifícios mistos de alvenaria e betão armado (1930 a 1940)

Apresenta-se como período de construção mista, um período de transição para o betão armado: as edificações empregam alvenarias hidráulicas e de tijolo, incorporando pavimentos de betão armado nas zonas de serviço (cozinhas, instalações sanitárias) e nas varandas. Os

pavimentos em betão armado descarregam directamente sobre as paredes de alvenaria e de vigamento de madeira e nas restantes zonas é usado solho à portuguesa (sala e quartos). As paredes interiores são de pano simples, em norma rebocadas a argamassa de cimento e areia e acabadas com estuque. As paredes exteriores são normalmente em pano simples, de tijolo maciço, com variadas disposições construtivas, entre elas paredes a uma vez e a uma vez e meia. São rebocadas com argamassas de cimento e areias e sem qualquer tratamento a nível térmico, como se ilustra na Figura 2.3, (Oliveira e Reis Cabrita, 1985). As coberturas apresentam estrutura e esteira de madeira e revestimentos em telha. Algumas apresentam isolamento térmico, ainda que deficiente, (Alexandra N. Alegre, 1999) .

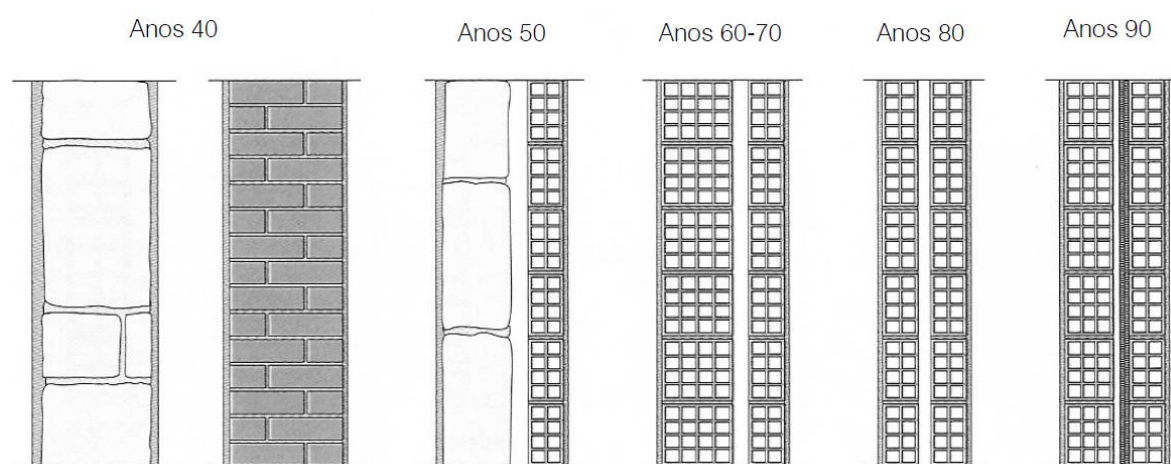


Figura 2.3 - Síntese aproximada da evolução das paredes exteriores em Portugal, (Sousa, 1996).

2.1.2.2 Edifícios de estrutura reticulada em betão armado e preenchidos com grande percentagem de alvenaria de tijolo (1940 a 1960)

As estruturas integralmente em betão armado aparecem por volta de 1930 mas é apenas na década de 50 que ganham grande expressão no mercado português. Dá-se a transição para as estruturas porticadas em betão armado e abandona-se por completo as estruturas de madeira, bem como as metálicas (que nunca chegaram a ter grande manifestação a nível habitacional em Portugal, ao contrário do observado noutros países).

Começam a aparecer paredes exteriores duplas de tijolo, sendo as paredes interiores por norma em alvenaria de tijolo a meia vez, (Oliveira e Reis Cabrita, 1985). É de notar que a regulamentação existente até à entrada da década de 60 prevê a utilização de paredes exteriores em tijolo maciço ou em alvenaria de pedra, permitindo ainda o emprego de alvenaria mista de

tijolo maciço e tijolo furado em paredes de separação entre habitações, paredes de caixa de escada, paredes interiores carregadas em geral, (RGEU, 1951).

Era permitido também o emprego de alvenaria de pedra ou de tijolo nas paredes interiores de pequena extensão livre, servido de apoio a pavimentos de reduzido vão, e em paredes interiores que não recebessem cargas, (RGEU, 1951).

As coberturas preservam em parte o processo construtivo da época anterior e os cuidados com o isolamento térmico mantêm-se diminutos, senão nulos. Todavia aparecem na transição para os anos 50, como sinal de modernidade, as coberturas planas em lajes de betão armado. A regulamentação em prática apenas se refere ao comportamento térmico das estruturas de cobertura afirmando que estas “devem ser capazes de garantir o isolamento calorífico adequado ao fim a que se destina a edificação” e que serão utilizados materiais e processos de construção que protejam a edificação das variações de temperatura exterior”, deixando em aberto a escolha das características dos materiais e o grau de exigência a estes imposto, (RGEU, 1951).

Dá-se ainda neste período a chegada de novos materiais de substituição das telhas cerâmicas, como o fibrocimento, e no final deste período aparecem também alguns substitutos para os tijolos cerâmicos como o “Mecan”, que nunca tiveram grande expressão em Portugal, (Faria, 1995).

2.1.2.3 Edifícios de betão armado na última fase (1960 até à actualidade)

A partir da década de 60 os projectos de estruturas passam a ser dominados por estruturas reticuladas em betão armado, principalmente no edificado com fins habitacionais, (Oliveira e Reis Cabrita, 1985). Este género de construção teve grande influência dos regimes do norte da europa, que tinham como objectivo a construção rápida e barata, mesmo que por vezes isso implicasse o uso de materiais pré-fabricados de má qualidade e da qual resultavam bastantes anomalias, (Faria, 1995).

Na área de Lisboa estão especialmente presentes na zona da avenida dos EUA, caracterizados pelos pisos vazados e pelos elementos rígidos de grande dimensão (paredes resistentes, caixas de escadas e de elevador em betão armado), e lajes aligeiradas, (Oliveira e Reis Cabrita, 1985), e que correspondem à arquitectura do movimento moderno liderado pelo arquitecto Le Corbusier.

Não se compreendia na altura que a grande rigidez desses elementos não implicava obrigatoriamente bom comportamento sísmico pois quanto mais rígido é um elemento, mais frágil

será o seu comportamento. No entanto a existência de elementos verticais com grande rigidez deu oportunidade ao aparecimento de estruturas não tradicionais, cofragens em túnel, lajes pré-fabricadas e paredes resistentes, (Faria, 1995).

As paredes de elementos cerâmicos perderam por completo a função resistente e transformaram-se em panos de enchimento, sucessivamente mais aligeirados. Generalizou-se entre a década de 70 e 80 o uso das paredes exteriores em pano duplo de tijolo cerâmico com os objectivos de aligeirar o peso, e melhorar a eficácia na estanquidade à água da chuva. A diminuição da espessura dos panos foi também um passo característico nesta década, e que veio a ter as suas consequências a nível do comportamento térmico no futuro, como será elucidado posteriormente, (Oliveira e Reis Cabrita, 1985).

Assumindo que é imperativa uma actualização das necessidades de habitabilidade, tendo em conta a subida dos padrões de exigência desde 1951, a revisão do Regulamento Geral das Edificações Urbanas é feita no ano de 1975. Propondo várias alterações ao nível das áreas mínimas nos compartimentos principais e secundários, nas áreas dos envidraçados e na sua distribuição bem como na disposição e pormenorizações construtivas das instalações sanitárias. São feitas várias alterações ao nível da ventilação, tanto em compartimentos principais como em secundários, no entanto as considerações ao nível do comportamento térmico continuam a ser menosprezadas, não sendo feita qualquer alteração em relação às disposições construtivas das paredes exteriores e das coberturas, (RGEU, 1975).

O emprego de isolamentos térmicos em paredes duplas exteriores e de uma maior espessura dos panos de tijolo furado dá-se em meados da década de 80, como antevisão da publicação da regulamentação relativa ao conforto térmico de edifícios, (Sousa, 2002).

Ainda na época de 70 acreditava-se que a caixa-de-ar entre panos de alvenaria nas paredes exteriores serviria para melhorar o conforto térmico, no entanto o vapor de água ficava retido no interior da construção, porque os rebocos passaram a ser construídos com cimento *portland*, em vez de cal hidráulica. Nos casos em que atravessasse as paredes acabava por ficar depositado sob a tinta plástica da superfície exterior, levando ao seu empolamento, (Pessoa, 2011).

Na década de 80, as paredes começaram a incorporar um isolante leve, aplicado em placas e fixo ao pano interior, dado o aumento das exigências de conforto térmico já sentido nesta década. Surgem no entanto patologias nas zonas de pontes térmicas, tais como vigas de bordo, pilares e zonas nervuradas das lajes de tecto em contacto com a envolvente exterior. O facto de não haver correcção térmica nas zonas de pontes térmicas é agravado com adopção pelas caixilharias estanques em alumínio, típicas da época construtiva, em detrimento das de madeira que permitiam alguma ventilação, (Pessoa, 2011).

A aplicação do RCCTE teve implicações na construção dos edifícios ao nível do isolamento da sua envolvente (paredes exteriores, pavimento térreo e coberturas). Embora se registre uma melhoria na construção das habitações após 1991, este Regulamento teve uma aplicação deficiente até à data da aplicação do SCE (2006), o qual teve como principal efeito secundário uma maior preocupação com o desempenho energético dos imóveis novos, por parte dos promotores, (DGEG\ADENE, 2004).

2.2. Desempenho energético do parque edificado certificado

As práticas construtivas utilizadas no passado não tiveram em consideração o uso eficiente da energia nos edifícios e da minimização das consequências ambientais que advêm do seu consumo. Além disso, as instalações e os equipamentos mais antigos contribuem ainda mais para um cenário negativo de consumo de energia, em parte porque os edifícios existentes são grandes consumidores de energia, (Balaras *et al.*, 2005)

A Directiva 2002/91/CE (EPBD) estabelece que todos os Estados-membros da União Europeia devem implementar um sistema nacional de certificação energética dos edifícios, a fim de informar os cidadãos sobre a construção de qualidade térmica. Seguindo esta directiva, o governo português transpôs para a legislação nacional, através do Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril, o sistema nacional de certificação energética e de qualidade do ar – SCE. Esta legislação torna necessária a obtenção de um certificado energético da propriedade, para qualquer acção de transacção imobiliária, seja a venda, o aluguer ou mesmo o leasing do imóvel. O SCE é aplicável para edifícios novos e reabilitações de edifícios que representem mais de 25% do valor de patrimonial dos mesmos, excluindo o valor dos terrenos e/ou quando é intervencionada mais de 25% da sua envolvente. A directiva impõe ainda que o sistema de certificação abranja igualmente todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público. A Agência para a Energia (ADENE) apresenta-se como a entidade gestora de todo o processo relacionado com o SCE, sendo que a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) é a entidade responsável pela supervisão no que respeita à certificação e eficiência energética, enquanto a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) fica encarregue da supervisão do SCE no que respeita à qualidade do ar interior, (Abreu e Lopes, 2006; Directiva 2002/91/CE, 2003; EnerBuilding, 2008; SCE, 4 de Abril de 2006).

A classe energética é atribuída mediante uma escala de eficiência que varia entre 9 classes, de A+ (alta eficiência) a G (baixa eficiência), em que o nível de referência, nível B-, é o nível mínimo que pode ser atribuído a edifícios novos, conforme indica a Figura 2.4.

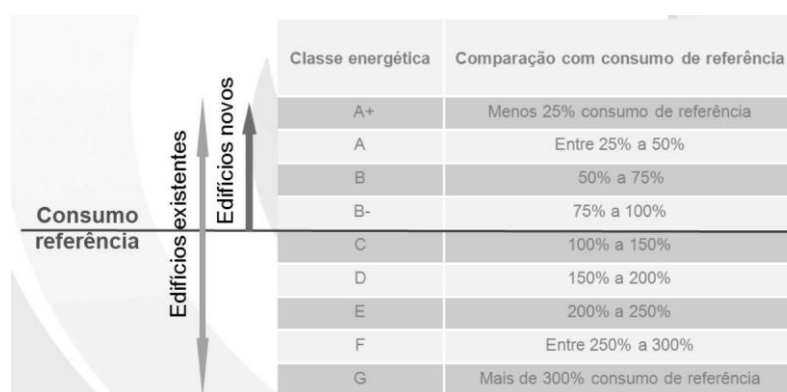


Figura 2.4 - Classes energéticas e comparação com consumo de referência, (ADENE, 2009).

Este documento tem validade máxima de 10 anos, é emitido por peritos qualificados e fornece informações sobre as emissões de CO₂ e as necessidades de energia estimadas para o aquecimento, o arrefecimento e águas quentes sanitárias, (ADENE, 2009). Fazem também parte do documento algumas medidas de melhoria do desempenho energético e informações relativas a estas, tais como, a estimativa do potencial de redução de energia, o investimento aproximado a realizar, o respectivo retorno simples e a nova classe energética, caso se concretize a sua aplicação, (Ferreira, 2009).

O desempenho energético dos edifícios deve ser calculado com base numa metodologia, diferenciada a nível regional, que integre, para além do isolamento térmico, outros factores com influência crescente, como as instalações de equipamentos de climatização, a aplicação de fontes de energia renováveis e as disposições construtivas dos próprios edifícios. O RCCTE e o RSECE são os regulamentos que servem a base de cálculo do nível de desempenho energético, cumprindo as imposições do SCE, para a emissão do respectivo certificado energético do imóvel.

O RCCTE aplica-se a edifícios residenciais e pequenos edifícios de serviços sem climatização. A regulamentação do RSECE aplica-se a edifícios de serviços grandes (área útil > 1000 m²) e pequenos com climatização (P > 25 kW), como também a edifícios de habitação com sistemas de climatização de P > 25 kW, (ADENE, 2009; Directiva 2002/91/CE,2003).

O padrão de consumo energético do parque edificado nacional, tanto para arrefecimento, aquecimento e iluminação, correspondeu a 29% do total do consumo doméstico de electricidade (Figura 2.5), situação que reflecte a pouca eficiência das soluções construtivas dos edifícios, (ADENE, 2009).

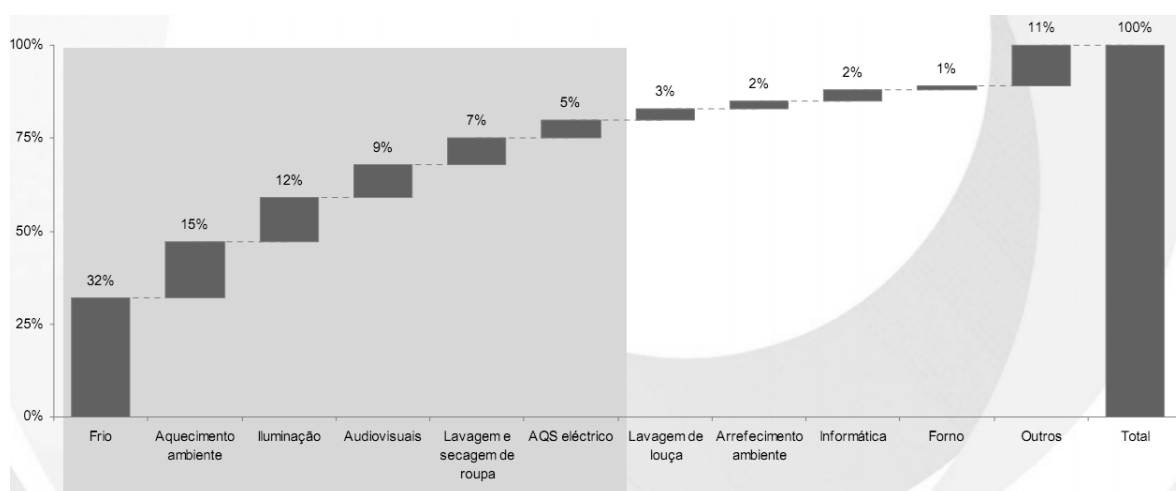


Figura 2.5 - Repartição do consumo doméstico de electricidade anual, numa habitação, (ADENE, 2009).

Da análise da Figura 2.5 conclui-se que a conservação de uma temperatura ambiente confortável é pois uma das atitudes que maior impacto tem na utilização de energia no sector doméstico, e é exactamente nos factores que influenciam esse gasto que os regulamentos atrás mencionados incidem com maior vigor. São tidos como principais pontos de análise do RCCTE, (ADENE, 2009):

- Aquecimento de águas sanitárias;
- Caixilharias e envidraçados;
- Equipamentos de climatização;
- Isolamento térmico e inércia térmica;
- Painéis Solares;
- Protecções solares;
- Pontes Térmicas;
- Qualidade do ar interior.

Os pontos de análise do RSECE para a certificação energética são:

- Valorização de energias renováveis;
- Características da envolvente;
- Limite de potência a instalar;
- Limites de consumo de energia;
- Eficiência sistemas energéticos;
- Plano manutenção obrigatório;
- Inspeções periódicas a equipamentos;
- Formação dos técnicos;
- Auditorias periódicas energéticas e QAI;
- Caudais de ar novo;

- Concentração de poluentes.

É relevante para a análise dos resultados a definição de Perito Qualificado e das suas actividades no âmbito do SCE. Como refere Planética (2012), os Peritos Qualificados podem emitir dois tipos de documentos comprovativos da situação regulamentar e do desempenho energético de um edifício ou fracção autónoma, nomeadamente:

- Declaração de Conformidade Regulamentar (DCR), após verificação do projecto do edifício ou fracção autónoma e que deverá ser integrada no processo de pedido de licenciamento ou de autorização de construção;

- Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE), após verificação da obra concluída e que será utilizado no processo de pedido de licenciamento ou autorização de utilização.

Embora sejam documentos distintos a DCR e o CE obtêm-se através do mesmo processo de base, funcionando a DCR como um “pré-certificado”. Na prática, uma DCR tem o mesmo formato e tipo de conteúdos que um CE, com algumas diferenças a nível de apresentação final (nome e número do documento). A informação contida na DCR tem um carácter provisório pois baseia-se em elementos e dados de projecto (incluindo classificação energética). A informação contida na DCR passa a definitiva com a emissão do CE, após a verificação do PQ no final da obra, (Planética, S.A., 2012).

No relatório de estatísticas do SCE, publicado pela ADENE em Março de 2012, o total de imóveis certificados até à data rondava os 500 mil, dos quais cerca de 90% respeitantes ao sector residencial, como mostra a Figura 2.6.

No âmbito desta dissertação serão apenas analisados os dados relativos aos edifícios de habitação.

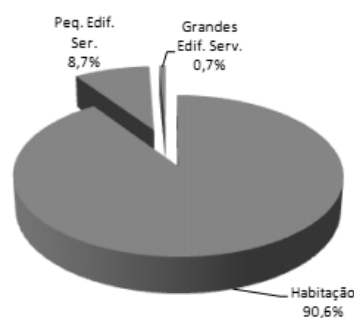


Figura 2.6 - Certificações energéticas em Março de 2012, (ADENE, Março de 2012).

O relatório supracitado refere também que dos imóveis certificados, 76% respeita ao parque edificado existente, 3% a edifícios novos no âmbito do SCE e 21% a imóveis que se encontram em fase de projecto.

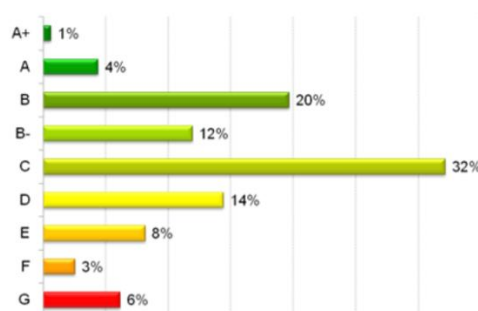


Figura 2.7 - Distribuição percentual da classe energética dos registos efectuados até Maio de 2012, (ADENE, Maio de 2012).

A Figura 2.7 mostra a classe de eficiência energética para os imóveis do parque existente certificados no SCE, dos quais 63% têm classe inferior a “B-”, demonstrando que existe um conjunto de dimensão interessante para a implementação de medidas de melhoria do desempenho energético.

As estatísticas referentes apenas ao ano de 2012 mostram que o desempenho energético dos edifícios existentes é claramente ineficaz, como se pode observar na Figura 2.8, onde predomina a classificação “C”, com cerca de 32%, perfazendo o conjunto das classificações abaixo desta aproximadamente 38%, correspondendo a um total de 70% de classificações abaixo do nível mínimo para edificações novas, “B -” (ADENE, Julho de 2012).

No âmbito da melhoria da eficiência energética, é importante referir que, em edifícios novos, a instalação de painéis solares térmicos contribui de forma muito significativa para a obtenção da classe A+, (Ferreira, 2009), representando 15% dos edifícios projectados (ADENE, Maio de 2012).

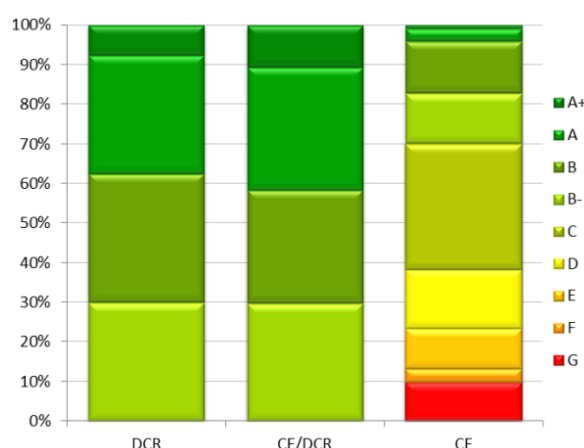


Figura 2.8 - Classe de eficiência energética dos registos efectuados no SCE no ano de 2012, (ADENE, Julho de 2012).

A certificação energética é neste momento um factor de informação importante para a análise do parque edificado, contudo reflecte ainda uma amostra demasiado pequena em relação ao parque edificado completo. A identificação das classes de edifícios abrangidas pode apenas ser feita por analogia desta amostra com a quantificação global do parque. É de notar que a tendência para o aumento da percentagem de edifícios com classificações baixas é expectável (como se pode verificar pela comparação da Figura 2.7 e da Figura 2.8). A obrigatoriedade do CE na transacção de imóveis fará com que o número de CE emitidos relativos a edifícios mais antigos (anteriores a 1991) aumente cada vez mais em relação aos CE emitidos para edifícios recentes, pois no mercado imobiliário os edifícios mais antigos representam uma parcela largamente superior aos restantes.

2.3. Eficiência Energética nos edifícios

A procura de soluções activas de climatização, que origina um aumento do consumo de energia no sector doméstico, tem sido um efeito directo do aumento das exigências de conforto por parte dos utilizadores, (Amado, 2002). Este ciclo de atitudes-consequências tem a sua origem no desempenho energético dos imóveis, a qual é associada a vários factores, sendo os mais importantes, (DGEG\ADENE, 2004):

- Isolamento térmico insuficiente nos elementos opacos da envolvente;
- Existência de pontes térmicas na envolvente do edifício;
- Presença de humidade (afectando o desempenho energético e a durabilidade);
- Baixo desempenho térmico de vãos envidraçados e portas (perdas de calor desproporcionadas por transmissão térmica e por infiltrações de ar excessivas);

- Falta de protecções solares adequadas nos vãos envidraçados, dando origem a sobreaquecimento no interior dos edifícios ou aumento das cargas térmicas e das necessidades energéticas no caso de habitações com sistemas de arrefecimento ambiente;
- Ventilação não-controlada, criando maiores necessidades energéticas em aquecimento no Inverno, ou inversamente, ventilação insuficiente, conduzindo a maiores níveis de humidade relativa no Inverno e sobreaquecimento no Verão, e o consequente desconforto dos ocupantes, fenómenos de condensação e baixo nível de qualidade do ar interior.

Como refere Mateus, outros factores que influenciam os excessivos consumos energéticos nas habitações são, (Mateus, 2004):

- O número de utilizadores;
- Condições climáticas do local onde se encontra implantado o edifício e orientação das fachadas;
- Volume da construção (área útil e pé direito médio);
- Condições económicas dos utilizadores;
- Eficiência energética dos equipamentos existentes.

O comportamento inadequado dos utilizadores pode também ser origem de consumos elevados de energia, como a manutenção dos sistemas de aquecimento ou de arrefecimento ligados, enquanto as janelas estão abertas, ou mesmo a climatização desnecessária dos espaços, permitindo temperaturas interiores fora dos níveis recomendados, isto é, demasiado quentes no Inverno e demasiado frios no Verão, (DGEG\ADENE, 2004).

Apesar da entrada em vigor do RCCTE em 1991, e da melhoria do comportamento térmico das soluções construtivas que daí adveio, a falta de fiscalização e a inexistência de um certificado que comprovasse a aplicação das soluções, facilitou a fuga ao cumprimento do Regulamento, ou a sua aplicação deficiente. O resultado é evidenciado pela Figura 2.9, onde mesmo depois de 1991 continuam a existir paredes exteriores de pano simples e sem isolamento térmico, bem como paredes exteriores de pano duplo sem isolamento térmico, (Lopes, 2010).

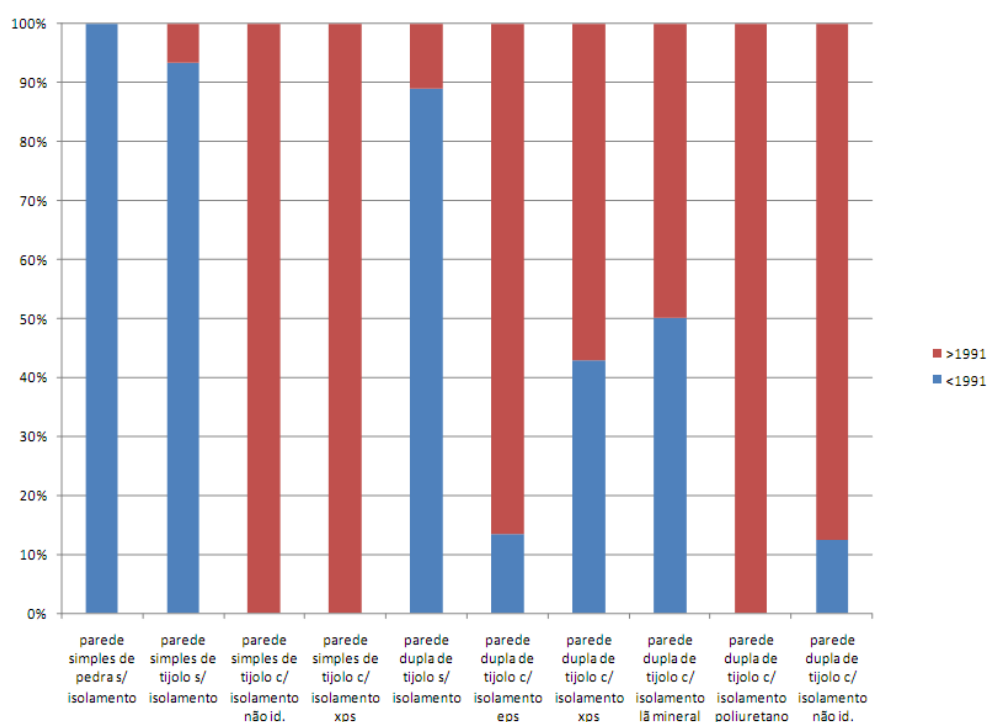


Figura 2.9 - Tipo de parede exterior e relação com o ano de entrada em vigor do RCCTE, (QUERCUS, 2008).

Da análise feita às caixilharias, Figura 2.10, é possível concluir que a melhoria resultante das caixilharias aplicadas foi notável com a introdução do RCCTE, no entanto há que referir que muitos dos edifícios posteriores a 1991 possuem caixilharias diferentes das caixilharias originais do edifício, seguramente resultantes de obras de reabilitação, em que existe uma grande probabilidade de estarem excluídas do âmbito de aplicação do Regulamento de 1990 – Decreto-Lei n.º 40/90, Capítulo I, Artigo 2.º, alínea 5 – a qual define que apenas ficam sujeitas ao Regulamento as alterações ou remodelações que representem mais de metade do valor do imóvel e que careçam de licenciamento municipal, (RCCTE, 1990).

A publicação do primeiro RCCTE não implicava uma classificação dos imóveis, no que diz respeito ao seu desempenho energético, pelo que os objectivos de alguns projectistas apenas se centravam no respeito pelas condições mínimas impostas. Assim, a adopção de soluções construtivas pouco eficientes a nível energético e o emprego de materiais com fraco comportamento térmico eram comuns, desde que os limites do regulamento fossem cumpridos.

Assim se percebe como era possível a aplicação de caixilharias com vidro simples, nos mais variados materiais, com altas ou baixas resistências térmicas, tal como o emprego de panos simples de tijolo sem isolamento térmico em paredes exteriores.

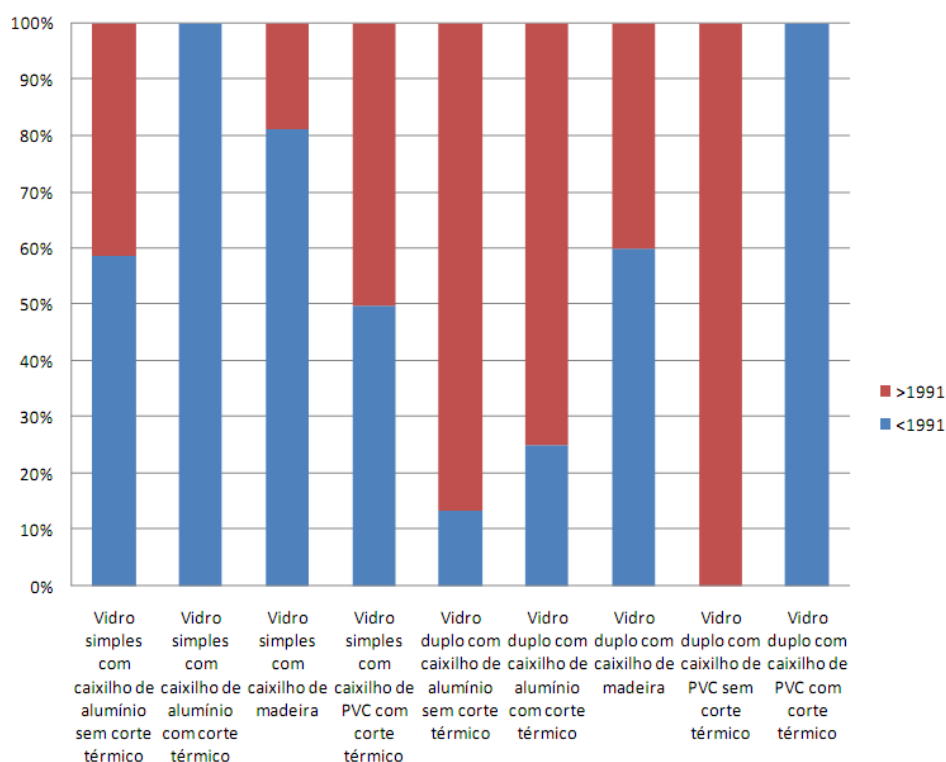


Figura 2.10 - Tipo de envidraçados de acordo com o ano de construção das habitações, (QUERCUS, 2008).

Como referido no subcapítulo 2.2, o certificado energético fornece também algumas medidas de melhoria do desempenho energético e que possibilitam a obtenção de uma classe energética superior. Segundo o relatório da União Europeia, relativo à introdução da EPBD nos países membros, as principais medidas sugeridas pelos peritos são: instalação de sistemas de aquecimento de águas quentes sanitárias mais eficientes (32%), aplicação de isolamento térmico nas envolventes (20%), utilização de colectores solares (18%), sistemas activos de climatização mais eficientes (12%) e o emprego de envidraçados com melhor eficiência energética (10%), como se ilustra na Figura 2.11, (IEE, 2011).

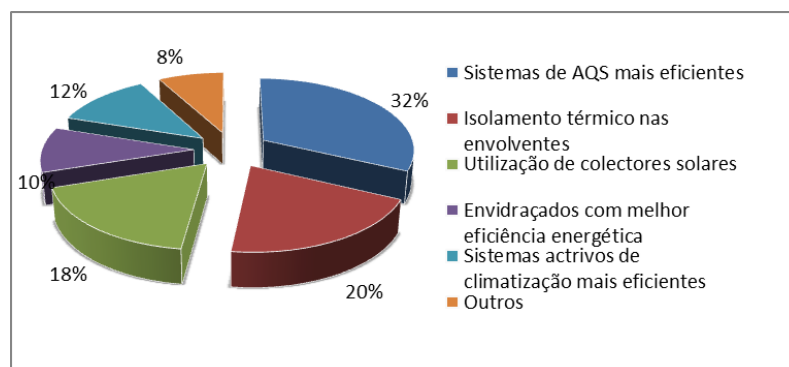


Figura 2.11 - Medidas típicas sugeridas por Peritos Qualificados, (IEE, 2011).

É importante referir que algumas sugestões devem ser consideradas apenas quando haja lugar a uma reabilitação geral do imóvel, pelo que só assim se justificam em termos económicos e funcionais, enquanto outras podem ser aplicadas em pequenas remodelações, (DGEG\ADENE, 2004).

2.4. Principais anomalias decorrentes da ineficiência energética

Define-se por anomalia uma manifestação que prejudique, ou condicione, uma exigência funcional de um edifício e patologia como o resultado de um conjunto de anomalias, (Faria, 2009). No entanto para efeitos desta dissertação apenas se considerarão as anomalias que estão directamente relacionadas com o comportamento térmico de edifícios.

Sendo a anomalia, ou um conjunto de anomalias, a razão para a formação de um processo patológico, então é admissível afirmar que uma, ou várias causas, são a base da manifestação das anomalias. Como refere Dias, as causas das anomalias podem ser divididas em 4 conjuntos distintos, (Dias, 2012):

- **Congénitas:** Que provêm da fase de projecto devido à não aplicação das exigências provenientes das normas técnicas, ou de erros dos próprios projectistas que resultam em falhas no detalhe e concepção inadequada dos elementos.

- **Construtivas:** Anomalias provenientes da fase de execução da obra e que resultam do emprego de mão-de-obra não qualificada, na utilização de produtos não certificados e no uso de metodologias inadequadas no assentamento de peças;

- **Adquiridas:** São caracterizadas por ocorrerem durante a vida útil dos materiais e são resultado da exposição ao meio circundante. Podem ser de origem natural, graças à agressividade do meio ou provenientes da acção do homem, em função da má manutenção ou mesmo da má utilização dos materiais no dia-a-dia;

- **Acidentais:** Provenientes da ocorrência de um fenómeno atípico, resultante de uma solicitação invulgar, como a acção da chuva e ventos de grande intensidade ou até de um incêndio. Essas acções provocam esforços inesperados provocando movimentações que poderão desencadear anomalias em cadeia.

Sabendo que a principal patologia que afecta os edifícios nacionais se deve a problemas de estanquidade é, no entanto, importante não esquecer que muitos problemas de humidades resultam da falta de eficiência energética dos edifícios, mais precisamente devido a condensações e à ventilação deficiente dos espaços, (Sousa, 2004).

2.4.1. Anomalias relacionadas com humidades

O risco de condensações superficiais depende essencialmente do balanço energético na superfície e da humidade relativa do ar, (Aelenei e Henriques, 2008). Os critérios anteriores aplicam-se de igual forma no interior dos edifícios, podendo-se aprofundar um pouco mais os precedentes dos conceitos referidos anteriormente. Assim, as condensações superficiais nas superfícies interiores dos imóveis dependem das condições de ocupação e da consequente produção de vapor de água nesses compartimentos, bem como da ventilação dos locais, do isolamento térmico das envolventes e da temperatura ambiente interior, (Henriques, 1994). A produção de vapor de água nas habitações dá-se em maiores quantidades em instalações sanitárias e cozinhas. No entanto nos compartimentos principais a sobreocupação dos espaços e a utilização de aquecedores móveis a gás são factores a ter em conta. Se os espaços forem insuficientemente ventilados, o vapor de água em excesso não poderá ser totalmente removido e condensará quando atinge qualquer ponto com uma temperatura abaixo do ponto de orvalho do ar interior, (DGEG\ADENE, 2004).

2.4.1.1 Condensações superficiais

Sabendo que a quantidade máxima de vapor de água que uma massa de ar pode conter – Limite de saturação – varia na razão directa da temperatura, e que o fenómeno de condensação se dá sempre que uma massa de ar se encontra no seu limite de saturação, ao qual corresponde uma humidade relativa de 100%, então pode-se afirmar que as condensações superficiais ocorrem sempre que o arrefecimento de uma massa de ar provoque uma diminuição do limite de saturação, até ao ponto em que a humidade relativa atinge os 100%. A partir deste ponto todo o vapor de água em excesso condensará na superfície, (Henriques, 1994; Mendonça, 2005). Para uma melhor interpretação do conceito ver Figura 2.12.

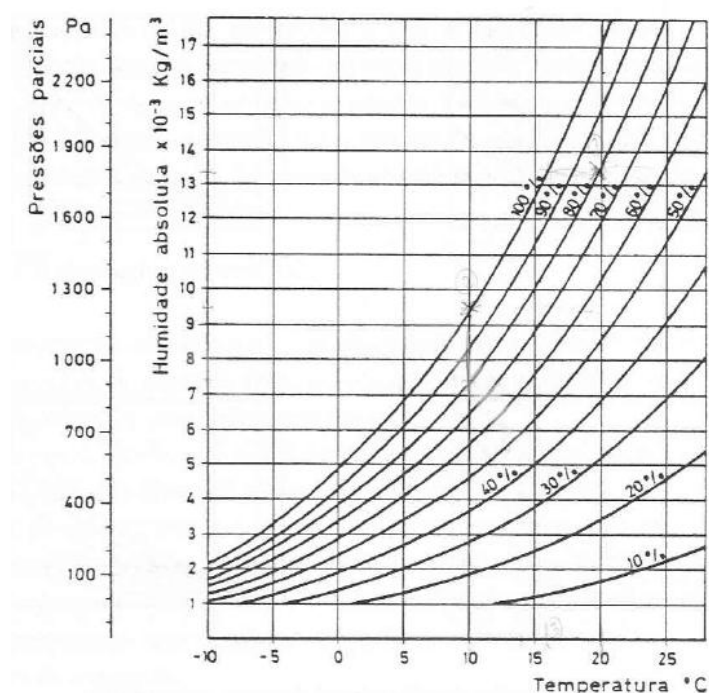


Figura 2.12 - Diagrama Psicométrico (Henriques, 1994)

As condensações superficiais dão-se inicialmente nos envidraçados e em seguida nas zonas em que o isolamento térmico é menor, ou onde a condutibilidade térmica dos materiais constituintes dessas zonas seja superior, como é o caso dos elementos estruturais. Numa fase posterior estendem-se às zonas de superfície corrente, quando o isolamento térmico destas não é suficiente para suportar a diferenças entre temperatura exterior e interior, ou quando a ventilação no local é fraca ou inexistente, (Henriques, 1994).

Zonas de pontes térmicas, em que as maiores transferências de calor resultam num decréscimo acentuado da temperatura superficial interior, em relação à zona corrente da envolvente exterior; ângulos entre paredes, zonas de ligação entre paredes e tectos e em casos extremos atrás de móveis, pela fraca ventilação aí verificada, são as zonas mais propícias ao aparecimento de condensações superficiais, (Mendonça, 2005; Pessoa, 2011).

É de notar que a condensação nos vidros permite dissipar temporariamente até 50% da humidade em excesso, sendo a restante evacuada pela renovação do ar e pela difusão através das paredes (Henriques, 1994).

A persistência de condensações superficiais cria condições favoráveis ao desenvolvimento de bolores, que constituem um dos sintomas característicos deste tipo de anomalias, podendo conduzir à degradação de estuques e rebocos (DGEG/ADENE, 2004; Henriques, 1994).

2.4.1.2 Condensações superficiais devido a inércias térmicas muito elevadas

Nos edifícios da época construtiva em análise este fenómeno apenas ocorre em paredes enterradas, ou parcialmente enterradas e sem correcções térmicas, dado que as restantes paredes envolventes não possuem inércia térmica suficiente para causar tal fenómeno (Sousa, 2004). Esta ocorrência deve-se ao facto de nestes casos existir uma tendência para a temperatura interior ser superior à temperatura exterior no Inverno, e inferior no Verão. Com a mudança de estações, nomeadamente na Primavera e no Outono, e a devida alteração de temperaturas exteriores ocorrem fenómenos de condensação superficial pois esta variação de temperatura não é acompanhada pelas superfícies interiores e pelo ar ambiente interior, pelo que através da ventilação natural, o ar quente e húmido conduzido para o interior – no caso do Verão – baixa bruscamente de temperatura, aumentando a humidade relativa e condensando nas superfícies, (Henriques, 1994; Mendonça, 2005).

2.4.1.3 Condensações internas

A condensação também pode ocorrer internamente na estrutura da envolvente dos edifícios, podendo afectar a durabilidade dos materiais e por outro lado diminuir a resistência térmica, pois a presença de água aumenta significativamente a condutividade térmica da maioria dos materiais isolantes e não só, podendo inclusivamente dar origem à ocorrência de condensações superficiais, (DGEG/ADENE, 2004; Henriques, 1994).

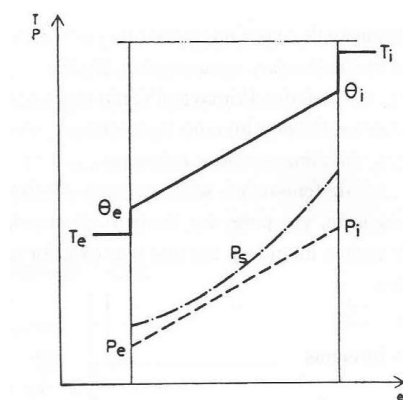


Figura 2.13 - Representação de uma parede homogênea em corte, (Henriques, 1994).

Citando Henriques (1994), “as condensações no interior das paredes ocorrem sempre que num dado ponto a pressão parcial do vapor de água que atravessa a parede por difusão iguala a pressão de saturação correspondente à temperatura nesse ponto. Considerando constantes as

condições Termo higrométricas dos ambientes exterior e interior, os factores que influenciam a ocorrência destas condensações são de dois tipos:

- As características de isolamento térmico dos vários materiais que constituem as paredes, que condicionam as respectivas temperaturas no interior e vão determinar os valores da pressão de saturação em cada ponto;
- As características de permeabilidade ao vapor de água daqueles materiais, que vão determinar as variações da pressão parcial ao longo da parede.”

A partir da Figura 2.12, e sabendo os valores da temperatura em cada ponto é possível determinar as respectivas pressões de saturação P_s . A compreensão do fenómeno é facilitada pela análise da Figura 2.13, de onde é possível perceber que quando a curva da pressão de saturação intercepta a recta que une as pressões externas e internas – P_e e P_i – ocorrem condensações. O mesmo raciocínio se aplica a paredes heterogéneas, sendo no entanto necessário ter em conta as características de permeabilidade de cada camada, e as consequentes variações de pressões, (Henriques, 1994).

2.4.2. Anomalias relacionadas com a ventilação dos espaços

A ventilação está fortemente ligada com as condensações no que toca ao desenvolvimento de microorganismos. Independentemente do sistema construtivo e da presença ou ausência de isolamento térmico nos seus constituintes, da inércia térmica dos elementos e da temperatura interior, pode-se dar o aparecimento de manchas de bolor, em que para isso basta que sejam criadas as condições necessárias para o seu desenvolvimento, como por exemplo a humidade relativa superior a 75-80%, (Henriques, 1994).

O vapor de água só pode ser transportado para o exterior através da renovação de ar interior ou pela difusão através das paredes exteriores. Caso contrário, a condensação nos paramentos é uma consequência inevitável. Considera-se que, se não ocorrerem condensações superficiais, 95% da humidade produzida é evacuada através da renovação de ar, e apenas os restantes 5% atravessam a envolvente por difusão, (Henriques, 1994).

Se a produção de vapor de água for em demasia para que a ventilação natural do espaço se encarregue de a evacuar para o exterior, a ocorrência de condensações será inevitável. O aumento da temperatura por meios activos é nestas situações uma atitude recorrente por parte dos utilizadores, o que representa um gasto extraordinário de energia, que poderia ser facilmente substituído por uma ventilação adequada. Já Henriques (1994) suporta esta conclusão quando afirma que, especialmente no período de Inverno permitir a entrada de ar frio e por vezes muito húmido do exterior é o comportamento desejável, (Henriques, 1994).

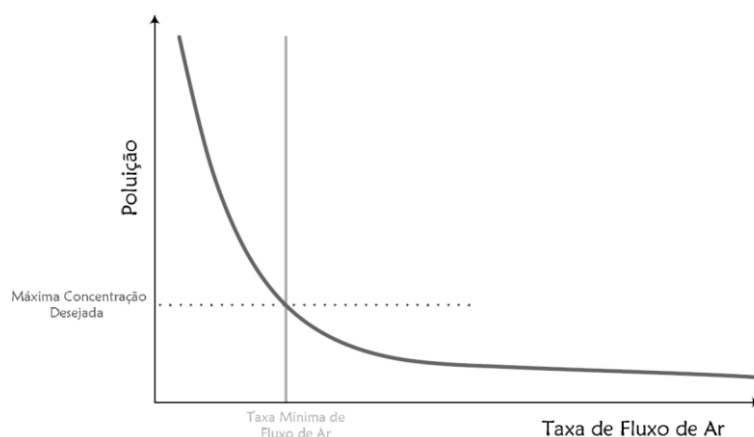


Figura 2.14 - Efeito da ventilação natural na qualidade do ar interior, (Matos, 2009).

A qualidade do ar é também uma exigência funcional bastante importante, na medida em que influencia directamente a saúde, o conforto e a produtividade dos habitantes. Os poluentes verificados podem ter várias origens, desde fontes internas, que incluem as actividades de manutenção, renovação e remodelação de edifícios, fontes de calor e as actividades dos ocupantes, e externas, como a poluição exterior, pelo que é indispensável haver uma renovação de ar interior suficiente, como se observa na Figura 2.14, (Matos, 2009).

2.5. Principais causas da ineficiência energética

A falta de conforto térmico sentido no interior das habitações é motivada por vários factores, tais como (Paiva *et al.*, 2006):

- Alterações climáticas resultando em estações extremas (Verão e Inverno) mais longas e mais rígidas;
- Alterações socioeconómicas que levam a que as habitações estejam menos horas ocupadas e que levem os utilizadores a evitar o funcionamento de sistemas activos de climatização devido a dificuldades económicas, tendo como consequência a impossibilidade de garantir uma contribuição energética constante;
- Falta de legislação e falta de preocupação por parte dos promotores, projectistas e empreiteiros com o conforto ambiental dos edifícios de habitação construídos até 1991;
- Falta de eficiência da fiscalização autárquica com objectivo de fazer cumprir o imposto pela legislação após a sua entrada em vigor;
- Utilização eficiente por parte do utilizador.

A primeira e segunda condição são de certa forma incontroláveis. No entanto as duas últimas acabam por ser aquelas que maior influência têm na qualidade térmica das habitações portuguesas, sendo a base das causas das principais anomalias, (Lopes, 2010).

As principais causas de ineficiência energética podem ser associadas a sete factores distintos mas frequentemente relacionados. São estes: o isolamento térmico, a iluminação natural, a ventilação, as paredes duplas com caixa-de-ar, as paredes de pano simples, os vãos e as coberturas. É essencial referir que a grande maioria das causas relacionadas com defeitos de aplicação que provoquem a infiltração de águas estão relacionadas com a ineficiência energética na medida em que levam a uma condutibilidade térmica mais elevada dos materiais em questão, e como consequência à diminuição da resistência térmica dos elementos afectados.

Quadro 2.2 - Principais causas de ineficiência energética, (Cruz e Aguiar, 2009; Ganhão, 2011; Lopes, 2010; Mendes da Silva e Gonçalves, 2001; Pessoa, 2011; Silva e Abrantes, 2007; Sousa, 2002).

Elementos	Causas de anomalias
Isolamento Térmico	Ausência de espessura insuficiente
	Falha na garantia de verticalidade a longo prazo
	Contacto do isolante com o pano exterior no caso de paredes duplas
	Descontinuidade entre o material isolante
	Folgas entre o isolante e a parede interior
	Colocação junto à face interior do pano exterior em paredes duplas com caixa-de-ar sem preenchimento total
	Degradação do isolante térmico
	Isolamento presente apenas nos panos de alvenaria de tijolo mas sem correcção de pontes térmicas
	Correcções das pontes térmicas mal projectadas ou mal executadas
Iluminação Natural	Quando não é considerada no projecto conduz a consumos extraordinários para ser compensada por iluminação artificial
	Ausência de dispositivos de controlo de fluxo luminoso
	Escolha inadequada das cores interiores
Ventilação Natural	Infiltrações de ar pelas caixilharias não controladas
	Estanquidade total das caixilharias quando o sistema não é acompanhado por outros meios de admissão de ar
	Caixas de estore com permeabilidade ao ar elevada e não controlada
Paredes duplas com caixa-de-ar	Ventilação ausente ou insuficiente
	Capacidade de drenagem deficiente
	Contacto entre as "rebarbas" de argamassa das juntas de assentamento dos dois panos
	Baixa inércia térmica (elementos de pequena espessura)
	Caixa-de-ar obstruída

	Caixa-de-ar sem espessura mínima
	Orifícios de drenagem obstruídos ou inexistentes
	Roços com demasiada profundidade
	Colocação dos grampos com pendente incorrecta
	Grampos sem pingadeira
Parede de pano simples em ETICS	Deficiente aplicação dos rebocos exteriores
	Ausência de armaduras nos rebocos
	Ausência de protecção à cota de soleira e de impermeabilização
	Deficiente tratamento de pontos singulares
	Roços com demasiada profundidade
Vãos	Envidraçados de dimensões inadequadas para a orientação da fachada
	Caixilharias em materiais de fraca resistência térmica e/ou sem corte térmico
	Vidros simples
	Vidros de emissividade elevada
	Inexistência ou deficientes protecções solares
	Inexistência ou deficiente sombreamento
Coberturas	Porosidade elevada da camada de acabamento final devido ao envelhecimento do material
	Deficiências e/ou obstrução dos sistemas de escoamento
	Infiltrações através de remates mal executados
	Ausência de camada impermeabilizante, aplicação deficiente, materiais inadequados e/ou degradação por envelhecimento
	Ausência ou degradação de isolamento térmico
	Isolante térmico inadequado ou ausência de protecção mecânica
	Inexistência de bandas de dessolidarização

2.6. Contexto Europeu face ao Protocolo de Quioto, aos objectivos 20-20-20 e à EPBD

O nível e a qualidade de vida dos habitantes reflecte-se no conforto térmico do parque edificado, no estado de conservação dos edifícios, na eficácia energética destes e nos custos energéticos associados, pelo que se tornam pontos fulcrais de análise, (Amado, 2002). Por outro lado, o impacte do consumo desnecessário de energia sobre o meio ambiente é também uma preocupação evidente.

2.6.1. Protocolo de Quioto

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) é um tratado internacional com ambições ambientais que foi assinado por 154 países na United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), no Rio de Janeiro em 1992. Tinha como objectivo reduzir o aquecimento global e definir estratégias para combater o aumento da temperatura global através da estabilização e controlo de emissão de GEE. Em 1997 foi adicionado ao tratado um protocolo que delineava estratégias concretas para a redução da emissão dos GEE. Esse protocolo chamou-se Protocolo de Quioto, (Saundry, 2006).

O tratado original não estabelecia nenhum regime de obrigatoriedade nos limites de emissões de GEE, ao contrário do Protocolo de Quioto, que estabeleceu limites máximos para os 35 países industrializados que o ratificaram. Entrou em vigor em 2005, centrando-se em duas questões fundamentais: Os objectivos vinculativos de redução dos Gases de Efeito de estufa (GEE) e nas políticas e medidas de mitigação das emissões de GEE. Consiste assim num acordo internacional que determina limites nas emissões de GEE nos países industrializados assinantes, (Gouveia e Mesquita, 2011; Lacasta e Barata, 1999; Saundry, 2006; Sousa, 2012).

Este protocolo define que os países signatários, tais como Portugal, devem cooperar entre si através de algumas acções e obrigações básicas tais como, (Lacasta e Barata, 1999; Saundry, 2006):

- O protocolo obriga o conjunto de países industrializados, entre 2008 e 2012, a reduzirem em 5,2% as suas emissões, em comparação com as emissões do ano base – 1990. Esta redução agregada é, no entanto, traduzida em reduções individuais diferentes para cada país, reduções essas que vão desde -8% até +10%, face a 1990;
- Os países signatários devem ainda elaborar políticas e medidas nacionais para diminuir as Alterações Climáticas. Essas políticas podem ou não, ser coordenadas internacionalmente com outros países signatários;
- As partes envolvidas têm também de progredir na implementação de programas nacionais sobre inventários entre todas as partes, isto é, países desenvolvidos e em desenvolvimento;
- O Protocolo implica a obrigação da publicação de relatórios anuais da implementação das obrigações por cada país.

Os 15 estados membro da União Europeia acordaram no entanto uma redução agregada ainda mais significativa das emissões de GEE, para 8% em relação aos níveis de 1990, no mesmo período, (APA, 2012; Lacasta e Barata, 1999).

2.6.2. Protocolo de Quioto em Portugal

No âmbito do Protocolo de Quioto, como membro da União Europeia, e respeitando o acordo de partilha de responsabilidade a nível comunitário, Portugal assumiu o compromisso de não ultrapassar as emissões de gases com efeito de estufa em 27% no período de 2008-2012, face às emissões registadas em 1990, tendo como valor limite 381,94 milhões de toneladas de equivalentes de CO₂ (Mt CO₂e), (APA, 2012; Gouveia e Mesquita, 2011).

No âmbito dos compromissos internacionais assumidos com o Protocolo de Quioto, Portugal constituiu instrumentos fundamentais, como descrevem Gouveia e Mesquita (2011):

- O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto e alterado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro, que define um conjunto de políticas e medidas internas que visam a redução de emissões de GEE por parte dos diversos sectores de actividade;
- O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), que é aplicável a um conjunto de instalações fortemente emissoras de GEE, e como tal incluídas no Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE);
- O Fundo Português de Carbono (FPC), criado pelo Decreto-Lei n.º 71/2006, de 24 de Março, que visa o desenvolvimento de actividades para a obtenção de créditos de emissão de GEE, designadamente através do investimento em mecanismos de flexibilidade do Protocolo de Quioto;
- A Estratégia Nacional de Adaptação as Alterações Climáticas (ENAA), estruturada sob os seguintes objectivos: informação e conhecimento; reduzir a vulnerabilidade e aumentar a capacidade de resposta; participar, sensibilizar e divulgar; cooperar a nível internacional, (APA, 2012).

O Inventário de Emissões Antropogénicas por Fontes e Remoção por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (INERPA) é também essencial para o controlo das emissões nacionais na medida de que é através do qual que é possível aferir as emissões do país. Em Novembro de 2012 o Sistema de Previsão do Cumprimento de Quioto indicava que Portugal estava próxima dos 0% acima da quantidade que lhe foi atribuída, o que significa que pode emitir mais 1,21 Mt CO₂e do que o tecto de emissões de gases com efeito de estufa estabelecido, (APA, 2012).

2.6.3. Energia-Clima 20.20.20

Num enquadramento pós Protocolo de Quioto e através do Pacote "Energia-Clima 20-20-20" aprovado pelo Parlamento Europeu em 17 de Dezembro de 2008, a União Europeia definiu três grandes objectivos até 2020, (Capros *et al.*, 2011):

- Alcançar os 20% de quota total de energia proveniente de fontes de energia renovável no consumo final de energia;
- Meta de melhoria de 20% na eficiência energética através da redução do consumo de energia primária;
- Reduzir as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) em 20%, face a 1990, podendo esta meta passar a 30%, no contexto das negociações em curso.

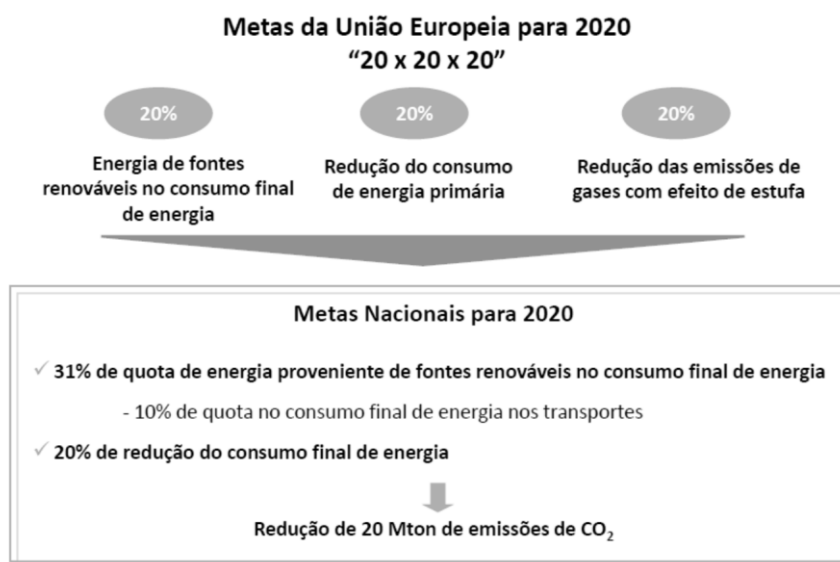


Figura 2.15 - Metas da UE para 2020 e Metas Nacionais para 2020, (Silvério, 2011).

A transposição para a legislação Portuguesa foi feita através de várias resoluções de Conselhos de Ministros (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 29/2010) (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 93/2010) (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 2/2011):

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, que estabelece uma Estratégia Nacional para a Energia com o horizonte de 2020 (ENE 2020);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 93/2010, que formaliza o início do desenvolvimento do Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2020 (RNBC 2020), os respectivos planos sectoriais de baixo carbono para cada Ministério, e o Programa Nacional para as Alterações Climáticas para o período 2013 -2020 (PNAC 2020);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, de 9 de Dezembro, que aprovou o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECOAP).

A Figura 2.15 ilustra as metas nacionais resultantes dos objectivos da União Europeia, destacando-se entre eles a redução do consumo de energia final em 20% e a meta de 31% de energia proveniente de fontes renováveis.

Com vista aos objectivos para 2020 é feita também uma revisão ao Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – PNAEE – e ao Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis – PNAER, os quais serão analisados no subcapítulo 2.7.

2.6.4. Directiva Europeia 2002/91/CE (EPBD)

Em Dezembro de 2002 o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia aprovaram a Directiva 2002/91/CE, que requeria que todos os membros da EU optimizassem os regulamentos de edifícios e introduzissem sistemas de certificação energética de edifícios, (EPBD-CA, 2012; Pinheiro, 2006).

Esta Directiva implicava a emissão de Certificados Energéticos nos seguintes casos, (Directiva 2002/91/CE, 2003; Ferreira, 2009):

- Na obtenção de licenças de utilização em edifícios novos;
- Imóveis sujeitos a intervenções importantes de reabilitação;
- Nas transacções de imóveis de habitação e de serviços existentes (validade do certificado: máximo 10 anos);
- Edifícios de serviços com mais de 1 000 m² de área útil, ocupados por autoridades públicas ou instituições que prestem serviços públicos.

Com a revisão da EPBD em 2009 e a sua aprovação em 2010 (Directiva 2010/31/EU), e a consequente revogação da Directiva 2002/91/CE, os Estados-membros da UE propuseram-se a enfrentar novos desafios e novas exigências, como, (EPBD-CA, 2012; Ferreira e Pinheiro, 2011; Maldonado, 2010):

- Os requisitos mínimos para envolventes e sistemas técnicos têm de ser estabelecidos numa óptica de custo mínimo ao longo de um ciclo de vida longo;
- O conceito de “Grandes renovações” desaparece e a partir de 2012 passam a ser abrangidas pela SCE todas as reabilitações de edifícios independentemente da sua dimensão;
- A imposição de, a partir de 31 Dezembro de 2020, todos os edifícios novos apresentarem um balanço energético próximo do zero;
- A partir de 31 Dezembro de 2018 todos os edifícios ocupados por entidades públicas terão de ter necessidades energéticas quase nulas;
- Aceleração da integração de energias renováveis, da cogeração ou microgeração e de sistemas mais eficientes;
- Exigência de apresentação da classe energética na publicidade a todos os edifícios presentes no mercado de transacção;
- A afixação dos Certificados em edifícios públicos deve ser visível. O limite mínimo de área útil para essa afixação que a EPBD de 2002 impunha, de 1000m², passa para 500 m² e a partir de 2015 para 250 m².

O processo de credibilização da certificação é uma prioridade com a EPBD de 2010. Outro dos grandes objectivos desta EPBD é preparar os estados membros para a imposição dos edifícios de balanço energético quase zero que entrará em 2020, (Maldonado, 2010).

2.6.4.1 Directiva Europeia 2012/27/EU

A Directiva Europeia 2012/27/EU surge como complemento da EPBD de 2010, na medida em que reforça a exigência aos Estados-Membros em certificarem todos os edifícios públicos com mais de 500 m² (ou com mais de 250 m² a partir de 9/7/2015), e por outro lado obriga os Estados-Membros da União Europeia a reabilitar anualmente 3% dos edifícios públicos (média ao longo de 5 anos), tendo por base a área útil dos edifícios aquecidos ou arrefecidos ocupados por entidades públicas, dando prioridade aos menos eficientes. Estabelece também a obrigatoriedade da implementação até ao final de Abril de 2014 de um Plano Nacional de Reabilitação de Edifícios, (Directiva 2012/27/EU, 2012; Maldonado, 2012).

2.6.4.2 NZEB

O termo "Nearly Zero Energy Building" é usado para apresentar o balanço anual de energia (quase) nulo de um edifício e não considera o consumo de energia da sua construção e dos seus componentes, referindo apenas a energia que é utilizada na operação do edifício e que se aproxima bastante da energia que é produzida por este, (Hernandez e Kenny, 2010).

Os Nealy Zero Energy Buildings – NZEB – podem ser autónomos da rede eléctrica, no entanto, como as necessidades de energia variam ao longo do ano, e como alternativa a um sistema de acumulação de energia (pois as energias de fontes renováveis são por norma sazonais), pode ser necessária uma interacção com a rede, em que em algumas épocas a energia obtida em excesso é enviada à rede e em alturas de maiores necessidades é fornecida pela rede, (Comissão Europeia, 2009).

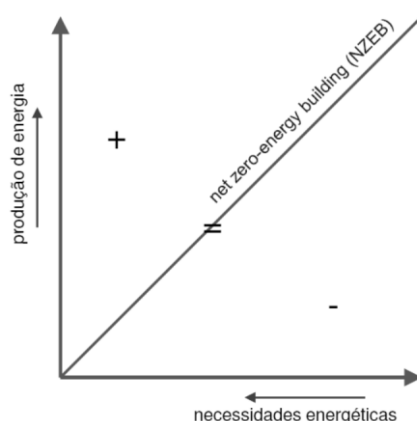


Figura 2.16 - Net-Zero Energy Buildings (NZEB), (Gonçalves *et al.*, 2012).

Em algumas comunidades científicas NZEB pode significar “Net-Zero Energy Building”. No entanto, e apesar do facto de que Net-Zero seja o objectivo primário, considera-se que alcançar o valor zero absoluto no balanço anual de energia é de certa forma utópico e que se deve considerar uma margem de falha para esse balanço, denominando então NZEB de “Nearly Zero Energy Building”, (Ghiran e Mayer, 2012).

Na União Europeia, de acordo com a EPBD, a partir de 2018 todos os edifícios de serviços ocupados por entidades públicas deverão ter um balanço energético “quase” zero. Resta agora aos Estados-Membros definirem quais os limites a seguir, dado que é preciso ainda definir esse “quase”, respeitante ao balanço energético, como também o que se entende por “desempenhos energéticos elevados”. Para além disso é essencial que haja um consenso nas questões metodológicas, como por exemplo na forma da quantificação da energia renovável e quais serão os consumos regulados que devem ser contabilizados (deve-se definir, por exemplo, se a iluminação a considerar será a iluminação fixa ou a variável, como a dos cadeiros, ou ambas), (Aelenei *et al.*, 2012).

2.7. Contexto nacional e programas existentes para o reforço da eficiência energética

Em 2006 são publicados em Diário da República três Decretos-Lei que formam a transposição da EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) para o regime jurídico português:

- Decreto-Lei n.º 78/2006: cria o Sistema Nacional de Certificação Energética e de Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE);
- Decreto-Lei n.º 79/2006: versão revista do RSECE;

- Decreto-Lei n.º 80/2006: versão revista do RCCTE. Revoga e alarga o anterior Decreto-Lei n.º 40/90 de 6 de Fevereiro alterando o âmbito de aplicação e o nível de exigência do anterior.

A Directiva n.º 2006/32/CE, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estabelece a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética. Assim é aprovado em 2008 o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), (Ferreira, 2009; Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

É de notar que no momento do desenvolvimento desta dissertação, a revisão do PNAEE e do PNAER prevista para 2013 ainda não se encontra publicada, pelo que não será analisada.

2.7.1. Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – PNAEE

Com a aprovação do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – PNAEE – também designado por «Portugal Eficiência 2015», pela Resolução de Ministros n.º 80/2008, é criado um documento que engloba um conjunto de programas e medidas tendo como objectivo alcançar as metas propostas pela EPBD, em que até 2015, deve existir uma melhoria da eficiência energética equivalente a 10% do consumo final de energia, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos. Entre estas destacam-se aquelas que dizem respeito ao sector residencial e de serviços, o qual integra três grandes programas de eficiência energética, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008):

Programa Renováveis na Hora, que é orientado para o aumento da penetração de energias renováveis nos sectores residencial e serviços;

Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios, que agrupa as medidas que resultam do processo de certificação energética nos edifícios, num programa que inclui diversas medidas de eficiência energética nos edifícios;

Programa Renove Casa, no qual são definidas várias medidas relacionadas com eficiência energética na iluminação, electrodomésticos, electrónica de consumo e reabilitação de espaços.

2.7.1.1 Programa renováveis na hora

Para o cumprimento dos objectivos da ENE2020, foi criado um programa de incentivo à produção descentralizada de electricidade em baixa tensão por particulares, pertencente ao PNAEE, o programa de Microprodução – Decreto-Lei n.º 363/2007 (Quadro 2.3). É estabelecido

também, através do Decreto-Lei n.º 34/2011 um Regime de Miniprodução, em que este permite que exista um consumo efectivo de electricidade no local da instalação, e é destinado a projectos com potências até 150 kW ou 250 kW em função da tecnologia, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008; Silva, 2010).

Este programa visa promover a substituição do consumo de energia fóssil por energia renovável, através da maior facilidade de acesso a tecnologias de micro-geração de energia eléctrica e de aquecimento solar de águas quentes sanitárias. Pretende dinamizar a produção descentralizada de energia eléctrica ou combinada de energia eléctrica e térmica e, permitindo o exercício da actividade de produção de electricidade em baixa tensão por parte de entidades singulares e colectivas, possibilitar a entrega da energia proveniente de instalações de microprodução à rede eléctrica pública, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008). É importante salientar a isenção total de IVA/IRS/IRC na venda de electricidade à EDP até ao limite anual de 5000€, (ADENE, 2012).

Quadro 2.3 - Programa Renováveis na Hora, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

Objective	Promover a substituição do consumo de energia não renovável por energia renovável através da maior facilidade de acesso a tecnologias de micro-geração e de aquecimento solar	
Renováveis na Hora: Micro-geração	Renováveis na Hora: Programa Solar Térmico	
Sistema simplificado de registo para instalação de micro-geração renovável até 5 kW • 10 MW por ano a crescer a 20%/ano Obrigatoriedade de instalação 2 m² de solar térmico para aceder à tarifa bonificada • Estimado em cerca de 1m² por kW instalado Isenção de licenciamento camarário para pequenas instalações	Campanhas de divulgação Programa "Renove – Solar Térmico" • Apoio à revitalização de equipamentos de solar térmico existentes Programa de incentivos para instalação de novo solar térmico • Benefício fiscal até 30% do investimento em sede de IRS Obrigatoriedade de instalação de solar térmico nos novos edifícios Programas orientados a segmentos específicos • Habitações Sociais • Piscinas e Balneários • Condomínio Solar	
• 165 MW de capacidade instalada	• 1 em cada 15 edifícios com Solar Térmico	

2.7.1.2 Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios

O Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios, visa melhorar o desempenho energético dos edifícios, através da melhoria da classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação das orientações que regulam o Sistema de Certificação Energética

(SCE), e agrupa as medidas que resultam do processo de certificação energética nos edifícios, num programa que inclui diversas medidas de eficiência energética nos edifícios, nomeadamente isolamentos, melhoria de vãos envidraçados e sistemas energéticos, como se pode observar no Quadro 2.4, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

Quadro 2.4 - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

Objectivo		
Melhorar o desempenho energético dos edifícios, através da melhoria da classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação do Sistema de Certificação Energética		
Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)	Eficiência nos edifícios residenciais	Eficiência nos Serviços
Implementação faseada do Sistema de Certificação Energética de acordo com o definido na respectiva regulamentação legal, nomeadamente: 1ª fase – a partir de 1 de Julho de 2007 - aos novos grandes edifícios de habitação e de serviços (>1.000 m²) ou grandes remodelações 2ª fase – a partir de 1 de Julho de 2008 - a todos os edifícios novos de habitação e serviços independentemente da área ou fim 3ª fase – a partir de 1 de Janeiro de 2009 - aos edifícios existentes para habitação e serviços, aquando da celebração de contratos de venda e locação ou cuja área seja superior a 1.000 m²	Alinhamento progressivo da fiscalidade com a classe de eficiência energética dos edifícios Em sede de IRS, bonificação em 10% dos benefícios associados ao crédito habitação para edifícios Classe A/A+ Acesso a crédito bonificado para implementação das medidas de eficiência energética e reabilitação previstas no certificado energético	Obrigatoriedade para edifícios > 1.000 m² - Realização de auditoria de energética de 6 em 6 anos e inspecções periódicas a caldeiras e sistemas de ar condicionado - Plano de manutenção e técnico responsável pelo bom funcionamento dos sistemas de climatização Dinamização da instalação de sistemas de monitorização e gestão de energia - Obrigatória em equipamentos com potência >100kW (monitorização) e 200kW (gestão) Incentivo à cogeração através da dinamização de estudos de viabilidade - Obrigatória para edifícios >10.000 m² dos sectores de saúde, turismo e comércio Regulamentação sobre iluminação com máximo de W/m² consoante as utilizações
- Residencial: 200 mil fogos/ano certificados - Serviços: 20 mil fracções/ano certificadas	1 em cada 15 lares com classe energética eficiente (B- ou superior)	30% do parque > B- em 2015 50% das grandes reparações A

2.7.1.3 Programa Renove Casa

Este programa encontra-se distribuído em quatro áreas de intervenção que visam tornar o parque de equipamentos domésticos (electrodomésticos e iluminação) mais eficiente, quer por via da substituição directa, quer através do desincentivo à compra de novos equipamentos com performances energéticas reduzidas, quer ainda por via do estímulo a uma mudança de comportamentos na aquisição e no consumo de energia.

São também propostas medidas que visam a recuperação de edifícios com necessidades de reabilitação e que proporcionem uma melhoria da sua performance energética, bem como medidas destinadas ao segmento dos serviços e relativos aos equipamentos de escritório eficientes, como se pode observar na síntese apresentada no Quadro 2.5, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

Quadro 2.5 - Programa Renove Casa e Escritório, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

Objectivo				
Tornar o parque actual de equipamentos domésticos (electrodomésticos e iluminação) mais eficiente quer por via da substituição directa quer através do desincentivo à compra de novos equipamentos com performances energéticas significativamente inferiores às melhores práticas já existentes no mercado, quer por via do estímulo a uma mudança de comportamentos na aquisição e no consumo de energia.				
Substituição de equipamentos	Desincentivo à aquisição de novos equipamentos ineficientes	Medidas de remodelação	Renovação de equipamento de escritório	
Programa Renove+ Electrodomésticos: cheque para substituição de equipamentos antigos por novos • €100 para equipamentos classe por A++ • €50 para equipamentos A+ Cheque Eficiência e crédito bonificado para substituição de equipamentos Financiamento de programas de troca de lâmpadas, termoacumuladores e outros equipamentos (PPEC) • Phase-out de lâmpadas incandescentes até 2015	Taxa sobre as lâmpadas ineficientes Restrição na comercialização de equipamentos de classes mais baixas • Frigoríficos – Classe E e inferiores • Ar Condicionado – COP < 2,5 • Balastros electromagnéticos Informação sobre "whole-life-cycle cost"	Intervenção no parque de edifícios a necessitar de remodelação: • Medida Janela Eficiente - incentivo à instalação de janelas eficientes (vidro duplo e estruturas com corte térmico); • Medida de colocação de isolamentos, interiores/exterior: Medida Calor Verde - Incentivo à instalação de: • Recuperadores calor • Bombas de calor (COP >=4)	Sistema de amortizações fiscais aceleradas para aquisição de equipamentos de elevada eficiência • Portáteis • Fotocopiadores eficientes • Impressoras centralizadas e multi-funções • Equipamentos de arrefecimento Programa de informação e divulgação de soluções eficientes (energy star)	
• Substituição de 1M de electrodomésticos até 2015	• Substituição de 5M de lâmpadas incandescentes por CFLs até 2015	• Janelas eficientes: 200 mil fogos • Isolamento Térmico: 100 mil fogos • Aquecimento Eficiente: 200 mil fogos	• Penetração de equipamentos de elevada eficiência nas novas aquisições de: • 10% em 2010; • 20% em 2015;	

2.7.1.4 Fundo de Eficiência Energética

O Fundo de Eficiência Energética foi criado através do Decreto-Lei n.º 50/2010, de 20 de Maio, e é um instrumento financeiro que tem como objectivo financiar os programas e medidas previstas no PNAEE, incentivar a eficiência energética, apoiar projectos de eficiência energética e promover a alteração de comportamentos, neste domínio. Podem candidatar-se a apoio os projectos que conduzam à concretização directa das medidas definidas nos programas do PNAEE, (FEE-ADENE, 2012).

2.7.2. Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER)

Como é descrito pela DGEG, o PNAER “fixa os objectivos de Portugal relativos à quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia em 2020, tendo em consideração a energia consumida nos sectores dos transportes, da electricidade e do aquecimento e arrefecimento em 2020, identificando as medidas e acções previstas em cada um

desses sectores. Estabelece igualmente o compromisso nacional relativo à quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida no sector dos transportes”, (DGEG, 2012).

O PNAER inclui várias medidas para o sector residencial, das quais se destacam, (PNAER, 2010):

- Rever a legislação da Certificação Energética e Ar Interior do Edifícios;
- Financiamento de iniciativas-piloto inovadoras de produção de energia (através de fontes renováveis) e de utilização racional de energia, nomeadamente, o apoio à utilização de água quente solar para produção de águas quentes sanitárias em equipamentos colectivos e habitação social existentes;
- Potenciar a utilização de equipamentos mais eficientes na utilização da biomassa, com baixas emissões de partículas e promover o consumo interno de pellets através da aquisição/substituição doméstica de caldeiras a pellets.

2.7.3. Benefícios fiscais e incentivos à reabilitação sustentável

Como estímulo à reabilitação sustentável e ao investimento em energias renováveis, o Art.º 71 da Lei 64-A/2008 de 31 de Dezembro prevê um conjunto de benefícios fiscais e garantias financeiras, válidos na reabilitação de edifícios, considerando ‘Acções de reabilitação’ “as intervenções destinadas a conferir adequadas características de desempenho (...) ou a conceder - lhe novas aptidões funcionais, com vista a permitir novos usos ou o mesmo uso com padrões de desempenho mais elevados, das quais resulte um estado de conservação do imóvel, pelo menos, dois níveis acima do atribuído antes da intervenção”. O estado de conservação é definido no Decreto-Lei n.º 156/2006, de 8 de Agosto, consta de 5 níveis entre o ‘Péssimo’ e o ‘Excelente’ e a avaliação é da competência das entidades municipais. É importante salientar que, apesar dos documentos legais não especificarem o conceito de Reabilitação Energética este pode ser subentendido na descrição de ‘Acções de reabilitação’.

Realçam-se os seguintes pontos, (Lei, n.º 64-A/2008):

- IRS - Imposto sobre o Rendimento Singular

No PNAEE é previsto uma “medida de incentivo à habitação energeticamente sustentável, através da concessão de um abatimento adicional de 10 % ao montante máximo autorizado de amortização e juros anuais, resultante do crédito contraído na aquisição de edifícios ou fracções residenciais certificadas como classes energéticas A ou A+ no Sistema de Certificação Energética e Ar Interior”, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008). No mercado da reabilitação entra como argumento de venda de imóveis reabilitados.

É considerado também no PNAEE “o abatimento/dedução à colecta do montante equivalente a 30 % dos investimentos efectuados na aquisição de unidades de microprodução eléctrica ou térmica, com o valor anual máximo actualizado”, (Resolução do Conselho de Ministros, n.º 80/2008).

O Art.º 71 da Lei 64-A/2008 de 31 de Dezembro refere também que “os rendimentos prediais auferidos por sujeitos passivos de IRS residentes em território português são tributados à taxa de 5 %, sem prejuízo da opção pelo englobamento, quando sejam inteiramente decorrentes do arrendamento de imóveis situados em ‘área de reabilitação urbana’, recuperados nos termos das respectivas estratégias de reabilitação”, a mesma taxa é aplicada às mais-valias quando estas sejam inteiramente decorrentes da alienação de imóveis reabilitados em ARU, (CML, 2012; Lei n.º 64-A/2008).

- IRC - Imposto sobre o Rendimento Colectivo

O Decreto Regulamentar n.º 2/90, de 12 de Janeiro, alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 22/99, de 6 de Outubro, estipula “um período mínimo de vida útil de quatro anos do sistema solar, para efeitos de reintegração e amortização do investimento. Ao longo deste período, a taxa de amortização é de 25% ao ano, possibilitando a amortização total do investimento”.

É igualmente proposta a isenção para os rendimentos obtidos por fundos de investimento imobiliário, desde que constituídos entre 1 de Janeiro de 2008 e 31 de Dezembro de 2013 e pelo menos 75% dos seus activos sejam imóveis sujeitos a acções de reabilitação certificadas, (CML, 2012).

- IVA - Imposto de Valor Acrescentado

O orçamento de Estado de 2012 passou a taxa de 12% para 23% na aquisição de equipamentos novos, para utilização de energias renováveis, e de equipamentos para a produção de energia eléctrica e ou térmica por microturbinas, que consumam gás natural, deixando assim de existir incentivo em forma de IVA, no entanto no que respeita à realização de obras de reabilitação a “redução da taxa do IVA para 6% é aplicável nas seguintes situações:

- Empreitadas de reabilitação urbana realizadas em imóveis ou em espaços públicos localizados em Área de Reabilitação Urbana, ou no âmbito de operações de requalificação e reabilitação de reconhecido interesse público nacional.

- Empreitadas de beneficiação, remodelação, renovação, restauro, reparação ou conservação de imóveis ou partes autónomas destes afectos à habitação”, (CML, 2012).

- Incentivo Crédito Eficiência

Segundo o PNAEE: “Crédito Pessoal Bonificado para financiamento de medidas de eficiência energética, que preveja a redução até 50 % da taxa de crédito ao consumo a praticar pelas instituições de crédito. Prevê acordos com entidades financeiras de crédito para bonificação de linhas de crédito destinadas a financiar medidas de investimento em eficiência energética. Estes créditos devem incidir exclusivamente sobre produtos e equipamentos de elevada eficiência energética, a definir em listagem disponibilizada, através de despacho do membro do Governo responsável pela monitorização e resultados do presente plano.

- Incentivo Cheque Eficiência

No âmbito do PNAEE e do programa Renove Casa e Escritório, existe um prémio em formato de Cheque Eficiência a atribuir aos consumidores domésticos de baixa tensão, que apresentem, em dois anos consecutivos, reduções efectivas de consumo de electricidade, através do seguinte mecanismo simplificado:

- Incentivo no valor de 10 % do montante total despendido em electricidade no ano civil anterior (excluindo impostos, alugueres e taxas), caso se verifiquem reduções no consumo anual dos dois anos imediatamente anteriores, iguais ou superiores a 10 %;

- Incentivo no valor de 20 % do montante total despendido em electricidade no ano civil anterior (excluindo impostos, alugueres e taxas), caso se verifiquem reduções no consumo anual dos dois anos imediatamente anteriores, iguais ou superiores a 20 %”.

- IMI e IMT

Os benefícios fiscais abrangem também isenções de IMI e IMT para prédios reabilitados entre 2008 e 2020 nos seguintes casos:

- Prédios urbanos arrendados ao abrigo do NRAU, definido na Lei n.º 31/2012 de 14 de Agosto;

- Prédios urbanos localizados em área de reabilitação urbana, estipulada na Lei n.º 6/2006, de 27 de Fevereiro.

Quanto ao IMI, pode haver isenção por um período de cinco anos, renovável por mais cinco a contar da data de conclusão da acção de reabilitação. Quanto ao IMT, pode haver isenção na primeira transmissão onerosa do imóvel reabilitado quando destinado exclusivamente a habitação própria e permanente, (CML, 2012; Lei n.º 64-A/2008).

2.7.4. Regimes de apoio à reabilitação

Os vários programas de apoio e incentivo à reabilitação de edifícios, apesar de não serem especificamente direccionados para a reabilitação energética, podem ser aplicados a estas intervenções dado que se enquadram na definição de ‘acções de reabilitação’ estipulada pelo Art.º 71 da Lei 64-A/2008 de 31 de Dezembro, apresentado em 2.7.3.

JESSICA – Foram criados vários Fundos de Desenvolvimento Urbano, ao abrigo da Iniciativa JESSICA – Comissão Europeia e Banco Europeu de Investimento – onde são colocados à disposição de projectos urbanos, afectados sob a forma de empréstimos ou tomadas de participação, aplicáveis a vários domínios, entre eles a reabilitação e regeneração urbana, incluindo regeneração de infra-estruturas e equipamentos urbanos e a eficiência energética e energias renováveis nas áreas urbanas, (European Commission, 2012; QREN, 2011).

RECRIA - Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados; regulado pelo Decreto-Lei n.º 329-C/2000, de 22 de Dezembro, e com o “objectivo fundamental de combater os efeitos perversos do congelamento das rendas”, (Madeira, 2009), visa financiar a fundo perdido a execução de obras que permitam a recuperação de imóveis arrendados em estado de degradação, e que nestes exista pelo menos uma fracção cuja renda tenha sido objecto de correcção extraordinária nos termos da Lei n.º 46/85, de 20 de Setembro, (Lisboa E-Nova, 2010).

REHABITA - Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas; instituído pelo Decreto-Lei n.º 105/96, de 31 de Julho, consiste numa extensão do Programa RECRIA e consiste em apoiar obras de conservação/beneficiação/reconstrução de edifícios habitacionais situados exclusivamente em núcleos urbanos históricos que sejam declarados áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, (Lisboa E-Nova, 2010).

SOLARH - Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação; regulado pelo Decreto-Lei n.º 39/2001, de 9 de Fevereiro, visa financiar aos proprietários menos solventes, sob a forma de empréstimo sem juros, a realização de obras de conservação ordinária ou extraordinária e de beneficiação nas partes comuns de prédios urbanos em regime de propriedade horizontal, (Decreto-Lei, n.º 39/2001).

RECRIPH - Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal; regulado pelo Decreto-Lei n.º 106/96, de 31 de Julho, surge como complemento do programa RECRIA e tem como objectivo apoiar a execução de obras de conservação ordinária, extraordinária e beneficiação apenas nas partes comuns de imóveis degradados. A beneficiação das partes comuns pode ser, por exemplo, o aumento do desempenho energético da envolvente, no entanto apenas pode ser aplicado a imóveis construídos antes da entrada em vigor do RGEU, (Madeira, 2009).

RMUEL – Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação de Lisboa; Entrou em vigor em Janeiro de 2009 e indica no artigo 59.º, ponto 3 que a “Câmara Municipal, mediante regulamento sobre a matéria, pode prever a redução das taxas urbanísticas aos requerentes cujos projectos de edifícios contemplem a utilização de mecanismos de aproveitamento de energias alternativas e de soluções que racionalizem e promovam o aproveitamento de recursos renováveis para a água, a água quente e a energia eléctrica, tais como colectores de águas pluviais, colectores solares térmicos e painéis fotovoltaicos”, (CML, Aviso n.º 1229/2009).

2.8. Objectivos nacionais

Os objectivos da Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) são, (PNAER, 2010; Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010; Silva, 2010):

- Reduzir a dependência energética do País face ao exterior passando de 83-85%, em média, nos últimos anos, para 74% em 2020;
- Cumprir os compromissos para 2020 assumidos por Portugal no contexto europeu, com 31% de fontes de energia renovável no consumo de energia final e uma redução de 20% do consumo de energia final;
- Reduzir o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas aplicando uma redução de 25% face a 2008 – equivalente a redução de importações de €2.000 M anuais;
- Consolidar o cluster das energias renováveis em Portugal assegurando um Valor Acrescentado Bruto de €3.800 M em 2020 e criando mais 100.000 novos postos de trabalho, a acrescer aos 35.000 já existentes
- Continuar a desenvolver os sectores associados à promoção da eficiência energética, assegurando a criação de 21.000 novos postos de trabalho e gerando um investimento previsível de €13.000 M até 2020 e exportações adicionais de €400 M;
- Promover o desenvolvimento sustentável e criar condições para o cumprimento das metas de redução de emissões assumidas pelo País.

2.9. Situação das acções de reabilitação energética do parque edificado em Portugal

O projecto REQUEST destinou-se a incentivar as famílias a assumir as medidas de reabilitação energética propostas nos CE, de modo a passar para a acção aquilo que é proposto pelo PQ. O projecto concentrou-se sobretudo em aumentar o impacto dos certificados de desempenho energético nas casas existentes. Os dois objectivos principais do REQUEST são, (IEE, 2009):

- Desenvolver ferramentas e práticas para aumentar a implementação das medidas de melhoria indicadas nos certificados energéticos;

- Promover um esquema de qualidade que garanta a qualidade dos trabalhos efectuados.

Assim, no âmbito do programa REQUEST, foi feita uma análise na zona de Lisboa, pela Lisboa E-Nova, dos resultados dos CE emitidos na perspectiva do utilizador, que passam a ser apresentados, (Fernandes, 2012):

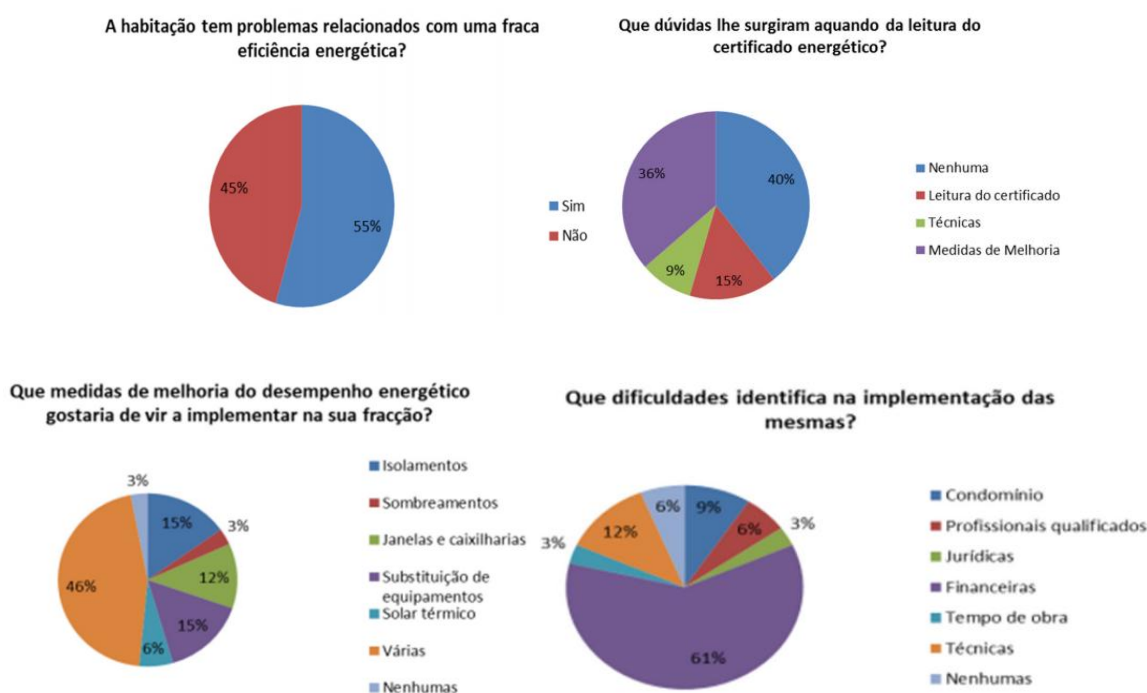


Figura 2.17 - Resultados de inquéritos a proprietários de fracções certificadas, (Fernandes, 2012).

Como tinha sido analisado no capítulo 2.2, constata-se que grande parte dos edifícios certificados têm necessidades de melhorias energéticas. No entanto, para muitos utilizadores, a compreensão da importância de tais medidas não é imediata. Para as dificuldades na implementação realça-se a importância das condições financeiras dos habitantes, a qual é determinante para a aplicação de medidas de melhoria, bem como o desconhecimento a nível técnico das melhorias a adoptar e a sua influência no resultado final, (Corvacho, 2011; Fernandes, 2012).



Figura 2.18 - Resultados de inquéritos a proprietários de fracções sujeitas a obras de melhoria após certificação, (Fernandes, 2012).

Adicionando à condição financeira anteriormente referida, o período de retorno demasiado elevado e o desconhecimento a nível técnico por parte dos utilizadores, compreende-se a relutância na aplicação de obras de melhoria da eficiência energética. Apresenta-se no Quadro 2.6 alguns exemplos de medidas propostas e dos períodos de retorno a estas associados.

Quadro 2.6 - Exemplos de medidas de melhoria de eficiência energética apresentadas em CE e respectivas consequências, (Fernandes, 2012).

Classe	Intervenção	Orçamento CE (€)	Valor da obra (€)	Redução anual da factura (€/ano)	Redução consumo energético (kWh/m ² .ano)	Redução consumo (kWh/ano)	PR (anos)	Nova Classe
C	Isolamento da cobertura com lã de rocha	750	820	30	10	620	26	C
C	Instalação de ar condicionado	750	690	160	95	3800	4	B-
C	Substituição de esquentador	500	372	210	29,7	2354,319	2,5	B-
C	Sistema solar térmico circulação forçada	3600	2200	210	23,73	2728,95	10	B-
B-	Isolamento fachadas pelo interior com ETICs	1505	1250	135	13,95	1534,5	12	B-
E	Substituição envidraçados: alumínio com corte térmico	5600	4077	165	9,25	1211,75	28,5	D
C	Substituição de caixilharia: vidro duplo	1450	1255	65	15,2	319,2	19,5	C
C	Substituição de esquentador	500	360	130	70	1470	4	B-

Apesar de alguns períodos de retorno simples longos, há que ter em conta que as várias medidas propostas, quando aplicadas em conjunto, resultam num período de retorno composto muito inferior, pelo que se entende preferível a substituição dos equipamentos ineficientes do imóvel em articulação com a reabilitação dos sistemas construtivos. Por outro lado, as obras de melhoria de eficiência energética podem também ser integradas em acções de simples reabilitação construtiva inadiável, podendo assim minorar o impacto dos seus custos na importância global dos trabalhos. A falta de noção, por parte do utilizador, de que as intervenções ao nível da envolvente podem solucionar e/ou prevenir anomalias – ocorrências de condensações, bolores, entre outros – é também uma barreira para a implementação de tais melhorias, (ADENE, 2011; Corvacho, 2011).

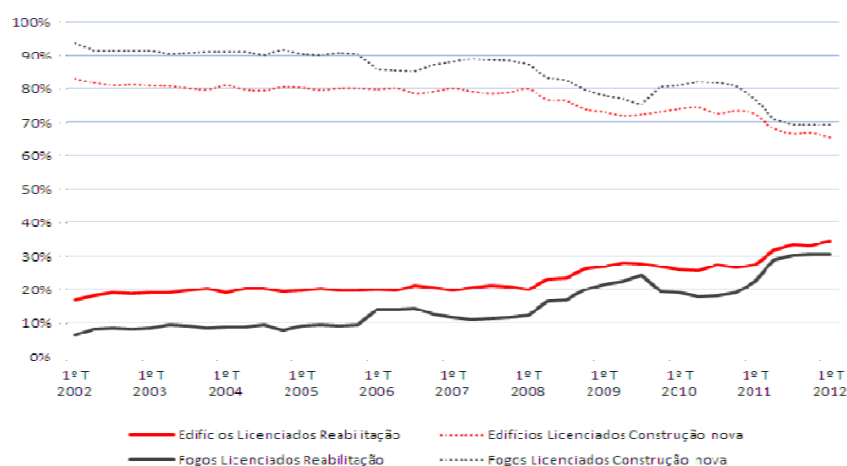


Figura 2.19 - Evolução dos edifícios e fogos licenciados em obras de reabilitação, (INE, 2012).

Através da análise da Figura 2.19, observa-se a influência que as obras de reabilitação têm actualmente no mercado da construção e, como foi referido na secção 2, sabendo que a necessidade de reabilitação do parque habitacional em 2009 era de aproximadamente 41%, conclui-se que existe um grande potencial para a integração das acções de reabilitação energética nas intervenções gerais (ver secção 2.3). Através da Figura 2.20 observa-se o intervalo que os coeficientes de transmissão térmica dos elementos das envolventes dos edifícios feitos actualmente têm em relação à grande maioria dos edifícios existentes.

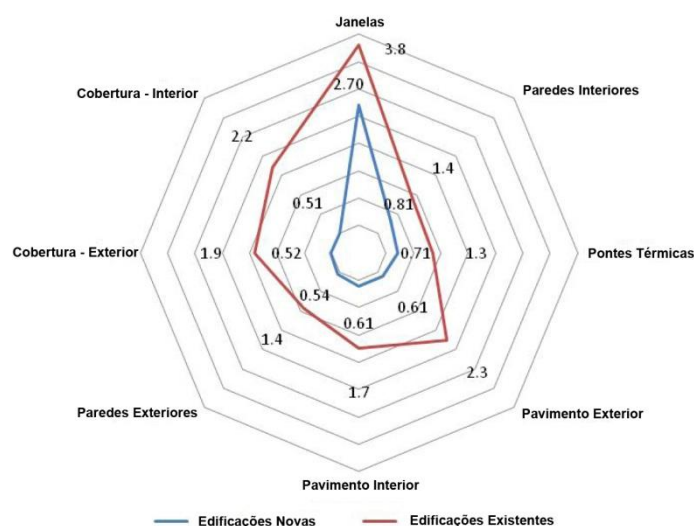


Figura 2.20 - Evolução dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente, U, expresso em W/(m².°C), entre edifícios construídos ou reabilitados depois da entrada do RCCTE e os restantes edifícios existentes, (IEE, 2012-B).

Partindo do princípio que os edifícios construídos actualmente (ou sujeitos a obras profundas de reabilitação) cumprem as exigências da regulamentação em vigor, consegue-se, pela análise da Figura 2.20, uma percepção dos pontos mais importantes a intervir.

Outras medidas de melhoria de desempenho têm tido, entre 2000 e 2010, uma expressão claramente crescente no mercado Português (e Europeu), como é o caso do aproveitamento solar, decrescendo no entanto a partir de 2010, como se pode observar na Figura 2.21, claramente como consequência da crise financeira que afectou seriamente o mercado habitacional, (ESTIF, 2012).

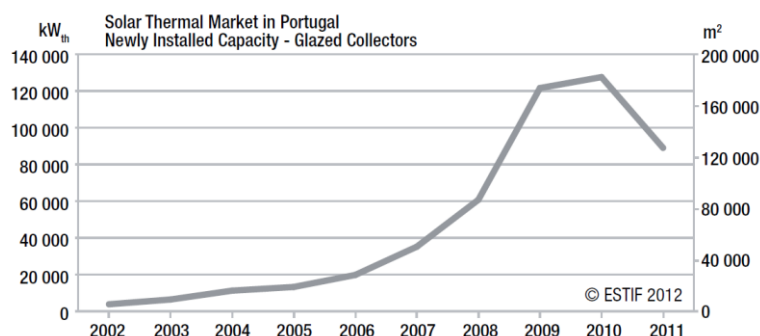


Figura 2.21 – Evolução do mercado solar térmico em Portugal, (ESTIF, 2012).

Uma das razões que pode justificar a subida acentuada a partir do ano de 2006 pode ser a introdução do RCCTE revisto, o qual definia a obrigatoriedade de instalação de painéis solares em construções novas ou em reabilitações abrangidas pelo regulamento.

Os objectivos propostos pela transposição da revisão da EPBD podem no entanto não ser alcançados pois, como refere Rui fragoso, auditor da ADENE, “A directiva EPBD foi pensada antes da crise e há objectivos que não estão em linha com a política do actual Governo”, (Fragoso, 2011).

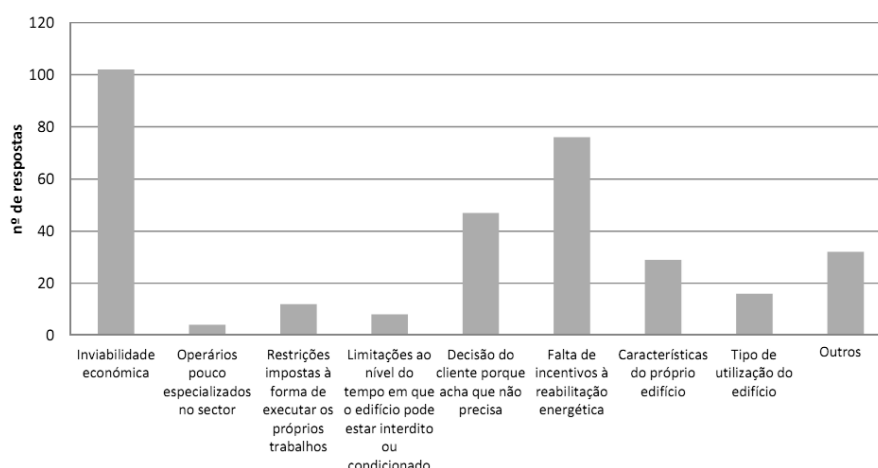


Figura 2.22 - Obstáculos à aplicação de melhorias de comportamento energético, (Silva Fernandes, 2012).

No entanto, a descida acentuada no investimento quer em reabilitação energética quer em energias renováveis, que se verificou nos últimos 2 anos, é devida essencialmente a factores económicos, ou directamente relacionados com estes, como refere Silva Fernandes (2012) e se ilustra na Figura 2.22.

Em síntese do actual estado do conhecimento os temas abordados reflectem o que se considera essencial para a compreensão da necessidade de reabilitação energética do parque edificado Português, em especial dos edifícios da época construtiva de 1960 a 1990. Foi igualmente abordado o contexto em que esta problemática está inserida, tanto a nível internacional como nacional, bem como os objectivos definidos e os planos de apoio legal e financeiro que daí resultaram.

A pesquisa bibliográfica efectuada mostrou que existe uma panóplia de documentos sobre esta matéria, em especial sobre a necessidade da reabilitação do parque edificado e sobre soluções a aplicar. Foram identificados vários guias de eficiência energética a adoptar por parte do utilizador e outros sobre arquitectura bioclimática. Os resultados obtidos reafirmaram a noção da necessidade de sistematização de diferentes abordagens para o processo da reabilitação energética de edifícios existentes, com a finalidade da obtenção de resultados cada vez mais positivos.

3. DIFERENTES ABORDAGENS PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

É da opinião dos responsáveis das empresas de construção, inquiridas por Silva Fernandes (2012), que a “reabilitação é, em muitos aspectos, um factor chave para o desenvolvimento da economia em Portugal” e que “se existir um projecto e planeamento consciencioso, em obras de reabilitação, isso contribuirá para custos (iniciais e de manutenção) mais baixos, bem como um edifício mais durável”, (Silva Fernandes, 2012). O projecto implica competências técnicas, conhecimentos do estudo dos edifícios, avaliação das medidas de eficiência a propor e a comunicação aos futuros utilizadores de como usar e manter o edifício com eficiência. É imprescindível também o planeamento das intervenções que se pretende que ocorram para garantir a eficiência dos edifícios através de uma correcta e planeada manutenção.

Tendo em vista o objectivo do presente trabalho considerou-se importante proceder à análise de um conjunto de manuais que reúnam e sintetizem um grupo de pontos-chave de aproximação ao tema, delineiem uma metodologia de abordagem e estudem os resultados que se pretende obter. Por último é imprescindível a complementação dessa análise com a introdução de um manual de utilização pois, como foi referido anteriormente, a utilização eficiente é o primeiro caminho para a economia final de energia.

O Manual *Lisboa E-Nova - Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Quinta do Ourives, anos 70* (Lisboa E-Nova, 2010), foi escolhido por conter grande parte daqueles que se consideraram os pontos principais para a abordagem de uma intervenção de reabilitação energética. A apresentação *GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores – Tecnologias e Implementação de Projecto* (Cóias et al., 2012) apresenta uma metodologia de abordagem a um caso de estudo bastante completa. O guia *DGEG/ADENE – Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais* (DGEG/ADENE, 2004) apresenta um resumo extenso e muito completo de soluções de possível aplicação na reabilitação energética de envolventes, bem como análises custo-benefício de algumas soluções. O *Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas* da Comunidade de Madrid (Comunidad de Madrid, 2008) apresenta um conjunto de soluções sugeridas por autores diferenciados para várias áreas de intervenção em edifícios habitacionais, dando a conhecer as medidas mais aplicadas no país vizinho, como também um resumo dos incentivos e ajudas para a reabilitação energética da Comunidad de Madrid.

O Guia da Eficiência Energética da ADENE apresenta algumas medidas direccionadas ao utilizador e é analisado como um complemento a um manual de reabilitação energética.

3.1. Manuais de reabilitação energética

3.1.1. Lisboa E-Nova - Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Quinta do Ourives, anos 70

O manual de boas práticas de Reabilitação Sustentável da Quinta do Ourives, publicado pelo Lisboa E-nova, e em colaboração com a CML, a ADENE, a Gebalis, o IGESPAR, o IHRU, e o programa MIT Portugal – Sistemas sustentáveis de Energia, faz parte do projecto de Reabilitação Sustentável para Lisboa. Este projecto analisa vários edifícios municipais, definindo a matriz energética destes e identificando as oportunidades de intervenção que permitam melhorar o desempenho energético desse património. Com a finalidade de apresentar um conjunto de boas práticas que permitam aos proprietários de edifícios similares adoptar medidas que promovam a melhoria da eficiência energética é feita a análise do edifício no ponto de vista energético, económico e ambiental.

A título de enquadramento do caso de estudo do manual, a Quinta do Ourives é um bairro lisboeta situado na freguesia de Marvila, tendo a sua edificação sido iniciada nos anos 70 com o propósito de criar residências de realojamento. É constituído por 53 edifícios que dão lugar a 586 habitações. O edifício que este estudo analisa data de 1973, possui 22 fogos e é habitado por cerca de 72 pessoas, (Lisboa E-Nova, 2010).

O manual possui 8 capítulos e começa com uma apresentação do próprio, seguindo-se a exposição do enquadramento legal a nível Nacional, nomeadamente pela descrição do PNAEE e dos programas a este associados, como o Programa Renove Casa e Escritório, o Programa Certificação Energética de Edifícios, e o Programa Renováveis na Hora. Refere também os benefícios fiscais em IRS provenientes de investimentos em equipamentos de energias renováveis e de obras que beneficiem o comportamento térmico de edifícios.

Ainda dentro do enquadramento legal, o manual refere os regulamentos aplicáveis ao tipo de intervenções em questão, sendo neste caso o SCE, o RCCTE, o RMUEL e o ITED.

O terceiro capítulo expõe o funcionamento do processo de obtenção do alvará de obra, destacando os artigos do RJUE relacionados, bem como os que isentam de obtenção de alvará as intervenções de menor dimensão, entre outras.

Na fase seguinte, o documento apresenta os programas existentes de apoio à reabilitação, sendo estes o RECRIA, o REHABITA, o RECRIPH e o SOLARH, onde explica para cada um dos regimes as condições de acesso, os imóveis abrangidos e o regime de participação ou as condições de financiamento, de modo a que se possa enquadrar o edifício em estudo no programa adequado.

No capítulo 5 é feita a descrição do edifício em análise, onde se caracterizam as suas dimensões, a orientação predominante, os constituintes dos seus elementos opacos e as suas propriedades, bem como os elementos dos vãos e as suas características. Já no interior dos fogos é identificado o parque de equipamentos, a classe energética a que pertencem, o consumo anual de cada equipamento e a taxa de penetração associada.

A análise do desempenho energético do edifício é feita em seguida, no capítulo 6, por simulação computacional através do *software Energy Plus*, permitindo obter uma estimativa dos ganhos energéticos, das perdas e das necessidades de energia do edifício. Paralelamente esta simulação é validada através do estudo das facturas de electricidade e gás do imóvel.

Para uma melhor interpretação da abordagem do manual criou-se um esquema representativo, apresentado na Figura 3.1, de onde sobressai a última etapa, que é composta pela síntese e conclusões do processo de Reabilitação da Quinta do Ourives em Lisboa

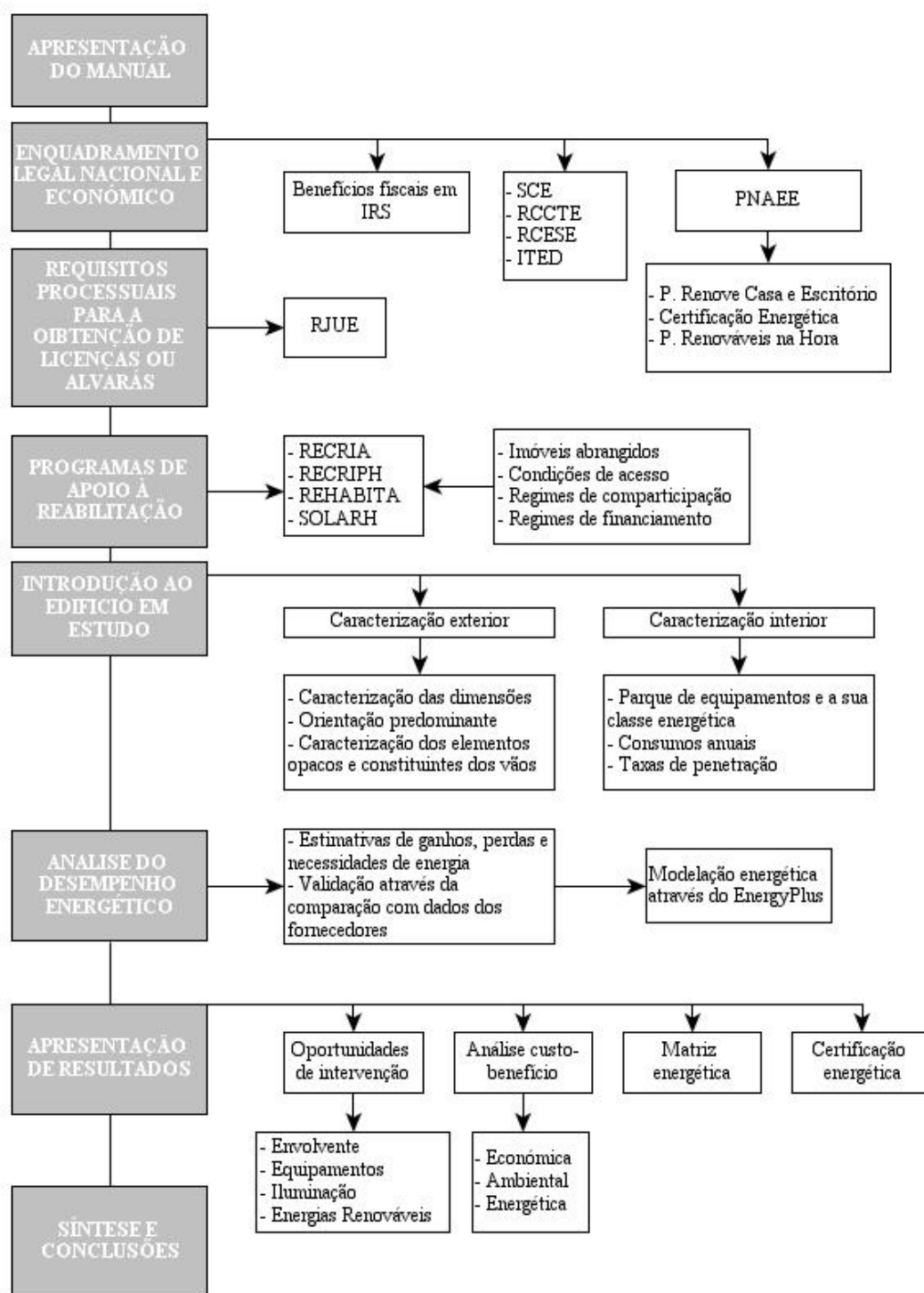


Figura 3.1 - Esquema de abordagem do Manual de Reabilitação da Quinta do Ourives

A apresentação de resultados é feita na secção seguinte e divide-se em 4 subsecções: Matriz energética do edifício, oportunidades de intervenção, análise custo-benefício e certificado energético.

- Matriz energética por tipo de consumo

Permite a análise dos resultados em forma do gráfico constante na Figura 3.2, para que se possa obter uma melhor compreensão das secções de consumo e da sua importância na utilização geral de energia. Como forma de comparação com o recurso energético natural é expressa na unidade de energia primária, massa equivalente de petróleo, neste caso, em kgep/ano.

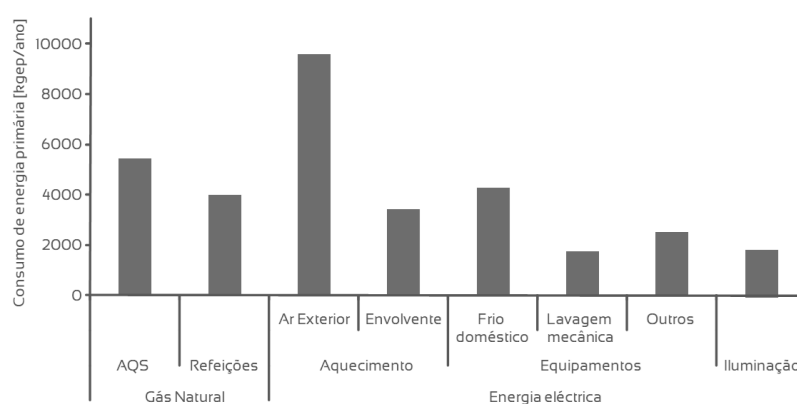


Figura 3.2 - Matriz energética do edifício, (Lisboa E-Nova, 2010).

- Oportunidades de intervenção

São analisadas ao nível da envolvente do edifício, da substituição de equipamentos e sistemas de iluminação e da instalação de tecnologias de energias renováveis.

As oportunidades de intervenção ao nível da envolvente incluem a análise da existência de isolamento térmico, bem como o eventual estudo das alternativas de aplicação nas fachadas e na cobertura; a análise dos vãos envidraçados existentes e estudo das opções para a sua substituição.

No caso da Quinta do Ourives, verificou-se na matriz energética que o consumo de energia pelos equipamentos representa cerca de 37% do consumo total de energia. Logo, e apesar de não ser considerada uma acção de reabilitação de edifícios, pois não é promovida qualquer intervenção directa na actual constituição dos mesmos, a substituição dos equipamentos é igualmente uma medida de melhoria da eficiência energética. É feita uma análise dos efeitos de

substituição de alguns equipamentos por outros energeticamente mais eficientes, tendo em conta não só a sua classe energética como também a sua taxa de penetração.

A substituição de um frigorífico de classe energética F para um novo de classe A++, permite uma poupança anual de cerca de 635 kWh/ano, em cada fogo, o que resultaria em 13960 kWh/ano de poupança aproximada para o edifício em estudo. A título de exemplo, para uma opção tarifária simples, com um custo de 0,1488€/kWh, esta medida em particular representa uma poupança de, respectivamente, 94,5€/ano e 2077€/ano, (EDP,2013; Lisboa E-Nova, 2010).

No sistema de iluminação é também analisado o impacto da substituição de todas as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas.

O estudo da instalação de equipamentos de energias renováveis é aquele ao qual é empregue mais atenção, dado o facto de ser também o assunto que exige maiores conhecimentos técnicos, e por consequência, aquele que gera maiores dúvidas ao leitor. Assim, é feita *a priori* uma divisão entre Sistemas Solares Térmicos e em segunda fase para Sistemas Solares Fotovoltaicos.

Para ambos os sistemas é feita uma apresentação do seu funcionamento, da composição do sistema, das suas limitações e mais-valias, bem como das imposições legais com eles relacionados. Por fim é feita uma análise

- Análise Custo-Benefício

Analisa-se as medidas propostas na subsecção anterior, do ponto de vista energético, económico e ambiental, com o objectivo de identificar as intervenções que apresentem os melhores períodos de retorno. São identificadas as condicionantes de cada medida, e aquelas que são comuns a várias propostas de intervenção.

É feita uma análise comparativa entre a aplicação de medidas em separado ou em conjunto, cujas condicionantes sejam análogas pois, se forem equacionadas duas ou mais intervenções, o período de retorno associado a cada uma diminui claramente, uma vez que um dos principais custos dessas intervenções pode dizer respeito a essa condicionante. Sugere-se ao leitor a observação da Figura 3.3 para melhor compreensão da afirmação anterior.

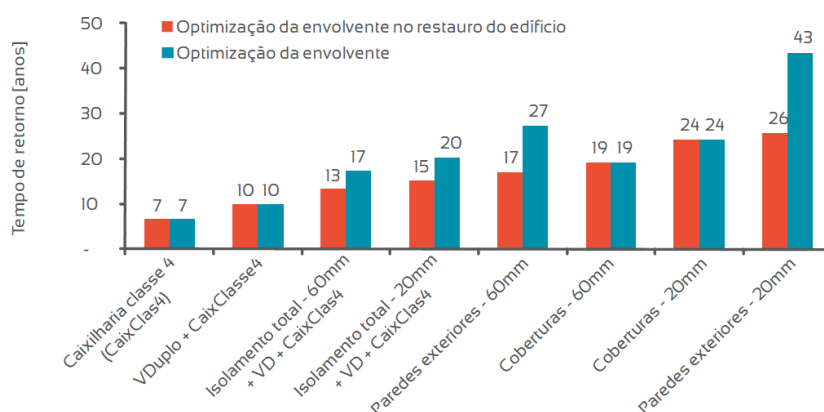


Figura 3.3 - Períodos de retorno associados às intervenções realizadas na envolvente do edifício aquando da intervenção de conservação do edifício, (Lisboa E-Nova, 2010).

A análise do ponto de vista ambiental é feita relacionando directamente a percentagem de redução das necessidades anuais de consumo de gás natural com a redução obtida, em percentagem, das emissões de CO₂/ano.

Por fim é gerada uma nova matriz energética constituída pelas várias fontes de consumo e com a comparação da situação actual com a situação após intervenções.

- Certificado Energético

A última secção da apresentação de resultados expõe a questão da certificação energética, onde é apresentado o CE após intervenções e é feita a comparação com a simulação energética do edifício feita anteriormente no capítulo 6. Através da comparação é possível analisar o impacto que as medidas adoptadas tiveram na classificação das fracções certificadas.

3.1.1.1 Conclusões

O estudo conclui por fim que sobressaem as intervenções ao nível da envolvente, da substituição de equipamentos pouco eficientes e da adopção de sistemas solares, em questões relativas à poupança energética. Por outro lado destaca a importância acrescida que a fonte de produção de águas quentes assume na regulamentação actual, sendo significativamente superior aquela que é dada às necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício.

O manual da Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa aborda os pontos essenciais relativos à legislação e regulamentação aplicável, bem como programas de apoio e benefícios fiscais provenientes da reabilitação energética. No entanto, numa perspectiva de auxílio ao objectivo do presente trabalho é importante salientar os seguintes pontos:

- Não é feito um levantamento das anomalias relacionadas com comportamento térmico no caso de estudo apresentado;
- Não mencionam protecções solares;
- Não mencionam dispositivos de sombreamento;
- Apresenta poucas soluções diferenciadas;
- Não pormenorizam situações de adaptação dos processos construtivos usados em pontos singulares/remates;
- Sendo que tem como objectivo a instrução de proprietários poderia reunir também um conjunto de boas práticas de manutenção e utilização.

3.1.2. GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores – Tecnologias e Implementação de Projecto

A apresentação da GECORPA, OZ, Lda e Jesus Ferreira Consultores, no *workshop* “Formar para reabilitar a Europa”, ocorrida em Cascais em Abril de 2012, faz parte do projecto TrainRebuild, apoiado pelo Intelligent Energy Europe, e tem como objectivo formar proprietários e autoridades locais envolvidas no processo de reabilitação energética de edifícios, (IEE, 2012-A). A apresentação transmite a metodologia de abordagem de obras de reabilitação energética e a aplicação da mesma a duas moradias construídas nos anos 80 e localizadas em Paço de Arcos – Oeiras.

A metodologia processual começa com um esquema de abordagem à intervenção que é representado na Figura 3.4, onde expõe o processo dividido em três fases principais:

1. Inspeção, diagnóstico e definição da estratégia de intervenção;
2. Elaboração do projecto de execução;
3. Execução em Obra.

Esta metodologia inicia pelo exame preliminar onde se questiona e avalia se a intervenção é ou não necessária. Para esse exame podem ser necessárias acções de levantamento e caracterização detalhada da construção e eventual modelação do comportamento do edifício.

Como verificação da necessidade de intervenção o relatório final apontará para essa conclusão e proporá a elaboração das fases de concepção de soluções e recomendações que darão origem à relação da estratégia de intervenção a adoptar, da qual resulta o projecto de execução, a pormenorização das medidas correctivas e a elaboração do plano de manutenção.

Após a realização da intervenção é feita a avaliação dos resultados, acompanhada pelo relatório final e é feita a monitorização, juntamente com a actualização do plano de manutenção do edifício.

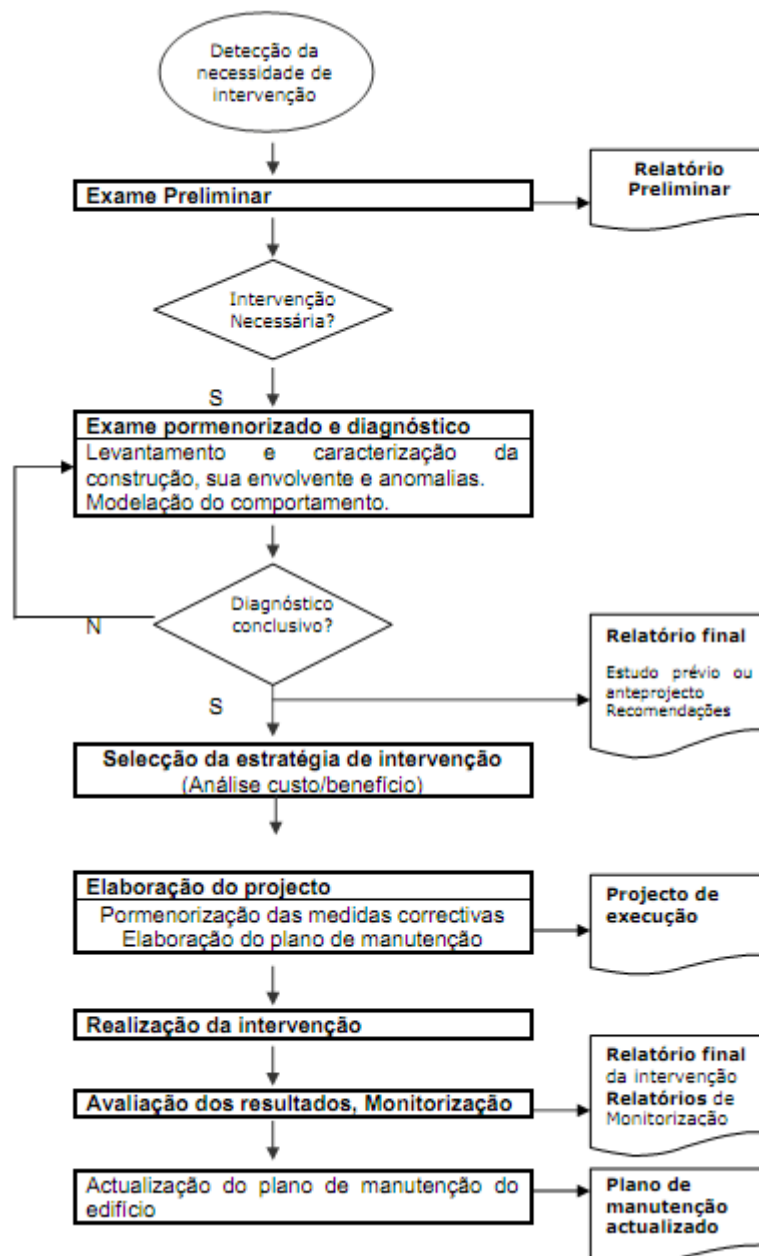


Figura 3.4 - Esquema de abordagem GECORPA, OZ Lda e Jesus Ferreira Consultores, (Cóias *et al.*, 2012).

Os casos de estudo apresentados debruçam-se sobre duas moradias unifamiliares localizadas em Paço de Arcos, Oeiras. É feito o levantamento e a caracterização da envolvente, nomeadamente a orientação das fachadas, e a caracterização da construção.

Na caracterização da construção são analisados os tipos de paredes, a cobertura e os vãos envidraçados. Para cada caso são apresentadas as suas dimensões e características de comportamento térmico. Segue-se a identificação e caracterização de anomalias e são apresentados alguns exemplos de diagnósticos por termografia e infravermelhos.

São apresentadas medidas e acções de reabilitação energética para a envolvente, e complementadas com a apresentação de pormenores construtivos, análises custo-benefício e estimativas de retorno.

Em seguida são feitas propostas de medidas e acções para a utilização racional de energia ao nível das tecnologias solares activas, através de sistemas solares térmicos e de sistemas solar fotovoltaicos.

Com o resumo das alterações propostas e dos montantes associados a cada medida, para ambas as moradias, é também apresentado o certificado energético pós-intervenção, com vista à comparação com a classe original antes da intervenção.

Para a avaliação dos resultados é feita a monitorização dos consumos de cada moradia ao longo dos dois anos seguintes à intervenção e visto que o consumo de uma das moradias, apesar das acções de reabilitação, se encontra demasiado elevado propõe-se uma auditoria energética.

A auditoria energética consiste em vários pontos, (Cóias *et al.*, 2012):

- Caracterização dos sistemas energéticos e desagregação dos consumos de energia eléctrica (equipamentos de cozinha, lavandaria, lazer, trabalho, sistemas de iluminação, sistemas de climatização e de produção de AQS, piscina e sistemas solares);
- Fornecimento de energia (análise de contractos com fornecedores de energia e dos tarifários em vigor);
- Regime de utilização (separação dos consumos por tipo de equipamento);
- Análise dos consumos de energia eléctrica (desagregação dos consumos por custo de energia eléctrica);
- Discussão dos resultados (identificar fontes principais de consumos);
- Medidas de melhoria do desempenho energético, económico e de conforto térmico (propostas de melhoria e consequentes economias geradas);
- Conclusões (estimativas de reduções e de tempos de retorno).

3.1.2.1 Conclusões

Em conclusão do processo metodológico são apresentadas as percentagens de redução do consumo energético obtidas para cada um dos casos de estudo e o período de retorno expectável, em separado, para o reforço da protecção térmica das paredes, da cobertura e dos vãos envidraçados. É ainda proposto o aumento da eficiência energética para um consumo global anual

inferior ou igual a zero com a adopção de um sistema de bomba de calor para climatização e apoio a AQS com depósito e alimentação energética através do sistema fotovoltaico, ou de um sistema acumulador de calor como alternativa.

O documento acaba com a divulgação, como complemento ecológico, de alguns sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reutilização de águas cinzentas para regas de espaços verdes.

Apesar da excelente metodologia e da completa avaliação de resultados que apresenta, é insuficiente nos seguintes factores:

- Não é apresentada legislação nem regulamentação aplicável;
- Não são sintetizados os programas de apoio e os benefícios fiscais que possam ser extensíveis à intervenção;
- Na caracterização da envolvente do caso de estudo não menciona a altitude, proximidade ao mar, sombreamento próximo da casa (árvores de folha caduca);
- Apresenta apenas uma solução para cada moradia, não compara com outras soluções possíveis em termos de custo-benefício e período de retorno;
- É aludida a utilização de equipamentos de lavandaria no “período vazio” mas não refere outros como máquina de louça, entre outros;
- Não apresenta soluções de melhoria da iluminação natural e artificial eficiente.

3.1.3. DGEG/ADENE – Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais

O documento “Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais”, é elaborado pela ADENE no âmbito da Iniciativa Pública sobre Eficiência Energética de Edifícios, e tem como objectivo abordar e sistematizar “em termos genéricos as principais medidas de reabilitação energética passíveis de serem adoptadas na envolvente de edifícios, em particular nos de habitação”, (DGEG\ADENE, 2004).

O texto é precedido com uma breve explicação sobre os problemas relacionados com a energia na envolvente dos edifícios existentes, em que se refere o estado de degradação do parque edificado Português e onde aborda a questão da necessidade de reabilitação energética (e em geral) desse mesmo parque. Desenvolve uma relação entre a falta de qualidade térmica com a ausência de conforto dos habitantes e patologias decorrentes da presença de humidades.

O guia está estruturado de acordo com o esquema apresentado na Figura 3.5:

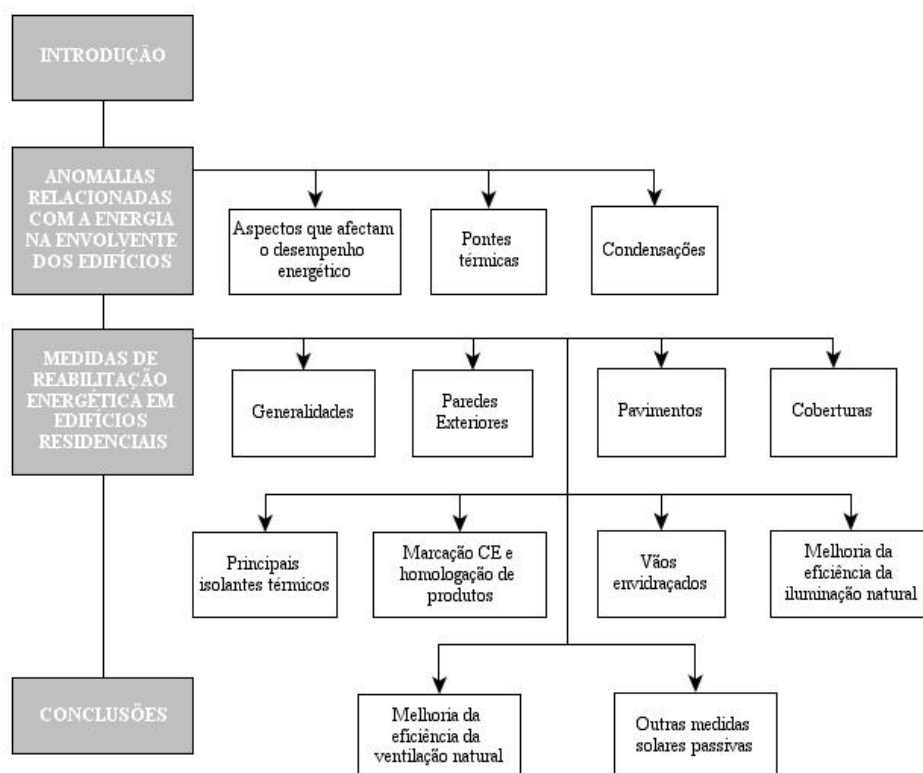


Figura 3.5 - Organização do conteúdo do guia DGEG/ADENE - Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais

O capítulo 2 do documento aborda os “problemas relacionados com a energia na envolvente de edifícios existentes”, começando por propor uma metodologia de abordagem à possibilidade de incluir medidas de eficiência energética e de caracterização de um edifício. Refere assim que na caracterização do edifício devem ser mencionadas as seguintes características, (DGEG\ADENE, 2004):

- Isolamento térmico nos elementos opacos da envolvente;
- Existência de pontes térmicas na envolvente do edifício;
- Presença de humidade (afectando o desempenho energético e a durabilidade);
- Desempenho térmico de vãos envidraçados e portas (perdas de calor desproporcionadas por transmissão térmica e por infiltrações de ar excessivas);
- Existência ou ausência de protecções solares adequadas nos vãos envidraçados, que podem dar origem a sobreaquecimento no interior dos edifícios ou aumento das cargas térmicas e das necessidades energéticas no caso de habitações com sistemas de arrefecimento ambiente;
- Ventilação não-controlada, criando maiores necessidades energéticas em aquecimento no inverno, ou inversamente, ventilação insuficiente, conduzindo a maiores níveis de humidade relativa no inverno e sobreaquecimento no verão, e o

consequente desconforto dos ocupantes, fenómenos de condensação e baixo nível de qualidade do ar interior.

Alude em seguida que os consumos de energia elevados podem resultar não só do comportamento térmico deficiente, como também dos comportamentos inadequados dos utilizadores, tais como:

- Sistemas de climatização ligados enquanto as janelas estão abertas;
- Climatização desnecessária dos espaços, com amplitudes de temperaturas desadequadas.

O documento apresenta ainda as soluções mais comuns de reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais, e aponta que podem ser realizadas através de:

- Reforço da sua protecção térmica;
- Controlo das infiltrações de ar;
- Recurso a tecnologias solares passivas.

As medidas de intervenção na envolvente são apresentadas repartidas pelos vários sujeitos de intervenção: paredes exteriores, pavimentos, coberturas (Inclinadas e horizontais), vãos envidraçados, iluminação natural, ventilação natural e outras medidas solares passivas.

Para cada uma das oportunidades de intervenção (paredes, pavimentos e coberturas) são descritas as várias abordagens para o reforço da eficiência energética. Como exemplo de concretização, para as paredes exteriores são oferecidas 3 opções de intervenção:

- Isolamento térmico exterior;
- Isolamento térmico interior;
- Isolamento térmico em caixa-de-ar (limitado ao caso de paredes duplas).

Sendo apresentadas as vantagens e desvantagens de cada opção, e em seguida as soluções mais comuns para cada uma das opções. O manual expõe também algumas pormenorizações de aplicação e a análise tecno-económica de uma das soluções de cada opção, aplicada a um caso genérico, onde se especificam, para várias zonas do país, os custos totais em euros/m² e a economia de energia, expressa em MJ/m².ano, associada à aplicação da solução sugerida.

Apresenta de seguida um quadro síntese dos materiais isolantes térmicos mais utilizados na concretização das soluções mencionadas anteriormente (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Principais isolantes utilizados na reabilitação térmica da envolvente de edifícios, (DGEG\ADENE, 2004).

Elementos opacos	Constituição	Isolamento térmico		Placas						(1)	Material a granel				(2)
		Localização	Solução	EPS	XPS	PUR	MW	ICB	MW		Grânulos				(3)
											EPS	VA	LWA	MW	PUR
Paredes de fachada	Simples	Exterior	Revestimento delgado ou espesso sobre o isolante	•			•								
			Revestimento independente com isolante no espaço de ar	•	•	•	•								
			Reboco isolante								•	•	•		
		Interior	Painéis isolantes	•	•	•	•								
			Contra-fachada com isolante no espaço de ar	•	•	•	•								
	Duplas	Intermédio	Preenchimento total da caixa de ar								•	•	•	•	•
Pavimentos	—	Exterior	Revestimento sobre o isolante (4)	•		•	•								
			Tecto falso com isolante na caixa de ar	•	•	•	•	•	•						
Coberturas	Horizontais	Exterior	Suporte isolante de impermeabilização	•		•	•	•							
			Cobertura «invertida» (5)	•	•										
	Inclinadas	Na esteira horizontal	Sobre a esteira	•	•	•	•	•	•		•	•			
		Nas vertentes	Sobre a estrutura resistente	•	•	•	•	•	•						
			Sob a estrutura resistente	•	•	•	•	•	•						

A reabilitação térmica dos vãos envidraçados é dividida em substituição integral do vão, substituição dos vidros e adopção de uma segunda janela, colocada pelo interior. Assinala a importância das protecções solares, da sua estanquidade e do isolamento térmico das caixas de estore. Analisa as pontes térmicas associadas aos elementos de contorno de vão, exemplificando com simulações de casos comuns, e sugerindo soluções. Trata em seguida da permeabilidade ao ar das caixilharias, dos ganhos solares e refere também algumas medidas de sensibilização do utilizador.

A melhoria da eficiência da iluminação natural é abordada na perspectiva da arquitectura bioclimática associada à construção de edifícios novos, indicando os valores óptimos das percentagens de envidraçados das fachadas de edifícios residenciais mas sinalizando os condicionalismos da adaptação desses valores a uma reabilitação. É sugerido o estudo da aplicação de dispositivos de sombreamento e a sua relevância de compatibilização com a reabilitação térmica dos vãos envidraçados.

Ao contrário do capítulo anterior, o capítulo da melhoria da eficiência da ventilação natural mostra-se bastante completo. É feita referência aos pontos principais a ter em conta no dimensionamento das soluções a aplicar, bem como as suas condicionantes principais, e expostas as consequências de uma renovação de ar desadequada, bem como ao posicionamento das aberturas de admissão de ar nos compartimentos principais, de evacuação nos secundários e ainda apresenta alguns exemplos de aberturas reguláveis e auto-reguláveis. A importância dos efeitos da acção do vento nas coberturas e a consequência das zonas de sobrepressão, bem como a importância do isolamento térmico de condutas em contacto com paredes exteriores não protegidas termicamente é também abordada neste documento.

3.1.3.1 Conclusões

O manual analisado apresenta uma síntese aprofundada de várias opções e soluções para a melhoria do comportamento térmico ao nível da envolvente de edifícios, deixando clara a necessidade da análise caso a caso, para que as soluções escolhidas sejam enquadradas da melhor forma possível. Apesar de completo, o manual constitui-se mais propriamente como um resumo de soluções do que como um guia, pelo que pode ser uma grande mais-valia, se associado a um manual de reabilitação. Destacam-se as seguintes lacunas:

- Não apresentam uma metodologia de abordagem;
- Não aborda a legislação, regulamentação, programas de apoio à reabilitação e benefícios fiscais;
- Limita as medidas de utilização eficiente à utilização dos vãos envidraçados, ignorando outras possíveis e as medidas manutenção preventiva;
- As soluções para a melhoria da iluminação natural que apresentam não acompanham o nível de pormenor das restantes soluções;
- Não refere medidas activas de aproveitamento solar;
- Restringe-se à envolvente do edifício;
- Ignora a perspectiva do utilizador.

3.1.4. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid - Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas

O guia da Comunidad de Madrid tem como objectivo constituir uma contribuição para impulsionar as atitudes de redução do consumo energético, dando a conhecer algumas tecnologias e ajudas existentes, reunindo vários capítulos com temas de interesse à reabilitação térmica provenientes de autores diferentes. Resulta do efeito colateral da entrada em vigor do Real Decreto 314/2006, de 17 de Março, o qual aprova do Código Técnico da Edificação e do Real

Decreto 47/2007, de 19 de Janeiro, que aprova a Certificação Energética dos Edifícios. Estes documentos legislativos definem-se como instrumentos para o alcance dos compromissos assumidos, respectivamente, com o Protocolo de Quioto e com a EPBD, definida na Directiva 2002/91/CE, (Real Decreto n.º 47/2007; Real Decreto n.º 314/2007).

O sector habitacional madrilenho representa com os seus cerca de 2,6 milhões de habitações aproximadamente 25% do consumo total de energia da região, a qual por seu lado, tem uma dependência energética do exterior de 97%. A realidade espanhola é, numa escala maior, semelhante à portuguesa, na medida em que grande parte dos edifícios têm um comportamento energético deficiente, mas em número muito superior. O guia refere na sua apresentação que 42% da energia utilizada nos edifícios habitacionais se destina à climatização, 26% à produção de AQS, 23% para electrodomésticos e cozinhas e 9% para a iluminação.

A problemática do comportamento térmico eficiente é, para os espanhóis, ainda mais gravosa do que para o utilizador português dada a maior amplitude de temperaturas que se verifica na região de Madrid. Os madrilenos, ao contrário do utilizador português, não abdicam do conforto térmico nas suas habitações, levando a que na sua factura energética o consumo relativo à climatização seja quase o triplo do português, estimado em 16%, (EDP, 2012)

O guia identifica, à parte do “factor utilizador”, os principais factores de influência nas necessidades energéticas e do consumo de energia final de um edifício:

- Zona climática e orientação do edifício;
- Forma e volume do edifício;
- Tecnologias de construção das fachadas e coberturas;
- Tipo de instalações e equipamentos;
- Fontes energéticas disponíveis.

Identifica também as principais acções de intervenção e as respectivas percentagens de redução estimada do consumo de energia final do edifício associadas, que se optou por representar no esquema na Figura 3.6:

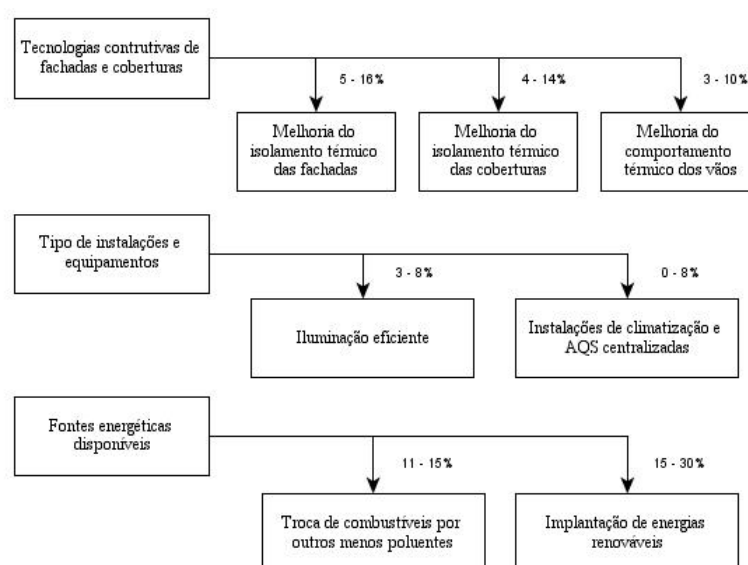


Figura 3.6 - Principais pontos de intervenção do Guia da Comunidade de Madrid

Na introdução o guia identifica os pontos anteriores, contudo no seu desenvolvimento aborda outros pontos não mencionados como: protecções solares e dispositivos de sombreamento, películas de controlo solar, impermeabilização de coberturas e a utilização de elevadores de última geração. Optou-se por sintetizar no Quadro 3.2 os temas abordados e os respectivos autores.

Quadro 3.2 - Capítulos do Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas

Capítulo	Título	Autor
1	Introdução	Institut Cerdà
2	Reabilitação de fachadas com isolamento térmico	Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMA)
3	Reabilitação de coberturas com isolamento térmico	Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMA)
4	Reabilitação térmica de vãos envidraçados	Saint-Gobain Cristalería, S.A.
5	Películas solares em janelas para melhoria da eficiência energética	Asociación Europea de Láminas de Ventana (EWFA)
6	Impermeabilização de coberturas	SIKA, S.A.U., Bussines Unit Contractors
7	Sistemas de captação de energia com módulos fotovoltaicos integrados em membranas para impermeabilização de coberturas	SIKA, S.A.U., Bussines Unit Contractors
8	A energia solar térmica: AQS, aquecimento e ar condicionado	Viessmann, S.L.
9	Tecnologias de aquecimento de alta eficiência energética	Viessmann, S.L.
10	Instalações de iluminação eficiente	Philips
11	Elevadores de última geração	ZARDOYA OTIS, S.A.
12	Ajudas da Comunidade de Madrid	Comunidad de Madrid

Dadas as diferentes autorias preconizadas observa-se que cada tema segue uma abordagem diferente, prejudicando eventuais ligações entre temas de intervenção. Como consequência desta individualidade não é também apresentado um esquema de processos de abordagem a um eventual caso de estudo. O guia apresenta para todas as áreas de intervenção, com excepção dos capítulos 1 e 12, um resumo das soluções mais utilizadas e, na opinião de cada autor, as mais eficazes. Opta-se por apresentar apenas os capítulos referentes à reabilitação térmica das fachadas e da cobertura como exemplo.

Entre as soluções apresentadas pela ANDIMA – Associação Nacional de Industriais de Materiais Isolantes – para as intervenções em fachadas e em coberturas estão os sistemas que são apresentados nos Quadros Quadro 3.3 e Quadro 3.4:

Quadro 3.3 - Sistemas propostos para intervenção em fachadas

FACHADAS	
EXTERIOR	Sistema de isolamento térmico em EPS pelo exterior
	Sistema de fachada ventilada com lã mineral (vidro ou rocha)
	Sistema de isolamento térmico em XPS pelo exterior
	Sistema de isolamento térmico pelo exterior em PUR projectado
INTERIOR	Sistema de isolamento térmico pelo interior em EPS com protecção em gesso cartonado
	Sistema de isolamento térmico pelo interior em lã mineral apoiada em perfis metálicos e com protecção em gesso cartonado
	Sistema de isolamento térmico pelo interior em XPS revestido com gesso <i>in situ</i> ou com placas de gesso cartonado
	Sistema de isolamento térmico pelo interior em PUR projectado com protecção em gesso cartonado
CAIXA-DE-AR	Sistema de isolamento térmico em caixa-de-ar com injeção de PUR

Quadro 3.4 - Sistemas propostos para intervenção em coberturas

COBERTURAS	
EXTERIOR	Sistema de isolamento térmico em cobertura plana invertida em EPS
	Sistema de isolamento térmico em cobertura plana invertida em PUR e protecção com elastómero
	Sistema de isolamento térmico em cobertura plana invertida não transitável em XPS
	Sistema de isolamento térmico em cobertura inclinada tradicional com isolamento em EPS sob telha cerâmica
	Sistema de isolamento térmico em cobertura inclinada tradicional com isolamento em XPS sob telha cerâmica
	Sistema de isolamento térmico em cobertura plana tradicional com isolamento em PUR projectado e protecção com elastómero projectado
	Sistema de isolamento térmico em cobertura inclinada tradicional com isolamento em PUR injectado sobre telha cerâmica ou projectado no suporte
	Sistema de isolamento térmico em cobertura inclinada em fibrocimento com projecção de isolamento em PUR e protecção de elastómero de poliuretano
INTERIOR	Revestimentos autoportantes de placas de gesso laminado e isolamento de lã mineral (lã de rocha/lã de vidro)
	Reforço do isolamento interior com placas de XPS revestidas com gesso <i>in situ</i> ou placas de gesso cartonado

Para a apresentação de cada um dos sistemas dos quadros acima é seguida uma abordagem comum:

1. Descrição do sistema e dos seus elementos
2. Tipos de suporte
3. Vantagens
4. Limitações
5. Produtos recomendados
6. Processo de instalação
7. Tratamento de pontes térmicas
8. Detalhes construtivos
9. Prestações térmicas

Os vários tipos de suporte são descritos na sua composição e dimensões, sendo em alguns casos esquematizados como mostra a Figura 3.7:

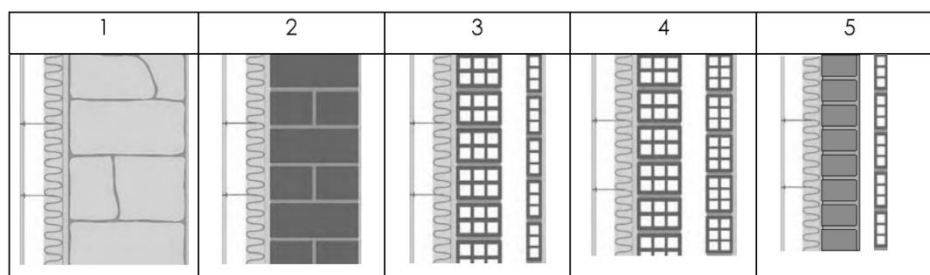


Figura 3.7 - Tipos de suporte para a aplicação de um sistema de fachada ventilada com lâ mineral, (Comunidad de Madrid, 2008).

Os processos de instalação são, para a maioria dos sistemas, descritos e sem o recurso a figuras de exemplificação. No referente à pormenorização, grande parte dos desenhos são bastante completos, como se ilustra no exemplo seguinte (Figura 3.8), correspondente à aplicação do sistema de isolamento térmico em cobertura plana tradicional, com isolamento em PUR projectado e protecção com elastómero projectado, e ao sistema de isolamento térmico pelo interior em PUR projectado com protecção em gesso cartonado:

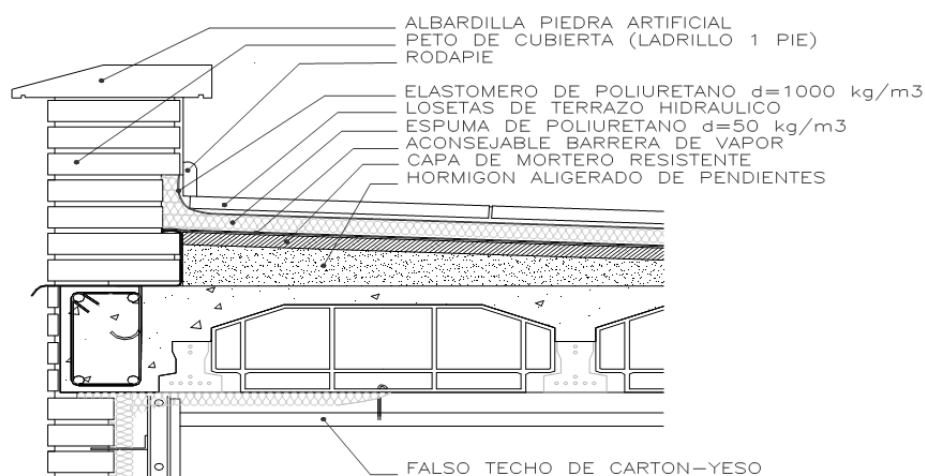


Figura 3.8 - Pormenorização de sistema de reforço térmico em fachada e cobertura plana, (Comunidad de Madrid, 2008).

As prestações térmicas são analisadas comparando o sistema proposto aplicado em suportes diferentes e com espessuras diferentes, no caso do isolamento térmico, como se exemplifica na Figura 3.9:

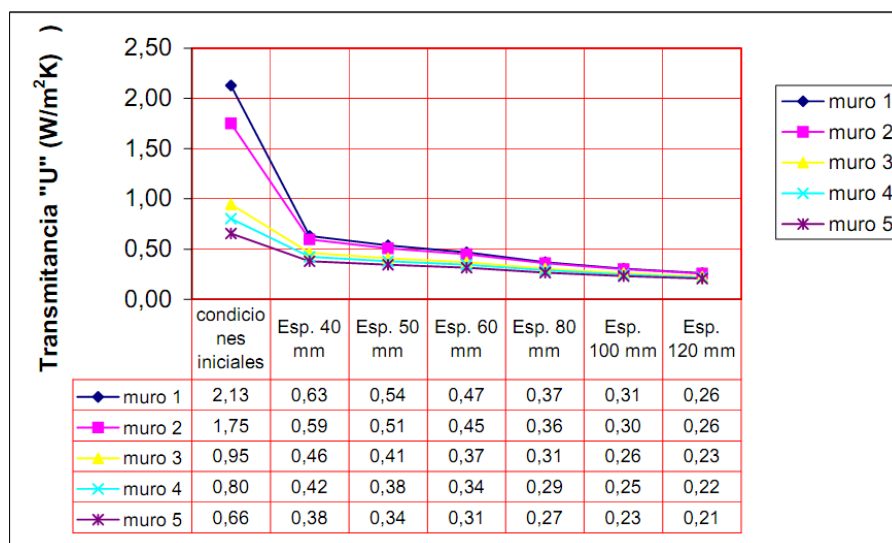


Figura 3.9 - Análise das prestações térmicas do sistema aplicado nos suportes da Figura 3.7, (Comunidad de Madrid, 2008).

Contudo, ambos os capítulos não desenvolvem um comparativo de eficiência entre as diferentes soluções sugeridas, aplicadas num caso de estudo e pela ausência de uma síntese final.

O capítulo 4 – Reabilitação térmica de vãos envidraçados – já contém várias sínteses comparativas das poupanças energéticas alcançadas com soluções diferentes. Já o capítulo referente às películas solares inclui uma pequena análise custo/benefício, com respectivo período de retorno das aplicações sugeridas e o capítulo relativo à aplicação de sistemas fotovoltaicos em impermeabilização de coberturas apresenta um pequeno exemplo de reduções de CO₂ que podem ser alcançadas.

No caso da secção de utilização de energia solar térmica em AQS e climatização, da autoria da VIESSMANN, é feita uma análise bastante completa de um caso de estudo, onde são apresentados os consumos e reduções energéticas estimadas, bem como o impacte ambiental da instalação solar. Porém, as estimativas que apresentam deixam a desejar no facto de não mencionarem qual o tipo de instalação com a qual está a ser comparada. O mesmo autor é responsável pelo capítulo 9 – Tecnologias de aquecimento de alta eficiência energética – onde apenas compara os rendimentos das caldeiras *standard*, caldeiras de baixa temperatura e caldeiras de condensação, não apresentando qualquer análise de custo/benefício, retorno ou impacte ambiental.

O segmento da autoria da PHILIPS – Instalações de iluminação eficiente – é aquele que apresenta o seu conteúdo da forma mais organizada, como se optou por ilustrar no esquema da Figura 3.10:

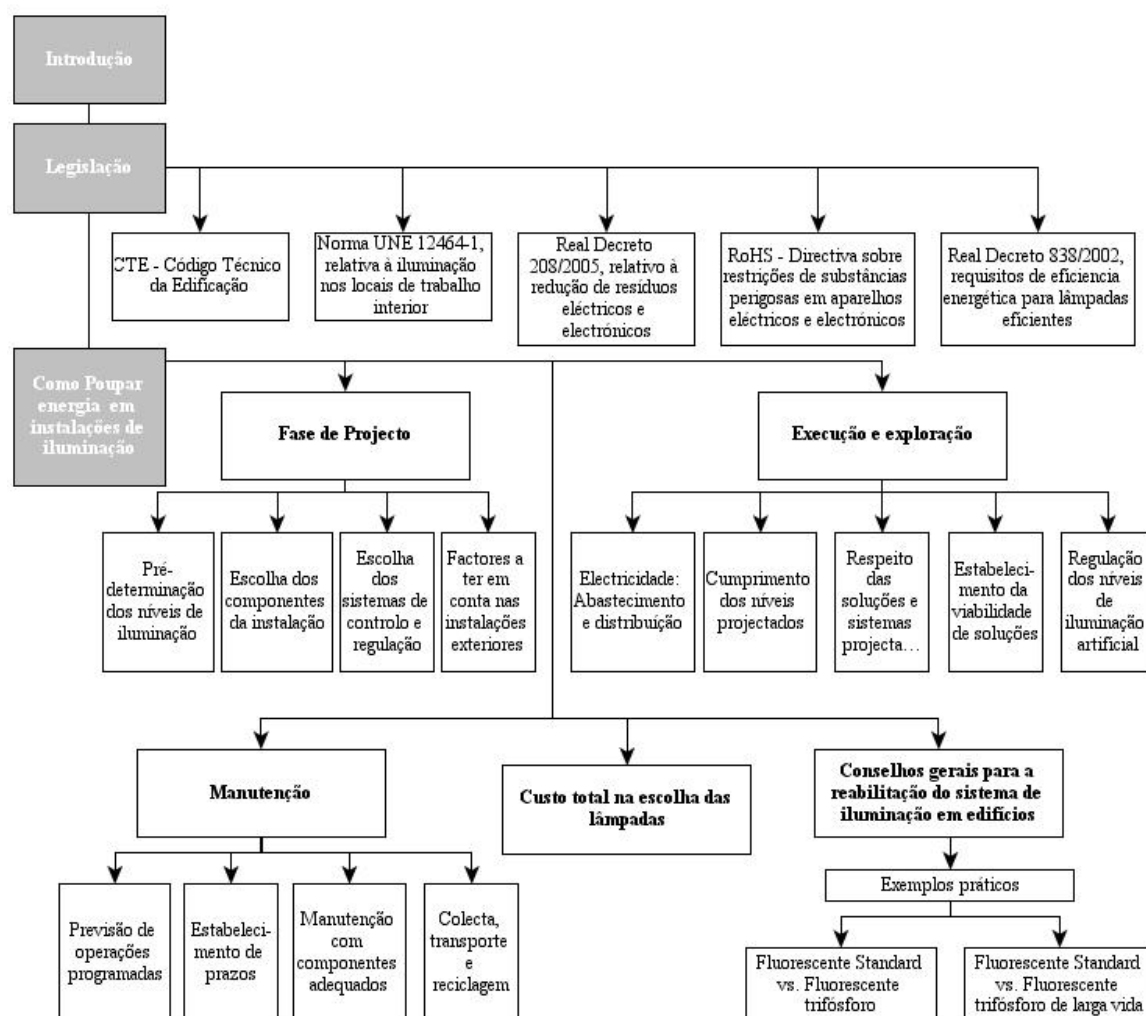


Figura 3.10 - Distribuição do conteúdo do Capítulo 10 - Instalações de iluminação eficiente

O guia aborda ainda a componente dos edifícios geralmente ignorada pelos restantes documentos analisados, os elevadores de última geração. São apresentados os vários tipos de elevadores destacando obviamente os de última geração, que se diferenciam pelas máquinas de tracção directa e de menor dimensão, componentes mais resistentes e mais leves e a menor potência necessária para a elevação. Apresentando o potencial de redução energético e de emissões de CO₂, tendo em conta o parque habitacional da cidade de Madrid, e as reduções dos resíduos contaminantes presentes nos elevadores hidráulicos tradicionais.

Todavia, limita a análise de custo/benefício aos equipamentos sem mecanismos de geração de energia, comparando apenas os sistemas tradicionais aos sistemas intitulados de última geração descritos acima, ignorando que os mecanismos de regeneração energética possam significar poupanças energéticas até 30%, (Kone, 2013).

A consistência do rigor técnico dos capítulos é observada ao longo de todo o documento salientando a secção da autoria da SIKA – Impermeabilização de coberturas – em que a profundidade de detalhe entra nas definições da estrutura molecular das membranas sintéticas e do seu processo de fabrico e de reciclagem, quando possível. A alusão aos produtos fornecidos pelas marcas é uma constante, especialmente nos capítulos escritos pela SAINT-GOBAIN, SIKA, VIESSMANN e PHILIPS.

O 12º capítulo reporta-se às ajudas da Comunidad de Madrid, definidas na Orden 1063/2007, de 20 de Setembro de 2007, publicadas pelo Consejero de Economía y Consumo, e apresenta a estrutura representada nas figuras Figura 3.11 e Figura 3.12:

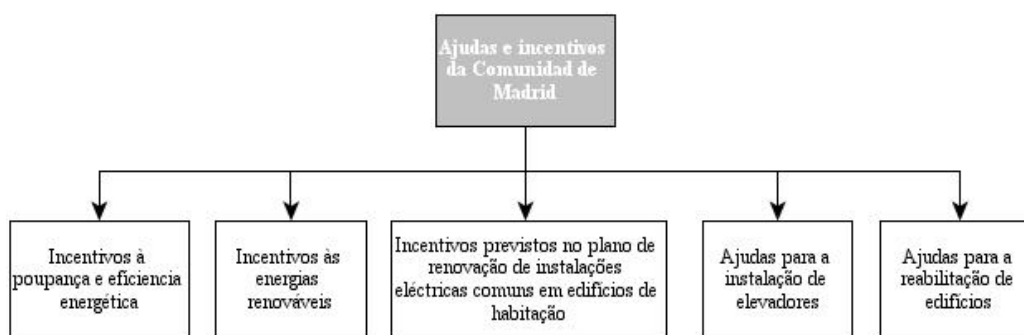


Figura 3.11 – Estrutura do capítulo dos incentivos e subsídios da Comunidad de Madrid

Por sua vez, cada uma das ajudas ou incentivos é analisado da seguinte forma:

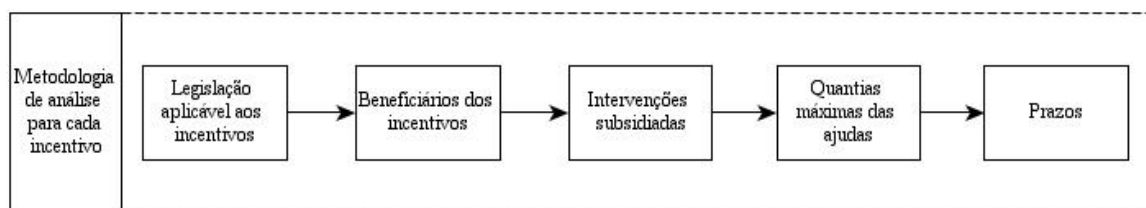


Figura 3.12 - Metodologia de análise aos incentivos e ajudas do guia da Comunidad de Madrid

Com vista a tornar claro o incentivo que em termos políticos é dado pela Comunidad de Madrid à Reabilitação da Eficiência Energética, procede-se à síntese das ajudas com base no Quadro 3.5 seguinte:

Quadro 3.5 - Síntese de ajudas oferecidas pela Comunidad de Madrid

Intervenções subsidiadas			Ajudas propostas	Quantias máximas das ajudas
Incentivos à poupança e eficiência energética (Quantia máxima por edifício habitacional: 200.000,00 €)	Melhoria da eficiência energética de instalações térmicas		22% a 30%	Sem limite
	Melhoria da eficiência energética de instalações de iluminação interior		22%	10.000,00 €
	Melhoria de instalações de iluminação pública exterior		40%	Sem limite
	Estudos, análises de viabilidade e auditorias de instalações de iluminação exteriores existentes		50%	25.000,00 €
Incentivos às energias renováveis (Quantias máximas por projecto: 200.000,00€ ou 70% em ajudas acumuladas)	Incentivo à instalação de sistemas solares térmicos		-	250,00 €/m ²
	Incentivo à instalação de sistemas solares fotovoltaicos	Sistemas ligados à rede	-	1,8 €/Wp
		Sistemas isolados com acumulação	-	2,5 €/Wp
		Sistemas isolados sem acumulação	-	1,9 €/Wp
	Incentivo à instalação de sistemas de produção de energia eólica		30%	-
	Biomassa e resíduos		30%	
	Hidráulica		30%	
Plano de renovação de instalações eléctricas comuns em edifícios de habitação	Reformas de instalações eléctricas em zonas comuns de edifícios habitacionais anteriores a 1973 desde que as instalações eléctricas exteriores sejam energeticamente eficientes de acordo com o CTE	até 20 fogos		1.000,00 €
		21 a 40 fogos	10%	2.000,00 €
		> 40 fogos		3.000,00 €
Ajudas para a instalação de elevadores	Instalação em edifícios com mais de 3 pisos e mais de 15 anos de idade		70%	50.000,00 €
Ajudas para a reabilitação de edifícios	Reabilitações em geral	Valores por edifício	20%	3.000,00 € a 6.500,00 €

3.1.4.1 Conclusões

Importa referir que alguns autores são partes interessadas nos objectos dos capítulos, como realçado anteriormente. Este conflito de interesses pode suscitar dúvidas quanto à credibilidade do documento na medida em que são feitas várias alusões a sistemas e/ou produtos desenvolvidos pela empresa autora, podendo existir o risco de serem ignoradas alternativas propostas por marcas concorrentes.

Considera-se que a consulta a profissionais especialistas do mercado é importante contudo um documento não deve ser produzido única e exclusivamente por empresas de materiais. Como alternativa seria interessante adoptar um esquema similar, em que cada capítulo fosse elaborado com a colaboração de pelo menos dois especialistas da mesma área de mercado. A parceria entre marcas concorrentes poderá favorecer a qualidade do resultado final, mas é necessário o impedimento de referências a sistemas/produtos exclusivamente fornecidos pelas marcas envolvidas.

Destacam-se as seguintes observações:

- Não inclui um esquema de abordagem global mas apenas várias áreas de intervenção em separado;
- Não inclui casos de estudo;
- Bastante gráfico na maioria dos capítulos;
- As referências à legislação aplicável e ao contexto europeu em que se insere é demasiado superficial;
- Não diferencia a aplicação dos sistemas de reforço térmico das envolventes em edifícios antigos ou recentes e ignora as consequências dessas aplicações em diferentes tipos de suportes;
- Apresenta soluções de isolamento de fachadas pelo interior quando se trata de uma habitação sem ocupação permanente;
- Não refere anomalias nem processos patológicos;
- Não apresenta comparações de prestações térmicas entre sistemas da mesma área de intervenção (ex.: XPS vs. EPS) nem faz uma análise de custo-benefício entre soluções de áreas distintas (ex.: Reforço do isolamento térmico da cobertura vs. fachadas);
- Aborda a colocação de películas de controlo solar, o que foi ignorado pelos outros documentos analisados;
- Nem todos os capítulos apresentam análises custo/benefício e estimativas de períodos de retorno para as soluções sugeridas;
- Ignora as “fachadas vivas” (com vegetação)
- Pormenores construtivos muito completos;
- Ignora o aquecimento e AQS separados individualmente por fracções;
- Aborda a utilização de sistemas solares em piscinas aquecidas;
- A abordagem do capítulo das instalações de iluminação é bastante completo e devia ser seguido pelas restantes secções;

- Relaciona a % de poupança na climatização e os sistemas AQS central;
- Na secção dos elevadores ignora por completo os sistemas de regeneração de energia;
- A secção dos incentivos e ajudas da Comunidad de Madrid segue uma estrutura de apresentação clara mas é demasiado superficial no seu conteúdo, não esclarecendo todos os pontos necessários a um aproveitamento dos mesmos.

3.2. Manual de utilização eficiente: ADENE – Guia da Eficiência Energética

O Guia da Eficiência Energética da Agência para a Energia apresenta algumas medidas direccionadas para o utilizador, com o objectivo de promover a utilização de energia de forma eficiente e moderada. Aposta na apresentação dos equipamentos, seguida de conselhos práticos de utilização, abordando também as energias renováveis, a certificação energética, o consumo de água, a utilização eficiente do automóvel e o tratamento do lixo como forma de aproveitamento energético.

Como introdução à problemática da eficiência energética o guia é iniciado com a abordagem à produção e consumo de energia. Chama imediatamente à atenção do leitor o cenário de competitividade internacional em que os países desenvolvidos se encontram, relacionando a eficiência energética com o aumento de competitividade. Alia ao factor económico o factor ambiental, e apresenta as fontes de energia, renováveis e não renováveis utilizadas actualmente, referindo os impactos ambientais da utilização das não renováveis. Fundamenta os dados sobre a produção e o consumo em Portugal com os dados da DGE e refere as metas do pacote Energia-Clima 20-20-20. Lembra que a dependência energética do país se situa nos 77%, que ao ritmo actual o consumo energético duplicará em apenas 35 anos e triplicará em 55 anos. Apresenta-se na Figura 3.13 o esquema de abordagem do guia.

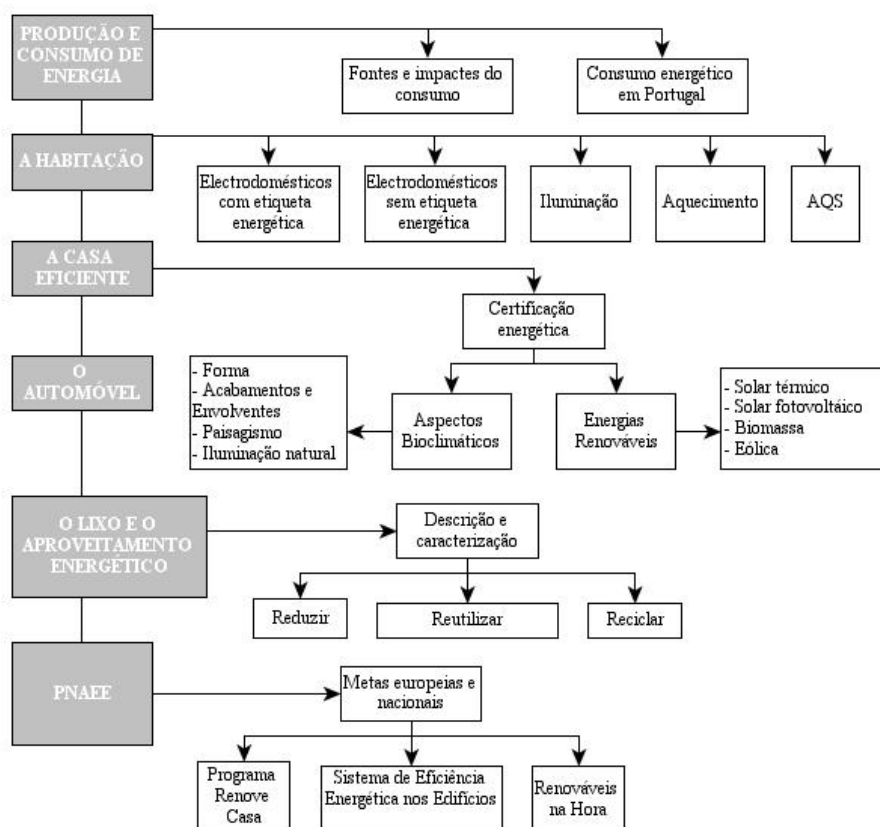


Figura 3.13 - Esquema de abordagem do Guia de Eficiência Energética

A secção relativa à habitação é introduzida com um resumo dos consumos associados ao sector habitacional complementado com uma estimativa das reduções possíveis. Assim, e de acordo com o objectivo do documento, esta secção é dividida em quatro partes:

- Electrodomésticos com etiqueta energética;
- Electrodomésticos sem etiqueta energética;
- Iluminação;
- Aquecimento;
- Água quente.

Previamente à análise dos electrodomésticos é feita uma introdução com o esclarecimento da etiquetagem energética. É explicada a origem e o objectivo da etiqueta energética, a alteração da etiqueta “antiga” para a “nova”, as classes existentes, os elementos comuns a todas as etiquetas e são identificados os electrodomésticos para os quais foi estabelecida a nova etiquetagem energética.

A abordagem aos equipamentos com etiqueta energética segue um procedimento comum:

- Identifica a finalidade da energia utilizada pelo equipamento relacionando-a com o consumo geral da habitação;
- Descreve a etiqueta energética, o método de cálculo da classe de eficiência energética e do consumo anual de energia;
- Apresenta um conjunto de conselhos práticos a adoptar pelo utilizador e exhibe uma estimativa da redução possível do consumo de energia.

Para os electrodomésticos sem etiqueta energética são indicados alguns equipamentos presentes na maioria das habitações e que apesar de terem utilizações reduzidas, têm grandes potências e consequentemente consumos elevados. Apresenta ainda alguns conselhos práticos de utilização eficiente e de comportamentos que podem ser adoptados. Faz também uma curta referência à etiqueta *Energy Star*, presente em alguns equipamentos, como ecrãs de computador.

A iluminação é apresentada como parte integrante e representante de 14% do consumo eléctrico de uma habitação. Esclarece imediatamente a forma de avaliação da eficácia luminosa de uma lâmpada, em “lumens por watt”, e compara a eficácia entre lâmpadas incandescentes e fluorescentes para que o leitor entenda mais facilmente o conceito. Em seguida expõe os vários tipos de lâmpadas:

- Incandescentes;
- Halogéneo;
- Fluorescentes tubulares;
- Fluorescentes compactas;
- LED.

Para cada tipo é descrito o princípio de funcionamento, é relacionado o seu consumo com as lâmpadas convencionais (incandescentes) para a mesma luminosidade, é apresentada a duração média e comparada com a duração das incandescentes. No caso das lâmpadas fluorescentes, o leitor é advertido para a toxicidade dos materiais que as compõem e sobre o procedimento a adoptar no caso de estas se partirem. Resume um conjunto de conselhos práticos, e outro com os pontos mais importantes referidos nas secções anteriores, complementando com a apresentação de um caso prático de economia (Quadro 3.6).

Quadro 3.6 - Comparação entre lâmpadas incandescentes e fluorescentes, (ADENE, 2012).

TIPOLOGIA DE LÂMPADA	INCANDESCENTE DE 60 W	ECONOMIZADORA DE 11 W
Vida Útil (horas)	1000 h	8000 h
Preço aquisição (€)	1,20 €	7,00 €
Preço kWh (€)	0,14 €	0,14 €
Consumo de Eletricidade (kWh)	$(8000h \times 60 W) 480 \text{ kWh}$	$(8000h \times 11 W) 88 \text{ kWh}$
Para um tempo de funcionamento de 8000h		
Custo das lâmpadas (€)	$(1,20 \times 8) 9,60 \text{ €}$	$(7,00 \times 1) 7,00 \text{ €}$
Custo da Eletricidade (€)	$(480 \text{ kWh} \times 0,14 \text{ €/kWh}) 67,20 \text{ €}$	$(88 \text{ kWh} \times 0,14 \text{ €/kWh}) 12,32 \text{ €}$
Custo Total (€)	76,80 €	19,32 €
Poupança de 57,48 €		

A secção relativa ao aquecimento segue a abordagem anterior, começando com um enquadramento do consumo energético relativo ao aquecimento e sintetizando em seguida os vários tipos de sistemas por princípio de funcionamento e eficiência energética:

- Sistema de aquecimento central
 - Caldeiras
 - Atmosféricas
 - Estanques
 - Temperatura variável
 - Condensação
 - Radiadores
 - Sistema de piso radiante
- Sistemas eléctricos
 - Radiadores e convectores eléctricos
 - Piso radiante eléctrico
 - Sistema de bomba de calor
 - Aquecimento eléctrico por acumulação

Complementa as descrições anteriores com várias notas, nomeadamente em relação à regulação do aquecimento (variações das necessidades ao longo do dia, entre espaços diferentes, entre estações do ano e dos sistemas de regulação) e com vários conselhos práticos para o utilizador, como se exemplifica na Figura 3.14.

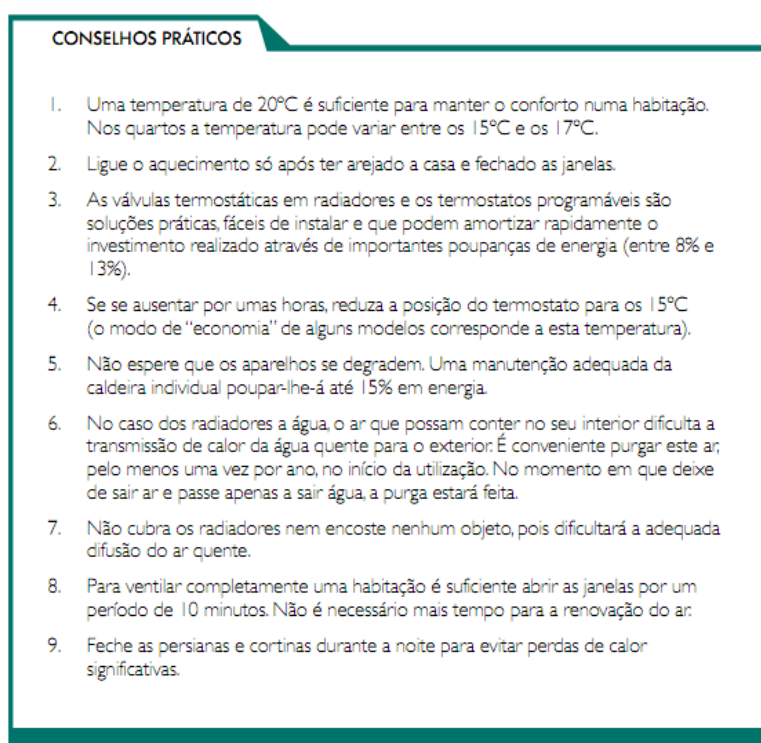


Figura 3.14 - Conselhos práticos de utilização relativos ao aquecimento, (ADENE, 2012).

Refere de forma superficial a questão do isolamento térmico e dos vãos envidraçados como 2 factores dos quais depende o nível de conforto numa habitação, apontando alguns conselhos para a reabilitação ou para o projecto de uma habitação nova.

Ainda dentro da secção referente ao aquecimento são mencionados os aparelhos de ar condicionado, onde é apresentado o Quadro 3.7, orientativo para a selecção da potência indicada segundo a dimensão da superfície a refrigerar.

Quadro 3.7 - Selecção da potência indicada para aparelhos de ar condicionado, (ADENE, 2012).

Superfície a refrigerar (m ²)	9-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-50	50-60
Potência de refrigeração (kW)	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.6	4.2

Aconselha o recurso a um profissional qualificado aquando da escolha do equipamento e explica que a potência necessária depende não só da área mas também das características bioclimáticas da habitação e dos materiais utilizados na sua construção. Conclui com um conjunto de conselhos práticos para a aquisição dos equipamentos e para a sua utilização.

A produção de água quente é dividida em dois tipos principais:

- Sistemas instantâneos;
- Sistemas de acumulação;

- Equipamento de aquecimento + termoacumulador;
- Termoacumulador de resistência eléctrica.

É seguido o esquema de abordagem anterior, com a descrição e apresentação das vantagens e desvantagens de cada sistema, acompanhada com o conjunto de conselhos práticos de aquisição e utilização.

No capítulo seguinte, “A casa eficiente”, o guia aborda a Certificação Energética, os aspectos bioclimáticos das construções e as Energias Renováveis em Casa. Descreve o SCE, identificando o seu objectivo e o alicerce da sua implementação, a EPBD. Identifica também o objectivo do certificado energético e detalha cada um dos seus campos. Nos aspectos bioclimáticos são dados a conhecer os objectivos da arquitectura bioclimática e as influências dos pontos em que incide, nomeadamente, na forma e orientação, acabamentos exteriores e envolventes dos edifícios, paisagismo e iluminação natural, no comportamento energético de uma habitação. Esta análise é feita de forma simples e superficial mas suficientemente clara para a compreensão do utilizador comum mas aplica-se apenas para construções novas e reabilitações profundas.

É feita uma introdução às Energias Renováveis em Casa com a apresentação do programa “Renováveis na Hora” previsto no PNAEE e em são divididas em quatro tipos principais:

- Solar térmica;
- Solar fotovoltaica:
 - Instalações isoladas da rede eléctrica;
 - Instalações ligadas à rede eléctrica;
- Biomassa:
 - Resíduos florestais;
 - Resíduos agrícolas herbáceos e de lenha;
 - Resíduos de indústrias florestais e agrícolas;
 - Cultivos energéticos
 - Outros (lixo doméstico orgânico ou reciclados de madeira)
- Eólica.

Para cada um feita uma descrição do funcionamento da tecnologia que permite o aproveitamento energético e de algumas possibilidades de proveito para cada fonte. Não aprofunda o tema nem apresenta qualquer tipo de comparativo de rendimentos, limitando-se a resumir um conjunto de notas informativas sobre o impacto do consumo de energia na qualidade de vida dos habitantes e sobre a fiabilidade dos equipamentos de aproveitamento de energia solar.

O guia da Agência para a Energia inclui um capítulo sobre a utilização eficiente do automóvel mas que não se insere no âmbito desta análise, pelo que, apesar de conter informações importantes para o utilizador comum, não será analisado.

Por último, o guia dedica-se ao lixo e aproveitamento energético deste, e resume os programas do PNAEE relativos à área residencial, serviços e transportes.

A exposição da temática do lixo doméstico contém uma pequena introdução onde indica ao leitor a quantidade média diária de lixo produzido por cada habitante, a percentagem desse lixo que pode ser reciclado e a importância ambiental (e económica) de o fazer. Aprofunda com a descrição da composição dos resíduos sólidos urbanos e as respectivas percentagens médias, apresentadas no Quadro 3.8, e compara os valores das recolhas indiferenciadas e selectivas com as metas da União Europeia.

Quadro 3.8 - Composição do lixo urbano nos concelhos de Amadora, Lisboa, Loures, Odivelas e Vila Franca de Xira, (ADENE, 2012).

TIPO DE RESÍDUO	%
BIO-RESÍDUOS	38,41
PAPEL/CARTÃO	16,73
COMPÓSITOS	2,63
TÊXTEIS	4,25
TÊXTEIS SANITÁRIOS	6,74
PLÁSTICOS	9,02
MADEIRA	1,11
VIDRO	5,68
METAIS	1,75
RESÍDUOS PERIGOSOS	0,29
Outros resíduos...	2,03
ELEMENTOS FINOS (< 20mm)	11,36%

O guia apresenta ainda uma descrição resumida dos seguintes cada tipos de resíduos domésticos:

- Matéria orgânica;
- Plásticos;
- Papel e Cartão;
- Vidro;
- Latas;
- Pacotes (Tetrapack)
- Aparelhos electrónicos e electrodomésticos.

Na descrição refere as consequências ambientais directas da ausência de tratamento de cada tipo de lixo, menciona para alguns a energia envolvida no seu fabrico e indica, para os

recicláveis, a quantidade reciclada no ano de 2011. Dando ênfase à componente ambiental expõe a regra dos Três R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) considerando esta regra a chave para abordar o lixo de forma sistemática. Conclui com o conjunto de conselhos práticos já habitual de cada capítulo e ainda com um resumo dos pontos mais importantes da secção a reter.

Estabelece como meta para 2015 definidas no PNAEE a melhoria da eficiência energética em 10% do consumo de energia final e apresenta muito superficialmente os programas de eficiência energética Renove Casa, Sistema de Eficiência Energética de Edifícios e o Renováveis na Hora.

3.2.1. Conclusões

O Guia de Eficiência Energética da ADENE consegue através da utilização de uma linguagem simples facilitar a leitura por parte do utilizador comum, transmitindo grande parte dos conhecimentos técnicos e evitando que estes temas se tornem demasiado fatigantes. Considera-se o documento bastante completo e destacam-se os seguintes pontos a favor, bem como algumas lacunas encontradas:

- O esclarecimento da necessidade do controlo do consumo de energia, em termos económicos, não é suficientemente aprofundado ao ponto que o leitor perceba a importância de um país energeticamente independente;
- Os conselhos práticos de utilização para os electrodomésticos mais comuns, e para os sistemas de iluminação, aquecimento e água quente acrescentam um valor significativo ao guia;
- Explica de forma clara, sucinta e suficiente os aspectos bioclimáticos mais importantes na arquitectura e os sistemas de energias renováveis mais comuns;
- Descreve a etiquetagem energética dos diferentes equipamentos, o que ajuda o consumidor na escolha final de um equipamento;
- Ignora o facto de que nos sistemas de aquecimento central em condóminos existe a tendência para uma utilização mais descuidada do que nos sistemas individuais;
- Não aprofunda o suficiente a temática do isolamento térmico e dos vãos;
- Aconselha a obstrução por completo das infiltrações de ar nos vãos envidraçados sem ter em conta se são ou não infiltrações planeadas na escolha da classe de permeabilidade do vão como compensação da inexistência de dispositivos de admissão;
- Ignora a importância de considerar a possibilidade da integração dos equipamentos de aquecimento com os de água quente;
- Nos sistemas solares devia fazer uma comparação entre o consumo com e sem aproveitamento solar pois a referência monetária é aquela que causa maior impacto ao utilizador;

- Aborda a regra dos três R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) mas menospreza a questão da compostagem.

3.3. Síntese de Intervenções

Na síntese de intervenções pretende-se reunir a informação obtida na análise dos manuais de reabilitação referente às acções de intervenção sugeridas e aos conteúdos abordados por cada um dos manuais de forma a compilar os pontos considerados determinantes para a construção de um manual de boas práticas para a reabilitação energética de edifícios habitacionais.

3.3.1. Síntese de acções de intervenção sugeridas pelos manuais de reabilitação

Optou-se por sintetizar em quadros as intervenções sugeridas nos manuais do Lisboa E-Nova e da apresentação GECORPA, apresentando-se no Quadro 3.9 e no Quadro 3.10. Dada a extensão do conjunto de soluções propostas pelo manual da DGEG/ADENE, optou-se por se representar em esquema, apresentado na Figura 3.15. O conjunto de soluções propostas pelo Guia da Comunidade de Madrid é representado nas figuras Figura 3.16 e Figura 3.17.

Quadro 3.9 - Intervenções sugeridas no Manual de Reabilitação Lisboa E-Nova - Quinta do Ourives.

Manual de reabilitação Lisboa E-Nova	
Objectos de intervenção	Intervenções sugeridas
Envolvente Opaca	Colocação de isolamento térmico pelo exterior em EPS com sistema tipo ETICS
Cobertura	Aplicação de isolamento térmico sobre esteira horizontal em desvão não habitado
Vãos envidraçados	Substituição de caixilharias e envidraçados
Sistemas de Climatização	-
A.Q.S.	Sistema solar térmico individual de circulação forçada
Energias Renováveis	Instalação de colectores solares
Equipamentos	Substituição de todos os equipamentos com classe energética inferior a B- por equipamentos de classe A ou superior
Iluminação	Substituição de todas as lâmpadas incandescentes existentes por lâmpadas fluorescentes compactas

Quadro 3.10 - Intervenções sugeridas em GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores – Tecnologias e Implementação de Projecto

GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores – Tecnologias e Implementação de Projecto	
Objectos de intervenção	Intervenções sugeridas
Envolvente Opaca	Morada n° 11: Colocação de isolamento térmico pelo exterior em EPS com sistema tipo ETICS ; Moradia n° 13: Colocação de isolamento térmico pelo interior em contra fachada de gesso cartonado com caixa-de-ar;
Cobertura	Morada n° 11: Isolamento térmico em XPS ao longo das vertentes da cobertura tradicional e impermeabilização em tela asfáltica; Moradia n° 13: Aplicação de tecto falso em gesso cartonado com isolamento térmico em lã mineral, sob esteira horizontal;
Vãos envidraçados	Morada n° 11: Manteve os vãos com caixilharia de alumínio com corte térmico e vidro duplo; Moradia n° 13: Substituição dos vãos envidraçados por caixilharia mista de madeira e alumínio com vidro duplo;
Sistemas de Climatização	Proposta de instalação de sistema de bomba de calor para climatização e de apoio ao sistema de AQS;
AQS	Sistema solar térmico de circulação em termossifão com depósito superior com capacidade de 300 litros, depósito extra de 200 litros e sistema de apoio por resistência eléctrica de 2400W de período de funcionamento controlado;
Energias Renováveis	Instalação de unidades de microprodução de energia solar fotovoltaica com potência de ligação de 3,68 kW;

Nota: Em adição às soluções enunciadas para o segundo manual é também proposto um pequeno conjunto de atitudes a tomar por parte dos utilizadores, (Cóias *et al.*, 2012):

- Utilização dos equipamentos de lavandaria no “período de vazio”, de acordo com o estipulado no tarifário bi-horário escolhido;
- Secagem de roupa de forma natural;
- Alteração de potência contratada;
- Alteração do horário de funcionamento da resistência eléctrica do sistema solar térmico de modo a funcionar no “período de vazio”.

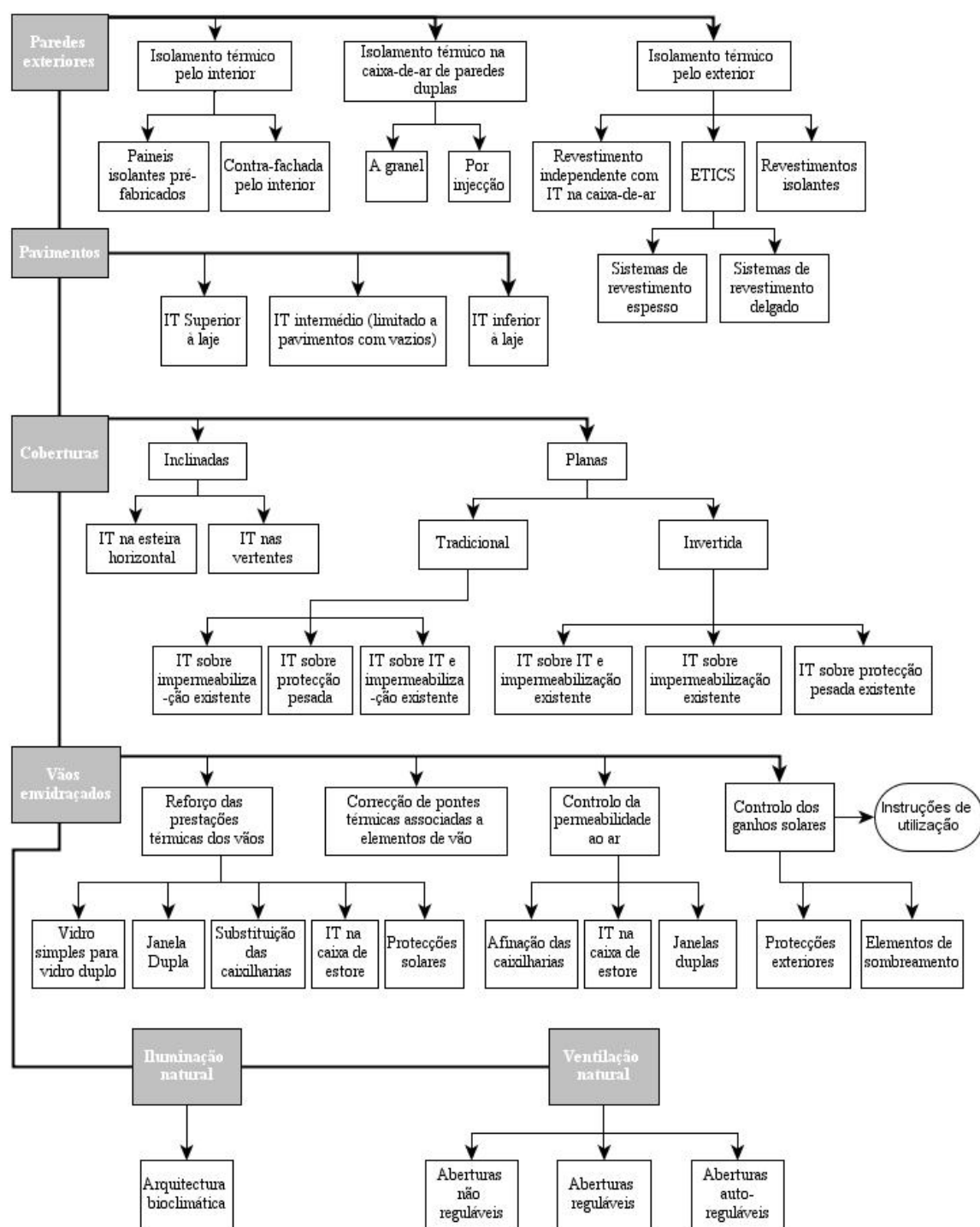


Figura 3.15 - Soluções propostas pelo Guia DGEG/ADENE

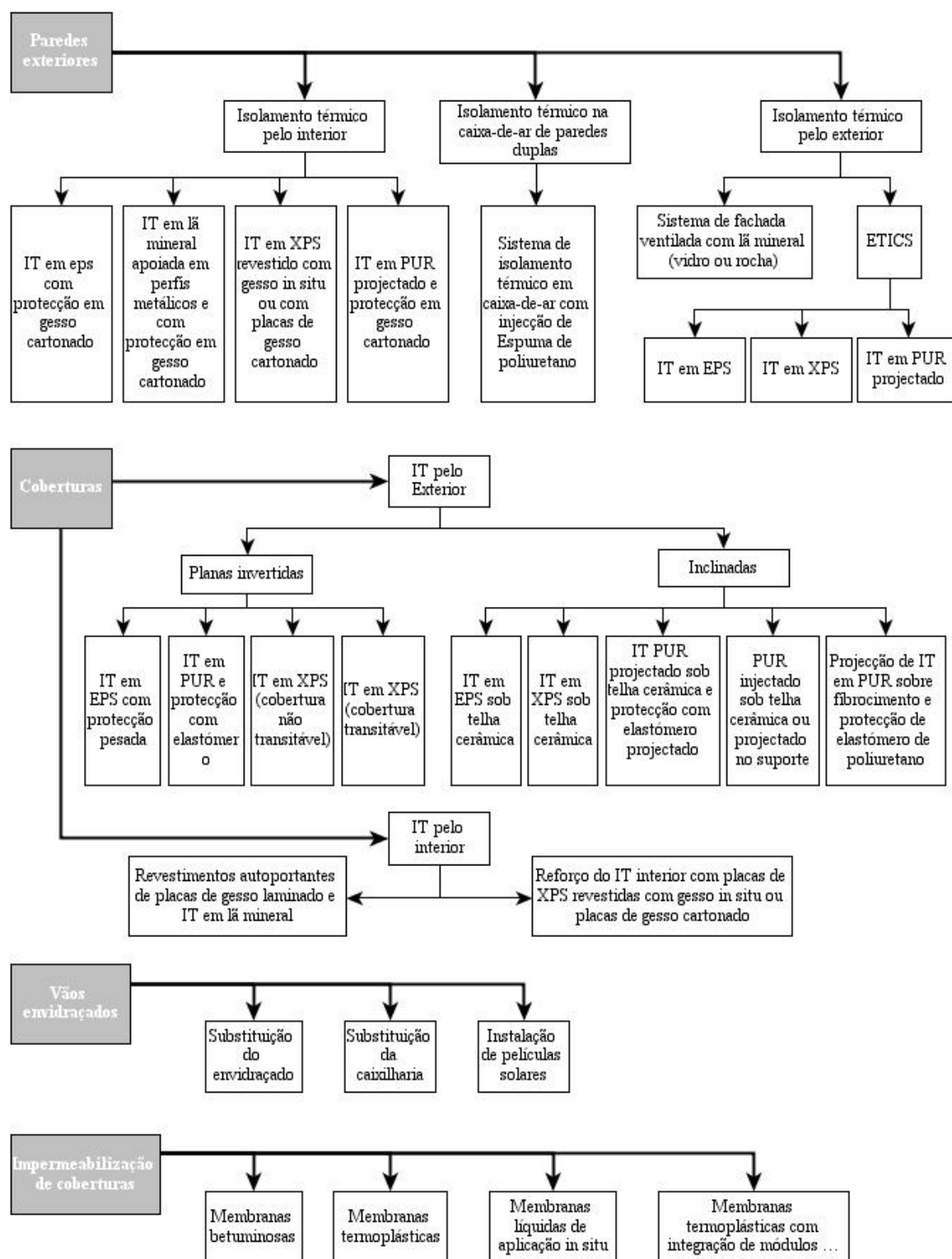


Figura 3.16 - Medidas sugeridas para a reabilitação da envolvente dos edifícios pelo Guia da Comunidade de Madrid

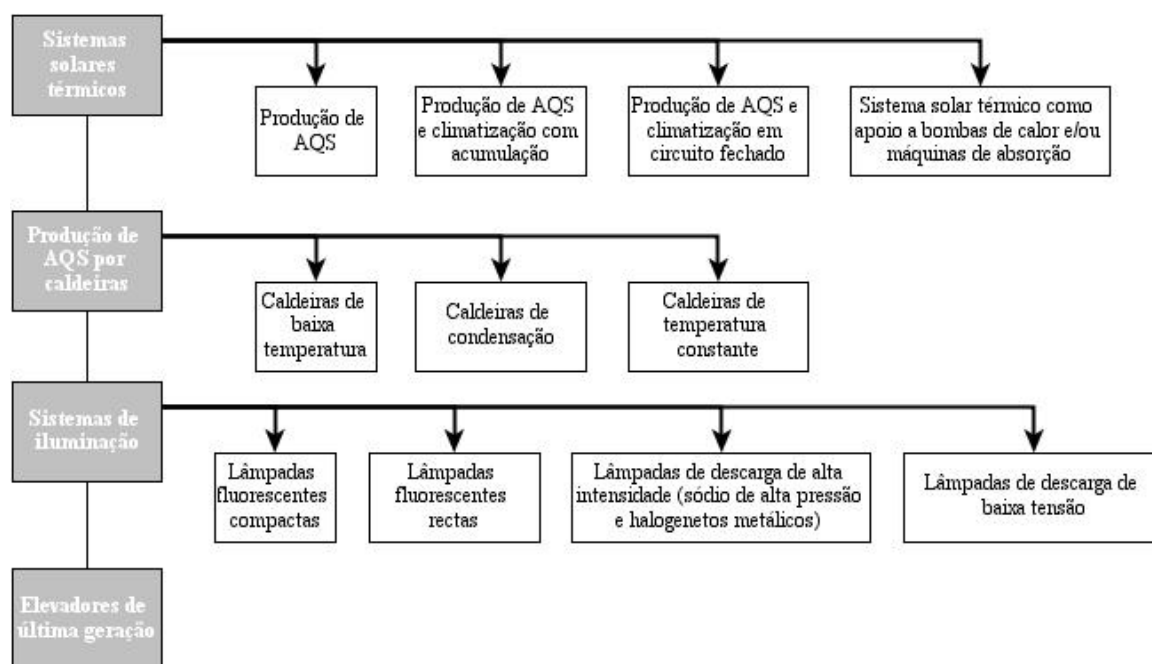


Figura 3.17 - Medidas sugeridas para a reabilitação dos equipamentos dos edifícios pelo Guia da Comunidad de Madrid

3.3.2. Síntese de conteúdos dos manuais de reabilitação analisados

No Quadro 3.11 é feita uma síntese dos conteúdos dos manuais analisados, optando-se pela sua construção de forma que possam ser comparados a presença/ausência dos conteúdos dos vários manuais.

Quadro 3.11 - Síntese de conteúdos dos manuais de reabilitação analisados

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid - Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas				
DGEG/ADENE – Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais				
GECORPA & OZ, Lda. e Jesus Ferreira Consultores Tecnologias e Implementação de Projecto				
Lisboa E-Nova - Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Quinta do Ourives, anos 70				
Introdução ao manual e ao tema	X	X	X	X
Contexto Europeu e Português (protocolos, directivas europeias, planos e objectivos nacionais)	X			X
Regulamentos nacionais	X			
Regimes e programas de apoio, benefícios fiscais e incentivos à reabilitação	X			X
Anomalias típicas e possíveis causas		X		
Soluções comuns de reabilitação energética (envolvente, equipamentos)		X	X	X
Soluções para iluminação natural			X	X
Soluções para iluminação artificial eficiente	X			X
Soluções para ventilação natural			X	
Exemplos de produtos a utilizar nas soluções sugeridas				X
Softwares de modelação/análise de desempenho energético (estimativas de ganhos, perdas, necessidades...)	X			
Metodologia de abordagem a adoptar		X		
Apresentação de um caso de estudo	X	X		
Levantamento e caracterização da construção e da envolvente	X	X		
Identificação das anomalias presentes e possíveis causas	X	X		
Avaliação do desempenho energético e matriz energética	X			
Estratégia de intervenção (objectivos e oportunidades de intervenção)	X	X		
Apresentação de 1 ou mais soluções para cada acção		X	X	X
Análise custo/benefício para cada solução, comparação e escolha das soluções a adoptar na mesma área de intervenção	X		X	
Comparação de análises custo/benefício entre soluções de áreas de intervenção distintas	X	X	X	
Estimativas de períodos de retorno associados às soluções sugeridas	X	X		
Simulação do desempenho energético do caso de estudo após intervenções	X			
Projecto de execução e/ou pormenorizações de soluções			X	X
Avaliação dos resultados e monitorização	X	X	X	
Elaboração do plano de utilização e de manutenção (conselhos práticos para uma utilização eficiente, manutenção preventiva e correctiva)		X	X	

4. PROPOSTA MODELO

A proposta apresentada em seguida consiste num modelo para um guia, desenvolvido através da análise comparativa dos vários manuais referidos anteriormente, da síntese dos seus conteúdos e da reunião dos pontos determinantes na sua construção. Complementa-se com um conjunto de sugestões direccionadas ao utilizador, projectista e de complemento legislativo que se observaram ausentes ou incompletas nos manuais analisados.

4.1. Factores determinantes a considerar previamente à construção do manual

Existe uma série de factores que devem ser considerados previamente à delineação do manual, uma vez são decisivos para o desenvolvimento do documento:

- PÚBLICO-ALVO

Na opinião do autor, o primeiro e mais importante ponto a abordar é a escolha do público-alvo. Dessa decisão vão estar sujeitas as seguintes características do manual:

- Tipo de linguagem a utilizar;
- Profundidade técnica dos conteúdos;
- Estrutura do manual;
- Estruturação das análises a soluções de reabilitação;
- Tipo de análises comparativas;
- Existência ou não de caso de estudo;
- Apresentação ou não de *softwares* de simulação do comportamento energético de edifícios;
- Inclusão de um manual complementar de utilização eficiente;

O público-alvo pode ser dividido em três opções: o técnico profissional da área, o utilizador comum ou uma combinação dos dois anteriores. No entender do autor, a terceira hipótese é aquela que poderá representar um manual mais completo.

▪ AUTORIA

Como foi referido anteriormente, o manual pode ser escrito por vários autores, em analogia com o guia madrileno. No entanto, limitar a redacção de cada capítulo a um único autor, sendo esse autor um profissional da área associado a uma marca, é arriscado e pode por em causa todo o trabalho. Assim, e no caso de se optar pela escolha de vários autores para o guia é imperativo que cada capítulo tenha pelo menos dois autores, de preferência associados a marcas concorrentes e trabalhando em parceria para este fim.

Podem ser instituídas limitações à referência a marcas, não ignorando, contudo, a necessidade dessas menções. O espaço indicado para o efeito pode ser, por exemplo, a subsecção “Produtos recomendados”, ilustrada na Figura 4.1, sendo impedida qualquer outra referência às marcas associadas/envolvidas fora desse espaço, privilegiando-se assim a credibilidade do conteúdo técnico. Com este sistema as marcas beneficiam da publicidade aos seus produtos em troca do tempo dispendido pelos seus profissionais para a redacção do capítulo. Os autores ganham projecção no mercado técnico e científico, os promotores poupam nos custos associados com a redacção e o guia é beneficiado na qualidade do seu conteúdo.

Por outro lado, seria também interessante propor uma parceria do mesmo género recorrendo à classe académica nacional. Um documento que consiga reunir no seu conteúdo as opções escolhidas pelos melhores especialistas do país terá certamente uma qualidade inigualável.

▪ ESTRUTURA

Tendo em conta que o manual em questão é um documento destinado à consulta frequente, a estruturação dos seus capítulos de forma semelhante é uma mais-valia, pois facilita a pesquisa do seu conteúdo. Ainda que seja provável que esta exigência não possa ser aplicável a todo o documento, deve ser tida em conta na estrutura dos seus capítulos. Assim, para que a estrutura geral do manual seja coerente, é essencial que, em qualquer das situações acima enunciadas, haja um coordenador geral pertencente ou representante da entidade promotora e responsável pela organização e estruturação dos conteúdos.

Importa referir que, no caso de o manual ser direccionado para um público-alvo misto, pode haver uma separação interna de conteúdos, não necessariamente explícita. Esta divisão pode ser feita de modo a que as descrições técnicas aprofundadas estejam integradas no seguimento da secção mas subtilmente separadas do restante conteúdo, como se ilustra na Figura 4.1.

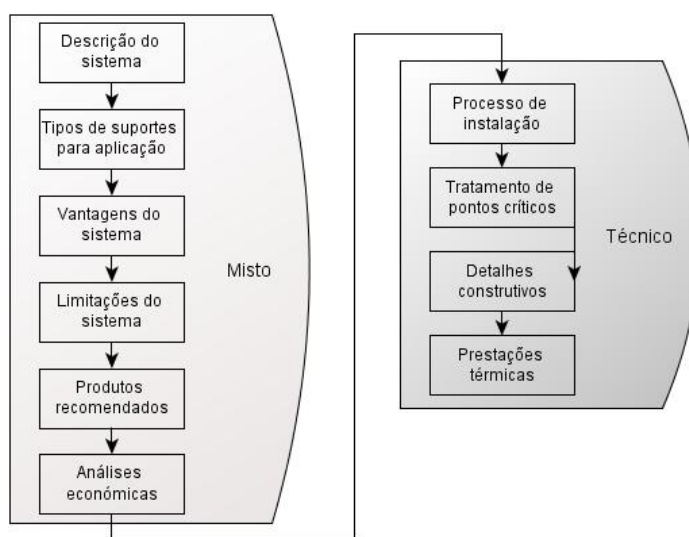


Figura 4.1 – Possível estrutura de apresentação de uma solução de reabilitação

Importa salientar que, para o utilizador comum, o factor que maior peso tem na escolha das soluções a adoptar é o factor económico, sendo portanto relevante a inclusão de análises custo-benefício ou de estimativas de retorno para cada solução, inseridas previamente à fracção técnica.

▪ PARQUE EDIFICADO ADEQUADO

A definição do parque edificado ao qual o manual pode ser aplicado é necessária, de modo a direccionar o documento a um tipo específico de edifícios. Apesar de o modelo poder ser aplicado a vários tipos de edifícios, é essencial que seja feita a diferenciação entre edifícios de serviços e edifícios com fins habitacionais, tal como uma diferenciação por épocas construtivas, devido à disparidade de soluções para cada caso.

▪ CASO DE ESTUDO

A apresentação de um caso de estudo está dependente da escolha do público-alvo. Se o público-alvo for o técnico profissional da área, não é necessária a inclusão de um caso de estudo pois presume-se que este tem a formação necessária para a compreensão dos conceitos divulgados. Em alternativa, se o público-alvo for o utilizador comum ou o misto, a exposição de um caso de estudo é conveniente para que as ideias apresentadas sejam de mais fácil compreensão.

▪ BENEFÍCIOS FISCAIS E INCENTIVOS À REABILITAÇÃO URBANA

A secção dos apoios financeiros é aquela onde se dá a conhecer ao leitor os programas de apoio existente e os benefícios fiscais associados a intervenções de reabilitação e de melhoria do comportamento energético dos edifícios. No manual, este ponto deve ser interpretado como uma base de pesquisa para a redução das verbas, directas ou indirectas, das intervenções.

Contudo, mais importante do que a apresentação dos programas de apoio ou dos benefícios existentes é a explicação da pesquisa efectuada e do modo como se efectuou. Como os planos de apoio têm por norma uma validade, é importante dar a conhecer os métodos utilizado para a obtenção da informação necessária, de modo a que, mesmo que as medidas de apoio enunciadas já não se encontrem em vigor, o guia permaneça actualizado na forma de método de investigação.

4.2. Pontos determinantes na construção da estrutura de um manual de boas práticas para a reabilitação energética de edifícios

Das análises feitas aos vários manuais de reabilitação energética e com o auxílio das sínteses expostas em 3.3, reúne-se aqui uma série de pontos que se considera serem determinantes para a construção da estrutura de um manual de reabilitação energética:

- Identificação do público-alvo;
- Clara introdução ao manual e ao tema, com a explicação da necessidade/importância da reabilitação energética e da existência de um manual;
- A reabilitação energética no contexto europeu e português, com a apresentação de protocolos e transposições para documentos legais europeus e nacionais;
- Regulamentos nacionais, planos nacionais de eficiência energética e objectivos nacionais;
- Regimes e programas de apoio, benefícios fiscais e incentivos à reabilitação;
- Enquadramento do manual no parque edificado abrangido, identificação e caracterização dos edifícios abrangidos;
- Anomalias típicas e possíveis causas/origens;
- Soluções correntes de reabilitação energética;
- Outras soluções existentes no mercado;
- *Softwares* de modelação/análise de desempenho energético;
- Apresentação de um caso de estudo;
 - Metodologia de abordagem a adoptar a um caso de estudo;
 - Levantamento e caracterização da construção e da envolvente
 - Identificação de anomalias e das possíveis origens;

- Avaliação do desempenho energético e matriz energética;
- Estratégia de intervenção, objectivos e oportunidades;
- Análise custo/benefício para cada solução, comparação e escolha das soluções a adoptar;
- Simulação do desempenho energético após intervenções;
- Projecto de execução;
- Avaliação dos resultados e monitorização pós intervenção;
- Manual de utilização eficiente, elaborado de forma a poder ser utilizado autonomamente.

4.3. Modelo

Para a construção de um manual de reabilitação energética é essencial definir uma estrutura condutora do seu conteúdo. Assim, o modelo proposto para a estrutura principal do guia é apresentada na Figura 4.2:

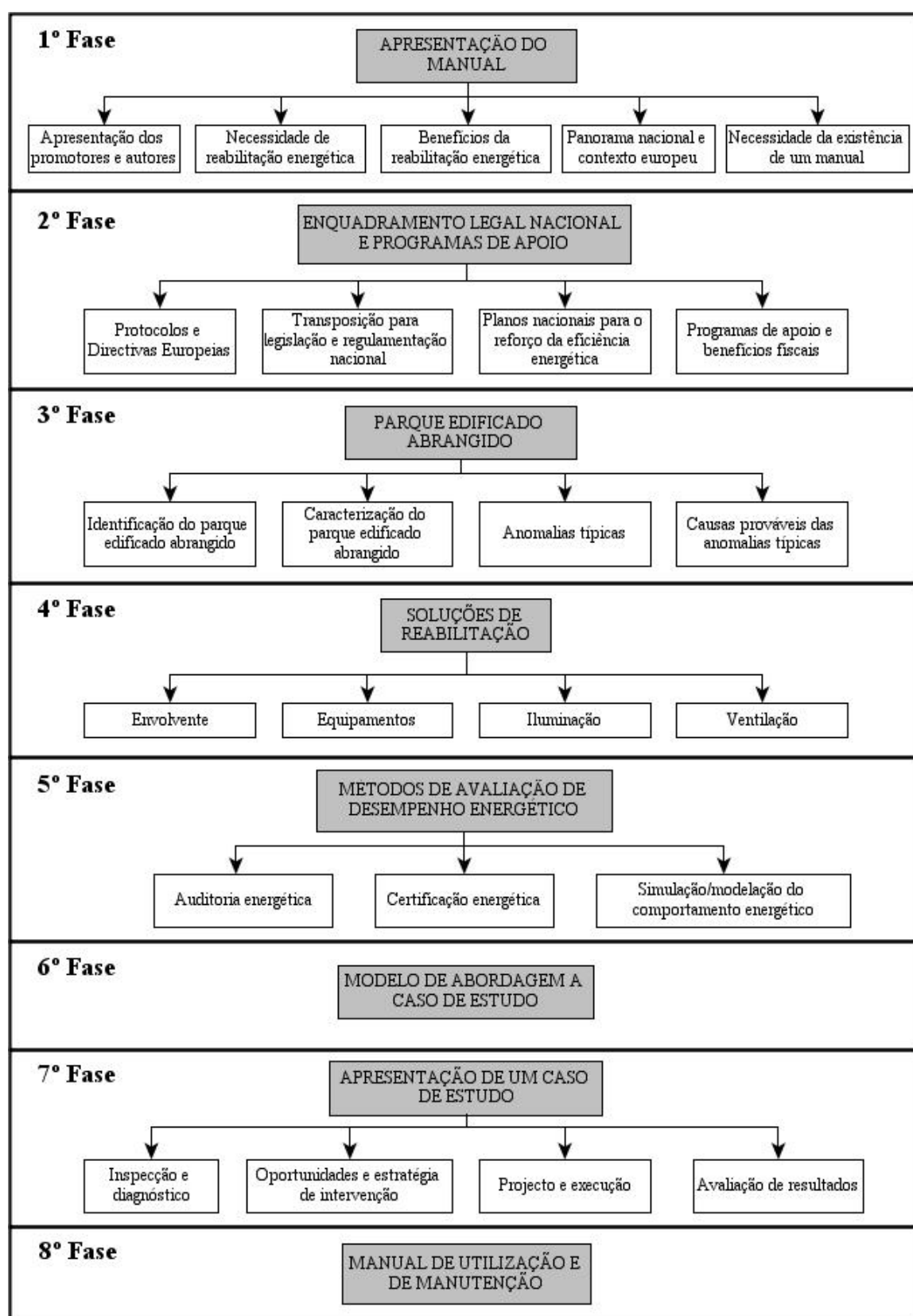


Figura 4.2 - Estrutura principal da metodologia proposta para a construção de um manual de reabilitação energética de edifícios de habitação

A estrutura principal do modelo proposto é composta por 8 fases distintas. Esta estrutura é proposta partindo do pressuposto de que o público-alvo do manual é um público misto de utilizadores comuns e técnicos especializados. Caso o manual seja direccionado apenas ao técnico considera-se que as fases 7 e 8 não são necessárias pois presume-se que este possui os conhecimentos necessários para a interpretação dos conteúdos sem que seja necessária a inclusão de um exemplo e de um manual de utilização. Assim, as fases 1 a 6 são direccionadas para o público-alvo misto ou técnico e as fases 7 e 8 são direccionadas exclusivamente para o utilizador comum.

As Fases 1 e 2 tencionam dar a conhecer ao leitor o “Estado de arte” do tema, em que apresentam o panorama nacional e europeu da reabilitação energética, o enquadramento legal e os programas de apoio oferecidos às acções de reabilitação em Portugal. Como foi referido em 4.1 – Parque Edificado Adequado – é necessária a identificação do parque edificado ao qual o manual pode ser aplicado, caracterizá-lo e identificar as anomalias e causas prováveis mais comuns no parque identificado

A Fase 4 tem por objectivo reunir as soluções mais comuns de reabilitação no que respeita à envolvente, aos equipamentos, à iluminação e ventilação natural, e sugere-se também que este espaço seja aproveitado para a apresentação de soluções inovadoras como alternativa a soluções comuns.

A Fase 5 dá a conhecer a certificação energética, onde deve ser abordado o certificado energético, a sua composição, importância e efeitos futuros da avaliação do desempenho energético no mercado de transacções imobiliárias. Deve apresentar também uma síntese dos mecanismos existentes para a simulação e/ou modelação do comportamento energético como ferramentas de pré-projecto que permitem a optimização das soluções propostas, bem como uma secção destinada à apresentação das auditorias energéticas, dos seus benefícios e resultados esperados.

A Fase 6 – Metodologia de abordagem a um caso de estudo – pretende apresentar um esquema de procedimentos a adoptar. É possível confundir-se a sua estrutura com a Fase 7 no entanto esta última pretende, e apenas no caso do público-alvo misto, apresentar a aplicação a um exemplo concreto, ao contrário da Fase 6, que apenas expõe uma metodologia de abordagem.

A Fase 8 – Manual de utilização e de manutenção – propõe a redacção de um documento que permita a instrução do utilizador comum na utilização eficiente e de algumas medidas de manutenção preventivas e correctivas. É importante que o manual/guia de utilização eficiente seja redigido de forma a poder ser utilizado de forma autónoma para poder ser distribuído ao público em separado ou em conjunto com o manual de reabilitação.

No Anexo I é apresentada a estrutura completa do modelo onde se detalham as seguintes secções:

- Planos Nacionais para o reforço da eficiência energética;
- Programas de apoio e benefícios fiscais;
- Soluções de reabilitação (Envolvente, Equipamentos, Iluminação e Ventilação);
- Metodologia de abordagem a caso de estudo;
- Oportunidades e estratégia de intervenção;
- Manual de utilização e manutenção.

4.4. Implementação do modelo

A estrutura e o conteúdo do manual devem permitir que este possa ser aplicado nas fases de avaliação, diagnóstico, projecto, monitorização e utilização.

A Fase 2, descrita acima, permite a reunião do conhecimento necessário para a avaliação de um caso de estudo, na medida que permite ao utilizador do manual o enquadramento do seu caso concreto na regulamentação nacional e em seguida integrá-lo (se possível) num dos planos de apoio oferecidos pelo Estado Português. Permite inclusive saber de antemão quais os benefícios fiscais que pode vir a obter com a intervenção.

O Diagnóstico é conseguido através da Fase 3, em que se enquadra o caso de estudo no parque edificado abrangido pelo manual (se possível), identificam-se as anomalias presentes e procura-se identificar, se possível, as causas prováveis no conjunto de causas mais comuns.

As Fases 4, 5 e 6 são utilizadas na etapa de projecto. A Fase 4 apresenta várias soluções de reabilitação energética passíveis de serem aplicadas, a Fase 5 apresenta os métodos de avaliação do desempenho energético, essencial para determinar o nível de desempenho actual e o nível a alcançar, e a Fase 6 apresenta um modelo de abordagem a um caso de estudo. Facilmente se confunde a Fase 6 com a restante estrutura já mencionada, no entanto é importante reter que os capítulos anteriores do manual funcionam como uma reunião de informação que suportará o desenvolvimento da Fase 6 – Modelo de Abordagem a Caso de Estudo.

Para a monitorização recorre-se novamente à Fase 5, pois é nesta que são apresentados os meios disponíveis para a avaliação do desempenho energético.

A utilização eficiente apoia-se em todo o conhecimento até então transmitido pelo manual e é colmatada pela última fase, em que se apresenta um Manual de Utilização e Manutenção, o

qual deve ser capaz de ser utilizado autonomamente e que deve conter portanto toda a informação necessária para instruir o utilizador na eficácia energética e na manutenção inteligente do imóvel.

4.5. Outras considerações

Com a análise dos vários manuais observou-se a inexistência de vários pontos importantes a ter em conta, quer em relação ao utilizador, ao projectista ou mesmo em termos de legislação. Com o intuito de complementar um eventual manual destacaram-se várias sugestões a adoptar.

4.5.1. Sugestões direccionadas ao utilizador

As secções direccionadas ao utilizador devem destacar sempre dois factores nas suas sugestões: vantagens económicas (curto e a longo prazo) e consciência ambiental. A primeira pois é aquela que mais impacte tem na perspectiva do utilizador, e a segunda pois a noção do impacte que a utilização excessiva de recursos tem no meio ambiente ainda não é compreendida pela generalidade dos utilizadores, (ERSE, 2011).

- **MONITORIZAÇÃO EM TEMPO REAL DO CONSUMO ELÉCTRICO**

O conceito de *Smart Cities* consiste em cidades que utilizam de forma inovadora as novas tecnologias de informação e comunicação de forma a potenciar o desenvolvimento de um meio urbano diversificado e sustentável. Para que este conceito subsista é necessário que as intervenções de reabilitação energética e que a avaliação dos seus resultados seja validada através da monitorização das reduções de energia conseguidas, (Lisboa E-Nova, 2010).

Existem no mercado vários sistemas de monitorização dos consumos em tempo real. Os sistemas podem funcionar em modo individual ou em sistema global, como se exemplifica nas figuras Figura 4.3 e Figura 4.4. O grande proveito destes sistemas é que permitem a conversão do consumo real em valores monetários, dando ao utilizador uma noção mais real do consumo, para além do controlo em tempo real da utilização, no caso dos sistemas globais.

MODELO ENERGY MONITOR 3000

Versão mais avançada, para análise de consumos eléctricos de máquinas e electrodomésticos até 3 kW. Esta versão permite medidas de:

- Tensão, corrente e frequência de alimentação eléctrica;
- Potência real, potência aparente e factor de potência;
- Valores máximo e mínimo;
- Custo em Euros da energia consumida;
- Controlo do tempo de funcionamento do equipamento;
- Possibilidade de previsão de custos por semana, mês ou ano;
- Possibilidade de introduzir várias tarifas;
- Permite registos até 99 dias consecutivos, após que recomeça nova contagem;

Especificações:

- Gama de potência: 1,5 a 3000 W;
- Corrente máxima: 13 A;
- Com alimentação a pilhas de 3 V;
- Tensão de funcionamento: 230 V / 50 Hz;
- Precisão: $\pm 1\%$ até 2500 W e de $\pm 4\%$ para medidas superior 2500 W;
- Indicação de excesso quando a potência é superior a 3070 W;
- Gama de tarifa: 0,001 a 9,999;
- Gama de consumo: 0,001 a 15.000 kWh



Figura 4.3 - Sistema de monitorização e análise de consumos eléctricos independente

Os sistemas globais permitem uma monitorização mais aprofundada de todos os consumos eléctricos do imóvel. A grande maioria dos sistemas são constituídos por aparelhos medidores que estão ligados por *wireless* a um receptor, o qual analisa e interpreta os dados. O utilizador pode ter acesso a esses dados em qualquer sítio via *Smartphone*, *tablets* ou em qualquer computador com ligação à internet. Pode também servir como sistema de alarme, pode ser programado para ligar/desligar um certo equipamento a uma determinada hora e pode ser controlado à distância, permitindo ligar ou desligar equipamentos, remotamente, o que se torna especialmente no caso do controlo da climatização e das protecções solares. Outra função muito importante destes sistemas é a possibilidade de desligar na totalidade os equipamentos, sem ter de os desligar fisicamente das fichas de alimentação, evitando o *standby*.



Figura 4.4 - Sistema global de monitorização e análise de consumos, (wattio, 2013).

Estes sistemas devem ser largamente enfatizados pois a consciência do consumo e da sua fonte é o primeiro passo para a poupança. Por outro lado, a instalação de sistemas inteligentes será

uma das características das casas do futuro pelo que, apesar dos custos iniciais para a instalação destes sistemas, possam servir como incentivo a valorização do imóvel.

▪ REAPROVEITAMENTO DO LIXO DOMÉSTICO E DE ZONAS VERDES

Um conceito ignorado em todos os manuais analisados é a compostagem doméstica. Consiste em provocar, de forma controlada, a decomposição de matéria orgânica transformando-a em material estável e rico em nutrientes, de forma a poder ser utilizado como adubo natural. Esta pode ser feita individualmente por cada condômino, no caso de haver espaços exteriores livres para o efeito, ou em conjunto pelo condomínio numa zona comum exterior livre. Já existem vários manuais que ensinam o processo da compostagem doméstica, fornecidos por exemplo pela QUERCUS ou por algumas câmaras municipais do país.

A grande dificuldade da compostagem é a diferenciação dos resíduos que possam ou não ser utilizados no processo, e por isso é essencial que haja uma sensibilização do leitor para este aspecto.



Figura 4.5 - Húmus resultante de compostagem doméstica, (Santos, 2011).

Ao contrário do que a generalidade do utilizador pensa, já é possível fazer compostagem com resíduos orgânicos animais. No Brasil já se discutia em 2006 o potencial lucrativo da compostagem doméstica, sendo que já existem empresas que se dedicam única e exclusivamente à recolha destes tipos de resíduos, e Municípios que já lançaram programas de reaproveitamento e compostagem do lixo doméstico. Afirmam que é possível fazer a reintegração ambiental 76% dos resíduos sólidos presentes no lixo doméstico, (Pereira, 2006).

4.5.2. Sugestões direccionadas ao projectista

- SISTEMAS SMART HOUSE

Deve-se considerar a implementação de sistemas inteligentes nos edifícios reabilitados. Já existem sistemas de controlo, monitorização e análise que não representam custos exagerados e que podem ser facilmente inseridos numa reabilitação profunda sem afectar seriamente o custo final da obra.

- IDENTIFICAÇÃO DO *BUDGET* E DO PERÍODO DE RETORNO PRETENDIDO

A identificação do capital disponível antes do projecto é essencial pois pode pôr imediatamente de parte algumas soluções ou por outro lado pode potenciar a investigação de soluções mais eficazes. O mesmo se aplica ao período de retorno pretendido pelo dono-de-obra. Os custos e soluções a aplicar podem variar bastante consoante o período de retorno exigido, pois se a reabilitação se tratar de um edifício que deve perdurar entre gerações é provável que exista da parte do dono-de-obra uma pré-disposição para investir em elementos com maior qualidade, ao invés do que acontecerá se se tratar de um imóvel temporário.

- FACHADAS E COBERTURAS VERDES

Outro conceito ignorado pelos guias analisados foi a possibilidade da implementação de fachadas e /ou coberturas verdes. Permitem o controle de insolação ou mesmo de ventos, humidades e temperatura em coberturas planas e/ou em fachadas, (Faria *et al.*, 2012), e proporcionam melhorias no desempenho energético dos edifícios, a redução do efeito “ilha de calor” observado nas grandes cidades, o aproveitamento de águas pluviais, a reciclagem de águas cinzentas, a melhoria da qualidade do ar e o aumento da biodiversidade, pelo que devem ser consideradas nas oportunidades de intervenção de fachadas e coberturas.

- COMPOSTAGEM

Como foi referido anteriormente, a compostagem é um processo importante a ter em conta e cada vez terá mais importância no dia-a-dia do utilizador comum, pelo que compete ao projectista antecipar esse facto e tomar medidas que o facilitem e promovam. São exemplos a criação de zonas dedicadas à compostagem, equipamentos de trituração e liquidificação para o tratamento dos resíduos orgânicos animais e vegetais.

- SISTEMA COMUM DE CLIMATIZAÇÃO E AQS

Outro ponto importantíssimo que foi esquecido pelos manuais analisados foi a implementação de sistemas comuns para a climatização e AQS. Estes sistemas permitem na generalidade dos casos, e comparando com os sistemas tradicionais separativos, rendimentos superiores, consequentes poupanças energéticas e reduções de emissões CO₂. Podem inclusivamente ser combinados com a utilização de sistemas solares.

- SISTEMAS DE ADMISSÃO DE AR COM AQUECIMENTO DO FLUXO

Uma das razões que leva à obstrução, por parte dos utilizadores, das admissões de ar é a baixa temperatura que este possui no inverno. Em zonas climáticas cujas temperaturas na estação de inverno sejam muito baixas é importante considerar a instalação de sistemas de aquecimento do ar exterior nas admissões de ar, de modo a que a renovação do ar interior se mantenha sem que seja alterado o nível de conforto térmico no interior e evitando assim o uso excessivo de outros sistemas de aquecimento. Este tipo de sistemas permite inclusive diminuir o risco de condensações ao admitir a entrada de ar muito frio e com humidade relativa alta e que ao ser aquecido permitirá a absorção da humidade interior, diminuindo como consequência os riscos de condensações nas superfícies interiores.

- SOLUÇÕES DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE FACHADAS

Existem várias soluções de reabilitação térmica de fachadas com recurso a elementos pré-fabricados. No entanto todos os manuais ignoraram essa possibilidade mas que não deve ser de todo posta de parte pelo projectista.

- TUBAGENS DE CLIMATIZAÇÃO EM PONTES TÉRMICAS LINEARES

O documento da Agência Internacional para a Energia - Integral Building Envelope Performance Assessment sugere no Anexo 32 a utilização de tubagens de climatização nas zonas de pontes térmicas lineares quando a reabilitação das envolventes é feita pelo interior e sem a intervenção em pavimentos, (IEA, 2003).

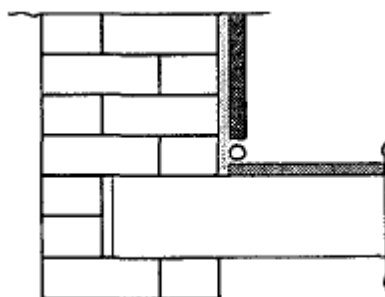


Figura 4.6 - Solução de eliminação de pontes térmicas lineares, (IEA, 2003).

▪ PAREDE DE TROMBE

Outra solução construtiva que foi ignorada por todos os manuais utilizados e que pode ter bastantes benefícios na reabilitação térmica de fachadas é a parede de trombe. O projectista não deve ignorar a possibilidade dessa intervenção.

▪ ESTRATÉGIA PARA NET ZERO ENERGY

O autor do manual deve definir uma estratégia a adoptar pelo projectista com vista a cumprir as exigências do conceito NZEB, pois apesar de hoje em dia ser apenas uma exigência para os edifícios de serviços públicos, o marco futuro da reabilitação passará por este conceito. Para tal devem ser considerados vários pontos como refere Lisboa (2011):

- “Optimização da envolvente recorrendo a simulação dinâmica com vista a minimizar as necessidades de aquecimento ambiente,
- Produção térmica com recurso a soluções tecnológicas de alta eficiência associadas a energias renováveis;
 - Solar térmico para AQS,
 - Bomba de calor de alta eficiência,
 - Solar fotovoltaico,
 - Bombas de calor ar/ar “melhor no mercado”,
 - Aquecimento por pavimento radiante.
- Iluminação de alta eficiência (LEDs),
- Electrodomésticos classe A, ou “melhor do mercado”,
- Sistema de ventilação com recuperação de calor,
- Boa estanquidade da envolvente (critério Passivhaus, <0.6r/h a 50Pa)
- Domótica”.

- DISPOSITIVOS DE SOMBREAMENTO AMOVÍVEIS

A inclusão de dispositivos de sombreamento amovíveis deve ser uma solução referida no manual pois permitem obter um aproveitamento máximo da radiação solar na estação de aquecimento e eliminar a incidência directa na estação de arrefecimento.

4.5.3. Sugestões de complementação da legislação

- REVISÃO DO RCCTE

Estende-se a sugestão de Ferreira e Pinheiro (2011) para a revisão da metodologia do RCCTE no que diz respeito ao cálculo das estimativas de necessidades para a zona I3, para que as estimativas sejam mais precisas e aproximadas da realidade.

- DEFINIR O QUE É “QUASE ZERO” NOS NZEB

A definição de NZEB na legislação Portuguesa é de “Edifícios Energia Quase Zero”, o que por si próprio sugere a necessidade de precisar o conceito devido à dificuldade na quantificação nas necessidades deste tipo de edifícios.

- INTEGRAÇÃO DE PERITOS QUALIFICADOS NA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

As inspecções periódicas ou o acompanhamento de determinadas fases de obra por parte de especialistas pertencentes às câmaras municipais pode vir a constituir uma vantagem no ponto de vista que assegura o cumprimento do projecto e evita situações de não conformidade que normalmente se dão devido a alterações na fase de pós-projecto.

- MAIOR TRANSPARÊNCIA NA RECICLAGEM E PROGRAMAS DE SENSIBILIZAÇÃO

É necessária a criação de programas de sensibilização sobre o tema da reciclagem para que se garanta que o utilizador em geral compreenda a gravidade da situação actual e a necessidade da mudança de comportamentos. Todavia é também necessário que exista uma maior transparência nos processos da reciclagem e na gestão das empresas dedicadas a esses processos. A generalidade do utilizador não confia no sistema, deixando de parte o processo de reciclagem e esquecendo, talvez por ignorância que o verdadeiro fim é a poupança do meio ambiente.

Uma medida simples pode fazer alguma diferença é a troca monetária de garrafas de plástico em máquinas produzidas para o efeito. O sistema já funciona em Amsterdão há alguns

anos e tem mostrado resultados, pois o incentivo monetário é, infelizmente, aquele quem maior impacte tem no utilizador comum.

- PROJECTOS DE COMPOSTAGEM

Como foi referido anteriormente o processo de compostagem tem potencial lucrativo e capacidade para a obtenção de resultados bastante atraentes. Como tal, é necessária a criação de programas que potenciem este processo.

- AUDITORIAS ENERGÉTICAS POR MUNICÍPIOS

O conceito do fornecimento de um serviço de auditoria energética realizada por técnicos especializados das câmaras municipais, onde são medidos os padrões de consumo, avaliadas as soluções construtivas ineficientes e identificados os pontos de consumo excessivo já é utilizado pela Câmara Municipal de Cascais, no entanto devia ser alargado a todos os distritos de modo a ampliar o seu efeito final.

- CAMPANHAS DE SENSIBILIZAÇÃO AO TEMA DA REABILITAÇÃO ENERGÉTICA

Porque o público em geral é no fundo o “utilizador comum”, então é fundamental que todos tomem conhecimento da situação de dependência energética do país, da ineficiência energética do parque edificado e de que essa é a causa de grande parte das anomalias existentes nas habitações nacionais. Para que este conhecimento se difunda é necessário que existam campanhas de sensibilização ao tema e que estas cheguem verdadeiramente ao seu receptor-alvo. Analogamente é necessária a divulgação eficaz dos programas de apoio facultados pelo Estado e dos benefícios fiscais que a reabilitação energética permite obter. Este último ponto é indispensável pois, na generalidade dos casos, o factor monetário é o que maior influência tem nas tomadas de decisões relativas à reabilitação energética.

4.6. Resultados expectáveis

O modelo apresentado foca-se na eficiência energética dos edifícios de habitação e tem como aplicabilidade manuais/guias de reabilitação energética de edifícios construídos desde o princípio da época do betão armado até à revisão do RCCTE (1930 a 2006). Como foi referido anteriormente, a consulta desses documentos pode ser feita tanto pelo técnico projectista como pelo utilizador/proprietário comum. Assim, a aplicação do modelo sugerido tem como finalidade

criar a estrutura para uma base de pesquisa para este público, de modo a reunir num só documento a informação necessária para a reabilitação energética de um caso concreto.

A existência de um manual que reúna os conteúdos necessários facilita a pesquisa, a obtenção de informação e tem como consequência tornar o processo da reabilitação energética mais simples e eficaz. Contribui assim para a melhoria das acções de reabilitação energética, para o aumento da eficiência energética e da consequente melhoria do conforto interior, bem como da qualidade geral dos edifícios. Apesar dos benefícios, o seu nível de abrangência traz contudo uma desvantagem, ao esquecer outro tipo de abordagens que possam ser importantes, como por exemplo a eficiência hídrica. Assim, em última instância poder-se-á transpor o manual de reabilitação energética de edifícios habitacionais num capítulo, ou num volume, de um guia de reabilitação geral.

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. Conclusões

O desempenho energético do parque edificado habitacional em Portugal é notoriamente débil e tem como consequência a elevada dependência da importação de energia, as anomalias relacionadas com humidades e ventilação e, em maior destaque, o desconforto no interior das habitações em prol da poupança económica. O trabalho desenvolvido teve por objectivo contribuir para a construção de um documento que apoie a inversão desta situação através da melhoria das acções de reabilitação e do processo do seu desenvolvimento.

Procurou-se analisar vários manuais de reabilitação energética de edifícios de habitação com a finalidade de compreender a informação mais importante disponibilizada por estes, detectar as lacunas e, por fim, propor uma estrutura modelo para um manual de reabilitação energética de edifícios habitacionais, apoiada naqueles que se consideram os determinantes para a sua construção.

Espera-se que a criação do documento siga as considerações e a estrutura proposta, de modo a facilitar o processo de reabilitação energética e melhorar as acções de reabilitação por parte do técnico especializado e, por outro lado, caso se opte pela inclusão do utilizador comum como público-alvo, criar também um meio de divulgação e desmistificação dos processos e necessidades de reabilitação energética.

Na opinião do autor, o primeiro passo para o aumento das acções da reabilitação energética é o conhecimento do utilizador/proprietário das vantagens e benefícios deste processo, bem como dos métodos para a sua realização. Para isto é fundamental que exista um documento capaz de transmitir essa informação da forma mais clara possível. Em simultâneo, é indispensável que existam, da parte do Estado, campanhas de sensibilização e divulgação do tema e dos programas de apoio financeiro de modo a colmatar o estigma monetário que tem por hábito ser o maior impedimento a este tipo de acções de reabilitação.

A estrutura proposta reflecte a totalidade dos pontos considerados determinantes para a construção de um manual de reabilitação energética de edifícios habitacionais e expõe a enorme vantagem deste na melhoria da eficiência energética do parque edificado.

5.2. Desenvolvimentos Futuros

Com base no estudo desenvolvido e na sua abrangência, podem ser considerados outros estudos a desenvolver no futuro, destacando:

- Construção de um manual de reabilitação energética de edifícios de habitação, baseado no modelo proposto e desenvolvendo as considerações e os conteúdos discutidos;
- A aplicação do manual construído a um caso concreto, assim como a monitorização e avaliação dos resultados obtidos da sua implementação;
- Quantificação, com bases estatísticas, do potencial das acções de disseminação do manual, posterior avaliação da sua difusão e da sua capacidade para aumentar o nível de conhecimento do público receptor;
- Adaptação do manual de reabilitação energética de edifícios habitacionais a um manual de reabilitação geral possível de aplicar a diferentes tipologias.

Todas as propostas de desenvolvimento futuras têm por base aumentar a criação de um documento que simplifique os processos das acções de reabilitação energética, melhorando o comportamento energético dos edifícios e tendo como consequência o aumento do conforto interior dos mesmos e a diminuição da dependência energética do país.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, M. e LOPES, J. - Energetic Rehabilitation in Buildings: Cost-Effective Solutions to Minimise Thermal Bridging. In : RICS, The Bartlett School, UCL, London, pp.18-28. 2006.

ADENE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar no Interior dos Edifícios (SCE). Agência para a Energia, 2009. http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Introducao/Documents/SCE_Geral2.pdf (20/Novembro/2012).

ADENE - Certificado energético e medidas de melhoria das habitações. Estudo de opinião. ADENE, Portugal, 2011.

ADENE - Guia da Eficiência Energética. Agência para a Energia, Portugal, 2012.

ADENE - Estatística SCE Julho 2012. Agência para a Energia, Portugal, Julho de 2012.

ADENE - Estatística SCE Maio 2012. Agência para a Energia, Portugal, Maio de 2012.

ADENE - Estatística SCE Março 2012. Agência para a Energia, Portugal, Março de 2012.

AECOPS - O Mercado da Reabilitação. Enquadramento, Relevância e Perspectivas. Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas, 2009.

AELENEI, D.; GONÇALVES, H. e AELENEI, L. - Temos que começar por reduzir as necessidades energéticas dos edifícios. Revista Climatização, págs. 28-37. Revista Climatização, 2012.

AELENEI, D. e HENRIQUES, F. - Analysis of the condensation risk on exterior surface of building envelopes. Energy and Buildings, vol. 40, nº 10, págs. 1866-1871. 2008.

ALEXANDRA N. ALEGRE, J. - A Reabilitação das Casa de Rendas Económicas das Células I e II do Bairro de Alvalade. Lisboa Urbanismo - Boletim Municipal de Planeamento e Gestão Urbanística da CML, vol. Março/Abril 1999.

AMADO, M. - Energy Conservation in Habitation Buildings and the Level of Environmental Comfort. In : 30th IAHS - World Congress on Housing, Coimbra - Portugal, vol. II, pp.942-948. 2002.

AMADO, M. e LOPES, T. - Ferramenta de apoio ao processo de reabilitação sustentável de edifícios de habitação. In : 6º CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, Maputo 2011.

APA - Avaliação do cumprimento do Protocolo de Quioto. Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora, 2012.

BALARAS, C.; DROUTSA, K.; DASCALAKI, E. e KONTOYIANNIDIS, S. - Deterioration of European apartment buildings. Energy and Buildings, vol. 37, nº 5, págs. 515-527. 2005.

CAPROS, P.; MANTZOS, L.; PAROUSOS, L.; TASIOS, N.; KLAASSEN, G. e LERLAND, T. - Analysis of the EU policy package on climate change and renewables. Energy Policy, vol. 39, nº 3, págs. 1476–1485. 2011.

CML - Camara Municipal de Lisboa. Secção Urbanismo - Reabilitação Urbana - Benefícios Fiscais, 2012. <http://www.cm-lisboa.pt/viver/urbanismo/reabilitacao-urbana/beneficios-fiscais-e-operacionalizacao/beneficios-fiscais> (18/Dezembro/2012).

CML - Aviso n.º 1229/2009. Diário da República, vol. 2.ª série, nº 8 — 13 de Janeiro de 2009, págs. 1443-1473. Aviso n.º 1229/2009.

CÓIAS, V.; FERNANDES, S. e FREITAS, B. - Tecnologias e implementação de projectos - Caso de estudo: reabilitação energética de duas moradias em Paço de Arcos. In GECORPA, OZ e JESUSFERREIRA CONSULTORES, eds. : TrainRebuild - Workshop: "Formar para reabilitar a Europa", Intelligent Energy Europe, Cascais, pp.1-50. 2012.

Comissão Europeia - Low energy buildings in Europe: Current state of play, definitions and best practice. Info Note. Comissão Europeia, Bruxelas, 2009.

Comunidad de Madrid - Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, Madrid, 2008.

CORVACHO, H. - Reabilitação Energética de Edifícios. Construção Magazine - Energia, Guia de Eficiência Energética nos Edifícios, 2011.

CRUZ, H. e AGUIAR, J. - Patologias em pavimentos e cobertura. In : Patorreb 2009, Porto, pp.409-414. 2009.

Decreto-Lei - n.º 156/2006. Diário da República, vol. 1.ª série, nº 152 - 8 de Agosto de 2006, págs. 5637-5638. n.º 156/2006.

Decreto-Lei - n.º 39/2001. Diário da República, vol. 1.ª série-A, nº N.º 34 — 9 de Fevereiro de 2001, págs. 718-724. n.º 39/2001.

DGEG - DIRECÇÃO GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA. <http://www.dgeg.pt/>, 2012.
<http://www.dgeg.pt/> (15/Outubro/2012).

DGEG\ADENE - Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais. DGEG,ADENE, Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, FEDER, Portugal, 2004.

DIAS, L. - A Sustentabilidade na reabilitação do património edificado. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2012.

Directiva 2002/91/CE - DIRECTIVA 2002/91/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, vol. 4.1.2003, págs. L 1/65 - L 1/71. 2003.

Directiva 2012/27/EU - DIRETIVA 2012/27/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 25 de outubro de 2012 relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE. Jornal Oficial da União Europeia, págs. L315/1-L315/56. 2012.

EDP - Viva a sua casa com uma energia mais sustentável - Dicas para a eficiência energética. EDP, Portugal, 2012.

EDP - Tarifas BTN. Tarifas Baixa Tensão Normal até 20,7kVA, 2013.
<http://www.edpsu.pt/pt/negocios/tarifasehorarios/tarifasBTN/Pages/TarifasBTNate20.7kVA.aspx>
(18/Janeiro/2013).

EnerBuilding - Eficiência Energética nos Edifícios Residenciais - Manual do Consumidor. Edição: Deco. EnerBuilding.eu, 2008.

EPBD-CA - Concerted Action for Energy Performance of Buildings. Intelligent Energy–Europe under the European Union’s Competitiveness and Innovation Programme, 2012.
<http://www.epbd-ca.eu/> (06/Dezembro/2012).

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos - Energy Profiler. In : Seminário PPEC - Plano de Promoção da Eficiência no Consumo - Avaliação de resultados e expectativas, Lisboa 2011.

ESTIF - Solar Thermal Markets in Europe. Trends and market statistics 2011. European Solar Thermal Industry Federation, Brussels, 2012.

European Commission - Regional Policy., 2012.
http://ec.europa.eu/regional_policy/thefunds/instruments/jessica_en.cfm#1 (18/Dezembro/2012).

EUROSTAT - EUROSTAT., 2012.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports (20/Outubro/2012).

FARIA, P.; DUARTE, C.; PAIS, M. e BISMARCK, S. - Avaliação da sustentabilidade em fase de projecto de construção de um edifício de habitação plurifamiliar. unpublished. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2012.

FARIA, F. - Análise dos Sistemas Construtivos Portugueses. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - Portugal, 1995.

FARIA, J. - Patologias das construções com madeira - Sugestões de intervenção. In : PATORREB2009, 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação dos Edifícios, FEUP, Porto, vol. 1, pp.51-58. 2009.

FEE-ADENE - Fundo de Eficiência Energética., 2012. <http://fee.adene.pt/o-que-e/Paginas/default.aspx> (17/Dezembro/2012).

FERNANDES, J. - REQUEST - O piloto em Lisboa. In ADENE, ed. : Conferência sobre Reabilitação Energética de Edifícios - LISBOA E-Nova, Lisboa, pp.1-30. 2012.

FERREIRA, M. - A eficiência energética na reabilitação de edifícios. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2009.

FERREIRA, J. e PINHEIRO, M. - In search of better energy performance in the Portuguese buildings—The case of the Portuguese regulation. Energy Policy, vol. Volume 39, nº 12, págs. 7666–7683. 2011.

FRAGOSO, R. - O desafio da reabilitação energética em contexto de crise. Água & Ambiente, Dezembro, págs. 40. 2011.

GANHÃO, A. - Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2011.

GHIRAN, A. e MAYER, A. - The Move Toward Net Zero Energy Buildings. Relatório Técnico. Institute for Building Efficiency, Washington D.C, 2012.

GONÇALVES, H.; AELENEI, L. e AELENEI, D. - Net Zero Energy Buildings, towards innovation and development solutions. In FCT e LNEG, eds. : Solar Energy and Architecture, Monte da Caparica 2012.

GOUVEIA, N. e MESQUITA, L. - Mercado do Carbono. Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Portugal, 2011.

HENRIQUES (A), F. - Reabilitação Térmica de Edifícios. Associação para o estudo e defesa do Ambiente do Concelho de Alenquer, ALAMBI, 2007.

HENRIQUES, F. - Humidade em Paredes. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1994.

HENRIQUES, F. - Comportamento Higrotérmico de Edifícios. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2007.

HERNADEZ, P. e KENNY, P. - From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). Energy and Buildings, vol. 42, nº 6, págs. 815-821. 2010.

I.P./ DGEG - Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico. INE, Lisboa - Portugal, 2010.

IEA - Integral Building Envelope Performance Assessment. Technical Synthesis Report - IEA ECBCS Annex 32 ISBN 0-9542670-9-7. IEA, United Kingdom, 2003.

IEE - Building-Request.eu. Intelligent Energy Europe, 2009. <http://www.building-request.eu/info/request-project> (08/Janeiro/2013).

IEE - Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) - Featuring Country Reports 2010. Intelligent Energy Europe, Brussels, 2011.

IEE - TrainRebuild.eu. TRAINREBUILD - Intelligent Energy Europe, 2012-A. <http://trainrebuild.eu/what-is-trainrebuild> (30/Janeiro/2013).

IEE - Build Up Skills - Portugal - Analysis of the national status quo. Intelligent Energy Europe, Brussels, 2012-B.

INE - Estatísticas da Construção e Habitação. Lisboa - Portugal, 2010.

INE - Censos 2011 - Portugal. Resultados Provisórios. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2011.

INE - Construção: Obras licenciadas e concluídas - 1º Trimestre de 2012. Dados preliminares. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 2012.

IOAN SARBU, C. - Thermal rehabilitation of buildings. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENERGY, vol. 5, nº 2, págs. 43-52. 2011.

ITIC - SCE - Oportunidades para o Sector da Construção. Instituto Técnico para a Indústria da Construção, 2008.

Kone - Kone Portugal 2013. Kone, 2013.
http://www.kone.com/countries/pt_PT/ambiente/solucoes/regeneracao-energetica/Pages/default.aspx (02/Março/2013).

LACASTA, N. e BARATA, P. - O protocolo de Quioto sobre as alterações climáticas: Análises e perspectivas. Working Paper. Universidade do Algarve, Faro, 1999.

Lei - n.º 64-A/2008. Diário da República, vol. 1.ª série, nº 252 - 31 de Dezembro de 2008, págs. 9300(2)-9300(372). n.º 64-A/2008.

LISBOA, C. - A utilização e manutenção do edifício sustentável. Curso de Pós-Graduação em Construção Sustentável. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologias, Monte da Caparica, 2011.

Lisboa E-Nova - Reabilitação Sustentável para Lisboa - Edifício de habitação municipal, Quinta do Ourives, anos 70, Lisboa. Manual de Boas Práticas na Reabilitação Sustentável de Edifícios. Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia - Ambiente de Lisboa no âmbito do projecto Reabilitação Sustentável para Lisboa, Lisboa, 2010.

LOPES, T. - Reabilitação Sustentável de edifícios de Habitação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Monte da Caparica, 2010.

MADEIRA, C. - Avaliação dos Programas RECRUA, REHABITA, RECRIPH E SOLARH. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

MALDONADO, E. - As Políticas Nacional e Europeia para os edifícios: Objectivos a atingir. In : 10ªs Jornadas de Climatização da Ordem dos Engenheiros, Lisboa 2010.

MALDONADO, E. - A Reabilitação Energética de Edifícios - O contexto das directivas europeias. In : 12ª Jornadas de Climatização, Porto, pp.1-7. 2012.

MATEUS, R. - Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho, Minho, 2004.

MATOS, C. - O efeito da ventilação natural na qualidade do ar interior dos edifícios. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.

MENDES DA SILVA, J. e GONÇALVES, P. - Patologias correntes em coberturas planas em Portugal. In : Congresso Nacional da Construção, IST, Lisboa, pp.1-8. 2001.

MENDONÇA, L. - Condensações em Edifícios. *Arquitectura & Vida*, vol. 63, págs. 71-74. Set. 2005.

OLIVEIRA, C. e REIS CABRITA, A. M. - Tipificação do Parque Habitacional. In : 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, LNEC, Lisboa 1985.

PAIVA, J. V.; AGUIAR, J.; PEDRO, J. B.; COELHO, A. B. e LOPES, J. G. - Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Lisboa, LNEC, 2006.

PEREIRA, R. - ParanáOnline., 2006. <http://www.parana-online.com.br/editoria/pais/news/174515/> (15/Fevereiro/2013).

PESSOA, J. - Análise da influência das pontes térmicas nos edifícios residenciais. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2011.

PINHEIRO, M. - Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente, Amadora, 2006.

Planética, S.A. - [Certificação energética.com](http://www.certificacaoenergetica.com). Certificação Energética - Poupar Energia para Portugal, 2012. <http://www.certificacaoenergetica.com/certificacaoenergetica/processo/> (21/Novembro/2012).

PNAER - Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis. República Portuguesa, 2010.

QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional., 2011. <http://www.qren.pt/np4/2386.html> (18/Dezembro/2012).

QUERCUS - Projecto EcoFamílias. Relatório Final. QUERCUS, Portugal, 2008.

RCCTE - - "Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios" - Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro. Portugal, 1990.

Real Decreto - n.º 314/2007. Boletín Oficial del Estado, vol. 74, Martes 28 marzo 2006, págs. 11816-11831. n.º 314/2007.

Real Decreto - n.º 47/2007. Boletín Oficial del Estado, vol. 27, Miércoles, 31 enero 2007, págs. 4449-4507. n.º 47/2007.

Resolução do Conselho de Ministros - n.º 2/2011. Diário da República, vol. 1.ª série - N.º 8 - 12 de Janeiro de 2011, págs. 270-271. n.º 2/2011.

Resolução do Conselho de Ministros - n.º 29/2010. Diário da República, vol. 1.ª Série - N.º 73 - 15 de Abril de 2010, págs. 1289-1296. n.º 29/2010.

Resolução do Conselho de Ministros - n.º 80/2008. Diário da República, vol. 1.ª Série - N.º 97 - 20 de Maio de 2008, págs. 2824-2865. n.º 80/2008.

Resolução do Conselho de Ministros - n.º 93/2010. Diário da República, vol. 1.ª Série - N.º 230 - 26 de Novembro de 2010, nº 230, págs. 5349-5351. n.º 93/2010.

RGEU - - "Regulamento Geral das Edificações Urbanas" - Decreto-Lei n.º 38 382, de 7 de Agosto de 1951. Portugal, 1951.

RGEU - - "Actualização e Revisão do Regulamento Geral de Edificações Urbanas" - Decreto-Lei n.º 650/75, de 18 de Novembro. Portugal, 1975.

SANTOS, T. - <http://maesso.wordpress.com/>., 2011. <http://maesso.wordpress.com/2011/09/22/compostagem-aproveitamento-do-lixo-organico-2/> (08/Março/2013).

SAUNDRY, P. - Kyoto Protocol and the United States. National Council for Science and the Environment, Washington, D.C., 2006.

SCE - MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO Decreto-Lei n.º 78/2006 de 4 de Abril. DIÁRIO DA REPÚBLICA—I SÉRIE-A, vol. 67, nº Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, págs. 2411-2415. 4 de Abril de 2006.

SILVA, L. - Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020). In ENERGIA, A., ed. : 6º workshop da Plataforma do Empreendedor, Associação Industrial Portuguesa - Confederação Empresarial, Lisboa, pp.1-20. 2010.

SILVA, J. e ABRANTES, V. - PATOLOGIA EM PAREDES DE ALVENARIA: CAUSAS E SOLUÇÕES. In ALVENARIA, S., ed. : P.B. Lourenço et al., pp.65-84. 2007.

SILVA FERNANDES, D. - Estudo sobre a realidade da reabilitação de edifícios em Portugal - Abordagem térmico-energética. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2012.

SILVÉRIO, L. - Energias Renováveis e Eficiência Energética. In : Agência Portuguesa do Ambiente - Seminário "O estado do ambiente em Portugal e na Europa", Amadora, pp.274-300. 2011.

SOUSA, H. - Melhoria do comportamento térmico e mecânico das alvenarias por actuação na geometria dos elementos. Aplicação a blocos de betão de argila expandida. Tese de Doutoramento. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1996.

SOUSA, H. - Alvenarias em Portugal - Situação actual e perspectivas futuras. In PORTO, F., ed. : Seminário sobre Paredes de Alvenaria, Porto, pp.17-39. 2002.

SOUSA, M. - PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO - ELABORAÇÃO DE UM CATÁLOGO. Dissertação de Mestrado. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, Porto, 2004.

SOUSA, P. - Construção Sustentável - Contributo para a construção de sistemas de certificação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2012.

UNITED NATIONS - UN., 2001.
<http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/isd-ms2001economicB.htm>
(28/Outubro/2012).

VILAÇA, E. - O "estado da habitação": medidas sem política num país adiado. Cidades - Comunidades e Territórios, vol. n.º 3, págs. pp. 83-92. 2001.

wattio - wattio., 2013. <http://www.wattio.com> (08/Março/2013).

ANEXOS

Estrutura modelo para a construção de um manual de reabilitação energética de edifícios de habitação

